JÜRI JAKK
JA
KALEV RATASSEPP

MATEMAATIKA METALLISTIDELE

RK
„PEDAGOOGILINE KIRJANDUS"
TALLINN
1947

A-16747

MATEMAATIKA METALLISTIDELE

KOOSTANUD

ins. JÜRI JAKK JA KALEV RATASSEPP

RK

„PEDAGOOGILINE KIRJANDUS"

TALLINN 1947

TARTU ÜLIKOOLI
RAAMATUKOGU

Eessõna.

NSV Liidu rahvamajanduse taastamise ja arendamise 1946.—1950. a. plaani nn. stalinliku viisaastaku põhiülesandeks on saavutada tööstuse sõjaeelne tase ning ületada siis see tase tunduvas ulatuses, et kindlustada NSV Liidu tehnilis-majanduslikku sõltumatust. Sellepärast omistatakse uues stalinliku viisaastaku plaanis ka suurt tähelepanu metallitööstusele ning nähakse ette selle hoogsat ja igakülgset kasvu.

Seoses sellega langeb ka Eesti NSV rahvamajanduse kujundamise peamine tähtsus tööstusele, sest Eesti NSV sotsialistliku rahvamajanduse ülesehitamine saab toimuda ainuüksi Eesti NSV industrialiseerimise teel. „Me peame viima edasi meie maa tööstust kui sotsialismi alust ja kui juhtivat jõudu, mis viib rahvamajandust edasi tervikuna" (J. V. Stalin).

Et taastada Nõukogude Eesti linnu ja tehaseid, et anda põllumajandusele, tööstusele ja transpordile vajalikud vahendid, seadmed ja masinad, on vaja ühelt poolt tõsta metallitööstuse alal töötavate tööliste kvalifikatsiooni tehnilise miinimumi kursuste korraldamise teel ning teiselt poolt luua tööstusele pidev kvalifitseeritud noortööliste juurdevool riiklike tööjõureservide süsteemi kuuluvate koolide kaudu. „Meie ajal, kus tehnika on kõrgel tasemel ja kus teadust kasutatakse laialdaselt tootmiseks .... peab pööratma esmajärgulist tähelepanu ... kõrge kvalifikatsiooniga tehniliste kaadrite loomisele" (V. M. Molotov).

On selge, et sotsialistliku tehnika kõrge arenemistase eeldab ka metallitööstuse alal töötajalt kõrgemat teoreetilist ettevalmistust ja võimeid loovaks tegutsemiseks, kui nõudis seda töötamine kodanlik-kapitalistliku korra ajal. Sellepärast pühendatakse ka töö-

jõureservi süsteemi kuuluvates koolides suurt tähelepanu üldhariduslikkudele distsipliinidele.

Matemaatika õpetamise eesmärgiks on anda tulevasele kvalifitseeritud töölisele tihedas seoses erialaga, tehniliste arvutuste varal neid teadmisi ja oskusi matemaatika alal, mis on tarvilikud tehniliste ainete omandamiseks ja tööstuses tegeliku töö juures ettetulevate arvutuste lahendamiseks, edasi tõsta nende üldist matemaatilist taset ja arendada matemaatilise mõtlemise harjumusi.

Selleks ongi koostatud käesolev õpik, mis eeskätt on küll mõeldud käsiraamatuks tööstuslike koolide õppejõududele, kuid ühtlasi on ta määratud ka nendele töölistele, kes mitte unustades V. I. Lenini sõnu: „Õppida, õppida, õppida" püüavad tõsta oma kvalifikatsiooni, et stahhaanovlastena senisest veel paremini töötades kindlustada stalinliku viisaastaku täitmist ja ületamist ning kes sellistena „valmistavad teed sotsialismilt kommunismile" (J. V. Stalin).

Tallinn, september 1946. a.

Koostajad.

I. Täisarvud.

Arve, nagu 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10,.. 20,.. 100,.. 150 jne., nimetatakse täisarvudeks.

1. Liitmine.

24	+	9	=	33
liidetav		liidetav		summa

Ühekohaliste arvude liitmisel tuleb võimaluse korral esmajärjekorras liita need arvud, mis annavad summas 10.

Näidis: 6+7+2+1+1+3+9+5+2+3=39.

Seda võtet tuleb silmas pidada ka siis, kui liidetavad on mitmekohalised arvud.

Kahe ja rohkem kui kahe mitmekohalise arvu liitmisel kirjutatakse arvud nii üksteise alla, et ühelised on kohastikku ühelistega, kümnelised kümnelistega jne.

Näidis:

27 353	548
+ 4 489	+ 342
32 842	1 457
	2 347

Liitmise kontroll.

1. **Kahe liidetava puhul:** Lahutades summast ühe liidetava saame teise liidetava.

Näidis: 33 — 9 = 24.

2. Rohkem kui kahe liidetava puhul:

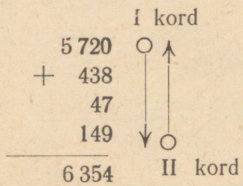
1) Liidetavad arvud liidetakse mõnes teises järjekorras.

Näidis:

548	342
+ 342	+ 1 457
1 457	548
2 347	2 347

2) Arvud liidetakse vastupidises järjekorras, s. o. esimene kord ülalt alla, kontrollimisel aga alt üles.

Näidis:



3) Ristsummaproovi abil.

Arvu ristsummaks nimetatakse tema numbrite summat. Nii on arvu 15 ristsumma $1 + 5$ ehk 6, 589 ristsumma on 22. Lühidalt kirjutatakse seda nii: $15 \equiv 6$ (loe 15-ne ristsumma on 6) ja $589 \equiv 22$.

Ristsummadena kasutatakse ikka ühekohalisi arve. Kui arvu ristsumma on kahekohaline, siis võetakse sellest ristsummast uuesti ristsumma jne., kuni saadakse ühekohaline ristsumma. Nii saame 8 993 ristsummana arvu 2, sest $8\,993 \equiv 29 \equiv 11 \equiv 2$. Ka ristsummade summa asemel võetakse kui vaja nende ühekohalised ristsummad.

Ühekohalise ristsumma leidmist on võimalik lihtsustada jättes arvestamata 9-d ja numbrite rühmad, mille ristsumma on 9. Nii oleks $8\,993 \equiv 8 + 3 \equiv 11 \equiv 2$ ja $1\,729 \equiv 1$.

Liitmise ristsummaproov põhjeneb tõsiasjal, et summa ristsumma võrdub liidetavate ristsummade summaga. Nii on 12 ja 23 ristsummade summa $3 + 5 = 8$ ja summa

35 ristsumma on samuti 8. Kui ristsumma seda tulemust ei anna, siis on summa vigane.

Ristsummaproov kirjutatakse liitmise kõrvale nii, et iga arvu kõrvale püstjoone taha tuleb tema ristsumma.

Näidised:

4 357	1			7 729	7	
+ 635	+ 5	}	13 ≡ 4	+ 638	+ 8	}
1 348	7			47	2	} 25
				242	8	
6 340	4			8 656	25	

Märge: Kui liitmisel tehtud viga on 9 või mõni 9 kordne (18, 27, 36, ...), siis ristsummaproov viga ei avasta, sest niisugune viga ei muuda ühekohalist ristsummat. Nii on arvudel 863 ja 872 (872 = 863 + 9) üks ja sama ristsumma 8, ning arvudel 5 843 ja 6 023 (6 023 = 5 843 + 180) üks ja sama ristsumma 2.

1. Leida peast järgmiste arvude ühekohalised ristsummad!
251, 312, 882, 437, 913, 5 491, 279 364, 43 816, 603 278, 199 985.

2. Liita ja kontrollida ristsummaproovi abil:

a) 432 + 392 + 5 678 + 121 392 + 17 + 292 + 39 205
b) 1 398 + 278 + 9 398 + 14 256 + 37 287 + 8 + 17 + 76
c) 1 057 + 256 + 409 + 7 + 20 013 + 8 538 + 2 + 73 + 9 + 11
d) 4 392 + 107 + 50 008 + 18 + 165 + 7 040 + 848 + 358
e) 85 030 + 93 725 + 639 272 + 132 501 + 89 372

3. Liita.

a) 53 m^3 + 18 m^2 + 72 m^3 + 46 m^2 + 83 m^3
14 dm^2 + 28 dm + 17 dm + 83 dm^2 + 23 dm^2 + 5 dm
58 cm + 13 cm + 39 cm^3 + 65 cm + 132 cm^3 + 48 cm^3
17 m + 18 m^2 + 9 m^2 + 31 m^2 + 67 m + 28 m
850 kg + 132 m + 453 kg + 858 m + 75 kg

b) 2 tosinat 5 tükki + 3 tosinat 2 tükki
4 tosinat 11 tükki + 5 tosinat 7 tükki
20 min. 30 s. + 5 min. 40 s. + 18 min. 55 s.
5 t. 35 min. + 12 t. 42 min. + 7 t. 12 min. 30 s.
2 aastat 9 kuud 12 päeva + 1 aasta 4 kuud 27 päeva.

2. Lahutamine.

17	—	5	=	12
vähendatav		lahutatav		vahe

Mitmekohaliste arvude puhul kirjutatakse lahutatav nii vähendatava alla, et ühelised satuvad kohastikku ühelistega, kümnelised kümnelistega jne.

Näidis:
$$\begin{array}{r} 4\,253 \\ -\ 692 \\ \hline 3\,561 \end{array}$$

Lahutamisel on kasulik lahutatavat liitmise abil täiendada kuni vähendatavani.

Näidised:
$$\begin{array}{r} 398 \\ -\ 146 \\ \hline 252 \end{array}$$

Peast:
$$6+2=8$$
$$4+5=9$$
$$1+2=3$$

$$\begin{array}{r} 4\,253 \\ -\ 692 \\ \hline 3\,561 \end{array}$$

Peast:
$$2+1=3$$
$$9+6=15$$
$$6+1+5=12$$
$$1+3=4$$

Lahutamise kontroll.

1. Vähendatav peab võrduma lahutatava ja vahe summaga.

Näidis:
$$\begin{array}{r} 4\,253 \\ -\,692 \\ \hline 3\,561 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 692 \\ +\,3\,561 \\ \hline 4\,253 \end{array}$$

2. Ristsummaproov.

Vähendatava ristsumma peab võrduma lahutatava ja vahe ristsummade summaga.

Näidised:

$$\begin{array}{r|l} 4\,253 & 5 \\ \hline -\ 692 & \\ \hline 3\,561 & \begin{matrix} 8 \\ 6 \end{matrix}\ \Big\}\ 14 \equiv 5 \end{array} \qquad \begin{array}{r|l} 884 & 20 \equiv 2 \\ \hline -345 & \\ \hline 539 & \begin{matrix} 3 \\ 8 \end{matrix}\ \Big\}\ 11 \equiv 2 \end{array}$$

1. Lahutage ja kontrollige ristsummaproovi abil.

7 435 — 4 372
3 008 — 2 585
292 009 — 49 187
542 708 — 321 870

2. Lahutage.

a) 42 kg — 15 000 g = ? kg
652 m — 7 200 cm = ? m
72 dm^2 — 5 300 cm^2 = ? dm^2
142 dm^3 — 106 000 cm^3 = ? dm^3
410 cm^3 — 12 000 mm^3 = ? cm^3.

b) 3 tosinat 7 tükki — 2 tosinat 9 tükki
12 aastat 5 kuud — 8 aastat 9 kuud 21 päeva
6 t. 37 min. — 4 t. 52 min.
15 min. 22 s. — 9 min. 35 s.
4 t. 21 min. 12 s. — 2 t. 42 min. 48 s.

3. Korrutamine.

32	·	26	=	832
tegur (korrutaja)		tegur (korrutatav)		korrutis

Et osakorrutisi oleks võimalikult vähe, võetakse korrutajaks see tegur, millel on vähem nullist erinevaid numbreid.

Näidised:

24 · 345 (parem)	345 · 24 (halvem)
1380	120
690	96
8280	72
	8280

Täisarvu kirjutises esinevaid numbreid, välja arvatud selle lõpus seisvad nullid, nimetatakse täisarvu tüveks. Nii on arvu 40 800 tüvi 408; 37 tüvi on see arv ise.

Kui tegurites tüve järel esineb nulle, siis esmalt korrutatakse tegurite tüved; seejärel kirjutatakse saadud korrutisele järele niimitu nulli, kui neid on mõlemas teguris ühtekokku.

Näidis:

4 100 · 840
84
336
3 444 000

Kui korrutaja tüves esineb nulle, siis nullile eelneva numbriga korrutamisest saadud osakorrutis paigutatakse niimitme koha võrra vasemale, kuimitu nulli on korrutajas teiste numbrite vahel.

Näidis:

2 008 · 346
2 768
692..
694 768

Arvu korrutamiseks 10-ga, 100-ga, 1 000-ga jne. kirjutatakse korrutatavale arvule niimitu nulli järele, kuimitu nulli on korrutajas.

Näidis: $100 \cdot 56 = 5\,600$.

Peast korrutamise juhiseid.

1. Arvu korrutamiseks 5-ga korrutatakse arv 10-ga ja jagatakse saadud korrutis 2-ga.

Näidis: $5 \cdot 56 = \frac{10 \cdot 56}{2} = \frac{560}{2} = 280.$

2. Arvu korrutamiseks 25-ga korrutatakse arv 100-ga ja jagatakse saadud korrutis 4-ga.

Näidis: $25 \cdot 56 = \frac{100 \cdot 56}{4} = \frac{5\,600}{4} = 1\,400.$

3. Arvu korrutamiseks 50-ga korrutatakse arv 100-ga ja jagatakse saadud korrutis 2-ga.

Näidis: $50 \cdot 56 = \frac{100 \cdot 56}{2} = \frac{5\,600}{2} = 2\,800.$

4. Arvu korrutamiseks 125-ga korrutatakse arv 1 000-ga ja jagatakse saadud korrutis 8-ga.

Näidis: $125 \cdot 56 = \frac{1\,000 \cdot 56}{8} = \frac{56\,000}{8} = 7\,000.$

Kui korrutajaks on arv, mis vähe erineb mõnest järkarvust, näit.: 10, 100, 1 000 jne. (või selle kordsest, näit.: 50, 200, 800 jne.), siis korrutatakse arv järkarvuga (või selle kordsega) ning korrutisest lahutatakse teine korrutis, mis saadakse antud arvu korrutamisel järkarvu (või selle kordse) ja korrutaja vahega.

Näidised:

1) $9 \cdot 56$ $(9 = 10 - 1)$

560	$(= 10 \cdot 56)$
— 56	$(= 1 \cdot 56)$
504	

2) $99 \cdot 56$ $(99 = 100 - 1)$

5 600	$(= 100 \cdot 56)$
— 56	$(= 1 \cdot 56)$
5 544	

3) $990 \cdot 56$ $(990 = 1\,000 - 10)$

56 000	$(= 1\,000 \cdot 56)$
— 560	$(= 10 \cdot 56)$
55 440	

4) $595 \cdot 56$ $(595 = 600 - 5)$

33 600	$(= 600 \cdot 56)$
— 280	$(= 5 \cdot 56)$
32 320	

Korrutise omadusi.

1. Kui suurendada / vähendada üht tegurit mingi arv korda, siis korrutis suureneb / väheneb sama arv korda.

Näidis: Et $32 \cdot 26 = 832$,

siis

1) $64 \cdot 26 = 1664$
$(= 2 \cdot 32) \quad (= 2 \cdot 832)$

2) $32 \cdot 52 = 1664$
$(= 2 \cdot 26) \quad (= 2 \cdot 832)$

3) $16 \cdot 26 = 416$
$\left(= \frac{32}{2}\right) \quad \left(= \frac{832}{2}\right)$

2. Korrutis ei muutu, kui suurendada / vähendada üht tegurit mingi arv korda, teist aga samaaegselt vähendada / suurendada sama arv korda.

Näidis: Et $32 \cdot 26 = 832$,

siis

$16 \cdot 52 = 832$
$\left(= \frac{32}{2}\right) \quad (= 2 \cdot 26)$

Korrutamise kontroll.

1. Tegurid korrutatakse muudetud järjekorras.

Näidis:

$32 \cdot 26$	$26 \cdot 32$
52	192
78	64
832	832

2. Ristsummaproov.

Korrutise ristsumma peab võrduma tegurite ristsummade korrutisega.

Näidised:

535	13	4		456	6
· 63	9	· 9		· 278	· 8
1605		36 ≡ **9**		3648	48 ≡ 12 ≡ **3**
3210				3192	
				912	
33705	18 ≡ **9**			126768	30 ≡ **3**

3. Korrutise ligikaudseks kontrollimiseks korrutatakse ümmardatud teguritega (soovitatav peast!).

Näidis: $456 \cdot 278 = ?$; $450 \cdot 280 = 126\,000$ või
$450 \cdot 300 = 135\,000$.

1. Harjutage väikest ja suurt ükskordüht!

2. Harjutage arvude korrutamist a) 10-ga, b) 100-ga, c) 1 000-ga, d) 10 000-ga!

Näiteks: $10 \cdot 837 = ?$; $100 \cdot 837 = ?$; $1000 \cdot 837 = ?$ jne.

3. Harjutage arvude korrutamist a) 5-ga, b) 25-ga, c) 50-ga, d) 125-ga.

Näiteks: $5 \cdot 639$; $25 \cdot 639$; $50 \cdot 639$ jne.

4. Korrutage ja kontrollige ristsummaproovi abil!

a)		b)	
	$58 \cdot 27$		$307 \cdot 205$
	$209 \cdot 59$		$8\,072 \cdot 151$
	$508 \cdot 362$		$1\,036 \cdot 2\,758$
	$863 \cdot 3\,005$		$411 \cdot 825$
	$4\,275 \cdot 2\,045$		$635 \cdot 101$

5. Arvutage järgmised korrutised!

a)		b)	
	$8\text{ m} \cdot 72\text{ m}$		$7\text{ m} \cdot 85\text{ dm} = ?\text{ dm}^2$
	$13\text{ m} \cdot 85\text{ m}^2$		$18\text{ dm} \cdot 95\text{ cm} = ?\text{ cm}^2$

$45\ cm^2 \cdot 16\ cm$	$42\ cm^2 \cdot 56\ dm = ?\ cm^3$
$705\ dm \cdot 62\ dm$	$17\ m \cdot 52\ kg = ?\ mkg$
$89\ dm^2 \cdot 27\ dm$	$32\ kW \cdot 82\ t. = ?\ kWh$

6. Arvutage lihtsustamisvõtete abil!

a)	b)	c)	d)
$9 \cdot 317$	$90 \cdot 452$	$195 \cdot 562$	$4\,998 \cdot 3\,921$
$9 \cdot 2\,758$	$95 \cdot 5\,360$	$495 \cdot 376$	$2\,995 \cdot 428$
$99 \cdot 452$	$190 \cdot 635$	$790 \cdot 2\,392$	$6\,990 \cdot 372$
$99 \cdot 2\,139$	$599 \cdot 4\,857$	$980 \cdot 4\,340$	$9\,995 \cdot 4\,321$
$999 \cdot 3\,926$	$1\,998 \cdot 467$	$995 \cdot 7\,332$	$8\,900 \cdot 5\,052$

4. Jagamine.

48	:	6	= 8
jagatav		jagaja	jagatis

Jagamist tähistatakse tavalisesti kaksikpunkti (:) asemel ka murrukriipsuga (—). Näiteks: $\frac{48}{6} = 8$.

Jagatise omadusi.

1. Kui jagatavat $\begin{matrix}\text{suurendada}\\ \text{vähendada}\end{matrix}$ mingi arv korda, siis jagatis $\begin{matrix}\text{suureneb}\\ \text{väheneb}\end{matrix}$ sama arv korda.

Näidis:

Et $48 : 6 = 8$,

siis

1) $192 : 6 = 32$

$(= 4 \cdot 48)\quad (= 4 \cdot 8)$

2) $12 : 6 = 2$

$(= 48 : 4)\quad (= 8 : 4)$

2. Kui jagajat suurendada / vähendada mingi arv korda, siis jagatis väheneb / suureneb sama arv korda.

Näidis:

Et $48 : 6 = 8$,

siis

1) $48 : 12 = 4$
$(= 2 \cdot 6)\ (= 8 : 2)$

2) $48 : 2 = 24$
$(= 6 : 3)\ (= 3 \cdot 8)$

3. Jagatis ei muutu, kui suurendada või vähendada jagatavat ja jagajat üks ja sama arv korda.

Näidis:

Et $48 : 6 = 8$,

siis

1) $192 : 24 = 8$
$(= 4 \cdot 48)\ (= 4 \cdot 6)$

2) $16 : 2 = 8$
$(= 48 : 3)\ (= 6 : 3)$

Peast jagamise juhiseid.

1. Arvu jagamiseks 5-ga korrutatakse arv 2-ga ja jagatakse saadud korrutis 10-ga.

Näidis: $185 : 5 = \frac{2 \cdot 185}{10} = \frac{370}{10} = 37.$

2. Arvu jagamiseks 25-ga korrutatakse arv 4-ga ja jagatakse saadud korrutis 100-ga.

Näidis: $425 : 25 = \frac{4 \cdot 425}{100} = \frac{1\,700}{100} = 17.$

3. Arvu jagamiseks 50-ga korrutatakse arv 2-ga ja jagatakse saadud korrutis 100-ga.

Näidis: $1450 : 50 = \frac{2 \cdot 1\,450}{100} = \frac{2\,900}{100} = 29.$

Jagamise kontroll.

1. Jagatise ja jagaja korrutis peab võrduma jagatavaga.

Näidis: $8 \cdot 6 = 48.$

2. Ristsummaproov.

Jagatava ristsumma peab võrduma jagaja ja jagatise ristsummade korrutisega.

Näidis:

3		Ristsumma-proov
912	38	2
76	24	· 6
152		12 ≡ **3**
152		

Kui jagamine jätab jäägi, siis jagaja ristsumma korrutis jagatise ristsummaga peab liitmisel jäägi ristsummaga andma jagatava ristsumma.

Näidised:

2		Ristsumma-proov
2558	52	7
208	49	· 4
478		28
468		+ 1
10		29 ≡ **2**

8		Ristsumma-proov
620	30	3
60	20,6	· 8
200		24
180		+ 2
20		26 ≡ **8**

3. Jagamise ligikaudseks kontrollimiseks jagatakse ümmardatud arvudega (soovitatav peast!).

Näidis: 154 804 : 5 954 = ?; 150 000 : 6 000 = 25.

1. Harjutage arvude jagamist väikse ja suure ükskordühe abil!

Näiteks: 144 : 18; 96 : 12; 135 : 15 jne.

2. Harjutage arvude jagamist a) 5-ga, b) 25-ga, c) 50-ga!

Näiteks: 425 : 5; 575 : 25 jne.

Märge: Väga sagedasti ei ole võimalik jagamist lõpetada jäägita. Siis tuleb leppida jagatise ligikaudse väärtusega. Jagatis jääb muutmata, kui jääk on vähem kui pool jagajast. Jagatist suurendatakse ühe terve võrra, kui jääk on pool või üle poole jagajast.

Näidised: 582 : 25 = 23 592 : 25 = 23, õigem **24**

$\frac{82}{7}$ (jääk väiksem kui pool 25-st) $\frac{92}{17}$ (jääk suurem kui pool 25-st)

3. Jagage ja kontrollige ristsummaproovi abil!

a)	2 860 : 44	b)	18 816 : 112
	10 375 : 83		24 500 : 250
	7 695 : 2 565		68 688 : 86
	19 975 : 235		6 278 : 86
	10 185 : 97		19 880 : 35

4. Lahendage järgmised ülesanded peast!

427 m³ : 7 m
1625 dm³ : 25 dm
720 cm³ : 80 cm²
360 dm³ : 12 dm
84 mkg : 21 m

5. Automaat valmistab 8-tunnise tööpäeva jooksul 18 200 neeti. Mitu neeti valmistab ta a) minutis, b) sekundis?

6. Kast naelu 5" × 8 kaalub 14 960 g. Kui palju kaalub üks nael, kui kastis on 880 naela?

II. Ajaarvutused.

1. Tööline alustas laudade hööveldamist kell 6.13 ja lõpetas kell 11.48. Kui kaua kestis hööveldamine?

2. Õpilane treis võlli kella 7.26-st kuni kella 11.52-ni ning kella 13.28-st kuni kella16.43-ni. Kui kaua kestis treimine?

3. Elektri-installator väljus ametisõidule kell 4.50 ja jõudis tagasi järgmisel päeval kell 22.20. Kui kaua kestis ametisõit?

4. Pärnu komandeeritud lukusepp väljus Tallinnast segarong nr. 14-ga kell 17.35 ja jõudis Pärnu kell 3.10. Kui kaua kestis rongi sõit?

5. Õpilane alustas hammasratta freesimisega kell 13.21. Millal lõpetas ta töö, kui freesimine kestis 3 tundi 52 minutit?

6. Tisler lõpetas laudade lõikamise kell 11.29. Millal alustas ta tööga, kui lõikamine kestis 2 tundi 47 minutit?

7. Lukusepp Reinaste töötas Jõgiste töökojas 14. sept. 1941. a. kuni 2. juulini 1943. a. Kui kaua töötas Reinaste Jõgiste töökojas?

8. Treial N. Rauaste töötas E. Poldi metallitööstuses 29. jaan. 1931. a. kuni 15. veebr. 1934. a., K. Võlli töökojas 25. veebr. 1934. a. kuni 15. aug. 1940. a., Punases Retis 23. okt. 1940. a. kuni 27. juulini 1941. a. ja Tallinna Masinatehases 16. okt. 1944. a. kuni käesoleva ajani. Kui kaua on N. Rauaste töötanud oma tööalal?

9. Leia oma vanus tänasel kuupäeval.

10. Suur Isamaasõda algas 22. juunil 1941. a. ja lõppes Punaarmee täieliku võiduga 9. mail 1945. a. Kui kaua kestis Suur Isamaasõda?

III. Harilikud murrud.

1. Jagu.

Suuruse osi, mis saame selle jaotamisel võrdseteks osadeks, nimetatakse selle suuruse **jagudeks**. Jagude nimetused osutavad, mitu jagu on terves suuruses, s. o. mitmeks jaoks suurus on jaotatud. Kui suurus on jaotatud 2 jaoks, siis iga jagu on pool ehk kahendik, kui 3 jaoks, siis iga jagu on kolmandik, jne. Arvu, mis osutab, mitmeks jaoks tervik on jaotatud, nimetatakse jao **nimetajaks**. Poole nimetaja on 2, kolmandiku nimetaja 3 jne.

Jaod on seda väiksemad, mida rohkem jagusid on tervikust tehtud ehk mida suurem on nimetaja. Nii on kolmandik väiksem kui pool, neljandik väiksem kui kolmandik jne.

Terve suurus (tervik) on kaks poolt ehk kolm kolmandikku, neli neljandikku jne.

2. Murd.

4	murru lugeja (jagatav)
–	murru kriips
5	murru nimetaja (jagaja)

Arvu, mis koosneb ühelise jagudest, nimetatakse **murruks.**

Murru jagude nimetajat nimetatakse murru **nimetajaks,** jagude arvu aga murru **lugejaks.** Kirjutises lugeja ja nimetaja eraldatakse teineteisest rõhtsa kriipsuga, kirjutades lugeja **murrukriipsu** peale ja nimetaja selle alla.

Murd $\frac{4}{5}$ tekib sel teel, et üheline jaotatakse 5 jaoks ja niisuguseid jagusid võetakse 4.

Võetakse 4 ühelist ja iga üheline jaotatakse 5 jaoks. 4 ühelist on siis jaotatud 20 jaoks. 4 niisugust jagu ehk ühelise $\frac{4}{5}$ moodustab $\frac{1}{5}$ neljast ühelisest. Seega saadakse veel teine tähendus murrule $\frac{4}{5}$: murd $\frac{4}{5}$ on 4 ühelise viieksjaotamise tulemus.

Nii võime iga murdu vaadelda kui üheliste täisarvulise hulga jagu ehk täisarvude jagatist. Näiteks võib murdu $\frac{3}{4}$ vaadelda kui 3 ühelise neljaksjaotamise tulemust ehk arvu 3 ja arvu 4 jagatist.

Murdu, mis sisaldab vähem jagusid kui üheline, nimetatakse **lihtmurruks**. Lihtmurd on seega väiksem kui 1 ja lihtmurru lugeja on väiksem kui nimetaja. Näiteks: $\frac{4}{5}$.

Murdu, mis sisaldab sama palju või enam jagusid kui üheline, nimetatakse **liigmurruks**. Liigmurd on võrdne arvuga 1 või suurem kui 1. Näiteks: $\frac{5}{4}$.

Segaarvuks nimetatakse arvu, mis koosneb täisarvust ja murrust. Näiteks: $1\frac{1}{4}$.

1. Muuta järgmised liigmurrud segaarvudeks: $\frac{15}{2}$; $\frac{7}{5}$; $\frac{35}{8}$; $\frac{23}{20}$; $\frac{14}{3}$; $\frac{13}{4}$; $\frac{56}{15}$; $\frac{95}{27}$.

Näidis: $\frac{11}{4} = 2\frac{3}{4}$ $\left(= \frac{8}{4} + \frac{3}{4}\right)$.

2. Muuta järgmised segaarvud liigmurdudeks: $3\frac{4}{5}$; $4\frac{3}{4}$; $2\frac{1}{2}$; $9\frac{5}{8}$; $8\frac{1}{4}$; $4\frac{5}{6}$; $15\frac{1}{2}$.

Näidis: $2\frac{3}{4} = 2 \cdot \frac{4}{4} + \frac{3}{4} = \frac{8}{4} + \frac{3}{4} = \frac{11}{4}$.

3. Murdude teisendamine.

Täisarvude jadas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, ... 15 jne. leidub kahesuguseid arve. Ühed neist jaguvad ainult iseenese ja ühega;

neid nimetatakse **algarvudeks**, näit.: 2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29, 31, 37, 41, 49 jne. Teised jaguvad veel mõne ühest suurema ja arvust enesest väiksema arvuga; neid nimetatakse **kordarvudeks**, näit.: 4, 6, 8, 9, 10.

Näidis: Arv 6 jagub 2 ja 3-ga; arv 15 jagub 3 ja 5-ga.

Kordarvu teisendamist temas esinevate algarvude korrutiseks nimetatakse arvu **lahutamiseks algteguriteks**.

Näidised:

24 | 2	126 | 2
12 | 2	63 | 3
6 | 2	21 | 3
3 | 3	7 | 7
$24 = 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 3$	$126 = 2 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 7$

Antud arvus esinevate algarvude leidmist hõlbustab arvude **jaguvuse tunnuste** tundmine.

Arv jagub:

2-ga, kui ta kirjutis lõpeb paarisnumbri või nulliga. Näiteks: 18, 60, 258.

3-ga, kui ta ristsumma on jaguv 3-ga. Näiteks 57, 147, 864.

4-ga, kui ta kirjutise viimased kaks numbrit on 4-ga jaguv arv. Näiteks: 712, 3 336, 7 524.

5-ga, kui ta kirjutis lõpeb nulli või 5-ga. Näiteks: 65, 720, 895.

6-ga, kui ta on jaguv 2 ja 3-ga. Näiteks: 72, 108, 144.

8-ga, kui ta kirjutise viimased kolm numbrit on 8-ga jaguv arv. Näiteks: 3 272, 13 952, 49 240.

9-ga, kui arvu ristsumma on jaguv 9-ga. Näiteks: 144, 531, 2 313.

10-ga, kui ta kirjutis lõpeb nulliga. Näiteks: 20, 80, 340.

25-ga, kui ta kirjutise viimased kaks numbrit on 25-ga jaguv arv. Näiteks: 150, 375, 1 225.

1. Lahutada algteguriteks: 15, 24, 36, 45, 92, 124, 254, 384, 528, 2 436.

2. Avaldada järgmiste murdude liikmed korrutistena, s. o. lahutada nad algteguriteks: a) $\frac{6}{35}$, $\frac{26}{35}$, $\frac{5}{6}$, $\frac{6}{49}$, $\frac{2}{15}$; b) $\frac{50}{63}$, $\frac{1}{12}$, $\frac{2}{27}$, $\frac{14}{45}$, $\frac{7}{30}$.

Näidised: $\frac{14}{15}=\frac{2\cdot 7}{3\cdot 5}$; $\frac{1}{30}=\frac{1\cdot 1\cdot 1}{2\cdot 3\cdot 5}$.

Murru väärtus ei muutu, kui murru lugejat ja nimetajat korrutatakse või jagatakse ühe ja sama arvuga. Säärast murru kuju muutmist nimetatakse murru **teisendamiseks.**

Teisendamist, mille puhul murru lugejat ja nimetajat korrutatakse ühe ja sama arvuga, nimetatakse murru **laiendamiseks** ning arvu, millega korrutatakse murru liikmeid — **laiendusteguriks.**

Näidis: $\frac{4}{5}=\frac{4\cdot 8}{5\cdot 8}=\frac{32}{40}$.

3. Laiendada järgmised murrud: $\frac{4}{5}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{7}{8}$, $\frac{1}{2}$ ja $\frac{5}{6}$ a) 3-ga, b) 4-ga, c) 5-ga, d) 6-ga, e) 10-ga.

Teisendamist, mille puhul murru lugejat ja nimetajat jagatakse ühe ja sama arvuga, nimetatakse murru **taandamiseks** ning arvu, millega jagatakse murru liikmeid — **taandamisjagajaks.**

Murdu võib taandada korraga või järk-järgult. Viimast taandamisviisi rakendatakse keerulisema kujuga murdude juures.

Näidis: $\frac{24}{36}=\frac{24:12}{36:12}=\frac{2}{3}$ või $\frac{24}{36}=\frac{24:3}{36:3}=\frac{8:4}{12:4}=\frac{2}{3}$.

4. Taandada järgmised murrud:

a) $\frac{4}{8}$, $\frac{9}{12}$, $\frac{5}{10}$, $\frac{15}{40}$, $\frac{12}{32}$;

b) $\frac{63}{81}$, $\frac{72}{96}$, $\frac{112}{176}$, $\frac{525}{850}$, $\frac{264}{360}$.

Murde, milledel on üks ja seesama nimetaja, nimetatakse **ühenimelisteks** ning niisuguste murdude nimetajat — nende **ühisnimetajaks**. Näiteks: $\frac{3}{8}$, $\frac{5}{8}$, $\frac{7}{8}$.

Murde, milledel on eri nimetajad, nimetatakse **isenimelisteks**. Näiteks: $\frac{3}{8}$, $\frac{5}{7}$, $\frac{2}{3}$.

Isenimelisi murde on võimalik laiendamise teel teisendada ühenimelisteks. Lihtsamatel juhtudel toimub ühisnimetaja leidmine peast. Keerulisematel juhtudel tuleb selleks kasutada allpooltoodud juhist.

Ühisnimetaja leidmise juhis.

Näidis: Leida murdude $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{6}$, $\frac{1}{4}$ ja $\frac{1}{9}$ ühisnimetaja.

1. Antud nimetajad kirjutatakse tabeli esimesse ritta (vt. kõrvalolevat skeemi).

2. Algarv, mis on mõnede nimetajate ühiseks teguriks, kirjutatakse tabeli esimesse veergu. Need nimetajad, milles ta esineb tegurina, jagatakse temaga ja jagatised kirjutatakse nimetajate alla. Nimetajad, milles seda tegurit ei esine, kirjutatakse ümber muutmatult.

3. Algarv, mis esineb ühise tegurina mõnedes nimetajate alla kirjutatud arvudes, kirjutatakse jälle tabeli esimesse veergu. Need arvud jagatakse selle ühise teguriga ja jagatised kirjutatakse arvude alla. Arvud, milles seda tegurit ei esine, kirjutatakse ümber muutmatult.

4. Nii toimitakse, kuni ühelgi paaril arve pole enam ühiseid tegureid.

5. Kõik viimase rea ja esimese veeru arvud korrutatakse. Nende korrutis ongi ühisnimetaja. See kirjutatakse esimeses reas ja esimeses veerus vabaksjäänud kohale.

	8	6	4	9
2	4	3	2	9
2	2	3	1	9
3	2	1	1	3

$2 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 3 = 72$

Kokkuvõte:

72	8	6	4	9
2	4	3	2	9
2	2	3	1	9
3	2	1	1	3

Näidised:

Leida murdude a) $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{12}$ ja $\frac{1}{10}$ ning b) $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{12}$, $\frac{1}{15}$ ja $\frac{1}{20}$ ühisnimetajad:

60	4	12	10
2	2	6	5
2	1	3	5

120	8	12	15	20
2	4	6	15	10
2	2	3	15	5
3	2	1	5	5
5	2	1	1	1

Murdude u u e d lugejad saadakse korrutades antud lugejad vastavate laiendusteguritega, milleks on ühisnimetaja ja vastava murru nimetaja jagatis.

Näidised: 1) $\overset{3}{\smile}\frac{5}{8}$ ja $\overset{8}{\smile}\frac{2}{3}$; $\frac{5\cdot 3}{8\cdot 3}$ ja $\frac{2\cdot 8}{3\cdot 8}$; $\frac{15}{24}$ ja $\frac{16}{24}$.

2) $\overset{8}{\smile}\frac{5}{63}$ ja $\overset{7}{\smile}\frac{11}{72}$; $\frac{5\cdot 8}{63\cdot 8}$ ja $\frac{11\cdot 7}{72\cdot 7}$; $\frac{40}{504}$ ja $\frac{77}{504}$.

Ühisnimetaja leidmine:

504	63	72
3	21	24
3	7	8

Ühisnimetajaks on $3\cdot 3\cdot 7\cdot 8 = 504$

Esimeseks laiendusteguriks on $\frac{504}{63} = 8$,

teiseks laiendusteguriks $\frac{504}{72} = 7$.

5. Teisendage järgmised murrud ühenimelisteks:

a) $\frac{2}{3}$ ja $\frac{3}{5}$

$\frac{3}{5}$ ja $\frac{5}{8}$

$\frac{2}{5}$ ja $\frac{8}{15}$

$\frac{5}{16}$ ja $\frac{3}{4}$

$\frac{1}{2}$ ja $\frac{3}{8}$

b) $\frac{1}{3}\frac{5}{2}$ ja $\frac{5}{12}$

$\frac{5}{14}$ ja $\frac{4}{15}$

$\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$ ja $\frac{1}{4}$

$\frac{5}{8}$, $\frac{3}{16}$ ja $\frac{1}{4}$

$\frac{3}{5}$, $\frac{5}{8}$ ja $\frac{2}{3}$

4. Murdude liitmine.

Ühenimeliste murdude summa on murd, millel on seesama nimetaja mis liidetavailgi, lugeja aga on antud murdude lugejate summa.

Näidis: $\frac{3}{5}+\frac{1}{5}=\frac{3+1}{5}=\frac{4}{5}$.

Segaarvude liitmisel liidetakse täisosad omaette ja murdosad omaette ning liidetakse tulemused.

Näidis: $4\frac{3}{7}+2\frac{2}{7}=(4+2)+(\frac{3}{7}+\frac{2}{7})=6+\frac{5}{7}=6\frac{5}{7}$.

Isenimelised murrud tuleb teisendada enne liitmist ühenimelisteks.

1. Liitke järgmised murrud ja taandage kus võimalik:

a) $5+\frac{3}{8}$
$4+\frac{3}{4}$
$\frac{2}{5}+\frac{1}{5}$
$\frac{3}{8}+\frac{1}{8}$
$\frac{3}{8}+\frac{7}{8}$

b) $4+2\frac{1}{2}$
$3+5\frac{2}{3}$
$1\frac{1}{4}+2\frac{3}{4}$
$3\frac{4}{5}+11\frac{3}{5}$
$9\frac{3}{8}+16\frac{1}{8}$

c) $\frac{2}{3}+\frac{3}{4}$
$\frac{3}{4}+\frac{2}{5}$
$\frac{3}{16}+\frac{3}{4}$
$8\frac{3}{4}+\frac{1}{2}$
$5\frac{1}{2}+\frac{5}{16}$

d) $5\frac{3}{5}+1\frac{1}{4}$
$8\frac{3}{4}+4\frac{1}{2}$
$6\frac{3}{8}+3\frac{4}{5}$
$\frac{3}{5}+\frac{1}{10}+\frac{4}{15}$
$\frac{2}{3}+\frac{3}{5}+\frac{1}{12}$

e) $\frac{3}{5}+\frac{1}{4}+\frac{5}{8}+\frac{8}{15}+\frac{9}{16}+\frac{2}{3}$
$\frac{3}{4}+\frac{2}{5}+\frac{2}{3}+\frac{9}{20}+\frac{7}{15}+\frac{3}{8}$
$\frac{7}{16}+\frac{1}{4}+\frac{3}{8}+\frac{5}{12}+\frac{1}{2}+\frac{7}{15}$
$2\frac{1}{2}+5\frac{2}{3}+9\frac{5}{6}+13\frac{4}{9}+5\frac{3}{4}+2\frac{5}{12}$
$3\frac{3}{8}+4\frac{5}{16}+\frac{2}{3}+8+2\frac{5}{12}+1\frac{8}{15}$

5. Murdude lahutamine.

Ühenimeliste murdude vahe on murd, millel on seesama nimetaja, mis antud murdudelgi, lugeja aga on antud murdude lugejate vahe.

Näidis: $\frac{5}{7} - \frac{3}{7} = \frac{2}{7}$.

Segaarvude lahutamisel lahutatakse täisosad omaette ja murdosad omaette ning liidetakse tulemused; tarbe korral peenendatakse murruks vähendatavas üks üheline.

Näidised:

1) $5\frac{6}{7} - 3\frac{2}{7} = (5-3) + (\frac{6}{7} - \frac{2}{7}) = 2 + \frac{4}{7} = 2\frac{4}{7}$.

2) $5\frac{2}{7} - 3\frac{6}{7} = [5 - (3-1)] + [(\frac{7}{7} + \frac{2}{7}) - \frac{6}{7}] = (5-2) + (\frac{9}{7} - \frac{6}{7}) = 3 + \frac{3}{7} = 3\frac{3}{7}$.

Isenimelised murrud tuleb teisendada enne lahutamist ühenimelisteks.

1. Lahutage järgmised murrud ja taandage kus võimalik:

a) $\frac{3}{4} - \frac{1}{4}$ b) $\frac{1}{2} - \frac{1}{4}$

$\frac{4}{5} - \frac{2}{5}$ $\frac{3}{4} - \frac{2}{4}$

$2 - \frac{3}{4}$ $\frac{3}{4} - \frac{5}{8}$

$5 - 2\frac{3}{4}$ $5\frac{1}{4} - \frac{5}{8}$

$13 - 12\frac{5}{8}$ $9\frac{5}{12} - 5\frac{1}{8}$

6. Murdude korrutamine.

Murru korrutamisel **täisarvuga** korrutatakse murru lugejat selle täisarvuga, jättes nimetaja samaks.

Näidis: $5 \cdot \frac{3}{8} = \frac{5 \cdot 3}{8} = \frac{15}{8} = 1\frac{7}{8}$.

Murru korrutamisel **murruga** korrutatakse lugejat lugejaga ja nimetajat nimetajaga.

Näidis: $\frac{3}{7} \cdot \frac{2}{5} = \frac{3 \cdot 2}{7 \cdot 5} = \frac{6}{35}$.

Segaarvu korrutamisel **täisarvuga**, korrutatakse sellega enne segaarvu täisosa, siis murdosa ja liidetakse saadud osakorrutised.

Näidis: $5 \cdot 6\frac{3}{8} = 5 \cdot 6 + 5 \cdot \frac{3}{8} = 30 + \frac{15}{8} = 30 + 1\frac{7}{8} = 31\frac{7}{8}$.

Segaarvu korrutamisel **lihtmurruga** või **segaarvuga** tuleb segaarvud muuta liigmurdudeks ja siis korrutada nagu murdu murruga.

Näidis: $1\frac{1}{4} \cdot 2\frac{3}{8} = \frac{5}{4} \cdot \frac{19}{8} = \frac{5 \cdot 19}{4 \cdot 8} = \frac{95}{32} = 2\frac{31}{32}$.

1. Korrutage! Kus võimalik taandage enne korrutamist:

a) $8 \cdot \frac{1}{2}$ $15 \cdot \frac{3}{5}$ $\frac{2}{3} \cdot \frac{4}{5}$ $\frac{3}{4} \cdot \frac{1}{2}$ $\frac{5}{12} \cdot \frac{8}{15}$

b) $5 \cdot 2\frac{1}{8}$ $6 \cdot 3\frac{4}{5}$ $\frac{3}{4} \cdot 2\frac{1}{2}$ $\frac{2}{3} \cdot 8\frac{5}{8}$ $\frac{3}{8} \cdot 5\frac{5}{6}$

c) $2\frac{1}{3} \cdot 3\frac{1}{4}$ $4\frac{5}{6} \cdot 2\frac{3}{5}$ $9\frac{1}{2} \cdot 1\frac{2}{7}$ $6\frac{3}{4} \cdot 5\frac{5}{6}$ $4\frac{3}{5} \cdot 6\frac{2}{7}$

d) $\frac{2}{3} \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{7}{7}$ $\frac{5}{8} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{6}{15}$ $1\frac{3}{5} \cdot \frac{5}{8} \cdot \frac{5}{16}$ $1\frac{2}{3} \cdot \frac{2}{5} \cdot 2\frac{1}{4}$ $1\frac{1}{2} \cdot 3\frac{1}{3} \cdot \frac{6}{25}$

7. Murdude jagamine.

Lugeja ja nimetaja vahetamise teel saadud murdu nimetatakse antud murru **pöördväärtuseks** ehk pöördeks.

Näiteks murru $\frac{4}{3}$ pöördväärtus on $\frac{3}{4}$. Täisarvu 3 ehk $\frac{3}{1}$ pöördväärtus on $\frac{1}{3}$.

Murru jagamisel **täisarvuga** korrutatakse murru nimetajat antud täisarvuga, jättes lugeja endiseks.

Näidis: $\frac{5}{6} : 3 = \frac{5}{6 \cdot 3} = \frac{5}{18}$.

Täisarvu või **murru** jagamisel **murruga** korrutatakse jagatavat jagaja pöördväärtusega.

Näidised: 1) $3 : \frac{5}{6} = 3 \cdot \frac{6}{5} = \frac{3 \cdot 6}{5} = \frac{18}{5} = 3\frac{3}{5}$.

2) $\frac{2}{5} : \frac{3}{4} = \frac{2}{5} \cdot \frac{4}{3} = \frac{2 \cdot 4}{5 \cdot 3} = \frac{8}{15}$.

Jagamisel tuleb **segaarvud** muuta liigmurdudeks ning jagada siis murruga jagamise **juhise** põhjal.

Näidised: 1) $6 : 1\frac{2}{3} = 6 : \frac{5}{3} = \frac{6 \cdot 3}{5} = \frac{18}{5} = 3\frac{3}{5}$.

2) $1\frac{2}{3} : 6 = \frac{5}{3} : 6 = \frac{5}{3 \cdot 6} = \frac{5}{18}$.

1. Jagage. Kus võimalik, taandage enne korrutamist:

a)	b)	c)	d)
$\frac{3}{4} : 6$	$\frac{5}{7} : \frac{2}{3}$	$5 : 1\frac{2}{3}$	$\frac{5}{6} : 3\frac{1}{3}$
$\frac{5}{8} : 20$	$\frac{3}{4} : \frac{1}{2}$	$4 : 1\frac{3}{5}$	$\frac{3}{4} : 2\frac{5}{8}$
$6 : \frac{3}{8}$	$\frac{7}{9} : \frac{5}{6}$	$3\frac{1}{3} : \frac{2}{3}$	$\frac{5}{8} : 4\frac{1}{2}$
$12 : \frac{4}{7}$	$7\frac{2}{5} : 3$	$4\frac{2}{3} : 1\frac{7}{15}$	$3\frac{3}{4} : 2\frac{1}{2}$
$15 : \frac{5}{8}$	$25\frac{5}{7} : 5$	$3\frac{3}{4} : \frac{5}{12}$	$7\frac{4}{5} : 2\frac{1}{6}$

2. Arvutage järgmiste kaksikmurdude väärtused:

$$\frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{4}};\ \frac{\frac{2}{3}}{\frac{3}{5}};\ \frac{\frac{4}{7}}{\frac{5}{8}};\ \frac{\frac{9}{10}}{\frac{5}{6}};\ \frac{\frac{5}{12}}{\frac{5}{7}}.$$

IV. Kümnendmurrud.

1. Kümnendmurru kirjutusviisid.

Murde, mille nimetajaks on

10, 100, 1000 jne.,
s. o. 10, 10 · 10, 10 · 10 · 10 jne.,

nimetatakse **kümnendmurdudeks.** Murrud $\frac{3}{10}$, $\frac{25}{100}$, $\frac{6}{10}\frac{34}{00}$ jne. on kümnendmurrud. Harva kirjutatakse kümnendmurde hariliku murru kujul, s. o. murrukriipsu ja nimetaja abil. Kümnendmurru tähistamiseks jätkatakse täisarvude kirjutamise süsteemi: iga 10 korda väiksemate ühikute arv kirjutatakse ühe koha võrra paremale eelnevate ühikute arvust. See on tuntud kümnendmurdude kirjutusviis, milles kümnendike arv kirjutatakse üks koht paremale üheliste arvust, sajandike arv üks koht paremale kümnendike arvust jne. Seejuures murdosa eraldatakse täisosast komaga. Kui täisosa pole, märgitakse seda nulliga.

1. Kirjutage järgmised arvud kümnendmurdudena: $\frac{6}{10}$, $2\frac{3}{10}$, $\frac{25}{100}$, $1\frac{5}{100}$, $2\frac{82}{000}$.

2. Väljendage järgmised kümnendmurrud harilike murdudena: 0,2, 0,5, 0,25, 0,75, 2,005.

Iga harilik murd on muudetav kümnendmurruks sel teel, et lugeja jagatakse nimetajaga ja jagatis väljendatakse kümnendmurruna.

Näidis: $\frac{4}{5} = 4 : 5 = 0{,}8$.

3. Väljendage kümnendmurdudes järgmised murrud:

$\frac{1}{2}$, $\frac{4}{5}$, $\frac{13}{50}$, $\frac{5}{200}$, $\frac{4}{25}$.

4. Väljendage järgmised murrud kümnendmurdudes ligikaudselt kolme kohaga koma järel:

$\frac{1}{3}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{5}{6}$, $\frac{4}{15}$, $3\frac{7}{2}$.

2. Liitmine.

Kümnendmurde liidetakse nagu täisarvegi; liidetavad tuleb kirjutada nii, et komad asetseksid kohastikku.

Näidis: $15{,}6 + 0{,}072 + 2{,}35 = ?$

$$\begin{array}{r} 15{,}6 \\ +\ 0{,}072 \\ 2{,}35 \\ \hline 18{,}022 \end{array}$$

1. Liitke:

a) $35{,}8 + 16{,}95 + 108{,}3 + 2{,}68 + 0{,}85$
$9{,}52 + 120{,}5 + 0{,}58 + 0{,}08 + 13$
$6{,}35\ \text{m} + 89{,}3\ \text{dm} + 4390\ \text{mm} + 725\ \text{cm} + 0{,}76\ \text{m} + 70{,}3\ \text{dm} = ?\ \text{m}$
$16{,}8\ \text{kg} + 0{,}052\ \text{t} + 3200\ \text{g} + 4{,}05\ \text{kg} + 0{,}07\ \text{t} = ?\ \text{kg}$
$0{,}38\ \text{dm}^2 + 1700\ \text{mm}^2 + 895\ \text{cm}^2 + 0{,}0595\ \text{m}^2 = ?\ \text{dm}^2$

b) $368\ \text{cm}^3 + 0{,}837\ \text{dm}^3 + 672\,000\ \text{mm}^3 + 0{,}000014\ \text{m}^3 = ?\ \text{cm}^3$
$16{,}5\ \text{kW} + 50\ \text{W} + 2{,}75\ \text{kW} + 440\ \text{W} + 0{,}08\ \text{kW} = ?\ \text{kW}$
$9{,}56\ \text{t} + 410\ \text{kg} + 12\,000\ \text{g} + 0{,}065\ \text{t} = ?\ \text{kg}$
$0{,}053\ \text{m}^3 + 58{,}6\ \text{dm}^3 + 17\,200\,000\ \text{mm}^3 + 3600\ \text{cm}^3 = ?\ \text{dm}^3$
$0{,}68$ rbl. $+ 5$ rbl. 17 kop. $+ 95$ kop. $+ 17$ rbl. $+ 3{,}86$ rbl. $= ?$ rbl.

3. Lahutamine.

Kümnendmurde lahutatakse nagu täisarvegi; vähendatav ja lahutatav tuleb kirjutada nii, et komad asetseksid kohastikku.

1. Lahutage:

a) 4,28 — 3,12
87,4 — 5,75
3,56 — 2,014
4,725 — 3,27
0,064 — 0,0097

b) 0,403 t — 26 kg = ? kg
2,85 kg — 120 g = ? kg
8,35 m — 28 cm = ? m
18,07 l — 6640 cm^3 = ? l
0,78 m^2 — 680 cm^2 = ? m^2

2. Mitu m on: 6,57 m — 1,39 m — 57 cm — 2 155 mm — 19,5 dm?
3. Mitu m^2 on: 2064,8 m^2 — 185,09 m^2 — 4257 dm^2 — — 56 300 cm^2 — 1 005 m^2?
4. Mitu m^3 on: 195,38 m^3 — 5 650 dm^3 — 75 000 cm^3 — 1,005 m^3?
5. Mitu kW on: 6,52 kW — 0,56 kW — 75 W — 185 W — 0,028 kW?
6. Mitu kg on: 85,9 kg — 750 g — 0,025 t — 13,85 kg — 3 200 g?
7. Mitu dm^3 on: 145 dm^3 — 4250 cm^3 — 2,35 dm^3 — 0,078 m^3 — — 8 dm^3 ?
8. Mitu cm^2 on: 4870 mm^2 — 23,7 cm^2 — 0,092 dm^2 — 395 mm^2 — — 2,8 cm^2?

4. Korrutamine.

Kümnendmurru tüveks nimetatakse tema kirjutises esinevad numbrid, välja arvatud selle alguses seisvad nullid. Nii on arvu 0,0256 tüvi 256, arvu 8,7 tüvi 87.

Täisarvu korrutamisel **kümnendmurruga** korrutatakse esmalt tegurite tüved; seejärel kirjutatakse saadud korrutise järele samapalju nulle, kui neid on täisarvulise teguri tüve järel; saadud arvus eraldatakse koma abil samapalju murdosa numbreid, kui neid on murrulises teguris.

Näidis: $2600 \cdot 0{,}372 = ?$

0,372	(3 numbrit koma järel)
·2600	(2 nulli tüve järel)
2232	
744	
967,200	(2 nulli tüve järel, 3 numbrit koma järel)

Kümnendmurru korrutamisel **kümnendmurruga** korrutatakse esmalt tegurite tüved; seejärel saadud korrutises eraldatakse niimitu murdosa numbrit, kuimitu neid on mõlemas teguris ühtekokku. Tarbekorral kirjutatakse tüvede korrutise ette (korrutise tüve ette) tarvilik arv nulle.

Näidised: $123{,}5 \cdot 0{,}027 = ?$

123,5	(1 number koma järel)
·0,027	(3 numbrit koma järel)
8645	
2470	
3,3345	(4 numbrit koma järel)
0,152	(3 numbrit koma järel)
·0,23	(2 numbrit koma järel)
456	
304	
0,03496	(5 numbrit koma järel, 2 nulli tüve ette)

Arvutustulemuse kontrollimiseks tuleb korrutada ümmardatud arvudega (soovitatav peast!).

Näidis: $123{,}5 \cdot 0{,}027 = ?$; $120 \cdot 0{,}03 = 3{,}60$.

Kümnendmurru korrutamisel 10-ga, 100-ga, 1000-ga jne. nihutatakse koma korrutatavas niimitme koha võrra paremale, kuimitu nulli on korrutajas. Kui tulemuses jääb tühje kohti koma ees, täidetakse need nullidega.

Näidis: $100 \cdot 3{,}679 = 367{,}9$.
$1000 \cdot 3{,}6 = 3600$.

1. Harjutage kümnendmurdude korrutamist a) 10-ga, b) 100-ga, c) 1000-ga, d) 0,1-ga, e) 0,01-ga, f) 0,001-ga, koostades ise ülesandeid!

Näiteks: $10 \cdot 0{,}075 = ?$; $100 \cdot 0{,}084 = ?$; $0{,}01 \cdot 0{,}56 = ?$ jne.

2. Harjutage väikest ja suurt ükskordüht kümnendmurdudega!

Näiteks: $8 \cdot 1{,}6 = ?$; $0{,}7 \cdot 0{,}08 = ?$; $0{,}14 \cdot 0{,}7 = ?$ jne.

3. Leida järgmised korrutised:

a) $25{,}08 \cdot 325{,}4$
$1{,}534 \cdot 0{,}085$
$0{,}556 \cdot 2{,}04$
$0{,}708 \cdot 0{,}468$
$1{,}15 \cdot 0{,}0036$

b) $51{,}3\ \text{cm} \cdot 0{,}17\ \text{dm} = ?\ \text{dm}^2$
$0{,}085\ \text{m} \cdot 8{,}6\ \text{dm} = ?\ \text{dm}^2$
$0{,}066\ \text{m}^2 \cdot 3900\ \text{mm} = ?\ \text{m}^3$
$0{,}53\ \text{dm}^2 \cdot 8{,}5\ \text{cm} = ?\ \text{dm}^3$
$4{,}7\ \text{cm} \cdot 56\ \text{mm} = ?\ \text{dm}^2$

4. Kruvipoldi peakõrgus h_p on 0,7 d, mutrikõrgus h_m on 0,8 d, kus d on poldi läbimõõt. Leida kruvipoldi pea- ja mutrikõrgus, kui kruvipoldi läbimõõt d on a) $1\frac{1}{2}''$, b) $\frac{3}{8}''$, c) $1\frac{3}{4}''$ *).

5. Tollkeermega kruvi keermesügavus t, on 0,64033 h, kus h on keerme tõus. Leida keermesügavus, kui tõus on a) 1,59 mm ($\frac{1}{8}''$), b) 3,18 mm (1″), c) 5,08 mm ($1\frac{3}{4}''$).

6. Leida puuduvad arvud: *)

a) 7 jalga = ? m
18 tolli = ? m
5 tolli = ? cm
$3\frac{1}{2}$ tolli = ? mm
4 jalga 2 tolli = ? dm

b) 3 kW = ? HJ
0,75 kW = ? HJ
1,2 kW = ? HJ
0,5 HJ = ? kW
2,75 HJ = ? kW

*) Vaata „Mõõduühikud" lisas.

5. Jagamine.

Kümnendmurru jagamisel 10-ga, 100-ga, 1000-ga jne. nihutatakse jagatavas koma nii mitme koha võrra vasakule, kui palju on nulle jagajas. Kui siis tulemuses jääb komast vasakule koht tühjaks, täidetakse see nulliga, nagu ka tühjad kohad komast paremal.

Näidised: $365{,}4 : 100 = 3{,}654$; $8{,}2 : 100 = 0{,}082$.

Kui jagaja on kümnendmurd, siis teisendatakse ta täisarvuks sellega, et suurendatakse jagatavat ja jagajat üks ja sama arv korda.

Näidis: $64{,}6 : 0{,}05 = ?$; $6500 : 5 = 1300$.

1. Harjutage kümnendmurdude jagamist a) 10-ga, b) 100-ga, c) 1000-ga, d) 0,1-ga, e) 0,01-ga, f) 0,001-ga, koostades ise ülesandeid!

Näiteks: $8{,}4 : 10 = ?$; $0{,}052 : 100 = ?$; $6{,}89 : 0{,}01 = ?$ jne.

2. Harjutage kümnendmurdude jagamist väikse ja suure ükskordühe abil!

Näiteks: $4{,}9 : 7 = ?$; $0{,}81 : 9 = ?$; $3{,}04 : 19 = ?$ jne.

3. Jagage:

a)	b)	c)
$4{,}8 : 8$	$360 : 1{,}2$	$7{,}2 : 0{,}9$
$4{,}8 : 0{,}8$	$3{,}6 : 0{,}012$	$0{,}72 : 9$
$48 : 0{,}08$	$0{,}36 : 12$	$0{,}072 : 0{,}09$
$0{,}48 : 0{,}008$	$3{,}6 : 0{,}12$	$0{,}072 : 0{,}0009$
$480 : 0{,}08$	$36 : 0{,}12$	$7{,}2 : 90$

4. Jagage ja kirjutage jagatised kümnendmurdudena:

a) $1 : 2$
$1 : 4$

b) $5 : 80$
$7 : 50$

3 : 4
2 : 5
3 : 25

27 : 540
3 : 32
8 : 320

5. Jagage:

0,15 : 30
0,042 : 0,06
7,6 : 380
14,88 : 9,3
5,734 : 23,5

6. Jagage ja kirjutage jagatised ligikaudsete kümnendmurdudena täpsusega 0,01:

a) 1 : 3
2 : 3
1 : 6
2 : 15
4 : 9

b) 16 : 7
30 : 13
47 : 14
26 : 3
44 : 9

7. Arvutage, kuni jagatise tüves on leitud kolm numbrit:

a) 41,5 kg : 3
4,8 m^2 : 0,32 m
0,663 m^3 : 0,83 m^2
35,4 kg : 0,85 kg
24,3 m^2 : 5,2 dm

b) 738,5 cm^3 : 0,52 dm^2
4320 g : 1,3 kg
0,0098 dm^3 : 2,5 cm^2
53 min 26 s : 8,5 min
8,35 m^3 : 4,5 dm

8. Leida saelehe kahe hambatipu vahemaa a) jämedal jaotusel (14 hammast 1 tollil), b) keskmisel jaotusel (22 hammast 1 tollil), c) peenjaotusel (32 hammast 1 tollil).

9. Leida puuduvad arvud *):

a) 1 liiter = ? toopi
1 kg = ? naela

b) 3,2 m = ? jalga
14,5 cm = ? tolli

*) Vaata „Mõõduühikud" lisas.

1 cm = ? tolli
1 m^3 = ? kuupsülda
1 dm^3 = ? kuuptolli

9,75 cm = ? tolli
305 mm = ? tolli
5,8 mm = ? tolli

6. Hariliku murru korrutamine ja jagamine kümnendmurruga.

1. Korrutage järgmised arvud, muutes kümnendmurrud enne harilikeks murdudeks:

$\frac{1}{2} \cdot 0{,}2$
$\frac{5}{6} \cdot 0{,}3$
$\frac{1}{4} \cdot 3{,}25$
$\frac{3}{5} \cdot 0{,}75$
$3\frac{1}{8} \cdot 10{,}8$

2. Korrutage eelmise ülesande arvud, kuid muutes enne harilikud murrud kümnendmurdudeks (täpsusega 0,01).

3. Jagage, muutes kümnendmurrud enne harilikeks murdudeks:

$0{,}5 : \frac{5}{6}$
$0{,}9 : \frac{3}{4}$
$\frac{5}{6} : 2{,}5$
$\frac{3}{8} : 3{,}6$
$0{,}65 : 1\frac{1}{2}$

4. Jagage eelmise ülesande arvud, kuid muutes enne harilikud murrud kümnendmurdudeks (täpsusega 0,01).

V. Tehted ligikaudsete arvudega.

1. Ligikaudsed arvud.

Numbreid, mis moodustavad arvu tüve (vt. lk. 32), nimetatakse tema tüvinumbriteks. Tüvinumbrite arvu järgi liigitatakse arve ühe-, kahe-, kolmekohalisteks jne. Nii on 12 ja 0,025 kahekohalised, 3,45 ja 0,00576 kolmekohalised arvud. Vahel loetakse ka tüvele järgnevad nullid tüvinumbrite hulka. Nii võib arvu 120 vaadelda kui kahekohalist, vahel aga ka kui kolmekohalist arvu.

Paljusid arvutustulemusi, näiteks arvude 1 ja 9 jagatist, pole võimalik kümnendmurruna täpselt väljendada. Niisugustel juhtudel lepitakse sellega, et arvutatakse ainult arvutustulemuse kõrgemate järkude numbrid; madalamate järkude omad jäetakse arvutamata või välja kirjutamata. Niisugust arvutustulemust nimetatakse nõutava arvu ligikaudseks väärtuseks. Et ühtki mõõtmist pole võimalik täpselt teostada, siis on ka kõik mõõtmistulemused mõõdetavate suuruste ligikaudsed väärtused.

Vahel saadakse arvutus- või mõõtmistulemuses ka niisugustes madalamates järkudes numbreid, mille kohta, tundes arvutusvõtte või mõõtmisviisi puudusi, võib arvata, et nad ei vääri usaldust, s. o. nad võivad tunduvalt erineda arvutustulemuse või mõõdetava suuruse täpsema väärtuse samade järkude numbritest. Nende mitteusaldatavate numbrite väljakirjutamisest tuleb alati loobuda, sest nad võivad tekitada väära arusaamist arvutus- või mõõtmistulemuse täpsusest; nende saamisele on asjata kulutatud aega ja vaeva. Arvu ligikaudses kirjutises on mõtet välja kirjutada ainult usalda-

tavad numbrid, s. o. numbrid, millede kohta võib arvata, et nad ühtuvad arvu täpsema väärtuse samade järkude numbritega. Ainult viimane väljakirjutatud number võib mõne ühiku võrra erineda täpsema väärtuse sama järgu numbrist. Näiteks, kui mingi arvu ligikaudse väärtusena on saadud 8,6439 ja on teada, et selle täpsem väärtus võiks olla kas 8,6572 või 8,6628 või 8,6381, siis usaldatavateks numbriteks tuleb lugeda esimest kolme numbrit 8, 6 ja 4: nendest esimesed kaks ühtuvad täpsema väärtuse samade järkude numbritega ja kolmas erineb 1 või 2 ühiku võrra täpsema väärtuse kolmandast numbrist; viimased kaks numbrit aga erinevad juba tunduvalt täpsema väärtuse viimastest numbritest. Seega tuleks selle arvu ligikaudses kirjutises kirjutada ainult kolm numbrit: 8,64.

Kui täpse arvu kirjutises mingis järgus puuduvad numbrid, siis tähendab see, et arv ei sisalda selle järgu ühikuid. Seepärast võib täpse arvu kirjutises puuduvad numbrid alati asendada nullidega. Nii võib täpse arvu 2,6 asemel kirjutada 2,60 või 2,600 jne. Teisiti on aga ligikaudsete arvudega.

Kui ligikaudse arvu kirjutises mingis järgus puuduvad numbrid, siis tähendab see, et on teadmata, mitu selle järgu ühikut sisaldab arvu täpsem väärtus. Seepärast pole kunagi õigustatav ligikaudse arvu puuduvate numbrite asendamine nullidega. Nii ei või ligikaudse arvu 2,6 asemel kirjutada 2,60, sest see tähendaks, et selle arvu täpsem väärtus ei sisalda sajandikke. Tõeliselt aga selles arvus võiks olla näiteks 3 sajandikku.

Kui millegi pärast on tarvilik täita ligikaudse arvu puuduvate numbrite kohad, siis võiks selleks kasutada küsimusmärki, näiteks 2,6?. Soovitatavam on siiski teadmatuid numbreid küsimusmärgi asemel asendada sümboliga o (väike null), näiteks 2,6o või 2,6oo. Murdosa puuduvaid numbreid on parem üldse mitte millegagi asendada.

Teadmatute numbrite asendamine millegagi on aga mööda-pääsematu ligikaudsete täisarvude kirjutamisel. Näiteks arvu, milles on 1 sajaline ja 2 kümnelist, kuid üheliste arv pole teada, pole võimalik kirjutada üheliste kohta täitmata, sest see tähendaks arvu

kahtteistkümmend. Et üheliste kohta millegagi täita, selleks kasutatakse sümbolit o ja arv kirjutatakse kujul 12o. Kui Eesti elanike arvu kohta on teada ainult, et ta sisaldab ühe miljonilise, kuid saja-, kümnetuhandeliste jne. arvud pole teada, siis kirjutatakse see arv kujul 1 ooo ooo.

Mida enam usaldatavaid numbreid esineb arvu ligikaudses kirjutises, seda täpsemalt on arv väljendatud. Kui aga arvus esineb väga palju numbreid, siis tema kasutamine osutub tülikaks. Nii on raske meeles pidada ja kasutada arvutamisel avru π [1]) väärtust 3,141593. Arvutamise ja meelespidamise hõlbustamiseks jäetakse niisuguse arvu madalamate järkude numbrid kirjutamata ja säilitatakse ainult niipalju kõrgemate järkude numbreid, et arvu täpsus oleks antud ülesande jaoks küllaldane. Niisugust arvu kirjutise lihtsustamist nimetatakse ümmardamiseks. Tavalistes tehnilistes arvutustes kasutatakse arvu π kolme kohani ümmardatud väärtust 3,14. Kui arvutus ei nõua suuremat täpsust, kasutatakse isegi ühe kohani ümmardatud π väärtust 3. Kui aga on nõutav tavalisest suurem täpsus, siis kasutatakse nelja- või isegi viiekohalist ümmardatud väärtust 3,142 või 3,1416. Viimases kahes näites on madalamate järkude numbrite kõrvaleheitmisel viimast säilitatavat numbrit suurendatud ühe ühiku võrra. Seda tehakse ikka siis, kui esimene kõrvaleheidetav number on 5 või üle selle.

Täisarvude ümmardamisel asendatakse kõrvaleheidetud numbrid väikeste nullidega. Nii on arvu 13 648 kolme kohani ümmardatud väärtus 13 6oo ja kahe kohani ümmardatud väärtus 14 ooo.

Heites kõrvale arvu 200,3 neljanda numbri, saame selle arvu kolme kohani ümmardatud väärtuse 200. Heites kõrvale veel kolmanda numbri, saame kahe kohani ümmardatud väärtuse 20o; heites kõrvale ka teise numbri, saame ühe kohani ümmardatud väärtuse 2oo. Sellest näitest nähtub, et ligikaudse arvu tüve järel seisvaid usaldatavaid nulle (0) tuleb lugeda tüvinumbrite hulka, kuna mitteusaldatavaid nulle (o) tüvinumbrite hulka lugeda ei tule.

---

[1]) Kreeka tähega π tähistatakse ringi ümbermõõdu ja läbimõõdu jagatist.

1. Järjestada järgmised ligikaudsed arvud nende kasvava täpsuse järgi:

a) 0,372, 0,0001, 2,7, 3,1416, 1592ooo;
b) 6,072, 50, 14,142, 0,0851, 3oo;
c) 0,250, 25o, 2,500.

2. Ümmardada järgmised arvud:

a) kolme kohani	b) kahe kohani	c) ühe kohani
1,4142	0,00572	0,73
3,435	0,125	2,5
0,67683	88,99	16
129,7	30,2	57,8
75244	9,98	2394

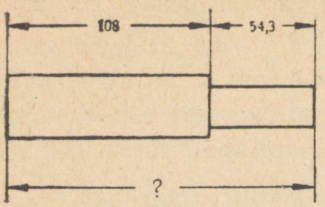
3. Arvutada järgmised jagatised kolme tüvinumbriga:

4 : 9
2 : 3
5 : 70
1 : 32
172oo : 3

2. Ligikaudsete arvude liitmine ja lahutamine.

Metallist puutub oma töös igal sammul kokku ligikaudsete arvudega. Kõik ta mõõtmiste tulemused on ligikaudsed ja seetõttu ka nendest arvutamise teel saadud arvud on ligikaudsed. Seepärast peab metallist oskama arvutada ligikaudsete arvudega, s. o. ta peab oskama arvutuse tulemuses eristada usaldatavaid numbreid mitteusaldatavatest või, veel parem, arvutada nii, et ta üldse ei raiskaks aega ja vaeva tegelemisele mitteusaldatavate numbritega. Sellega muutub ta arvutustöö suurel määral lühemaks, hõlpsamaks ja kiiremaks.

Toome järgmise lihtsa näite metallitöö alalt, millest selgub, et ligikaudseid arve tuleb arvutamisel teisiti käsitleda kui täpseid arve.



Olgu mõõtmisel leitud, et võlli ühe osa pikkus on 108 mm ja teise osa pikkus on 54,3 mm.

Nendest arvudest nähtud, et esimese osa pikkuse mõõtmisel on suudetud kindlaks teha ainult terved millimeetrid, kuid pole suudetud leida, mitu kümnendikku millimeetrit on veel selle osa pikkuses. Seevastu on teise osa pikkuses suudetud kindlaks teha ka kümnendikud millimeetrid (teise osa pikkus on mõõdetud täpsema mõõdurriistaga).

Kas võib öelda, et võlli kogu pikkus on 108 + 54,3 = 162,3 mm? Ei või! Sest säärane vastus tähendaks, et me teame kindlasti, et selles pikkuses on peale 162 terve millimeetri veel just 3 kümnendikku millimeetrit. Kuid seda me teada e i v õ i, sest me ei tea, mitu kümnendikku millimeetrit on e s i m e s e osa pikkuses peale 108 terve millimeetri.

Me võime öelda ainult, et võlli kogu pikkus on 162 mm. Selle vastusega me sedastame tervete millimeetrite arvu võlli pikkuses ja loobume sedastamast kümnendike millimeetrite arvu, kuna viimaseks meil puuduvad andmed.

Ainult siis me oleksime õigustatud ütlema, et võlli pikkus on 162,3 mm, kui meil oleks kindlasti teada, et esimese osa pikkuses peale 108 terve millimeetri tõesti pole ühtki kümnendikku millimeetrit, s. o. kui see pikkus oleks olnud väljendatud arvuga 108,0 mm.

Kui ligikaudsete arvude viimased numbrid kuuluvad ühte ja samasse järku, siis nende liitmine ja lahutamine toimub samuti kui täpsete arvude liitmine ja lahutamine. Kui aga viimased numbrid kuuluvad eri järkudesse, nagu arvudel 3,724 ja 2,6 — esimese arvu viimane number kuulub tuhandike järku ja teise arvu viimane number kümnendike järku — siis nende liitmist ja lahutamist toimetatakse eriliste juhiste järgi.

Kui 2,6 oleks täpne arv, siis võiksime puuduvad sajandike ja tuhandike numbrid asendada nullidega ning seejärel arvud 3,724 ja

2,600 liita tavalisel viisil. Nende summa oleks siis 6,324. Kuid ligikaudse arvu 2,6 puhul me ei ole õigustatud seda tegema, sest numbrite puudumine siin tähendab, et need numbrid on teadmata. Arvamine, et 2 sajandiku ja teadmatu arvu sajandike summa on 2 sajandikku, on väär. Kui üks liidetav on teadmata, siis pole teise liidetava teadmisest mingit kasu — summa jääb samuti teadmatuks. Nii jäävad antud ligikaudsete arvude summas sajandike ja tuhandike arvud teadmatuks; võime summas arvutada ainult üheliste ja kümnendike arvud. Nii leiame, et $3{,}724 + 2{,}6 = 6{,}3$.

Seega varem saadud summas 6,324 olid ainult esimesed kaks numbrit usaldatavad, kuna viimased kaks ei vääri usaldust. Viimasena saadud summas saime ainult usaldatavad numbrid.

Kõik öeldu kehtib ka ligikaudsete arvude lahutamise kohta. Nii leiame, et $3{,}724 - 2{,}6 = 1{,}1$.

Et ligikaudsete arvude summas ja vahes saada ainult usaldatavaid numbreid, selleks talitatakse järgmise juhise järgi:

Ligikaudsete arvude liitmisel ja lahutamisel jäetakse tähele panemata kõik numbrid kohtadel, kus ühel antud arvudest puuduvad numbrid või esineb mitteusaldatavaid numbreid.

Näidised:

	15,63	8531
	+ 8,4	− 7200
	24,0	1300

Kui esimene tähele panemata jääv number on 5 või üle selle, siis temale eelnevat numbrit vaadeldakse 1 ühiku võrra suuremana, nagu ümmardamiselgi.

Näidised:

257,84	45300	256
− 15	+ 12763	− 213,8
243	58100	42

Mitme ligikaudse arvu liitmisel tähele panemata jäävad numbrid eraldatakse teistest püstjoonega. Esimesi püstjoone taga seis-

vaid numbreid arvestatakse sedavõrd, et nad liidetakse ja pärast summa ümmardamist kümnelisteni saadud kümneliste arv liidetakse eelneva järgu numbritega.

Näidised:

0,5|32	2|9
4,0|8	6|9,38
+ 35,2|	+ 72|o
39,8	82o

4. Teostada järgmised ligikaudsete arvude liitmised ja lahutamised:

a) $3,46 + 0,678$
$3,46 - 0,678$
$502o + 42,3$
$502o - 42,3$
$0,05 - 0,002$

b) $1320ooo + 6542o + 7535$
$2,000 + 13,85 + 0,047 - 0,3609$
$2 + 13,85 + 0,047 - 0,3609$
$42o - 58,4 - 21,0$
$17,08 - 6,6 - 5$

c)
$$\begin{array}{r} 0,005427 \\ 0,02536 \\ + \ 0,7222 \\ \hline 3,831 \end{array}$$

d)
$$\begin{array}{r} 0,6548 \\ 4,506 \\ + \ 24,11 \\ \hline 807,2 \end{array}$$

e)
$$\begin{array}{r} 15,63 \\ + \ 6 \quad \text{(täpne)} \\ \hline \end{array}$$

f)
$$\begin{array}{r} 24,83 \\ - \ 12,5 \quad \text{(täpne)} \\ \hline \end{array}$$

3. Ligikaudsete arvude korrutamine.

Korrutame mingi ligikaudse arvu, näiteks 192o täpsete arvudega 2 kuni 10 ning võrdleme neid korrutisi selle arvu mõne võimaliku täpsema väärtuse, näiteks 1924,6, ja samade täpsete arvude korrutistega. Võrdlusest selgub, et nendel korrutistel on esimesed kaks tüvinumbrit täiesti ühtivad, kolmandad on enamasti ka ühtivad, kuid neljandad on tunduvalt erinevad.

$2 \cdot 192o = 384o$	$2 \cdot 1924{,}6 = 3\,849{,}2$
$3 \cdot 192o = 576o$	$3 \cdot 1924{,}6 = 5\,773{,}8$
$4 \cdot 192o = 768o$	$4 \cdot 1924{,}6 = 7\,698{,}4$
$5 \cdot 192o = 960o$	$5 \cdot 1924{,}6 = 9\,623{,}0$
$6 \cdot 192o = 11\,52o$	$6 \cdot 1924{,}6 = 11\,547{,}6$
$7 \cdot 192o = 13\,44o$	$7 \cdot 1924{,}6 = 13\,472{,}2$
$8 \cdot 192o = 15\,36o$	$8 \cdot 1924{,}6 = 15\,396{,}8$
$9 \cdot 192o = 17\,28o$	$9 \cdot 1924{,}6 = 17\,321{,}4$
$10 \cdot 192o = 19\,20o$	$10 \cdot 1924{,}6 = 19\,246{,}0$

Seega kolmekohalise ligikaudse arvu ja ühekohalise täpse arvu korrutises on usaldatavad ainult esimesed kolm tüvinumbrit. Sellepärast tuleb nendes korrutistes välja kirjutada ainult esimesed kolm tüvinumbrit, s. o. korrutised tuleb ümmardada kolmekohalisteks.

$2 \cdot 192o = 384o$	$7 \cdot 192o = 134oo$
$3 \cdot 192o = 576o$	$8 \cdot 192o = 154oo$
$4 \cdot 192o = 768o$	$9 \cdot 192o = 173oo$
$5 \cdot 192o = 960o$	$10 \cdot 192o = 192oo$
$6 \cdot 192o = 115oo$	

Korrutame nüüd kolmekohalise ligikaudse arvu 0,00192 täpse arvuga 319. Korrutades arvu 0,00192 tüve järjest arvu 319 numbritega ja liites saadud osakorrutised, nagu täpsete arvude korrutamisel, saaksime korrutisena arvu 0,61248. Tõeliselt aga me ei ole õigustatud liitma neid osakorrutisi kui täpseid arve, vaid peame arvestama, et nad on ligikaudsed arvud, mida tuleks õigupoolest kirjutada kujul 1 728, 1 92o ja 57 6oo.

$$
\begin{array}{r}
0{,}00192 \\
\cdot\ 319 \\
\hline
1728 \\
192 \\
576 \\
\hline
0{,}61248
\end{array}
$$

Ligikaudse arvu korrutamisel peab osakorrutiste liitmine toimuma ligikaudsete arvude liitmise juhise järgi, s. o. viimase osakorrutise viimase usaldatava numbri järele tuleb asetada püstjoon ja numbrid püstjoonest paremal tuleb liitmisel jätta tähele panemata. Sellest selgub, et kolmekohalise ligikaudse arvu ja täpse arvu korrutises on ikka usaldatavad ainult esimesed kolm tüvinumbrit.

0,00192
· 319
17|28
19|2
576|
0,612

Näidis:

4,53
· 72 (täpne)
9|06
317|1
326

Siin on püstjoon asetatud viimase osakorrutise kolmanda koha järele, sest osakorrutise neljas tüvinumber ei vääri usaldust.

Võib näidata, et üldiselt

ligikaudse arvu ja täpse arvu korrutises on samapalju usaldatavaid tüvinumbreid kui ligikaudses teguris.

Selgitame nüüd, mitu usaldatavat numbrit on korrutises, kui mõlemad tegurid on ligikaudsed. Selleks võrdleme ligikaudsete arvude 0,354 ja 0,23 korrutist nende arvude võimalikkude täpsemate väärtuste korrutisega. Korrutades nagu täpseid arve, leiame, et need korrutised on 0,08142 ja 0,082719. Nende võrdlemisel näeme, et esimeses korrutises on usaldatavad ainult esimesed kaks tüvinumbrit. Seega tuleb kahekohalise ja kolmekohalise ligikaudse arvu korrutamisel püstjoon asetada viimase osakorrutise

teise numbri järele. Talitades nii oleksime korrutisena saanud arvu 0,081, milles esinevad ainult usaldatavad numbrid.

0,23	0,234 [1])
· 0,354	· 0,3535
92	1170
115	702
69	1170
0,08142	702
	0,0827190

Võib näidata, et üldiselt

ligikaudsete arvude korrutises on samapalju usaldatavaid tüvinumbreid kui väiksema tüvinumbrite arvuga teguris.

Selle lausega on kooskõlas järgmine püstjoone asetamise kohta kehtiv juhis:

püstjoon asetatakse viimase osakorrutise niimitmenda numbri järele, kuimitu tüvinumbrit on lühema tüvega teguris.

Näidised:

1,36	8742	8742
· 3,4	· 0,04583	· 0,0458
5 | 44	2 | 6226	6 | 9936
40 | 8	69 | 936	43 | 710
4,6	437 | 10	349 | 68
	3496 | 8	400
	400,6	

[1]) Siin on selgituse otstarbel korrutajaks sihilikult võetud suurema tüvinumbrite arvuga tegur, mida tavalisesti ei ole soovitatav teha.

5. Arvutada järgmised ligikaudsete arvude korrutised andmetekohase usaldatavate tüvinumbrite arvuga:

a) $0{,}66 \cdot 2{,}3$ b) $0{,}058 \cdot 12o$ c) $256 \cdot 32$
$30{,}8 \cdot 4{,}2$ $0{,}472 \cdot 48oo$ $256 \cdot 320$
$513 \cdot 242$ $0{,}820 \cdot 122$ $2560 \cdot 320$
$1007 \cdot 485$ $0{,}29 \cdot 34{,}4$ $2560 \cdot 3200$
$0{,}0246 \cdot 0{,}672$ $5234 \cdot 28$ $2560 \cdot 320$

6. Arvutada järgmised korrutised, milles tähekesega märgitud tegur on täpne:

a) $6^* \cdot 7{,}26$ b) $1253^* \cdot 0{,}31$ c) $6^* \cdot 513$
$23^* \cdot 5{,}48$ $181 \cdot 0{,}20^*$ $15\,000^* \cdot 0{,}002$
$16 \cdot 17^*$ $1{,}30 \cdot 56^*$ $32^* \cdot 41oo$
$245{,}8 \cdot 0{,}12^*$ $1{,}1 \cdot 754^*$ $14 \cdot 14^*$
$128^* \cdot 0{,}05607$ $69^* \cdot 0{,}623$ $0{,}25^* \cdot 3{,}82$

7. Ristkülikukujulise plaadi pikkus on 36,3 mm ja laius on 15,8 mm. Arvutada plaadi pindala kolme tüvinumbriga!

8. Elektrimootor, mille võimsus on 1,6 kW (2 usaldatavat tüvinumbrit!) töötas 2 t. 23 min. Arvutada mootori tehtud töö 2 tüvinumbriga!

4. Ligikaudsete arvude jagamine.

Võrreldes ligikaudsete arvude jagatist jagatava ja jagaja võimalikkude täpsemate väärtuste jagatisega, võib näidata samuti, nagu korrutisegi puhul, et

ligikaudsete arvude jagatises on samapalju usaldatavaid tüvinumbreid kui väiksema tüvinumbrite arvuga arvus (jagatavas või jagajas).

Seepärast, kui näiteks jagatavas on kolm ja jagajas kaks tüvinumbrit või ümberpöördult, siis jagamine tuleb lõpetada, kui on leitud jagatise kaks tüvinumbrit. Täpsete arvude jagamisel kirjutatakse jääkidele juurde („võetakse alla") jagatava veel kasuta-

mata numbrid või, kui need on lõppenud, siis nulle. Samuti talitatakse ligikaudsete arvude jagamisel, kuid kui jagatava numbrid on lõppenud, siis jääkidele kirjutatakse juurde väikseid nulle (o). Osakorrutiste lahutamist jääkidest toimetatakse nagu ligikaudsete arvude lahutamist, mille viimased numbrid kuuluvad eri järkudesse.

Püstjoon asetatakse jagatava niimitmenda tüvinumbri järele, kuimitu usaldatavat tüvinumbrit on lühema tüvega antud arvus (jagatavas või jagajas).

Näidised:

581 : 22 = 26

44|
14|1
13|2
1

895 : 624 = 1,43

624
271|o
249|6
21|oo
18|72
2oo

0,661 : 23,94 = ?

0,661|o : 23,94 = 0,0276
478|8
182|oo
167|58
14|ooo
14|364
0 ooo

Ligikaudse arvu ja täpse arvu jagatises, samuti täpse ja ligikaudse arvu jagatises on samapalju usaldatavaid tüvinumbreid kui ligikaudses arvus (jagatavas või jagajas).

Püstjoon asetatakse jagatava niimitmenda tüvinumbri järele, kuimitu usaldatavat tüvinumbrit on ligikaudses arvus.

Näidised: Täpsed arvud on märgitud tähekesega.

3* : 0,567 = ?

3,000 : 0,567 = 5,29
283|5
16|oo
11|34
5|ooo
5|103
0ooo

8834 : 42* = ?

8834 : 42 = 210,3
84
43
42
14|o
12|6
1o

5843* : 3,14 = ?

5843 : 3,14 = 186o
314|
270|3
251|2
19|oo
18|84
1oo

1. Ristkülikukujulise plaadi pindala peab olema 348o mm. Arvutada plaadi pikkus (3 tüvinumbriga), kui plaadi laius on 12,3 mm.

2. Ringikujulise ketta ümbermõõt on 83,4 mm. Arvutada ketta läbimõõt (3 tüvinumbriga).

3. Arvutada järgmised jagatised andmetekohase tüvinumbrite arvuga (täpsed arvud on märgitud tähekesega).

a) 54,2 : 20,7
45,3 : 1,2
65oo : 483
72 : 34,68
17,416 : 2,6

b) 145o : 6*
23,8 : 7*
1500* : 11,3
245* : 0,21
87oo : 16ooo

VI. Osa ja terviku arvutusi.

1. Suhe.

Arvu 3 suhteks arvusse 5 nimetatakse murdu $\frac{3}{5}$ ehk jagatist 3 : 5.

Kahe arvu **suhteks** nimetatakse nende arvude jagatist.

Kahe suuruse suhe näitab, mitu esimese suuruse ühikut vastab teise suuruse ühele ühikule.

Näidis: 50 mm ja 500 mm; $\frac{50}{500} = \frac{1}{10}$ ehk 1 : 10 (mõõtkava!).

48 g ja 6 cm³; $\frac{48}{6} = 8\left(\frac{g}{cm^3}\right)$ (erikaal!).

Kahe samanimelise suuruse suhet esitatakse sageli, eriti kui ta on väiksem arvust üks, teise suuruse **protsentides.**

Näidis: $\frac{3}{5} = \frac{60}{100}$ ehk 60%.

1. Avaldada järgmiste suuruste suhted võimalikult väikeste arvude kaudu:

a) 40 : 20; 185 : 37; 24 : 120; 64 : 160; 18 : 9 000;
b) 60 mm ja 150 mm; 34 cm ja 105 cm; 12,5 mm ja 62,5 mm; 44 cm ja 98 cm; 1,5 mm ja 7,5 mm.

2. Avaldada järgmiste erinimeliste suuruste suhted jagatisena: 42 mm ja 6 m; 58 g ja 76 cm³; 190 kg ja 35 dm³; 52 kg ja 18 mm²; 0,15 t ja 53 dm³.

3. Leida mõõtkava, kui on antud eseme kujutise suurus joonestisel ja loomulik suurus!

	a	b	c	d	e
Suurus joonestisel	38	91	21	18	15
Loomulik suurus	380	455	420	36	3

2. Võrre.

$$\frac{2}{4} = \frac{3}{6}$$

Võrdeks nimetatakse niisugust võrdust, mille kumbki pool on kahe arvu suhe.

Neli arvu, mis esinevad võrdes $2:4=3:6$ ehk $\frac{2}{4}=\frac{3}{6}$, on võrde liikmed; neist 3 ja 4 on siseliikmed, 2 ja 6 välisliikmed.

Võrde siseliikmete korrutis on võrdne sama võrde välisliikmete korrutisega.

Näidis: $2 \cdot 6 = 4 \cdot 3$ ehk $12 = 12$.

Võrdes võib siseliikmed isekeskis või välisliikmed isekeskis ümber paigutada.

Näidised: $6:4=3:2$ või $2:3=4:6$.

Võrdes võib siseliikmed võtta välisliikmeteks ja välisliikmed siseliikmeteks.

Näidis: $4:2=6:3$.

1. Leida järgmisist võrdeist tundmatu liige x!

Näidis: $7:12=14:x$

Välisliikmete korrutis võrdub siseliikmete korrutisega

$$7x = 12 \cdot 14.$$

Siit leitakse, et $x = \frac{12 \cdot 14}{7}^{2}$

ehk $x = 24.$

a) $x : 10 = 5 : 8$
$3 : x = 4 : 9$
$7 : 32 = x : 14$
$5 : 4 = 16 : x$
$x : 3 = 3 : 4$

b) $14 : 9 = 3 : x$
$3 : 10 = x : 2$
$0{,}42 : x = 0{,}5 : 1{,}8$
$x : \frac{1}{2} = 0{,}3 : 0{,}4$
$3{,}6 : x = 0{,}32 : 1{,}5$

2. Leida eseme kujutise suurus joonisel (täpsusega 0,1 mm), kui on antud selle loomulik suurus ja mõõtkava!

Mõõtkava.	Eseme loomulik suurus.
a) M 1 : 2	40; 56; 18; 9; 146;
b) M 1 : 5	32; 48; 15; 138; 465;
c) M 1 : 10	48; 142; 365; 1 278; 9 310;
d) M 1 : 20	90; 240; 856; 2 100; 3 920;
e) M 2 : 1	2; 0,75; 3,5; 17; 8;
f) M 5 : 1	1; 0,3; 11; 3,5; 0,15;

Näidis: Eseme loomulik suurus on 70 mm ja mõõtkava 1 : 2. Kui suur on eseme kujutise suurus joonisel?

Eseme kujutise suuruse joonisel tähistame tähega x.

Et mõõtkava on eseme kujutise ja loomuliku suuruse suhe, siis võib kirjutada

$$\frac{x}{70} = \frac{1}{2},$$

sellest võrdest leitakse x

$$2x = 1 \cdot 70$$

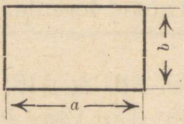
$$x = \frac{70}{2}$$

$$x = 35.$$

3. Leida eseme loomulik suurus (täpsusega 1 mm), kui joonisel on antud mõõtkava ja suurus!

Mõõtkava.	Eseme suurus joonisel.
a) M 1 : 2	3,5; 16; 48,5; 92,5; 104;
b) M 1 : 5	13; 2,5; 0,2; 105; 92;
c) M 1 : 10	1,26; 5,5; 19,5; 89; 13,75;
d) M 1 : 20	3,5; 11,5; 0,8; 5,5; 19,5;
e) M 2 : 1	18; 46; 156; 4; 0,25;
f) M 5 : 1	10; 25; 14,5; 0,75; 28;

4. Kuldlõige. On pandud tähele, et ristkülikukujulised esemed rahuldavad kõige enam ilutunnet, kui nende külgede suhe on umbes 8:5



$\frac{a}{b} = \frac{8}{5}$.

1) Kui lai peab olema teraskapp, mille kõrgus on a) 140 cm, b) 1 800 mm, c) 1,65 m?

2) Kui pikk peab olema laud, mille laius on a) 80 cm, b) 1,1 m, c) 950 mm?

3) Kui kõrge peab olema terasuks, mille laius on a) 45 cm, b) 5,6 dm, c) 0,95 m?

3. Osamäär.

$$\text{Osamäär} = \frac{\text{osa}}{\text{tervik}}$$

Osa ja terviku suhet nimetatakse **osamääraks**.

Näidis: Ostetud tosinas viilis oli 3 praakviili. Kui suur oli praakviilide osamäär?

Praakviilide osamäär oli $\frac{3}{12}$ ehk $\frac{1}{4}$.

1. 150 liitrist bensiinist tarvitati ära 50 liitrit. Kui suur on äratarvitatud bensiini osamäär?

2. Tellitud 10 lukust oli lukusepp jõudnud valmistada 8 lukku. Kui suur oli valmistatud lukkude osamäär?

3. Käitises valmistati käsitsi 400 ja mehaanilisel teel 600 polti. Kui suur osa polte valmistati mehaanilisel teel?

4. Treial valmistas 84 kuuskantpeaga ja 36 nelikantpeaga polti. Kui suur osa polte valmistati nelikantpeaga?

4. Osa leidmine tervikust.

Osa leidmiseks tervikust tuleb tervik korrutada selle osamääraga.

Näidis: Kui kilogramm terast maksab 5,60 rubla, siis $\frac{3}{4}$ kilogrammi maksab $\frac{3}{4} \cdot 5{,}60 = 4{,}20$ rubla.

1. Leida: a) $\frac{4}{15}$ 20-st; $1\frac{1}{2}$-st; 5,75-st; 0,48-st; 6,5-st,

b) $\frac{2}{7}$ $2\frac{1}{2}$-st; 4,6-st; 21-st; 0,42-st; 8,05-st.

2. Ruutmeeter plekki maksab 12,35 rbl. Kui palju maksab a) $\frac{1}{2}$; b) 0,65; c) 0,75; d) 0,42; e) 1,6 ruutmeetrit seda plekki?

3. Tosin viile maksab 45,50 rubla. Kui palju maksab a) 0,75; b) $\frac{1}{2}$; c) $\frac{5}{12}$; d) $4\frac{1}{2}$; e) $1\frac{1}{2}$ tosinat neid viile?

5. Terviku leidmine osa järgi.

Terviku leidmiseks osa järgi tuleb osa jagada selle osamääraga.

Näidis: Kui $\frac{3}{4}$ kilogrammi terast maksab 4,20 rubla, siis 1 kilogramm maksab $4{,}20 : \frac{3}{4} = 5{,}60$ rubla. Samale tulemusele jõutakse arvutades, et $\frac{1}{4}$ kilogrammi maksab $4{,}20 : 3 = 1{,}40$ rubla ja 1 kilogramm $(= \frac{4}{4})$ maksab $4 \cdot 1{,}40 = 5{,}60$ rubla.

1. Kui suur on tervik, kui

a) $\frac{4}{5}$ sellest on $2\frac{1}{2}$; 1,75; 2,52; 8; 6,08?

b) $\frac{3}{8}$ sellest on 1,4; $1\frac{9}{16}$; 2,7; 10,32; 14,25?

2. $\frac{3}{4}$ tosinat polte maksab 9,60 rubla. Kui palju maksab tosin?

3. Tööline teenib $4\frac{1}{4}$ tunniga 10,20 rubla. Kui suur on töölise tunnitasu?

4. $\frac{5}{16}$ latist kaalub 3,07 kg. Mitu kg kaalub terve latt?

6. Protsentarvutamine.

$1\% = \frac{1}{100}$ tervikust
$100\% =$ tervik

Üks protsent mingist arvust on üks sajandik sellest arvust.

Näidis: 1% 250 on 250 : 100 ehk 2,5.

Tervikus on 100 protsenti. 1% on järelikult $\frac{1}{100}$ ehk 0,01 osa tervikust.

1. Leida 1% järgmistest arvudest kolme tüvinumbriga:

a) 1, 5, 12, 140, 9 200;

b) 0,62, 1,25, 12,4, 72,5, 185;

c) $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, $1\frac{1}{4}$, $2\frac{1}{2}$, $5\frac{1}{4}$.

Kui osamäär on väljendatud protsentides, võib osa leida terviku ühe protsendi abil: arvutatud terviku üks protsent korrutatakse osamäära protsentide arvuga.

Näidis: Leida 15% 450-st.
1% 450-st on 450 : 100 ehk 4,5,
15% 450-st on 15 · 4,5 ehk 67,5.

tervik — osamäära protsentide arv — osa

Ehk

$$\text{osa} = \frac{\text{osamäära protsentide arv} \cdot \text{tervik}}{100}.$$

Näidis:

$$\text{osa} = \frac{15 \cdot 450}{100} = 67{,}5.$$

2. Leida kolme tüvinumbriga

a) 3% 2,14-st, 30,8-st, 46,45-st, 250-st, 923,8-st;
b) 18% 2,7-st, 42,3-st, 352-st, 0,12-st, 2 720-st;
c) 85% 4,2-st, 63,4-st, 143-st, 0,056-st, 0,64-st;
d) 15,5% 2,3-st, 29,8-st, 0,76-st, 105,8-st, 5 170-st;
e) 40,3% 3,9-st, 41,5-st, 89,2-st, 849-st, 631,8-st.

Osamäär kirjutatakse protsentides tavalisesti ümmardatuna terveteni, harvemini kümnendikprotsentideni.

3. Avaldage järgmised suhted tervetes protsentides:

a)	b)	c)	d)
16 : 100	9 : 10	3 : 5	1,5 : 20
24 : 100	15 : 20	4 : 7	4,5 : 60
62 : 100	16 : 40	2 : 9	0,8 : 120
88 : 200	32 : 50	5 : 6	0,03 : 0,2
36 : 300	17 : 50	7 : 8	0,009 : 0,45

4. Avaldage järgmised osamäärad kahe võimalikult väikese täisarvu suhtena.

Näidis: $24\% = \frac{24}{100} = \frac{6}{25}$ ehk 6 : 25.

a)	b)	c)	d)
100%	50%	95%	45%
90%	40%	85%	35%
80%	30%	75%	25%
70%	20%	65%	15%
60%	10%	55%	5%

Kui protsentides väljendatud osamäär on teisendatav üsna lihtsaks murruks, tuleb osa ja terviku arvutamistel eelistada osamäära murrukujulist väljendust.

Näidis: Leida 25% 420-st!

25% on $\frac{1}{4}$ tervikust,
25% 420-st on $\frac{1}{4} \cdot 420$ ehk 105.

Allpool toodud tabelis on esitatud niisuguseid sagedamini esinevaid murde.

Pea meeles:

1 %	on $\frac{1}{100}$	tervikust	20 %	on $\frac{1}{5}$	tervikust
2 %	„ $\frac{1}{50}$	„	25 %	„ $\frac{1}{4}$	„
$2\frac{1}{2}$%	„ $\frac{1}{40}$	„	$33\frac{1}{3}$%	„ $\frac{1}{3}$	„
$3\frac{1}{3}$%	„ $\frac{1}{30}$	„	50 %	„ $\frac{1}{2}$	„
4 %	„ $\frac{4}{25}$	„	75 %	„ $\frac{3}{4}$	„
5 %	„ $\frac{1}{20}$	„	100 %	„ 1	tervik
$12\frac{1}{2}$%	„ $\frac{1}{8}$	„	200 %	„ 2	tervikut

5. Teisendada protsentides antud osamäärad harilikuks murruks ja leida:

a) $2\frac{1}{2}$% 2,4-st, 107-st, 20,6-st;
b) $2\frac{1}{2}$% 12,4-st, 120-st, 3 600-st;
c) 4% 17,5-st, 75-st, 250-st;
d) 5% 4,8-st, 60-st, 3 850-st;
e) 10% 27,5-st, 90-st, 395-st;
f) 20% 35,5-st, 85-st;
g) 25% 4,6-st, 58-st, 436-st;
h) 50% 59-st, 729-st, 8 172-st;
i) 75% 0,92-st, 10,4-st, 56-st;
j) 200% 1,85-st, 28-st, 65,8-st.

Osamäära protsentide arvu leidmiseks võib osa jagada terviku ühe protsendiga.

Näidis: Leida osamäära protsentide arv, kui osa on 50 ja tervik 200.

200 : 100 = 2 on 1%,
50 : 2 on 25%.

Ehk

$$\text{osamäära protsentide arv} = \frac{100 \cdot \text{osa}}{\text{tervik}},$$

Näidis:

$$\text{osamäära protsentide arv} = \frac{100 \cdot 50}{200} \text{ ehk } 25\%.$$

6. Leida osamäära protsentide arv, kui

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
osa on	15	20	420	0,85	7,5	0,65	245	35,6	0,08	1452
tervik on	60	160	840	2,55	37,5	9,2	290	52,8	0,88	8200

Terviku leidmiseks osa ja osamäära protsentide arvu järgi võib arvutada terviku üks protsent ja see korrutada sajaga.

Näidis: Leida tervik, kui 5% sellest on 40.

5% on 40,
1% on 40 : 5 ehk 8,
100% on 100 · 8 ehk **800**.

Ehk

$$\text{tervik} = \frac{100 \cdot \text{osa}}{\text{osamäära protsentide arv}}.$$

Näidis:

$$\text{Tervik} = \frac{100 \cdot 40}{5} \text{ ehk } \mathbf{800}.$$

7. Leida tervik, millest:

a) 7% on 21, 784, 32,2, 9,8, 0,63;
b) 0,8% on 16, 108, 10,4, 0,24, 1,8;
c) 3,5% on 70, 126, 61,3, 0,14, 0,05;
d) $1\frac{1}{2}$% on 30, 4,5, 86, 19,2 120;
e) $4\frac{3}{4}$% on 0,95, 475, 65,8, 0,75, 101,8.

1% mõnest rublades antud arvust on sama arv kopikates.

Näidis: 1% 55 rublast on 55 kopikat ehk 0,55 rubla.

8. Leida 1% järgmistest arvudest avaldatuna kopikates: 2 rubla, 8 rubla, 15 rubla, 98,60 rubla, 1 054 rubla.

9. Leida a) 0,1%, b) 0,2%, c) 0,5%, d) 1,75%, e) 35% eelmises ülesandes rublades antud arvudest.

10. Pehmejoodis sisaldab 30% tina ja 70% pliid. Mitu kg kumbagi metalli tuleb võtta 280 kg pehmejoodise valmistamiseks?

11. Metall-elektron sisaldab 95% alumiiniumi, 3% tsinki ja 2% räni. Mitu kg alumiiniumi, tsinki ja räni sisaldab 56 kg elektroni?

12. Masinapronks sisaldab 85% vaske, 4% tsinki, 10% tina ja 1% pliid. Mitu kg vaske, tsinki, tina ja pliid sisaldab 175 kg pronksi?

13. Laagrimetalli valmistamiseks võeti 10 kg vaske, 35 kg antimoni, 50 kg tina ja 155 kg pliid. Mitu protsenti igat metalli sisaldab laagrimetall?

14. Jootetina valmistamiseks võeti 45 kg tina ja 135 kg pliid. Mitu protsenti tina sisaldab valmistatud jootetina?

15. Messingi valmistamiseks võeti 173 kg vaske ja 102 kg tsinki. Mitu protsenti kumbagi metalli sisaldab messing?

16. Jootetina Sn 60 (sisaldab 60% tina) valmistamiseks võeti 345 kg tina. Mitu kg jootetina saadi?

17. 96° juures sulav kiirjoodis sisaldab 15,5% tina, 32% pliid ja 52,5% vismutit. Mitu kg kiirjoodist on võimalik valmistada 235 g vismutist?

18. Jootetina Sn 33 (sisaldab 33% tina) valmistamiseks võeti 8,5 kg pliid. Mitu kg jootetina saadi?

19. Valatava õõnessilindri mõõted on: väline läbimõõt 420 mm, sisemine läbimõõt 380 mm ja pikkus 650 mm. Leida mudeli (kärni) mõõted, kui kahanemine jahtumisel on a) 1% (malm), b) 2% (tempervalu), c) 1,5% (messing).

20. Valatava ellipsikujulise ääriku mõõted on: suur väline läbimõõt 320 mm, väike väline läbimõõt 260 mm, augu läbimõõt

150 mm, paksus 25 mm. Leida mudeli kärni mõõted, kui kahanemine jahtumisel on a) 1,8% (tempervalu), b) 2,5% (terasvalu), c) 1,5% (tsingisulam).

21. Detaili treimine tööriistaterasest treiteraga kestab 30 minutit, sama detaili treimine kiirlõiketerasest treiteraga kestab 17,5 minutit. Kui suur on ajavõit protsentides kiirlõiketerasest tera kasutamisel?

22. 1945. a. esimese 5 kuu jooksul on ENSV tööstus tervikuna täitnud 5 kuu plaani 102,8% ehk 74 000 000 rbl. ulatuses.

1) Kui suur oli ettenähtud 5 kuu plaan?

2) Kui suur on 1945. a. aastaplaan, kui esimese 5 kuu jooksul täideti aastaplaan 32,2% ulatuses?

23. Kohaliku Tööstuse Rahvakomissariaat täitis 1945. a. esimese viie kuu jooksul aastaplaani 31,6% ehk 21 000 000 rbl. ulatuses. Kui suur on KTRK aastaplaan?

24. Kohaliku Tööstuse Rahvakomissariaat tootis 1945. a. esimese 5 kuu jooksul 153 t naelu ehk 15,3% aastaplaanis ettenähtud hulgast. Mitu tonni naelu tuleb toota 1945. a.?

25. Tehases „Metallist" on 1 kg naelte tegelik omahind 6 rbl. plaanis ettenähtud 1.60 rbl. asemel. Mitme protsendi võrra on naelte tegelik omahind plaanilisest omahinnast kõrgem?

26. ETKVL Kopli Masinatehases kestis eseme temperdamine keskmiselt 103 tundi. Peale tehase juhataja sm. Sprengi meetodi tarvituselevõtmist kestab temperdamine keskmiselt ainult 30 tundi. Kui suur on kütteaine kokkuhoid protsentides?

27. Autokolvi käsivormimine kestab 2 tundi, kuna masinvormimisel kulub selleks ainult 20 minutit. Leida ajakokkuhoid protsentides.

28. Tööline valmistas päevas ettenähtud 6 detaili asemel 8 detaili. Leida tootmisnormi ületamine protsentides.

29. Detaili nr. 455 ajanorm on 45 minutit. Tööline valmistas päevas (8 tundi) 15 detaili. Leida tootmisnormi ületamine protsentides.

30. Detaili nr. 32 ajanorm on 85 minutit ja detaili nr. 856 ajanorm 150 minutit. Tööline valmistas nädalas (6 päeva, à 8 tundi) 25 detaili nr. 32 ja 8 detaili nr. 856. Leida tootmisnormi ületamine protsentides.

31. Treial N ületas tootmisnormi 260%-ga. Mitu detaili valmistas treial päevas (8 tundi), kui selle ajanorm oli 95 minutit?

32. Detaili ajanorm oli 40 minutit. Mitu detaili suutis lukusepp valmistada päevas (8 tundi) peale tööprotsessi ratsionaliseerimist, millega tema tootmisnorm tõusis 450%-ni?

33. Donbassi kaevur Aleksei Stahhanov tootis 30. aug. 1935. a. päevas 102 tonni kivisütt, kuna töönorm oli 6,5 tonni. Leida tootmisnormi ületamine protsentides.

34. Gorki autotehase sepp A. Bussõgin sepistas ühes vahetuses 1 001 väntvõlli 675 asemel. Aasta hiljem sepistas A. Faustoff juba 1 774 väntvõlli päevas.

1) Leida, mitme protsendi võrra ületas sepp A. Bussõgin oma tootmisnormi;
2) Leida, mitme protsendi võrra ületas sepp A. Faustoff tootmisnormi;
3) Leida, mitme protsendi võrra ületas sepp A. Faustoff sepp A. Bussõgini tootmisnormi.

35. Moskva freesija I. Gudoff ratsionaliseeris ja täiustas oma töötamisviisi freespingil ning selle tulemusena 13. sept. 1935. a. täitis tootmisnormi 410-protsendiliselt. Mitu detaili freesis I. Gudoff, kui tema tootmisnorm oli 85 detaili?

36. Lenin õpetas: „Ilma rasketööstuseta on võimatu kaitsta maa sõltumatust, ilma selleta võib nõukogude kord hukkuda".

Millise suure töö teostas nõukogude rahvas bolševike partei ja seltsimees Stalini juhtimisel meie maa ettevalmistamisel kait-

seks, mis võimaldas purustada ja sundida põlvili fašistlikku Saksamaad ning päästa Euroopa fašistlikust orjusest, näitavad allpool toodud arvud:

Saadused	1913. a. tsaarivalitsuse ajal toodeti tonnides	1940. a. nõukogude võimu ajal toodeti tonnides	1950. a. IV stalinliku viisaastaku lõpul toodet. tonnides
Malm	4 220 000	15 000 000	19 500 000
Teras	4 230 000	18 300 000	25 400 000
Kivisüsi	29 000 000	166 000 000	250 000 000
Nafta	9 000 000	31 000 000	35 400 000

1) Mitme protsendi võrra tõusis a) malmi, b) terase, c) kivisöe, d) nafta nõukogudeaegne 1940. a. toodang võrreldes tsaariaegse 1913. aasta toodanguga?

2) Mitme protsendi võrra tõuseb a) malmi, b) terase, c) kivisöe, d) nafta toodang IV stalinliku viisaastaku lõpul 1950. a. võrreldes 1940. a. toodanguga?

37. Allpool toodud arvud näitavad, kuidas Nõukogude valitsus ja Kommunistlik Partei on kasutanud sotsialistliku korra võimalusi maa kaitse ettevalmistamiseks võrreldes tsaariaegse Venemaaga:

Relvad	Aastatoodang	
	Venemaal Esimese Maailmasõja ajal	NSV Liidus Suure Isamaasõja ajal
Suurtükid	3 900	120 000
Kerged ja rasked kuulipildujad	8 900	450 000
Vintpüssid (ja automaadid) . .	1 000 000	5 000 000
Miinipildujad	6 200	100 000
Mürsud, pommid, miinid	16 300 000	240 000 000
Tankid	—	30 000
Lennukid	üksikud	40 000

1) Mitu protsenti NSVL Suure Isamaasõja aegsest a) suurtükkide, b) kuulipildujate, c) vintpüsside, d) miinipildujate, e) mürskude,

pommide ja miinide aastatoodangust moodustas Esimese Maailmasõja aegne toodang?

2) Mitme protsendi võrra tõusis a) suurtükkide, b) kuulipildujate, c) vintpüsside, d) mürskude, pommide ja miinide toodang Isamaasõja aastail võrreldes Esimese Maailmasõja aegse toodanguga?

38. NSVL tööstuse kogutoodangu suurus on 1950. aastaks, NSVL rahvamajanduse taastamise ja arendamise viie aasta plaani viimseks aastaks määratud kindlaks 205 000 000 000 rublale (1926./27. aasta hindades), s. o. tasemele, mis ületab sõjaeelse taseme 48% võrra. Kui suur oli NSVL tööstuse sõjaeelne kogutoodangu suurus?

39. Sotsialistliku tööstuse kiire arenemise tempot iseloomustavad järgmised arvud:

Periood	Toodangu aastane juurdekasv rublades
1921.—1926. a. taastamisperiood	2 049 000 000
Esimene viisaastak	5 478 000 000
Teine viisaastak	10 438 000 000
Kolmas viisaastak	14 316 000 000
Neljas viisaastak (1946.—1950.)	15 600 000 000

Väljenda a) esimese, b) teise, c) kolmanda ja d) neljanda viisaastaku toodangu aastane juurdekasv 1921.—1926. taastamisperioodi aastase juurdekasvu protsentides.

40. NSVL tehnilist ja majanduslikku sõltumatust välisriikidest iseloomustab see tõik, et neljanda stalinliku viisaastaku plaan näeb ette metallitöötlemismasinate arvu suurendamist NSVL-s 1 300 000-ni. See arv ületab USA metallitöötlemismasinate arvu 1940. aastal umbes 30% võrra. Kui suur oli USA metallitöötlemismasinate arv 1940. a.?

41. „Uue stalinliku viisaastaku esimese aasta esimese nelja kuu jooksul valmistas Željabovi nimeline tekstiilvabrik üle plaani 210 000 m riiet, tõstes tööproduktiivsust võrreldes möödunud aasta neljanda kvartaliga 27% võrra. ... Željabovlased kohustusid 1946. aastal laskma välja 600 000 m riiet üle plaani".

1) Mitu meetrit riiet valmistas vabrik a) 1945. aasta neljandas kvartalis, b) 1946. aasta esimese nelja kuu jooksul?

2) Mitme protsendi võrra tõuseb tööproduktiivsus 1946. aastal võrreldes 1945. aasta neljanda kvartaliga?

42. ENSV rahvamajanduse taastamise ja arendamise alal 1946.—1950. a. viisaastaku plaan näeb ette järgmised näitajad:

Saadused	Tootmisplaan 1950. a. jaoks	Toodangu suurenemine võrreldes sõjaeelse tasemega %%-des
Põlevkivi	1 800 000 t	125
Põlevkivi toorõli	150 000 t	90
Bensiin	20 000 t	55
Paber	35 000 t	75
Tellised	136 000 000 tk.	136
Tsement	160 000 t	126
Lubi	70 000 t	92
Nahkjalatsid	923 000 paari	95
Puuvillane riie	11 400 000 m	300
Linane riie	4 000 000 m	71

1) Kui suur oli ülalloetletud saaduste sõjaeelne toodang?

2) Mitu korda suureneb üksikute saaduste toodang 1950. aastal võrreldes sõjaeelse toodangu tasemega?

43. Neljanda stalinliku viisaastaku esimesel poolaastal on ENSV-s saavutatud järgmised tulemused viisaastaku plaani täitmise alal:

	1946. a. I poolaasta toodang rublades	
	Plaani järgi	Tegelikult
Kogu ENSV tööstus	158 811 000	166 769 000
Sellest:		
Põlevkivitööstus	3 547 000	4 355 000
Elektrijaamade energia	3 358 000	3 601 000
Tekstiiltööstus „Kreenholm"	877 000	993 000
Toiduainetetööstus	24 400 000	27 976 000
Tselluloosi- ja paberitööstus	3 627 000	3 274 000
Kalatööstus	3 100 000	2 838 000
Kohalik tööstus	33 500 000	32 424 000

Väljenda üksikute tööstuste plaani täitmise määr protsentides.

$$\text{Omahind} \begin{matrix} + \text{kasum} \\ - \text{kahju} \end{matrix} = \text{müügihind}$$

44. Mootor, mille omahind oli 3 175 rbl., müüdi 3 450 rbl. eest. Mitu protsenti omahinnast on kasum?

45. Masin, mille omahind oli 427,50 rbl., müüdi edasi 13,75 rbl. kasumiga. Mitu protsenti a) omahinnast, b) müügihinnast on kasum?

46. Üksiktoote omahind on 6,65 rbl.

1) Kui suur on toote müügihind, kui saadud kasum on 18% omahinnast?

2) Mitu protsenti müügihinnast on kasum?

47. Laud, mille omahind oli 85 rbl., müüdi 8,5%-se kahjuga. Kui suur oli laua müügihind?

48. Masina müügihind oli 16,4% võrra omahinnast suurem. Kui suur oli masina omahind, kui müügihind oli 275 rbl.?

49. Müües toote 120 rbl. eest kaotati müümisel 2,75% omahinnast. Kui suur oli toote omahind?

50. Toote omahind on 15,45 rbl. Kui suur on toote müügihind, kui omahind on 86% müügihinnast?

51. Toote müügihind on 22,50 rbl. Kui suur on omahind, kui kasum on 8,5%?

52. Kasum oli 14% toote müügihinnast. Mitu protsenti omahinnast on kasum?

Bruto = neto + taara

Bruto — kaubakaal ühes pakisega,
neto — kauba enese kaal ehk puhaskaal ja
taara — pakise kaal.

53. Anum ühes õliga kaalub 156,6 kg.

1) Kui suur on õli netokaal, kui anum kaalub 7,75 kg?
2) Mitu protsenti on taara brutokaalust?

54. Kauba brutokaal on 285 g ja netokaal 250 g. Mitu protsenti a) brutokaalust, b) netokaalust on taara?

55. Kui suur on taara, kui kauba puhaskaal on 75 g ja moodustab 94% brutokaalust?

56. Kui suur on kauba a) netokaal, b) brutokaal, kui taara on 5 kg 650 g ja moodustab 4,25% brutokaalust?

57. Kauba brutokaal on 62,8 kg. Kui suur on kauba netokaal ja taara, kui viimane on 6,9% brutokaalust?

58. Kui suur on kauba netokaal, kui brutokaal on 585 g ja 117% netokaalust?

59. Kaup ühes kastiga kaalub 125,8 kg. Kui suur on a) kastikaal, b) kaubakaal, kui kastikaal on 3,5% kaubakaalust?

---

60. Kui suur on mootori a) aastane vananemiskulu, b) amortisatsioonimäär, kui mootor maksis 354 rbl. ja tema iga on 18 aastat?

61. Kui suur on masina a) aastane vananemiskulu, b) iga, kui masina ostuhind oli 580 rbl. ja tema amortisatsioonimäär on 7½%?

62. Kui suur oli masina ostuhind, kui tema amortisatsioonimäär on 5½% ja kui iga aasta kustutatakse 75,45 rbl. masina väärtusest?

63. Kui kõrgelt tuleb hinnata masina väärtust 6½ aasta pärast, kui ta maksis uuena 278 rbl. ja kui iga-aastasel hindamisel kustutatakse 9¾% ostuhinnast?

64. Kui palju maksis masin uuena, kui 5 aasta töötamise järel hinnati selle väärtus 82,50 rublale ja kui amortisatsioonimäär oli 12½%?

65. Töölise tunnitasu on 1,38 rbl. Kui suur on nädalateenistus, kui ta töötab nädalas 59 tundi, nendest 11 ületundi 25%-se lisatasuga?

66. 10-tunnise tööpäeva eest saab tööline 22,05 rbl. Kui suur on ta tunnitasu, kui kahe ületunni eest makstakse 50%-st lisatasu?

67. Töölise tunnitasu on 1,85 rbl. Kui suur on ta aastateenistus, kui ta töötab aastas 259 päeva à 8 tundi ja 37 päeva à 10 tundi, saades ületundide eest 50%-st lisatasu?

68. Töölise palk tunnitöö alusel on 2,05 rbl. tunnis. Tükitöö alusel teenis ta aga 8-tunnise tööpäeva kestel 34 rbl. Kui suur on töölise tegelik tunniteenistus ja mitu protsenti teenib tööline tükitöö alusel rohkem kui tunnitöö alusel?

69. Lukusepp ja ta abiline seadsid masina üles 18 tööpäeva ja 2 puhkepäevaga, tehes igal tööpäeval 4 ületundi. Lukusepa tunnitasu oli 1,98 rbl., abilisel 1,25 rbl. Puhkepäevade ja ületundide eest makseti 50%-st lisatasu.

1) Mitu rubla teenis a) lukusepp, b) lukusepa abi?
2) Mitu protsenti teenis lukusepp rohkem abilisest?
3) Mitu protsenti teenis abiline vähem lukusepast?

70. Tööline töötas nädalas 21 tundi tükitöö ja 27 tundi tunnitöö alusel.

1) Kui suur on töölise nädalateenistus, kui ta teenis tükitööga 48 rbl. ja tunnitööga 1,80 rbl. tunnis?

2) Kui suur on töölise keskmine tunniteenistus?

3) Mitu protsenti on keskmine tunniteenistus suurem tunnitöö tunniteenistusest?

71. Tööline töötas nädalas järgmiselt: 14 tundi tükitöö alusel, saades töö eest 68 rbl., 15 tundi tunnitöö alusel, saades tunnis 2,32 rubla, ja lõpuks veel 19 tundi tükitöö alusel, saades töö eest 76 rbl.

1) Kui suur on töölise keskmine tunniteenistus?

2) Kui suur on protsentides tootmisnormi ületamine a) esimese, b) teise tükitöö puhul?

72. Tööline alustas esimese töönädala tükitööga ja täitis töö, milleks oli ette nähtud 32,5 tunni tasu, 24 tunniga. Edasi ta töötas veel 56 tundi tükitöö alusel, saades töö eest 196 rbl., ning lõpetas teise töönädala tunnitööga, teenides tunnis 2,05 rubla.

1) Kui suur oli töölise a) esimese, b) teise nädala teenistus, kui nädalas oli 48 töötundi?

2) Kui suur oli töölise keskmine tunniteenistus selle aja kestel?

3) Kui suur on protsentides tootmisnormi ületamine a) esimese, b) teise tükitöö puhul?

73. Sepp valmistas tükitöö alusel nädalas (48 tundi) 65 detaili, saades 100 pealt 220 rbl. Kui suur on sepa nädalateenistus ja mitu protsenti teenib ta tükitööga rohkem tunnitööst, kui põhitasu on 1,90 rbl. tunnis?

74. Lukusepp sai tükitöö alusel puuritud 150 augu eest 30,80 rbl. Mitu auku peab lukusepp puurima a) tunnis, b) minutis, et teenida põhitasust 60% rohkem, kui põhitasu on 1,80 rbl. tunnis?

75. Kolm töölist, saades ühesugust tasu, said tehtud töö eest 262,40 rbl.

1) Kui palju raha sai keegi, kui esimene töötas 48, teine 35 ja kolmas 45 tundi?

2) Mitu protsenti teenitud töötasust sai keegi?

76. Kaks töölist, olles ühekaua tööl, teenisid kokku 568 rbl.

1) Mitu rubla sai kumbki, kui esimese töölise tunnitasu on 2,85 rbl. ja teise 2,15 rbl.?

2) Mitu protsenti teenis esimene tööline rohkem teisest?

77. Kaks töölist, saades ühesugust tasu, teenisid kokku 206,03 rbl. Esimene töötas 6 päeva à 8 tundi, teine 5 päeva à 10 tundi, saades ületundide eest 50%-st lisatasu. Kui suur oli tunnitasu ja mitu rubla teenis kumbki?

78. Kuueliikmelises brigaadis töötas üks 7. järgu lukusepp tunnitasuga 2,05 rbl., kaks 6. järgu lukuseppa tunnitasuga 1,90 rbl. ja kolm 5. järgu lukuseppa tunnitasuga 1,75 rbl. Kui palju teenis keegi, kui terve brigaadi kuuteenistus oli 3308,80 rbl. ja kõik peale ühe olid töötanud kuus 200 tundi, kuna üks 6. järgu lukusepp oli temaga juhtunud tööõnnetuse tõttu töötanud kuus ainult 120 tundi?

79. Lukusepp vajab puuritava augu märkimiseks detailile 6 min. Lukusepa tunnitasu on 2,10 rbl. Märkimist on võimalik asendada vastava konduktoriga, mille valmistamishind on 105 rbl. Mitu detaili tuleks vähemalt märkida, et konduktori valmistamine end tasuks?

7. Promillarvutamine.

$1\,^0/_{00} = \frac{1}{1000}$ tervikust

$1000\,^0/_{00} =$ tervik

$10\,^0/_{00} = 1\,\%$

Promill mingist arvust on üks tuhandik sellest arvust. Promillarvutamine toimub analoogiliselt protsentarvutamisega.

1. Leida $1\,^0/_{00}$ a) 400 rublast, b) 1 250 rublast, c) 7 500 rublast, d) 145,50 rublast, e) 0,80 rublast!

2. Leida a) $2\,^0/_{00}$, b) $3\frac{1}{2}\,^0/_{00}$, c) $5\,^0/_{00}$, d) $7\frac{1}{2}\,^0/_{00}$, e) $\frac{1}{2}\,^0/_{00}$ 180 rublast, 3 500 rublast, 15 000 rublast, 8 575 rublast!

3. Mitu promilli on a) 5,20 rubla 26 000 rublast, b) 75 kopikat 1 500 rublast, c) 1,60 rubla 4 800 rublast?

VII. Keskmise arvutamisest.

Õpilase töötasud kolmel üksteisele järgneval kuul olid: 104 rubla, 96 rubla ja 106 rubla. Kui suur oleks olnud õpilase kuutasu, kui ta kõigil kolmel kuul oleks teeninud ühepalju ning kokku sama summa?

Esiteks tuleb leida õpilase kolme kuu töötasu:

$$104 + 96 + 106 = 306 \text{ rubla.}$$

Jagades saadud summa kuude arvuga leitakse, et õpilane oleks kuus teeninud

$$306 : 3 = 102 \text{ rubla.}$$

Niiviisi arvutatud kuutasu nimetatakse keskmiseks kuutasuks. Kui õpilane oleks iga kuu teeninud 102 rubla, siis oleks ta kolme kuuga teeninud $3 \cdot 102 = 306$ rubla, s. o. saadud kuutasude summa.

Juhis: Antud arvude keskmise leidmiseks liidetakse kõik antud arvud ja saadud summa jagatakse liidetavate arvuga.

1. Leida järgmiste arvude keskmine:

a) 45, 29, 42;
b) 26, 29, 35;
c) 0,072, 0,107, 0,056, 0,096;
d) 0,87, 1,08, 0,94, 1,26;
e) 0,34, 0,44, 0,41.

2. Kuue töölise tunnitasud on 1,70, 2,05, 1,95, 1,86 ja 1,90 rbl. Leida tööliste keskmine tunnitasu.

3. Kolme valatise kaalud on 5,6, 4,8 ja 5,2 t. Leida valatise keskmine kaal.

Käitis ostis pronksi 6 kg à 10 rubla, 12 kg à 9 rubla 32 kg à 8 rubla. Kui suur oleks olnud ostetud pronksi 1 kg hind, kui iga koguse kg eest oleks makstud ühepalju?

Esiteks tuleb leida, kuipalju maksti kõigi kolme pronksi koguse eest:

$$6 \cdot 10 + 12 \cdot 9 + 32 \cdot 8 = 60 + 108 + 256 = 424 \text{ rubla.}$$

Teiseks, kui palju pronksi osteti üldse:

$$6 + 12 + 32 = 50 \text{ kg.}$$

Jagades nüüd pronksi koguste eest makstud summa selle kogukaaluga leitakse, et 1 kg pronksi keskmine hind oli

$$424 : 50 = 8.48 \text{ rubla.}$$

Tähelepanu! 1 kg pronksi keskmise hinna leidmisel tuli peale üksuse hinna veel arvesse võtta ostetud koguste kaalu. Koguste üksushindade põhjal arvutatud keskmine hind

$$\frac{10 + 9 + 8}{3} = \frac{27}{3} \text{ ehk } 9 \text{ rubla}$$

ei võrdu mitte 1 kg pronksi tõelise keskmise hinnaga.

4. Osteti 45 rm puitu à 39,60 rubla ja 13,50 rm puitu à 34,60 rubla. Leida ostetud puidu keskmine hind!

5. Osteti messingit: 15,5 kg à 5,10 rubla, 10,3 kg à 6,20 rubla ja 2,75 kg à 5,80 rubla. Leida messingi kg keskmine hind!

6. Osteti terast: 153 kg à 45 kopikat, 296 kg à 40 kopikat, 52 kg à 49 kopikat ja 456 kg à 43 kopikat. Leida terase kg keskmine hind!

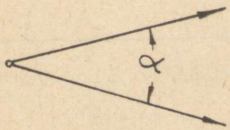
7. Käitis maksis 15 töölisele 2,10 rubla, 12 töölisele 1,85 rubla ja 5 töölisele 2,75 rubla tunnis. Leida keskmine tunnitasu!

8. Tööline teenis kuus järgmiselt: 60 tundi à 1,50 rubla, 120 tundi à 1,20 rubla ja 70 tundi à 2,10 rubla. Kui suur oli keskmine tunnitasu kuus?

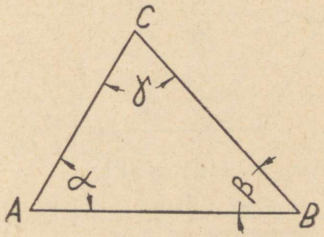
VIII. Nurgad ja nurkade arvutamine.

Nurk on kujund, mille moodustavad kaks ühest ja samast punktist väljuvat kiirt.

Nurka moodustavaid kiiri nimetatakse nurga **haaradeks** ja nende ühist otspunkti nurga **tipuks**.



Joon. 1.



Joon. 2.

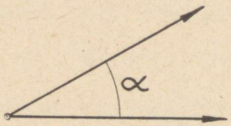
Nurka tähistatakse tehnikas tavaliselt väikse kreeka tähega *), näiteks nurk α (loe: alfa), nurk β (loe: beeta), nurk γ (loe: gamma).

Nurga mõõduühikuks on nurgakraad (tähis: ^{0}), nurgaminut (tähis: $'$) ja nurgasekund (tähis: $''$).

1 täisnurk $= 90^0$
$1^0 = 60' = 3\,600''$
$1' = 60''$

*) Vaata lisas kreeka tähestikku.

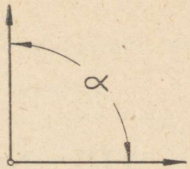
Nurkade liigitelu:



Joon. 3. Teravnurk,

$\alpha = 0 \ldots 90^0$

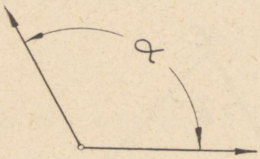
(Teravnurk on väiksem täisnurgast.)



Joon. 4. Täisnurk,

$\alpha = 90^0$

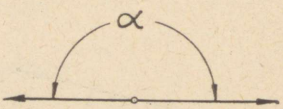
(Täisnurk on veerand täispöördest.)



Joon. 5. Nürinurk;

$\alpha = 90 \ldots 180^0$

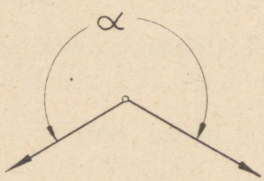
(Nürinurk on suurem täisnurgast ja väiksem sirgnurgast.)



Joon. 6. Sirgnurk,

$\alpha = 180^0$

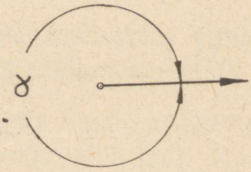
(Sirgnurk on pool täispöördest.)



Joon. 7. Kumernurk,

$\alpha = 180 \ldots 360^0$

(Kumernurk on sirgnurgast suurem.)



Joon. 8. Täispööre

$\alpha = 360^0$

Täisnurga haarad on teineteisega risti; seega kaks sirget ristuvad, kui nende lõikumisel tekib täisnurk.

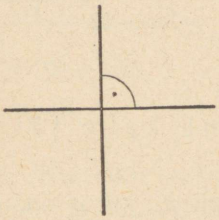
1. Mitu kraadi ja minutit on a) $26{,}5^0$, b) $8{,}6^0$, c) $24\frac{1}{2}^0$, d) $62\frac{1}{3}^0$, e) $75\frac{7}{17}^0$?

2. Mitu minutit ja sekundit on a) $2\frac{1}{5}^0$, b) $0{,}15^0$, c) $0{,}65^0$, d) $0{,}8^0$, e) $0{,}022^0$?

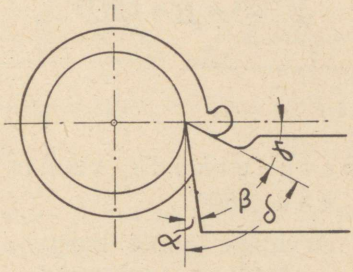
3. Liita: $14^0 + 15^016' + 27^053'' + 20^046'12'' + 32''$.

Näidis:
$$\begin{array}{r} 52^063' \\ +\ 47^042' \\ \hline 99^0105' \end{array}$$
$(105' = 90' + 45'$ ehk 1^0 ja $45')$

ehk $100^045'$.



Joon. 9.



Joon. 10.

4. Lõiketera seljanurk α on 8^0 ja kiilunurk β on 55^0. Kui suur on lõikenurk δ ja laastunurk γ, kui $\gamma + \delta = 90^0$?

5. Liita: $18{,}7^0 + 42' + 5^016' + 45' + 8{,}55^0 + 6{,}3'$.

6. Leida nurkade vahe $\alpha - \beta$, kui a) $\alpha = 78^016'$ ja $\beta = 53^08'$, b) $\alpha = 35^012'$ ja $\beta = 21^042'$, c) $\alpha = 142^018'52''$ ja $\beta = 93^012'15''$.

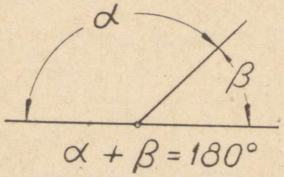
Näidised: 1)

$$\begin{array}{r|l} 72^\circ 20' & 71^\circ 80' \\ -45^\circ 40' & 45^\circ 40' \\ \hline & 26^\circ 40' \end{array} \qquad (80' = 60' + 20')$$

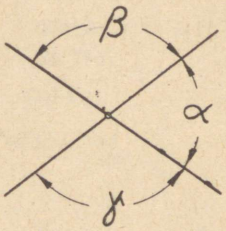
2)

$$\begin{array}{r|l} 90^\circ & 89^\circ 60' \\ -82^\circ 45' & 82^\circ 45' \\ \hline & 7^\circ 15' \end{array}$$

Kõrvunurkadeks nimetatakse kaht nurka, millel on ühine tipp, üks ühine haar ja mille teised haarad moodustavad sirgjoone.



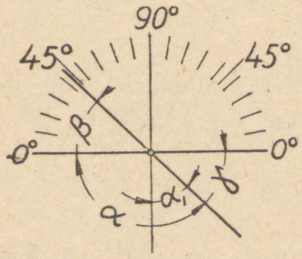
Joon. 11.



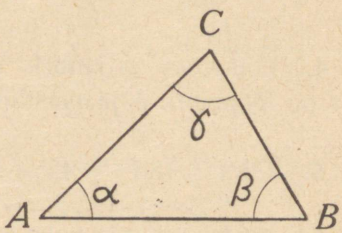
Joon. 12.

Kõrvunurkade summa võrdub kahe täisnurgaga ehk 180°.

7. Arvutage antud nurga α kõrvunurk β, kui α on a) 90°, b) 42°, c) $15^\circ 26'$, d) $148^\circ 58' 47''$.



Joon. 13.



Joon. 14.

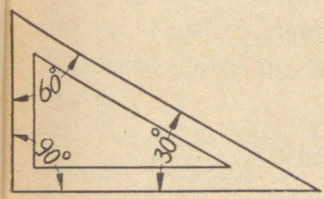
Ühe ja sama nurga kõrvunurki nimetatakse **tippnurkadeks.** Tippnurgad β ja γ on võrdsed.

8. Nurgamõõtja näitab, et nurk β on a) 36^0, b) 78^0, c) 42^0. Kui suured on nurgad α, α_1 ja γ?

9. Kui suur on nurk, mis on oma kõrvunurgast 24^0 võrra väiksem?

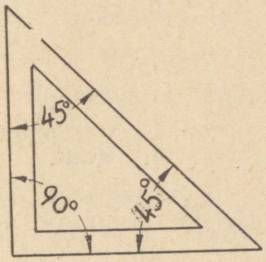
Kolmnurga sisenurkade summa võrdub sirgnurgaga ehk 180^0-ga.

Näidised: Leida joonestuskolmnurkade sisenurkade summa.



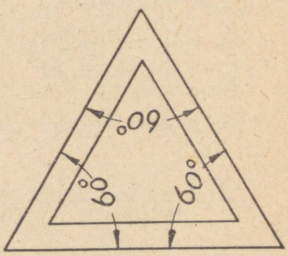
$30^0 + 60^0 + 90^0 = 180^0$

Joon. 15.



$45^0 + 45^0 + 90^0 = 180^0$

Joon. 16.



$60^0 + 60^0 + 60^0 = 180^0$

Joon. 17.

10. Kui suur on kolmnurga nurk γ, kui a) $\alpha = 48^0$ ja $\beta = 42^0$, b) $\alpha = 65^0$ ja $\beta = 78^0 50'$, c) $\alpha = 105^0 25'$ ja $\beta = 27^0 42'$.

11. Korrutage a) 4-ga, b) 5-ga, c) 6-ga järgmised nurgasuurused: a) $25^0 30'$, b) $15^0 18'$, c) $82^0 55'$.

Näidis: $3 \cdot 45^0 35' = 3 \cdot 45^0 + 3 \cdot 35' = 135^0 + 105'$
ehk $135^0 + (60' + 45')$ ehk $136^0 45'$.

12. Jagage a) 3-ga, b) 5-ga, c) 8-ga järgmised nurgasuurused: a) 180^0, b) $135^0 20'$, c) $272^0 50'$.

Näidis: $137^0 : 3$ $137^0 : 3 = 45^0$, jääk $2^0 = 2 \cdot 60'$ ehk $120'$ | 3
0 | $40'$

Seega $137^0 : 3 = 45^0 40'$.

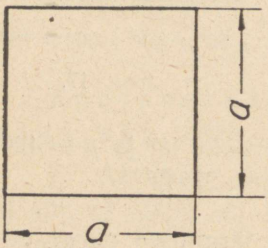
IX. Pindalade arvutamine.

Tarvitatavad tähised:

a, b, c — küljepikkused või alused
h — kõrgus
r, R — raadius
d, D — läbimõõt
C — ümbermõõt
k — kaare pikkus
φ — kesknurk
b — kõõlu pikkus
S — pindala

1. Ruut.

Ruut on võrdkülgne ja täisnurkne nelinurk.



Joon. 18.

Ruudu ümbermõõt on neljakordne külje pikkus.

$$C = 4a$$

Ruudu pindala võrdub külje pikkuse teise astme ehk ruuduga.

$$S = a^2$$

1. Leida järgmiste ruutude pindalad, kui ruudukülg a on: a) 5,6 cm, b) 138 mm, c) 0,81 m, d) 0,38 m, e) 2,05 dm!

2. Ruudu-kujulise õue ümbermõõt on 34,8 m. Kui suur on õue pindala?

3. Kui suur on ruudu külg, kui ruudu pindala on a) 4 m^2, b) 25 dm^2, c) 100 cm^2, d) 92 dm^2, e) 134,56 dm^2, f) 0,23 m^2?

4. Ühe ruutterase põikpindala on 25 cm^2. Teise ruutterase külg on 2 korda suurem. Kui suur on teise ruutterase külg ja põikpindala?

5. Mitu korda suureneb ruutterase põikpindala, kui tema külge suurendatakse 3 korda?

6. Mitu korda suureneb ruutterase ümbermõõt, kui tema külge suurendatakse 3 korda?

7. Kuidas muutub ruudukujulise terasplaadi pindala, kui tema külge a) suurendatakse 5 korda, b) vähendatakse 10 korda?

8. Kuidas muutub ruudukujulise messingplaadi ümbermõõt, kui tema külge a) suurendatakse 5 korda, b) vähendatakse 10 korda?

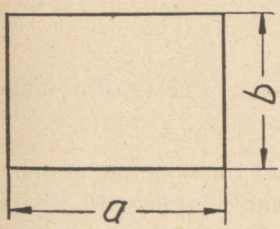
9. Mitu korda peab suurendama ruutterase külge, et ta põikpindala suureneks a) 49 korda, b) 81 korda?

10. Mitu korda peab vähendama ruutterase külge, et a) ta põikpindala väheneks 9 korda, b) ümbermõõt väheneks 9 korda?

11. Kahe ruudukujulise pleki pindalad on 2 dm^2 ja 200 dm^2. Mitu korda on teise pleki külg suurem esimese omast?

2. Ristkülik.

Ristkülik on nelinurk, mille lähisküljed (a ja b) on üksteisega risti.



Joon. 19.

Ristküliku ümbermõõt on kahekordne pikkuse ja laiuse summa.

$$C = 2(a + b)$$

Ristküliku pindala võrdub pikkuse ja laiuse korrutisega.

$$S = a \cdot b$$

1. Leida järgmiste ristkülikute pindalad ja ümbermõõdud:

	a	b	c	d	e
pikkus *a*	248 mm	5,8 dm	19,6 dm	412 mm	24 dm
laius *b*	185 mm	162 mm	852 cm	36,8 cm	108 cm

2. Joonestuslaua pikkus on 850 mm ja ümbermõõt 2,9 m. Kui suur on ta pindala?

3. Ristküliku-kujulise pleki pindala on 12,36 dm^2 ja pikkus 412 mm. Kui suur on pleki laius?

4. Ristküliku-kujulise pleki laius on 0,24 dm ja pindala 0,768 m^2. Kui suur on pleki pikkus?

5. Kahel ristküliku-kujulisel plekil on võrdsed kõrgused. Esimese pleki pindala on 10 dm^2. Teise pleki alus on 2 korda suurem. Kui suur on teise pleki pindala?

6. Kahel ribaterasel on võrdsed alused. Teise kõrgus on 3 korda väiksem. Mitu korda on teise ribaterase põikpindala väiksem?

7. Kuidas muutub ribaterase põikpindala, kui ta ühe külje muutmata jäädes teist külge a) suurendatakse 4 korda, b) suurendatakse 10 korda, c) vähendatakse 2 korda, d) vähendatakse 7 korda?

8. Kuidas muutub ribaterase põikpindala, kui ta üht külge suurendatakse 2 ja teist 3 korda?

9. Kuidas muutub ristküliku-kujulise pleki pindala, kui ta mõlemaid külgi a) suurendatakse 2 korda, b) suurendatakse 10 korda, c) vähendatakse 3 korda, d) vähendatakse 5 korda?

10. Kuidas muutub ristküliku-kujulise pleki ümbermõõt, kui ta mõlemaid külgi a) suurendatakse 2 korda, b) vähendatakse 5 korda?

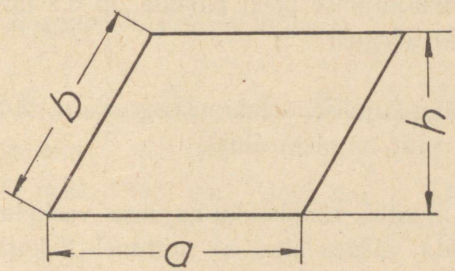
11. Kuidas muutub ribaterase põikpindala, kui ta a) üht külge suurendatakse 6 korda ja teist vähendatakse 2 korda, b) üht külge suurendatakse 2 korda ja teist vähendatakse 10 korda?

12. Ühe ristküliku-kujulise pleki pindala on 48 cm^2 ja ümbermõõt 28 cm. Teise ristküliku-kujulise pleki küljed on a) 3 korda suuremad, b) 4 korda väiksemad. Kui suured on teise pleki pindala ja ümbermõõt?

13. Ühe ribaterase põikpindala on 64 mm^2. Teise ribaterase üks külg on 4 korda väiksem, teine külg 4 korda suurem kui esimesel. Kui suur on teise ribaterase põikpindala?

3. Rööpkülik.

Rööpkülik ehk parallelogramm on rööpsete vastaskülgedega nelinurk.



Joon. 20.

Rööpküliku ümbermõõt on aluse ja tema lähiskülje kahekordne summa.

$$C = 2(a + b)$$

Rööpküliku pindala võrdub aluse ja kõrguse korrutisega.

$$S = a \cdot h$$

1. Leida järgmised rööpkülikute pindalad ja ümbermõõdud:

	a	b	c	d	e
alus a	425 mm	365 mm	0,68 m	20,5 cm	680 mm
külg b	33,5 cm	4,72 dm	37,8 cm	290 mm	2,4 dm
kõrgus h	2,9 dm	42,5 cm	312 mm	2,4 dm	18 cm

2. Rööpküliku-kujulisel käitise õuel on pikem külg 12,4 m ja lühem külg $\frac{4}{5}$ kõrgusest. Kui suur on õue ümbermõõt, kui pindala on 85,56 m²?

3. Rööpküliku-kujulise pleki pindala on 6,2 dm², alus 15,5 cm. Kui suur on pleki kõrgus?

4. Rööpküliku-kujulise pleki kõrgus on 2,40 dm, pindala 223,2 cm². Kui suur on pleki alus?

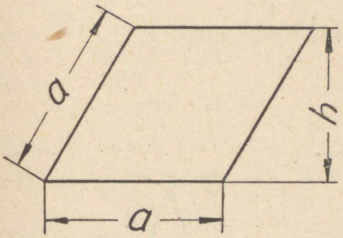
5. Kuidas muutub rööpküliku-kujulise vaskplaadi pindala, kui kõrguse muutmata jäädes alus a) suureneb 2 korda, b) suureneb 4 korda, c) väheneb 10 korda?

6. Kuidas muutub rööpküliku-kujulise messingplaadi pindala, kui aluse muutmata jäädes kõrgus a) suureneb 6 korda, b) väheneb 3 korda?

7. Kuidas muutub rööpküliku-kujulise tsinkplaadi pindala, kui alus ja kõrgus a) suurenevad 5 korda, b) vähenevad 6 korda?

4. Romb.

Romb on võrdkülgne rööpkülik.



Joon. 21.

Rombi ümbermõõt on neljakordne külje pikkus.

$$C = 4a$$

Rombi pindala võrdub aluse ja kõrguse korrutisega.

$$S = a \cdot h$$

1. Leida järgmiste rombide pindalad:

	a	b	c	d	e
alus a	145 mm	5,3 dm	195 m	68 mm	12,82 dm
kõrgus h	125 mm	38,2 cm	16,3 dm	4,8 cm	0,738 m

2. Rombi-kujulise käitiseõue ümbermõõt on 25,6 m. Kui suur on õue pindala, kui rombi kõrgus on $\frac{7}{8}$ külje pikkusest?

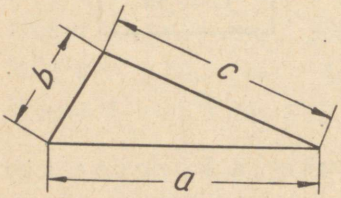
3. Rombi-kujulise pleki pindala on 378,9 cm², alus 256 mm. Kui suur on pleki kõrgus?

4. Rombi-kujulise alumiiniumpleki pindala on 444 000 mm² ja kõrgus 0,74 m. Kui suur on pleki alus?

5. Kolmnurk.

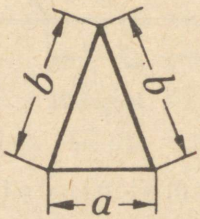
Kolme sirglõiguga piiratud tasapinna osa nimetatakse kolmnurgaks.

Kolmnurki liigitatakse külgede ja nurkade järgi:



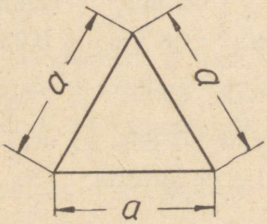
Joon. 22.

Isekülgne kolmnurk — tal ei ole võrdseid külgi.



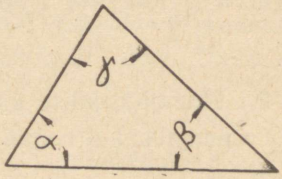
Joon. 23.

Võrdhaarne kolmnurk — tal on kaks võrdset külge.



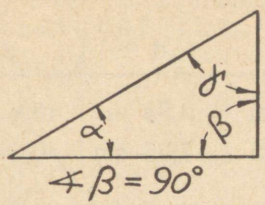
Joon. 24.

Võrdkülgne kolmnurk — tal on kolm võrdset külge.



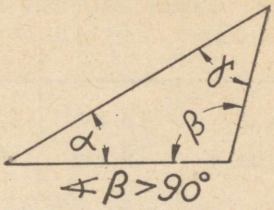
Joon. 25.

Teravnurkne kolmnurk — kõik nurgad on teravnurgad, s. o. 90^0-st väiksemad.



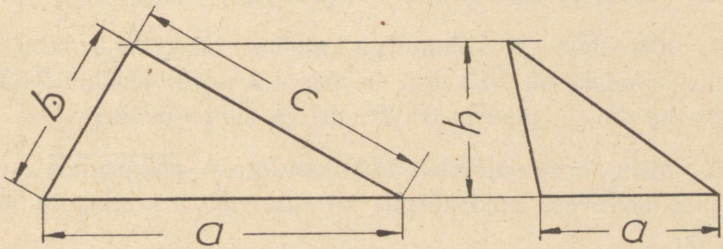
Joon. 26.

Täisnurkne kolmnurk — üks nurkadest on täisnurk, s. o. 90° suur.



Joon. 27.

Nürinurkne kolmnurk — üks nurkadest on nürinurk, s. o. 90°-st suurem.



Joon. 28.

Kolmnurga ümbermõõt on tema külgede summa.

$$C = a + b + c$$

Kolmnurga tipust vastasküljele või selle pikendusele joonestatud ristlõiku nimetatakse kolmnurga kõrguseks (tähis: h) ja külge, millele on joonestatud kõrgus, kolmnurga aluseks (tähis: a).

Kolmnurga pindala võrdub aluse ja kõrguse poole korrutisega.

$$S = \tfrac{1}{2}ah$$

1. Leida järgmiste kolmnurkade pindalad:

	a	b	c	d	e
alus a	15 cm	420 mm	635 mm	0,83 m	13,6 cm
kõrgus h	18 cm	56 cm	7,8 dm	17,55 cm	0,62 dm

2. Võrdkülgse kolmnurga-kujulise terasplaadi ümbermõõt on 2,43 m. Kui suur on ta pindala, kui on teada, et võrdkülgse kolmnurga kõrgus on alati 0,866 külje pikkusest?

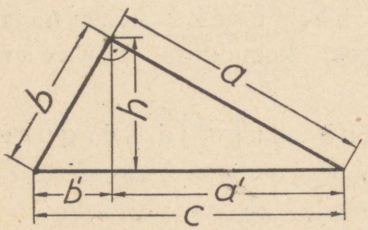
3. Kui suur on kolmnurga-kujulise vaskplaadi alus, kui plaadi a) pindala on 84,42 dm^2 ja kõrgus 1,26 m, b) pindala 786 cm^2 ja kõrgus 4,8 dm, c) pindala 0,37 m^2 ja kõrgus 612 mm?

4. Kui suur on kolmnurga-kujulise tsinkplaadi kõrgus, kui plaadi a) pindala on 94,3 dm^2 ja alus 1,2 m, b) pindala 0,0216 m^2 ja alus 2,4 dm, c) pindala 3 128 cm^2 ja alus 1,36 m?

5. Mitu korda suureneb kolmkantterase põikpindala, kui selle alus jääb endiseks, kuid kõrgus a) suureneb 3 korda, b) väheneb 4 korda?

6. Ühe kolmnurga-kujulise pleki alus on 8 cm, kõrgus 12 cm. Teise kolmnurga-kujulise pleki alus ja kõrgus on a) 4 korda, b) 6 korda suuremad. Mitu korda on teise pleki pindala suurem esimese omast?

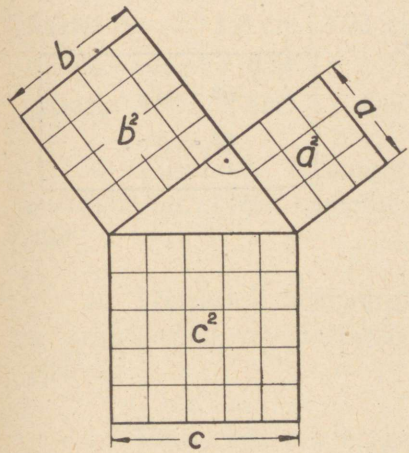
Täisnurkse kolmnurga omadusi.



Joon. 29.

Täisnurkse kolmnurga külge, mis on täisnurga vastas, nimetatakse h ü p o t e n u u s i k s (joonisel külg c); külgi, mis moodustavad täisnurga, nimetatakse k a a t e t i t e k s (joonisel küljed a ja b).

Pythagorase teoreem: täisnurkse kolmnurga hüpotenuusi ruut võrdub kaatetite ruutude summaga.



Joon. 30.

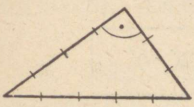
$$c^2 = a^2 + b^2$$

siit $c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$a = \sqrt{c^2 - b^2}$

$b = \sqrt{c^2 - a^2}$

Kolmnurk külgedega 3, 4 ja 5 ühikut on täisnurkne kolmnurk. Selle vana tõe põhjal konstrueerivad näiteks ehitusmeistrid täisnurka.



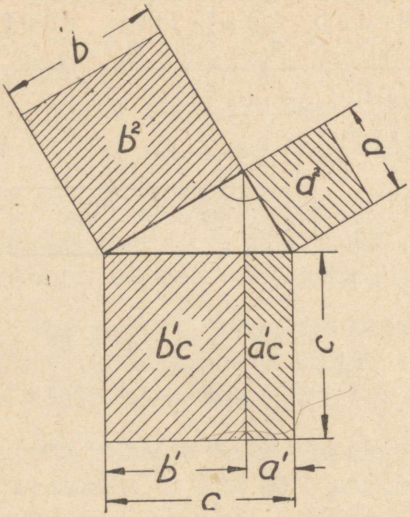
Joon. 31.

Et $5^2 = 25$ ja

$3^2 + 4^2 = 9 + 16 = 25$,

siis $5^2 = 3^2 + 4^2$.

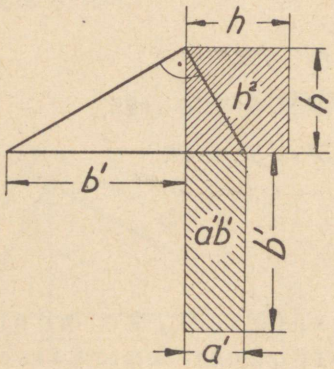
Eukleidese teoreem: täisnurkse kolmnurga kaateti ruut võrdub hüpotenuusi korrutisega sama kaateti projektsiooniga hüpotenuusile.



Joon. 32.

$$a^2 = a' \cdot c$$
$$b^2 = b' \cdot c$$

Kaatetite projektsioonide teoreem: täisnurkse kolmnurga kõrguse ruut võrdub kaatetite projektsioonide korrutisega.



Joon. 33.

$$h^2 = a' \cdot b'$$

1. Kas kolmnurk külgedega 4 m, 6 m ja 8 m on täisnurkne?

2. Leida täisnurkse kolmnurga puuduvad suurused:

	a	b	c	d	e
kaatet a	150 mm	260 mm	12 cm	? mm	54 cm
kaatet b	1,8 dm	23 cm	? mm	8,4 dm	? mm
hüpotenuus c	? mm	? mm	3,5 dm	105 cm	? mm
pindala S	? dm^2	? m^2	? dm^2	? dm^2	19,44 dm^2

3. Täisnurkse kolmnurga hüpotenuus $c = 9{,}04$ dm ja kaatet $a = 6{,}42$ dm. Leida kaatetite projektsioonid hüpotenuusile ja pindala!

4. Täisnurkse kolmnurga hüpotenuus $c = 210$ mm ja kaateti a projektsioon hüpotenuusile $a' = 15$ cm. Leida ümbermõõt ja pindala!

5. Täisnurkse kolmnurga kaateti a projektsioon hüpotenuusile $a' = 250$ mm ja kaateti b projektsioon hüpotenuusile $b' = 100$ mm. Leida kõrgus, ümbermõõt ja pindala!

6. Täisnurkse kolmnurga kõrgus $h = 4{,}8$ dm ja kaateti a projektsioon hüpotenuusile $a' = 96$ cm. Leida ümbermõõt ja pindala!

7. Täisnurkse kolmnurga kaatet $a = 4{,}5$ dm ja kõrgus $h = 36$ cm. Leida ümbermõõt ja pindala!

8. Täisnurkse kolmnurga kaatet $b = 3{,}2$ dm ja projektsioon hüpotenuusile $b' = 160$ mm. Leida ümbermõõt ja pindala!

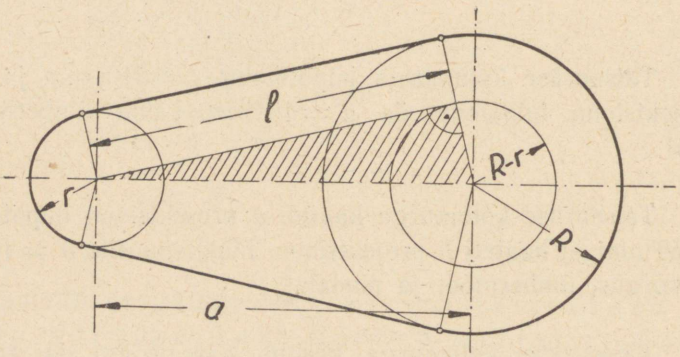
9. Võrdhaarse täisnurkse kolmnurga kujulise pleki pindala on 25,92 dm^2. Leida pleki ümbermõõt!

10. Ristküliku-kujulise terasplaadi pikkus on 560 mm ja laius 290 mm. Leida plaadi diagonaali pikkus! (Diagonaal on sirglõik,

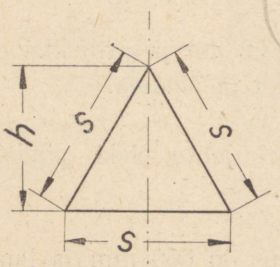
mis ühendab hulknurga kaht tippu, mis ei asetse ühel ja samal küljel).

11. Ristküliku-kujuline raam tuleb tugevdada diagonaaliga. Kui pikk on diagonaal, kui ristküliku küljed on 530 mm ja 860 mm?

12. Leida kahe ringi puutuja pikkus l, kui väikse ringi raadius on 100 mm, suure ringi raadius 400 mm ja keskpunktide vahemaa 3 000 mm.



Joon. 34.



Joon. 35.

13. Kolmkantterase põikpinna kõrgus h on 20 mm.

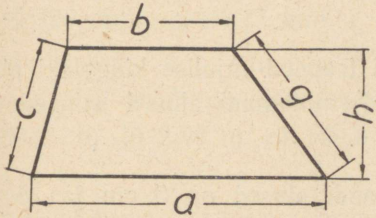
1) Kui suur on põikpinna serva pikkus s?
2) Kui suur on põikpindala?

14. Kolmkantterase põikpinna serva pikkus s on 25 mm.

1) Kui suur on põikpinna kõrgus h?
2) Kui suur on põikpindala?

6. Trapets.

Trapets on nelinurk, millel üks paar vastaskülgi on paralleelsed.



Joon. 36.

Trapetsi ümbermõõt on tema külgede summa.

$$C = a + b + c + g$$

Trapetsi paralleelseid külgi (joonisel: a ja b) nimetatakse alusteks ja nende vahelist ristlõiku (joonisel: h) trapetsi kõrguseks.

Trapetsi pindala on pool aluste summa ja kõrguse korrutisest.

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

1. Leida järgmiste trapetsite pindalad:

	a	b	c	d	e
alus a	56 cm	2,04 dm	145 mm	635 mm	14,52 dm
alus b	42 cm	16,2 cm	9,8 cm	47,5 cm	82,3 cm
kõrgus h	23 cm	86 mm	0,72 dm	250 mm	1,35 m

2. Laua kännupoolse otsa laius on 256 mm, ladvapoolse otsa laius 18,5 cm. Kui suur on laua pindala m²-tes, kui pikkus on a) 6,4 m, b) 5,8 m, c) 2,4 m?

3. Trapetsi-kujulise plekiriba alused on 2,74 dm ja 132 cm ning pindala 318,8 cm². Kui suur on plekiriba kõrgus?

4. Trapetsi-kujulise terasplaadi pindala on 7,35 dm^2, kõrgus 17,5 cm ja üks alustest 368 mm. Kui suur on plaadi teine alus?

5. Mitu korda suureneb kasti trapetsi-kujulise põhjapleki pindala, kui alused jäävad endisteks, kuid kõrgus suureneb a) 3 korda, b) 5 korda?

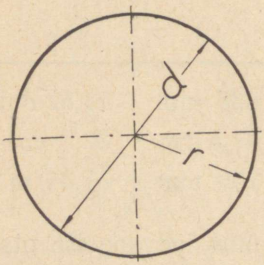
6. Mitu korda suureneb kasti trapetsi-kujulise külgpleki pindala, kui kõrgus jääb endiseks, kuid mõlemad alused suurenevad a) 2 korda, b) 10 korda?

7. Ühe trapetsi-kujulise pliiplaadi alused on 5 cm ja 15 cm ning kõrgus 8 cm. Teise trapetsi-kujulise tsinkplaadi alused ja kõrgus on a) 2 korda, b) 3 korda suuremad. Mitu korda on tsinkplaadi pindala suurem pliiplaadi omast?

7. Ring.

Tasapinna osa, mida piirab ringjoon, nimetatakse ringiks.

Ringjoone pikkus on π ja läbimõõdu korrutis. π võrdub ligikaudu 3,14-ga ehk täpsemalt 3,1416-ga.



Joon. 37.

$$C = \pi d \text{ ehk } 2\pi r$$

Ringi pindala on $\frac{\pi}{4}$ ja läbimõõdu ruudu korrutis.

$$S = \frac{\pi d^2}{4} \text{ ehk } \pi r^2$$

1. Leida ringi ümbermõõt ja pindala, kui läbimõõt on a) 15,6 cm, b) 6,45 dm, c) 12,5 mm, d) 0,545 m, e) 0,056 m?

2. Ristküliku-kujuline aken laiusega 0,56 m ja kõrgusega 0,92 m tuleb asendada pindvõrdse ringi-kujulise aknaga. Kui suur on akna läbimõõt?

3. Kui suur on kolvi läbimõõt, kui pindala on a) 50,27 cm^2, b) 10 390 mm^2, c) 32,17 dm^2?

4. Kui suur on rihmaseibi läbimõõt, kui ümbermõõt on a) 30,2 cm, b) 2,86 m, c) 100,5 cm?

5. Juhtme läbimõõt suureneb 2 korda. Mitu korda suureneb a) ümbermõõt, b) põikpindala?

6. Mitu korda peab vähendama ringi raadiust, et pindala väheneks a) 16 korda, b) 100 korda?

7. Kahe juhtme põikpindalad on 5 mm^2 ja 80 mm^2. Mitu korda on teise juhtme a) läbimõõt, b) raadius, c) ümbermõõt suurem esimese omast?

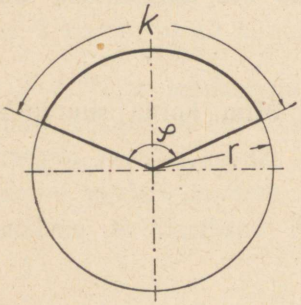
8. Kahe ringi-kujulise plekkplaadi ümbermõõdud on 2 dm ja 18 dm. Mitu korda on teise plaadi a) pindala, b) läbimõõt suurem esimese omast?

9. Tabelist nähtub, et 194-millimeetrise läbimõõduga kolvi ümbermõõt on 609,5 mm ja pindala 29 560 mm^2. Kui suured on selle põhjal 19,4-millimeetrise läbimõõduga kolvi ümbermõõt ja pindala?

8. Ringi sektor.

Sektoriks nimetatakse kahe raadiusega ja kaarega piiratud ringi osa.

Kaare pikkus on sajakaheksakümnendik arvu π korrutisest ringi raadiusega ja kraadides mõõdetud kesknurgaga.



Joon. 38.

$$k = \frac{\pi \cdot r \cdot \varphi}{180}$$

Sektori pindala on kaare ja raadiuse poole korrutis.

$$S = \tfrac{1}{2}k \cdot r \text{ ehk } \frac{\pi \cdot r \cdot \varphi}{360}$$

1. Leida järgmiste sektorite pindalad:

	a	b	c	d	e
raadius r	20 mm	0,85 dm	12,9 cm	312,5 mm	—
kesknurk φ	45^0	132^0	—	—	75^0
kaar k	—	—	95 mm	10,5 dm	38,62 cm

2. Kui suur on raadius, kui ringi sektori pindala on 293,4 cm^2 ja kaare pikkus 2,86 dm?

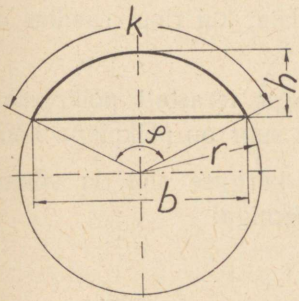
3. Kui suur on ringi läbimõõt, kui sektori kesknurk on 120^0 ja pindala 16,755 dm^2?

4. Kui suur on sektori-kujulise messingplaadi pindala, kui selle kaare pikkus on 9,08 dm ja kesknurk 65^0?

9. Ringi segment.

Segmendiks nimetatakse kõõluga (joonisel: *b*) ja kaarega piiratud ringi osa.

Ringi segmendi pindala võrdub sektori ja kõõlule toetuva kolmnurga pindala vahega.



Joon. 39.

$$S = \tfrac{1}{2}kr - \tfrac{1}{2}b\,(r - h)$$

Ligikaudsete arvutuste puhul võetakse

$$S \approx \frac{2}{3}bh$$

1. Leida järgmiste segmentide täpsed ja ligikaudsed pindalad:

	a	b	c	d	e
raadius *r*	200 mm	500 mm	80 mm	0,6 m	10 cm
kõõl *b*	395 mm	2,59 dm	150 mm	7,72 dm	15,32 cm
kaar *k*	562 mm	262 mm	19,6 cm	83,8 cm	1,745 dm
kõrgus *h*	167 mm	1,7 cm	53 mm	1,4 dm	35,7 mm

2. Leida tabeli abil a) 20^0-se, b) 80^0-se, c) 172^0-se segmendikujulise põhjapleki kaare pikkus, kõõlu pikkus, kõrgus ja pindala, kui ringi raadius on 1 meeter!

3. Leida tabeli abil a) 38^0-se, b) 72^0-se, c) 168^0-se segmendikujulise plaadi kaare pikkus, kõõlu pikkus, kõrgus ja pindala, kui ringi raadius on 2,5 dm!

4. Leida tabeli abil teraslati a) 24°-se, b) 92°-se, c) 173°-se segmendi-kujulise põikpinna kaare pikkus, kõõlu pikkus, kõrgus ja pindala, kui ringi raadius on 0,85 dm!

5. Leida tabeli abil 250°-se segmendi-kujulise vaskplaadi kaare pikkus, kõõlu pikkus, kõrgus ja pindala, kui ringi raadius on a) 1 dm, b) 0,35 m, c) 180 mm. Lahendamisel kasutage 110°-se (= 360° — — 250°) segmendi andmeid.

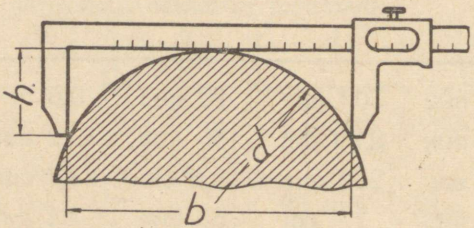
6. Leida tabeli abil 326°-se segmendi-kujulise tsinkplaadi kaare pikkus, kõõlu pikkus, kõrgus ja pindala, kui ringi raadius on a) 10 dm, b) 24 cm, c) 0,15 m!

7. Ringi segmendi-kujulise põikpinnaga teraslati põikpindala on 1 600 mm² ja selle kõrgus 24 mm. Kui suur on põikpinna kõõl?

8. Ringi segmendi kõõlu pikkuse ja kõrguse abil on võimalik arvutada ringi läbimõõtu järgmise valemiga:

$$d = \frac{b^2}{4h} + h.$$

Selle valemi abil on võimalik, vastavate mõõduriistade puudumisel, arvutada jämedamate võllide läbimõõt, kui kõõlu pikkus on mõõdetav tavalise nihkkaliibriga.



Joon. 40.

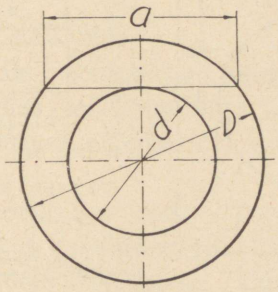
Leida võlli läbimõõt, kui

	a	b	c	d	e
nihkkaliibri harude pikkus *h* mm-tes	50	75	60	50	55
leitud mõõt (kõõl) mm-tes	220	285	285	240	240

10. Tasarõngas.

Tasarõngaks nimetatakse kujundit kahe ühise keskpunktiga ringjoone vahel.

Tasarõnga pindala võrdub mõlema ringi pindalade vahega.



Joon. 41.

$$S = \frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi d^2}{4}$$ ehk $$S = \frac{1}{4}\pi(D^2 - d^2)$$ ehk $$S = \frac{\pi a^2}{4}$$

1. Arvutage järgmiste tasarõngaste pindalad:

	a	b	c	d	e
välise ringi läbimõõt D	420 mm	3,25 dm	0,52 m	850 mm	4,42 dm
sisemise ringi läbimõõt d	310 mm	6,5 cm	420 mm	62 cm	250 mm

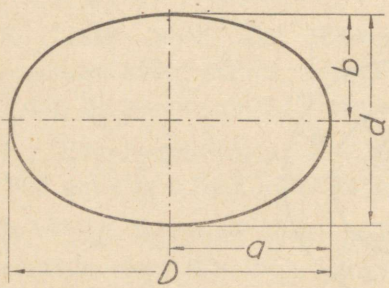
2. Kui suur on toru väline läbimõõt, kui põikpindala on 293 cm² ja sisemine läbimõõt 550 mm?

3. Kui suur on toru sisemine läbimõõt, kui põikpindala on 2 090 mm² ja väline läbimõõt 1,52 dm?

11. Ellips.

Ellipsiks nimetatakse tasapinnalist kujundit, mis tekib silindri lõikumisel tasapinnaga, mis silindri teljega moodustab teravnurga.

Ellipsi ümbermõõt võrdub ligikaudu π ja pooltelgede summa korrutisega.



Joon. 42.

ehk $C \approx \pi(a+b)$

ehk $C \approx \frac{1}{2}\pi(D+d)$

Ellipsi pindala võrdub π a pooltelgede korrutisega

$$S = \pi ab$$

ehk

$$S = \frac{1}{4}\pi Dd$$

1. Leida järgmiste ellipsite pindalad:

	a	b	c	d	e
pooltelg *a*	140 mm	9,2 dm	0,52 m	18,5 cm	31 cm
pooltelg *b*	80 mm	44 cm	3,6 dm	11,4 cm	7,3 dm

2. Ellipsi-kujulise kaane pindala on 7,16 dm² ja väiksem läbimõõt 2,28 dm. Kui suur on suurem läbimõõt?

3. Kui suur on ellipsi-kujulise kaane väiksem pooltelg, kui pindala on 439,6 cm² ja suurem läbimõõt 2,8 dm?

4. Katlaplekki paksusega 10 mm tuleb autogeenselt lõigata 18 ellipsi-kujulist auku, mille läbimõõdud on 420 mm ja 340 mm. Kui suur on a) atsetüleeni, b) hapniku kulu, kui sellise pleki lõikamiseks vajatakse tunnis 30 liitrit atsetüleeni ja 150 liitrit hapnikku ning tunnis lõigatakse 20 meetrit?

5. Katlaplekki paksusega 10 mm tuleb keevitada ellipsi-kujuline lapp, mille läbimõõdud on 250 mm ja 150 mm. Kui suur on a) atsetüleeni, b) hapniku kulu, kui 1 m sellise pleki keevitamiseks vajatakse 830 liitrit atsetüleeni ja 960 liitrit hapnikku?

12. Hulknurgad.

Hulknurka nimetatakse korrapäraseks, kui selle kõik küljed ja kõik sisenurgad on võrdsed.

Korrapärase hulknurga pindala, ümbermõõdu, sisse- ja ümberjoonestatud ringi raadiuse ning külje pikkuse leidmist võimaldab käesoleva õpiku lisas toodud korrapäraste hulknurkade tabel.

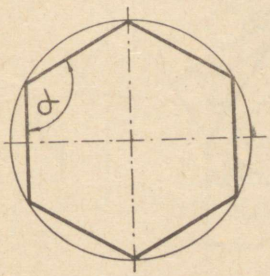
1. Leida tabeli abil:
   a) korrapärase kolmnurga sisse- ja ümberjoonestatud ringi raadius, kui kolmnurga külg on 52 mm;
   b) kuuskantterase põikpindala, kui selle põikpinna külg on 60 mm;
   c) kaheksakantterase sisse- ja ümberjoonestatud ringi raadius, kui kaheksanurga külg on 85 mm;
   d) kuuskantterase põikpinna külg, sissejoonestatud ringi raadius ja pindala, kui selle põikpinna ümberjoonestatud ringi raadius on 56 mm;
   e) korrapärase kümmenurga külg ja ümbermõõt, kui selle pindala on 29,39 dm².

Korrapärase hulknurga sisenurk α leitakse valemiga

$$\alpha = \frac{180\,(n-2)}{n}$$

kus n on hulknurga tippude arv.

Näidis: Leida kuuskantterase põikpinna sisenurk α.



Joon. 43.

$$\alpha = \frac{180\,(n-2)}{n}$$

$$\alpha = \frac{180\,(6-2)}{6}$$

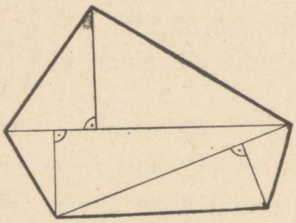
$$\alpha = \frac{180 \cdot 4}{6}$$

$$\alpha = 120^0.$$

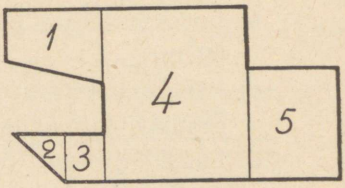
2. Kui suur on korrapärase a) nelinurga, b) kolmnurga, c) viisnurga, d) kaheksanurga, e) kümnenurga sisenurk?

3. Missuguse korrapärase hulknurga-kujulise terasplaadi sisenurk on a) 150^0, b) 140^0, c) 165^0?

K o r r a p ä r a t u hulknurga pindala määramiseks hulknurk tükeldatakse kujundeiks, mille pindala on võimalik arvutada; nende arvutamisel ja saaduste liitmisel leitakse antud hulknurga pindala.



Joon. 44.

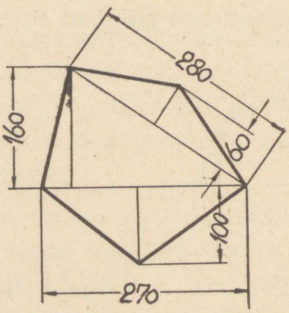


Joon. 45.

. N ä i d i s e d: 1) Antud viisnurka joonestatakse ühest tipust diagonaalid ja mõõdetakse igas niiviisi saadud kolmnurgas üks külg ja sellele vastav kõrgus. Arvutatud kolme kolmnurga pindala summa võrdub viisnurga pindalaga.

2) Antud hulknurk tükeldatakse ristkülikuteks, trapetsiteks jne., millede arvutatud pindalade liitmisel saadakse hulknurga pindala.

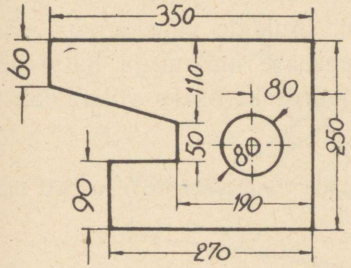
4. Leida viisnurga pindala!



Joon. 46.

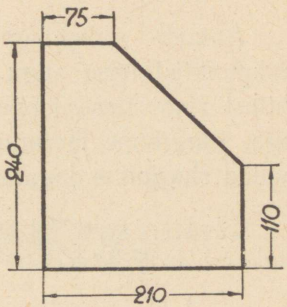
5. Leida hulknurkade pindalad!

a)



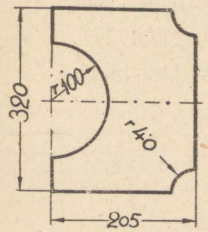
Joon. 47.

b)

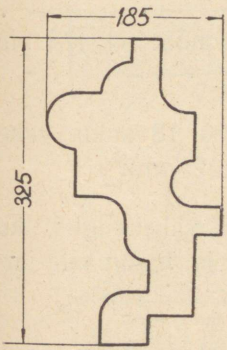


Joon. 48.

c)



Joon. 49.



Joon 50.

6. Joonestage mõned hulknurgad ja arvutage nende pindalad!

Väga keerulise kujuga hulknurga ning kaarjate äärtega pinnatükkide pindala on võimalik määrata k a a l u m i s e teel. Selleks kantakse antud hulknurk kas ühtlase paksusega papile või plekile ning lõigatakse välja. Väljalõigatud hulknurk kaalutakse ära ning jagades hulknurga kaalu papi või pleki 1 dm² kaaluga saadakse antud hulknurga pindala dm²-tes.

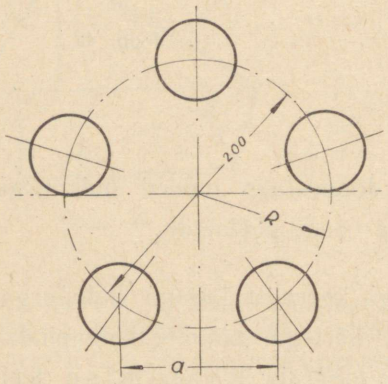
N ä i d i s: Plekist väljalõigatud hulknurga (joon. 50) kaal on 216 g. Kui 1 dm² seda plekki kaalub 56,0 g, siis on hulknurga pindala

$$216 : 56 \approx 3{,}86 \text{ dm}^2.$$

13. Ringjoone jaotamine.

Aukude vahekauguseks nimetatakse sirgjoont ühest augu keskpunktist teise augu keskpunktini. Aukude vahekaugus võrdub ühtlasi ringi sisse joonestatud korrapärase hulknurga külje pikkusega. Ringjoone jaotamist kuni 100 võrdseks osaks võimaldab lisas toodud ringjoone jagamise tabel.

Näidis: Leida aukude vahekaugus, kui ringi läbimõõt on 200 mm ja ringjoonel on 5 auku.



Joon. 51.

$a = 0{,}588 \cdot D$

$a = 0{,}588 \cdot 200$

$a = 117{,}6$

$a = 118$ (mm).

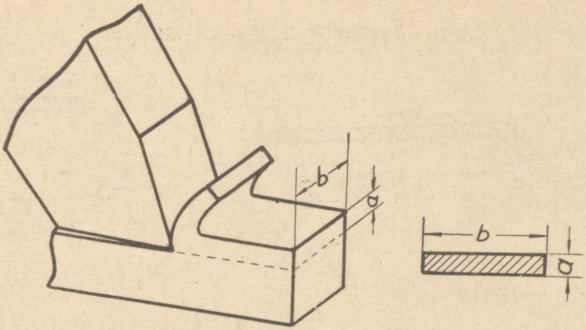
1. Leida aukude vahekaugus, kui ringi läbimõõt on 475 mm ja ringjoonel on a) 18, b) 35, c) 85 auku.

2. Kui suur on ringi läbimõõt, millel on a) 18 auku vahekaugusega 45 mm, b) 76 auku vahekaugusega 12 mm?

3. Kui suur on kahe hamba keskpunkti vahekaugus, kui hammasratta jaotusringi läbimõõt on 224 mm ja hammaste arv a) 96, b) 72, c) 48?

4. Ringi läbimõõduga 250 mm tuleb joonestada korrapärane 24-nurk. Leida külje pikkus.

14. Laastu põikpindala.



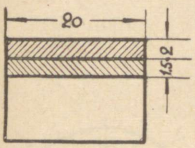
Joon. 52.

Laastu põikpindala $S = a \cdot b$,

kus a — laastu sügavus,

b — laastu laius.

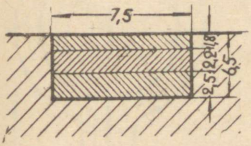
1.



Joon. 53.

Leida üksikud laastu põikpindalad mm²-tes.

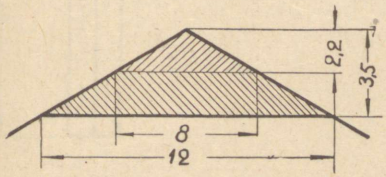
2.



Joon. 54.

Soon töödeldakse välja kolme laastuga. Leida üksikud laastu põikpindalad mm²-tes.

3.



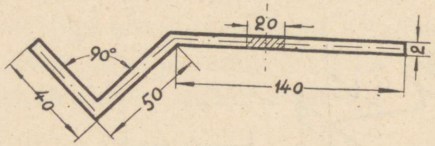
Joon. 55.

Leida teraviku maharaiumisel tekkivate laastude põikpindalad ja maharaiutava osa põikpindala mm²-tes.

15. Sirupikkus.

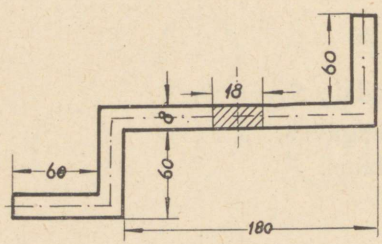
1. Leida järgmiste esemete sirupikkus:

1)



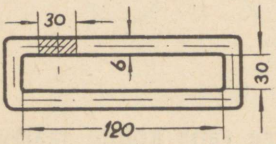
Joon. 56.

2)



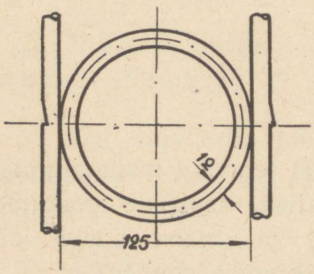
Joon. 57.

3)



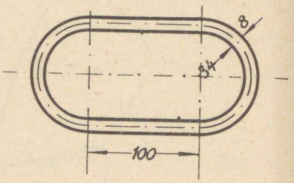
Joon. 58.

4)



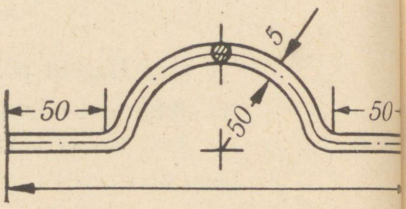
Joon. 59.

5)



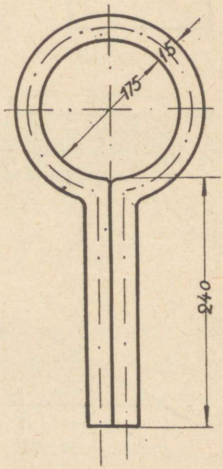
Joon. 60.

6)



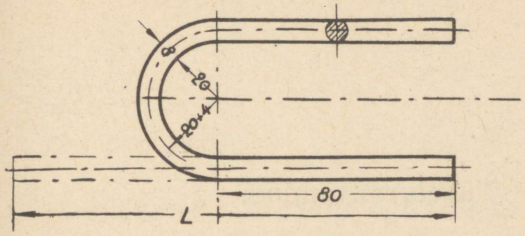
Joon. 61.

7)



Joon. 62.

Näidis: Leida obaduse sirupikkus L.



$L = 2 \cdot 80 + \frac{1}{2} \cdot 2\pi(20 + 4)$

$L = 160 + \pi \cdot 24$

$L = 160 + 75$

$L = 235$ (mm).

Joon. 63.

2. Ümarteras läbimõõduga 20 tuleb painutada rõngaks, mille sisemine läbimõõt on a) 250 mm, b) 650 mm, c) 85 mm. Leida rõnga sirupikkus, kui otsad on tömbilt kokku keevitatud.

X. Tabelarvutamine.

Tabelite kasutamine hõlbustab tõhusalt arvutamist ja võimaldab hoiduda arvutusvigadest.

Lahendage käesoleva õpiku lõpus toodud tabelite ja nende kasutamise juhiste abil allpooltoodud ülesanded.

1. Leida tabelist järgmised korrutised:

a)	b)
12 · 18	14 · 2,9
24 · 33	320 · 0,18
22 · 16	2 700 · 2,4
58 · 23	3,3 · 0,19
64 · 18	0,68 · 0,013

2. Meeter traati maksab 27 kopikat. Kui palju maksab a) 8 m, b) 27 m, c) 3,4 m d) 0,28 m, e) 520 m samahinnalist traati?

3. Tööline teenib tunnis 1,30 rubla. Mitu rubla teenib ta a) 7, b) 12, c) 18, d) 27, e) 35 tunniga?

4. Leida tabelist järgmiste ligikaudsete arvude ruudud:

a)	b)	c)	d)
1,3	45	21,7	0,0147
1,9	37	43,4	0,0832
2,42	930	65,6	0,0615
4,68	270	0,81	0,00286
8,71	6280	0,79	0,00495

5. Leida tabelist järgmiste ligikaudsete arvude kuubid:

a)	b)	c)	d)
7	11	31,8	0,092
1,3	32	26,5	0,75
2,8	94	98,8	1,45
5,25	420	0,19	0,67
8,32	6 360	0,35	0,0522

6. Leida tabelist järgmiste ligikaudsete arvude ruutjuured:

a)	b)	d)	c)
5	15	0,15	15,2
9	72	0,625	68,8
1,5	961	0,583	9,87
6,95	150	0,0782	468
8,76	8 280	0,015	90,7

7. Leida tabelist järgmiste ligikaudsete arvude juured:

a)	b)	c)	d)
4	57	57,8	0,57
8	38	21,6	0,625
3,5	570	15,9	0,021
5,7	692	0,405	0,057
8,82	9 110	9,03	0,00653

8. Leida tabelist ringi ümbermõõt ja pindala, kui läbimõõt on:

a)	b)	c)	d)
7	15	35,8	0,114
1,3	27	21,2	0,645
6,2	465	59,1	0,752
5	140	0,36	0,094
8,75	182	0,72	0,0388

9. Ringi pindala on a) 51,53 dm^2, b) 30,19 m^2, c) 2,01 m^2, d) 11 dm^2 , e) 1,07 cm^2, f) 804 dm^2, g) 0,658 dm^2, h) 0,0962 m^2, i) 24,6 cm^2. Kui suur on läbimõõt?

10. Ringi ümbermõõt on a) 28,9 cm, b) 5,34 dm, c) 91 mm, d) 135 m, e) 157 cm, f) 37,7 dm, g) 22 cm, h) 13,8 m, i) 0,204 m. Kui suur on läbimõõt?

11. Leida tabelist ribaterase a) 6 · 10, b) 13 · 25, c) 16 · 70 ühe jooksva meetri (tähis : jm) kaal kg-des.

12. Leida tabeli abil, mitu kg kaalub a) 4,2 m, b) 6,5 m, c) 360 mm ribaterast 8 · 25.

13. Leida tabelist a) 0,5 mm, b) 2 mm, c) 16 mm teraspleki 1 m^2 kaal kg-des.

14. Leida tabeli abil, mitu kg kaalub terasplekktahvel, mille mõõted on a) 0,25 · 1 000 · 2 000, b) 0,75 · 500 · 800, c) 40 · 1 200 · 2 500.

15. Leida tabeli abil, mitu kg kaalub a) messinglatt 3 · 50 · 4 200, b) vasklatt 8 · 40 · 3 250, c) tsinkriba 0,75 · 13 · 850.

16. Leida tabeli abil, mitu kg kaalub a) messingtahvel, mille mõõted 0,75 · 450 · 750, b) vasktahvel, mille mõõted 3 · 600 · 2 400, c) tsinktahvel, mille mõõted 1 · 450 · 1 800.

17. Leida tabelist ümarterase jm kaal kg-des, kui selle läbimõõt on a) 5 mm, b) 26 mm, c) 80 mm.

18. Leida tabelist kuuskantterase jm kaal kg-des, kui selle mõõt *s* on a) 8 mm, b) 22 mm, c) 65 mm.

19. Leida tabelist ruutterase jm kaal kg-des, kui selle külg on a) 16 mm, b) 65 mm, c) 180 mm.

20. Leida tabeli abil, mitu kg kaalub a) ümarteras ⌀ 12 · 2 500, b) ⌀ 35 · 4 600, c) ⌀ 10 · 5 200.

21. Leida tabeli abil, mitu kg kaalub ruutteras a) 40 · 500, b) 200 · 1 700, c) 7 · 5 800.

22. Leida tabeli abil, mitu kg kaalub ümarvask a) ⌀ 6 · 2 800, b) ⌀ 12 · 4 050, c) ⌀ 55 · 125.

23. Leida tabeli abil, mitu kg kaalub ruutmessing a) 10 · 700, b) 45 · 920, c) 14 · 5 800.

24. Leida tabeli abil, mitu kg kaalub kuuskantmessingist tükk, mille võtmesuukaugus ja kõrgus on a) 8 ja 12, b) 55 ja 35, c) 110 ja 80.

25. Leida tabeli abil, mitu kg kaalub a) 2,5 m, b) 0,8 m, c) 6,4 m ⌊ 40 · 40 · 5 terast.

26. Leida tabeli abil, mitu kg kaalub a) 4,5 m, b) 0,25 m, c) 1,1 m I—30 terast.

27. Leida tabeli abil, mitu kg kaalub a) 1,8 m, b) 5,1 m, c) 165 mm □ 20 terast.

28. Leida tabeli abil, mitu kg kaalub a) 5,2 m, b) 180 mm, c) 42 cm ⌊ 40 · 50 · 5 messingit.

29. Tükk I = 12 terast kaalub 42 kg. Kui pikk on terase tükk?

30. Tükk ⌊ 40 · 40 · 6 terast kaalub 11,5 kg. Kui pikk on terase tükk?

31. Kui suur on I = 38 terase põikpindala?

32. Kui suur on ⌊ 80 · 120 · 12 messingi põikpindala?

XI. Erikaal.

Erikaal on arv, mis näitab, kui palju kaalub

1 cm^3 ainet grammides (ühik: $\frac{g}{cm^3}$) ehk

1 dm^3 ainet kilogrammides (ühik: $\frac{kg}{dm^3}$) ehk

1 m^3 ainet tonnides (ühik: $\frac{t}{m^3}$).

Erikaalu arvutatakse jagades keha kaalu tema ruumalaga, ehk valemi kujul:

$$e = \frac{G}{V}$$

kus e — erikaal
G — keha kaal
V — keha ruumala.

Toodud valemi teisendamisel leitakse, et

$$G = e \cdot V \quad \text{ja} \quad V = \frac{G}{e}$$

s. o. keha kaal võrdub erikaalu ja ruumala korrutisega ja keha ruumala võrdub kaalu ja erikaalu jagatisega.

1. Terase tüki kaal on 156 kg, ruumala 20 dm^3. Kui suur on terase erikaal?

2. 144 cm^3 pliid kaalub 1,63 kg. Kui suur on plii erikaal?

3. Pronksist kuup kaalub 182,4 g. Kui suur on kuubi ruumala, kui selle pronksi erikaal on 8,4 $\frac{kg}{dm^3}$?

4. Malmist hooratas kaalub 385 kg. Kui suur on hooratta ruumala, kui selle malmi erikaal on 7,2 $\frac{g}{cm^3}$?

5. Kui suur pudel mahutab 2,75 kg väävelhapet erikaaluga 1,84 $\frac{g}{cm^3}$?

6. Mitu kg bensiini erikaaluga 0,74 $\frac{g}{cm^3}$ mahub 25-liitrilisse anumasse?

7. Mitu korda on malmist valand erikaaluga 7,3 $\frac{g}{cm}$ kergem kui niisama suur pronksist valand erikaaluga 8,5 $\frac{kg}{dm^3}$?

8. Anum ühes bensiiniga kaalub 92 kg. Mitu liitrit bensiini sisaldab anum, kui anuma kaal on 28 kg ja bensiini erikaal 0,71 $\frac{kg}{dm^3}$?

9. Tükk messingit kaalub õhus 3,67 kg, vees 3,24 kg. Kui suur on selle messingi erikaal?

10. Keha kaalub õhus 5,24 kg, vees 4,57 kg ja õlis 4,01 kg. Kui suur on õli erikaal?

11. Tükk terast erikaaluga 7,8 $\frac{g}{cm^3}$ kaalub õhus 3,12 kg, õlis 2,76 kg. Kui suur on õli erikaal?

12. Pudel kaalub tühjalt 240 g, veega täidetult 0,99 kg, petrooleumiga täidetult 855 g. Kui suur on petrooleumi erikaal?

13. Malmist detail kaalub 8,7 kg. Kui palju kaalub sama detail elektronist?

XII. Kehade ruumala ja pindala arvutamine.

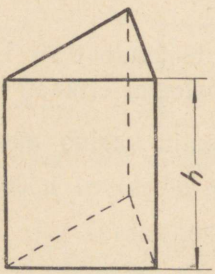
Tarvitatavad tähised:

a, b — põhiservad
h — keha kõrgus
l — apoteem
m — moodustaja
d — läbimõõt
r — raadius
p — põhja ümbermõõt ehk perimeeter
S_p — põhipindala
S_k — külgpindala
S_t — täispindala
V — ruumala ehk maht

1. Prisma.

Prisma on tahkkeha, mille põhjadeks on kaks rööbikut ja ühtivat hulknurka, külgtahkudeks on rööpkülikud ja kõik külgservad on omavahel rööbiti.

Põhipindade kaugus teineteisest on prisma kõrgus.



Joon. 64.

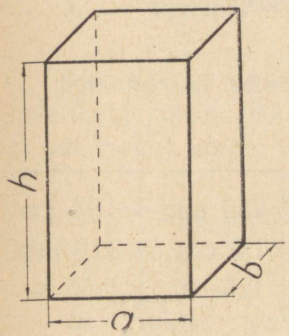
Prisma ruumala on põhipindala ja kõrguse korrutis.

$$V = S_p \cdot h$$

Prisma täispindala on kahe põhipindala ja külgpindala summa.

$$S_t = 2S_p + S_k$$

Prisma külgpindala on külgtahkude pindalade summa.



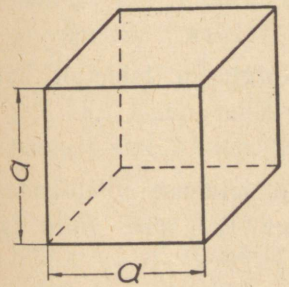
Joon. 65.

Prismat, mille põhjadeks on ristkülikud ja mille külgtahud on põhjadega risti, nimetatakse **risttahukaks**.

Risttahuka ruumala on põhiservade ja kõrguse korrutis.

$$V = abh$$

Risttahukat, mille kõik tahud on võrdsed ruudud, nimetatakse **kuubiks.**



Joon. 66.

Kuubi ruumala võrdub põhiserva kolmanda astmega.

$$V = a^3$$

Kuna kuup on piiratud kuue võrdse ruuduga, siis

$$S_t = 6a^2$$

1. Kuuskantterase külje pikkus on 5,6 mm ja pikkus 13,5 cm. Kui suur on kuuskantterase ruumala ja täispindala?

2. Korrapärase viietahuse prisma-kujulise alusplaadi põhipindala on 110 cm^2 ja kõrgus 12,5 mm. Kui suur on alusplaadi ruumala ja täispindala?

3. Prisma-kujulise detaili põhipindala on 44,5 cm^2 ja ruumala 0,267 dm^3. Kui suur on selle detaili kõrgus?

4. Kaheksakantterase tüki külgpindala on 806 cm^2 ja pikkus 1,2 dm. Kui suur on selle tüki ruumala ja täispindala?

5. Leida järgmiste risttahukate täispindalad ja ruumalad:

	a	b	c	d	e
pikkus *a*	150 mm	45 cm	3,3 dm	230 mm	18,5 cm
laius *b*	120 mm	2,6 dm	240 mm	1,5 dm	110 mm
kõrgus *h*	250 mm	680 mm	780 mm	125 cm	0,53 m

6. Kui suur on kuubi täispindala ja ruumala, kui ta serv on a) 42 mm, b) 0,065 m, c) 19,5 cm, d) 0,84 m, e) 238 mm?

7. Kuubi-kujulise veeanuma serv on 0,85 m.

1) Mitu liitrit vett mahub anumasse?

2) Kui palju kaalub ta veega 0,6 kõrguseni täidetult, kui anum kaalub tühjalt 128 kg?

8. Alumiiniumi sulamist korrapärase kolmetahuse püstprisma-kujulise detaili põhiserv on 45 cm ja kõrgus 13,8 dm. Mitu kg kaalub detail, kui selle sulami erikaal on 2,4 $\frac{g}{cm^3}$?

9. Risttahuka-kujulise toortüki ruumala on 67,5 dm^3, kõrgus 125 cm ja üks põhiservadest 1,5 dm. Kui suur on toortüki täispindala?

10. Risttahuka-kujulise toortüki külgpindala on 1 020 cm^2, täispindala 12,4 dm^2 ja üks põhiservadest 110 mm. Kui suur on toortüki ruumala?

11. Kuubi täispindala on 82,14 cm^2. Kui suur on ruumala?

12. Kuubi ruumala on 343 dm^3. Kui suur on täispindala?

13. Kuubi põhipindala on 324 cm^2. Kui suur on ruumala?

14. Kuidas muutub ribaterase ruumala, kui tema põhiservade muutmata jäädes pikkus a) suureneb 5 korda, b) suureneb 4 korda, c) väheneb 3 korda?

15. Kuidas muutub ribaterase ruumala, kui põikpindala a) suureneb 12 korda, b) väheneb 10 korda?

16. Kuidas muutuvad ribaterase ruumala, täispindala ja servade kogupikkus, kui kõik servad a) suurenevad 2 korda, b) vähenevad 3 korda?

17. Kuidas muutuvad kuubi ruumala, pindala ja servade kogupikkus, kui ta serv a) suureneb 2 korda, b) suureneb 10 korda, c) väheneb 5 korda?

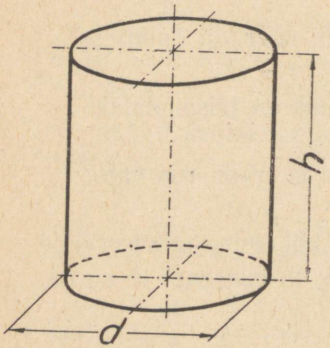
18. Kuup, mille serv on 2 cm, kaalub 60 g. Kui palju kaalub samast ainest kuup, mille serv on a) 4 cm, b) 2 dm, c) 5 dm?

19. Kuubi serv on 60 cm. Selle kuubi värvimiseks kulub 260 g värvi. Kuipalju värvi kulub kuubi värvimiseks, mille serv on 6 m?

20. Risttahuka-kujulise paagi värvimiseks kulus 0,7 kg värvi. Kui palju värvi vajatakse paagi värvimiseks, mille mõõted on 1,5 korda suuremad?

2. Silinder.

Ristküliku pöörlemisel selle ühe külje ümber tekib keha, mida nimetatakse **silindriks**.



Joon. 67.

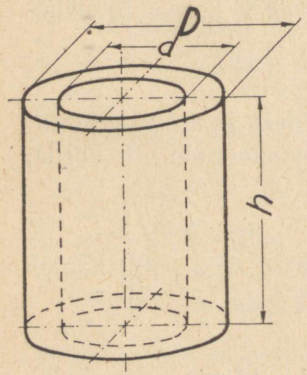
Silindri ruumala on põhipindala ja kõrguse korrutis.

$$V = \frac{\pi d^2}{4} \cdot h$$

Silindri külgpindala on põhja ümbermõõdu ja kõrguse korrutis.

$$S_k = \pi d \cdot h \quad *)$$

Silindri täispindala on kahe põhipindala ja külgpindala summa.



Joon. 68.

$$S_t = 2\frac{\pi d^2}{4} + \pi d \cdot h \quad *) \; **)$$

ehk

$$S_t = \pi d\left(\frac{d}{2} + h\right) \quad *)$$

Silindrit, mille põhjadeks on tasarõngad, nimetatakse **õõnessilindriks**.

Õõnessilindri ehk toru ruumala

$$V = \tfrac{1}{4}\pi h(D^2 - d^2)$$

ehk

$$V = h\left(\frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi d^2}{4}\right) \quad **)$$

*) Arvutamise hõlbustamiseks on soovitav kasutada ringi ümbermõõtude (πd) tabelit.

**) Valemile on antud selline kuju, et hõlbustada arvutamist ringi pindalade $\left(\frac{\pi d^2}{4}\right)$ tabeli kasutamisega.

1. Leida järgmiste silindrite täispindalad ja ruumalad:

	a	b	c	d	e
läbimõõt d	25 cm	5,2 dm	432 mm	15,2 cm	0,095 m
kõrgus h	42 cm	130 mm	0,95 m	108 mm	285 mm

2. Silindri-kujulise valandi ruumala on 618 dm^3, läbimõõt 810 mm. Kui suur on valandi täispindala?

3. Silindri-kujulise mudeli külgpindala on 191 dm^2, läbimõõt 760 mm. Kui suur on mudeli täispindala ja ruumala?

4. 5,6 kg õli (erikaal 0,91 $\frac{g}{cm^3}$) valati silindrikujulisse anumasse, mille läbimõõt oli 180 mm, kõrgus 32 cm. Kui kõrgele tõusis õli anumas ning mitu kg õli võis veel juurde valada?

5. Kui raske on 3 m pikk malmtoru, kui selle

	a	b	c	d	e
väline läbimõõt D	98 mm	144 mm	248 mm	506 mm	1048 mm
sisemine läbimõõt d	80 mm	125 mm	225 mm	475 mm	1000 mm

ning kui selle malmi erikaal on 7,29 $\frac{kg}{dm^3}$?

6. Kuidas muutub silindri-kujulise pange ruumala, kui ta kõrgus suureneb 3 korda, kuid põhja raadius jääb muutumata?

7. 5 m traati kaalub 0,3 kg. Kui palju kaalub 10 m sama traati?

8. Kuidas muutub silindri-kujulise tapi ruumala, kui ta läbimõõt suureneb 5 korda, kuid kõrgus jääb samaks?

9. 1 m traati kaalub 75 g. Kui palju kaalub meeter samast ainest traati, millel on 2 korda suurem läbimõõt?

10. Kuidas muutub silindri-kujulise tapi ruumala, kui ta kõrgus ja läbimõõt suurenevad n korda?

11. Kuidas muutub silindri-kujulise valtsi pindala, kui ta kõrgus ja läbimõõt suurenevad n korda?

12. Masinast on valmistatud mudel mõõtkavas 1 : 20. Mudeli silindri-kujuline võll kaalub 350 g. Kui palju kaalub samast materjalist masinavõll?

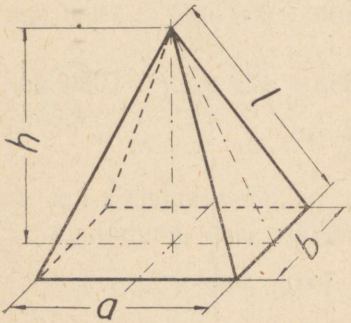
13. Silindri-kujulise anuma valmistamiseks kulub 35 dm^2 plekki. Kui palju plekki kulub 1,2 korda suuremate mõõdetega anuma valmistamiseks?

14. Silindri-kujulise veepaagi värvimiseks kulub 1,2 kg värvi. Kui palju värvi kulub 1,4 korda väiksemate mõõdetega paagi värvimiseks?

3. Püramiid.

Püramiid on niisugune tahkkeha, mille põhjaks on hulknurk ja külgtahkudeks ühise tipuga kolmnurgad.

Püramiidi tipust põhjale tõmmatud ristsirglõiku nimetatakse püramiidi k õ r g u s e k s.



Joon. 69.

Püramiidi, mille põhjaks on korrapärane hulknurk ja mille kõrgus langeb tipust põhja keskpunkti, nimetatakse k o r r a p ä r a s e k s p ü r a m i i d i k s.

Korrapärase püramiidi tipust põhiservale tõmmatud ristsirget nimetatakse püramiidi a p o t e e m i k s (tähis: l).

K o r r a p ä r a s e p ü r a m i i d i k ü l g p i n d a l a o n p o o l p õ h j a ü m b e r m õ õ d u (tähis: p) j a a p o t e e m i k o r r u t i s e s t.

$$S_k = \frac{1}{2} p \cdot l$$

Püramiidi täispindala on põhipindala ja külgpindala summa.

$$S_t = S_p + S_k$$

Püramiidi ruumala on üks kolmandik põhipindala ja kõrguse korrutisest.

$$V = \frac{1}{3} S_p \cdot h$$

1. Leida järgmiste korrapäraste neljatahuste püramiidide ruumalad ja täispindalad:

	a	b	c	d	e
põhiserv a	230 mm	9,2 dm	27,2 cm	330 mm	0,84 m
kõrgus h	280 mm	872 mm	0,58 m	45 cm	5,8 dm
apoteem l	303 mm	98,6 cm	596 mm	4,8 dm	71,6 cm

2. Leida korrapärase kuuetahuse püramiidi täispindala ja ruumala, kui põhiserva pikkus on 12,5 cm ja kõrgus 0,62 m? Lahendamisel kasutada korrapäraste hulknurkade tabelit.

3. Ristkülikulise põhjaga püramiidi põhiservad on 53 mm ja 0,85 dm, kõrgus 18,5 cm. Kui suur on püramiidi täispindala ja ruumala?

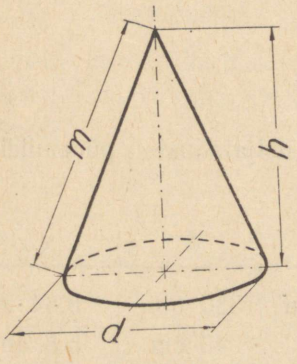
4. Korrapärase neljatahuse püramiidi-kujulise liivahunniku ruumala on 13,8 m^3. Kui suur on liivahunniku kõrgus, kui põhiserv on 2,4 m?

5. Ristkülikulise põhjaga püramiidi ruumala on 90,4 dm^3, kõrgus 95 cm ja üks põhiservadest 340 mm. Kui suur on täispindala?

4. Koonus.

Täisnurkse kolmnurga pöörlemisel ühe kaateti ümber tekib keha, mida nimetatakse **koonuseks.**

Koonuse tipust põhjaringjoonele tõmmatud sirget nimetatakse koonuse moodustajaks (tähis: m).



Joon. 70.

Koonuse külgpindala on pool põhja ümbermõõdu ja moodustaja korrutisest.

$$S_k = \frac{1}{2}\pi dm$$

Koonuse täispindala on põhipindala ja külgpindala summa.

$$S_t = \frac{\pi d^2}{4} + \frac{1}{2}\pi dm \quad \text{ehk} \quad S_t = \frac{1}{4}\pi d(d + 2m)$$

Koonuse tipust põhjale tõmmatud ristsirglõiku nimetatakse koonuse kõrguseks.

Koonuse ruumala on üks kolmandik põhipindala ja kõrguse korrutisest.

$$V = \frac{1}{3} \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot h \quad \text{ehk} \quad V = \frac{1}{12}\pi d^2 h$$

1. Leida järgmiste koonuste ruumalad ja täispindalad:

	a	b	c	d	e
põhja läbimõõt d	76 mm	16,2 cm	4,86 dm	138 cm	0,58 m
kõrgus h	65 mm	0,97 dm	615 mm	9,95 dm	8,4 dm
moodustaja m	75 mm	126 mm	66,1 cm	1 210 mm	88,9 cm

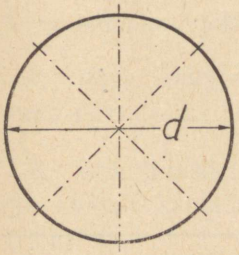
2. Koonuse ruumala on 16,6 dm^3 ja kõrgus 300 mm. Kui suur on koonuse põhja läbimõõt?

3. Koonuse külgpindala on 56,1 dm^2 ja moodustaja 850 mm. Kui suur on koonuse ruumala?

4. Pronksist koonus kaalub 330 g. Kui suur on koonuse külgpindala, kui selle pronksi erikaal on $8{,}4\ \frac{kg}{dm^3}$ ja koonuse kõrgus on 84 mm?

5. Kera ja kera osad.

Keha, mis tekib ringi pöörlemisel läbimõõdu ümber, nimetatakse **keraks.**



Joon. 71.

Kera pindala arvutatakse valemi abil:

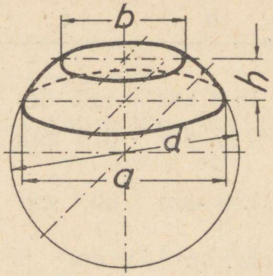
$$S_t = \pi d^2 \text{ ehk } S_t = 4 \cdot \frac{\pi d^2}{4} \text{ *)}$$

Kera ruumala arvutatakse valemi abil:

$$V = \frac{1}{6}\pi d^3 \text{ ehk } V = 0{,}524\ d^3$$

*) Valemile on antud selline kuju, et hõlbustada arvutamist ringi pindalade $\left(\frac{\pi d^2}{4}\right)$ tabeli kasutamisega. Sama on kehtiv ka järgnevate valemite kohta.

Kera osa kahe rööbiku lõiketasapinna vahel, nimetatakse kera **kihiks.**



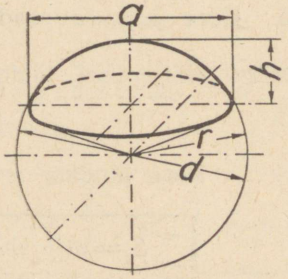
Joon. 72.

Valemid:

$$S_k = \pi d \cdot h$$

$$V = \frac{1}{24}\pi h(3a^2 + 3b^2 + 4h^2) \quad \text{ehk} \quad V = \frac{h}{2}\left(\frac{\pi a^2}{4} + \frac{\pi b^2}{4} + \frac{1}{3}\frac{\pi(2h)^2}{4}\right) \; *)$$

Kerast tasapinnaga äralõigatud osa nimetatakse kera **segmendiks.**



Joon. 73.

Valemid:

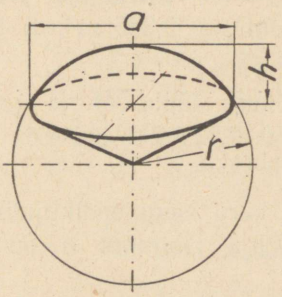
$$S_k = \pi d \cdot h$$

$$\text{ehk} \quad S_k = \frac{1}{4}\pi(a^2 + 4h^2) \qquad \text{ehk} \quad S_k = \frac{\pi a^2}{4} + \frac{\pi(2h)^2}{4} \; *)$$

$$V = \frac{1}{24}\pi h(3a^2 + 4h^2) \quad \text{ehk} \quad V = \frac{h}{2}\left(\frac{\pi a^2}{4} + \frac{1}{3}\cdot\frac{\pi(2h)^2}{4}\right) \; *)$$

$$\text{ehk} \quad V = \tfrac{1}{3}\pi h^2(3r - h)$$

Kera osa, mis koosneb segmendist ja koonusest, mille tipuks on kera keskpunkt ja põhjaks segmendi alusring, nimetatakse kera **sektoriks.**



Joon. 74.

Valemid:

$$S_t = \frac{1}{2}\pi r(a + 4h)$$

$$V = \frac{2}{3}\pi r^2 h \quad \text{ehk} \quad V = \frac{\pi r^2}{4} \cdot \frac{8h}{3} \; *)$$

1. Kera raadius suureneb 2 korda. Mitu korda suureneb a) kera pindala, b) kera ruumala?

2. Kera läbimõõt väheneb 10 korda. Mitu korda väheneb a) kera pindala, b) kera ruumala?

3. 6-sentimeetrilise läbimõõduga kera kaalub 0,9 kg. Kui palju kaalub samast ainest kera, mille läbimõõt on a) 24 cm, b) 3 cm?

4. Mitu korda peab suurendama kera läbimõõtu, et ta ruumala suureneks a) 125 korda, b) 1 000 korda?

5. Mitu korda väheneb kera raadius, kui ruumala väheneb a) 2 korda, b) 10 korda?

6. Kui suur on kera pindala ja ruumala, kui läbimõõt on a) 15 cm, b) 3,2 dm, c) 720 mm, d) 0,53 m, e) 0,088 dm?

7. Kui suur on kera läbimõõt ja pindala, kui ruumala on a) 65,5 cm^3, b) 1 760 dm^3, c) 0,335 m^3, d) 1,95 dm^3, e) 3 880 cm^3?

8. Kui suur on kera läbimõõt ja ruumala, kui pindala on a) 30,16 dm^2, b) 84,9 cm^2, c) 211 cm^2, d) 154 m^2, e) 84,8 cm^2?

9. Kui suur on kera segmendikujulise detaili ruumala ja pindala, kui detaili põhja läbimõõt a on 6,7 cm ja kõrgus h 35 mm?

10. Kui suur on kera sektorikujulise detaili ruumala ja täispindala, kui sektori küljepikkus r on 133 mm ja segmendi kõrgus h 5,5 cm?

11. Kui suur on kera kihikujulise detaili ruumala ja täispindala, kui detaili põhjade läbimõõt b on 25,8 cm ja a — 286 mm ning kõrgus h — 0,86 dm?

12. Kera segmendikujulise detaili põhja pindala on 160 cm^2 ja kõrgus 40 mm. Kui suur on detaili ruumala?

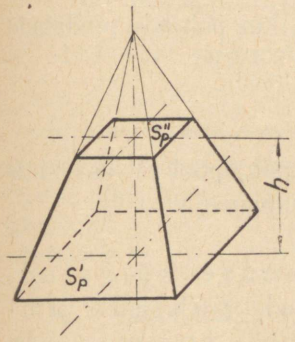
13. Terasest kera kaalub 145 g. Kui suur on kera läbimõõt, kui selle terase erikaal on 7,9 $\frac{g}{cm^3}$?

14. Kui palju kaalub malmist kera, mille läbimõõt on 14,2 cm ja erikaal 7,3 $\frac{kg}{dm^3}$?

15. Messingist kera ümbermõõt on 24,5 cm ja erikaal 8,5 $\frac{g}{cm^3}$. Leida kera läbimõõt, pindala, ruumala ja kaal.

6. Tüvipüramiid.

Tüvipüramiidiks nimetatakse püramiidi põhjapoolset osa, mis tekib püramiidi lõikamisel põhjaga rööbiku tasapinnaga.



Joon. 75.

Korrapärase tüvipüramiidi külgpindala on pool põhjade ümbermõõtude summa ja apoteemi korrutisest.

$$S_k = \frac{1}{2} l(p_1 + p_2)$$

Tüvipüramiidi täispindala on põhjapindalade ja külgpindala summa.

$$S_t = S_p' + S_p'' + S_k$$

Tüvipüramiidi ruumala arvutatakse järgmise valemi abil:

$$V = \frac{1}{3} h(S_p' + \sqrt{S_p' S_p''} + S_p'')$$

Ligikaudsete arvutuste puhul võetakse

$$V \approx \frac{1}{2} h(S_p' + S_p'')$$

1. Leida järgmiste tüvipüramiidi-kujuliste kastide ruumalad:

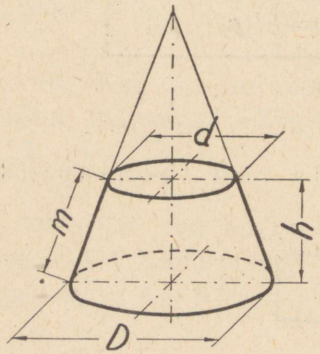
	a	b	c	d	e
alumine põhipindala S_p'	32 cm²	3,1 dm²	85 cm²	4 200 mm²	0,38 m²
ülemine põhipindala S_p''	18 cm²	0,21 m²	0,6 dm²	0,002 m²	1 750 cm²
kõrgus h	15 cm	28 cm	420 mm	18 cm	4,5 dm

2. Korrapärase neljatahuse tüvipüramiidi-kujulise detaili alumine põhiserv on 148 mm, ülemine põhiserv 8,6 cm ja kõrgus 1,85 dm. Kui suur on detaili täispindala ja ruumala?

3. Tüvipüramiidi-kujulise valandi ruumala on 350 cm³ ja kõrgus 1,5 dm. Kui suur on valandi täispindala, kui põhjade pindalade suhe on 1:4?

7. Tüvikoonus.

Tüvikoonuseks nimetatakse koonuse põhjapoolset osa, mis tekib koonuse lõikamisel põhjaga rööbiku tasapinnaga.



Joon. 76.

Tüvikoonuse külgpindala on pool põhjade ümbermõõtude summa ja moodustaja korrutisest.

$$S_k = \frac{1}{2}\pi m(D+d)$$

Tüvikoonuse täispindala on põhipindalade ja külgpindala summa.

$$S_t = S'_p + S''_p + S_k$$

Tüvikoonuse ruumala arvutatakse järgmise valemi abil:

$$V = \frac{1}{12}\pi h(D^2 + Dd + d^2) \text{ ehk } V = \frac{h}{3}\left(\frac{\pi D^2}{4} + \pi D \cdot \frac{d}{4} + \frac{\pi d^2}{4}\right) \text{ *)}$$

*) Valemile on antud selline kuju, et hõlbustada arvutamist ringi pindalade $\left(\frac{\pi d^2}{4}\right)$ tabeli kasutamisega.

Ligikaudsete arvutuste puhul kasutatakse järgmist valemit:

$$V \approx \frac{1}{16}\pi h(D+d)^2 \text{ ehk } V \approx \frac{\pi(D+d)^2}{4}\frac{h}{4} \; *)$$

1. Leida järgmiste tüvikoonuste ruumalad ja täispindalad:

	a	b	c	d	e
alumise põhja läbimõõt D	450 mm	14,5 cm	0,24 m	5,6 dm	0,92 m
ülemise põhja läbimõõt d	350 mm	0,85 dm	180 mm	38 cm	14,8 dm
kõrgus h	250 mm	170 mm	5,2 cm	135 mm	450 mm
moodustaja m	255 mm	17,3 cm	60 mm	0,16 m	53 cm

2. Tüvikoonuse-kujulise valandi alumise põhja läbimõõt on 10,8 dm, ülemise põhja läbimõõt 48 cm ja kõrgus 350 mm. Kui suur on valandi ruumala ja täispindala?

3. Tüvikoonuse-kujulise detaili ruumala on 67,1 dm^3, alumise põhja läbimõõt 50 mm ja ülemise põhja läbimõõt 2,4 cm. Kui suur on selle detaili kõrgus?

4. Palgi pikkus on 6,5 m, kännupoolne läbimõõt 23 cm ja ladvapoolne läbimõõt 140 mm. Kui suur on palgi ruumala m^3-tes?

5. Pange põhja läbimõõt on 230 mm, ülemine läbimõõt 325 mm ja kõrgus 420 mm. Mitu liitrit vett mahutab pang?

6. Pange põhja läbimõõt on 180 mm ja ülemine läbimõõt 280 mm. Kui suur on pange kõrgus, kui pang mahutab umbes 12 liitrit vett?

8. Kolmnurkade sarnasus.

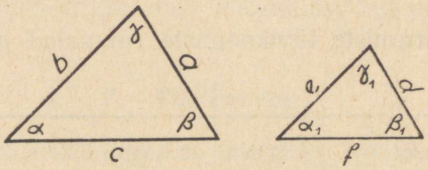
Kaks kolmnurka on sarnased, kui

1) ühe kolmnurga kaks nurka on võrdsed teise kolmnurga vastavate nurkadega;

Näiteks: $\alpha = \alpha_1$, ja $\beta = \beta_1$

või

2) ühe kolmnurga üks nurk on võrdne teise kolmnurga ühe nurgaga ja nende nurkade lähisküljed on võrdelised;



Joon. 77.

Näiteks: $\alpha = \alpha_1$, ja $\frac{b}{c} = \frac{c}{f}$

või

3) ühe kolmnurga küljed on võrdelised teise kolmnurga külgedega;

Näiteks: $\frac{a}{d} = \frac{b}{c} = \frac{c}{f}$

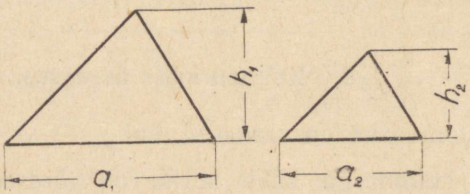
või

4) ühe kolmnurga kaks külge on võrdelised teise kolmnurga kahe küljega ja nurgad selle küljepaari suurema külje vastas on võrdsed.

Näiteks: $\alpha = \alpha_1$ ja $\frac{a}{d} = \frac{b}{c}$
$a > b$

Sarnaste kolmnurkade vastavate kõrguste jagatis on võrdne vastavate aluste jagatisega ehk

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{a_1}{a_2}$$

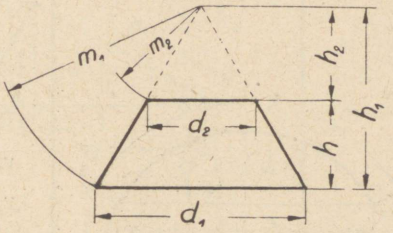


Joon. 78.

1. Leida sarnaste kolmnurkade küsimärgiga märgitud suurused:

	a	b	c	d	e
suure kolmnurga alus a_1 mm-tes	200	160	?	95	135
suure kolmnurga kõrgus h_1 mm-tes	400	80	320	?	55
väikese kolmnurga alus a_2 mm-tes	50	?	110	65	?
väikese kolmnurga kõrgus h_2 mm-tes	?	25	80	70	20

2. Tüvikoonuse (tüvipüramiidi) pinnalaotuse joonestamiseks vajalikud moodustajad (apoteemid) leitakse kolmnurkade sarnasuse ja Pythagorase lause abil.

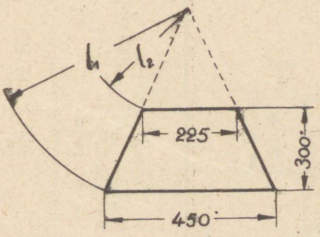


Joon. 79.

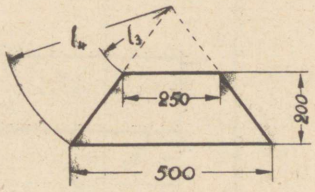
Leida tüvikoonuse $d_1 = 400$ mm, $d_2 = 200$ mm ja $h = 300$ mm moodustajad m_1 ja m_2.

Moodustajate leidmiseks leida esmalt kõrgused h_2 ja h_1 $(= h + h_2)$.

3. Leida tüvipüramiidi apoteemid l_1 ja l_2 ning l_3 ja l_4.



Joon. 80.

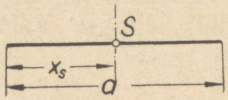
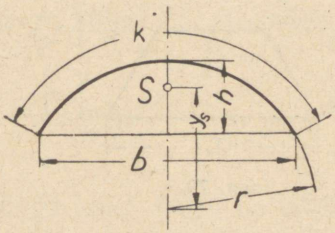
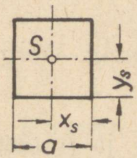
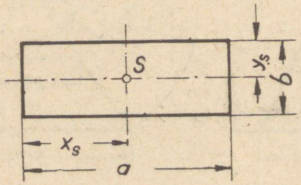


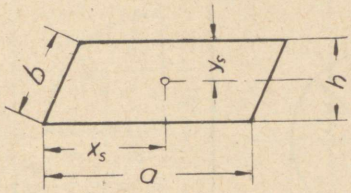
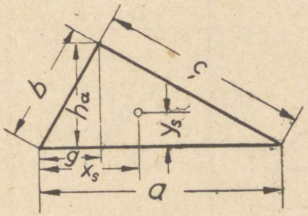
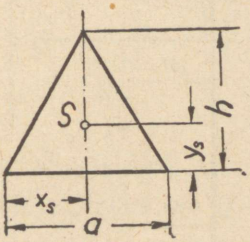
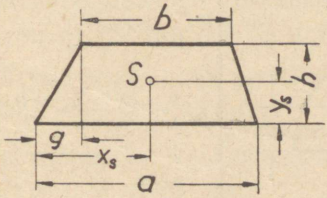
Joon. 81.

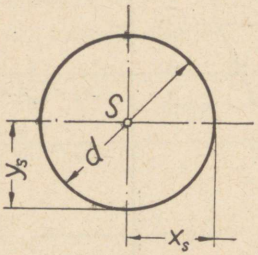
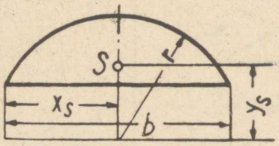
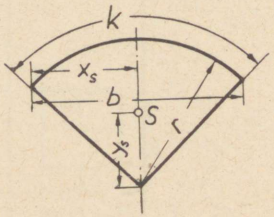
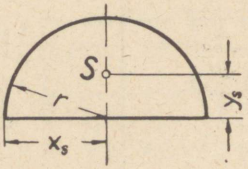
9. Raskuskese.

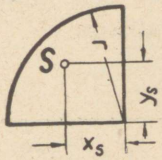
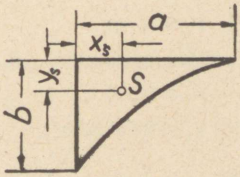
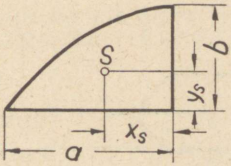
Raskuskeskmes toetatud ese jääb ükskõiksesse tasakaalu.

Eseme raskuskeskme S asukohta määravad selle koordinaadid x_s ja y_s mis on toodud allpool.

Nimetus	Joonis	Raskuskeskme koordinaadid
Sirglõik		$x_s = \frac{a}{2}$
Ringikaar		$x_s = \frac{b}{2}$; $y_s = \frac{r \cdot b}{k}$
Poolringjoon		$y_s = 0{,}637\ r$
Veerandringjoon		$y_s = 0{,}900\ r$
Kuuendikringjoon		$y_s = 0{,}955\ r$
Ruut		$x_s = y_s = \frac{a}{2}$
Ristkülik		$x_s = \frac{a}{2}$; $y_s = \frac{b}{2}$

Nimetus	Joonis	Raskuskeskme koordinaadid
Rööpkülik		$x_s = \frac{1}{2}(a + \sqrt{b^2 - h^2})$; $y_s = \frac{h}{2}$
Isekülgne kolmnurk		$x_s = \frac{a+g}{3} = \frac{a + \sqrt{b^2 - h_a^2}}{3}$; $y_s = \frac{h_a}{3}$
Võrdkülgne või võrdhaarne kolmnurk		$x_s = \frac{a}{2}$; $y_s = \frac{h}{3}$
Trapets		$x_s = \frac{1}{3}\left(a + g + b \cdot \frac{b+g}{a+b}\right)$; $y_s = \frac{h(a+3b)}{3(a+b)}$

Nimetus	Joonis	Raskuskeskme koordinaadid
Ring		$x_s = y_s = \frac{d}{2}$
Ringi segment		$x_s = \frac{b}{2}$; $y_s = \frac{b^3}{12\,S_{\text{segment}}}$
Ringi sektor		$x_s = \frac{b}{2}$; $y_s = \frac{2rb}{3k}$
Poolring		$x_s = r$; $y_s = 0{,}424\ r$

Nimetus	Joonis	Raskuskeskme koordinaadid
Veerandring		$x_s = y_s = 0{,}600\ r$
Nõgusparabooli pindala		$x_s = 0{,}3a$; $y_s = 0{,}25b$
Kumerparabooli pindala		$x_s = 0{,}4a$; $y_s = \frac{3}{8}b$

1. Leida võrdkülgse kolmnurga raskuskeskme asukoha mõõted, kui külje pikkus on a) 51 mm, b) 105 mm, c) 204 mm.

2. Leida poolringi raskuskeskme asukoha mõõted, kui ringi raadius on a) 50 mm, b) 95 mm, c) 145 mm.

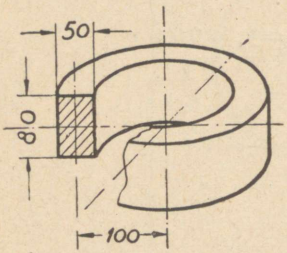
3. Leida veerandringi raskuskeskme asukoha mõõted, kui ringi raadius on a) 25 mm, b) 78 mm, c) 240 mm.

4. Leida kumerparabooli pindala raskuskeskme asukoha mõõted, kui a on 45 mm ja b 35 mm.

5. Leida rööpküliku raskuskeskme asukoha mõõted, kui a on 150 mm, b 80 mm ja h 60 mm.

10. Guldini juhis.

Tasapinnalise kujundi pöörlemisel samas tasapinnas asetseva telje ümber tekkiva keha ruumala võrdub selle kujundi pindala ja kujundi raskuskeskme tee pikkuse korrutisega.



Joon. 82.

$$V = 2\pi rS$$

Näidis: $V = 2\pi rS$,

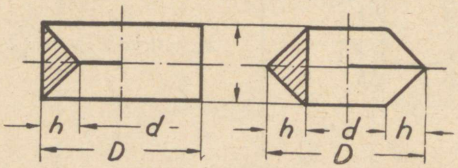
$V = 2\pi \cdot 1 \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}8$,

$V = 0{,}8\pi$,

$V = 2{,}51$ (dm³).

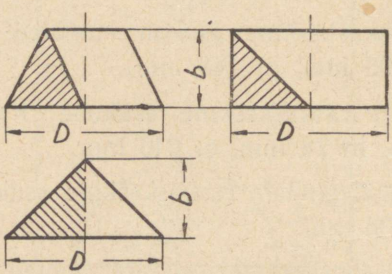
1. Kontrolli selle juhise kehtivust silindri ja koonuse puhul!

2. Ristkülik pöörleb kord oma lühema ja teine kord oma pikema külje ümber. Kumma silindri ruumala on suurem?

3. 

Joon. 83.

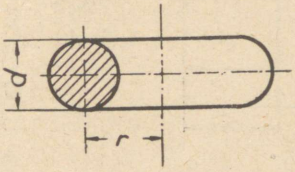
Kumma rõnga ruumala on suurem?



Joon. 84.

Kuidas suhtuvad kõrvalkujutatud kehade ruumalad?

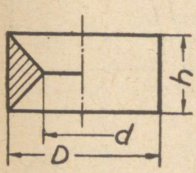
5. Leida järgmiste ringrõngaste ruumalad ja kontrollida tulemused lisas toodud valemi abil!



Joon. 85.

	a	b	c	d	e
Raskuskeskme kaugus teljest — *r*	120 mm	150 mm	80 mm	220 mm	55 mm
Ringi läbimõõt — *d*	40 mm	90 mm	35 mm	27 mm	12 mm

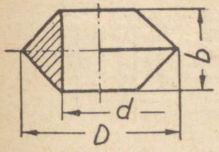
6. Leida järgmiste rõngaste ruumalad!



Joon. 86.

	a	b	c	d	e
h	40 mm	5,6 cm	0,9 dm	2,4 dm	0,062 m
D	200 mm	4,7 dm	36 cm	125 cm	85 cm
d	100 mm	350 mm	0,2 m	8,5 dm	650 mm

7. Leida järgmiste rõngaste ruumalad!



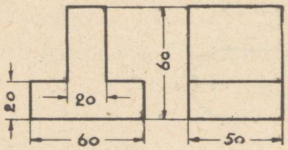
Joon. 87.

	a	b	c	d	e
b	75 mm	4,5 cm	0,8 dm	9,5 dm	0,32 m
D	300 mm	420 mm	0,93 m	270 mm	9 dm
d	200 mm	3 dm	45 cm	0,15 m	600 mm

11. Arvutamine joonestiste järgi.

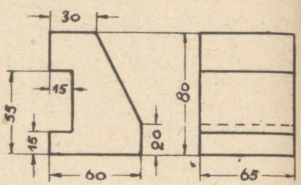
1. Leida järgmiste detailide kaal.

1)



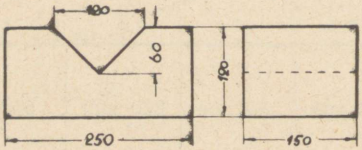
Materjal: teras.

2)



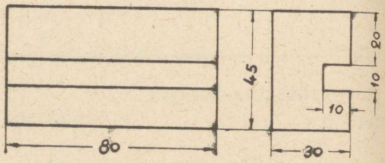
Materjal: pronks.

3)



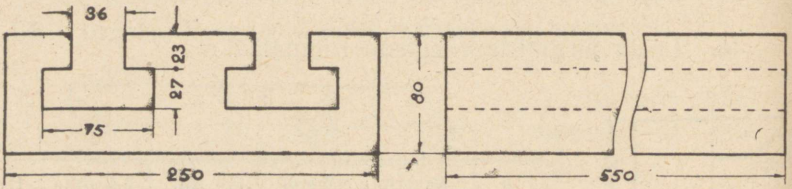
Materjal: malm.

4)



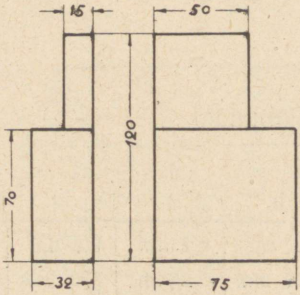
Materjal: teras.

5)



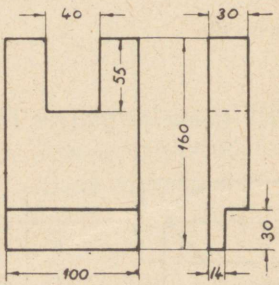
Materjal: malm.

6)



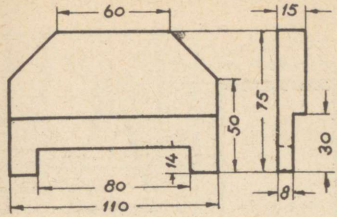
Materjal: malm.

7)



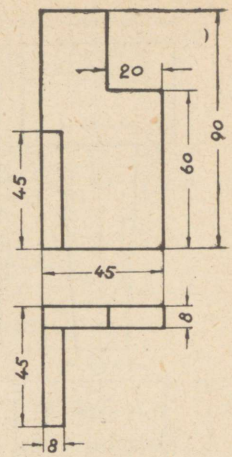
Materjal: teras.

8)



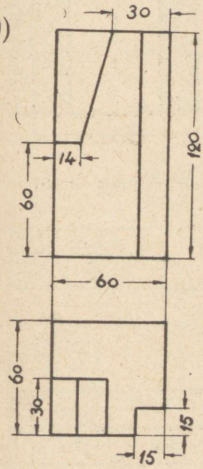
Materjal: teras.

9)



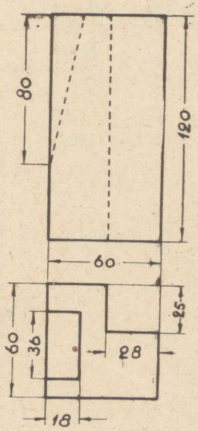
Materjal: messing.

10)



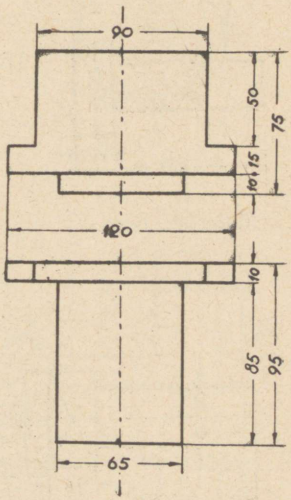
Materjal: teras.

11)



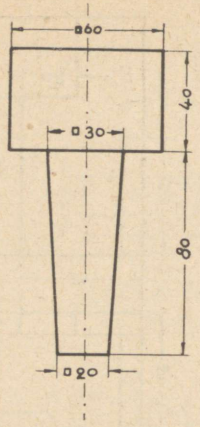
Materjal: messing.

12)



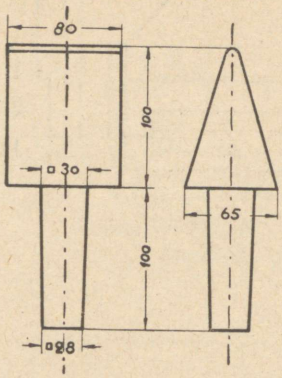
Materjal: pronks.

13)



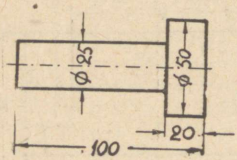
Materjal: teras.

14)

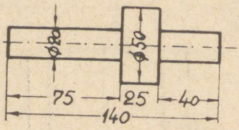


Materjal: teras.

16)

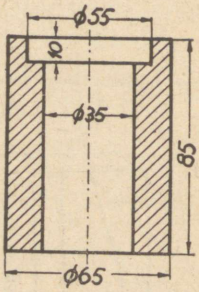


Materjal: teras.

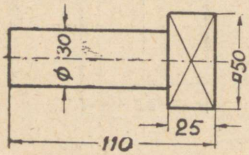


Materjal: teras

17)

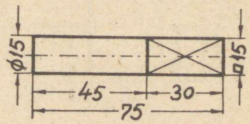


Materjal: malm



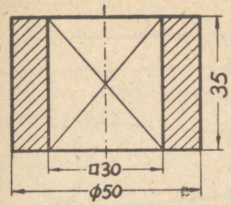
Materjal: teras.

19)



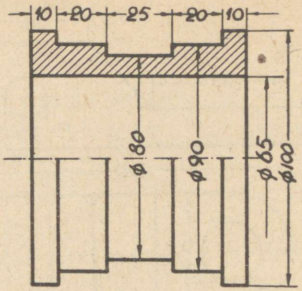
Materjal: teras.

20)



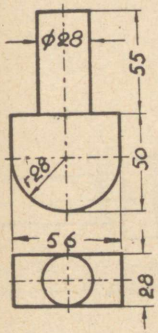
Materjal: pronks.

21)



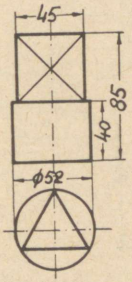
Materjal: pronks

22)



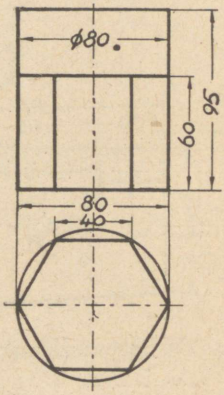
Materjal: pronks.

23)



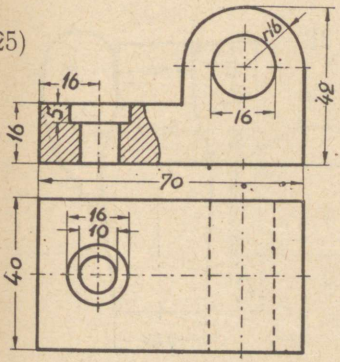
Materjal: malm.

24)



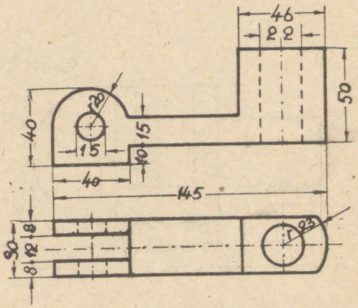
Materjal: malm.

25)



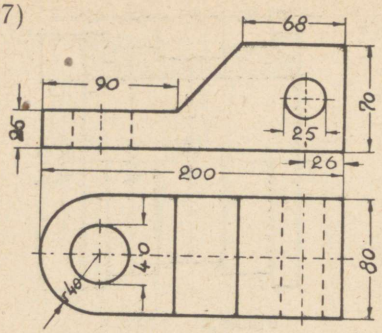
Materjal: teras.

26)



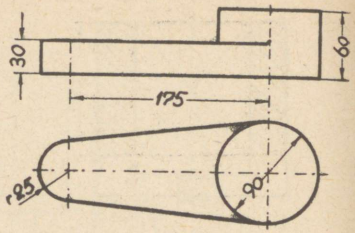
Materjal: tempervalu.

27)



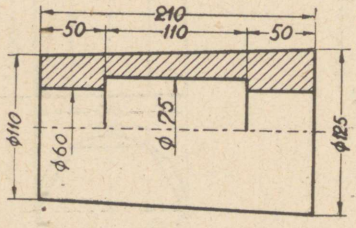
Materjal: tempervalu.

28)



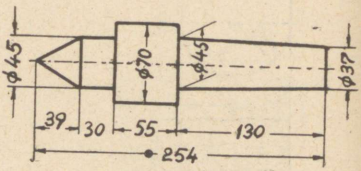
Materjal: tempervalu.

29)



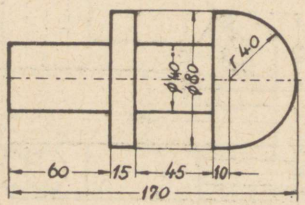
Materjal: malm.

30)



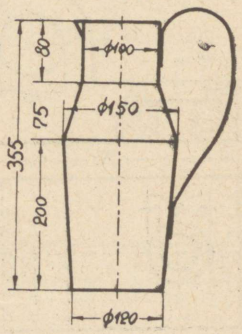
Materjal: teras.

31)



Materjal: pronks.

32)

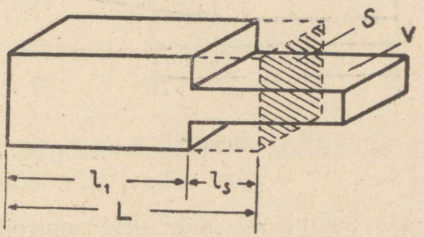


Materjal: 0,75 mm terasplekk.

12. Sepiste toorpikkused.

P r i s m a k u j u l i s t e sepistatavate osade sepispikkus l_s (cm) võrdub toortüki sepistatava osa ruumala V (cm³) ja toortüki põikpindala S (cm²) jagatisega.

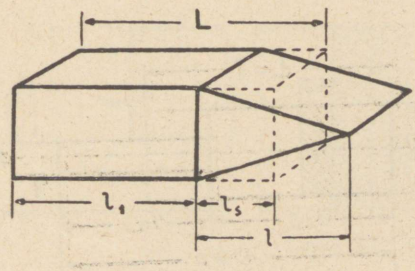
$$l_s = \frac{V}{S}.$$



Joon. 85.

K i i l u k u j u l i s t e sepistatavate osade sepispikkus (l_s) võrdub toortüki sepistatava kiilu poole pikkusega (l).

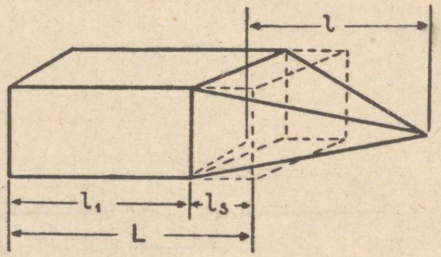
$$l_s = \frac{1}{2} \cdot l$$



Joon. 86.

Teravikukujuliste (püramiidi-, koonusekujuliste) sepistatavate osade sepispikkus (l_s) võrdub toortüki sepistatava teraviku ühe kolmandiku pikkusega (l).

$$l_s = \frac{1}{3} \cdot l .$$



Joon. 87.

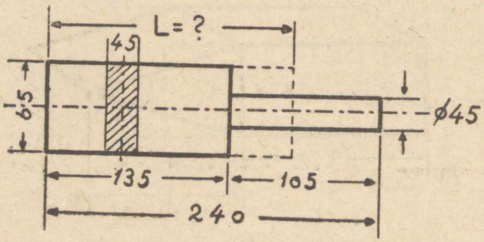
Toorpikkuse (L) leidmiseks liidetakse sepispikkus (l_s) ja sepistamata jääva osa pikkus (l_1) ning lisatakse põlemiskadude ja töötlemise jaoks juurde veel 10 ... 20% sepispikkusest (l_k), seega

$$L = l_s + l_1 + l_k \text{ ehk } (1{,}1 \ldots 1{,}2)\, l_s + l_1 .$$

Näidis. Leida toorpikkus L.

Sepistatava tapi ruumala

$$V = \frac{\pi \cdot 4{,}5^2}{4} \cdot 10{,}5 \approx 167 \text{ (cm}^3\text{)}.$$



Joon. 88.

Toortüki põikpindala

$$S = 6{,}5 \cdot 4{,}5 = \mathbf{29{,}3}\ (\text{cm}^2).$$

Sepispikkus $l_s = \frac{167}{29{,}3} = 5{,}7$ (cm) ehk **57** (mm).

Töötlemis- ja põlemiskaolisand $l_k = 0{,}2 \cdot 57 = \mathbf{11{,}4}$ (mm).

Tegelik sepispikkus $l_{s\,\text{teg.}} = 57 + 11{,}4 = \mathbf{68{,}4}$ (mm).

Toorpikkus $L = 68{,}4 + 135 = 203{,}4 \approx \mathbf{204}$ (mm)
ehk $L = 1{,}2 l_s + l_1 = 1{,}2 \cdot 57 + 135 \approx \mathbf{204}$ (mm).

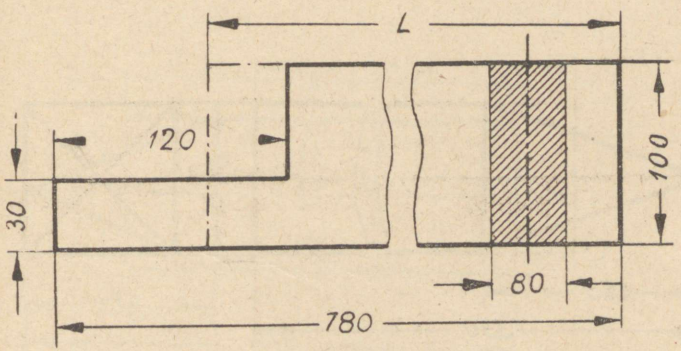
1. Kui pikk terase tükk tuleb võtta 420 mm pika kiilu sepistamiseks (kaod 15%)?

2. Kui pikk terasetükk tuleb võtta 240 mm pika koonuse sepistamiseks (kaod 20%)?

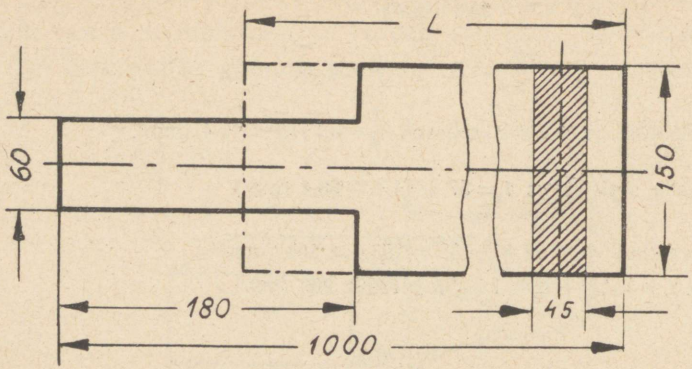
3. Kui pikk terase tükk tuleb võtta 80 mm pika püramiidikujulise teraviku sepistamiseks (kaod 20%)?

4. Leida järgmiste sepiste toorpikkused, lisades sepispikkusele 15% kadude arvel:

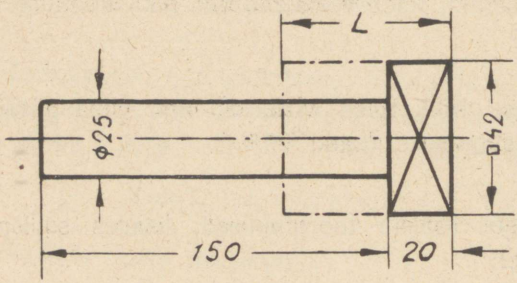
1)



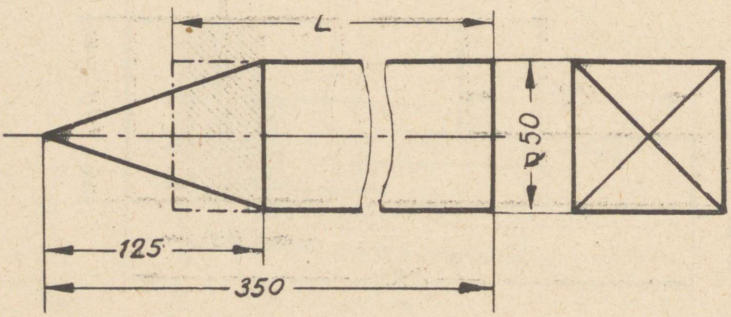
2)



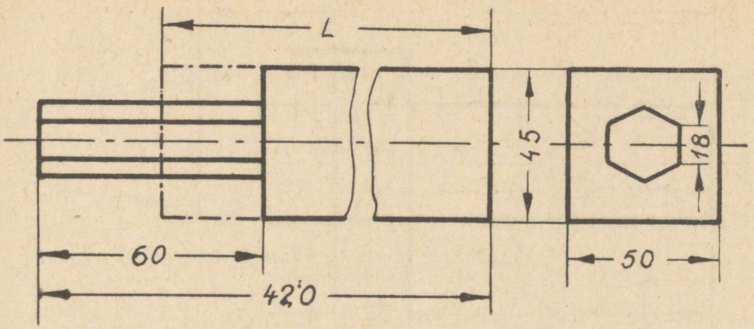
3)



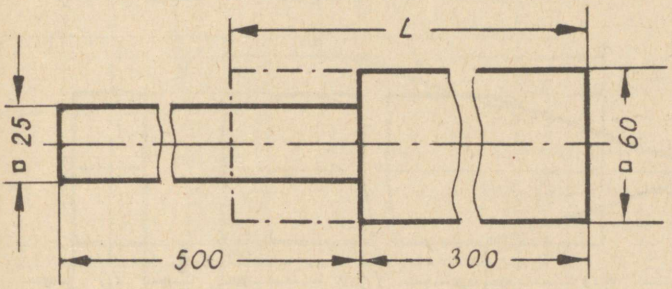
4)



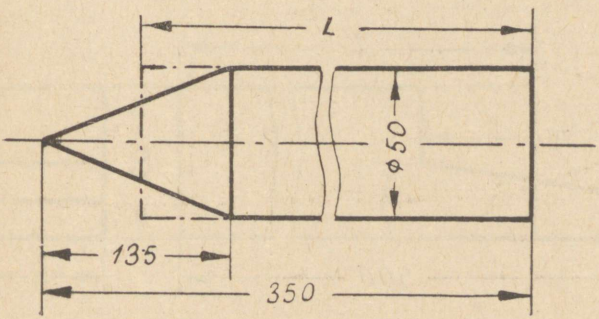
5)



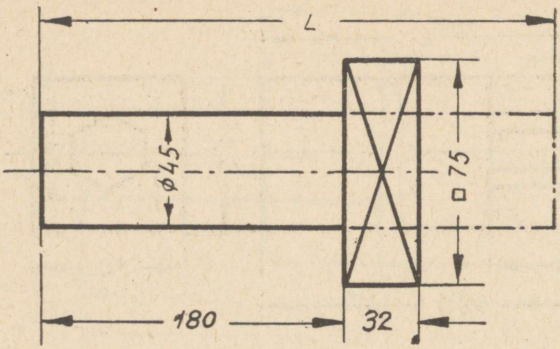
6)



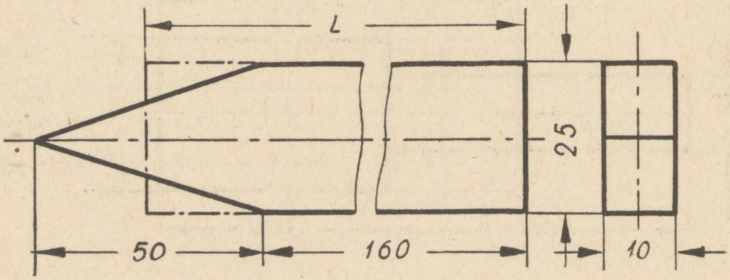
7)



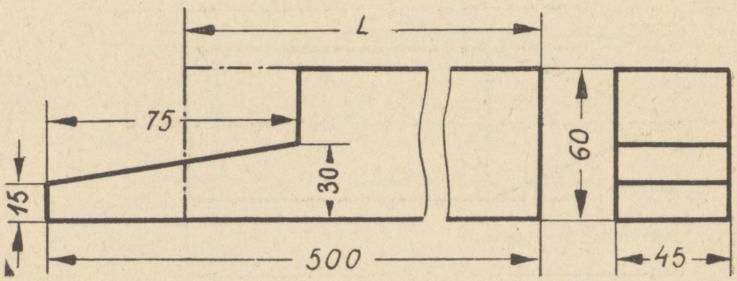
8)



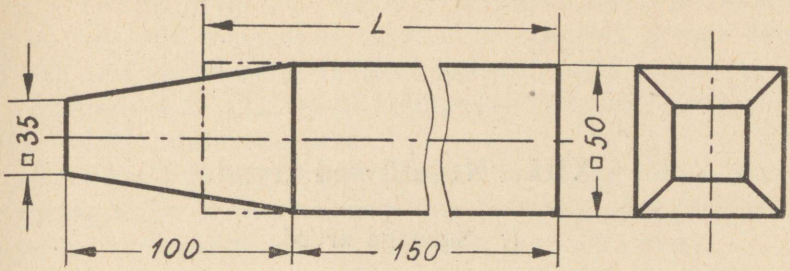
9)



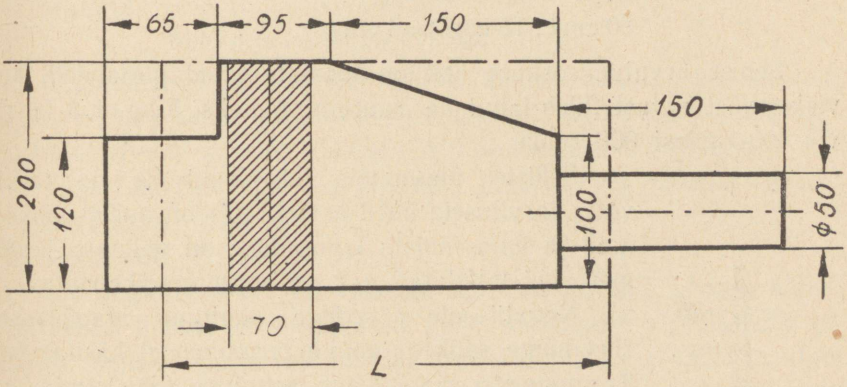
10)



11)



12)



XIII. Negatiivsed arvud.

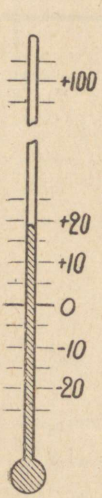
1. Suunaga arvud.

Eelpoolsetes ülesannetes olid kõik arvud nullist suuremad.

Näiteks: $5\ kg + 3\ kg = 8\ kg$
$5\ kg - 3\ kg = 2\ kg$
$15\ m \cdot 3\ kg = 45\ mkg$
$60\ cm^3 : 15\ cm^2 = 4\ cm$

Senise arvutamisoskuse abil on teostatamatud ülesanded, kus väiksemast arvust tuleb lahutada suurem, näiteks 5 kg-st 8 kg-mi või 500 rublast 800 rubla.

Selliste ülesannete lahendamiseks on tarvis võtta tarvitusele uued arvud, mis on nullist väiksemad ja ilma milleta lahutamine on võimatu juhtumeil, kui lahutatav arv on suurem vähendatavast.



Joon. 89.

Negatiivsete arvudega puutume igapäevases elus kõige rohkem kokku termomeetri käsitamisel. Termomeetri skaalal ehk astmikul (vt. joonis) on vee külmumispunkt märgistatud 0-ga ja sealt läheb jaotus nii üles- kui allapoole, kusjuures jaotusi märgistavad arvud suurenevad kummaski suunas alates nullist. Nullist ülespoole märgistatakse kraadid + -märgiga (positiivsed arvud), nullist allapoole — -märgiga (negatiivsed arvud). Seega tähistatakse + -ga temperatuur 0^0-st ülespoole, — -ga aga 0^0-st allapoole. Sel põhjusel on võimalik öelda ja kirjutada 12^0 sooja asemel $+12^0$, 5^0 külma asemel -5^0, seega eristatakse temperatuurid nende suunamärkide varal.

Negatiivse arvu tunnuseks on suuna märk „—" (miinus), positiivsel arvul „+" (pluss). Viimast kirjutatakse ainult siis, kui on vaja eriti rõhutada, et tegemist on positiivse arvuga. Samuti on kõik seni tuntud arvud (nullist suuremad) positiivsed arvud.

Sümbolid $+5$, $+1\frac{1}{2}$, $+0{,}85$ kujutavad positiivseid, sümbolid -5, $-1\frac{1}{2}$, $-0{,}85$ negatiivseid arve.

Positiivseid ja negatiivseid arve nimetatakse üldse **suunaga arvudeks**. Kui positiivse või negatiivse arvu kirjutises jäetakse ära suuna märk, saadakse selle arvu absoluutväärtus.

Näiteks $+15$ absoluutväärtus on 15, -12 absoluutväärtus 12. Juhul, kui märgid (pluss ja miinus) esinevad kõrvuti, tuleb võimaliku vääriti mõistmise vältimiseks suunamärgid ühes arvudega võtta sulgudesse.

Näidis: $(+15^0) - (+12^0) = (+3^0)$
$(+5\text{ kg}) + (-3\text{ kg}) = (+2\text{ kg})$

Termomeetri skaalal on kahest temperatuurist see kõrgem, millele vastav kriips asetseb kõrgemal. Seda üldistades on võimalik tuletada arvude suurem-väiksem-olemise tunnust järgmiselt:

kahest arvust on see suurem, mille kriips skaalal asetseb kõrgemal,

ehk täpsemalt:

iga negatiivne arv on väiksem igast positiivsest arvust; kahest positiivsest arvust on see suurem, millel on suurem absoluutväärtus; kahest negatiivsest arvust on see suurem, millel on väiksem absoluutväärtus; null on suurem igast negatiivsest ja väiksem igast positiivsest arvust.

Tegelikus elus on võimalik avaldada positiivsetes ja negatiivsetes arvudes:

tulu ja kulu,
kasu ja kahju,
varandust ja võlga,
kasvu ja kahanemist,
temperatuuri üle ja alla nulli (sooja- ja külmakraadid),
kõrgusi ülal- ja allpool teatavat punkti,
tolerantse jm.

2. Suunaga arvude liitmine ja lahutamine.

Et liita kaks ühesuguste suunamärkidega arvu, selleks liidetakse nende absoluutväärtused ja summa ette kirjutatakse nende ühine suunamärk.

Näidised: $(-20\text{ kg}) + (-10\text{ kg}) = -30\text{ kg}$,
$(+300\text{ rbl.}) + (+200\text{ rbl.}) = +500\text{ rbl.}$

Et liita kaks isesuguste suunamärkidega arvu, selleks lahutatakse suuremast absoluutväärtusest väiksem ja vahe ette kirjutatakse suurema absoluutväärtusega arvu suunamärk.

Näidised: $-25\text{ kg} + (+10\text{ kg}) = -15\text{ kg}$,
$(-400\text{ rbl.}) + (+100\text{ rbl.}) = -300\text{ rbl.}$

Kahe arvu lahutamist asendatakse vastassuunalise lahutatava liitmisega.

Näidised:

Kirjutis $+15\text{ kg} - (+12\text{ kg})$ asendub kirjutisega $+15\text{ kg} + (-12\text{ kg}) = +3\text{ kg}$
Kirjutis $+15\text{ kg} - (-12\text{ kg})$ asendub kirjutisega $+15\text{ kg} + (+12\text{ kg}) = +27\text{ kg}$
Kirjutis $-20\text{ kg} - (+15\text{ kg})$ asendub kirjutisega $-20\text{ kg} + (-15\text{ kg}) = -35\text{ kg}$
Kirjutis $-20\text{ kg} - (-15\text{ kg})$ asendub kirjutisega $-20\text{ kg} + (+15\text{ kg}) = -5\text{ kg}$

Kokkuvõttes võib öelda: Kui liitmisel või lahutamisel tehtemärgid ühtuvad suunamärkidega, siis liidetakse arvude absoluutväärtused, ei ühtu aga tehtemärgid suunamärkidega, siis lahutatakse arvude absoluutväärtused, ehk

$+(+)$ vastab $+$ (liitmine),
$+(-)$ „ $-$ (lahutamine),
$-(+)$ „ $-$ (lahutamine),
$-(-)$ „ $+$ (liitmine).

Näidis:

$+15\ kg + (+12\ kg)$ tähendab sama, mis $+15\ kg + 12\ kg = +27\ kg$ (liitmine!)
$+15\ kg + (-12\ kg)$ „ „ „ $+15\ kg - 12\ kg = +3\ kg$ (lahutamine!)
$-15\ kg + (-12\ kg)$ „ „ „ $-15\ kg - 12\ kg = -27\ kg$ (liitmine!)
$-15\ kg + (+12\ kg)$ „ „ „ $-15\ kg + 12\ kg = -3\ kg$ (lahutamine!)
$+15\ kg - (+12\ kg)$ „ „ „ $+15\ kg - 12\ kg = +3\ kg$ (lahutamine!)
$+15\ kg - (-12\ kg)$ „ „ „ $+15\ kg + 12\ kg = +27\ kg$ (liitmine!)
$-15\ kg - (-12\ kg)$ „ „ „ $-15\ kg + 12\ kg = -3\ kg$ (lahutamine!)
$-15\ kg - (+12\ kg)$ „ „ „ $-15\ kg - 12\ kg = -27\ kg$ (liitmine!)

1. Arvutada järgmised summad:

a) $+4+(+5)$, $+8+(+9)$, $+5+(-3)$, $+6+(-8)$, $+9+(-1)$

b) $-8+(+3)$, $-9+(+2)$, $-3+(-5)$, $-6+(-2)$, $-7+(+5)$

2. Arvutada järgmised vahed:

a) $+6-(+3)$, $+4-(+7)$, $+3-(-8)$, $+4-(-9)$, $+2-(+5)$

b) $-9-(+5)$, $-8-(+2)$, $-2-(-6)$, $-5-(-3)$, $-8-(-8)$

3. Miinimum-maksimum-termomeetriga mõõdetud kõrgeim ja madalaim temperatuur oli ööba jooksul a) 8^0 sooja ja 25^0 sooja, b) 15^0 külma ja 3^0 sooja, c) 37^0 külma ja 5^0 külma. Kui suur oli temperatuuri kõikumine ööba jooksul?

4. Tööjoonisel on ehitatava maja alumise korra põranda kõrgus tähistatud ± 0 (pluss või miinus null), keldrikorra põranda kõrgus $-2{,}85$ m, maapinna kõrgus $-1{,}34$ m ja pööningu põranda kõrgus $+6{,}35$ m. Kui kõrge on maja a) keldrikorra põrandast, b) maapinnast kuni pööningu põrandapinnani.

5. Tööjoonisele kirjutatakse lubatud tolerantsid mõõtearvu järele. Ülespoole kirjutatakse ülempiir, allapoole alampiir.

Näidis: $50 \pm 0{,}1$, $65^{+0,5}_{-0,2}$, $55_{-0,05}$, $72^{+0,015}$.

Leida a) võlli läbimõõdu ülem- ja alammõõt b) tolerants, kui antud mõõtearv on

a) $70 \pm 0{,}5$ b) $100\,^{+0{,}25}_{-0{,}15}$ c) $55\,^{+0{,}25}_{+0{,}05}$ d) $60\,^{-0{,}10}_{-0{,}25}$

6. Terasetüki temperatuur tõsteti -25^0-lt 75^0-ni. Mitme kraadi võrra tõusis terasetüki temperatuur?

3. Suunaga arvude korrutamine ja jagamine.

Suunaga arvude korrutamise märkimisel asetatakse tegurid alati sulgudesse.

Korrutis on **positiivne,** kui tegurid on ühe ja sama suunamärgiga arvud.

Korrutis on **negatiivne,** kui tegurid on isesuguste suunamärkidega arvud.

Korrutise absoluutväärtus võrdub tegurite absoluutväärtuste korrutisega.

Näidised: $(+4)\cdot(+5)=+20$
$(+4)\cdot(-5)=-20$
$(-4)\cdot(-5)=+20$
$(-4)\cdot(+5)=-20$

Suunaga arvude jagamise märkimisel murrujoone abil pole sulud vajalikud.

Jagatis on positiivne, kui jagatav ja jagaja on ühe ja sama suunamärgiga arvud.

Jagatis on negatiivne, kui jagatav ja jagaja on isesuguste suunamärkidega arvud.

Jagatise absoluutväärtus võrdub jagatava ja jagaja absoluutväärtuste jagatisega.

Näidised: $\frac{+35}{-7} = -5$

$\frac{+35}{+7} = +5$

$\frac{-35}{+7} = -5$

$\frac{-35}{-7} = +5$

7. Korrutada:

$4 \cdot (-8)$
$(-5) \cdot (-2)$
$(-3) \cdot 12$
$6 \cdot (-3)$
$(-4) \cdot (-2)$

8. Jagada:

$125 : (-25)$
$64 : (-16)$
$(-90) : (-15)$
$(-20) : (-5)$
$(-40) : 8$

XIV. Algebra algeid.

1. Täht arvu tähisena.

Tehnikas esineb hulk suurusi, mille otsene mõõtmine on võimatu või tülikas, kuid mida on võimalik arvutada teiste suuruste kaudu, mille mõõtmine on lihtne. Nii ei mõõdeta otseselt ristküliku pindala, vaid see arvutatakse tema aluse ja kõrguse abil. Sagedasti on otseselt võimatu mõõta liikuva keha kiirust, seda arvutatakse siis kulgetud tee pikkuse ja selleks kulunud aja kaudu.

Otsitava suuruse arvutamine teiste suuruste kaudu toimub vastava arvutusjuhise järgi, mis näitab, missuguste suuruste kaudu ja missuguste tehete abil arvutatakse otsitav suurus. Ristküliku pindala arvutamisjuhis: „ristküliku pindala on aluse ja kõrguse mõõtarvude korrutis" ütleb, et pindala arvutame aluse ja kõrguse kaudu ja nimelt nende mõõtarvude korrutamise teel. Keha kiiruse arvutamisjuhis ütleb, et kulgetud tee pikkuse mõõtarv tuleb jagada kulgemiseks kulunud aja mõõtarvuga. On tähtis, et arvutusjuhised oleksid väljendatud võimalikult lühidalt. Sellepärast väljendatakse ülaltoodud juhiseid sageli ka niisugusel kujul:

ristküliku pindala = alus · kõrgus,
liikumise kiirus = tee pikkus : aeg,

milles sõnad on asendatud vastavate matemaatiliste märkide ehk sümbolitega.

Arvutusjuhiseid on võimalik väljendada veelgi lühemal kujul, kui neis sõnadega nimetatud arvud tähistada tähtedega. Nii leppides kokku, et ristküliku pindala mõõtarvu tähistame tähega S, tema aluse mõõtarvu tähega a ja kõrguse mõõtarvu tähega h, saame ristküliku pindala arvutamisjuhise kõige lühemal kujul:

$$S = a \cdot h,$$

mida loeme: suur S on a korda h, ehk suur S võrdub a korda h-ga, ehk suur S on a, korrutatud h-ga.

Kokku leppides liikumise kiiruse mõõtarvu tähistama tähega v, kulgetud tee pikkuse mõõtarvu tähega s ja kulgemiseks kulunud aja mõõtarvu tähega t, saame kiiruse arvutamisjuhisena võrduse:

$$v = s : t$$

ehk

$$v = \frac{s}{t},$$

mida loeme: v on s, jagatud t-ga, ehk v võrdub s, jagatud t-ga.

Mingi suuruse arvutamisjuhist, mis on tähistatud matemaatiliste sümbolite abil, nimetatakse selle suuruse v a l e m i k s.

Ülaltoodud näited on ristküliku pindala ja liikuva keha kiiruse valemid.

Valemi vasakul poolel seisab arvutatavat suurust tähistav täht, paremal poolel aga suuruste tähed, mille kaudu toimub otsitava suuruse arvutamine; need tähed on ühendatud juhises nõutavate tehete märkidega.

2. Algebraline avaldis.

Kirjutist, mis näitab, missugused tehted tuleb teostada temas esinevate arvudega, nimetatakse a v a l d i s e k s. Valemi parempool on sellepärast alati mingi avaldis.

Näiteks on $a - b$, $2(a + b)$, $\frac{\pi d^2}{4}$, $\frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)$ algebralised avaldised.

Ka üksikarve, nagu $5, a, \frac{1}{2}, s, v$ loetakse algebralisteks avaldisteks.

Arve võib tähistada nii väikeste kui ka suurte ladina tähtedega. Kunagi ei tohi kaks suurust ühes ja samas avaldises (valemis) olla tähistatud ühe ja sama tähega. Juhul, kui valemis esinevad aga ühelaadilised suurused (näiteks tasarõnga pindala valemis sisemine ja väline läbimõõt), on siiski otstarbekohasem neid tähistada ühteviisi. Sel puhul tähistatakse üht suurust suure tähega,

näiteks D, teist aga sama, kuid väikse tähega, näiteks d, või üht sümboliga d_1 (loe: d üks), teist sümboliga d_2 (loe: d kaks) jne.

3. Liitmine ja lahutamine.

Liitmistehte märkimiseks kasutatakse pluss (+) -märki, lahutamistehte märkimiseks miinus (—) -märki. Näiteks avaldis $a+b$ (loe: a pluss b) tähendab, et arvud a ja b tuleb liita. Avaldis $a-b$ (loe: a miinus b) tähendab, et arvust a tuleb lahutada arv b.

4. Korrutamine.

Korrutamistehte märkimiseks kasutatakse punkti ($\cdot$), vahel ka märki $\times$. Täheliste tegurite vahel võib korrutamismärgi jätta kirjutamata. Nii tähendavad avaldised $a \cdot b$ ja ab (loe: a korda b, ehk a korrutatud b-ga, ehk ab) üht ja seda sama: et arvud a ja b tuleb korrutada.

Summa $a+a$ asemel võib kirjutada korrutise $2 \cdot a$ ja summa $a+a+a$ asemel korrutise $3 \cdot a$. Üldiselt võib summa

$$\underbrace{a+a+a+\ldots\ldots+a}_{n \text{ liidetavat}}$$

asemel kirjutada korrutise $n \cdot a$.

Täheliste tegurite kõrval esinevat numbrilist tegurit nimetatakse kordajaks. Nii on avaldises $2 \cdot a$ ja $3 \cdot a$ kordajateks arvud 2 ja 3. Kordaja kirjutatakse alati täheliste tegurite ette. Kordaja ja tähelise teguri vahel võib korrutamismärgi jätta kirjutamata, näiteks: $4 \cdot a$ asemel lihtsalt $4a$ (loe: neli a). Kordaja 1 jäetakse kirjutamata: avaldise $1 \cdot a$ asemel lihtsalt a.

Kordajaks võib olla ka murdarv, näiteks $\frac{7}{22}d$ ja 0,7 ax.

Täisarvuline kordaja osutab, mitu korda temale järgnev avaldis on võetud liidetavana; murruline kordaja osutab, missugune osa on võetud temale järgnevast avaldisest.

1. Kirjutada järgmised avaldised kordajate abil:

a) $a + a + a + a + a =$
b) $b + b + b + b + b + b =$
c) $ab + ab =$
d) $mn + mn + mn + mn =$
e) $ax + ax + ax =$

2. Kirjutada järgmised avaldised kordajateta:

a) $2a$, $5b$, $3p$, $4m$, $7x$
b) $2ab$, $3ax$, $5pq$, $6mnp$, $4abd$
c) $2a + 3b$, $3ab + 2bc$, $3ay + 4uv$, $5pq + mn$, $2ax + by + 3cz$

5. Jagamine.

Jagamistehte märkimiseks kasutatakse märki (:), sagedamini aga murrukriipsu. Nii tähendavad avaldised $a : b$ ja $\frac{a}{b}$ (loe: a jagatud b-ga) üht ja seda sama: et arv a tuleb jagada arvuga b.

6. Astendamine.

Korrutise aa asemel kirjutatakse a^2 (loe: a ruut, ehk a astmes kaks) ja korrutise aaa asemel a^3 (loe: a kuup, ehk a astmes 3). Üldiselt kirjutatakse korrutise

$$\underbrace{aaa\ldots a}_{n \text{ tegurit}}$$

asemel a^n (loe: a astmes n).

Avaldisi a^2, a^3, ... a^n nimetatakse arvu a teiseks, kolmandaks, ... n-daks astmeks. Seega arvu a n-es astes on korrutis, milles on n võrdset tegurit a.

Astme leidmine on eri tehe, mida nimetatakse **astendamiseks**. Avaldises a^n arvu a nimetatakse **astendatavaks** ja arvu n **astendajaks**.

Kui astendatavaks on harilik murd, siis kirjutatakse astendatav arusaamatuste vältimiseks sulgudesse.

Näidis: $\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = (\frac{1}{2})^2$.

1. Kirjutada järgmised korrutised astmetena:

a) $8 \cdot 8$

$10 \cdot 10 \cdot 10$

$a \cdot a \cdot a \cdot a$

$b \cdot b \cdot b \cdot b \cdot b$

$ab \cdot ab \cdot ab$

b) $2 \cdot 2$

$2 \cdot 2 \cdot 2$

$2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2$

$2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2$

$2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2$

c) $3 \cdot 3$

$3 \cdot 3 \cdot 3$

$0{,}5 \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}5$

$2\frac{1}{2} \cdot 2\frac{1}{2} \cdot 2\frac{1}{2} \cdot 2\frac{1}{2} \cdot 2\frac{1}{2}$

$15 \cdot 15 \cdot 15 \cdot 15$

d) $\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2}$

$\frac{1}{4} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{4}$

$\frac{3}{4} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{3}{4}$

$\frac{5}{8} \cdot \frac{5}{8} \cdot \frac{5}{8}$

$\frac{1}{10} \cdot \frac{1}{10} \cdot \frac{1}{10}$

2. Kirjutada järgmised avaldised astendajateta ja arvutage nende väärtused:

a)	b)	c)	d)
2^2	3^2	10^2	20^2
2^3	3^3	10^3	20^3
2^4	3^4	10^4	20^4
2^5	3^5	10^5	20^5
2^6	3^6	10^6	20^6

e) 1^2	f) $0{,}1^2$	g) $0{,}2^2$	h) $(\frac{1}{2})^2$
1^3	$0{,}1^3$	$0{,}2^3$	$(\frac{1}{2})^3$
1^4	$0{,}1^4$	$0{,}2^4$	$(\frac{1}{2})^4$
1^5	$0{,}1^5$	$0{,}2^5$	$(\frac{1}{2})^5$
1^6	$0{,}1^6$	$0{,}2^6$	$(\frac{1}{2})^6$

Tehnikas tavatsetakse kirjutada väga suuri ja väga väikesi arve arvu 10 astmete abil. Säärast lühendatud kirjutamisviisi kasutatakse näiteks paisumistegurite, eritakistuste jne. tähistamisel. Nii kirjutatakse

100 asemel 10^2; 1 000 000 asemel 10^6;

1 000 asemel 10^3; 5 000 ehk $5 \cdot 1\,000$ asemel $5 \cdot 10^3$;

10 000 asemel 10^4; 5 500 ehk $5{,}5 \cdot 1\,000$ asemel $5{,}5 \cdot 10^3$;

100 000 asemel 10^5; 45 000 ehk $4{,}5 \cdot 10\,000$ asemel $4{,}5 \cdot 10^4$;

0,1 ehk $\frac{1}{10}$ asemel 10^{-1};

0,01 ehk $\frac{1}{100}$ ehk $\frac{1}{10^2}$ asemel 10^{-2};

0,001 ehk $\frac{1}{1000}$ ehk $\frac{1}{10^3}$ asemel 10^{-3};

0,000 000 01 ehk $\frac{1}{100\,000\,000}$ ehk $\frac{1}{10^8}$ asemel 10^{-8};

0,05 ehk $\frac{5}{100}$ ehk $5 \cdot \frac{1}{100}$ ehk $5 \cdot \frac{1}{10^2}$ asemel $5 \cdot 10^{-2}$;

0,00062 ehk $\frac{6{,}2}{10\,000}$ ehk $\frac{6{,}2}{10^4}$ asemel $6{,}2 \cdot 10^{-4}$.

3. Kirjutada järgmised arvud kümne astmete abil:

a) 1 000, 10 000, 600 000, 7 000 000, 4 000 000 000;

b) 7 500, 65 000, 3 400 000, 21 000 000, 805 000 000;

c) 0,001, 0,00001, 0,0007, 0,00000014, 0,000000901.

4. Kirjutada järgmised avaldised kas täisarvuna või kümnendmurruna:

a) $5 \cdot 10^5$ b) $3 \cdot 10^{-2}$

$6{,}2 \cdot 10^8$ $7 \cdot 10^{-8}$

$1{,}75 \cdot 10^6$ $5{,}2 \cdot 10^{-6}$

$3{,}05 \cdot 10^7$ $1{,}05 \cdot 10^{-4}$

$9{,}25 \cdot 10^{12}$ $8{,}2 \cdot 10^{-7}$

7. Juurimine.

Ülesanne: Ruudu pindala on 25 dm^2. Leida ruudu külg?

Lahendus: Et ruudu pindala võrdub tema külje ruuduga, siis tuleb leida arv, mille ruut on 25. See arv on 5, sest $5^2 = 25$.

Vastus: Ruudu külg on 5 dm.

Ülesandes oli vaja leida arv, mille ruut oli antud. Sellist arvu nimetatakse antud arvu **ruutjuureks**. Ülesandes leiti, et 25-e ruutjuur. ehk ruutjuur 25-st on 5.

Ruutjuur 9-st on 3, sest $3^2 = 9$. Ruutjuur 16-st on 4, sest $4^2 = 16$.

Ruutjuur märgitakse sümboliga $\sqrt{\ }$, näit.

$$\sqrt{25} = 5,$$
$$\sqrt{16} = 4,$$
$$\sqrt{9} = 3.$$

Ülesanne: Kuubi ruumala on 64 cm^3. Kui suur on kuubi serv.

Lahendus: Et kuubi ruumala võrdub tema serva kuubiga, siis tuleb leida arv, mille kuup on 64. See arv on 4, sest $4^3 = 64$.

Vastus: Kuubi serv on 4 cm.

Ülesandes oli vaja leida arv, mille kuup oli antud. Sellist arvu nimetatakse antud arvu **kuupjuureks**. Ülesandes leiti, et 64-a kuupjuur ehk kuupjuur 64-st on 4.

Kuupjuur 27-st on 3, sest $3^3 = 27$. Kuupjuur 125-st on 5, sest $5^3 = 125$.

Kuupjuur märgitakse sümboliga $\sqrt[3]{\ }$, näit..

$$\sqrt[3]{125} = 5,$$

$$\sqrt[3]{64} = 4,$$

$$\sqrt[3]{27} = 3.$$

J u u r e l e i d m i n e ehk j u u r i m i n e on astendamisele vastupidine tehe. Astendamisel leitakse antud astendatava ja astendaja järgi aste, näiteks $5^3 = 125$, juurimisel leitakse antud astme ja astendaja järgi astendatav, näiteks $\sqrt[3]{125} = 5$. Juurimisel nimetatakse

astet — **juuritavaks** (näidises arv 125),
astendajat — **juurijaks** (näidises arv 3) ja
astendatavat — **juureks** (näidises arv 5).

Ruutjuure puhul jäetakse juurija 2 kirjutamata, näiteks: $\sqrt{16}$, $\sqrt{25}$, mitte $\sqrt[2]{16}$, $\sqrt[2]{25}$.

1. Leida järgmiste arvude ruutjuured: 4, 36, 49, 64, 81, 100, 121, 144, 169, 196, 400, 900, 1 600, 2 500, 10 000.

2. Leida järgmiste arvude kuupjuured: 8, 216, 343, 512, 729, 1 000, 8 000, 27 000, 64 000, 125 000.

M ä r g e: Tavalisesti leitakse tehnikas ruut- ja kuupjuured tabelite varal. Vaata ruut- ja kuupjuurte tabelit käesoleva õpiku lisas.

8. Avaldise numbriline väärtus.

Avaldises esinevad arvud võivad üldiselt tähendada mistahes numbritega väljendatud arve. Nii võib täht *a* ristküliku pindala

valemis tähendada arvu 1, 2, 3, $\frac{1}{2}$, 1,5 või mistahes muud arvu. Iga numbrilist arvu, millega täht võib üksikjuhul võrduda, nimetatakse selle tähe **numbriliseks väärtuseks** sel juhul. Kui tähe numbriline väärtus on näiteks 7, siis kirjutatakse seda

$a = 7$ (loe: a võrdub 7-ga, ehk a on 7).

Kui tähelises avaldises asendame tähed nende antud numbriliste väärtustega, siis saame numbrilise avaldise. Teostades avaldises märgitud tehted saame tähelise avaldise numbrilise väärtuse tähtede antud numbriliste väärtuste puhul.

Näidis: Kui tähe a numbriline väärtus on 8 ja b numbriline väärtus 2, siis avaldise $a + b$ numbriline väärtus on 10. Kui aga $a = 9$ ja $b = 6$, siis $a + b = 9 + 6 = 15$, s. o. avaldise numbriline väärtus on 15.

Nagu näeme, avaldise numbriline väärtus muutub, kui muutuvad tema tähtede numbrilised väärtused.

Iga avaldist võib mõista mitte ainult kui arvutamisjuhist, mille järgi tuleb teostada tehteid, vaid ka kui nende tehete tulemust. Nii ei tähenda avaldis ab mitte ainult, et arvud a ja b tuleb korrutada, vaid ka selle korrutamise tulemust, s. o. korrutise väärtust. Seega võib iga avaldist vaadelda kui arvu, ja avaldisi võib liita, lahutada, korrutada ja jagada nagu arve.

Liites näiteks avaldised $3a$ ja $5b$, saame uue avaldise $3a + 5b$.

Lahutades avaldisest $10a$ avaldise $4b$, saame avaldise $10a - 4b$.

Korrutades avaldised $2a$ ja b, saame avaldise $2a \cdot b$.

Jagades avaldise $m + 8$ avaldisega $n - 5$, saame avaldise $\frac{m+8}{n-5}$.

Kui avaldises esineb mitu tehet, siis on väga tähtis teada, missuguses järjekorras neid tuleb teostada.

1. Kui avaldises esineb ainult liitmist ja lahutamist, siis võib neid sooritada mistahes järjekorras.

Näidis: $5+3+7$.

Tehteid võib sel puhul teostada kolmel viisil:

I viis:

1. tehe: $5+3=8$,
2. tehe: $8+7=15$.

II viis:

1. tehe: $5+7=12$,
2. tehe: $12+3=15$.

III viis:

1. tehe: $3+7=10$,
2. tehe: $10+5=15$.

Nagu näha, annavad kõik kolm viisi ühe ja sama tulemuse. Sellepärast on soovitav liita arvud niisuguses järjekorras, mis igal üksikul juhul osutub soodsamaks. Käesolevas näites on III viis kõige sobivam, sest vahepealse tulemusena saadakse ümmargune arv 10.

Näidis: $26-4+19$

I viis:

1. tehe: $26-4=22$,
2. tehe: $22+19=41$.

II viis:

1. tehe: $26+19=45$,
2. tehe: $45-4=41$.

III viis:

1. tehe: $19-4=15$,
2. tehe: $15+26=41$.

2. Kui avaldises esineb ainult korrutamist ja jagamist, siis võib neid teha mistahes järjekorras.

Näidis: $5\cdot9\cdot2$.

I viis:

1. tehe: $5\cdot9=45$,
2. tehe: $45\cdot2=90$.

II viis:

1. tehe: $5 \cdot 2 = 10$,
2. tehe: $10 \cdot 9 = 90$.

III viis:

1. tehe: $9 \cdot 2 = 18$,
2. tehe: $18 \cdot 5 = 90$.

Tuleb eelistada II viisi, mis annab vahepealse tulemusena ümmarguse arvu 10.

Näidis: $\frac{20 \cdot 3}{4}$.

I viis:

1. tehe: $20 \cdot 3 = 60$,
2. tehe: $60 : 4 = 15$.

II viis:

1. tehe: $20 : 4 = 5$,
2. tehe: $5 \cdot 3 = 15$.

III viis:

1. tehe: $3 : 4 = 0{,}75$,
2. tehe: $0{,}75 \cdot 20 = 15$.

Tuleb eelistada II viisi, sest see annab väiksema vahepealse tulemuse. See arvutamisviis on sama, mis murru taandamine.

3. Kui avaldises esineb nii liitmist või lahutamist, kui korrutamist või jagamist, siis tuleb esmalt teostada korrutamine või jagamine.

Näidis: $5 + 2 \cdot 4$

1. tehe: $2 \cdot 4 = 8$,
2. tehe: $5 + 8 = 13$.

Tavalisesti kirjutatakse need tehted võrduste ahelana:

Näidised: $5 + 2 \cdot 4 = 5 + 8 = 13$.

$20 - 3 \cdot 6 = 20 - 18 = 2$.

$7 + 9 : 3 = 7 + 3 = 10$.

$8 + \frac{6}{4} = 8 + 1\frac{1}{2} = 9\frac{1}{2}$.

4. Kui avaldises peale muude tehete esineb ka astendamine, siis tuleb esmalt astendada.

Näidis: $4 + 3^2 = 4 + 9 = 13$.

5. Kui avaldis sisaldab avaldist sulgudes, siis tuleb esmalt teostada tehted sulgudes.

Näidised: $14 - (3 + 8)$.

1. tehe: $3 + 8 = 11$, 2. tehe: $14 - 11 = 3$,

ehk ahelas: $14 - (3 + 8) = 14 - 11 = 3$.

$5 - (7 - 6) = 5 - 1 = 4$.
$3 \cdot (2 + 7) = 3 \cdot 9 = 27$.
$(16 + 4) : 5 = 20 : 5 = 4$.
$24 : (2 \cdot 3) = 24 : 6 = 4$.
$(5 + 2)(3 + 1) = 7 \cdot 4 = 28$.
$(5 + 4)^2 = 9^2 = 81$.

6. Murrukriips täidab ka sulgude aset. Sellepärast tuleb esmalt teostada tehted lugejas ja nimetajas ja alles seejärel murrukriipsuga nõutav jagamine.

Näidised: $\frac{6+3}{2} = \frac{9}{2} = 4{,}5$. $\frac{10+8}{4+2} = \frac{18}{6} = 3$.

1. Arvutada järgmiste avaldiste numbrilised väärtused:

a) $5a + 3b$, kui $a = 4$ ja $b = 6$;
$2a + 4b$, kui $a = 2{,}5$ ja $b = 4{,}5$;
$15x + 8y$, kui $x = 42$ ja $y = 34$;
$3{,}2x + 4{,}5y + 6{,}3z$, kui $x = 1{,}7$, $y = 0{,}8$ ja $z = 2{,}05$;
$1{,}2R + 0{,}25r + 0{,}75R + 1{,}6d$, kui $R = 0{,}2$, $r = 0{,}92$ ja $d = 12$.

b) $15a - 3b$, kui $a = 2$ ja $b = 4$;
$14a - 22b$, kui $a = 5{,}6$ ja $b = 0{,}85$;
$5x - 8y$, kui $a = 0{,}75$ ja $b = 0{,}15$;
$4{,}8D - 3{,}1d$, kui $D = 1{,}85$ ja $d = 0{,}65$;
$0{,}5r_1 - 0{,}75r_2$, kui $r_1 = 22{,}5$ ja $r_2 = 10{,}5$.

c) $5a + 4b - 3c$, kui $a = 2$, $b = 6$ ja $c = 7$;
$6a - 5b - c$, kui $a = 8$, $b = 2$ ja $c = 24$;
$5D - 8d + 4D$, kui $D = 0{,}8$ ja $d = 0{,}15$;
$0{,}85R - 0{,}25r - 0{,}06d$, kui $R = 5{,}6$, $r = 1{,}4$ ja $d = 12{,}5$;
$1{,}25D_1 - 0{,}5D_2 - 0{,}75D_3$, kui $D_1 = 8$, $D_2 = 3$ ja $D_3 = 4$.

d) $3ab$, kui $a = 4$ ja $b = 5$;
$0{,}25xy$, kui $x = 5{,}6$ ja $y = 0{,}8$;
$4ab + 5bc$, kui $a = 2$, $b = 3$ ja $c = 6$;
$8ac - 2bc$, kui $a = 0{,}8$, $b = 0{,}45$ ja $c = 0{,}15$;
$0{,}6Dd - 0{,}35Rh$, kui $D = 5{,}6$, $d = 3{,}8$, $R = 1{,}25$ ja $h = 0{,}75$.

2. Arvutada järgmiste avaldiste numbrilised väärtused:

1) a) R^2, b) $\sqrt{R}$, c) $0{,}25(R - 3)$, kui $R = 16$;

2) a) $D - (R + r)$, b) $D - (R - r)$, c) $D(R - r)$, d) $D(R + r)$, kui $D = 4{,}5$, $R = 2{,}1$ ja $r = 1{,}2$;

3) a) $\frac{d_1 + d_2}{3}$, b) $\frac{d_1 - d_2}{D_1}$, c) $\frac{D_1D_2 - d_1d_2}{(D_1 + d_1)(D_2 + d_2)}$, d) $\frac{d_1 \cdot d_2}{D_2}$,
kui $D_1 = 3{,}7$ $D_2 = 2{,}6$, $d_1 = 1{,}8$, $d_2 = 1{,}1$;

4) a) $(R + r)^2$, b) $(R - r)^2$, c) $R^2 + r^2$, d) $R^2 - r^2$, e) R^2r,
kui $R = 4{,}2$ ja $r = 1{,}7$;

5) a) $\frac{2Dd}{(D + d)^2}$, b) $\frac{5D^2}{d}$, c) $(Dd)^2$, d) $\left(\frac{D}{d}\right)^2$, kui $D = 14$ ja $d = 10{,}5$;

6) a) $\sqrt{5a}$, b) $\sqrt{ab}$, c) $\sqrt{a^2 + b^2}$, d) $\sqrt{a^2 - b^2}$, e) $\sqrt{\frac{a}{3b}}$.
kui $a = 22$ ja $b = 14$.

9. Avaldise lihtsustamine.

Enne kui asuda algebralise avaldise numbrilise väärtuse arvutamisele, tuleb selgitada, kas ei ole võimalik avaldist asendada lihtsakujulisemaga, mille numbriline väärtus on küll võrdne avaldise algkuju omaga, kuid mille arvutamine on lihtsam väiksema tehete arvu tõttu.

Näiteks selle asemel et arvutada avaldise

$$2a + 3a \quad \text{(kolm tehet)}$$

numbrilist väärtust, asendame ta lihtsama avaldisega

$$5a \quad \text{(üks tehe)}$$

ja alles siis asume numbrilise väärtuse arvutamisele.

Asetades tähe a asemele väärtuse 6, saame

$$2a + 3a = 2 \cdot 6 + 3 \cdot 6 = 12 + 18 = 30 \text{ ja samuti}$$
$$5a = 5 \cdot 6 = 30.$$

Avaldist võib lihtsustada näiteks kordajate liitmise või lahutamise teel, seejuures silmas pidades, et liita ja lahutada saab ainult avaldisi, milledel on ühed ja samad tähelised tegurid, mitte aga isetähelised, nii nagu näiteks raskusest 7 kg saab lahutada raskust 5 kg, kuid mitte pikkust 3 m.

Näidised:

$$5a + 3a = 8a,$$
$$6ab - 2ab = 4ab,$$
$$3a + 5b = 3a + 5b.$$

1. Lihtsustada järgmised avaldised:

a) $3a + 8a$
$5a + 7a + 12a$
$6ab + 12ab + ab$
$14a - 8a$
$8ab - 2ab$

b) $13x + 5x + 3a$
$8a - 7x + 3a + 4x$
$18a + 9b - 12a$
$15d + 0{,}7d - 1{,}2d$
$0{,}3D + 0{,}5d - 0{,}15D + 0{,}75d$

Teine lihtsustamisviis on juba tuttav murru taandamine, nimelt: kui lugejal ja nimetajal on ühiseid tegureid, siis võib need tegurid maha kriipsutada.

Näidis: $\frac{ab}{ac} = \frac{b}{c}$; $\frac{6x}{2} = 3x$.

2. Lihtsustada järgmised avaldised:

a) $\frac{5a}{5}$ $\frac{8b}{4}$ $\frac{28d}{4}$ $\frac{36m}{9}$ $\frac{45x+a}{15}$

b) $\frac{ax}{x}$ $\frac{abc}{bc}$ $\frac{15a}{a}$ $\frac{24}{8a}$ $\frac{7a+32b}{16ab}$

c) $\frac{24a}{3a}$ $\frac{36x}{12x}$ $\frac{15bx}{5x}$ $\frac{18ax}{4a}$ $\frac{8xy}{4x}$

d) $\frac{0{,}3ab}{1{,}5a}$ $\frac{0{,}95x}{0{,}05xy}$ $\frac{1{,}08ax}{0{,}63ax}$ $\frac{0{,}75a}{\frac{1}{2}ab}$ $\frac{\frac{5}{4}\frac{6}{}ab}{\frac{3}{4}b}$

10. Võrrand.

Ülesanne: Palgapäeval sai treial A 5 sajarublast, treial B 100 viierublast, freesija C 20 kolmekümnerublast, noortööline D 50 üherublast ja 13 kümnerublast, ning noortööline E 20 kolmerublast ja 4 kolmekümnerublast raha. Kui suur oli igaühe töötasu?

Lahendus:

Treial A töötasu oli $5 \cdot 100 = 500$ rubla,
treial B töötasu oli $100 \cdot 5 = 500$ rubla,
freesija C töötasu oli $20 \cdot 30 = 600$ rubla,
noortöölise D töötasu oli $50 \cdot 1 + 13 \cdot 10 = 50 + 130 = 180$ rubla,
noortöölise E töötasu oli $20 \cdot 3 + 4 \cdot 30 = 60 + 120 = 180$ rubla.

Treialid A ja B said mõlemad 500 rubla. Seega on avaldiste $5 \cdot 100$ ja $100 \cdot 5$ väärtused võrdsed:

$$5 \cdot 100 = 100 \cdot 5.$$

Noortöölised D ja E said mõlemad 180 rubla. Seega on ka avaldised $50 \cdot 1 + 13 \cdot 10$ ja $20 \cdot 3 + 4 \cdot 30$ võrdsed:

$$50 \cdot 1 + 13 \cdot 10 = 20 \cdot 3 + 4 \cdot 30.$$

Kirjutist, mis väljendab, et kaks avaldist on võrdsed, nimetatakse **võrduseks.**

Võrdused on näiteks: $5 + 3 = 8$,
$7\text{ kg} - 2\text{ kg} = 5\text{ kg}$,

$$3t + 8t = 15t - 4t,$$

$$S = ab,$$

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

Võrduse kaudu on võimalik määrata ülesande tundmatut või otsitavat suurust.

Ülesanne: Freesija C töötasu oli 600 rubla. See makseti talle välja kolmekümnerublaste rahadega. Mitu kolmekümnerublast raha sai freesija C?

Lahendus: Kui seni tundmata kolmekümnerublaste arvu tähistame mingi tähega, näiteks x-ga, siis võime kirjutada

võrduse

$$x \cdot 30 = 600$$

ehk

$$30x = 600,$$

siit leiame, et

$$x = 20, \text{ sest } 30 \cdot 20 = 600.$$

Vastus: Freesija C-le makseti 20 kolmekümnerublast.

Otsitavaid tähistatakse tavalisesti tähestiku viimaste tähtedega, näiteks x, y, z. On võimalik aga kasutada ka iga teist tähte, näiteks d, S, N, P, v.

Võrdust, mille kaudu määratakse otsitav, nimetatakse **võrrandiks.**

Võrrandid on näiteks: $S = \frac{9(5+8)}{2}$.

$$5x + 8 = 23,$$

$$14 = \frac{P \cdot 3{,}5}{75},$$

$$14 - 2x = 4 + 3x.$$

Igal võrrandil on vasak ja parem pool; esimene asub võrdusmärgi eel, teine selle järel.

Otsitava arvutatud väärtust nimetatakse võrrandi lahendiks.

Võrrandi lahendi leidmiseks vajalike teisenduste ja tehete sooritamist nimetatakse võrrandi lahendamiseks.

Lahendi kontrollimiseks asetatakse arvutatud lahend otsitava asemele nii võrrandi vasakusse kui ka paremasse poolde; kui tulemused on võrdsed, on tegemist õige lahendiga, vastasel korral mitte. Esimesel juhul öeldakse, et asetatav arv *rahuldab* võrrandit, teisel juhul, et ta võrrandit ei rahulda.

Näiteks rahuldab võrrandit

$$5 + x = 14$$

x-i väärtus 9, sest $5 + 9 = 14$, seega on arv 9 võrrandi $5 + x = 14$ lahendiks.

Algebra tähtsamaid ülesandeid on võtete leidmine võrrandite lahendamiseks. Allpool toodud kuus põhilauset moodustavad aluse, millele tugineb kogu võrrandite *teisendamine ja lahendamine*.

1. $x - 6 = 3$
$x - 6 + 6 = 3 + 6$
$x = 9.$

Liites võrrandi kummagi poolega ühe ja sama arvu, saadakse võrdsed tulemused.

2. $x + 4 = 7$
$x + 4 - 4 = 7 - 4$
$x = 3.$

Lahutades võrrandi kummastki poolest ühe ja sama arvu, saadakse võrdsed tulemused.

3. $\frac{x}{6} = 3$
$\frac{x}{6} \cdot 6 = 3 \cdot 6$
$x = 18.$

Korrutades võrrandi kumbagi poolt ühe ja sama arvuga, saadakse võrdsed tulemused.

4. $5x = 20$
$\frac{5x}{5} = \frac{20}{5}$
$x = 4.$

Jagades võrrandi kumbagi poolt ühe ja sama arvuga, saadakse võrdsed tulemused.

5. $\sqrt{x} = 5$
$(\sqrt{x})^2 = 5^2$
$x = 25.$

Astendades võrrandi kumbagi poolt ühe ja sama arvuga, saadakse võrdsed tulemused.

6. $x^2 = 25$
$\sqrt{x^2} = \sqrt{25}$
$x = 5.$

Juurides võrrandi kumbagi poolt ühe ja sama arvuga, saadakse võrdsed tulemused.

Et säästa aega ja vaeva, on otstarbekohasem esimeses ja teises põhilauses ettenähtud tehted toimetada järgmiselt:

Kõik otsitavaga liikmed kantakse võrrandi vasakule, kõik otsitavast vabad liikmed aga paremale poolele, muutes seejuures ülekantud liikme märgi vastupidiseks. Ülekandmisele järgneb koondamine.

Näidis:
$$6x - 3 = 4x + 1$$
$$6x - 4x = 1 + 3$$
$$2x = 4$$
$$x = \frac{4}{2}$$
$$x = 2.$$

Enne ülekandmist vabastatakse võrrand murru nimetajatest, korrutades võrrandi kumbagi poolt kõigi võrrandis esinevate murdude ühisnimetajaga.

Kui peale koondumist otsitav esineb võrrandis ainult esimesel astmel, siis nimetatakse seda e s i m e s e a s t m e võrrandiks.

Näidis: $5x - 40 = 0.$

Näidis, kuidas kiirelt ja otstarbekohaselt lahendada esimese astme võrrandit.

Ü l e s a n n e: Lahendada võrrand

$$\frac{x}{2} - \frac{5}{6} = 10 - \frac{5x}{3}.$$

L a h e n d u s: Võrrand vabastatakse murru nimetajatest. Selleks korrutatakse lugejad laiendusteguritega:

$$\frac{\overset{3}{\smile}\ \overset{1}{\smile}\ \overset{6}{\smile}\ \overset{2}{\smile}}{x}{2} - \frac{5}{6} = 10 - \frac{5x}{3};$$

jättes ühise nimetaja kirjutamata (nii olles võrrandi kummagi poole korrutanud ühisnimetajaga), saadakse:

$$3x - 5 = 60 - 10x;$$

otsitavaga liikmed kantakse vasakule ja otsitavast vabad liikmed paremale poolele:

$$3x + 10x = 60 + 5;$$

koondatakse:

$$13x = 65;$$

jagatakse kumbki pool 13-ga:

$$x = \frac{65}{13};$$

taandatakse:

$$x = 5.$$

Vastus: $x = 5$.

Lahendi kontroll: Leitud x-i väärtuse 5 puhul antud võrrandi vasak pool on:

$$\overset{3}{\frac{5}{2}} - \overset{1}{\frac{5}{6}} = \frac{15-5}{6} = \frac{10}{6} = \frac{5}{3} = 1\frac{2}{3},$$

parem pool —

$$10 - \frac{5 \cdot 5}{3} = 10 - \overset{1}{\frac{25}{3}} = \frac{30-25}{3} = \frac{5}{3} = 1\frac{2}{3}.$$

Et kummalgi poolel saadi sama tulemus, siis arv 5 rahuldab võrrandit.

1. Lahendada järgmised võrrandid:

a)
$x - 5 = 2$
$2 + x = 8$
$25 = 42 - x$
$14 - x = 6$
$12 = x - 3$

b)
$36 - x = 28$
$32 + x = 108$
$x - 5{,}8 = 0{,}9$
$5{,}3 = x - 1{,}8$
$17 - x = 2{,}4$

c)
$3x = 15$
$4x = 24$
$5x = 4{,}5$
$0{,}3 = 6x$
$1{,}5x = 6$

d)
$28 = 7x$
$21 = 3x$
$59 = 11{,}8x$
$12x = 3{,}6$
$2{,}4x = 72$

2. Lahendada järgmised võrrandid:

a) $\frac{x}{8}=3$ b) $\frac{4x}{5}=3$ c) $4=\frac{5}{x}$ d) $\frac{4{,}2}{x}=8{,}75$

$\frac{x}{7}=0$ $\frac{2x}{75}=7$ $\frac{3}{5x}=2$ $10=\frac{4}{0{,}5x}$

$\frac{x}{5}=12{,}6$ $\frac{0{,}21x}{4{,}3}=8{,}2$ $0{,}5=\frac{8}{x}$ $\frac{0{,}2}{7x}=0{,}05$

$\frac{x}{0{,}2}=4{,}2$ $\frac{0{,}03x}{0{,}8}=1{,}2$ $\frac{2{,}5}{x}=5$ $\frac{4}{0{,}3x}=1{,}5$

$\frac{x}{2{,}3}=3{,}2$ $\frac{1{,}5x}{0{,}02}=0{,}08$ $12=\frac{0{,}8}{x}$ $0{,}8=\frac{2}{0{,}3x}$

3. Lahendada järgmised võrrandid:

a) $7x-5=9$

$9x+4=31$

$8x+1=17$

$4=16-3x$

$29x-77=10$

b) $3x+2x-4=21$

$9x+14-7x=20$

$16x-19=5+4x$

$18x=22-10x+17x$

$6x-18=22-2x$

c) $7x+12=103-6x$

$20-4x=25-9x$

$x-35+4x=0$

$5x-0{,}5=0{,}2+0{,}25x$

$3x+5x-4=28$

d) $\frac{x+3}{4}=5$

$\frac{2x-4}{5}=6$

$\frac{x}{2}+\frac{x}{3}=12$

$\frac{x}{3}-\frac{x}{4}=5$

$\frac{3x}{4}-\frac{5x}{9}=21$

4. Teraslatist pikkusega 5,5 m saeti neli tükki. Kui pikk on iga tükk, kui teine tükk on 500 mm, kolmas tükk 750 mm ja neljas tükk 125 mm pikem esimesest?

5. Teraslatist, pikkusega 4,5 m saeti neli tükki. Kui pikk on iga tükk, kui teine tükk on 300 mm lühem esimesest, kolmas 350 mm lühem teisest ja neljas 500 mm lühem kolmandast?

11. Valemite teisendamine.

Igat valemit, mille järgi arvutatakse mingi suurus, on võimalik kasutada ka teiste temas esinevate suuruste arvutamiseks. Selleks rakendatakse samu võtteid, mis võrrandite lahendamiselgi.

Näidis 1:

Ristküliku pindala valem

$$S = ab$$

ei võimalda mitte ainult pindala arvutamist antud külgede järgi, vaid võimaldab ka arvutada ristküliku üht külge, kui on teada pindala ja teine külg.

Olgu näiteks pindala $S = 35$ cm² ja külg $a = 7$ cm. Asendades valemis tähed S ja a nende numbriliste väärtustega, saame võrrandi

$$35 = 7 \cdot b, \quad \text{ehk} \quad 7b = 35,$$

milles on tundmatuks täht b. Jagades võrrandi mõlemad pooled 7-ga, leiame, et

$$b = 5.$$

Seega on ristküliku teine külg 5 cm.

Kuid me võime ka ilma numbriliste väärtusteta vaadelda tähti S ja a kui tuntud suurusi ning tähte b kui tundmatut. Niisugusel juhul tuleb valemit

$$S = ab$$

vaadelda kui võrrandit, milles täht b on tundmatu, tähed S ja a aga tuntud suurused. Võrrandi lahendamiseks jagame mõlemad pooled tähega a. Saame

$$\frac{S}{a} = b,$$

ehk

$$b = \frac{S}{a}.$$

Et saadud valem võimaldab otseselt arvutada külge b, kui on antud S ja a numbrilised väärtused, siis öeldakse, et külg b on avaldatud pindala S ja külje a kaudu.

Samal viisil võime pindala valemist avaldada ka külje a pindala S ja külje b kaudu:

$$a = \frac{S}{b}.$$

Näidis 2.

Avaldada keha kaal tema erikaalu ja ruumala kaudu. Selleks võtame erikaalu valemi

$$e = \frac{G}{V},$$

milles tähte G vaatleme tundmatuna, tähti e ja V aga tuntud suurustena. Võrrandi lahendamiseks korrutame mõlemad pooled tähega V. Saame

$$eV = G,$$

ehk

$$G = eV.$$

Saadud valemis ongi keha kaal G avaldatud tema erikaalu e ja ruumala V kaudu, s. o. valem võimaldab otseselt arvutada G, kui on antud e ja V.

Jagades valemi mõlemad pooled tähega e, saame

$$\frac{G}{e} = V$$

ehk

$$V = \frac{G}{e},$$

milles keha ruumala V on avaldatud tema kaalu G ja erikaalu e kaudu.

1. Teisendada järgmised valemid:

1) $c = mn$, avaldada a) m, b) n;

2) $S = \frac{ah}{2}$, avaldada a) a, b) h;

3) $U = IR$, avaldada a) I, b) R;

4) $k = \frac{P}{S}$, avaldada a) P, b) S;

5) $v = \frac{s}{t}$, avaldada a) s, b) t;

6) $p = \frac{s}{l}$, avaldada a) s, b) l;

7) $S = \frac{(a+b)h}{2}$, avaldada a) a, b) b, c) h;

8) $d = m(z+2)$, avaldada a) m, b) z;

9) $Pp = Qq$, avaldada a) P, b) Q, c) p, d) q;

10) $Qh = 2\pi RP$, avaldada a) Q, b) P, c) R, d) h;

11) $P = Q\frac{rz_1}{Rz_2}$, avaldada a) Q, b) r, c) R, d) z_2;

12) $v = \frac{\pi dn}{60}$, avaldada a) d, b) n;

13) $N = \frac{Pv}{75}$, avaldada a) P, b) v;

14) $Q = Gc(t_2 - t_1)$, avaldada a) t_1, b) t_2, c) G;

15) $S = 6a^2$, avaldada a;

16) $V = a^3$, avaldada a;

17) $V = \frac{3}{4}\pi r^3$, avaldada r;

18) $S = \frac{\pi d^2}{4}$, avaldada d;

19) $S = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)$, avaldada a) D, b) d;

20) $t = 10\sqrt{\frac{450N}{kzn}}$, avaldada a) N, b) z;

21) $d = 14{,}42\sqrt{\frac{N}{n}}$, avaldada a) N, b) n;

22) $b = 2\sqrt{h(2r - h)}$, avaldada a) h, b) r;

23) $c = \sqrt{a^2 + b^2}$, avaldada a) a, b) b;

24) $H = Q(2{,}4 + \frac{v^2}{A} + i + h)$, avaldada a) Q, b) v, c) A, d) i;

25) $k = \frac{A\pi(i+1)}{(i-1)}$, avaldada a) A, b) i.

Esimese astme võrrand kahe tundmatuga.

Ülesanne: Käitisele vajalik 200 kg jootetina Sn 40 (sisaldab 40% tina) tuleb valmistada laos oleva jootetina Sn 25 (sisaldab 25% tina) ja jootetina Sn 60 (sisaldab 60% tina) kokkusulatamise teel. Kui palju kumbagi jootetina tuleb võtta?

Lahendus: Kui valmistamiseks võetava jootetina Sn 25 seni tundmata hulga tähistame mingi tähega, näiteks x-ga ja jootetina Sn 60 samuti tundmata hulga y-ga, võime kirjutada järgmised kaks võrrandit:

1) $x + y = 200$ kg ja

2) $\frac{25 \cdot x}{100} + \frac{60 \cdot y}{100} = \frac{40 \cdot 200}{100}$ ehk $0{,}25x + 0{,}60y = 80.$

Esimesest võrrandist leiame, et

$$y = 200 - x.$$

Asetades esimese võrrandi x abil avaldatud y väärtuse teise võrrandisse y asemele, leiame, et

$$0{,}25x + 0{,}60\,(200 - x) = 80$$

ehk

$$0{,}25x + 120 - 0{,}60x = 80$$

ehk

$$0{,}25x - 0{,}60x = 80 - 120$$

ehk

$$-0{,}35x = -40$$

ehk

$$x = \frac{40}{0{,}35}$$

ehk

$$x = \mathbf{114{,}3}\ \text{(kg)}.$$

Asetades leitud x väärtuse esimesest võrrandist y avaldamisel saadud võrrandisse, leiame, et

$$y = 200 - x$$

ehk

$$y = 200 - 114{,}3$$

ehk

$$y = \mathbf{85{,}7}\ \text{(kg)}.$$

Tähendab, tuleb võtta 114,3 kg jootetina Sn 25 ja 85,7 kg jootetina Sn 60.

Kui võrrandis on kaks tundmatut x ja y, siis vajatakse lahendite leidmiseks veel teist samu tundmatuid sisaldavat võrrandit, mille lahendid on mõlema võrrandi jaoks ühed ja samad. Säärased kaht võrrandit nimetatakse kahe tundmatuga **võrrandsüsteemiks**.

Lahendite leidmine toimub kõige hõlpsamini nn. asendusmeetodi abil; selleks avaldatakse näiteks esimese võrrandi tundmatu y-i väärtus teise tundmatu x-i abil. Asetades esimese võrrandi x-i abil avaldatud tundmatu y-i väärtuse teise võrrandi y-i asemele, leitakse x-i lahend. Leitud x-i lahend asetatakse esimesest võrrandist y-i avaldamisel saadud võrrandisse ja leitakse y-i lahend.

Kas avaldada x tundmatu y-i abil või y tundmatu x-i abil esimesest või teisest võrrandist, oleneb täiesti arvutamise hõlpsusest.

Näidis: Antud on võrrandsüsteem

$$\left.\begin{aligned} 2x + y &= 14 \\ 6x - 7y &= 2 \end{aligned}\right\}$$

I viis:

$$2x + y = 14$$

$$y = 14 - 2x$$

$$6x - 7y = 2$$

$$6x - 7(14 - 2x) = 2$$

$$6x - 98 + 14x = 2$$

$$6x + 14x = 2 + 98$$

$$20x = 100$$

$$x = \frac{100}{20}$$

$$x = 5$$

$$y = 14 - 2x$$

$$y = 14 - 2 \cdot 5$$

$$y = 14 - 10$$

$$y = 4.$$

II viis:

$$2x + y = 14$$

$$2x = 14 - y$$

$$x = \frac{14 - y}{2}$$

$$6x - 7y = 2$$

$$3\frac{(14 - y)}{1} - 7y = 2$$

$$42 - 3y - 7y = 2$$

$$-3y - 7y = 2 - 42$$

$$-10y = -40$$

$$y = \frac{-40}{-10}$$

$$y = 4$$

$$x = \frac{14 - y}{2}$$

$$x = \frac{14 - 4}{2}$$

$$x = \frac{10}{2}$$

$$x = 5.$$

III viis:

$$6x - 7y = 2$$

$$6x = 2 + 7y$$

$$x = \frac{2 + 7y}{6}$$

$$2x + y = 14$$

$$1\ \frac{(2 + 7y)}{3} + \overset{3}{\smile}{y} = \overset{3}{\smile}{14}$$

$$2 + 7y + 3y = 42$$

$$7y + 3y = 42 - 2$$

$$10y = 40$$

$$y = \frac{40}{10}$$

$$y = 4$$

$$x = \frac{2 + 7y}{6}$$

$$x = \frac{2 + 7 \cdot 4}{6}$$

$$x = \frac{2 + 28}{6}$$

$$x = \frac{30}{6}$$

$$x = 5.$$

IV viis:

$$6x - 7y = 2$$

$$-7y = -6x + 2$$

$$7y = 6x - 2$$

$$y = \frac{6x - 2}{7}$$

$$2x + y = 14$$

$$\overset{7}{\smile}{2x} + \frac{6x - 2}{7} = \overset{7}{\smile}{14}$$

$$14x + 6x - 2 = 98$$

$$14x + 6x = 98 + 2$$

$$20x = 100$$

$$x = \frac{100}{20}$$

$$x = 5$$

$$y = \frac{6x - 2}{7}$$

$$y = \frac{6 \cdot 5 - 2}{7}$$

$$y = \frac{30 - 2}{7}$$

$$y = \frac{28}{7}$$

$$y = 4.$$

Näidetest selgub, et antud juhul on I viis kõige hõlpsam, IV viis aga kõige tülikam.

Tehnikas kasutatakse kahe tundmatuga esimese astme võrrandsüsteemi

$$a_1x + b_1y = c_1$$

$$a_2x + b_2y = c_2$$

lahendite leidmiseks tihti ka järgmisi valemeid:

$$x = \frac{c_1b_2 - c_2b_1}{a_1b_2 - a_2b_1} \quad \text{ja} \quad y = \frac{a_1c_2 - a_2c_1}{a_1b_2 - a_2b_1}$$

Näidis: $\begin{cases} 2x + y = 14 \\ 6x - 7y = 2 \end{cases}$

$$x = \frac{-14 \cdot 7 - 2 \cdot 1}{-2 \cdot 7 - 6 \cdot 1}$$

$$x = \frac{-98 - 2}{-14 - 6}$$

$$x = \frac{-100}{-20}$$

$$x = 5.$$

$$y = \frac{2 \cdot 2 - 6 \cdot 14}{-2 \cdot 7 - 6 \cdot 1}$$

$$y = \frac{4 - 84}{-14 - 6}$$

$$y = \frac{-80}{-20}$$

$$y = 4.$$

1. Lahendada järgmised võrrandsüsteemid. Lahendite kontrolliks leida nad valemitega.

1) $\begin{cases} 3x + y = 72 \\ y = 5x \end{cases}$

2) $\begin{cases} x = 3y \\ 8x - 7y = 85 \end{cases}$

3) $\begin{cases} 2x + 3y = 41 \\ 3x + 2y = 39 \end{cases}$

4) $\begin{cases} 5x + 7y = 17 \\ 8x - 5y = 11 \end{cases}$

5) $\begin{cases} 5x + 4y = 31 \\ 7x - 2y = 13 \end{cases}$

2. 120 kg jootetina Sn 50 valmistamiseks kasutatakse jootetina Sn 30 ja jootetina Sn 90. Kui palju kumbagi tuleb võtta?

3. Valukuuris on olemas messing Л 60 (60% Cu ja 40% Zn) ja messing Л 72 (72% Cu ja 28% Zn). Kui palju kumbagi tuleb võtta 480 kg messingi Л 65 (65% Cu ja 35% Zn) valmistamiseks?

4. Jootetina erikaal on 8,3 $\frac{g}{cm^3}$. Mitu protsenti tina sisaldab see jootetina, kui tina erikaal on 7,28 $\frac{g}{cm^3}$ ja plii erikaal 11,3 $\frac{g}{cm^3}$?

5. Messingi erikaal on 8,6 $\frac{g}{cm^3}$. Mitu protsenti vaske sisaldab see messing, kui vase erikaal on 8,5 $\frac{g}{cm^3}$ ja tsingi erikaal 7,1 $\frac{g}{cm^3}$?

6. Lambi võimsus on 60 W. Kui suur on lambi takistus, kui võrgupinge on 220 V?

7. Rihmajami võimsus on 12 HJ, rihmatung 150 kg ja seibi läbimõõt 600 mm. Kui suur on selle seibi tiirude arv?

13. Ruutvõrrand.

Võrrandit, mis peale lihtsutamisi omab järgmist lõppkuju

$$ax^2 + bx + c = 0,$$

nim. **ruutvõrrandiks.** Selle lahend leitakse järgmise valemi järgi:

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

kus a, b ja c võivad olla mistahes arvud.

Sageli omab ruutvõrrand ka säärast lõppkuju

$$x^2 + px + q = 0,$$

kus p ja q võivad olla mistahes arvud ja lahend leitakse järgmise valemi abil

$$x = -\frac{p}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{p}{2}\right)^2 - q}$$

Näidis: Antud täisnurkse kolmnurga hüpotenuus $c = 20$ cm ja kõrgus $h = 8$ cm. Leida kaatetite projektsioonid hüpotenuusile.

Tähistades b' tähega x, leiame, et a' võrdub $20 - x$

Kaatetite projektsioonide teoreemi põhjal võime kirjutada:

$$a' \cdot b' = h^2$$

ehk

$$x \cdot (20 - x) = 8^2$$

ehk

$$20x - x^2 = 64$$

ehk

$$x^2 - 20x + 64 = 0$$

ehk

$$x = \frac{20}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{20}{2}\right)^2 - 64}$$

ehk

$$x = 10 \pm \sqrt{100 - 64}$$

ehk

$$x = 10 \pm \sqrt{36}$$

ehk

$$x = 10 \pm 6.$$

Siit selgub, et ruutvõrrandil on kaks lahendit —

$$x_1 = 10 + 6 = 16$$

$$x_2 = 10 - 6 = 4$$

Järelikult kaatetite projektsioonid võivad olla esimesel juhul 16 cm ja 4 cm, teisel juhul 4 cm ja 16 cm.

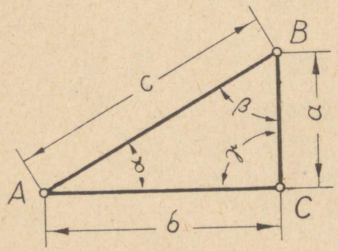
1. Leida järgmiste ruutvõrrandite lahendid:

1) $x^2 - 6x + 5 = 0$
2) $x^2 - 8x - 9 = 0$
3) $x^2 + 12x - 13 = 0$
4) $2x^2 - 5x + 2 = 0$
5) $6x^2 + 5x - 56 = 0$
6) $4x^2 - 36 = 0$
7) $8x^2 - 45 = 0$

2. Täisnurkse kolmnurga hüpotenuus on 160 mm ja kõrgus 100 mm. Leida kaatetite projektsioonid hüpotenuusile.

3. Täisnurkse kolmnurga kaatetite suhe on 3 : 4. Kui pikad on kaatetid, kui hüpotenuusi pikkus on 16 cm?

XV. TRIGONOMEETRIA.



Joon. 90.

Täisnurkses kolmnurgas *ABC* (joon. 90) on

külg c — hüpotenuus,
külg a — nurga α vastaskaatet ja
külg b — nurga α lähiskaatet.

Täisnurkse kolmnurga külgede suhteid nimetatakse järgmiselt:

nurga vastaskaateti ja hüpotenuusi suhet selle nurga **siinuseks** (tähis: sin);

nurga lähiskaateti ja hüpotenuusi suhet — selle nurga **koosinuseks** (tähis: cos);

nurga vastaskaateti ja lähiskaateti suhet — selle nurga **tangensiks** (tähis: tan);

nurga lähiskaateti ja vastaskaateti suhet — selle nurga **kootangensiks** (tähis: cot).

Seega

$$\sin \alpha = \frac{a}{c}$$

$$\cos \alpha = \frac{b}{c}$$

$$\tan \alpha = \frac{a}{b}$$

$$\cot \alpha = \frac{b}{a}$$

Nagu nähtub nendest seostest, täisnurkse kolmnurga külgede järgi on võimalik arvutada selle kolmnurga siinuse (koosinuse, tangensi või kootangensi) väärtus, mille järgi siinuste (koosinuste, tangensite või kootangensite) tabelist leitakse teravnurga suurus. Ümberpöördult, teades nurga suurust võib tabelist leida nurga siinuse (koosinuse, tangensi või kootangensi) väärtuse, mille kaudu siintoodud seoste järgi võib arvutada täisnurkse kolmnurga mingi külje, kui on teada üks selle kolmnurga külgedest.

Näidis: Leida täisnurkse kolmnurga nurk α, kui on antud vastaskaatet $a = 197$ mm ja hüpotenuus $c = 250$ mm. Kuna vastaskaateti ja hüpotenuusi suhe on nurga α siinuseks, võib kirjutada, et

$$\sin \alpha = \frac{a}{c}$$

ehk

$$\sin \alpha = \frac{197}{250}$$

ehk

$$\sin \alpha = 0{,}788.$$

Siinuste tabelist leitakse, et

$$\alpha = 52^{\circ}.$$

1. Leida siinuste tabelist järgmiste nurkade siinused:

a)	b)	c)	d)
8°	50°	$15^{\circ}30'$	$18^{\circ}12'$
15°	66°	$25^{\circ}40'$	$23^{\circ}48'$
24°	78°	$39^{\circ}10'$	$39^{\circ}58'$
30°	84°	$68^{\circ}50'$	$74^{\circ}07'$
42°	89°	$82^{\circ}20'$	$2^{\circ}35'$

2. Leida siinuste tabeli abil nurgad, mille siinused on:

a)	b)	c)	d)
0,0698	0,2924	0,9993	0,3425
0,3746	0,9387	0,2812	0,9163
0,9397	0,4014	0,9580	0,1630
0,7431	0,6561	0,6472	0,5467
0,5150	0,1219	0,4823	0,7065

3. Leida koosinuste tabelist järgmiste nurkade koosinused:

a)	b)	c)	d)
5^0	53^0	$3^020'$	$1^016'$
12^0	60^0	$11^010'$	$17^022'$
27^0	65^0	$28^050'$	$54^038'$
32^0	83^0	$56^030'$	$10^025'$
48^0	88^0	$88^040'$	$28^002'$

4. Leida koosinuste tabeli abil nurgad, mille koosinused on:

a)	b)	c)	d)
0,7431	0,9945	0,9951	0,7142
0,4848	0,9703	0,3800	0,8518
0,5736	0,1045	0,2532	0,9090
0,8290	0,0204	0,6626	0,1180
0,8090	0,3907	0,4874	0,0020

5. Leida tangensite tabelist järgmiste nurkade tangensid:

a)	b)	c)	d)
3^0	28^0	$1^050'$	$3^042'$
17^0	67^0	$6^020'$	$18^015'$
20^0	81^0	$17^040'$	$41^029'$
45^0	75^0	$32^030'$	$11^058'$
70^0	11^0	$61^010'$	$23^007'$

6. Leida tangensite tabeli abil nurgad, mille tangensid on:

a)	b)	c)	d)
0,0699	0,5774	0,9770	0,0805
3,4500	0,6009	0,5930	0,3606
0,3443	2,0500	1,6320	4,9020
0,9657	1,2350	9,2550	0,5895
1,0360	0,7265	0,3411	1,6150

7. Leida kootangensite tabelist järgmiste nurkade kootangensid:

a)	b)	c)	d)
2^0	25^0	$4^050'$	$57^014'$
53^0	19^0	$58^020'$	$63^021'$
84^0	6^0	$73^040'$	$72^058'$
17^0	14^0	$85^030'$	$39^007'$
38^0	87^0	$69^010'$	$14^028'$

8. Leida kootangensite tabeli abil nurgad, mille kootangensid on:

a)	b)	c)	d)
0,5095	3,4870	0,0992	0,0824
0,8693	0,3249	0,3153	0,3775
1,0790	0,0524	3,0180	5,0501
0,1944	0,6745	0,9110	0,5978
5,6710	1,3760	1,5500	1,0721

9. Kui pikk tuleb võtta elektrimasti tugitraat, et traadi kinnituskoht oleks 2,4 m kõrgusel maapinnast ja traat moodustaks maapinnaga 50^0-se nurga?

10. Elektrimasti tugi on pikk 3,8 m; toe alumine ots on elektrimastist 2,8 m kaugusel. Missuguse nurga moodustab tugi rõhttasapinnaga?

11. Trepi astmed on 21 cm laiad ja 13 cm kõrged. Missuguse nurga moodustab trepi käsipuu rõhttasapinnaga?

12. 35 m kaugusel korstna jalast ja 1,7 m üle selle jala taseme on nurgamõõtmise riist. Selle abil leitakse korstna tipu kõrgusnurk $\alpha = 64^020'$. Kui kõrge on korsten?

XVI. SOOJUSÕPETUS.

1. Erisoojus.

Mingisuguse keha soojendamiseks vajalik soojushulk arvutatakse järgmise valemi abil

$$Q = G \cdot c \cdot (t_2 - t_1)$$

kus Q — keha soojendamiseks vajalik soojushulk kcal-tes,
G — keha kaal kg-des,
c — aine erisoojus kcal-tes,
t_2 — keha lõpptemperatuur,
t_1 — keha algtemperatuur.

Näidis: Kui palju soojust on tarvis, et tõsta 50 kg antimoni temperatuur 20° C-lt 120° C-ni, kui antimoni erisoojus on 0,05?

$$Q = G \cdot c \cdot (t_2 - t_1)$$
$$Q = 50 \cdot 0{,}05\,(120 - 20)$$
$$Q = 50 \cdot 0{,}05 \cdot 100$$
$$Q = 250 \text{ (kaal)}.$$

1. Kui palju soojust on tarvis, et tõsta 15 kg vee temperatuuri a) 20° C, b) 45° C, c) 85° C võrra, kui vee erisoojus on 1?

2. Mitu kcal on tarvis 0,82 m³ vee soojendamiseks aurukatlas 10° C-lt 140° C-ni, kui vee erisoojus on 1?

3. 790 dm³ vee soojendamiseks tarvitati 14 000 kcal soojust. Kui kõrgele tõusis vee temperatuur, kui vee algtemperatuur oli 12° C ja vee erisoojus on 1?

4. Künas olevasse vette visati hõõguv terasetükk. Mitu kcal soojust kandus teraselt veele, kui künas oli 2 l vett, mille temperatuur tõusis 36° C võrra, ja kui vee erisoojus on 1?

5. Kui palju soojust on tarvis, et tõsta 150° C võrra 100 kg a) terase (erisoojus 0,11) b) plii (erisoojus 0,031), c) tina (erisoojus 0,056) temperatuuri?

6. 28 kg raske alumiiniumi tüki temperatuur on 150° C. Kui palju vabaneb soojust, kui alumiiniumi tükk jahtub 20° C-ni ja kui alumiiniumi erisoojus on 0,22?

7. 4 200-kg vaske tuleb soojendada 120° C võrra. Kui palju kulub selleks soojust, kui vase erisoojus on 0,094?

8. 0,5 kg raske messingi tükk temperatuuriga 100° C, panduna 1 l vette temperatuuriga 20° C, tõstis seda 3,5° C võrra. Kui suur on messingi erisoojus?

9. 4 kg raske terase tükk temperatuuriga 700° C pandi 12 l vette temperatuuriga 10° C. Kui kõrgele tõusis vee temperatuur, kui terase erisoojus on 0,11 ja vee erisoojus 1?

10. Toa mõõtmed on 6,2 m × 8,6 m × 3,2 m. Kui palju on tarvis soojust, et tõsta toa õhu temperatuuri 20° C võrra, kui 1 m^3 õhku kaalub 1,23 kg ja õhu erisoojus on 0,24?

2. Põlemissoojus.

1. Kui palju soojust vabaneb 1 rm küttepuidu täielikul põlemisel, kui 1 kg puidu küttevääртus on 3 800 kcal ja 1 rm puitu kaalub 580 kg?

2. Ahjutäis puitu kaalub 32 kg.

   1) Kui palju soojust tekib selle puidu hulga täielikul põlemisel, kui puidu küttevääртus on 3 200 kcal?

   2) Kui palju sellest soojusest läheb ahju soojendamiseks, kui ahju tõhutegur on a) 0,25, b) 0,35?

3. Arvutage, kui palju maksab põletise 10 000 kcal järgmise tabeli andmeil:

Jrk. nr.	Põletis	1 kg keskmine küttevääртus kcal	Põletise hind	Märkusi
1.	Puit	3 700	36.— $\frac{\text{rbl.}}{\text{rm}}$	mahukaal 0,52 $\frac{\text{t}}{\text{rm}}$
2.	Põlevkivi	3 300	49.— $\frac{\text{rbl.}}{\text{t}}$	mahukaal 0,875 $\frac{\text{t}}{\text{m}^3}$
3.	Turvas	3 500	100.— $\frac{\text{rbl.}}{\text{t}}$	mahukaal 0,45 $\frac{\text{t}}{\text{m}^3}$
4.	Kivisüsi	7 200	10,5 $\frac{\text{kop.}}{\text{kg}}$	
5.	Koks	6 850	10,5 $\frac{\text{kop.}}{\text{kg}}$	
6.	Bensiin	11 100	66 $\frac{\text{kop.}}{\text{l}}$	erikaal 0,73 $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$
7.	Petrooleum	10 800	70 $\frac{\text{kop.}}{\text{kg}}$	
8.	Piiritus	6 400	4,10 $\frac{\text{rbl.}}{\text{l}}$	erikaal 0,82 $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$
9.	1) Elekter	—	15 $\frac{\text{kop.}}{\text{kWh}}$	1 kWh annab 860 kcal
	2) „	—	40 $\frac{\text{kop.}}{\text{kWh}}$	

4. Kui palju maksab liiter petrooleumi, kui kg maksab 70 kop. ja kui petrooleumi erikaal on 0,81 $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$?

5. Käitise kolme ruumi kütteks tarvitati aastas 35 rm küttepuitu à 35 rbl.

1) Kui suur on käitise aastane küttekulu?

2) Kui suur on keskmine küttekulu kuus iga ruumi kohta eraldi, kui esimese ruumi õhuruum on 85 m^3, teise 205 m^3 ja kolmanda 130 m^3?

6. Mitu protsenti läheb kivisõe ostmine kilogrammiviisi kallimaks tonniviisi ostmisest, kui kilogramm maksab 13 kop. ja tonn 105 rbl. Kui suur on kahju 7 538 kg aastase tarvituse juures?

7. Käitis tarvitab aastas 105 rm puitu à 39 rbl., puidu ühe kg küttevääртus on 3 700 kcal. Kui suur on sama käitise küttekulu aastas turvasküttе puhul, kui turvas maksab 100 rbl. tonn ja tema ühe kg küttevääртus on 3 500 kcal? Vaata ülesannet nr. 3.

8. Käitise tööruumi 59 cm paksuse paekivist välisseina pindala on 135 m^2 ja akende pindala 6 m^2.

1) Kui suur on tööruumi aastane küttekulu, kui küttepuidu aastane tarvitus 1 m^2 seina kohta on 111 kg ja 1 m^2 akna kohta 224 kg ning kui 1 rm puitu maksab 38 rbl. ja kaalub 400 kg?

2) Kui suur on sama tööruumi aastane küttekulu peale tööruumi siseseina katmist 5 cm pilliroоplaatidega (roliit), kui aastane küttepuidu tarvitus 1 m^2 seina kohta on nüüd 41 kg?

3) Avaldada kütteaine kokkuhoid protsentides!

9. Elekterkütet kasutatakse abistusküttena. Elektriahju võimsus on keskmiselt 35 W m^3 õhuruumi kohta.

1) Kui suur peab olema elektriahju võimsus, mis soojendaks ruumi pikkusega 5 m, laiusega 4,2 m ja kõrgusega 2,9 m?

2) Kui suur on aastane elektrimaks, kui ahju köetakse 142 päeva kestel keskmiselt 2½ tundi päevas ja kui kWh maksab a) 50 kop., b) 40 kop., c) 25 kop.?

3. Elektrivoolu soojus.

Elektrivoolu toimel eraldunud soojushulka arvutatakse järgmiste valemite abil

$$Q_1 = 0{,}239 \cdot I^2 \cdot R \cdot t_1$$

või

$$Q = 860\, N \cdot t$$

kus Q_1 — eraldunud soojushulk cal-tes,
Q — eraldunud soojushulk kcal-tes,
I — elektrivoolu tugevus amprites,
R — küttekeha takistus oomides,
t_1 — elektri mõjumisaeg sekundites,
t — elektri mõjumisaeg tundides,
N — võimsus kW-des.

Näidis: Kui palju soojust tekib küttekehas 1 tunni jooksul, kui elektrivoolu tugevus on 2 A ja küttekeha takistus 110 Ω?

$$Q_1 = 0{,}239 \cdot I^2 \cdot R \cdot t_1$$
$$Q_1 = 0{,}239 \cdot 2^2 \cdot 110 \cdot 3\,600 \text{ (1 tund on 3 600 s)}$$
$$Q_1 = 378\,000 \text{ (cal)}$$

ehk

$$Q = 378 \text{ (kcal)}.$$

Et sama küttekeha võimsus on $2 \cdot 110 \cdot 2 = 440$ W ehk 0,44 kW, siis

$$Q = 860 \cdot 0{,}44 \cdot 1$$
$$Q = 378 \text{ (kcal)}.$$

1. Kui palju soojust tekib küttekehas 0,5 tunni jooksul, kui elektrivoolu tugevus on 2,5 A ja küttekeha takistus a) 55 Ω, b) 110 Ω?

2. Kui palju soojust tekib küttekehas takistusega 80 Ω, kui elektrivoolu tugevus on 1,5 A ja elektri mõjumise kestus a) 15 min., b) 45 min.?

3. Kui palju soojust tekib küttekehas 15 min. jooksul, kui selle takistus on 50 Ω ja elektrivoolu tugevus a) 0,5 A, b) 2 A, c) 1 A? Tehke järeldusi!

4. 550 W elektrikeedunõus läheb 1,5 l 15°-st vett 20 min. jooksul keema.

1) Mitu kcal soojust tekkis keedunõus selle aja jooksul?
2) Mitu kcal soojust oleks olnud tarvis selle veehulga üleskeetmiseks?
3) Kui suur on keedunõu tõhutegur?
4) Kui palju maksab vee üleskeetmine, kui kWh maksab 40 kop.?

5. Mitu kcal soojust annab 1 200 W elektriahi 3 tunni kestel?

6. Puiduküttega pliidi tõhutegur on 0,15, gaasiküttega pliidil 0,6 ja elektripliidil 0,8. Kui palju läheb maksma 25 l 20°-se vee üleskeetmine a) puidu-, b) gaasi- ja c) elektrikütte puhul? (Vaata ülesannet nr. 3 lk. 190).

4. Paisumine.

Kehade joonpaisumist arvutatakse järgmise valemi abil

$$l_t = l_0 + l_0 \cdot \alpha \cdot (t_2 - t_1)$$

kus l_t — keha lõpp-pikkus,
l_0 — keha algpikkus,
t_1 — keha algtemperatuur,
t_2 — keha lõpptemperatuur,
α (loe: alfa) — joonpaisumise tegur.

Näidis: Teraslati pikkus 20° C puhul on 5 m. Kui pikk on sama latt 60° C puhul, kui terase joonpaisumise tegur on 0,0000117?

$$l_t = l_0 + l_0\alpha(t_2 - t_1)$$
$$l_t = 5 + 5 \cdot 0{,}0000117\ (60 - 20)$$
$$l_t = 5 + 5 \cdot 0{,}0000117 \cdot 40$$

$$l_t = 5 + 0{,}00234$$
$$l_t = 5{,}00234 \text{ (m)},$$

s. o. teraslatt pikenes 2,34 mm võrra.

1. Mitu mm pikeneb 15 m pikkune traat temperatuuri tõusul 30° C võrra, kui traadi materjaliks on a) teras ($\alpha = 0{,}0000117$), b) vask ($\alpha = 0{,}0000162$), c) alumiinium ($\alpha = 0{,}0000237$).

2. Terasest kaliibri läbimõõt 20° C puhul on 25 mm. Kui suur on kaliibri läbimõõt —25° C puhul?

3. Terasest joonli pikkus 20° C puhul on 2 m. Kui pikk on joonel 100° C puhul?

4. Malmist silindri läbimõõt 15° C puhul on 200 mm. Kui suur on silindri läbimõõt 615° C puhul ($\alpha = 0{,}0000114$)?

Vedelikkude ruumpaisumist arvutatakse järgmise valemi abil

$$V_t = V_0 + V_0 \cdot \gamma \cdot (t_2 - t_1)$$

kus V_t — vedeliku lõppruumala,
V_0 — vedeliku algruumala,
t_2 — vedeliku lõpptemperatuur,
t_1 — vedeliku algtemperatuur,
γ (loe gamma) — vedeliku ruumpaisumisetegur.

1. 200 l bensiini soojeneb 5° C-lt 30° C-ni.
   1) Kui suur on soojenenud bensiini ruumala, kui γ on 0,00138?
   2) Kui suur on bensiini erikaal 30° C puhul, kui tema erikaal 5° C puhul oli 0,75 $\frac{g}{cm^3}$?
2. 150 l petrooleumi jahtub 25° C-lt —25° C-ni.
   1) Kui suur on petrooleumi ruumala —25° C puhul, kui γ on 0,00096?
   2) Kui suur on petrooleumi erikaal —25° C puhul, kui 25° C puhul see on 0,83 $\frac{g}{cm^3}$?

5. Gaasi ruumala ja rõhu arvutamine.

Püsiva temperatuuri puhul on kinnises anumas oleva gaasi ruumala korrutis gaasi absoluutse rõhuga püsiv suurus

ehk matemaatiliselt avaldatuna

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$$

kus p_1 — gaasi absoluutne rõhk ruumala V_1 puhul,
p_2 — gaasi absoluutne rõhk ruumala V_2 puhul.

Märge: Absoluutne rõhk (tähis: at) võrdub ülerõhu (tähis: atü) ja õhurõhu (umbes 1 at) summaga. 150 atü = (150 at + 1 at) = 151 at.

Näidised:

1) Silindri ruumala on 20 l ja selles oleva gaasi absoluutne rõhk 50 at. Leida silindris oleva gaasi ruumala rõhul 1 at (normaalrõhumisel):

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$$
$$1 \cdot V_1 = 50 \cdot 20$$
$$V_1 \cdot = 1\,000 \text{ (l)}.$$

2) Keevitamise algul oli hapniku rõhk 110 at ja töö lõpul 100 at. Mitu liitrit hapnikku (rõhuga 1 at) tarvitati keevitamiseks, kui hapnikupudeli ruumala oli 40 l?

Tööks tarvitatud hapniku hulk võrdub rõhkude vahe ja pudeli ruumala (V) korrutisega.

$$V_2 - V_1 = V \cdot (p_1 - p_2)$$
$$V_2 - V_1 = 40 \cdot (110 - 100)$$
$$V_2 - V_1 = 40 \cdot 10$$
$$V_2 - V_1 = 400 \text{ (l)}.$$

1. Hapnikupudeli ruumala on 40 l ja selles oleva hapniku abs. rõhk a) 45 at, b) 150 at, c) 250 at.

1) Kui suur on pudelis oleva hapniku ruumala 1 at rõhul?

2) Mitu liitrit hapnikku rõhuga 1 at on pudelis?

2. Hapnikupudeli ruumala on 42 l. Kui suur on hapniku ülerõhk, kui pudelisse on surutud a) 5 800 l, b) 2 000 l, c) 168 l hapnikku?

3. Kui palju kaalub pudelitäis hapnikku, kui pudeli ruumala on 38 l, hapniku rõhk 149 atü ja kui 1 m^3 hapnikku kaalub normaalrõhul 1,29 kg?

4. Keevitamist alustades oli hapniku rõhk 135 atü ja keevitamist lõpetades 122 atü. Hapnikupudeli ruumala on 40,5 l.

1) Mitu l hapnikku rõhuga 1 at tarvitati keevitamiseks?
2) Mitu kg hapnikku tarvitati keevitamiseks? (1 l kaalub 1 at rõhul 1,29 g).

5. Atsetüleenipudeli veemaht on 38 l ja ta sisaldab 6,2 kg atsetüleeni. Mitu liitrit atsetüleeni (rõhuga 1 at) on pudelis, kui 1 kg atsetüleeni ruumala 15° C ja 1 at rõhu puhul on 910 l?

6. Pudelites müügilolev atsetüleen on lahustatud atsetoonis. 1 l atsetooni lahustab 15° C ja 1 at rõhu puhul 23 l atsetüleeni.

1) Mitu liitrit atsetüleeni (rõhuga 1 at) on pudelis, kui pudelis on 16 kg atsetooni ja rõhk on 15 at (maksimaalne lubatav rõhk)?
2) Mitu kg atsetüleeni tarvitati keevitamiseks, kui rõhk töö lõpul oli 10 at ja kui 1 kg atsetüleeni võrdub 0,91 m^3 atsetüleengaasiga 15° C ja 1 at rõhu puhul?

Kinnises anumas oleva gaasi absoluutne rõhk oleneb temperatuurist ja arvutatakse järgmise valemi abil

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{273 + t_1}{273 + t_2}$$

kus p_1 — gaasi abs. rõhk temperatuuril t_1,
ja p_2 — gaasi abs. rõhk temperatuuril t_2.

Näidis: Silindris oleva gaasi rõhk temperatuuril 27^0 C on 100 at. Kui suur on gaasi rõhk temperatuuril 57^0 C?

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{273 + t_1}{273 + t_2}$$

$$\frac{100}{p_2} = \frac{273 + 27}{273 + 57}$$

$$\frac{100}{p_2} = \frac{300}{330}$$

$$p_2 = \frac{100 \cdot 330}{300}$$

$$p_2 = \mathbf{110} \text{ (at)}.$$

7. Pudelis oleva hapniku rõhk temperatuuril 15^0 C on 150 at. Kui suur on hapniku rõhk temperatuuril a) 27^0 C, b) 40^0 C, c) 0^0 C, d) -10^0 C, e) -30^0 C?

8. Pudelis oleva atsetüleeni rõhk temperatuuril 15^0 C on 0,8 atü. Kui suur on atsetüleeni rõhk temperatuuril a) 25^0 C, b) 0^0 C, c) -25^0 C?

9. Kompressoris 7 atü peale kokkusurutud õhu algtemperatuur oli 7^0 C ja rõhk 1 at. Kui kõrge peaks olema kokkusurutud õhu temperatuur?

XVII. Mehaanika.

1. Kiirus.

Kiiruse mõõduks on ajaühiku kestel kulgetud tee pikkus, avaldatud meetersekundites (tähis: $\frac{m}{s}$), kilomeetertundides (tähis: $\frac{km}{h}$), millimeetersekundites (tähis: $\frac{mm}{s}$), meeterminutites (tähis: $\frac{m}{min.}$) jt.

Kiiruse arvutamiseks kasutatakse järgmist valemit:

$$v = \frac{s}{t}$$

kus v — kiirus,
s — tee pikkus,
t — aeg.

Selle valemi teisendamisel leiame, et

$$s = v \cdot t \qquad t = \frac{s}{v}$$

s. o. tee pikkus võrdub kiiruse ja aja korrutisega ja aeg võrdub tee pikkuse ja kiiruse jagatisega.

Näidis: Nõukogude lendur Šebanov maailmarekordi püstitamisel läbis 5 000 km pika teekonna 12,5 tunniga. Kui suur oli Šebanovi keskmine kiirus tunnis.

$$v = \frac{s}{t}$$

$$v = \frac{5000}{12{,}5}$$

$$v = 400 \left(\frac{\text{km}}{\text{h}}\right)$$

1. Rihma kiirus on $22{,}5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Avaldada rihma kiirus a) $\frac{\text{km}}{\text{h}}$-des, b) $\frac{\text{m}}{\text{min}}$-tes, c) $\frac{\text{mm}}{\text{s}}$-tes!

2. Koorem tuleb tõsta 14 sekundi jooksul 42 m kõrgusele. Kui suur on tõstekiirus?

3. Sõidu kestus ja rongide kiirus.

R 15	R 11	S 13	km	Jaamad			S 14	R 12	R 16
6.40	16.00	22.30	0	min.	Tallinn — Sadam	tul.	7.30	9.30	19.05
8.09	17.21	1.07	54,4	tul.	Rapla	min.	4.40	8.10	17.45
8.11	17.22	1.25		min.		tul.	4.25	8.08	17.43
8.36	17.47	2.06	71,9	tul.	Lelle	min.	3.40	7.43	17.15
8.38	17.50	2.30		min.		tul.	3.14	7.40	17.10
9.16	18.28	3.34	98,0	tul.	Türi	min.	2.05	7.02	16.32
9.24	18.36	4.00		min.		tul.	23.45	6.54	16.20
10.44	19.56	6.59	150,6	tul.	Viljandi	min.	20.45	5.34	15.00
—	20.03	—		min.		tul.	—	5.27	—
—	21.30	—	195,4	tul.	Mõisaküla	min.	—	4.00	—

1) Arvutada sõidu kestus Mõisakülast Tallinna reisirongiga R12!

2) Arvutada sõidu kestus Viljandist Tallinna reisirongiga R16 ja segarongiga S14 ning leida, mitu korda aeglasem on segarong S14 reisirongist R16 ja mitu korda kiirem on reisirong R16 segarongist S14!

3) Kui suur on rongide a) R12, b) R15, c) S13 ja d) S14 keskmine kiirus lõppjaamade vahel?

4) Kui suur on rongi R16 keskmine kiirus Viljandi ja Türi ning Türi ja Lelle jaama vahel?

5) Millal peaks rong R16 saabuma Võhma jaama, kui Võhma asub 119,8 km kaugusel Tallinnast?

4. Leida auto keskmine kiirus $\frac{\text{km}}{\text{h}}$-des, kui

	a	b	c	d	e
tee pikkus (s)	85 km	150 km	16,5 km	1,86 km	2600 m
sõidu kestus (t)	1 h 30 min.	$4\frac{3}{4}$ h	32 min.	3,8 min.	1 min. 12,4 s

5. Leida auto sõidu kestus, kui

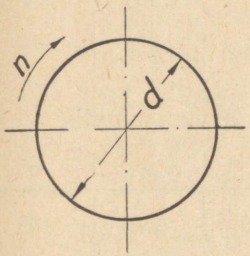
	a	b	c	d	e
tee pikkus (s)	240 km	172 km	450 m	0,8 km	2,08 km
keskmine kiirus (v)	55 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$	14 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$	12,5 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$	145 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$	30,2 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$

6. Leida sõidetud tee pikkus km-tes, kui

	a	b	c	d	e
sõidu kestus (t)	5 h	4,5 h	34 min.	5,6 min.	3 h 55 min.
keskmine kiirus (v)	48 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$	15 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$	82 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$	23 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$	2,4 $\frac{\text{km}}{\text{min}}$

2. Ringkiirus.

Ratta pöia ringkiirus arvutatakse järgmise valemi abil



Joon. 91.

$$v = \frac{\pi dn}{60}$$

kus v — ringkiirus, s. o. punkti kiirus tiirleva keha ümbermõõdul,
d — tiirleva keha läbimõõt,
n — tiirude arv minutis.

Ringkiiruse mõõtühikuks on tavalisesti $\frac{\text{m}}{\text{s}}$, harvemini $\frac{\text{mm}}{\text{s}}$ või $\frac{\text{m}}{\text{min.}}$.

Näidis: Seibi läbimõõt on 600 mm ja tema tiirude arv minutis = 100. Kui suur on selle seibi ringkiirus $\frac{\text{m}}{\text{s}}$-tes?

$$v = \frac{\pi dn}{60} \qquad d = 600 \text{ mm ehk } 0{,}6 \text{ m}$$

$$v = \frac{\pi \cdot 0{,}6 \cdot 100}{60}$$

$$v = \mathbf{3{,}14} \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right).$$

1. Mitu tiiru minutis on a) 6 354 tiiru tunnis, b) 18,5 tiiru sekundis, c) 0,42 tiiru sekundis?

2. Kui suur on seibi tiirude arv minutis, kui ta teeb a) 60 tiiru 40 sekundis, b) 12 tiiru 6,5 sekundis, c) 5 tiiru 14 sekundis?

3. Arvutada järgmiste seibide ringkiirused:

	a	b	c	d	e
läbimõõt d mm-tes	200	450	1 400	850	250
tiirude arv n minutis	3 000	1 200	380	65	14

4. Arvutada järgmiste seibide läbimõõdud:

	a	b	c	d	e
tiirude arv n minutis	36	56	360	1 400	800
ringkiirus v $\frac{m}{s}$-tes	5,24	11,7	29,3	3,77	15

5. Arvutada järgmiste lihvketaste tiirude arvud minutis:

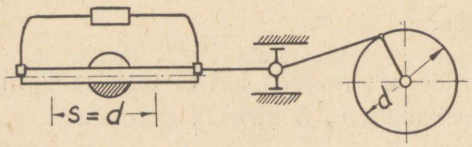
	a	b	c	d	e
läbimõõt d mm-tes	360	500	800	200	160
ringkiirus v $\frac{m}{s}$-tes	29,3	37,7	23,8	16,75	13,1

3. Lõikekiirus.

Lõikekiirusena mõistetakse lõikeriista teekonda ajaühikus. Lõikekiirust avaldataksegi tavalisesti meetrites minutis (tähis: $\frac{m}{min.}$).

Hööveldamisel, masinsaagimisel jne. võrdub lõikekiirus lõiketera sirgjoonelise liikumise kiirusega, kuna treimisel, puurimisel, freesimisel, lihvimisel jne. võrdub ta ringkiirusega.

1. **Masinsae** lõikekiiruse arvutamine toimub järgmise valemi abil



Joon. 92.

$$v = 2 \cdot s \cdot n$$

kus v — lõikekiirus $\frac{m}{min}$-tes,
s — käigu pikkus m-tes,
n — tiirude arv min-tes.

1) Mitu käiku teeb saag ühe tiiru puhul?

2) Kui suur on sae lõikekiirus, kui käigupikkus on 280 mm ja tiirude arv minutis 75?

3) Kui suur on sae lõikekiirus, kui käigu pikkus on 150 mm ja saag teeb 180 töökäiku minutis?

4) Sae lõikekiirus on $18\,\frac{\text{m}}{\text{min.}}$ ja tema käigu pikkus 220 mm. Kui suur on tiirude arv minutis ja mitu töökäiku teeb saag ühes minutis?

2. Hööveldatava eseme pikkus ühes ülejooksudega on 1,8 m, töökäik kestab 5,5 s, tagasikäik 2,2 s. Leida a) töökäigu, b) tagasikäigu, c) edasi-tagasikäigu kiirus.

Tavalise ringkiiruse valemi asemel kasutatakse lõikekiiruse arvutamisel järgmist valemit:

$$v = \pi dn$$

kus v — lõikekiirus $\frac{\text{m}}{\text{min}}$-tes,
d — läbimõõt m-tes,
n — tiirude arv minutis.

Näidis: Freesi läbimõõt on 300 mm ja tema tiirude arv minutis 33. Kui suur on lõikekiirus?

$$v = \pi dn$$
$$v = \pi \cdot 0{,}3 \cdot 33$$
$$v = 31{,}1 \left(\frac{\text{m}}{\text{min.}}\right).$$

3. Mitu $\frac{\text{m}}{\text{min.}}$ on a) 400 $\frac{\text{mm}}{\text{s}}$, b) 520 $\frac{\text{mm}}{\text{s}}$, c) 120 $\frac{\text{mm}}{\text{s}}$?

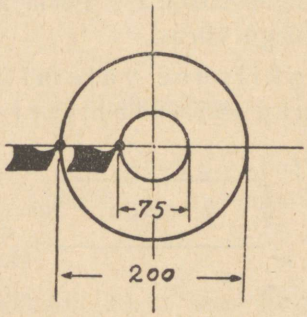
4. Leida treitera lõikekiirus $\frac{\text{m}}{\text{min}}$-tes, kui

	a	b	c	d	e
treitava eseme läbimõõt on mm-tes	150	25	85	250	1 650
tööspindli tiirude arv minutis	38	240	96	19	9,6

5. Leida treipingi tööspindli tiirude arv minutis, kui

	a	b	c	d	e
treitava eseme läbimõõt on mm-tes	80	300	35	2 500	180
lõikekiirus $\frac{m}{min}$-tes	10	40	20	25	16

6. Leida lõikekiirus p l a a n t r e i m i s e alustamisel, kui treitava eseme läbimõõt on 200 mm, ja siis, kui läbimõõt on treimise kestel vähenenud a) 160 mm-ni, b) 120 mm-ni, c) 75 mm-ni ning kui tiirude arv minutis oli muutumatult 75.



Joon. 93.

7. Leida puuri lõikekiirus $\frac{m}{min}$-tes, kui

	a	b	c	d	e
puuri läbimõõt on	20 mm	28 mm	$1\frac{1}{2}''$	16 mm	$\frac{1}{4}''$
puuri tiirude arv minutis	500	180	120	750	1 400

8. Kiirlõiketerasest puuriga, mille läbimõõt on 15 mm, puuritakse malmi lõikekiirusega 22 $\frac{m}{min.}$. Kui suur on puuri tiirude arv minutis?

9. Tööriistaterasest 15 mm puuriga on lubatav puurida malmi lõikekiirusega kuni 14 $\frac{m}{min.}$. Kui suur on puuri tiirude arv minutis?

10. Freesi läbimõõt on 175 mm ja tema lõikekiirus terase ruppimisel 18 $\frac{m}{min.}$. Kui suur on freesi tiirude arv?

11. Freesi läbimõõt on 60 mm ja tema lõikekiirus alumiiniumi ruppimisel 200 $\frac{m}{min.}$.

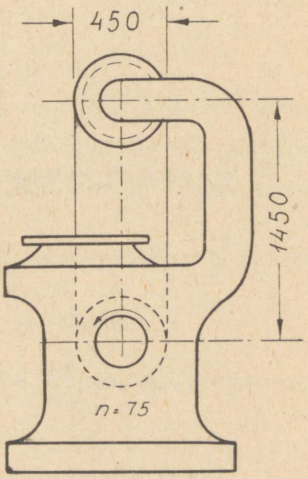
1) Kui suur on freesi tiirude arv ruppimisel?
2) Kui suur on sama suure freesi tiirude arv lihtimisel, kui lihtimise lõikekiirus võib olla 25% suurem ruppimise omast?

12. Freesi läbimõõt on 150 mm ja tema tiirude arv minutis pronksi ruppimisel 60. Kui suur on freesi lõikekiirus?

13. Lintsae saeseibide läbimõõt on 450 mm ja nende keskpunktide vahemaa pikkus 1 450 mm (vt. joon. 94).

1) Kui suur on saelehe pikkus?
2) Kui suur on sae lõikekiirus, kui tiirude arv minutis on 75?

14. Ketassae läbimõõt on 800 mm ja ta teeb 620 tiiru minutis. Kui suur on ketassae lõikekiirus?



Joon. 94.

4. Ettenihe.

Ettenihe ühe tiiru kohta (tähis: e_t) avaldatakse millimeetrites töötluseseme või lõikeriista ühe tiiru (või töökäigu) kohta.

Ettenihe ühe hamba kohta (tähis: e_z) avaldatakse millimeetrites, näit. freesi ühe hamba kohta.

Ettenihke kiirus (tähis: e_v) avaldatakse millimeetrites minutis (tähis: $\frac{mm}{min.}$).

$$e_v = n \cdot e_t; \quad e_t = z \cdot e_z; \quad e_v = n \cdot z \cdot e_z$$

Näidis: Freesil on 20 hammast, tema tiirude arv minutis on 50 ja ettenihe ühe hamba kohta (e_z) 3 mm.

1) Kui suur on ettenihe ühe tiiru kohta (e_t)?

$$e_t = z \cdot e_z$$
$$e_t = 20 \cdot 3$$
$$e_t = \mathbf{60}\ (mm).$$

2) Kui suur on ettenihke kiirus?

a)

$$e_v = n \cdot e_t$$
$$e_v = 50 \cdot 60$$
$$e_v = \mathbf{300}\ \left(\frac{mm}{min.}\right)$$

ehk b)

$$e_v = n \cdot z \cdot e_z$$
$$e_v = 50 \cdot 20 \cdot 3$$
$$e_v = \mathbf{300}\ \left(\frac{mm}{min.}\right)$$

1. Puuri ettenihe ühe tiiru kohta (e_t) on 0,15 mm ja puuri tiirude arv minutis (n) 420. Kui suur on puuri ettenihke kiirus (e_v)?

2. Treitera ettenihe ühe tiiru kohta (e_t) on 2,4 mm. Treitava eseme tiirude arv minutis (n) on 260. Kui suur on ettenihke kiirus (e_v)?

3. Freesi läbimõõt on 60 mm, hammaste arv (z) 5, lõikekiirus (v) 20 $\frac{m}{min.}$ ja ettenihe hamba kohta (e_z) 0,2 mm. Kui suur on selle freesi ettenihe ühe tiiru kohta (e_t) ja ettenihke kiirus (e_v)?

4. Freesil on 18 hammast, tema tiirude arv minutis on 33 ja ettenihke kiirus (e_v) 35,6 $\frac{mm}{min.}$. Kui suur on ettenihe ühe tiiru ja ühe hamba kohta?

5. Hööveldatava plaadi laius on 320 mm. Kui suur on ettenihe ühe edasi-tagasi-käigu kohta, kui tera tegi 245 töökäiku?

6. Hööveldatava plaadi laius oli 125 mm ja ettenihe ühe edasi-tagasi-käigu kohta 0,8 mm. Mitu edasi-tagasi-käiku tegi höövlitera?

5. Masinaaeg.

1) Hööveldamise aeg.

Ülesanne: Hööveldada plaat, mille pikkus on 1 200 mm ja laius 250 mm lõikekiirusega 12,5 $\frac{m}{min.}$ ja ettenihkega 1,25 mm töökäigu kohta. Ülejooks kummaski otsas 25 mm. Tagasijooksu kiirus on töökäigu kiirusest 2 korda suurem. Leida hööveldamise aeg.

Lahendus: Töökäigu pikkus (l) võrdub eseme pikkuse ja mõlemate ülejooksude summaga.

$$l = 1\,200 + 2 \cdot 25 = 1\,250 \text{ (mm) ehk } 1{,}25 \text{ (m)}.$$

Töökäigu kestus (t_e) võrdub töökäigu pikkuse (l) ja lõikekiiruse (v) jagatisega.

$$t_e = \frac{l}{v}$$

$$t_e = \frac{1{,}25}{12{,}5}$$

$$t_e = \mathbf{0{,}1} \text{ (min.)}$$

Tagasijooksu kestus (t_t) võrdub käesoleval juhul poole töökäigu kestusega.

$$t_t = \tfrac{1}{2} \cdot 0{,}1 = \mathbf{0{,}05} \text{ (min.)}$$

Töölaua ühe edasi-tagasikäigu kestus ($t_e + t_t$) on

$$0{,}1 + 0{,}05 = \mathbf{0{,}15} \text{ (min.)}.$$

Käigu ümberlülimise aeg olgu 0,05 min.

Tegelik edasi-tagasikäigu aeg (t) on seega 0,15 + 0,05 ehk 0,2 min.

Edasi-tagasikäikude arv (n) võrdub plaadi laiuse (b) ja ettenihke (e_t) jagatisega

$$n = \frac{b}{e_t}$$

$$n = \frac{250}{1{,}25}$$

$$n = 200 \text{ (edasi-tagasikäiku).}$$

Hööveldamise aeg (t_h) võrdub edasi-tagasikäikude arvu ja tegeliku edasi-tagasikäigu aja (t) korrutisega.

$$t_h = n \cdot t$$

$$t_h = 200 \cdot 0{,}2$$

$$t_h = 40 \text{ (min.).}$$

1. Leida hööveldamise aeg (t_h), kui

	a	b	c
plaadi pikkus mm-tes	1 500	1 800	500
plaadi laius mm-tes	200	400	80
üldülejooks mm-tes	80	100	50
lõikekiirus $\frac{m}{min}$-tes	60	12	8
ettenihe töökäigu kohta mm-tes	1,25	1,5	0,8
tagasijooksukiiruse suhe lõikekiirusega	3:1	2:1	2½:1
ümberlülimise aeg min-tes	~ 0,06	~ 0,06	~ 0,05

2. Ruppida ja lihtida ese, mille laius on 400 mm ja pikkus 2 100 mm. Ruppimiskiirus 50 $\frac{m}{min.}$, lihtimiskiirus 65 $\frac{m}{min.}$. Ettenihe töökäigu kohta ruppimisel 0,75 mm, lihtimisel 1,3 mm. Tagasijooksukiiruse suhe lõikekiirusega on 2:1. Üldülejooks 100 mm. Seadeaeg, kõrvalaeg ja lisaaeg on 1½ tundi. Leida valmistusaeg.

2) Treimise aeg.

Ülesanne: Leida 18 võlli treimise aeg, kui võlli pikkus on 1 440 mm, tiirude arv minutis 120 ja ettenihe ühe tiiru kohta (e_t) 1,2 mm.

Ettenihke kiirus (e_v) on $1{,}2 \cdot 120 = 144 \left(\frac{\text{mm}}{\text{min.}}\right)$.

Ühe võlli treimise aeg on $1\,440 : 144 = 10$ (min.)

18 võlli treimise aeg on $18 \cdot 10 = 180$ (min.) ehk 3 tundi.

Treimiseaja arvutamiseks võib kasutada ka järgmist valemit

$$t_t = \frac{l \cdot m \cdot i}{e_t \cdot n}$$

kus t_t — treimise aeg minutites,
l — treitava eseme pikkus mm-tes,
m — esemete arv,
i — laastude arv,
e_t — ettenihe ühe tiiru kohta,
n — tiirude arv minutis.

Näidis: Eseme pikkus $l = 1\,440$ mm, esemete arv $m = 18$, laastude arv $i = 1$, ettenihe $e_t = 1{,}2$ mm, tiirude arv $n = 120$. Leida treimise aeg.

$$t_t = \frac{l \cdot m \cdot i}{e_t \cdot n}$$

$$t_t = \frac{1440 \cdot 18 \cdot 1}{1{,}2 \cdot 120}$$

$$t_t = 180 \text{ (min.)}.$$

1. Leida detailide treimise aeg, kui

	a	b	c
detaili pikkus mm-tes	1 500	800	450
detailide arv	12	5	35
laastude arv	2	1	3
ettenihe ühe tiiru kohta mm-tes	0,08	0,15	0,2
tiirude arv minutis	240	95	45

Juhul kui tiirude arvu asemel on antud lõikekiirus, tuleb kasutada järgmist valemit

$$t_t = \frac{\pi \cdot d \cdot l \cdot i \cdot m}{e_t \cdot v \cdot 1000}$$

kus t_t — treimise aeg min-tes,
d — treitava eseme läbimõõt mm-tes,
l — treitava eseme pikkus mm-tes,
i — laastude arv,
e_t — ettenihe ühe tiiru kohta,
v — lõikekiirus $\frac{\text{m}}{\text{min}}$-tes.

Näidis: Eseme pikkus $l = 1\,500$ mm, läbimõõt $d = 50$ mm, laastude arv $i = 2$, esemete arv $m = 20$, ettenihe $e_t = 1$ mm, lõikekiirus $v = 31{,}4 \frac{\text{m}}{\text{min}}$. Leida treimise aeg.

$$t_t = \frac{\pi \cdot d \cdot l \cdot i \cdot m}{e_t \cdot v \cdot 1000}$$

$$t_t = \frac{\pi \cdot 50 \cdot 1\,500 \cdot 2 \cdot 20}{1 \cdot 31{,}4 \cdot 1\,000}$$

$$t_t = 300 \text{ (min)}.$$

2. Leida detailide treimise aeg, kui

	a	b	c
detaili läbimõõt mm-tes	85	65	150
detaili pikkus mm-tes	520	750	230
laastude arv	2	3	1
detailide arv	15	8	50
ettenihe ühe tiiru kohta mm-tes	0,12	0,18	0,09
lõikekiirus $\frac{\text{m}}{\text{min}}$-tes	15	20	12

3. Võll, mille pikkus on 2,5 m ja läbimõõt 140 mm, tuleb kolme laastuga ruppida ja kahe laastuga lihtida. Lõikekiirus on ruppimisel 11 $\frac{m}{min.}$, lihtimisel 14 $\frac{m}{min.}$. Ettenihe on ruppimisel 0,9 mm, lihtimisel 0,2 mm tiiru kohta. Seadeaeg, kõrvalaeg ja lisaaeg on käesoleval puhul 22% treimisajast. Leida valmistusaeg.

Kuna p l a a n t r e i m i s e l treitera tegelik lõiketee pikkus on pool suurema ja väiksema läbimõõdu vahest ning tiirude arv arvutatakse keskmise läbimõõdu põhjal, siis on treimise aja arvutamise valem plaantreimisel järgmine:

$$t_{t_p} = \frac{\frac{D-d}{2} \cdot m \cdot i}{e_t \cdot n}$$

ehk

$$t_{t_p} = \frac{(D-d) \cdot m \cdot i}{2 e_t \cdot n}$$

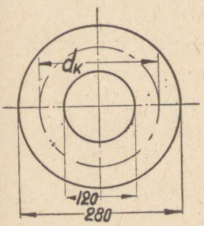
ja

$$t_{t_p} = \frac{\pi \left(\frac{D+d}{2}\right) \cdot \left(\frac{D-d}{2}\right) m \cdot i}{e_t \cdot v \cdot 1000}$$

ehk

$$t_{t_p} = \frac{\pi (D^2 - d^2)\, m \cdot i}{4\,000\; e_t \cdot v}$$

N ä i d i s: Malmist detaili otspind tuleb ruppida kahe laastuga. Lõikekiirus 25 $\frac{m}{min.}$, ettenihe 0,8 mm tiiru puhul. Detailide arv on 5. Leida treimise aeg.



Joon. 95.

1) Kui suur on keskmine läbimõõt d_k?

$$d_k = \frac{D+d}{2}$$

$$d_k = \frac{280+120}{2}$$

$d_k = 200$ (mm) ehk 0,2 (m).

2) Kui suur on tiirude arv?

$$v = \pi d n$$

$$52 = \pi \cdot 0{,}2 \cdot n$$

$$n = \frac{25}{\pi \cdot 0{,}2}$$

$n \approx 40$ (tiiru minutis).

Märge: Arvutatud tiirude arv asendatakse treipingi tegeliku lähima väiksema tiirude arvuga. Näiteks kui pingil puudub tiirude arv 40, kuid on olemas 38 ja 48. Valida tuleb 38!

3) Kui pikk on lõiketee d_v?

$$d_v = \frac{D - d}{2}$$

$$d_v = \frac{280 - 120}{2}$$

$$d_v = 80 \text{ (mm)}.$$

4) Ühe detaili kahe laastuga treimise aeg.

$$t_{t_p} = \frac{dv}{e_p \cdot n} \cdot i$$

$$t_{t_p} = \frac{80 \cdot 2}{0{,}8 \cdot 40}$$

$$t_{t_p} = 5 \text{ (min.)}.$$

5) Viie detaili treimise aeg ilma lisaaegadeta.

$$t_{t_p} = 5 \cdot 5$$

$$t_{t_p} = 25 \text{ (min.)}$$

ehk valemi abil arvutatuna

$$t_{t_p} = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2) \cdot m \cdot i}{4\,000 \cdot e_t \cdot v}$$

$$t_{t_p} = \frac{(280^2 - 120^2) \cdot 5 \cdot 2}{4\,000 \cdot 0{,}8 \cdot 25}$$

$$t_{t_p} = \frac{64\,000 \cdot 5 \cdot 2}{4\,000 \cdot 0{,}8 \cdot 25}$$

$$t_{t_p} = 25 \text{ (min.)}.$$

4. Leida järgmiste detailide otspindade [1]) treimise aeg, kui

	a	b	c	d
suurem läbimõõt D mm-tes	140	360	600	250
väiksem läbimõõt d mm-tes	60	— [2])	400	— [2])
lõikekiirus $\frac{m}{min}$-tes	15	28	—	—
ettenihe mm-tes tiiru kohta	1,2	0,5	2	0,25
laastude arv	1	2	3	2
pindade arv	1	15	8	3
tiirude arv minutis	—	—	19	96

Märge: 1) Enne arvutamist valmistada joonis.
2) Täispind; d on null!

5. Kaane treitava pinna suurem läbimõõt on 800 mm, väiksem 720 mm. Leida treimise aeg, kui ettenihke kiirus on 24 $\frac{mm}{min.}$.

3) Freesimise aeg.

Ülesanne: Freesitava eseme laius on 250 mm, pikkus 300 mm. Üldülejooks 80 mm. Ettenihke kiirus (e_v) 100 $\frac{m}{min.}$. Leida freesimise aeg.

Lahendus: Töökäigu pikkus on $300 + 80 = 380$ (mm).

Freesimise aeg t_f on $380 : 100 = 3{,}8$ (min.).

Freesimise aja arvutamiseks võib kasutada järgmist valemit

$$t_f = \frac{l \cdot i}{e_v}$$

kus t_f — freesimise aeg minutites,
l — töökäigu pikkus mm-tes,
i — laastude arv,
e_v — ettenihke kiirus $\frac{mm}{min.}$-tes.

Näidis: Antud: $l = 380$ mm, $i = 1$, $e_v = 100 \frac{\text{mm}}{\text{min.}}$. Leida t_f.

$$t_f = \frac{l \cdot i}{e_v}$$

$$t_f = \frac{380 \cdot 1}{100}$$

$$t_f = 3{,}8 \text{ (min.)}.$$

1. Leida freesimise aeg, kui

	a	b	c
töökäigu pikkus mm-tes	210	320	180
ettenihke kiirus $\frac{\text{mm}}{\text{min}}$-tes	85	36	120

2. Leida ringikujulise pinna freesimise aeg, kui ringi läbimõõt on 120 mm ja ülejooks kummaski otsas 30 mm. Freesil on 14 hammast, tema ettenihe on 0,06 mm hamba kohta ja ta teeb 95 tiiru minutis.

3. Freesitava eseme töökäigu pikkus on 410 mm. Freesi ettenihe on 1,6 mm tiiru kohta ja ta teeb 53 tiiru minutis. Leida freesimise aeg.

4) Puurimise aeg.

Ülesanne: Puuri ettenihe ühe tiiru kohta on 0,2 mm. Leida puurimise aeg, kui puuri tiirude arv minutis on 600 ja augu sügavus 36 mm.

Lahendus: Ettenihke kiirus on $0{,}2 \cdot 600 = 120 \left(\frac{\text{mm}}{\text{min.}}\right)$.

Puurimise aeg on $\frac{36}{120} = 0{,}3$ (min.).

Puurimise aja arvutamiseks võib kasutada järgmist valemit

$$t_p = \frac{l \cdot i}{e_v}$$

kus t_p — puurimise aeg minutites,

l — augu sügavus mm-tes,

i — aukude arv,

e_v — ettenihke kiirus $\frac{mm}{min}$ -tes.

Näidis: Antud: $l = 36$ mm, $i = 1$, $e_v = 120 \frac{mm}{min.}$. Leida t_p.

$$t_p = \frac{l \cdot i}{e_v}$$

$$t_p = \frac{36 \cdot 1}{120}$$

$$t_p = 0{,}3 \text{ (min.)}.$$

1. Leida puurimise aeg, kui

	a	b	c	d	e
puuri läbimõõt mm-tes	12	5	17	40	25
augu sügavus mm-tes	25	18	50	10	32
ettenihke kiirus $\frac{mm}{min}$ -tes	—	24	16	—	—
ettenihe ühe tiiru kohta mm-tes	0,14	—	—	0,20	0,18
tiirude arv minutis	125	—	—	150	250
aukude arv	1	15	8	6	25

2. 45 mm sügav auk puuritakse ettenihkega 0,32 mm tiiru kohta. Puuri tiirude arv minutis on 350.

1) Kui kaua kestab puurimine?
2) Mitu tiiru teeb puur puurimise kestel?

5. Saagimise aeg.

Saagimise aja arvutamiseks võib kasutada järgmist valemit.

$$t_s = \frac{l}{e_v}$$

kus t_s — saagimise aeg minutites,

l — saetava eseme paksus mm-tes,

e_v — ettenihke kiirus $\frac{\text{mm}}{\text{min}}$-tes.

Näidis: Kui kaua kestab 40 mm paksu eseme läbisaagimine, kui ettenihke kiirus on 20 $\frac{\text{mm}}{\text{min.}}$?

$$t_s = \frac{l}{e_v}$$

$$t_s = \frac{40}{20}$$

$$t_s = 2 \text{ (min.)}.$$

Leida saagimise aeg.

1. Ruutteras 110×110 saetakse ettenihkekiirusega 75 $\frac{\text{mm}}{\text{min.}}$.

2. Ümarteras ⌀ 200 mm saetakse ettenihkekiirusega 70 $\frac{\text{mm}}{\text{min.}}$. Leida saagimise aeg.

3. Ümarteras ⌀ 120 mm saeti läbi 90 s jooksul. Kui suur oli ettenihkekiirus?

4. I-tala kõrgusega 500 mm saetakse ettenihkekiirusega 600 $\frac{\text{mm}}{\text{min.}}$. Leida saagimise aeg.

5. Saetava eseme paksus on 150 mm. Leida saagimise aeg, kui ettenihe on 0,2 mm ühe töökäigu kohta ja saag teeb minutis 175 töökäiku.

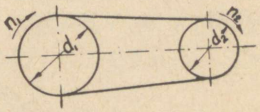
6. Rihmajam.

Vedava seibi läbimõõdu ja tiirude arvu korrutis võrdub veetava seibi läbimõõdu ja tiirude arvu korrutisega ehk

$$d_1 \cdot n_1 = d_2 \cdot n_2$$

ehk

$$i = \frac{d_1}{d_2} = \frac{n_2}{n_1}$$



Joon. 96.

kus d_1 — vedava seibi läbimõõt,
d_2 — veetava seibi läbimõõt,
n_1 — vedava seibi tiirude arv minutis,
n_2 — veetava seibi tiirude arv minutis,
i — ülekande suhe.

Näidis: Suure seibi läbimõõt on 800 ja ta teeb 40 tiiru minutis, väike seib teeb 160 tiiru minutis.

1) Kui suur on väikese seibi läbimõõt?

$$d_1 \cdot n_1 = d_2 \cdot n_2$$

$$800 \cdot 40 = d_2 \cdot 160$$

$$d_2 = \frac{800 \cdot 40}{160}$$

$$d_2 = 200 \text{ (mm)}.$$

2) Kui suur on ülekande suhe i?

$$i = \frac{d_1}{d_2} \qquad \text{ehk} \qquad i = \frac{n_2}{n_1}$$

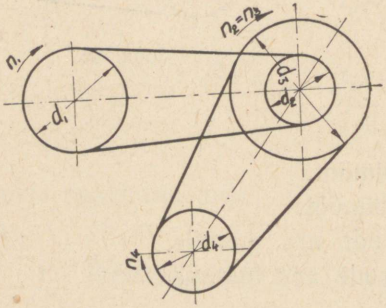
$$i = \frac{800}{200} \qquad i = \frac{160}{40}$$

$$i = 4:1 \qquad i = 4:1$$

Liitajami puhul kasutatakse järgmist valemit:

$$i = i_1 \cdot i_2 = \frac{n_4}{n_1} = \frac{d_1 \cdot d_3}{d_2 \cdot d_4} = \frac{\text{vedavate seibide läbimõõdud}}{\text{veetavate seibide läbimõõdud}}$$

Näidis: Antud liitajami $d_1 = 800$ mm, $d_2 = 200$ mm, $d_3 = 1\,000$ mm, $d_4 = 250$ ja $n_1 = 150$.



Joon. 97.

1) Leida lõppseibi tiirude arv n_4.

$d_1 \cdot n_1 = d_2 \cdot n_2$

$800 \cdot 150 = 200 \cdot n_2$

$n_2 = \frac{800 \cdot 150}{200}$

$n_2 = 600$

$n_2 = n_3 = \mathbf{600}$ (tiiru minutis)

$d_3 \cdot n_3 = d_4 \cdot n_4$

$1\,000 \cdot 600 = 250 \cdot n_4$

$n_4 = \frac{1\,000 \cdot 600}{250}$

$n_4 = \mathbf{2\,400}$ (tiiru minutis)

ehk lihtsamalt

$$\frac{n_4}{n_1} = \frac{d_1 \cdot d_3}{d_2 \cdot d_4}$$

$$\frac{n_4}{150} = \frac{800 \cdot 1\,000}{200 \cdot 250}$$

$$n_4 = \frac{150 \cdot 800 \cdot 1\,000}{200 \cdot 250}$$

$n_4 = \mathbf{2\,400}$ (tiiru minutis).

2) Leida üldülekande suhe.

$i_1 = \frac{d_1}{d_2}$ $\quad$ $i_2 = \frac{d_3}{d_4}$ $\quad$ $i = i_1 \cdot i_2$

$i_1 = \frac{800}{200}$ $\quad$ $i_2 = \frac{1\,000}{250}$ $\quad$ $i = \frac{4}{1} \cdot \frac{4}{1}$

$i_1 = 4:1$ $\quad$ $i_2 = 4:1$ $\quad$ $i = \mathbf{16}:1$

ehk lihtsamalt

$$i = \frac{n_4}{n_1}$$

$$i = \frac{2\,400}{150}$$

$$i = \mathbf{16 : 1}$$

1. Lihtajami seibide läbimõõdud on a) 1 500 ja 500, b) 420 ja 840, c) 900 ja 360, d) 250 ja 125, e) 2 400 ja 600 mm. Kui suur on ülekande suhe?

2. Lihtajami ülekande suhe on 5 : 1. Kui suur on väiksema seibi läbimõõt, kui suurema seibi oma on a) 250 mm, b) 60 cm, c) 0,85 m, d) 1 400 mm, e) 1,55 m?

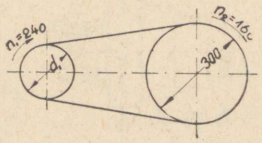
3. Aurumasina rihmaseibi läbimõõt on 2 250 mm ja ta teeb 120 tiiru minutis. Leida transmissioonivõllil asuva rihmaseibi läbimõõt, mille tiirude arv minutis on 250!

4. Leida küsimusmärgiga märgitud suurused!

	a	b	c	d	e
d_1	250	340	200	?	350
d_2	500	1 020	?	750	?
n_1	120	?	160	80	120
n_2	?	200	40	16	?
i	?	?	?	?	6 : 1

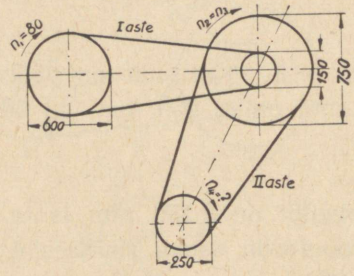
5.

Leida d_1 ja i?

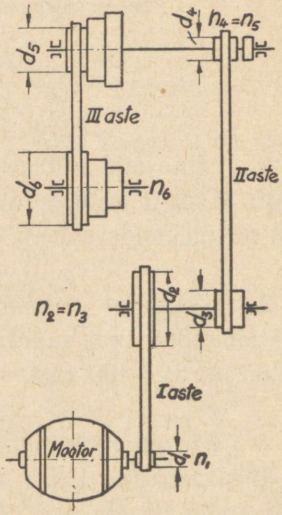


Joon. 98.

6. Leida liitajami esimese rattapaari ülekande suhe i_1, teise rattapaari ülekande suhe i_2, üldülekande suhe i ja tiirude arv n_4 (vt. joon. 99).

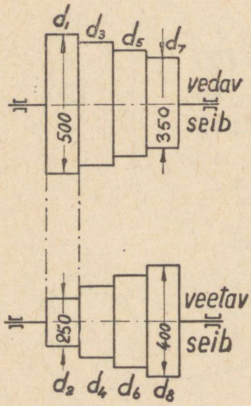


Joon. 99.



Joon. 100.

7. Leida n_6 ja i, kui $d_1 = 150$ mm, $d_2 = 600$ mm, $d_3 = 450$ mm, $d_4 = 500$ mm, $d_5 = 200$ mm, $d_6 = 300$ mm ja $n_1 = 960$ (vt. joon. 100).



Joon. 101.

A s t m e s e i b i d e puhul on võimalik ühe ja sama rihmaga saavutada mitmesuguseid tiirude arve (lõikekiirusi!). Astmeseibide puhul on koostöötavate seibide läbimõõtude summa võrdne.

$$d_1 + d_2 = d_3 + d_4 = d_5 + d_6 = \text{jne.}$$

Näiteks: $250 + 500 = 400 + 350$

ehk

$$750 = 750.$$

Ühe ja sama astmeseibi astendused ja seibide laiused on ühesuurused. Vaheseibide läbimõõtude leidmiseks jagatakse äärmiste seibide vahe astenduste, mitte astmete (seibide) arvuga.

Näidis: Leida seibi mõõdud (vt. joon. 101).

1) Vedaja seib:

vahe on $500 - 350 = 150$ mm

astendus on $\frac{150}{3} = 50$ mm.

2) Veetav seib:

vahe on $400 - 250 = 150$ mm

astendus on $\frac{150}{3} = 50$ mm.

3) Seibide mõõdud:

vedav seib	veetav seib
$d_1 = 500$	$d_2 = 250$
$d_3 = 500 - 50 = 450$	$d_4 = 250 + 50 = 300$
$d_5 = 450 - 50 = 400$	$d_6 = 300 + 50 = 350$
$d_7 = 400 - 50 = 350$	$d_8 = 350 + 50 = 400$

1. Astmeseibi äärmiste seibide läbimõõdud on 490 mm ja 250 mm, seibide arv on viis ja astmeseibide tiirude arv minutis on 360.

1) Leida seibide läbimõõdud.
2) Leida iga seibi ringkiirus.

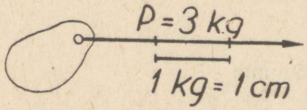
2. Riistmasina võrdsete läbimõõtudega astmeseibide äärmiste seibide läbimõõdud on 465 mm ja 300 mm, seibide arv on neli ja vedava seibi tiirude arv minutis 180. Leida veetava astmeseibi (= tööspindli) tiirude arv minutis.

7. Tung.

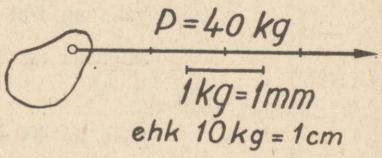
Tungiks nimetatakse kehade liikumise või kehade kujumuutmise põhjust. Tungi mõõdetakse kaaluühikutega (kg, t). Graafiliselt kujutatakse

tungi sirglõiguna, mille pikkus on kindlas valitud mõõduvahekorras tungi suurusega (näiteks tungile 1 kg võib vastata 1 cm, kuid ka 1 mm pikkune sirglõik); tungi suund märgitakse sirglõigul noolega, kuna tungi sihi ja rakenduspunkti määrab sirglõigu asend.

Näidised:



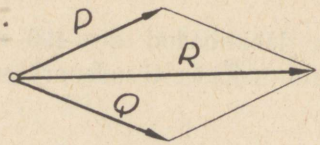
Joon. 102.



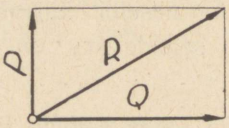
Joon. 103.

Tungide graafiline liitmine ja lahutamine.

Samas punktis rakendatud kahe tungi (nn. osatungi ehk komponendi) P ja Q resultanttung R võrdub suuruselt ja suunalt parallelogrammi diagonaaliga, mille külgedeks on liidetavad osatungid.

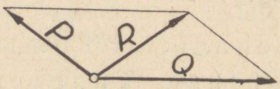


Joon. 104.

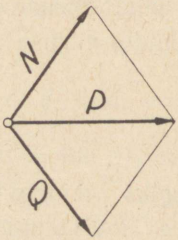


Joon. 105.

Tungide parallelogrammi põhjal võib antud algtungi P lahutada osatungideks N ja Q.



Joon. 106.



Joon. 107 a.

Graafilise tungide liitmise ja lahutamise kõrval saab tunge liita ja lahutada ka arvutamise teel järgmise valemi abil

$$R = \sqrt{P^2 + Q^2 + 2PQ\cos\alpha}$$

kus R — resultanttung,
P ja Q — osatungid,
α — osatungide vaheline nurk.

Näidis: Kehale mõjuvad tungid $P_1 = 5$ kg ja $P_2 = 6$ kg. Leida resultanttung R, kui tungide vaheline nurk on 60^0.

$$R = \sqrt{P^2 + Q^2 + 2PQ\cos\alpha}$$

$$R = \sqrt{6^2 + 5^2 + 2 \cdot 5 \cdot 6 \cdot \cos 60^0}$$

$$R = \sqrt{36 + 25 + 60 \cdot 0{,}5}$$

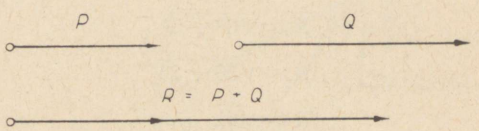
$$R = \sqrt{36 + 25 + 30}$$

$$R = \sqrt{91}$$

$$R = 9{,}54 \text{ (kg)}.$$

Juhul, kui $\alpha = 0^0$, s. o. kui tungide suunad ühtuvad, võrdub

$$R = P + Q$$



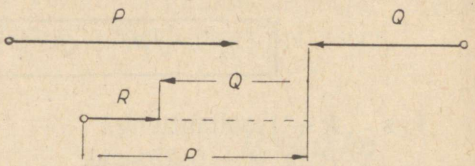
Joon. 107 b.

Näidis: $P = 6$ kg ja $Q = 5$ kg. $R = ?$ kg.

$$R = P + Q$$
$$R = 6 + 5$$
$$R = 11 \text{ (kg)}.$$

Juhul, kui $\alpha = 180^0$, s. o. kui tungide suunad on vastupidised, võrdub

$$R = P - Q$$



Joon. 107 c.

Näidis: $P = 6$ kg ja $Q = 5$ kg. $R = ?$ kg.

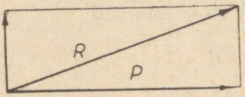
$R = P - Q$

$R = 6 - 5$

$R = 1$ (kg).

Juhul, kui $\alpha = 90^0$, s. o. kui osatungid asuvad risti, võrdub

$$R = \sqrt{P^2 + Q^2}$$



Joon. 107 d.

Näidis: $P = 6$ kg ja $Q = 5$ kg. $R = ?$ kg.

$R = \sqrt{P^2 + Q^2}$

$R = \sqrt{6^2 + 5^2}$

$R = \sqrt{36 + 25}$

$R = \sqrt{61}$

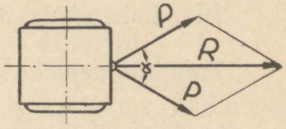
$R = 7{,}81$ (kg).

1. Märkimislauale kaaluga 125 kg asetati kaks masinaosa kaaluga 55 kg ja 75 kg. Kui suur on põrandale mõjuv laua koguraskus?

2. Keha kaaluga 15 kg asetati vette. Kui suur on keha kaal vees, kui temale mõjuv altrõhk on 10 kg?

3. Kui suur on resultanttung R, kui osatungid on 10 kg ja 20 kg ning kui nende vaheline nurk on a) 60^0, b) 30^0?

4. Kaks meest tõstavad masinat tungiga à 50 kg. Kui suur on masina kaal, kui köite vaheline nurk on a) 30^0, b) 90^0, c) 150^0, d) 0^0?

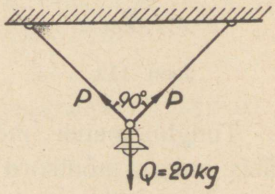


Joon. 108.

5. Lamp raskusega 20 kg ripub kahe 90^0 nurgi oleva traadi keskel. Leida traadile mõjuv tõmbetung (vt. joon. 109).

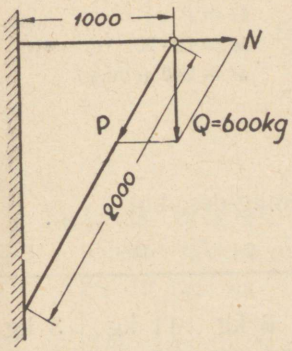
6. Koormis $Q = 350$ kg ripub sääraselt kahe 120^0 nurgi oleva trossi vahel, et ühe trossi tõmbetung on kaks korda suurem teise omast. Kui suured on trosside tõmbetungid?

7. Konsooli kaldtoe pikkus on 2 m ja kald- ning rõhttoe liitepunkti kaugus seinast on 1 m. Kui suur on kald- ja rõhttoele mõjuv tung, kui koormise kaal Q on 600 kg (vt. joon. 110)?

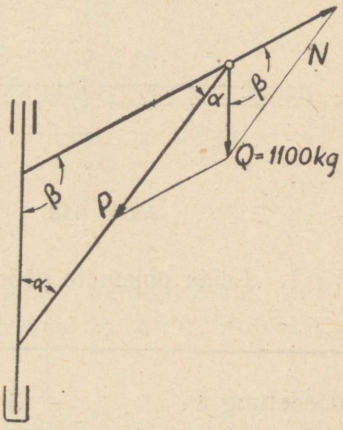


Joon. 109.

8. $R = 80$ kg tuleb lahutada kaheks vastastikku risti asuvaks osatungiks, millest üks on 50 kg. Leida teine osatung.



Joon. 110.

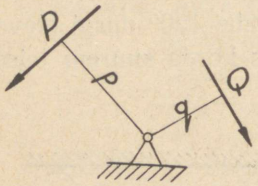


Joon. 111.

9. Leida pöördkraana survetung P ja tõmbetung N, kui koorma kaal Q on 1 100 kg ning nurk $\alpha = 35^0$ ja $\beta = 120^0$ (vt. joon. 111).

10. Lahendada ülesanded nr. 1 kuni nr. 9 graafiliselt.

Tungimomendiks ehk pöördemomendiks antud punkti suhtes nimetatakse tungi ja antud punktist tungi sihile tõmmatud ristlõigu pikkuse, nn. tungiõla korrutist.

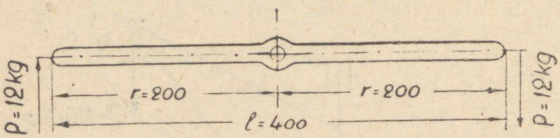


Joon. 112.

$$M_p = P \cdot p$$
$$M_Q = Q \cdot q$$

Tungimomendi mõõtühikuks on tavalisesti meeterkilogramm (tähis: mkg), mõnikord ka sentimeeterkilogramm (tähis: cmkg) või meetertonn (tähis: mt).

Näidis: Keermepuuri pideme pikkus on 400 mm ja temale mõjuv pöördetung 12 kg. Kui suur on pidemele mõjuv pöördemoment?



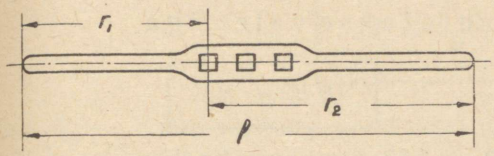
$M = P \cdot r$
$M = 12 \cdot 20$
$M = 240$ (cmkg).

Joon. 113.

1. Leida pidemete pöördemomendid cmkg-des, kui

	a	b	c	d	e
pöördetung P	5 kg	10 kg	8 kg	11 kg	3 kg
pideme üldpikkus l	200 mm	48 cm	3,2 dm	0,6 m	90 mm

2. Et keermetamisel ei tekiks vildak keere, peavad mõlemad pideme pöördemomendid olema võrdsed, s. o.



Joon. 114.

$$M_1 = M_2$$

ehk

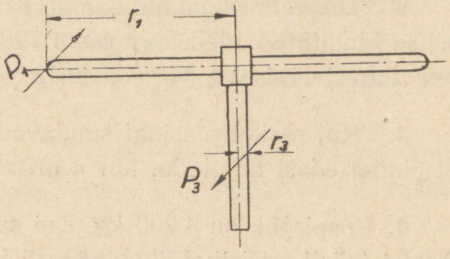
$$P_1 \cdot r_1 = P_2 \cdot r_2$$

1) Kui suur peab olema tung P_2, kui tung $P_1 = 12$ kg, $r_1 = 320$ mm ja $r_2 = 280$ mm?

2) Kui suur peab olema tung P_1, kui tung $P_2 = 8$ kg, $r_2 = 135$ mm ja pideme üldpikkus $l = 280$ mm ?

3. Pidemele mõjuv pöördemoment võrdub keermepuuril (kruvil) tekkiva pöördemomendiga.

$$M = P_1 \cdot r_1 = P_3 \cdot r_3.$$



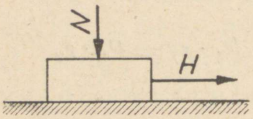
Joon. 115.

1) Leida tung P_3 1″-se keermepuuri ümbermõõdul, kui pideme pikkus on 780 mm ja temale mõjuv pöördetung P_1 on 12,5 kg.

2) Kui suur on 20 mm kruvi ümbermõõdul tekkiv tung, kui kruvi pöördemoment on 400 cmkg?

8. Hõõrdumine.

Keha liugumist takistavat hõõrdumistungi (nn. hõõrdumistakistust) arvutatakse valemiga



Joon. 116.

$$H = \mu \cdot N$$

kus H — hõõrdumistung kg-des,
N — rõhumine risti alusele, nn. normaalrõhumine kg-des,
μ (loe: müü) — hõõrdumistegur.

μ oleneb liugumisel kokkupuutuvate pindade ainest ja on seda väiksem, mida siledamad on pinnad, kuid ei ole ne kokkupuutuvate pindade suurusest.

1. 800 kg raske masinaosa nihutamiseks malmist alusplaadil vajati tungi a) 92 kg, b) 125 kg, c) 83 kg, d) 156 kg. Kui suur oli hõõrdumistegur?

2. Höövelmasinalaud kaalub a) 220 kg, b) 1 385 kg, c) 970 kg, sellele kinnitatud töödeldav ese 1 720 kg. Kui suurt tungi vajatakse laua tagasiviimiseks, kui $\mu = 0{,}12$?

3. Kui rasket masinat suudavad 4 meest tungiga à 40 kg tasasel pinnal edasi nihutada, kui μ on a) 0,3, b) 0,08, c) 0,65?

4. Tapirõhk on 4 200 kg. Kui suur on hõõrdumistung, kui μ on a) 0,04 (hästi määritud liugelaager), b) 0,25 (halvasti määritud liugelaager), c) 0,0015 (kuullaager)?

5. Rihmaseib ühes võlliga kaalub a) 820 kg, b) 1 430 kg, c) 3 950 kg. Kui suur on hõõrdumistung laagris, kui $\mu = 0{,}05$?

6. Terasest võlli tapirõhk on 3 250 kg. Kui suur on hõõrdumistung kasutades a) pronksist laagrikausse ($\mu = 0{,}018$), b) valgemetallist laagrikausse ($\mu = 0{,}012$), c) malmist laagrikausse ($\mu = 0{,}06$), d) kuullaagrit ($\mu = 0{,}002$)?

Keha veeremist takistavat hõõrdumistungi arvutatakse valemiga

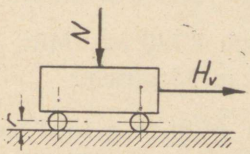
$$H_v = \frac{N \cdot f}{r}$$

kus H_v — hõõrdumistung veeremisel ehk keha liikumapanev tung kg-des,

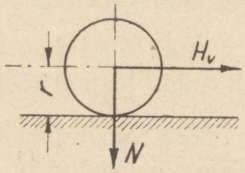
N — normaalrõhumine kg-des,

f — veerde hõõrdumistegur cm-tes,

r — ratta või rulli raadius cm-tes.



Joon. 117.



Joon. 118.

1. 3,2 t rasket masinat nihutatakse mööda terasplaadil asuvaid terastorusid. Kui suur hõõrdumistung tuleb ületada, kui f on 0,005 cm ja torude läbimõõt on a) 25 mm, b) 50 mm, c) 100 mm? Teha järeldusi!

2. Kui suurt tungi vajatakse, et 120 mm läbimõõduga terasrullidel masinat kaaluga 14 t edasi nihutada terasrööpaid mööda, kui f on 0,046 cm?

3. Masin kaalub 5,6 t ja rullide läbimõõt on a) 650 mm, b) 11 cm, c) 0,45 dm. Kui suur hõõrdumistung tuleb ületada, kui f on 0,051 cm?

9. Töö.

Mehaaniliseks tööks nimetatakse keha asukoha muutmist tekitava või takistava tungi ja

kulgetud tee korrutist, avaldatud meeterkilogrammides (tähis: mkg).

$$A = P \cdot s$$

kus A — mehaaniline töö mkg-des,
P — tung kg-des,
s — tee pikkus m-tes.

1. Mitu mkg tööd vähemalt kulub a) 450 kg malmi tõstmiseks 12 m kõrgusele, b) 4,5 m³ vee pumpamiseks 8,4 m kõrgusele, c) 125 kg liimi kandmiseks 4,5 m kõrgel asuvasse lattu?

2. Tõstuk ühes koormisega kaalub 8 740 kg. Mitu mkg tööd vähemalt kulub tõstuki tõstmiseks 15,8 m kõrgusele?

3. Pööra vända pikkus on 4,1 dm. Mitu mkg tööd teeb tööline, kui vändale rakendatud tung on 14 kg ja pööra võlli aetakse ümber 16 korda?

4. Mitu mkg tööd tuleb teha, et 425 kg rasket masinat mööda laudpõrandat 1,53 m võrra edasi nihutada, kui μ on 0,45?

5. Mitu mkg tööd tuleb teha, et 56 kg rasket kasti 2,35 m võrra edasi nihutada, kui μ on 0,32?

6. Mitu mkg tööd tuleb teha, et 560 kg rasket masinaosa 0,65 m võrra edasi nihutada, kui μ on 0,22?

7. Aurumasina kolvi tööpindala on 5 000 cm², kolvikäik 255 mm ja keskmine aururõhk 4,5 atü. Kui suur on auru sooritatud töö ühe kolvikäigu puhul?

Liikuva keha hoog ehk liikumisenergia võrdub tööga, mis liikuv keha võib teha liikumist takistava tungi ületamiseks kuni seisma-jäämiseni, ja arvutatakse valemiga

$$A = P \cdot s = \frac{G}{20}(v_2^2 - v_1^2)$$

kus A — hoog mkg-des,

P — liikumist takistav tung kg-des,

s — tungi mõjumise tee m-tes,

G — liikuva keha kaal kg-des,

v_1 — liikumise algkiirus $\frac{m}{s}$-tes,

v_2 — liikumise lõppkiirus $\frac{m}{s}$-tes.

Näidis: Vasara kaal on 200 kg ja lõppkiirus $5\,\frac{m}{s}$. Kui suur on vasara hoog?

$$A = \frac{G}{20}(v_2^2 - v_1^2)$$

$$A = \frac{200}{20}(5^2 - 0^2)$$

$$A = 10 \cdot 25$$

$$A = 250 \text{ (mkg)}.$$

8. Mehaanilise vasara kaal on 800 kg ja ta langemise lõppkiirus $6\,\frac{m}{s}$. Kui suur on selle vasara hoog alasile sattudes?

9. Kui suur on 600 g vasara hoog, kui ta lõppkiirus on $4\,\frac{m}{s}$?

10. 800 kg raske liikuva mehhanismi kiirus tuleb vähendada $20\,\frac{m}{s}$-lt kuni $8\,\frac{m}{s}$-ni.

1) Kui suur on pidurdamistöö?

2) Kui suur on pidurdamistung, kui kiiruse vähendamine toimub 1,5 m pikal teel?

Liikuva keha (näiteks vasara) kokkupõrke-momendil mõne paigalseisva kehaga (näiteks naelaga, alasiga) kasutatakse osa tema hoost paigalseisva keha liikumapanemiseks, ülejäänud osa aga selle keha kuju muutmiseks (näit. sepistamiseks) ja arvutatakse valemitega

$$\text{ja} \quad A_l = \frac{G_1^2 \cdot v^2}{20(G_1 + G_2)}$$

$$A_k = \frac{G_1 \cdot G_2 \cdot v^2}{20(G_1 + G_2)} \quad \text{ehk} \quad A_k = A - A_l,$$

$$\text{sest} \quad A = A_l + A_k$$

kus A — liikuva keha hoog mkg-des,

A_l — paigalseisva keha liikumapanemiseks kasutatud (üleantud) liikuva keha hoo osa mkg-des,

A_k — paigalseisva keha kujumuutmiseks kasutatud liikuva keha hoo osa mkg-des,

G_1 — liikuva keha kaal kg-des,

G_2 — paigalseisva keha kaal kg-des,

v — liikuva keha kiirus $\frac{\text{m}}{\text{s}}$-tes.

Näidis: Vasara kaal on 1 kg, naela kaal on 10 g ja vasara kiirus on 4 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$. Leida A, A_l ja A_k.

Vasara hoog $A = \frac{G_1 \cdot v^2}{20} = \frac{1 \cdot 4^2}{20} = \mathbf{0{,}8}$ (mkg).

Naela sisselöömiseks kasutatud vasara hoo osa

$$A_l = \frac{G_1^2 \cdot v^2}{20\,(G_1 + G_2)} = \frac{1^2 \cdot 4^2}{20\,(1 + 0{,}01)} = \mathbf{0{,}792}\ (\text{mkg}).$$

Kujumuutmiseks kasutatud vasara hoo osa

$$A_k = \frac{G_1 \cdot G_2 \cdot v^2}{20\,(G_1 + G_2)} = \frac{1 \cdot 0{,}01 \cdot 4^2}{20\,(1 + 0{,}01)} = \mathbf{0{,}008}\ (\text{mkg})$$

ehk $A_k = A - A_l = 0{,}8 - 0{,}792 = \mathbf{0{,}008}$ (mkg).

11. Vasar kaaluga 0,8 kg langeb kiirusega 5 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ naelale kaaluga a) 5 g, b) 20 g, c) 400 g.

1) Kui suur osa vasara hoost a) kasutatakse naela sisselöömiseks ja b) kulub kuju deformeerimiseks?

2) Leida löögi tõhutegur naela sisselöömisel valemiga $\eta_i = \frac{G_1}{G_1 + G_2}$, ja teha järeldused.

3) Määrata kasulikum naela kaalu ja vasara raskuse suhe naelte sisselöömisel.

12. Vasar kaaluga 16 kg langeb kiirusega $5\frac{m}{s}$ alasile kaaluga a) 250 kg, b) 100 kg, c) 50 kg.

1) Kui suur osa vasara hoost a) kasutatakse sepise kujumuutmiseks ja b) kulub alasi liikumapanemiseks (kadu!)?

2) Leida löögi tõhutegur sepistamisel valemiga $\eta_i = \frac{G_2}{G_1 + G_2}$, ja teha järeldused.

3) Määrata kasulikum alasi kaalu ja vasara raskuse suhe sepistamisel.

13. Vasar kaaluga 750 g ja lõppkiirusega $3\frac{m}{s}$ lööb naela 5 mm võrra puitu. Kui suur on selle vasara löögitung, kui löögi tõhutegur on 0,99?

14. Kui suure tungiga surutakse vasar, mille hoog on 2 500 mkg ja löögi tõhutegur 0,9, terasesse, kui vasar tungib hõõguvasse terasesse 6 mm?

15. Sepis taotakse vasara löögiga kokku 5 mm võrra. Leida löögitung, kui vasara hoog on 20 mkg ja löögi tõhutegur on 0,95!

16. Konstruktsioonterase (Ст 25) survetugevus 600° C juures on $14\frac{kg}{mm^2}$, 800° C juures $2\frac{kg}{mm^2}$. Kui sügavale tungib vasar, mille hoog on 36 mkg ja löögi tõhutegur 0,94, terasest (Ст 25) sepisesse, kui vasaralauba pindala on 40 cm^2 ja sepise temperatuur a) 600° C, b) 800° C?

10. Võimsus.

Ajaühikus tehtud töö hulka nimetatakse võimsuseks. Võimsuse mõõduühikuks on meeterkilogramm sekundis (tähis: $\frac{mkg}{s}$), hobusejõud (tähis: HJ) või kilovatt (tähis: kW).

$$1\ \text{HJ} = 75\ \frac{mkg}{s} = 0{,}736\ \text{kW}$$

ehk

$$1\ \text{HJ} \approx \tfrac{3}{4}\ \text{kW}$$
$$1\ \text{kW} \approx \tfrac{4}{3}\ \text{HJ}$$

Võimsuse arvutamiseks kasutatakse järgmisi valemeid

$$N = \frac{A}{75 \cdot t} \quad \text{ehk} \quad N = \frac{P \cdot s}{75 \cdot t} \quad \text{ehk} \quad N = \frac{P \cdot v}{75}$$

kus N — võimsus HJ-des,
A — töö mkg-des,
P — tung kg-des,
t — aeg sekundites,
s — tee pikkus m-tes,
v — kiirus $\frac{m}{s}$-tes.

Teoreetilist ehk inditseeritud võimsust tähistatakse N_i-ga, tegelikku ehk efektiivset võimsust N_e-ga.

Tegelik võimsus võrdub teoreetilise võimsuse ja tõhuteguri η (loe: eeta) korrutisega.

$$N_e = \eta \cdot N_i$$

1. Kui suur peab olema kraanamootori HJ-des avaldatud inditseeritud võimsus, kui

a) 2 400 kg tõstetakse 2 min. jooksul 18 m kõrgele,
b) 1 850 kg tõstetakse 1,8 min. jooksul 12,5 m kõrgele,
c) 765 kg tõstetakse 38 s jooksul 8,4 m kõrgele?

2. Kui suur peab olema pumbamootori HJ-des avaldatud inditseeritud võimsus, kui

a) 350 m^3 vett pumbatakse 90 min. jooksul 32 m kõrgele,
b) 720 m^3 vett pumbatakse 24 min. jooksul 85 m kõrgele,
c) 65 m^3 vett pumbatakse 3 tunni jooksul 9 m kõrgele?

3. Arvutada mootori efektiivne võimsus, kui

a) inditseeritud võimsus on 1 250 HJ ja tõhutegur 0,8,
b) inditseeritud võimsus on 950 HJ ja tõhutegur 0,75,
c) inditseeritud võimsus on 118 HJ ja tõhutegur 0,92!

4. Arvutada mootori inditseeritud võimsus, kui

a) efektiivne võimsus on 165 HJ ja tõhutegur 0,78,
b) efektiivne võimsus on 78 HJ ja tõhutegur 0,83,
c) efektiivne võimsus on 32 kW ja tõhutegur 0,71!

5. Arvutada mootori tõhutegur, kui

a) efekt. võimsus on 150 HJ ja indits. võimsus on 185 HJ,
b) efekt. võimsus on 418 kW ja indits. võimsus on 450 kW,
c) efekt. võimsus on 3,5 kW ja indits. võimsus on 4,5 kW!

6. Elektrimootori efektiivne võimsus on 9 HJ ja teoreetiline võimsus 7,25 kW. Kui suur on mootori tõhutegur?

7. Aurumasin võimsusega 25 HJ suudab käitada dünamot võimsusega 17,5 kW. Kui suur on tõhutegur?

8. Raskeõlimootor tarvitab tunnis hobusejõu kohta 0,18 kg õli. Kui suur on mootori tõhutegur, kui selle õli kütteväärtus on 10 500 kcal ja 1 HJ-tund = 632 kcal?

9. Jõumasina liugelaagrid asendati rull-laagritega. Masina efektiivne võimsus tõusis sealjuures 181 HJ-lt 194 HJ-le. Kui suur oli masina tõhutegur mõlemal juhul, kui masina inditseeritud võimsus oli 208 HJ?

10. Kui suur peab olema tõstuki mootori võimsus, kui koormis 435 kg tõstetakse 16 sekundi jooksul 12 m kõrgele ning kui tõhutegur on 0,35? Kui suur on tõstuki kiirus?

11. Missuguse aja jooksul tõstab 10 kW mootor 1 000 kg koormist 8,5 m kõrgele, kui tõhutegur on 0,62?

12. Kui rasket koormist tõstab 7,5 kW kraanamootor tõhuteguriga 0,66 45 sekundi jooksul 20 m kõrgele?

13. Mitu m^3 vett tõstab pump, mille tõhutegur on 0,58, 72 minuti jooksul 26 m kõrgele, kui mootori võimsus on 35 HJ?

14. Kui kõrgele tõstab kraana 32 t 7 minuti jooksul, kui kraanamootori võimsus on 20 HJ ja tõhutegur 0,68?

15. Kui suur on tõstuki kiirus, mida käitab 42 HJ mootor, kui koormis kaalub 1 400 kg ja tõhutegur on 0,52?

16. Höövlimasina laud kaalub 680 kg ja laual asuv raskus 1 620 kg. Laua keskmine kiirus on 240 mm/s ja hõõrdumistegur 0,07. Leida hõõrdumistungi ületamiseks kuluv võimsus HJ-des?

17. Rihmaseibi läbimõõt on 1 300 mm ja tiirude arv minutis a) 50, b) 180, c) 450. Kui suur on rihma tõmbetung, kui ülekantud võimsus on 25 HJ?

18. Kui suur on rihmajami võimsus, kui rihma tõmbetung on 138 kg ja seibi ringkiirus 18,4 m/s?

19. Rihmaseibi tiirude arv minutis on 120, rihma tõmbetung 142 kg ja ülekantud võimsus 20 kW. Kui suur peab olema rihmaseibi läbimõõt?

20. Hammasratta tiirude arv minutis on 180, jaotusringi läbimõõt 280 mm. Kui suur on hambumisrõhk, kui ülekantud võimsus on 18 HJ?

21. Kui suur on hammasajami võimsus, kui hambumisrõhk on 234 kg ja ratta ringkiirus jaotusringil 4,2 m/s?

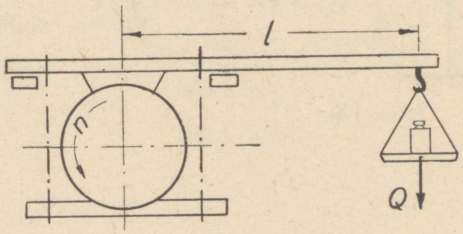
22. Tapile läbimõõduga 250 mm mõjub rõhk 3 500 kg ja tema tiirude arv minutis on 280. Kui suur on võimsuskadu laagris, kui hõõrdumistegur on 0,04?

23. Riistmasina tööspindlil asuva astmeseibi läbimõõdud on 465 mm, 410 mm, 355 mm ja 300 mm. Sama suur vedav astmeseib teeb minutis 180 tiiru. Ülekantav võimsus on 2 HJ.

1) Leida tööspindli tiirude arvud.
2) Leida astmeseibil jooksva rihma tõmbetung iga seibi astme jaoks eraldi.

24. Masina efektiivse võimsuse määramine toimub tavalisesti nn. Prony' piduri abil ja arvutatakse järgmise valemi järgi

$$N = \frac{Q \cdot l \cdot n}{716}$$



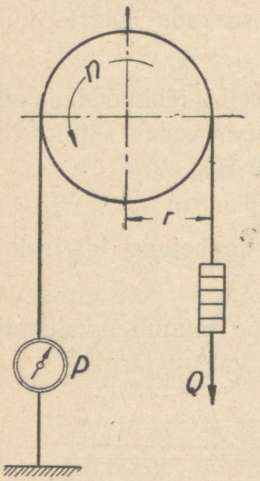
Joon. 119.

kus N — efekt. võimsus HJ-des,
Q — koormis (ehk vihtide raskus) kg-des,
l — kangiõla pikkus m-tes,
n — tiirude arv minutis.

Leida masina efektiivne võimsus, kui

	a	b	c
vihtide raskus kg-des	20	18	10,5
kangiõla pikkus m-tes	1,2	0,9	1,5
tiirude arv minutis	250	600	750

25. Masina efektiivset võimsust võib määrata ka rihm-piduri abil, kasutades arvutamiseks järgmist valemit



Joon. 120.

$$N = \frac{(Q - P) \cdot r \cdot n}{716}$$

kus N — efektiivne võimsus HJ-des,

Q — dünamomeetri näitamine kg-des seisuajal,

P — dünamomeetri näitamine kg-des käiguajal,

r — seibi raadius m-tes,

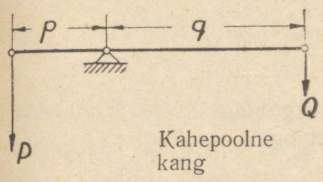
n — seibi tiirude arv minutis.

Leida masina efektiivne võimsus, kui

	a	b	c
tung Q kg-des	27	45,5	18,3
tung P kg-des	22	32,5	?
seibi läbimõõt m-tes	0,25	0,45	0,6
tiirude arv minutis	1 200	900	200
hõõrdumistung $H = Q - P$ kg-des	?	?	7,8

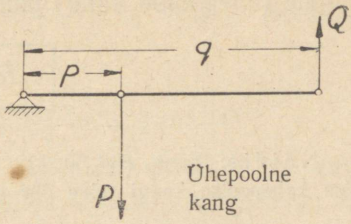
26. Freespingi mootori võimsus on 1,2 HJ. Kui suur on freespingi võimsus, kui pingi tõhutegur on 0,87?

11. Kang.



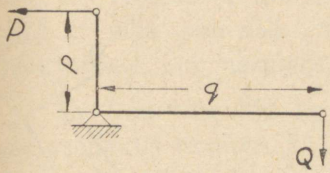
Kahepoolne kang

Joon. 121.



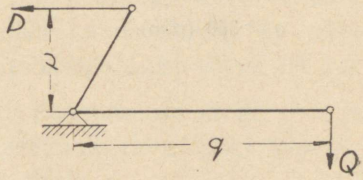
Ühepoolne kang

Joon. 122.



Nurkkang

Joon. 123.



Nurkkang

Joon. 124.

Kangiseadus: Kang on tasakaalus, kui tung P ja ta õla p korrutis võrdub tungi Q ja ta õla q korrutisega, s. o. kui mõlema tungi momendid on võrdsed ehk

$$P \cdot p = Q \cdot q$$

Resultanttung R võrdub ühesuunaliste ja paralleelsete osatungide (kahepoolne kang) puhul osatungide P ja Q summaga ehk

$$R = P + Q$$

Resultanttung R võrdub vastassuunaliste ja paralleelsete osatungide (ühepoolne kang) puhul osatungide P ja Q vahega ehk

$$R = P - Q$$

Näidis: Tung $P = 50$ kg, tung $Q = 200$ kg, tungi P õlg $p = 1\,400$ mm. Leida kahepoolse kangi teine õlg q ja resultanttung R.

$$P \cdot p = Q \cdot q$$

$$50 \cdot 1\,400 = 200 \cdot q$$

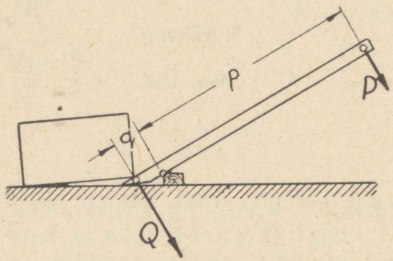
$$q = \frac{50 \cdot 1\,400}{200}$$

$$q = 350 \text{ (mm)}$$

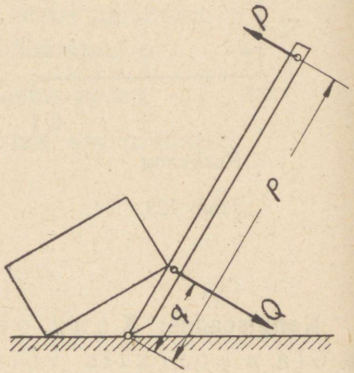
$$R = P + Q$$

$$R = 50 + 200$$

$$R = 250 \text{ (kg)}$$



Kahepoolne kang.
Joon. 125.



Ühepoolne kang.
Joon. 126.

1. Leida puuduvad arvud kahepoolse kangi kohta:

	a	b	c	d	e
P	10 kg	?	?	17,8 kg	?
Q	40 kg	300 kg	180 kg	?	?
p	?	25 cm	460 mm	410 mm	15 dm
q	1,6 m	?	13,8 dm	2,05 m	30 dm
R	?	360 kg	?	?	60 kg

2. Kangi pikkus on 1,2 m. Tema otstes mõjuvad ühesuunalised rööbikud tungid $P = 62$ kg ja $Q = 310$ kg, mis on tasakaalus (joon. 125).

1) Kui pikad on kangiõlad?
2) Kui suur on rõhumine kangi toetuspunktis?

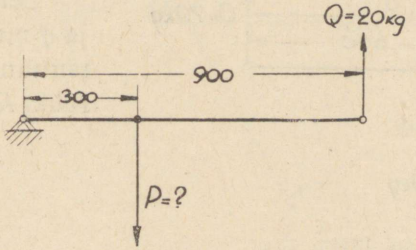
3. Ühepoolse kangi pikkus on 1,6 m. Temale mõjuvad vastassuunalised rööbikud tungid $P = 25$ kg ja $Q = 200$ kg, mis on tasakaalus (joon. 126).

1) Kui pikk on kangi lühem õlg q?
2) Kui suur on rõhumine kangi toetuspunktis?

4. Tööline ja noortööline kannavad 80 kg rasket masinaosa 1,75 m pika puu abil. Mitu kg tuleb kanda töölisel ja mitu kg noortöölisel, kui masinaosa kaugus töölisepoolsest otsast on 1,2 m?

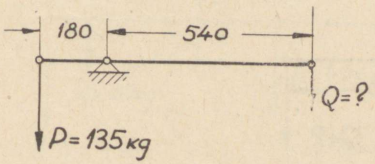
5. Koormise 325 kg tõstmiseks kasutatakse kangi, mis jagub toetuspunktis osadeks 2 : 5. Leida tasakaalustava tungi suurus, kui ta on rakendatud kangi pikema õla otsa?

6. Leida tung P!

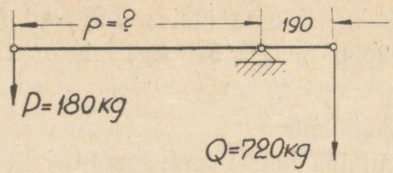


Joon. 127.

7. Leida tung Q!

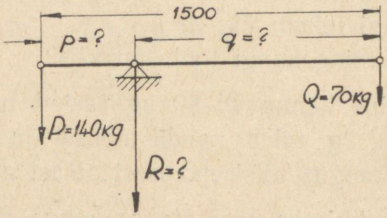


Joon. 128.

8. 

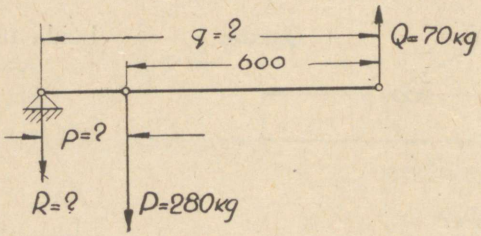
Leida õlg p!

Joon. 129.

9. 

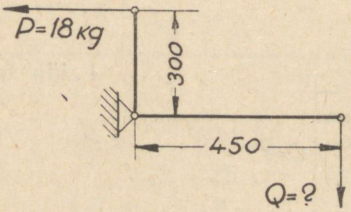
Leida õlg p ja q ning resultanttung (tugirõhk) R!

Joon. 130.

10. 

Leida õlg p ja q ning resultanttung (tugirõhk) R!

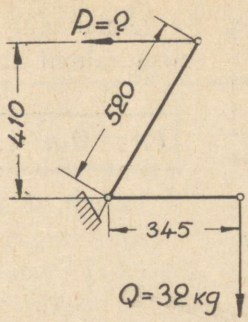
Joon. 131.

11. 

Leida tung Q!

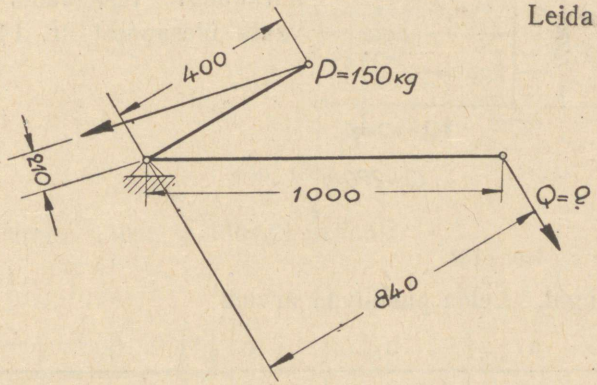
Joon. 132.

12. Leida tung P!



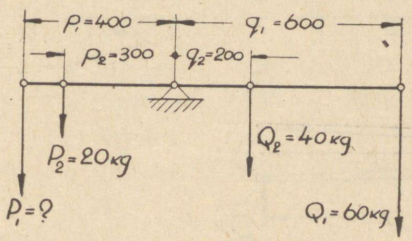
Joon. 133.

13. Leida tung Q!



Joon. 134.

14.

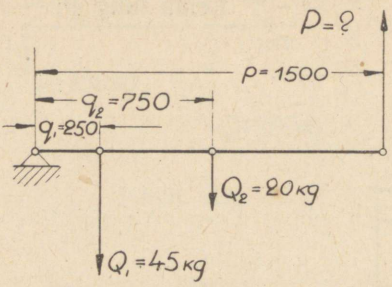


Joon. 135.

Leida tung P_1 järgmise valemi abil:

$$P_1 \cdot p_1 + P_2 \cdot p_2 = Q_1 \cdot q_1 + Q_2 \cdot q_2$$

15.

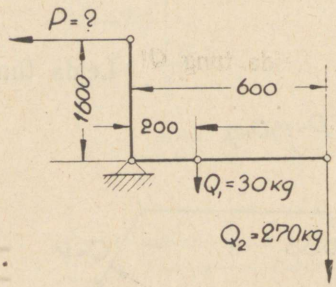


Joon. 136.

Leida tung P järgmise valemi abil:

$$Pp = Q_1q_1 + Q_2q_2.$$

16.

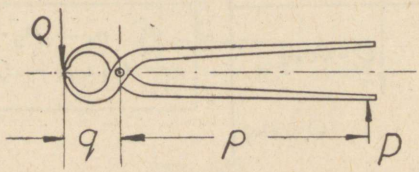


Joon. 137.

Leida tung P, mis hoiab nurkkangi tasakaalus (valem vaata ülesandest nr. 14)!

17. Tangid. Leida puuduvad arvud!

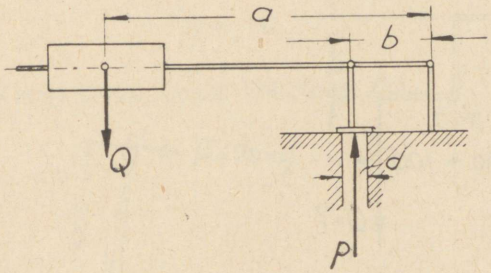
	a	b	c	d	e
P kg-des	3	?	3,5	5	8
p mm-tes	210	180	205	?	190
Q kg-des	?	32	21	36	?
q mm-tes	30	28	?	25	32



Joon. 138.

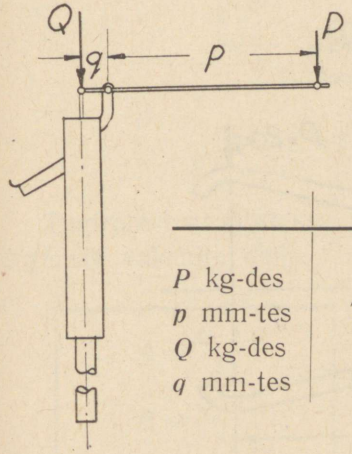
18. Kaitseventiil. Leida puuduvad arvud!

	a	b	c	d	e
Aururõhk atü-des	6	7	8	9	12
Ventiili läbimõõt mm-tes	40	50	35	45	55
Kangi õlg *b* mm-tes	50	45	40	35	45
Kangi õlg *a* mm-tes	350	340	?	?	380
Kangi koormis *Q* kg-des	?	?	10	15	?



Joon. 139.

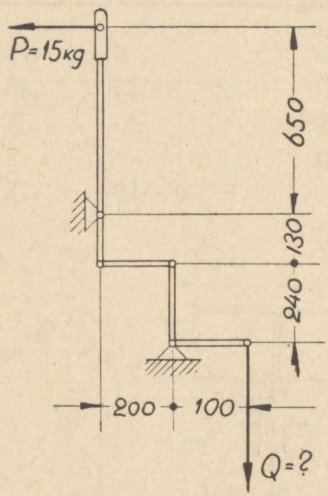
19. Pump. Leida puuduvad arvud!



	a	b	c	d	e
P kg-des	?	10	12	15	?
p mm-tes	750	800	?	860	960
Q kg-des	50	?	60	72	80
q mm-tes	150	125	140	?	200

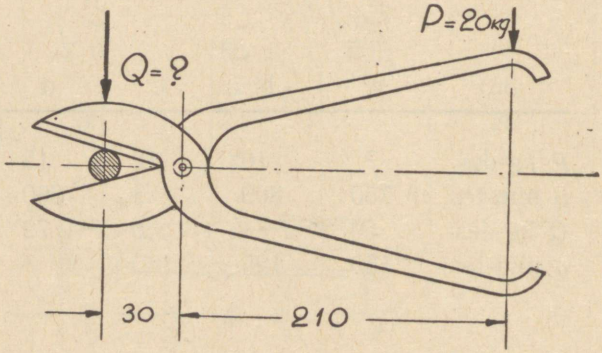
Joon. 140.

20. Leida kangile mõjuv tung Q!



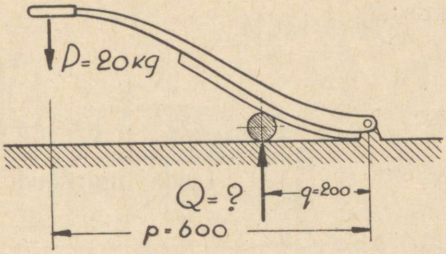
Joon. 141.

21. Plekikäärid. Leida lõiketung Q?



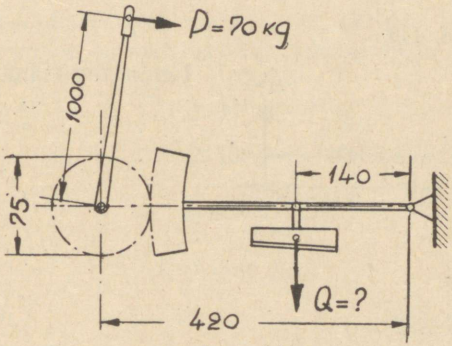
Joon. 142.

22. Tahvelkäärid. Leida lõiketung Q!



Joon. 143.

23. Kangkäärid. Leida lõiketung Q!



Joon. 144.

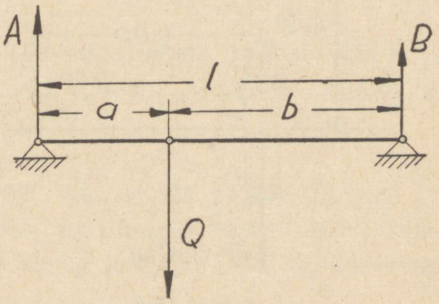
12. Tugirõhud.

Tugirõhud arvutatakse järgmiste valemite abil:

$$A = \frac{Q \cdot b}{l}$$

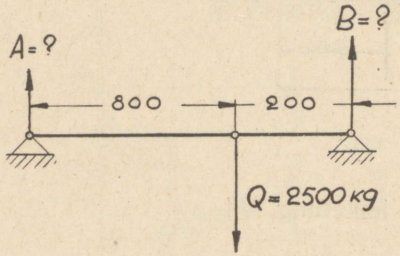
$$B = \frac{Q \cdot a}{l}$$

$$Q = A + B$$



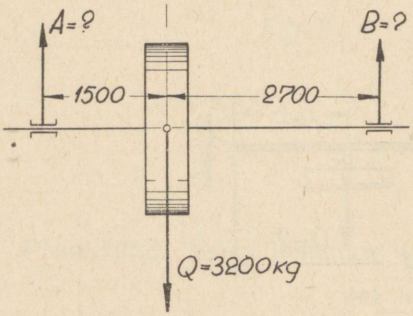
Joon. 145.

kus Q — koormis,
A — tugirõhk punktis A,
B — tugirõhk punktis B,
a — tungi õlg,
b — tungi õlg,
l — kandja pikkus.

1. 

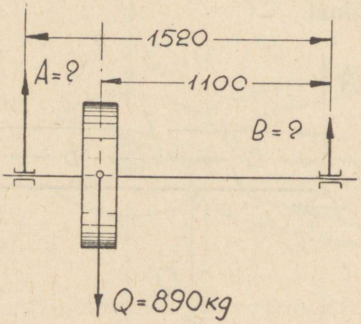
Joon. 146.

Leida tugirõhud A ja B!

2. 

Joon. 147.

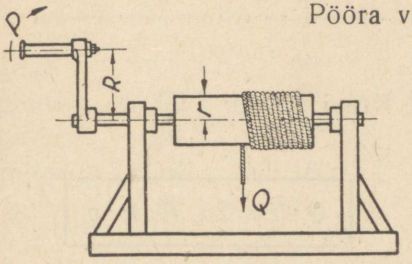
Leida tugirõhud A ja B!

3. 

Joon. 148.

Leida tugirõhud A ja B!

13. Pöör.



Joon. 149.

Pööra valem:

$$Q \cdot r = P \cdot R \cdot \eta$$

kus Q — tõstetav koormis,
r — pööra võlli raadius,
P — tasakaalustav tung,
R — vända pikkus,
η — tõhutegur.

Näidis: Pööra võlli raadius r on 100 mm, vända pikkus R 400 mm. Kui suurt koormist on võimalik tõsta tungiga 10 kg, kui tõhutegur on 0,8?

$$Q \cdot r = P \cdot R \cdot \eta$$

$$Q \cdot 100 = 10 \cdot 400 \cdot 0{,}8$$

$$Q = \frac{10 \cdot 400 \cdot 0{,}8}{100}$$

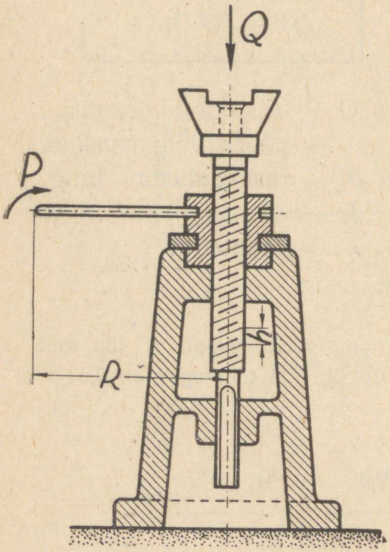
$$Q = 32 \text{ (kg)}.$$

1. Pööra võlli läbimõõt on 200 mm, vända pikkus 450 mm. Kui tugevasti vähemalt peab vändast lükkama 252 kg-se koormise tõstmisel?

2. Pööra võlli läbimõõt on 180 mm, vända pikkus 480 mm. Kui suurt koormist on võimalik tõsta tungiga 12 kg, kui tõhutegur on 0,91?

3. Pööra võlli läbimõõt on 250 mm, vända pikkus 460 mm ja tõhutegur 0,83. Kui suurt koormist on võimalik tõsta, kui a) kaks töölist tungiga à 12 kg, b) kolm töölist tungiga à 18 kg lükkavad vändast?

14. Kruvi.



Joon. 150.

Kruvi valem:

$$Q \cdot h = 2\pi \cdot R \cdot P \cdot \eta$$

kus Q — kruvitung ehk tõstetav koormis kg-des,

h — kruvi tõus mm-tes,

R — kangi õla pikkus mm-tes,

P — kangile mõjuv tung kg-des,

η — tõhutegur.

Näidis: Kui suurt koormist Q on võimalik tõsta tungrauaga, mille kruvitõus h on 6 mm, käepideme pikkus R 60 cm, käepidemele mõjuv tung P 10 kg ja tõhutegur η 0,5?

$$Q \cdot h = 2\pi \cdot R \cdot P \cdot \eta$$

$$Q \cdot 6 = 2\pi \cdot 600 \cdot 10 \cdot 0{,}5$$

$$Q = \frac{2\pi \cdot 600 \cdot 10 \cdot 0{,}5}{6}$$

$$Q = 1\,000\pi$$

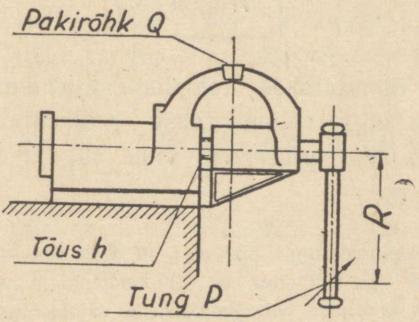
$$Q = 3\,140 \text{ (kg)}.$$

1. Tungraud. Leida puuduvad arvud!

	a	b	c	d	e
P kg-des	?	20	18	12	11
Q kg-des	3 000	?	2 000	4 000	?
R mm-tes	600	750	650	?	500
h mm-tes	10	18	?	6	8
η	0,86	0,74	0,89	0,81	0,78

2. Kruustangid. Leida puuduvad arvud!

	a	b	c	d	e
P kg-des	2	3	5	?	4
Q kg-des	?	?	400	240	?
R mm-tes	240	200	?	100	160
h mm-tes	6	5	8	4	6
η	0,8	0,82	0,74	0,88	0,62



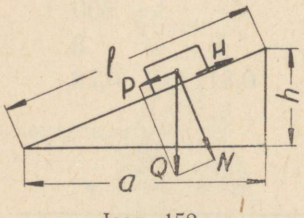
Joon. 151.

3. Pressi kruvitõus on 5 mm, käepideme pikkus R 400 mm ja tõhutegur η 0,75. Kui suur tung tuleb rakendada käepidemele, et saavutada 450 kg survet?

4. Kruvipoldile rakendatud tung on 12 kg, mutrivõtme pikkus 250 mm ja kruvil on 12 käiku tollil. Kui suur on kruvitung?

15. Kaldpind.

Kaldpinnal oleva keha raskustungi Q on võimalik lahutada osatungideks P ja N, mida arvutame järgmiste valemite abil:



Joon. 152.

$$P = \frac{Q \cdot h}{l} \qquad N = \frac{Q \cdot a}{l}$$

kus Q — koormis ehk raskustung,
P — kaldpinnaga rööbiti mõjuv tung,
N — kaldpinnale risti mõjuv tung, nn. risttung,
l — kaldpinna pikkus,
h — kaldpinna kõrgus,
a — kaldpinna alus.

Kaldpinnal tekkiv hõõrdumistung

$$H = \mu \cdot N$$

Suhet $h : a$ nimetatakse kaldpinna kalduseks ehk tõusuks (tähis: p) ning väljendatakse protsentides (näiteks: 5%, 20% jne.) või hariliku murruna, mille lugejaks on tavalisesti 1 (näiteks $\frac{1}{20}$, $\frac{1}{5}$ jne.).

Näidis: Kaldpinnal, mille pikkus l on 4 m ja kõrgus h 1 m, on koormis Q kaaluga 1 000 kg. Kui suur on a) kaldpinnaga rööbiti mõjuv tung P, b) risttung N ja c) koormise paigalhoidmiseks vajalik tung $P—H$, kui hõõrdumistegur μ on 0,2?

a) $P = \frac{Q \cdot h}{l}$

$P = \frac{1\,000 \cdot 1}{4}$

$P = 250$ (kg).

b) $N = \sqrt{Q^2 - P^2}$

$N = \sqrt{1\,000^2 - 250^2}$

$N = \sqrt{937\,500}$

$N = 968$ (kg).

c) $H = \mu \cdot N$

$H = 0{,}2 \cdot 968$

$H = 193{,}6$

$H \approx 194$ (kg).

d) $P - H = 250 - 194$

$P - H = 56$ (kg).

1. Avaldada tõus protsentides, kui see on a) 1 : 5, b) 1 : 8, c) 1 : 10, d) 1 : 40, e) 1 : 50, f) 1 : 100, g) 1 : 500!

2. Avaldada tõus hariliku murruna, mille lugejaks on 1, kui kaldpinna kõrgus ja alus on vastavalt a) 5 m ja 80 m, b) 1,5 m ja 45 m, c) 25 mm ja 440 mm, d) 8 mm ja 32 mm, e) 0,5 mm ja 20 mm!

3. Avaldada tõus protsentides, kui kaldpinna kõrgus ja alus on vastavalt a) 3,2 mm ja 160 mm, b) 16 mm ja 560 mm, c) 4,2 m ja 336 m!

4. Kaldpinnal, mille pikkus 2,5 m ja kõrgus 1,25 m, on koormis $Q = 1\,200$ kg. Kui suur on tung P ja risttung N?

5. Kaldpinnal, mille pikkus 4,6 m ja kõrgus 1,8 m on koormis $Q = 360$ kg. Kui suur on koormist paigalpidav tung $P - H$, kui hõõrdumistegur μ on 0,15?

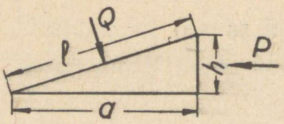
6. Kaldpinna tõus on 1 : 25. Kui suur on risttung N, kui koormis Q on 85 kg?

7. Kaldpinna tõus on 1 : 40. Kui suur on koormist paigalpidav tung $P - H$, kui koormis $Q = 950$ kg ja hõõrdumistegur μ on 0,12?

8. Kaldpinna tõus on 1 : 100. Kui suur on koormis Q, kui risttung N on 36 kg?

9. Autole tuli lükata 180 kg raske vaat. Selleks asetati autoplatvormi äärele, mille kõrgus maast oli 1,1 m, 3,5 m pikad lauad. Kui tugevasti tuleb lükata vaati rööbiti laudadega, kui hõõrdumistegur μ on 0,13?

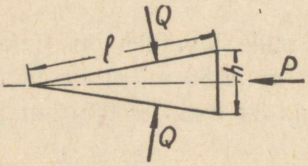
16. Kiil.



Joon. 153.

Kiilu valem:

$$Q = \frac{P \cdot l}{h}$$



Joon. 154.

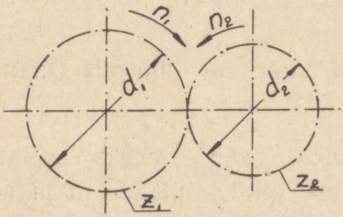
kus Q — kiilu põsele mõjuv risttung,
P — kiilu silmale mõjuv risttung,
h — kiilu silma laius,
l — kiilu põse pikkus.

1. Ühepoolse kiilu põse pikkus on 250 mm ja silma laius 40 mm. Kui suur on kiilu põsele mõjuv risttung Q, kui silmale mõjuv risttung P on 20 kg?

2. Kahepoolse kiilu tõus on 1 : 20. Vähemalt kui suurt tungi tuleb rakendada kiilu silmale, et ületada kiilu kummassegi põske mõjuv tung 120 kg?

17. Hammasajam.

Vedava ratta hammaste arvu ja tiirude arvu korrutis võrdub veetava ratta hammaste arvu ja tiirude arvu korrutisega ehk



Joon. 155.

$$z_1 \cdot n_1 = z_2 \cdot n_2$$

ehk

$$i = \frac{z_1}{z_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

kus z_1 — veetava ratta hammaste arv,

n_1 — veetava ratta tiirude arv,

z_2 — vedava ratta hammaste arv,

n_2 — vedava ratta tiirude arv,

i — ülekande suhe.

Näidis: Vedava hammasratta hammaste arv on 88 ja tiirude arv minutis 15, kuna veetava hammasratta hammaste arv on 22.

1) Mitu tiiru teeb veetav hammasratas minutis?

$$z_1 \cdot n_1 = z_2 \cdot n_2$$

$$88 \cdot 15 = 22 \cdot n_2$$

$$n_2 = \frac{88 \cdot 15}{22}$$

$n_2 = 60$ (tiiru minutis).

2) Kui suur on ülekande suhe?

$$i = \frac{z_1}{z_2}$$

$$i = \frac{88}{22}$$

$i = 4 : 1$.

1. Kui suur on lihtajami ülekande suhe, kui hammasrattapaari hammaste arvud on a) 55 ja 220, b) 180 ja 60, c) 126 ja 42?

2. Kui suur on lihtajami ülekande suhe, kui hammasrattapaari tiirude arvud minutis on a) 18 ja 36, b) 140 ja 35, c) 80 ja 32?

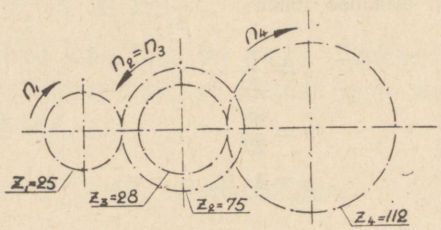
3. Hammasratta-paari väiksema hammasratta hammaste arv on 48. Kui suur on suurema hammaste arv, kui ülekande suhe on a) 2 : 1, b) 3 : 1, c) 2 : 3, d) 7 : 4?

4. Leida küsimärgiga märgitud suurused!

	a	b	c	d	e
z_1	56	48	95	60	?
z_2	28	?	38	?	90
n_1	15	12	?	18	?
n_2	?	36	45	12	80
i	?	?	?	?	4 : 1

Liitajami puhul kasutatakse järgmist valemit

$$i = i_1 \cdot i_2 = \frac{n_4}{n_1} = \frac{z_1 \cdot z_3}{z_2 \cdot z_4} = \frac{\text{vedavate rataste hammaste arvud}}{\text{veetavate rataste hammaste arvud}}$$



Joon. 156.

Näidis: Antud liitajami vedava ratta tiirude arv n_1 minutis on 60.

1) Leida veetava ratta tiirude arv n_4.

$z_1 \cdot n_1 = z_2 \cdot n_2$

$25 \cdot 60 = 75 \cdot n_2$

$n_2 = \frac{25 \cdot 60}{75}$

$n_2 = 20$

$n_2 = n_3 = 20$ (tiiru minutis).

$z_3 \cdot n_3 = z_4 \cdot n_4$

$28 \cdot 20 = 112 \cdot n_4$

$n_4 = \frac{28 \cdot 20}{112}$

$n_4 = 5$ (tiiru minutis).

ehk lihtsamalt $\frac{n_4}{n_1} = \frac{z_1 \cdot z_3}{z_2 \cdot z_4}$

$$\frac{n_4}{60} = \frac{25 \cdot 28}{75 \cdot 112}$$

$$n_4 = \frac{60 \cdot 25 \cdot 28}{75 \cdot 112}$$

$n_4 = \mathbf{5}$ (tiiru minutis).

2) Leida üldülekande suhe i!

$$i_1 = \frac{z_1}{z_2} \qquad i_2 = \frac{z_3}{z_4} \qquad i = i_1 \cdot i_2$$

$$i_1 = \frac{25}{75} \qquad i_2 = \frac{28}{112} \qquad i = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{4}$$

$i_1 = \mathbf{1 : 3}$ $\quad i_2 = \mathbf{1 : 4}$ $\quad i = \mathbf{1 : 12}$

ehk lihtsamalt $i = \frac{n_4}{n_1}$

$$i = \frac{5}{60}$$

$$i = \frac{1}{12}$$

$i = \mathbf{1 : 12}$.

5. Liitajami hammasratta-paaride ülekande suhted on a) 2:1 ja 4:1, b) 3:1 ja 5:2, c) 7:3 ja 9:4. Leida, kui suur on liitajami üldülekande suhe.

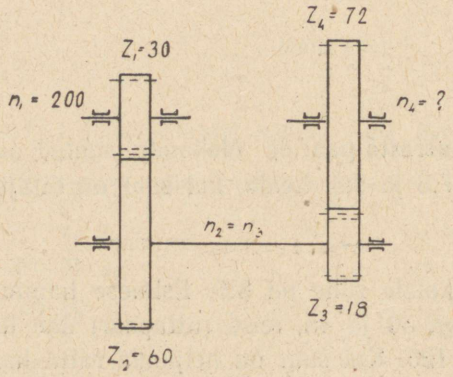
6. Liitajami üldülekande suhe on 8:5. Esimese hammasrattapaari hammaste arvud on 30 ja 45, teise rattapaari ühe hammasratta hammaste arv on 120. Kui suur on neljanda ratta hammaste arv?

7. Leida liitajami küsimärgiga märgitud suurused!

	a	b	c	d	e
z_1	45	54	90	135	81
z_2	15	18	36	?	40
z_3	36	60	63	?	73
z_4	12	15	?	28	24
n_1	18	?	10	?	20
$n_2 = n_3$	?	24	?	60	?
n_4	?	?	?	?	?
i_1	?	?	?	5 : 1	?
i_2	?	?	3 : 2	?	?
i	?	?	?	15 : 1	?

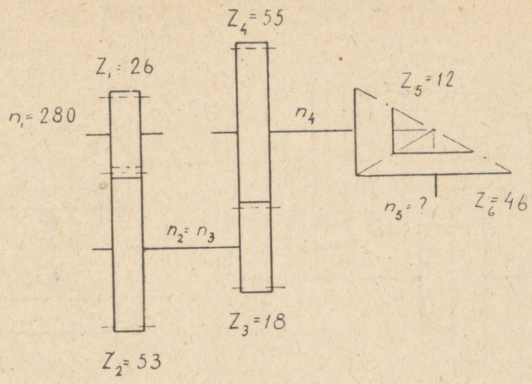
8. Kolmest rattapaarist koosneva liitajami vedavate rataste hammaste arvud on 18, 24 ja 28, veetavate rataste hammaste arvud 54, 48 ja 84. Leida üldülekande suhe ja viimase veetava ratta tiirude arv, kui esimese vedava ratta tiirude arv on 90.

9. Leida n_4!



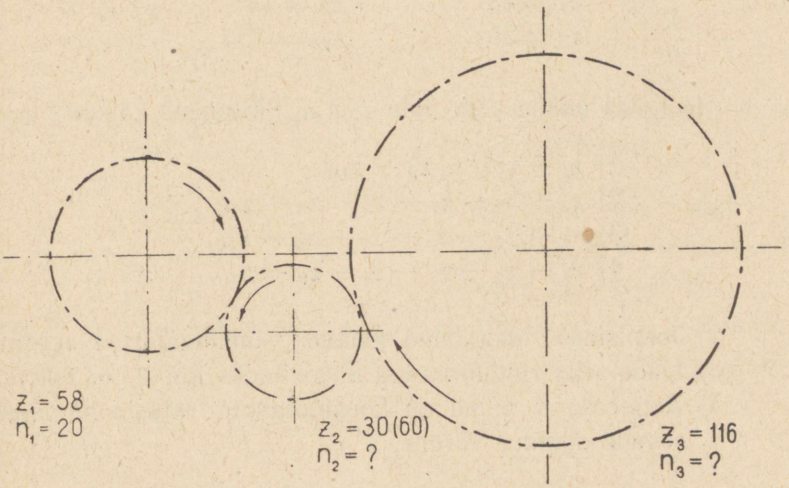
Joon. 157.

10. Leida n_5!



Joon. 158.

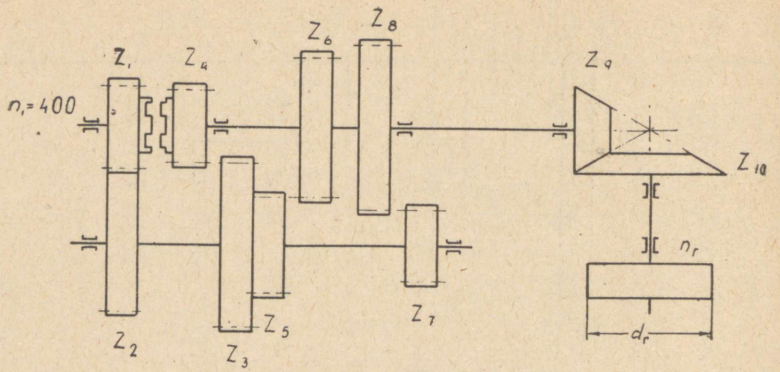
11. Leida n_3, kui z_3 on a) 30, b) 60!



Joon. 159.

Teha järeldused!

12.



Joon. 160.

$z_1 = 24$ $\quad$ $z_6 = 33$
$z_2 = 34$ $\quad$ $z_7 = 16$
$z_3 = 30$ $\quad$ $z_8 = 42$
$z_4 = 28$ $\quad$ $z_9 = 18$
$z_5 = 25$ $\quad$ $z_{10} = 35$

1) Leida üldülekande suhe i ja n_r järgmiste käikude jaoks:

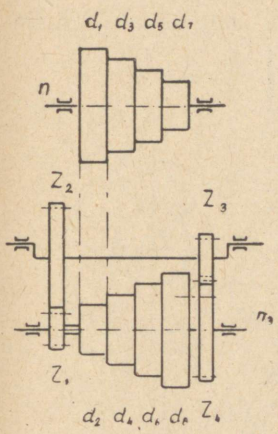
1) $z_1 - (z_4) - z_9 - z_{10}$,
2) $z_1 - z_2 - z_7 - z_8 - z_9 - z_{10}$,
3) $z_1 - z_2 - z_5 - z_6 - z_9 - z_{10}$,
4) $z_1 - z_2 - z_3 - z_4 - z_9 - z_{10}$.

2) Joonistada ülaltoodud käikude kinemaatilised skeemid.
3) Leida seibi ringkiirus iga käigu jaoks, kui d_r on 800 mm.
4) Astmeajami puhul on koostöötavate rataste hammaste arvude summa võrdne, s. o.

$$z_1 + z_2 = z_3 + z_4 = z_5 + z_6 = \ldots\ldots = z_{n-1} + z_n$$

Kontrollida ülalnimetatut.

13. Leida treipingi tööspindli tiirude arv (n_s) järgmiste käikude jaoks:



Joon. 161.

1) $d_1 - d_2$
2) $d_3 - d_4$
3) $d_5 - d_6$
4) $d_7 - d_8$

5) $d_1 - d_2 - z_1 - z_2 - z_3 - z_4$
6) $d_3 - d_4 - z_1 - z_2 - z_3 - z_4$
7) $d_5 - d_6 - z_1 - z_2 - z_3 - z_4$
8) $d_7 - d_8 - z_1 - z_2 - \check{z}_3 - \check{z}_4$

kui

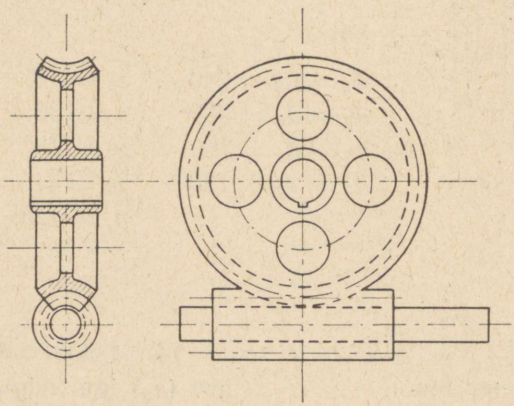
$d_1 = d_8 = 240$ $\quad z_1 = 18$
$d_3 = d_6 = 200$ $\quad z_2 = 36$
$d_5 = d_4 = 160$ $\quad z_3 = 13$
$d_7 = d_2 = 120$ $\quad z_4 = 41$
$\quad\quad\quad

18. Tiguajam.

Tiguratta hammaste ja tiirude arvu korrutis võrdub teo käikude ja tiirude arvu korrutisega ehk

$$z \cdot n_1 = k \cdot n_2$$

kus z — teoratta hammaste arv,
n_1 — teoratta tiirude arv,
k — teokäikude arv,
n_2 — teo tiirude arv.



Joon. 163.

Näidis: Teoratta hammaste arv on 120, tiirude arv minutis 40, teo käikude arv 4. Kui suur on teo tiirude arv?

$$z_1 \cdot n_1 = k \cdot n_2$$

$$120 \cdot 40 = 4 \cdot n_2$$

$$n_2 = \frac{120 \cdot 40}{4}$$

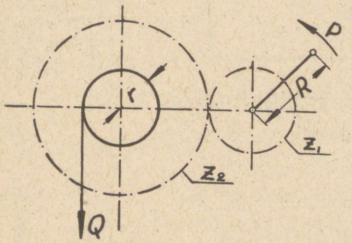
$n_2 = 1\,200$ (tiiru minutis).

1. Teorattal on 80 hammast ja tigu teeb 120 tiiru minutis. Kui suur on teoratta tiirude arv minutis, kui tigu on a) 2-käiguline, b) 4-käiguline, c) 10-käiguline?

2. Teorattal on 140 hammast ja ta teeb 60 tiiru minutis. Kui suur on 5-käigulise teo tiirude arv?

3. Teorattal on 136 hammast ja ta tiirude arv minutis on 10. Mitu käiku on teol, kui ta teeb a) 272, b) 680 tiiru minutis?

19. Hammasrataspöör.



Joon. 164.

Arvutamise valemid:

$$Q = P \cdot \frac{R \cdot z_2 \cdot \eta}{r \cdot z_1}$$

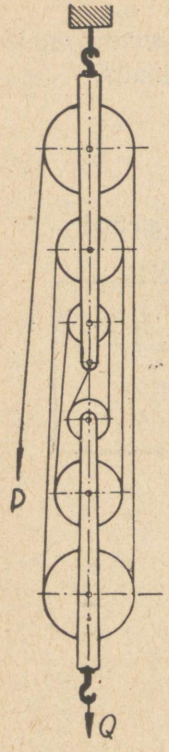
$$P = Q \cdot \frac{r \cdot z_1}{R \cdot z_2 \cdot \eta}$$

kus P — vändale mõjuv tung,
Q — tõstetav koormis,
r — pööra võlli raadius,
R — pööra vända raadius,
z_1 — väikse hammasratta hammaste arv,
z_2 — suure hammasratta hammaste arv,
η — tõhutegur.

1. Leida hammasrataspööra puuduvad suurused!

	a	b	c	d	e
P kg-des	24	?	18	?	45
Q kg-des	?	720	?	340	?
R mm-tes	420	450	400	400	430
r mm-tes	180	125	150	120	140
z_1	12	15	14	13	11
z_2	49	89	55	66	45
η	0,85	0,91	0,87	0,9	0,82

20. Talid.



Joon. 165.

1. Tali.

Arvutamise valemid:

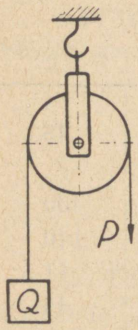
$$Q = n \cdot P \cdot \eta$$

$$P = \frac{Q}{n \cdot \eta}$$

kus P — tõstmiseks tarvilik tung,
Q — tõstetav koormis,
n — rullide arv,
η — tõhutegur.

Leida puuduvad arvud!

	a	b	c	d	e
Q kg-des	?	?	350	265	750
P kg-des	25	45	?	?	?
n	2	6	4	6	6
η	0,93	0,85	0,89	0,81	0,86



Joon. 166.

2. Kinnisplokk.

Kui suurt tungi vajatakse a) 280 kg, b) 0,42 t, c) 95 kg, d) 0,08 t, e) 67 kg tõstmiseks, kui hõõrdumine on 4% koormisest?

3. Diferentsiaaltali.



Joon. 167.

Arvutamise valemid:

$$Q = \frac{2 \cdot P \cdot R \cdot \eta}{(R - r)}$$

$$P = \frac{Q \cdot (R - r)}{2 \cdot R \cdot \eta}$$

kus P — tõstetung,
Q — tõstetav koormis,
r — ülemise väikse seibi raadius,
R — ülemise suure seibi raadius,
η — tõhutegur.

Leida puuduvad arvud!

	a	b	c	d	e
P kg-des	15	?	48	?	20
Q kg-des	?	2500	?	1800	?
R mm-tes	165	195	225	200	150
r mm-tes	150	180	210	180	135
η	0,6	0,62	0,59	0,54	0,50

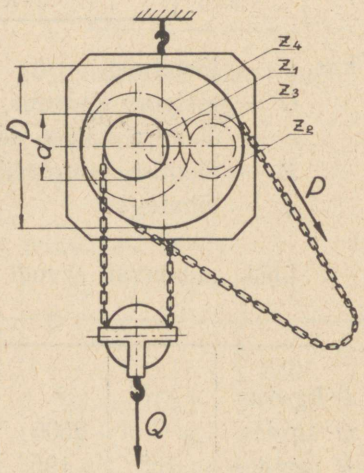
4. Hammasratastali.

Arvutamise valemid:

$$Q = \frac{2 \cdot P \cdot D \cdot z_2 \cdot z_4 \cdot \eta}{d \cdot z_1 \cdot z_3}$$

$$P = \frac{Q \cdot d \cdot z_1 \cdot z_3}{2 \cdot D \cdot z_2 \cdot z_4 \cdot \eta}$$

kus P — tõstetung,
Q — tõstetav koormis,
D — haspelratta läbimõõt,
d — ketiratta läbimõõt,
z_1 — esimese väikse hammasratta hammaste arv,
z_2 — esimese suure hammasratta hammaste arv,
z_3 — teise väikse hammasratta hammaste arv,
z_4 — teise suure hammasratta hammaste arv,
η — tõhutegur.



Joon. 168.

Leida puuduvad arvud!

	a	b	c	d	e
P kg-des	?	21	?	38	?
Q kg-des	1 000	?	4 000	?	2 500
D mm-tes	210	300	380	450	160
d mm-tes	84	100	120	135	80
z_1	8	9	11	10	8
z_2	15	26	32	39	25
z_3	10	8	9	11	—
z_4	29	31	35	45	—
η	0,46	0,38	0,42	0,36	0,56

5. Keermestali.

Arvutamise valemid:

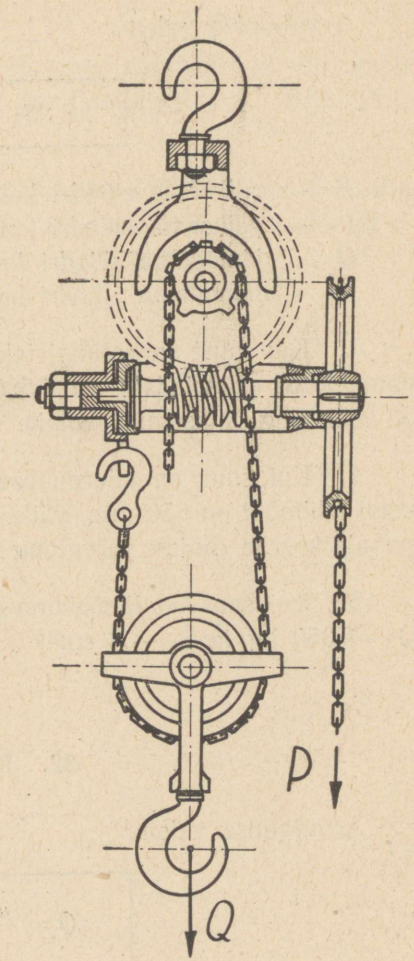
$$Q = \frac{P \cdot D \cdot z \cdot \eta}{d \cdot m}$$

$$P = \frac{Q \cdot d \cdot m}{\eta \cdot D \cdot z}$$

kus P — tõstetung,
Q — tõstetav koormis,
D — haspelratta läbimõõt,
d — ketiratta läbimõõt,
z — teoratta hammaste arv,
k — teo käikude arv,
η — tõhutegur.

Leida puuduvad arvud!

	a	b	c	d	e
P kg-des	?	15	?	25	20
Q kg-des	1 200	?	3 000	?	?
D mm-tes	160	200	300	450	560
d mm-tes	80	80	100	120	130
z	22	26	36	48	30
k	2	2	4	4	5
η	0,65	0,56	0,62	0,58	0,61



Joon. 169.

21. Hüdrauliline press.

Arvutamise valem:

$$P : S_1 = Q : S_2$$

kus P — väiksema silindri kolvile mõjuv tung,
S_1 — väiksema silindri kolvi põikpindala,
Q — jämedama silindri kolvile mõjuv tung,
S_2 — jämedama silindri kolvi põikpindala.

1. Kui suurt survetungi tekitab hüdrauliline press, mille jämedama kolvi põikpindala on 2 500 cm², väiksema kolvi põikpindala 38 cm² ning väiksemale kolvile mõjuv tung 48 kg?

2. Kui suur on hüdraulilise pressi tõstetung, kui jämedama kolvi läbimõõt on 650 mm, väiksema kolvi läbimõõt 35 mm ja väiksemale kolvile mõjuv survetung 145 kg?

3. Kui suur on jämedama silindri läbimõõt, kui P on 75 kg Q — 8 350 kg ja S_1 — 6 cm²?

22. Pumbad.

Arvutamise valem:

$$Q = \frac{\mu \cdot S \cdot l \cdot n}{60}$$

kus Q — sekundis tõstetav veehulk m³-tes,
S — kolvi põikpindala m²-tes,
l — kolvikäik m-tes,
n — kolvi edasi-tagasi-käikude arv minutis,
μ — pumba täitetegur.

1. Mitu m^3 vett a) sekundis, b) tunnis annab pump, mille kolvi läbimõõt on 200 mm, kolvikäik 450 mm, kolvi edasi-tagasi-käikude arv minutis 35 ja täitetegur 0,91?

2. Pumbasilindri läbimõõt on 60 mm, kolvikäik 18 cm, kolvi edasi-tagasi-käikude arv minutis 64 ja täitetegur 0,8. Mitu liitrit vett annab pump $\frac{1}{2}$ tunni jooksul?

3. Kahepoolse töötamisega pumbakolvi läbimõõt on 1,35 dm, kolvikäik 36 cm, edasi-tagasi-käikude arv minutis 140 ja täitetegur 0,62. Mitu liitrit vett annab pump $3\frac{1}{2}$ tunni jooksul?

XVIII. Elektrotehnika.

1. Ohmi seadus.

Elektrivoolu-ahela kahe punkti vaheline pinge on võrdeline voolu ja takistuse korrutisega ehk

$$U = J \cdot R$$

kus U — pinge voltides (tähis: V),
J — vool amprites (tähis: A),
R — takistus oomides (tähis: Ω).

1. Elektertõlviku takistus on 88 Ω. Kui suur on elektrivool, kui võrgupinge on a) 220 V, b) 110 V?

2. Hõõglampi läbib elektrivool 0,25 A. Pinge lambi klemmide vahel on a) 110 V, b) 220 V. Kui suur on lambi takistus?

3. Reostaadi takistus on 55 Ω. Kui suur on pinge reostaadi klemmide vahel, kui vool on 2 A?

4. Kui suur on elektriahju vool, kui pinge on 220 V ja kütteelemendi takistus a) 12,5 Ω, b) 105 Ω, c) 75 Ω?

5. Kui suur on elektrikeetja kütteelemendi takistus, kui pinge on 220 V ja vool 1,5 A?

6. Kütteelemendi takistus on a) 80 Ω, b) 120 Ω. Kui suur on pinge kütteelemendi klemmide vahel, kui vool on 2 A?

2. Elektri võimsus.

Elektri võimsus võrdub voolu ja pinge korrutisega. Elektri võimsuse ühikuks on vatt (tähis: W). Suurem võimsuse ühik on kilovatt (tähis: kW). 1 kW = = 1 000 W.

$$N = U \cdot J$$

kus N — võimsus vattides,
U — pinge voltides,
J — vool amprites.

1. Elektriahju klemmipinge on 210 V ja vool 4,2 A. Kui suur on selle küttekeha võimsus?

2. Tõlviku võimsus on 350 W. Kui tugev elektrivool läbistab tõlvikut, kui pinge on a) 220 V, b) 110 V?

3. Hõõglampi võimsusega 110 W läbistab 0,5 A. Kui suur on lambi klemmipinge?

4. Kui suur on elektriahju elektrivool, kui pinge on 220 V ja ahju võimsus a) 350 W, b) 600 W, c) 1,25 kW?

5. Karastusahju võimsus on 14 kW. Kui suur on ahju kütteelemendi takistus, kui pinge on a) 220 V, b) 380 V, c) 440 V?

6. Hõõglambi võimsus on 75 W. Kui suur on lambi takistus, kui pinge on 220 V?

Elektrimootorite võimsuse arvutamiseks kasutatakse järgmisi valemeid:

$N = U \cdot J \cdot \eta$ (alalisvoolu-mootorite puhul),

$N = U \cdot J \cdot \cos\varphi \cdot \eta$ (ühefaasise vahelduvvoolu mootorite puhul)

ja

$N = 1{,}73 \cdot U \cdot J \cdot \cos\varphi \cdot \eta$ (kolmefaasise vahelduvvoolu (keerdvoolu) mootorite puhul)

kus N — võimsus kW-des,
U — pinge voltides,
J — vool amprites,
$\cos \varphi$ (loe: koosinus fii) — võimsuse tegur (0,65—0,9) ja
η — tõhutegur (0,72—0,92).

7. Leida alalisvoolu-mootori võimsus, kui pinge on 220 V, vool 5,6 A ja tõhutegur 0,8.

8. Leida ühefaasise vahelduvvoolu mootori võimsus, kui pinge on 220 V, vool 3,2 A, cos φ 0,85 ja tõhutegur 0,85.

9. Leida keerdvoolu-mootori võimsus, kui a) pinge on 220 V, vool 8,6 A, cos φ 0,8 ja tõhutegur 0,75, b) pinge 380 V, vool 6,5 A, cos φ 0,9 ja tõhutegur 0,83.

3. Elektri töö.

Elektri töö võrdub võimsuse ja kasutusaja korrutisega. Elektri tööühikuks on kilovatt-tund (tähis: kWh). 1 kWh = 1 000 Wh.

$$A = N \cdot t$$

kus A — tehtud töö kWh-des (Wh-des),
N — võimsus kW-des (W-des),
t — kasutusaeg tundides

Tasumaksmine kasutatud elektrienergia eest toimub elektri-arvesti poolt registreeritud kWh-de arvu järgi.

1. Kui suur on elektri töö kWh-es, kui kasutatakse a) 2 kW 3 tundi, b) 4,8 kW 5½ tundi, c) 450 W 10 tundi 25 minutit, d) 65 W 35 minutit, e) 7,5 kW 12 minutit?

2. Väiketarvitaja-tariifi järgi maksab valgustuselektri[1] kWh 40 kopikat ja jõuelektri[2] kWh 50 kop.

1) Mitu protsenti on jõuelektri kWh hind kallim valgustuselektri kWh hinnast?
2) Mitu protsenti on valgustuselektri kWh hind odavam jõuelektri kWh hinnast?

3. Kui palju maksab a) 450 W tõlviku, b) 550 W keedunõu, c) 800 W ahju, d) 1,1 kW mootori, e) 16 kW karastusahju kasutamine tunnis, kui kWh maksab 40 kop.?

4. Elektriarvesti näitas 2. detsembril 147,69 kWh ja 3. jaanuaril 205,37 kWh.

1) Kui suur oli elektrienergia tarvitus (täpsusega 1 kWh)?
2) Kui suur oli elektrimaks, kui kWh maksab keskmiselt 24 kop.?
3) Kui suur oli keskmine päevane elektrienergia tarvitus, kui kuus oli 21 kasutamispäeva?

5. Käitise pea-elektriarvesti näitab 16. märtsil 9 932,6 kWh ja 17. aprillil 0029,3 kWh ning samal ajal näitab käitise jõuelektriarvesti 0057,5 kWh ja 0122,4 kWh.

1) Kui suur on käitise valgustus- ja jõuelektri tarvitus koos ja eraldi (täpsusega 1 kWh)?
2) Kui suur on käitise elektrimaks eritariifi põhjal, kui valgustuselektri kWh maksab keskmiselt 32 kop. ja jõuelektri kWh 50 kop.?
3) Kui suur on käitise kokkuhoid kasutades eritariifi väiketarvitaja-tariifi asemel?
4) Avaldada kokkuhoid protsentides!

---

1) Valgustuseks tarvitatavat elektrienergiat on käesolevas õpikus lühenduse mõttes nimetatud valgustuselektriks,

2) tööstuse jõuseadmetes mehaanilise energia saamiseks kasutatavat elektrienergiat on nimetatud jõuelektriks.

6. Õpilane unustas põlema 75 W lambi, mis põles õhtu kella 8-st kuni hommiku kella 7-ni. Kui kalliks läks maksma ta unustus, kui kWh maksab 40 kop.?

7. Töötuba valgustatakse 65 W lambiga maikuus kell 19.30 kuni 24.00 ning detsembrikuus kell 06.15 kuni 10.10 ja kell 14.45 kuni 00.35. Kui suur on elektrimaks maikuus — 25 tööpäeva, ja detsembrikuus — 21 tööpäeva, kui kWh maksab 40 kop.?

8. Õhtuti põleb käitises üks 100 W lamp 3 tundi, kaks 25 W lampi $4\frac{3}{4}$ tundi ja kolm 60 W lampi $2\frac{1}{4}$ tundi. Kui suur on elektrimaks päevas, kui kWh maksab 40 kop.?

XIX. Valgustus.

1. Valgusallika **valgustugevuse** mõõduühikuks on k ü ü n a l (tähis: K). Varemalt oli tarvitusel nn. Hefneri küünal (tähis: HK); 1 000 K ≈ 1 088 HK.

Arvutada iga valgustusviisi 1 000 K keskmist hinda alltoodud tabeli andmeil ning leida, mitu protsenti on tahiga petrooleumilambi valgustus odavam või kallim teistest valgustusviisidest:

Valgustusviis	Keskmine põletise-tarvitus tunnis või elektri võimsus ühe *K* kohta, nn. eritarve	Põletise või elektri hind
1. Küünal	7,5 g	15.40 rbl./kg
2. Petrooleum:		
1) tahiga lamp	3 g	70 kop./kg
2) hõõglamp	0,5 g	
3. Piiritus:		
1) tahiga hõõglamp	1,5 g	5.— rbl./kg
2) tahita hõõglamp	0,7 g	
4. Valgustusgaas:		
1) lahtine tuli	10 l	1.— rbl./m³
2) hõõglamp	1,5 l	
5. Atsetüleen:		
1) lahtine tuli	1,0 g	6.20 rbl./kg
2) hõõglamp	0,23 g	
6. Elekter:		
1) kaarlamp	0,3 W	40 kop./kWh
2) süsiniitlamp	3,5 W	
3) metallniitlamp (õhutühi)	1,3 W	
4) metallniitlamp (gaasitäitega)	0,6 W	

2. 32 K süsiniitlambi eritarve on 3,4 W, kuna sama valge metallniitlambi eritarve on 1,1 W.

1) Mitu protsenti on süsiniitlambi tarvitamine kallim metallniitlambi tarvitamisest?

2) Mitu protsenti on metallniitlambi tarvitamine odavam süsiniitlambi tarvitamisest?

3. Kui suur on 1 200 K gaasitäitega metallniitlambi elektrimaks, kui lamp põleb 24 minutit, tema eritarve on 0,65 W ja kui kWh maksab 40 kop.?

4. **Pinnavalgustus.** Lampide suuruse määramisel on aluseks soovitav keskmine pinnavalgustus. Pinnavalgustust mõõdetakse luksides (tähis: Lx). Lampide suuruse ja võimsuse kiire, kuid ligikaudne määramine toimub nn. vattreegli alusel. 1 Lx saavutamiseks vajatakse keskmiselt 25 W lampidega 0,3 W, 100 W lampidega 0,2 W ja 500 W lampidega 0,15 W ühe ruutmeetri põrandapinna kohta.

Vajalik töökoha pinnavalgustus luksides:

a) jämeda töö (sepa- jne. töö) puhul . . . 10 . . . 40 Lx;

b) keskmise töö (tisleri-, lukusepa- jne. töö) puhul . . . . . 20 . . . 75 Lx;

c) peen- ja täpsustöö (peenmehaanika, büroo- jne. töö) puhul . . 50 . . . 150 Lx;

d) väga peene ja täpse töö (kellasepa-, graveerimis-, joonestamis- jne. töö) puhul 100 . . . 300 Lx.

Avaldada toodud normid vattides ruutmeetri kohta a) 25 W, b) 100 W lampide puhul!

5. Kui suur lamp (või kui suured lambid) peab valgustama lukusepa tööruumi, mille põrandapindala on 26,2 m^2 ja kui soovitud pinnavalgustus peab olema 30 Lx?

6. Kui suur on sepikoja keskmine pinnavalgustus, kui sepikoda on 5,25 m pikk ja 4,15 m lai ning kui teda valgustab a) neli 25 W lampi, b) üks 100 W lamp?

7. Mitu 100 W lampi peavad valgustama peenmehaanika töötuba, mille põrandapindala on 18 m² ja mille soovitud pinnavalgustus peab olema 80 Lx?

8. Kui suur valukuuri põranda pindala vastab 105 W lambile (pinnavalgustus 15 Lx)?

9. Elektrilambi valgusvõimsust hinnatakse temast väljakiirgava **valgusvoo** järgi. Valgusvoo mõõduühikuks on luumen (tähis: Lm). Tavalisesti kasutatakse 10 korda suuremat mõõduühikut — dekaluumenit (tähis: DLm).

Siseruumide pinnavalgustuse küllaldase täpsusega arvutamist võimaldab järgmine valem

$$\text{keskmine pinnavalgustus (Lx)} = \frac{\text{valgusvoog (Lm)} \cdot \text{tõhutegur}}{\text{põranda pindala (m}^2\text{)}}$$

Märge: Valgustusseadme keskm. tõhutegur on 0,4.

Avaldada ülesandes nr. 4 toodud normid luumenites ruutmeetri kohta.

10. Kui suur on 28 m² suure töötoa keskm. pinnavalgustus, kui teda valgustab 125 DLm lamp ja kui tõhutegur on a) 0,65; b) 0,45?

11. Kui suur lamp tuleb valida 42,6 m² suure töötoa valgustamiseks, kui nõutav keskm. pinnavalgustus peab olema 60 Lx ja kui tõhutegur on a) 0,55, b) 0,35?

12. Kui suurt töötuba suudab valgustada 65 DLm lamp, kui nõutav keskm. pinnavalgustus on 60 Lx ja kui tõhutegur on a) 0,35, b) 0,60?

13. Mitu 40 W lampi peab valgustama sepikoda, mille põrandapind on 122 m^2, kui nõutav keskmine pinnavalgustus peab olema 25 Lx ja kui tõhutegur on 0,2?

14. Elektrilampide kasulikkuse võrdlemiseks on tarvis teada nende valgussaagist, s. o. mitu luumenit annab üks vatt.

Arvutada järgmiste elektrilampide valgussaagised tabelistoodud andmeil ning leida, mitu protsenti on 65 DLm lambi valgussaagis suurem või väiksem 9, 15, 25, 40, 100, 125 DLm lambi valgussaagisest!

15. Kui suur on 500 W lambi valgusvoog, kui ta valgussaagis on 15,5 $\frac{Lm}{W}$?

16. Kui suur on 1 000 DLm lambi võimsus, kui ta valgussaagis on 15,7 $\frac{Lm}{W}$?

Lambi

valgusvoog DLm	võimsus
5	9
15	18
25	28
40	39
65	58
100	79
125	97

17. 125 DLm lambi valgussaagis on 15,4 $\frac{Lm}{W}$. Kui suur on elektrimaks, kui lamp põleb 49,5 tundi ja kui kWh maksab 40 kop.?

18. 75 W „TES"-lambi valgusvoog on 76,5 DLm, kuna 75 W „MARS"-lambi valgussaagis on 14,2 $\frac{Lm}{W}$. Mitu protsenti annab

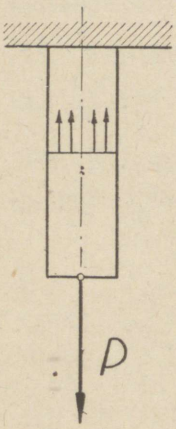
„MARS"-lamp rohkem või vastavalt vähem valgust „TES"-lambist?

19. Käitise ühes ruumis põleb viis 25 DLm lampi võimsusega 28 W lambi kohta, teises niisama suures ruumis üks 125 DLm lamp võimsusega 97 W.

1) Kui suur on elektrimaks käitise a) esimese, b) teise ruumi valgustamise eest, kui lambid põlevad kuus 85 tundi ja kWh maksab 40 kop.?
2) Teha järeldused!

XX. Tugevusõpetus.

1. Tõmbetugevus.



Joon. 170.

Arvutamise valem:

$$k_t = \frac{P}{S}$$

kus k_t — tõmbepinge kg/cm² või kg/mm²,
P — tõmbetung ehk koormis,
S — keha põikpindala.

L u b a t a v t õ m b e p i n g e on tung, millega lubatakse koormata keha põikpindala üht cm²-it (või mm²-it). Muutliku põikpindala puhul määratakse lubatav pinge väikseima põikpindala järgi.

1. Leida puuduvad arvud!

	a	b	c	d	e
P kg-des	14 000	?	36 000	520	?
S cm²-tes	120	5,6	?	1,08	21,7
k_t $\frac{kg}{mm^2}$-tes	?	18,3	10,5	?	2,4

2. Krúvipoldi südamiku läbimõõt on a) 8,79 mm, b) 21,3 mm, c) 32,7 mm, d) 43,6 mm, e) 9,99 mm. Kui suur on iga kruvipoldi koormis, kui lubatav tõmbepinge on 4,8 kg/mm²?

3. Kui suur on kruvipoldi südamiku läbimõõt, kui temale mõjub tõmbetung 3,2 t ja kui lubatav tõmbepinge on a) 540 kg/cm², b) 4,5 kg/mm²?

4. Kui suur on keti lüliraua läbimõõt, kui koormis on 5 200 kg ja lubatav tõmbepinge 6,4 kg/mm²?

5. Terastross koosneb 120 traadist läbimõõduga 1 mm. Kui suur on trossi materjalis tekkiv pinge, kui koormis on 1 680 kg?

6. Aurutamisanuma kaas on kinnitatud kuue kruvipoldiga. Kaane pindala on 7,2 dm² ja aururõhumine a) 3,5 atü, b) 6,5 atü, c) 10 at, d) 18,5 at, e) 30 atü. Kui tugevate kruvipoltidega vähemalt tuleb kaas kinnitada?

7. Torule, mille sisemine läbimõõt on 46,5 mm, väline 2″, mõjub tung $P = 13\,600$ kg. Kui suur tõmbepinge tekib toru materjalis?

8. Kui suure tõmbepingega on lubatav koormata I-tala, mille põikpindala on 33,4 cm² ja lubatav tõmbepinge 12 kg/mm²?

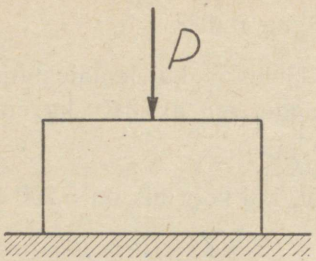
9. Terasest varb läbimõõduga 20 mm katkes 13 500 kg koormisest. Kui suur oli selle terase tõmbetugevus *)?

10. Rihma asemel kasutatavate teraslintide tõmbetugevus on 12 500 kg/cm². Arvutage järgmiste lintide tõmbetungi, kui

	a	b	c	d	e
lindi laius on mm-tes	15	20	35	65	120
lindi paksus on mm-tes	0,25	0,3	0,4	0,5	0,8

* Tõmbetugevuseks nimetatakse tõmbepinget, millest materjal katkeb.

2. Survetugevus.



Joon. 171.

Arvutamise valem:

$$k_s = \frac{P}{S}$$

kus k_s — survepinge kg/cm² või kg/mm²,
P — survetung ehk koormis,
S — põik- või toetuspinna pindala.

1. Leida puuduvad arvud!

	a	b	c	d	e
Koormis P kg-des	3 000	?	5 200	?	4 420
Toetuspind S cm²-tes	?	340	?	42,8	5,83
Survepinge k_s kg/mm²-tes	0,6	0,07	0,12	6,3	?

2. Kui suur on 2,4 t samba rõhk tugipinnale, kui samba aluse pindala on 16 cm²?

3. Kui pikalt tuleb toetada I-tala ots, mille mõõted on 140 × 80 × 5,5, tellisest müürile, kui rõhumine tala otsas on 9 600 kg ja lubatav survepinge 7 kg/mm²?

4. Kui kõrge tohib olla õõnes malmsammas, mille väline läbimõõt on 250 mm ja sisemine 210 mm, erikaal 7,3 kg/dm³ ning lubatav survepinge toetuspinnale on 0,12 kg/cm²?

5. Puittalale on 1½″ poldiga kinnitatud 4 000 kg koormis. Leida seibi mõõted, kui puidu lubatav survepinge on 60 kg/cm²!

6. Leida järgmised kolvirõhud at-des!

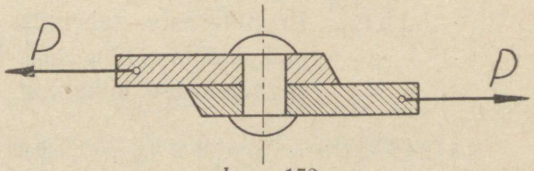
	a	b	c	d	e
Kolvile mõjuv tung P kg-des	2 800	1 600	9 460	3 700	1 360
Kolvi läbimõõt mm-tes	190	125	235	175	135

7. Plahvatusmootori kolvi läbimõõt on 205 mm ja kepsu ristlõike pindala 13,5 cm². Kui suur survepinge tekib kepsu materjalis, kui silindrisolevate gaaside rõhumine on a) 8 atü, b) 18 atü, c) 22 atü?

3. Nihketugevus.

Arvutamise valem:

$$k_n = \frac{P}{S}$$



Joon. 172.

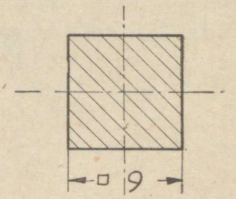
kus k_n — nihkepinge kg/cm² või kg/mm²,
P — nihketung ehk koormis,
S — lõigatav pindala.

1. Ühe neediga ühendatud lapikraudadele mõjub tung a) 2 560 kg, b) 1 120 kg, c) 420 kg. Leida needi läbimõõt, kui nihkepinge ei tohi ületada 5,5 kg/mm²?

2. Kui suurele koormisele paneb vastu 24 neeti läbimõõduga 12 mm, kui lubatav nihkepinge on 7,5 kg/mm².

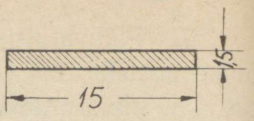
3. Poldile läbimõõduga ¾" mõjub nihketung 2 250 kg. Kui suur on nihkepinge?

4. Leida lõiketung, kui selle messinglati nihketugevus on 22 $\frac{kg}{mm^2}$.



Joon. 173.

5. Leida lõiketung, kui selle alumiiniumpleki nihketugevus on 8 $\frac{kg}{mm^2}$.



Joon. 174.

6. Leida tabeli abil, kui suurt lõiketungi vajatakse järgmiste profiilteraste läbilõikamiseks a) ⌊20 × 20 × 4, b) ⌊25 × 25 × 3, c) I 160 × 88 × 6, d) I 100 × 68 × 4,5, kui terase nihketugevus on 2 400 kg/cm².

Juhis: Profiilteraste tabelitest otsida lõigatava terase põikpindala S ning selle korrutamisel nihketugevusega leitakse lõiketung.

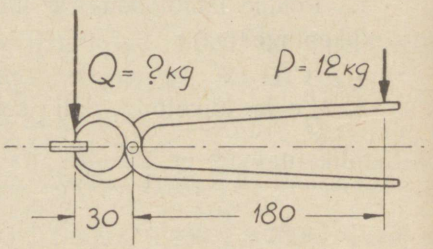
Näidis: [-teras 50 × 37 × 4,5 põikpindala S on 6,93 cm². Lõiketung on 2 400 · 6,93 = 16 632 kg.

7. Lapikteras 25 × 80 mm lõigatakse läbi kääridega. Kui suur peab olema kääri lõiketung, kui materjali nihketugevus on 3 600 kg/cm²?

8. Terasplekk paksusega 0,8 mm ja nihketugevusega 38 $\frac{kg}{mm^2}$ lõigatakse käsikääridega. Kui suur peab olema käsikääride lõiketung, kui nende tegelik lõikepikkus on 6 mm (s. t. käärid lõikavad plekki korraga 6 mm pikkuses)?

9. Kui suurt tungi vajatakse 25 mm mulgu stantsimiseks 23 mm terasplekki, mille nihketugevus on 34 kg/mm²?

10. Kui tugevat vasktraati on võimalik tangidega läbi lõigata, kui selle vase nihketugevus on 19 $\frac{kg}{mm^2}$

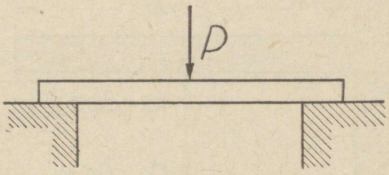


Joon. 175.

4. Paindetugevus.

Arvutamise valem:

$$k_p = \frac{M_{max}}{W}$$



Joon. 176.

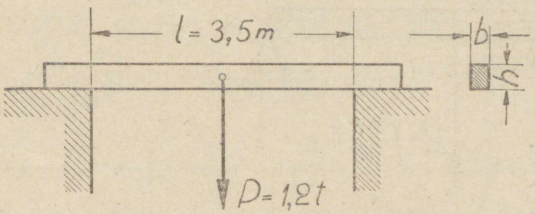
kus k_p — paindepinge kg/cm² või kg/mm²,

M_{max} — suurim paindemoment, oleneb koormisviisist. M_{max} arvutamise valem leitakse vastavast käsiraamatust.

W — vastupanumoment, oleneb kandja põikpinna kujust. W suurus ja arvutamise valem leitakse vastavast käsiraamatust või tabelitest õpiku lisas.

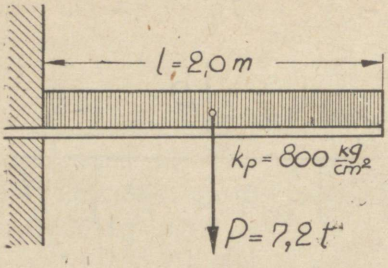
1. Leida kahel toel lamava puittala mõõted järgmiste valemite abil:

$M_{max} = \frac{P \cdot l}{4}$, $W = \frac{b \cdot h^2}{6}$ ja $b : h = 3 : 4$, kui tung P on 1 200 kg, kandevahemik l on 350 cm ja lubatav paindepinge 60 kg/cm²!



Joon. 177.

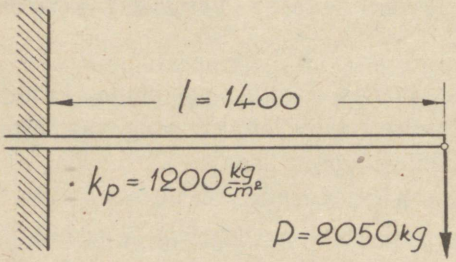
2. Leida tabelist I-tala mõõted järgmise valemi abil:



$$W = \frac{P \cdot l}{2 \cdot k_p}.$$

Joon. 178.

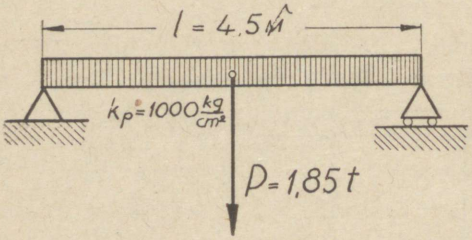
3. Leida tabelist I-tala mõõted järgmise valemi abil:



$$W = \frac{P \cdot l}{k_p}.$$

Joon. 179.

4. Leida tabelist I-tala mõõted järgmise valemi abil:



$$W = \frac{P \cdot l}{8 \cdot k_p}.$$

Joon. 180.

XXI. Treimine.

1. Keermetamine.

Kruvid. Kruvipoldi läbimõõt tähistatakse

a) tollkeerme puhul inglise tollides, näiteks $\frac{1}{2}''$, $\frac{3}{4}''$, $2\frac{1}{2}''$ jne.,

b) millimeeterkeerme puhul millimeetrites, näiteks *M* 10, *M* 24 jne. või $10 \times 1{,}5$, 24×3 jne., kus esimene arv näitab kruvi läbimõõtu, teine keerme tõusu.

Keerme tõus tähistatakse

a) millimeeterkeerme puhul (tähis: *s*) millimeetrites,

b) tollkeerme puhul tollides (tähis: *E*) või millimeetrites (tähis: *s*).

Näidis: $E = \frac{1}{8}''$ ehk $s = 3{,}18$ mm.

Tollkeerme puhul kasutatakse tõusu tähistamiseks ka kruvikäikude arvu 1″ peal (tähis: *K*).

Näidis: Kruvipoldil läbimõõduga 2″ on 4 käiku 1″ peal ehk $K = 4$. Kui suur on tõus?

$E = \frac{1}{4}''$ ehk $s = 6{,}35$ mm.

1. Avaldada tollides antud poltide läbimõõdud mm-tes: a) $\frac{1}{2}''$, b) $\frac{3}{4}''$, c) $\frac{3}{8}''$, d) $1\frac{1}{2}''$, e) $\frac{1}{8}\frac{5}{2}''$.

2. Leida tollkeermega kruvi poldi tõus tollides ja millimeetrites, kui

	a	b	c	d	e
kruvipoldi läbimõõt	1″	$1\frac{1}{2}''$	$\frac{1}{2}''$	2″	$\frac{5}{8}''$
käikude arv 1″	8	6	12	$4\frac{1}{2}$	11

3. Leida tollkeermega kruvi käikude arv 1″ peal (K), kui tõus on a) $\frac{1}{5}$″, b) $\frac{1}{16}$″, c) $\frac{2}{7}$″, d) 1,81 mm, e) 3,63 mm.

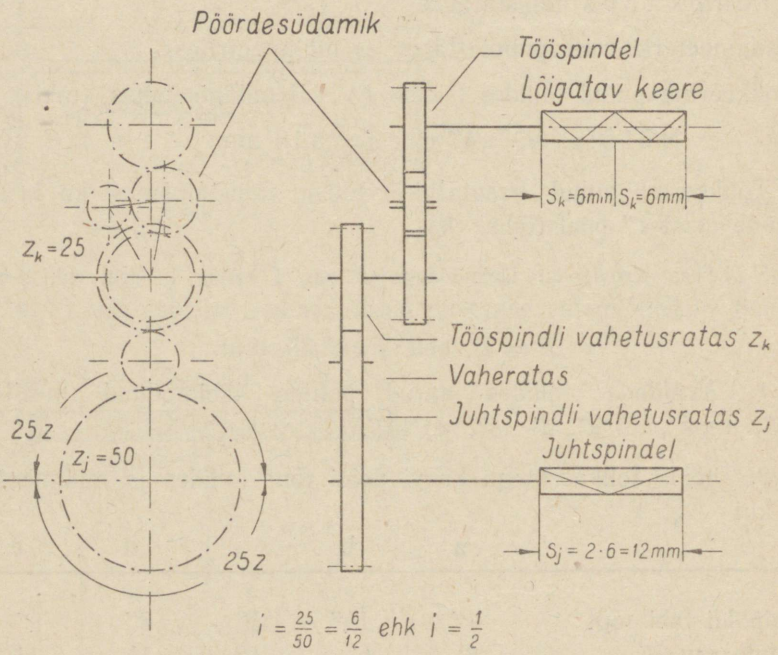
4. Tõstekruvil on $2\frac{1}{2}$ käiku 1″ peal. Mitu korda tuleb pöörata kruvi, et ta tõuseks a) 245 mm, b) 100 mm, c) 12″ võrra?

5. Mitu korda tuleb pöörata kruvi $5 \times 0{,}8$, et ta tõuseks 56 mm võrra?

6. Mitu pööret on tarvis, et kruvi $10 \times 1{,}5$ keerata 60 mm sügavasse auku?

Vahetusrattad. Vedava hammasratta hammaste arvu (z_k) suhe veetava hammasratta arvuga (z_j) võrdub lõigatava keerme tõusu (s_k) ja juhtspindli keerme tõusu (s_j) suhtega

ehk $$i = \frac{z_k}{z_j} = \frac{s_k}{s_j}$$



Joon. 181a.

Vahetusrataste ülekanne toimub kas ühe hammasratta-paari (mittekokkupuutuvaid rattaid ühendatakse mistahes vaherattaga) või kahe (harva kolme) hammasratta-paari kaudu.

Juhtspindli tõus võib olla $\frac{1}{4}''$, $\frac{1}{2}''$ või 3 mm, 4 mm, 12 mm, 24 mm.

Pöördesüdamiku ülekanne võib olla 1 : 1 või 1 : 2.

Uuemate treipinkide vahetusrataste komplektis on rattaid alates 20 hambaga üle 5 hamba kuni 125 hambani ning 127 ja 157 hambaga rattad. *)

Vahetusrataste arvutamise näidised.

A. Keerme lõikamine toimub treipingil, mille pöördesüdamiku ülekanne on 1 : 1 ja mille hammasrataste komplektis on 127-ne ratas.

a) Kruvi ja juhtspindel on mm-keermega.

Keerme tõus $s_k = 4$ mm,
juhtspindli keerme tõus $s_j = 3$ mm.

$$i = \frac{z_k}{z_j} = \frac{s_k}{s_j}.$$

$$i = \frac{z_k}{z_j} = \frac{4}{3}.$$

Et puudub hammasratas nelja vast. kolme hambaga, tuleb murdu laiendada kas 10-ga, 15-ga või 20-ga. Laiendades näit. 25-ga, saame

$$i = \frac{z_k}{z_j} = \frac{4 \cdot 25}{3 \cdot 25} \text{ ehk } \frac{100}{75}.$$

*) Vaata E. Olving, Metallitreimine.

Laiendamisel 10-ga oleks $i = \frac{40}{30}$, 15-ga oleks $i = \frac{60}{45}$ jne.

Vahetusrattad on seega 100 ja 75 hambaga, kuid võivad olla ka 40 ja 30 või 60 ja 45 või 80 ja 60 hambaga. Vaherattaks on mistahes hammaste arvuga ratas

ehk $\boxed{100 - (z_x) - 75}$

b) Kruvi on mm-keermega, kuna juhtspindel on toll-keermega.

Keerme tõus $s_k = 34$ mm,

juhtspindli keerme tõus $E_j = \frac{1}{2}''$.

Et $1'' = \frac{127}{5}$ mm,

siis $\frac{1}{2}'' = \frac{127}{5 \cdot 2}$ mm ehk $\frac{127}{10}$ mm

$$\frac{z_k}{z_j} = \frac{34}{\frac{127}{10}}$$

$$\frac{z_k}{z_j} = \frac{340}{127}.$$

Et puudub 340-ne ratas, tuleb ülekanne teostada kahe rattapaari abil; selleks lahutatakse murru liikmed teguriteks, näiteks

$$\frac{z_k}{z_j} = \frac{85 \cdot 4}{127 \cdot 1}.$$

Laiendades teise rattapaari liikmeid näit. 30-ga saadakse

$$\frac{z_k}{z_j} = \frac{85 \cdot 120}{127 \cdot 30}.$$

Seega on esimesel paaril 85 ja 127 hambaga, teisel paaril 120 ja 30 hambaga rattad

ehk $\boxed{\begin{matrix} 85 - 127 \\ | \\ 120 - 30 \end{matrix}}$

c) Kruvi ja juhtspindel on tollkeermega.

Keerme tõus $E_k = \frac{1''}{14}$,

juhtspindli keerme tõus $E_j = \frac{1}{2}''$

$$\frac{z_k}{z_j} = \frac{E_k}{E_j}$$

$$\frac{z_k}{z_j} = \frac{\frac{1}{14}}{\frac{1}{2}} \quad \text{ehk} \quad \frac{2}{14}.$$

Lahutades murru liikmed teguriteks saadakse

$$\frac{z_k}{z_j} = \frac{2 \cdot 1}{7 \cdot 2}.$$

Laiendades esimese rattapaari liikmeid näiteks 10-ga ja teise rattapaari liikmeid 50-ga saadakse

$$\frac{z_k}{z_j} = \frac{(2 \cdot 10) \cdot (1 \cdot 50)}{(7 \cdot 10) \cdot (2 \cdot 50)} \quad \text{ehk} \quad \frac{20 \cdot 50}{70 \cdot 100}.$$

Seega on esimesel paaril 20 ja 70 hambaga, teisel paaril 50 ja 100 hambaga rattad

ehk

20 — 70
|
50 — 100

d) Kruvi on tollkeermega ja juhtspindel mm-keermega.

Keerme tõus $E_k = \frac{2''}{9}$,

juhtspindli keerme tõus $s_j = 3$ mm.

$$\text{Et} \quad 1'' = \frac{127}{5} \text{ mm},$$

$$\text{siis} \quad \frac{2''}{9} = \frac{2 \cdot 127}{9 \cdot 5} \quad \text{ehk} \quad \frac{2 \cdot 127}{45} \text{ mm},$$

$$\frac{z_k}{z_j} = \frac{\frac{2 \cdot 127}{45}}{3} \quad \text{ehk} \quad \frac{2 \cdot 127}{3 \cdot 45}.$$

Laiendades esimese rattapaari liikmeid näit. 25-ga, saadakse

$$\frac{z_k}{z_j} = \frac{50 \cdot 127}{75 \cdot 45}.$$

Seega on esimesel paaril 50 ja 75, teisel paaril 127 ja 45 hambaga rattad

ehk

$$\begin{array}{c} 50 - 75 \\ | \\ 127 - 45 \end{array}$$

B. Keermelõikamine toimub treipingil, mille vahetus-hammasrataste komplektis puudub 127 hambaga ratas.

Juhul, kui puudub 127-ne ratas, tuleb

$$1'' = \frac{127}{5} \text{ mm}$$

asemel võtta

$$1'' = \frac{1600}{63} \text{ mm ehk } \frac{40 \cdot 40}{7 \cdot 9} \text{ mm}$$

ehk

$$1'' = \frac{432}{17} \text{ mm ehk } \frac{18 \cdot 24}{1 \cdot 17} \text{ mm}$$

ehk

$$1'' = \frac{330}{13} \text{ mm ehk } \frac{10 \cdot 33}{1 \cdot 13} \text{ mm,}$$

mille mm-tes avaldatud 1″ väärtused on ebatäpsemad kui $1'' = \frac{127}{5}$ mm väärtus, kuid mis võimaldavad siiski vajalikku täpsust tavaliste tööde jaoks.

1. Kasutades $1'' = 25{,}3998$ mm asemel

1) $1'' = \frac{127}{5}$ mm, leiame, et 1″ võrdub sel juhul 25,400 mm,

2) $1'' = \frac{1600}{63}$ mm, leiame, et 1″ võrdub sel juhul 25,3968 mm,

3) $1'' = \frac{432}{17}$ mm, leiame, et 1″ võrdub sel juhul 25,4118 mm ja

4) $1'' = \frac{330}{13}$ mm, leiame, et 1″ võrdub sel juhul 25,3846 mm.

1) Leida viga iga kasutamisjuhu jaoks ja avaldada see protsentides.

2) Leida kõrvalekaldumine mm-tes keerme 1 m pikkuse kohta.

C. Keermelõikamine toimub treipingil, mille pöördesüdamiku ülekanne on 1 : 2.

Niisugusel juhul kasutatakse arvutamisel juhtspindli keerme tõusu asemel nn. masinakonstanti (tähis M_k), mis võrdub pöördesüdamiku ülekande (i_p) ja juhtspindli keerme tõusu (s_j) korrutisega.

$$M_k = i_p \cdot s_j .$$

Näidis: 1) $i_p = 1 : 2$ ja $s_j = 6$ mm

$M_k = \frac{1}{2} \cdot 6 = 3$ mm.

2) $i_p = 1 : 3$ ja $E_j = \frac{1}{4}''$

$M_k = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{4} = \frac{1}{12}''$.

D. Moodul-keermetamine.

Tigudel on moodultõus. Tigul tõusuga

1 moodul — on tõusu pikkus 1π mm ehk 3,14 mm,

2 moodulit — on tõusu pikkus 2π mm ehk 6,28 mm,

3 moodulit — on tõusu pikkus 3π mm ehk 9,42 mm.

2. Sobivate vahetusrataste leidmiseks kasutatakse $\pi = 3{,}1415927$ asemel, mida pole võimalik teguriteks lahutada, π ligikaudseid väärtusi:

1) $\pi \approx \frac{22}{7}$ ehk $\frac{2 \cdot 11}{7}$ mm

2) $\pi \approx \frac{864}{275}$ ehk $\frac{32 \cdot 27}{25 \cdot 11}$ mm

3) $\pi \approx \frac{399}{127}$ ehk $\frac{19 \cdot 21}{127}$ mm

4) $\pi \approx \frac{1175}{374}$ ehk $\frac{25 \cdot 47}{32 \cdot 17}$ mm

5) $\pi \approx \frac{776}{247} = \frac{8 \cdot 97}{13 \cdot 19}$ mm

6) $\pi \approx \frac{377}{120} = \frac{13 \cdot 29}{4 \cdot 30}$ mm

7) $\pi \approx \frac{355}{113} = \frac{5 \cdot 71}{113}$ mm

1) Leida π ligikaudsed väärtused kümnendmurruna.

2) Leida viga iga π ligikaudse väärtuse kasutamise puhul ja avaldada viga protsentides.

3) Leida sobivaim π ligikaudne väärtus, võttes arvesse tavalise komplekti vahetusrattad.

Juhul kui juhtspindel on tollkeermega, esineb arvestustes avaldis

$$\frac{\pi}{1''} \text{ ehk } \frac{3{,}14}{25{,}4} \text{ mm.}$$

See murd on teguriteks lahutatamatu ja teda asendatakse järgmiste $\frac{\pi}{1''}$ ligikaudsete väärtustega:

1) $\frac{\pi}{1''} \approx \frac{47}{380}$ ehk $\frac{1 \cdot 47}{4 \cdot 95}$ mm

2) $\frac{\pi}{1''} \approx \frac{12}{97}$ mm

3) $\frac{\pi}{1''} \approx \frac{22}{177{,}8}$ ehk $\frac{55 \cdot 2}{127 \cdot 7}$ mm ehk $\frac{11 \cdot 10}{127 \cdot 7}$ mm ehk $\frac{5 \cdot 22}{7 \cdot 127}$ mm

4) $\frac{\pi}{1''} \approx \frac{95}{768}$ ehk $\frac{5 \cdot 19}{24 \cdot 32}$ mm ehk $\frac{5 \cdot 19}{16 \cdot 48}$ mm ehk $\frac{5 \cdot 19}{12 \cdot 64}$ mm.

Näidis: Lõigata tigu, mooduliga 4. Juhtspindli tõus $E_j = \frac{1}{2}''$. Leida vahetusrattad.

$$\frac{z_k}{z_j} = \frac{s_k}{s_j}$$

$$s_k = 4\pi \text{ mm ja } s_j = \frac{25{,}4}{2} \text{ mm}$$

$$\frac{z_k}{z_j} = \frac{4}{\frac{25{,}4}{2}} \text{ ehk } 8 \cdot \frac{\pi}{25{,}4} \text{ mm.}$$

Võttes $\frac{\pi}{25{,}4}$ asemel näiteks $\frac{47}{380}$ ehk $\frac{1 \cdot 47}{4 \cdot 95}$, saadakse

$$\frac{z_k}{z_j} = \frac{8 \cdot 47}{4 \cdot 95} \text{ ehk } \frac{2 \cdot 47}{1 \cdot 95},$$

laiendades esimese rattapaari liikmeid näit. 50-ga, saadakse

$$\frac{z_k}{z_j} = \frac{100 \cdot 47}{50 \cdot 95}.$$

Ülekanne on teostatav ainult juhul, kui leidub 47 hambaga ratas.

Kui pole 47-st ratast, proovitakse $\frac{\pi}{1''}$ asemel $\frac{12}{97}$ ga.

$$\frac{z_k}{z_j} = \frac{8 \cdot 12}{97} \text{ ehk } \frac{80 \cdot 60}{97 \cdot 50}.$$

Ülekanne on teostatav ainult juhul, kui leidub ratas 97 hambaga. Selle mitteleidmisel proovitakse edasi $\frac{\pi}{1''}$ asemele võttes $\frac{22}{177.8}$ ehk $\frac{5 \cdot 22}{7 \cdot 127}$ mm.

Ülekanne on teostatav ainult sel juhul, kui leidub 127 hambaga ratas. Selle mitteleidmisel proovitakse võtta veel $\frac{\pi}{1''}$ asemel $\frac{95}{768}$ ehk $\frac{5 \cdot 19}{24 \cdot 32}$ mm.

$$\frac{z_k}{z_j} = \frac{8 \cdot 5 \cdot 19}{24 \cdot 32};$$

taandades 8-ga saadakse

$$\frac{z_k}{z_j} = \frac{5 \cdot 19}{4 \cdot 24};$$

laiendades esimest rattapaari 10-ga ja teist 5-ga, saadakse

$$\frac{z_k}{z_j} = \frac{50 \cdot 95}{40 \cdot 120}.$$

Ülekanne on teostatav igal pingil

50 — 120 | 95 — 40

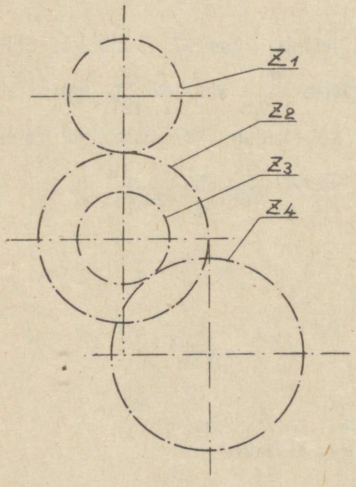
E. Vahetusrataste kontroll ülekande puhul kahe vahetusrataste paariga.

Vahetusrattaid tuleb valida sääraselt, et esimese vahetusrataste paari hammaste summa oleks suurem teise paari vedava ratta hammaste arvust ning

teise vahetusrataste paari hammaste summa oleks suurem esimese paari veetava ratta hammaste arvust. Vastasel juhul ei mahu rattad juhtkruvispindli ja esimese vedava ratta telje vahele.

$$z_1 + z_2 > z_3 \quad \text{ja} \quad z_3 + z_4 > z_2.$$

Näidis: Kuidas paigutada järgmised vahetusrattad —



Joon. 181b.

$$\frac{z_k}{z_j} = \frac{50 \,.\, 95}{40 \,.\, 120}\,?$$

1) $50 - 40$
$\quad\quad\quad |$
$\quad\quad 95 - 120$

$50 + 40 = 90 < 95$ (ei sobi)

$95 + 120 = 215 > 40$ (sobib)

2) $50 - 120$
$\quad\quad\quad |$
$\quad\quad 95 - 40$

$$\left.\begin{array}{l} 50 + 120 = 170 > 95 \\ 95 + 40 = 135 > 120 \end{array}\right\} \text{(sobib)}$$

Viimane paigutusviis on õige.

3. Antud $\dfrac{z_k}{z_j} = \dfrac{50 \,.\, 20}{115 \,.\, 65}$.

1) Leida õige paigutusviis.

2) Joonestada rataste asetused mõlema paigutusviisi puhul (võttes läbimõõdud võrdsetena hammaste arvudega).

4. Treipingi juhtspindli tõus s_j on 3 mm ja 127 hambaga ratas on olemas. Lõigata keere, mille tõus on a) 5 mm, b) 11 mm,

c) 1,5 mm, d) 19 mm, e) 1,25 mm, f) $\frac{1}{2}''$, g) $\frac{3}{4}''$, h) $\frac{1}{8}''$, i) $\frac{1}{14}''$, j) $\frac{1}{32}''$. Leida vahetusrattad.

5. Treipingi juhtspindli tõus s_j on 4 mm, 127 hambaga ratas puudub. Lõigata keere, millel on a) 20, b) 48, c) 8, d) 5, e) 13 käiku 1″ peale. Leida vahetusrattad.

6. Treipingi juhtspindli tõus on $\frac{1}{4}''$, 127 hambaga ratas on olemas. Lõigata keere, mille tõus on a) 1″, b) $\frac{4}{5}''$, c) $\frac{3}{16}''$, d) $\frac{5}{8}''$, e) $\frac{1}{28}''$, f) 1 mm, g) 2,5 mm, h) 9,5 mm, i) 4,25 mm, j) 12 mm. Leida vahetusrattad.

7. Treipingi juhtspindli tõus on $\frac{1}{2}''$, 127 hambaga ratas puudub. Lõigata keere, mille tõus on a) 1 mm, b) 1,5 mm, c) 4 mm, d) 1,75 mm, e) 2,5 mm. Leida vahetusrattad.

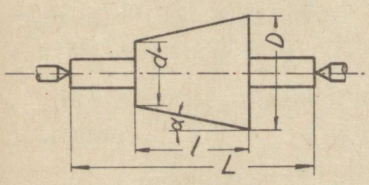
8. Treipingi juhtspindli tõus on $\frac{1}{4}''$. Lõigata tigu, mille moodul on a) 2, b) 1,5, c) 4,5 d) 10, e) 2,75. Leida vahetusrattad, kui 97 hambaga ratas a) on olemas, b) puudub.

9. Treipingi juhtspindli tõus on 12 mm. Lõigata tigu, mille moodul on a) 1, b) 0,75, c) 3, d) 4, e) 0,5. Leida vahetusrattad, kui 127 hambaga ratas a) on olemas, b) puudub.

2. Koonuse treimine.

Koonuse treimine toimub

1) põiksupordi pööramisega, kusjuures pöördenurk α leitakse valemiga

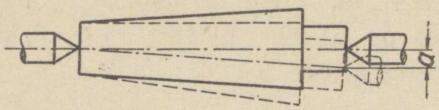


Joon. 182.

$$\tan \alpha = \frac{D - d}{2l}$$

või

2) kärnipuki nihutamisega, kasutades järgmist valemit



Joon. 183.

$$a = \frac{(D - d) \cdot L}{2\,l}$$

kus D — koonuse suurem läbimõõt mm-tes,
d — koonuse väiksem läbimõõt mm-tes,
l — koonuse pikkus mm-tes,
L — terve detaili pikkus mm-tes,
α — põiksupordi pöördenurk,
a — mm arv, mille võrra tuleb nihutada kärnipukki.

Näidis: Treida võllile, mille pikkus 500 mm, 200 mm pikk koonus. Koonuse suurem läbimõõt on 80 mm, väiksem 60 mm. Leida a) pöördenurk α, b) mm arv, mille võrra tuleb nihutada kärnipukki.

a) $\tan \alpha = \frac{D - d}{2\,l}$

$\tan \alpha = \frac{80 - 60}{2 \cdot 200}$

$\tan \alpha = \frac{20}{400}$

$\tan \alpha = 0{,}05$

$\alpha = 2{,}86^0.$

b) $a = \frac{(D - d) \cdot L}{2\,l}$

$a = \frac{(80 - 60) \cdot 500}{2 \cdot 200}$

$a = 25$ (mm).

1. Leida pöördenurk, kui

	a	b	c
koonuse pikkus mm-tes	400	320	85
koonuse suurem läbimõõt mm-tes	120	250	65
koonuse väiksem läbimõõt mm-tes	100	230	60

2. Leida millimeetrite arv, mille võrra tuleb nihutada kärnipukki, kui

	a	b	c
detaili pikkus mm-tes	800	2 000	150
koonilise osa pikkus mm-tes	600	250	100
koonuse suurem läbimõõt mm-tes	85	100	60
koonuse väiksem läbimõõt mm-tes	75	95	20

3. Kraani tihenduskoonuse kaldus on 1 : 12. Leida pöördenurk, kui kraani koonilise osa pikkus on 75 mm ja suurem läbimõõt 25 mm.

4. Salapeakruvi kaldus on 1 : 1,732. Leida pöördenurk, kui peakõrgus on 12,5 mm ja kruvi läbimõõt 25 mm.

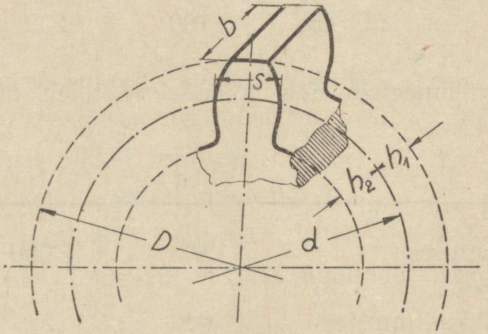
5. Detaili koonilise osa kaldus on 1 : 0,7. Mitme mm võrra tuleb nihutada kärnipukki, kui detaili pikkus on 120 mm, tema koonilise osa pikkus 50 mm ja väiksem läbimõõt 45 mm.

6. Koonuse läbimõõt on 120 mm, pikkus 200 mm. Leida pöördenurk.

7. Tüvikoonuse pikkus on 180 mm, suurem läbimõõt 100 mm, väiksem 70 mm. Mitme mm võrra tuleb nihutada kärnipukki?

XXII. Freesimine.

1. Hammasrataste põhimõõdud.



Joon. 184.

A. Silinderrataste põhimõõdud moodulsüsteemi puhul:

Suurus	Tähis	Valem
Moodul	M	$t : \pi$; $d : z$
Hambumissamm mm-tes	t	πM; $\pi d : z$
Hammaste arv	z	$d : M$; $\pi d : t$
Jaotusringi läbimõõt mm-tes	d	$M \cdot z$; $D - 2M$
Väline läbimõõt mm-tes	D	$M(z + 2)$; $d + 2M$
Hamba kõrgus mm-tes	h	2,167 M ehk $\approx$ 2,2 M
Hambapea kõrgus mm-tes	h_1	M
Hambatüve kõrgus mm-tes	h_2	1,167 M ehk $\approx$ 1,2 M
Hamba paksus mm-tes	s	$\pi M : 2$; $t : 2$
Hambalünga laius mm-tes	l	
Hamba laius mm-tes	b	6 : 10 M
Telgede vahe mm-tes	E	$\frac{(z_1 + z_2) \cdot M}{2}$

Näidis: Leida silinderratta põhimõõdud, kui ratta moodul on 2 ja hammaste arv 50.

Hambumissamm $t = \pi \cdot M = \pi \cdot 2 = 6{,}28$ mm

Jaotusringi läbimõõt $d = M \cdot z = 2 \cdot 50 = 100$ mm

Hamba kõrgus $h = 2{,}167\ M = 2{,}167 \cdot 2 = 4{,}334 \approx 4{,}3$ mm

Hambapea kõrgus $h_1 = M = 2$ mm

Hambatüve kõrgus $h_2 = 1{,}167\ M = 1{,}167 \cdot 2 = 2{,}334 \approx 2{,}3$ mm

Hamba paksus $s = \pi \cdot M : 2 = \pi \cdot 2 : 2 = 3{,}14$ mm

Hambalünga laius $l = s = 3{,}14$ mm

Hamba laius $b = 6\ M = 6 \cdot 2 = 12$ mm.

1. Leida hammasratta moodul, kui hambumissamm on a) 1,571 mm, b) 4,712 mm, c) 10,996 mm, d) 20,42 mm, e) 26,704 mm.

2. Mitu hammast on rattal mooduliga 2,5, kui selle ratta jaotusringi läbimõõt on a) 100 mm, b) 150 mm, c) 200 mm.

3. Leida silinderrattapaari põhimõõdud, kui hammaste arvud on 30 ja 75 ning moodul 1,5.

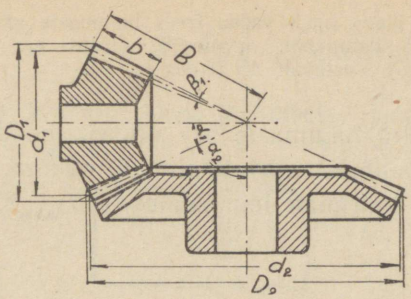
4. Ülekanne on kahe hammasrattaga: esimesel rattal on 127, teisel 65 hammast. Kui suur on vahetusrataste telgede vahe, kui moodul on a) 1, b) 2,75, c) 8?

5. Mispärast paigutatakse treipingi vahetusrattad ülekande $i = \frac{100 \cdot 30}{75 \cdot 20}$ puhul järgmiselt $\begin{matrix} 100 - 20 \\ | \\ 30 - 75 \end{matrix}$ ning mitte $\begin{matrix} 100 - 75 \\ | \\ 30 - 20 \end{matrix}$?

(Seletada telgede vahe abil).

B. Koonusrataste põhimõõdud, kui telgedevaheline nurk $\alpha + \beta = 90^0$.

Suurus	Väiksem ratas		Suurem ratas	
	Tähis	Valem	Tähis	Valem
Välise hambajaotuse moodul . . .	M	$d_1 : z_1;\ t : \pi$	M	$d_2 : z_2;\ t : \pi$
Sisemise hambajaotuse moodul . .	m	$\frac{d_1 - 2\ b\ \sin \alpha_1}{z_1}$	m	$\frac{d_2 - 2\ b\ \sin \alpha_2}{z_2}$
Jaotusringi läbimõõt mm-tes . . .	d_1	$z_1 M;\ \frac{t \cdot z_1}{\pi}$	d_2	$z_2 M;\ \frac{t \cdot z_2}{\pi}$
Hambumissamm mm-tes	t	$\pi M;\ \frac{\pi d_1}{z_1}$	t	$\pi M;\ \frac{\pi d_2}{z_2}$
Sisemise hambalünga laius mm-tes	l	$\frac{\pi m}{2};\ \frac{M z_1 - 2\ b \sin \alpha_1}{z_1}$	l	$\frac{\pi m}{2};\ \frac{M z_2 - 2\ b \sin \alpha_2}{z_2}$
Jaotusringi nurk	α_1	$\tan \alpha_1 = \frac{d_1}{d_2} = \frac{z_1}{z_2}$	α_2	$\tan \alpha_2 = \frac{d_2}{d_1} = \frac{z_2}{z_1}$
Väline läbimõõt mm-tes	D_1	$d_1 + 2M \cos \alpha_1$	D_2	$d_2 + 2M \cos \alpha_2$
Tegelik hammaste arv	z_1	$d_1 : M;\ \pi d_1 : t$	z_2	$d_2 : M;\ \pi d_2 : t$
Mõtteline hammaste arv	z_{m_1}	$z_1 : \cos \alpha_1$	z_{m_2}	$z_2 : \cos \alpha_2$
Hambapea nurk	β_1	$\tan \beta_1 = \frac{2\ \sin \alpha_1}{z_1}$	β_2	$\tan \beta_2 = \frac{2\ \sin \alpha_2}{z_2}$
Koonuse moodustaja mm-tes . .	B	$d_1 : 2\ \sin\ (\alpha_1 + \beta_1)$	B	$d_2 : 2\ \sin\ (\alpha_2 + \beta_2)$
Suurim hambalaius mm-tes . . .	$b_{\text{maks.}}$	$z_1 M : 6\ \sin \alpha_1$	$b_{\text{maks.}}$	$z_2 M : 6\ \sin \alpha_2$
Sisemise hambalünga laius jaotusringil mm-tes	$l_{\text{maks.}}$	$\frac{1}{2}\ \pi m$	$l_{\text{maks.}}$	$\frac{1}{2}\ \pi m$
Hammaste suurused h, h_1, h_2 . .	—	vaata silinderrattad.	—	



Joon. 185.

6. Koonusrattapaari hammaste arvud on 50 ja 75 ning moodul 2. Leida põhimõõdud.

7. Koonusrattapaari hammaste arvud on 60 ja 120 ning moodul 5. Sobiva freesi valimiseks leida koonusrattapaari jaoks nende mõtteline hammaste arv z_m ja freesi suurim paksus, mis võrdub sisemise hambalünga laiusega.

Näidis: Freesida koonusrattapaar, mille $z_1 = 30$, $z_2 = 45$. Leida sobiv frees.

Esmalt tuleb leida nurk α_1 ja α_2:

$$\tan \alpha_1 = \frac{z_1}{z_2} \qquad \tan \alpha_2 = \frac{z_2}{z_1} \qquad \text{ehk } \alpha_2 = 90 - \alpha_1$$

$$\tan \alpha_1 = \frac{30}{45} \qquad \tan \alpha_2 = \frac{45}{30} \qquad \alpha_2 = 90 - 33^0 40'$$

$$\tan \alpha_1 = 0{,}667 \qquad \tan \alpha_2 = 1{,}5 \qquad \alpha_2 = 56^0 20'.$$

$$\alpha_1 = 33^0 40' \qquad \alpha_2 = 56^0 20'$$

Leiame mõttelise hammaste arvu:

$$z_{m_1} = \frac{z_1}{\cos \alpha_1} \qquad \text{ja} \quad z_{m_2} = \frac{z_2}{\cos \alpha_2}$$

$$z_{m_1} = \frac{30}{\cos\ 33^0 40'} \qquad z_{m_2} = \frac{45}{\cos\ 56^0 20'}$$

$$z_{m_1} = \frac{30}{0{,}832} \qquad z_{m_2} = \frac{45}{0{,}554}$$

$$z_{m_1} \approx 36 \qquad z_{m_2} \approx 82.$$

Väiksema ratta jaoks tuleb valida frees hammaste arvule 36 (frees nr. 6), suuremale aga frees hammaste arvule 82 (frees nr. 7), mitte hammaste arvule 30 (frees nr. 5), vastavalt 45 (frees nr. 6)!

8. Koonusratta hammaste arv on 56, moodul $2\frac{1}{2}$, jaotusringi nurk on 30^0 ja hambalaius a) 40 mm, b) 60 mm. Kas hamba laius vastab lubatavale suurimale hambalaiusele $b_{maks.}$?

2. Hammasrataste freesimine. *)

A. Otsene jagamine jagamispukiga (või tööspindlil asuva jaotuskettaga).

Jagamispuki jaotuskettal on tavalisesti 24 väljalõiget (auku), kuid leidub ka kettaid 10, 12 ja 16 väljalõikega (auguga).

Näidis: Pöörates 16 väljalõikega jaotusketast 2 väljalõike võrra edasi, jagub töödeldava eseme ringjoon $\frac{16}{2} = 8$ võrdseks osaks.

1. Missugused jagamised on võimalikud jaotuskettaga, millel on a) 10, b) 12, c) 16 väljalõiget?

2. Missuguseid jagamisi võib teostada jaotuskettaga, millel on 24 väljalõiget? Võrrelda teda jaotuskettaga, millel on a) 12, b) 16 väljalõiget.

3. Mitme väljalõike võrra tuleb pöörata 24 väljalõikega ketast a) kuuekandilise, b) kaheksakandilise mutri freesimisel?

4. Mispärast ei ole võimalik freesida viietahulist prismat 24 väljalõikega jaotusketta abil? Missugust jaotusketast tuleb sel puhul kasutada?

---

*) Vaata E. Olving, Metallide freesimine ja hööveldamine.

B. Kaudne jagamine jagamispeaga.

Jagamisvända pöörete arvu leidmiseks kasutatakse järgmist valemit

$$n = \frac{z_t}{z}$$

kus n — vända pöörete arv,
z_t —tiguratta hammaste arv,
z — töötluseseme jaotuste arv.

Tigu on ühekäiguline. Tigurattal on tavaliselt 40, harvemini 60 ja 80 hammast.

Jaotusketastel leidub auguringe 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 27, 29, 31, 33, 37, 39, 41, 43, 47 ja 49 auguga.

Näidis: Mitu korda tuleb pöörata vänta kaheksakandilise mutri freesimisel, kui tigurattal on 40 hammast?

$$n = \frac{z_t}{z}$$

$$n = \frac{40}{8}$$

$$n = 5.$$

Vändaga tuleb teha 5 täispööret.

5. Mitu korda tuleb pöörata jagamispea vänta, et töödeldav ese teeks ühe täispöörde, kui tiguratta hammaste arv on a) 40, b) 60 ja c) 80?

6. Missugused jagamised on teostatavad jagamispea vända täispöörete abil, kui tigurattal on a) 40, b) 60 ja c) 80 hammast?

Kui arvutatud vända pöörete arv on lihtmurd, tuleb see teisendada sääraseks murruks, mille nimetaja

võrdub ühe olemasoleva auguringi aukude arvuga. Lugeja näitab sel puhul, mitme augu võrra tuleb vänta arvutatud auguringil edasi pöörata.

Näidis: 1) Töödeldav ese tuleb jagada 76 ossa. Leida pöörete arv, kui tigurattal on 40 hammast.

$$n = \frac{z_t}{z}$$

$$n = \frac{40}{76}$$

$$n = \frac{10}{19}.$$

Vänta tuleb pöörata 10 augu võrra 19. auguringil.

2) Töödeldav ese tuleb jagada 18 ossa. Leida pöörete arv, kui tigurattal on 60 hammast.

$$n = \frac{z_t}{z}$$

$$n = \frac{60}{18}$$

$$n = \frac{10}{3}$$

$$n = 3\frac{1}{3}.$$

Peale kolme täispöörde tuleb vänta ülejäänud kolmandiku pöörde tegemiseks veel 7 augu võrra edasi pöörata 21 auguringil, 9 augu võrra 27 auguringil või 11 augu võrra 33 auguringil jne., sest

$$3\frac{1}{3} = 3\frac{7}{21} = 3\frac{9}{27} = 3\frac{11}{33} \text{ jne.}$$

7. Freesida hammasratas a) 18, b) 25, c) 36, d) 39, e) 45, f) 60, g) 95, h) 104, i) 148, j) 248 hambaga. Leida pöörete arv, kui tigurattal on 40 hammast.

8. Freesida hammasratas a) 8, b) 17, c) 29, d) 35, e) 42, f) 47, g) 63, h) 76, i) 135, j) 372 hambaga. Leida pöörete arv, kui tigurattal on 60 hammast.

9. Freesida hammasratas a) 11, b) 15, c) 23, d) 47, e) 58, f) 78, g) 98, h) 128, i) 168, j) 245 hambaga. Leida pöörete arv, kui tigurattal on 80 hammast.

10. Detailile tuleb freesida 27 soont. Leida pöörete arv, kui tigurattal on a) 40 b) 60 hammast.

11. Missuguse jagamispeaga on võimalik freesida 57 hambaga ratast kaudse jagamise teel?

12. Kas on võimalik freesida 127 hambaga ratast kaudse jagamise teel?

C. Diferentsiaaljagamine jaotusketastega ja vahetusratastega.

Diferentsiaaljagamine võimaldab toimetada kõik ettetulevad jagamised.

Tavaline vahetusrataste komplekt sisaldab rattaid 24, 24, 28, 30, 32, 39, 40, 44, 48, 48, 56, 64, 68, 72, 86, 96, 100, ja 127 hambaga.

Jagamisvända pöörete arvu ja vahetusrataste leidmiseks kasutatakse järgmisi valemeid:

$$n = \frac{z_t}{z_x}$$

ja

$$i = \frac{z_t}{z_x}(z_x - z)$$

kus n — vända pöörete arv,
z_t — tiguratta hammaste arv,
z_x — abiarv, s. o. z-le lähim arv, mis võimaldab kaudset jagamist,
z — töödeldava eseme jaotuste arv (näiteks hammaste arv),
i — vahetusrataste ülekande suhe.

Näidis: Freesida hammasratas 127 hambaga. Leida jagamispea vända pöörete arv ja vahetusrattad, kui tigurattal on 40 hammast.

Valides abiarvuks (z_x) 128 leiame, et pöörete arv

$$n = \frac{40}{128}$$

ehk

$$n = \frac{5}{16}$$

s. o. vänta tuleb pöörata 5 augu võrra edasi 16. auguringil.

Et pöörata freesitavat hammasratast edasi $\frac{1}{127}$ võrra, tuleks vänta pöörata edasi $\frac{40}{127}$ võrra. Pöörates vänta aga ainult $\frac{40}{128}$ võrra, tuleb nõutud hammasratta $\frac{1}{127}$ pöörde tegemiseks pöörata vahetusrataste abil edasi ka jaotusketast $\frac{i}{127}$ (ehk $\frac{1}{127} \cdot \frac{40}{128}$) võrra.

Ülekande suhe

$$i = \frac{z_t}{z_x} \quad (z_x - z)$$

ehk

$$i = \frac{40}{128} \quad (128 - 127)$$

ehk

$$i = \frac{40}{128}$$

on teostatav järgmiste vahetusratastega

$$i = \frac{40 \cdot 1}{64 \cdot 2} \quad \text{ehk} \quad \frac{40 \cdot 24}{64 \cdot 48}$$

40 — 64
|
24 — 48

Kontroll: $40 + 64 > 24$; $24 + 48 > 64$.

Positiivse ülekande suhte i puhul peavad jagamispea vänt ja jaotusketas pöörlema samas suunas (kaks vaheratast), negatiivse ülekande suhte i puhul aga vastassuunas (üks vaheratas).

13. Freesida hammasratas 127 hambaga. Leida jagamispea vända pöörete arv, vahetusrattad ja vaherataste arv, kui tigurattal on 40 hammast ja abiarv (z_x) on a) 120, b) 130.

14. Freesida hammasratas a) 53, b) 61, c) 73, d) 99, e) 139, f) 159, g) 161, h) 173, i) 175, j) 265 hambaga. Leida pöörete arv, vahetusrattad ja vaherataste arv, kui tigurattal on 40 hammast.

D. Kombineeritud jagamine.

Juhul, kui pole võimalik jagada kaudse jagamisega ühel auguringil või puuduvad vahetusrattad diferentsiaaljagamiseks, on võimalikud mõned jagamised kombineeritud kaudse jagamisega kahel auguringil.

Näidis: Freesida hammasratas 91 hambaga. Tigurattal on 40 hammast.

$$n = \frac{40}{91}.$$

Kaudne jagamine pole kasutatav, kuna puudub 57 auguga ring ning murdu $\frac{40}{91}$ pole võimalik taandada.

Diferentsiaaljagamine pole kasutatav, kuna jagamispeal puudub vastav seadeldis.

Kombineeritud jagamiseks lahutame murru $\frac{40}{91}$ kaheks murruks, näiteks $n = \frac{14}{91} + \frac{26}{91}$, taandades esimest murdu 7-ga, teist 13-ga. Saame

$$n = \frac{2}{13} + \frac{2}{7}.$$

Kuna puudub ring 13 ja ring 7 auguga, tuleb esimene murd laiendada 3-ga, teine 7-ga

$$n = \frac{3 \cdot 2}{3 \cdot 13} + \frac{7 \cdot 2}{7 \cdot 7}$$

ehk

$$n = \frac{6}{39} + \frac{14}{49}.$$

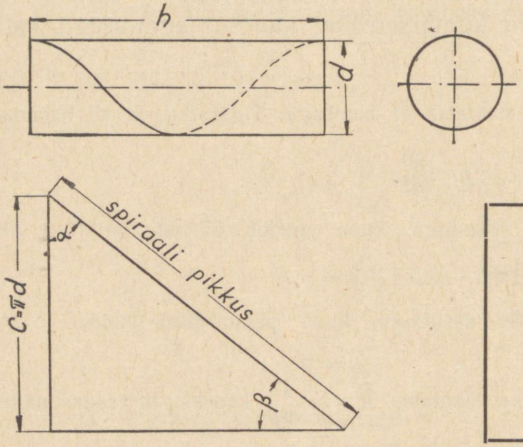
Hammasratta freesimiseks tuleb vänta pöörata esmalt 6 augu võrra 39. auguringil ja siis veel 14 augu võrra 49. auguringil.

15. Freesida hammasratas a) 51, b) 57, c) 69, d) 87, e) 93, f) 99, g) 129, h) 147, i) 192, j) 231 hambaga. Leida vända pöörete arvud, kui tigurattal on 40 hammast.

16. Kas on võimalik freesida hammasratast 127 hambaga kombineeritud jagamise abil? Kui mitte, siis mispärast mitte?

3. Spiraali freesimine.

Spiraali freesimisel kasutatakse järgmisi valemeid:



Joon. 186.

$$i = \frac{s \cdot z_t}{h}$$

$$\tan \alpha = \frac{h}{\pi d}$$

$$\tan \beta = \frac{\pi d}{h}$$

kus i — vahetusrataste ülekande suhe,
s — töölaua juhtspindli tõus mm-tes,
z_t — tiguratta hammaste arv,
h — spiraali tõus mm-tes,
d — spiraali läbimõõt mm-tes,
α — spiraali tõusunurk,
β — laudsaani nurk ehk nn. seadenurk.

Näidised: 1. Freesida spiraal, mille läbimõõt d on 50 mm, tõus h 200. Töölaua juhtspindli tõus s on 5 mm, tiguratta hammaste arv z_t 60. Leida vahetusrattad ja seadenurk.

$$i = \frac{s \cdot z_t}{h}$$

ehk

$$i = \frac{5 \cdot 60}{200}$$

ehk

$$i = \frac{3}{2} \text{ ehk } \frac{48}{32}$$

$$\tan \beta = \frac{\pi \cdot d}{h}$$

ehk

$$\tan \beta = \frac{\pi \cdot 50}{200}$$

ehk

$$\tan \beta = 0{,}785$$

$$\beta = 38^0 10'.$$

Vahetusrattad on 48 ja 32.

2. Freesida spiraal, mille läbimõõt d on 100 mm, tõusunurk $\alpha = 41^0 46'$. Töölaua juhtspindli tõus s on 4 mm, tiguratta hammaste arv z_t 40. Leida vahetusrattad ja seadenurk β.

1) Kuna pole antud spiraali tõus, vaid spiraali tõusunurk α, tuleb esmalt leida spiraali tõus h.

$$\tan \alpha = \frac{h}{\pi \cdot d}$$

ehk

$$\tan 41^0 46' = \frac{h}{\pi \cdot 100}$$

ehk

$$h = \pi \cdot 100 \cdot \tan 41^0 46'$$

ehk

$$h = \pi \cdot 100 \cdot 0{,}893$$

ehk

$$h = 280 \text{ (mm)}.$$

2) Nüüd asume vahetusrataste arvutamisele.

$$i = \frac{s \cdot z_t}{h}$$

$$i = \frac{4 \cdot 40}{280}$$

$$i = \frac{160}{280}$$

$$i = \frac{32}{56}.$$

Vahetusratastel on 32 ja 56 hammast.

3) Seadenurk $\beta = 90^0 - \alpha$

ehk

$$\beta = 90^0 - 41^0 46'$$

ehk

$$\beta = 48^0 14'.$$

1. Leida vahetusrattad ja nurgad, kui freesitava spiraali

	a	b	c
läbimõõt d mm-tes	80	50	120
tõus h mm-tes	420	250	650
juhtspindli tõus s mm-tes	6	4	5
tiguratta hammaste arv z_t	40	60	40

2. Freesitava spiraali läbimõõt on 50 mm ja tõusunurk $67^0 20'$. Juhtspindli tõus on 5 mm ja tiguratta hammaste arv 60. Leida vahetusrattad ja seadenurk.

XXIII. Graafiline kujutamine.

Tehnikas toimub suuruste arvutamine tavalisesti valemite põhjal. Näiteks võimaldab valem $C = 4a$ arvutada ruudu ümbermõõtu C, kui on antud ruudu külg a.

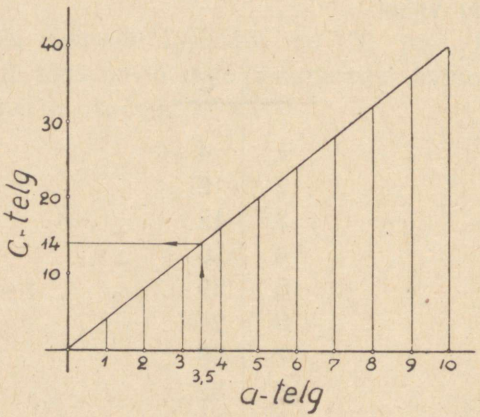
Antud valemist selgub, et ruudu ümbermõõt oleneb ruudu külje pikkusest, sest tähe a igale numbrilisele väärtusele vastab valemis ümbermõõdu C kindel numbriline väärtus. Kõnesolevate a- ja C-väärtuste kokkukuuluvust saab esitada näitlikult tabeli kujul. Selleks arvutatakse ümbermõõdu C numbrilised väärtused näiteks külje a täisarvuliste väärtuste puhul 1-st 10-ni. Arvutamise tulemused koondatakse allseisvasse tabelisse, mis näitab seost ruudu külje ja ümbermõõdu vahel.

a	C
1	4
2	8
3	12
4	16
5	20
6	24
7	28
8	32
9	36
10	40

Kokkukuuluvad a- ja C-väärtused leiduvad tabelis ikka samas reas:

a-väärtusele 1 vastab *C*-väärtus 4 · 1 ehk 4,
a-väärtusele 2 vastab *C*-väärtus 4 · 2 ehk 8,
a-väärtusele 3 vastab *C*-väärtus 4 · 3 ehk 12
jne.

Et saada tabelist *a*- ja *C*-väärtuste kokkukuuluvusest selgema ja näitlikuma kujutluse, võib tabeli andmete põhjal joonestada graafiku: võetakse leht millimeeter-paberit; valitakse üks selle sirgeist *a*-teljeks; valitakse sellel mõni punkt 0 alguseks; valitakse sobiv pikkusühik, näiteks 5 mm, ja kujutatakse *a*-väärtused punktidena *a*-teljel; punktid märgistatakse numbritega 1, 2, 3, 4, 5, .. 10. Punktist 0 tõmmatakse sirge risti *a*-teljega; seda sirget nimetatakse *C*-teljeks. Punktidest 1, 2, 3, ... 10 tõmmatakse sirged rööbiti *C*-teljega, valitakse sobiv pikkusühik, näiteks 2,5 mm, ja kantakse nimetatud sirgeile lõigud 4, 8, 12, ... 40. Need lõigud kujutavad antud suuruse *C* numbrilisi väärtusi, mis vastavad tema valemis esineva tähe *a* numbrilistele väärtustele. Saadud lõikude lõpppunktid ühendatakse sirgega. See sirge kujutab ruudu ümbermõõdu *C* väärtuse muutumist külje *a* muutudes.



Joon. 187.

Koostatud graafik võimaldab määrata ka neid *C* väärtusi, mis tabelis puuduvad.

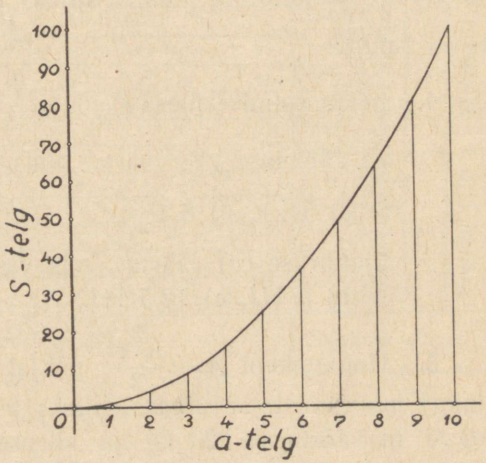
Näiteks, kui tahetakse leida ruudu ümbermõõtu mille külg on 3,5, siis leitakse a-teljel punkt, mis vastab arvule 3,5. Sellest punktist joonestatakse C-teljega rööpne sirge lõikumiseni avaldise $4a$ käiku kujutava sirgega. Lõikepunktist joonestatakse a-teljega rööpne sirge lõikumiseni C-teljega. Sellele lõikepunktile vastav arv 14 ongi otsitav ruuduümbermõõt.

Arvutades kontrolliks C väärtust leitakse, et

$$C = 4 \cdot 3{,}5 \text{ ehk } 14.$$

Et graafiliselt kujutada valemi $S = a^2$ põhjal ruudu pindala S muutumist, leitakse esiteks avaldise a^2 numbrilised väärtused, mis vastavad a täisarvulistele väärtustele 1-st kuni 10-ni ning arvutamise tulemused koondatakse järgmisse tabelisse:

a	S
1	1
2	4
3	9
4	16
5	25
6	36
7	49
8	64
9	81
10	100



Joon. 188.

Kandes kokkukuuluvad arvudepaarid joonisele saadakse graafik, mis kujutab avaldise a^2 väärtuse muutumist a muutudes. Nagu graafikust näha, on siin tegemist kõverjoonega.

1. Tõmbetungi valemi $P = k_t \cdot S$ põhjal kujutage tõmbetungi P (kg) muutumist, arvutades selleks tema väärtused, mis vastavad

lubatava tõmbepinge k_t väärtusele 500 $\frac{kg}{cm^2}$ ja varda põikpindala S täisarvulistele väärtustele 1 cm²-st kuni 10 cm²-ni, võttes näiteks 100 kg = 1 mm ja 1 cm² = 5 mm.

2. Leida eelmise ülesande $P = k_t \cdot S$ graafikust

1) tõmbetungi (P) väärtus, mis vastab põikpindalale (S) a) 2,5 cm², b) 5,75 cm², c) 0,5 cm²;

2) põikpindala (S) väärtus, mis vastab tõmbetungile (P) a) 600 kg, b) 4 500 kg, c) 3 700 kg.

3. Võimsuse valemi $N = \frac{P \cdot v}{75}$ põhjal kujutage graafiliselt võimsuse N (HJ) muutumist, arvutades selleks tema väärtused, mis vastavad tungi P väärtusele 150 kg ja kiiruse v täisarvulistele väärtustele 1 $\frac{m}{s}$-st kuni 10 $\frac{m}{s}$-ni, võttes näiteks 1 HJ = 2,5 mm ja 1 $\frac{m}{s}$ = 5 mm.

4. Leida eelmise ülesande $N = \frac{P \cdot v}{75}$ graafikust

1) võimsuse (N) väärtus, mis vastab kiirusele (v) a) 1,5 $\frac{m}{s}$, b) 5,5 $\frac{m}{s}$, c) 8,2 $\frac{m}{s}$;

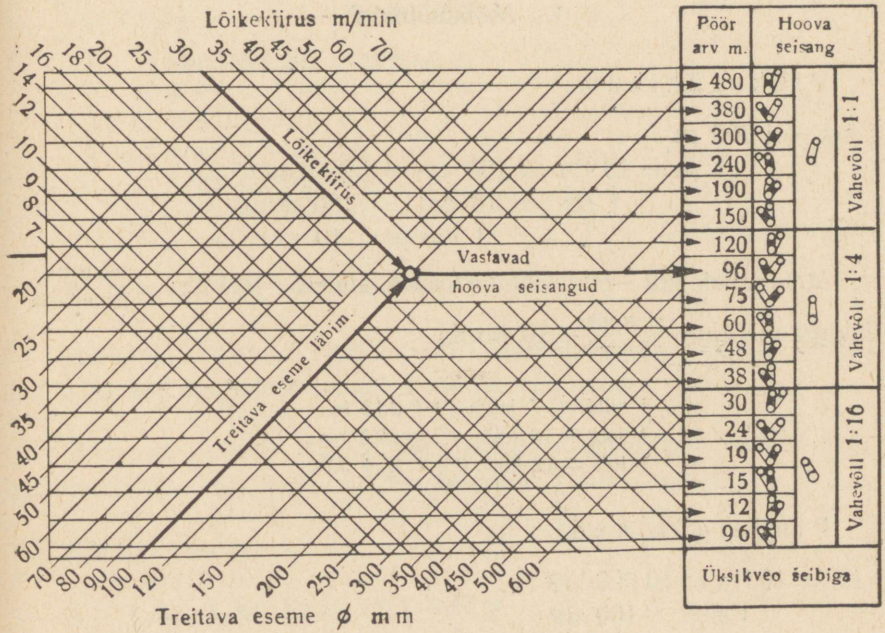
2) kiiruse (v) väärtus, mis vastab võimsusele (N) a) 1 HJ, b) 5 HJ, c) 12,5 HJ.

5. Hoo valemi $A = \frac{m \cdot v^2}{2}$ põhjal kujutage graafiliselt hoo A (mkg) muutumist, arvutades selleks tema väärtused, mis vastavad massi m väärtusele 20 kg ja kiiruse v täisarvulistele väärtustele 1 $\frac{m}{s}$-st kuni 10 $\frac{m}{s}$-ni, võttes näiteks 1 mkg = 1 mm ja 1 $\frac{m}{s}$ = 5 mm.

6. Lõikekiiruse valemi $v = \pi dn$ põhjal kujutage graafiliselt kiiruse v $\left(\frac{m}{min.}\right)$ muutumist, arvutades selleks tema väärtused, mis vastavad esmalt tiirude arvule n 50-le, siis 100-le, 150-le ja lõpuks 200-le ning läbimõõdu d täissajalistele väärtustele 100-mm-st kuni 500-mm-ni, võttes näiteks 1 $\frac{m}{min.}$ = 10 mm ja 50 mm (d) = 10 mm.

7. Leida lõikekiiruse graafikust (vaata eelmine ülesanne) lõikekiirus v $\left(\frac{\text{m}}{\text{min.}}\right)$, mis vastab a) $d = 150$-mm-le ja $n = 50$-le, b) $d = 380$-mm-le ja $n = 50$-le, c) $d = 250$-mm-le ja $n = 150$-le, d) $d = 420$-mm-le ja $n = 100$-le, e) $d = 80$-mm-le ja $n = 200$-le.

8. Treipingi lõikekiiruse diagramm.



Joon. 189.

Leida tiirude (pöörete) arv minutis, kui

	a	b	c	d	e
lõikekiirus $\frac{\text{m}}{\text{min}}$-tes	12	45	18	50	8
treitava eseme läbimõõt d mm-tes	80	450	600	45	150

XXIV. LISA.

1. Mõõduühikud.

Pikkusühikud.

1 km = 1 000 m
1 m = 10 dm = 100 cm = 1 000 mm
1 dm = 10 cm = 100 mm
1 cm = 10 mm.

Meetrisüsteemi pikkusühiku asendamisel lähima $\frac{\text{peenema}}{\text{jämedama}}$ ühikuga mõõtarv $\frac{\text{suureneb}}{\text{väheneb}}$ 10 korda.

1 süld = 7 jalga (′) = 2,13 m
1 jalg = 12 tolli (″) = 30,5 cm
1 toll = 12 liini (‴) = 25,4 mm.

Pindalaühikud.

1 ha = 100 a = 10 000 m^2
1 a = 100 m^2
1 m^2 = 100 dm^2 = 10 000 cm^2 =
= 1 000 000 mm^2
1 dm^2 = 100 cm^2 = 10 000 mm^2
1 cm^2 = 100 mm^2.

Meetrisüsteemi pindalaühiku asendamisel lähima $\frac{\text{peenema}}{\text{jämedama}}$ ühikuga mõõtarv $\frac{\text{suureneb}}{\text{väheneb}}$ 100 korda.

1 ruuttoll = 6,45 cm^2.

Ruumalaühikud.

1 m^3 = 1 000 dm^3 = 1 000 000 cm^3 = 1 000 000 000 mm^3
1 dm^3 = 1 000 cm^3 = 1 000 000 mm^3
1 cm^3 = 1 000 mm^3.

Meetrisüsteemi ruumalaühiku asendamisel lähima $\frac{\text{peenema}}{\text{jämedama}}$ ühikuga mõõtarv $\frac{\text{suureneb}}{\text{väheneb}}$ 1 000 korda.

1 hektoliiter (hl) = 100 liitrit (l)
1 dm^3 = 1 l
1 toop = 1,23 l
1 kuuptoll = 16,4 cm^3
1 kuupjalg = 28,3 dm^3
1 kuupsüld = 9,71 m^3.

Metsamaterjali ruumalaühikud:

Ruumimeeter (tähis: rm), ruumalaühik peamiselt küttepuidu jaoks; halgudest laotud 1 m^3-se ruumalaga virn.

Tihumeeter (tähis: tm), palkide, prusside, laudade jne. ruumalaühik; puitainega tihedalt täidetud 1 m^3 ruumala.

Kaaluühikud.

1 t = 1 000 kg = 1 000 000 g
1 kg = 1 000 g.

Kaaluühiku asendamisel lähima $\frac{\text{peenema}}{\text{jämedama}}$ ühikuga mõõtarv $\frac{\text{suureneb}}{\text{väheneb}}$ 1 000 korda.

1 tsentner = 50 kg
1 inglise nael (*lb*) = 454 g
1 vene nael (*lb*) = 410 g
1 puud = 40 naela = 16,4 kg.

Võimsusühikud.

1 kilovatt (kW) = 1 000 vatti (W)
1 hobusejõud (HJ) = 736 W
1 kW = 1,36 HJ
1 HJ = 75 mkg/s.

Tööühikud.

1 kilovatt-tund (kWh) = 1 000 vatt-tundi (Wh).

Ajaühikud.

1 aasta = 365 ööpäeva (ööpa)
1 ööpäev = 24 tundi (h)
1 tund = 60 minutit (min.) = 3 600 sekundit (s)
1 minut = 60 sekundit.

Rõhuühikud.

1 füüsikaline atmosfäär (atm) = 1,033 kg/cm^2
1 tehniline atmosfäär (at) = 1 kg/cm^2.

Ülerõhu tähis: atü. Ülerõhk on näiteks katla sisemise rõhu ja katelt ümbritseva õhu rõhu vahe.

2. Tabel nr. 1. Suur ükskorduks.

·	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69	72	75
4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92	96	100
5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125
6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66	72	78	84	90	96	102	108	114	120	126	132	138	144	150
7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	91	98	105	112	119	126	133	140	147	154	161	168	175
8	16	24	32	40	48	56	64	72	80	88	96	104	112	120	128	136	144	152	160	168	176	184	192	200
9	18	27	36	45	54	63	72	81	90	99	108	117	126	135	144	153	162	171	180	189	198	207	216	225
10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250
11	22	33	44	55	66	77	88	99	110	121	132	143	154	165	176	187	198	209	220	231	242	253	264	275
12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	132	144	156	168	180	192	204	216	228	240	252	264	276	288	300
13	26	39	52	65	78	91	104	117	130	143	156	169	182	195	208	221	234	247	260	273	286	299	312	325
14	28	42	56	70	84	98	112	126	140	154	168	182	196	210	224	238	252	266	280	294	308	322	336	350
15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	360	375
16	32	48	64	80	96	112	128	144	160	176	192	208	224	240	256	272	288	304	320	336	352	368	384	400
17	34	51	68	85	102	119	136	153	170	187	204	221	238	255	272	289	306	323	340	357	374	391	408	425
18	36	54	72	90	108	126	144	162	180	198	216	234	252	270	288	306	324	342	360	378	396	414	432	450
19	38	57	76	95	114	133	152	171	190	209	228	247	266	285	304	323	342	361	380	399	418	437	456	475
20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400	420	440	460	480	500
21	42	63	84	105	126	147	168	189	210	231	252	273	294	315	336	357	378	399	420	441	462	483	504	525
22	44	66	88	110	132	154	176	198	220	242	264	286	308	330	352	374	396	418	440	462	484	506	528	550
23	46	69	92	115	138	161	184	207	230	253	276	299	322	345	368	391	414	437	460	483	506	529	552	575
24	48	72	96	120	144	168	192	216	240	264	288	312	336	360	384	408	432	456	480	504	528	552	576	600
25	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625
26	52	78	104	130	156	182	208	234	260	286	312	338	364	390	416	442	468	494	520	546	572	598	624	650
27	54	81	108	135	162	189	216	243	270	297	324	351	378	405	432	459	486	513	540	567	594	621	648	675
28	56	84	112	140	168	196	224	252	280	308	336	364	392	420	448	476	504	532	560	588	616	644	672	700
29	58	87	116	145	174	203	232	261	290	319	348	377	406	435	464	493	522	551	580	609	638	667	696	725
30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390	420	450	480	510	540	570	600	630	660	690	720	750
31	62	93	124	155	186	217	248	279	310	341	372	403	434	465	496	527	558	589	620	651	682	713	744	775
32	64	96	128	160	192	224	256	288	320	352	384	416	448	480	512	544	576	608	640	672	704	736	768	800
33	66	99	132	165	198	231	264	297	330	363	396	429	462	495	528	561	594	627	660	693	726	759	792	825
34	68	102	136	170	204	238	272	306	340	374	408	442	476	510	544	578	612	646	680	714	748	782	816	850
35	70	105	140	175	210	245	280	315	350	385	420	455	490	525	560	595	630	665	700	735	770	805	840	875

Tabel nr. 1 kasutamise juhis. Kahe arvu korrutis on antud arvude ridade ja veergude ristumiskohal.

Näidis: 1) $17 \cdot 24 = 408$.

2) $54 \cdot 24 = (2 \cdot 27) \cdot 24 = 2 \cdot (27 \cdot 24) = 2 \cdot 648 = 1\,296$.

Tabel Nr. 2. Ruutude, kuupide, ruut- ja kuupjuurte ning ringi ümbermõõtude ja pindalade tabelid.

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt{10n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\sqrt[3]{10n}$	$\sqrt[3]{100n}$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$	$d=n$
1,00	1,000	1,000	1,000	3,162	1,000	2,154	4,642	3,142	0,7854	1,00
1,01	1,020	1,030	1,005	3,178	1,003	2,162	4,657	3,173	0,8012	1,01
1,02	1,040	1,061	1,010	3,194	1,007	2,169	4,672	3,204	0,8171	1,02
1,03	1,061	1,093	1,015	3,209	1,010	2,176	4,688	3,236	0,8332	1,03
1,04	1,082	1,125	1,020	3,225	1,013	2,183	4,703	3,267	0,8495	1,04
1,05	1,102	1,158	1,025	3,240	1,016	2,190	4,718	3,299	0,8659	1,05
1,06	1,124	1,191	1,030	3,256	1,020	2,197	4,733	3,330	0,8825	1,06
1,07	1,145	1,225	1,034	3,271	1,023	2,204	4,747	3,362	0,8992	1,07
1,08	1,166	1,260	1,039	3,286	1,026	2,210	4,762	3,393	0,9161	1,08
1,09	1,188	1,295	1,044	3,302	1,029	2,217	4,777	3,424	0,9331	1,09
1,10	1,210	1,331	1,049	3,317	1,032	2,224	4,791	3,456	0,9503	1,10
1,11	1,232	1,368	1,054	3,332	1,035	2,231	4,806	3,487	0,9677	1,11
1,12	1,254	1,405	1,058	3,347	1,038	2,237	4,820	3,519	0,9852	1,12
1,13	1,277	1,443	1,063	3,362	1,042	2,244	4,835	3,550	1,003	1,13
1,14	1,300	1,482	1,068	3,376	1,045	2,251	4,849	3,581	1,021	1,14
1,15	1,322	1,521	1,072	3,391	1,048	2,257	4,863	3,613	1,039	1,15
1,16	1,346	1,561	1,077	3,406	1,051	2,264	4,877	3,644	1,057	1,16
1,17	1,369	1,602	1,082	3,421	1,054	2,270	4,891	3,676	1,075	1,17
1,18	1,392	1,643	1,086	3,435	1,057	2,277	4,905	3,707	1,094	1,18
1,19	1,416	1,685	1,091	3,450	1,060	2,283	4,919	3,738	1,112	1,19
1,20	1,440	1,728	1,095	3,464	1,063	2,289	4,932	3,770	1,131	1,20
1,21	1,464	1,772	1,100	3,479	1,066	2,296	4,946	3,801	1,150	1,21
1,22	1,488	1,816	1,105	3,493	1,069	2,302	4,960	3,833	1,169	1,22
1,23	1,513	1,861	1,109	3,507	1,071	2,308	4,973	3,864	1,188	1,23
1,24	1,538	1,907	1,114	3,521	1,074	2,315	4,987	3,896	1,208	1,24
1,25	1,562	1,953	1,118	3,536	1,077	2,321	5,000	3,927	1,227	1,25
1,26	1,588	2,000	1,122	3,550	1,080	2,327	5,013	3,958	1,247	1,26
1,27	1,613	2,048	1,127	3,564	1,083	2,333	5,027	3,990	1,267	1,27
1,28	1,638	2,097	1,131	3,578	1,086	2,339	5,040	4,021	1,287	1,28
1,29	1,664	2,147	1,136	3,592	1,089	2,345	5,053	4,053	1,307	1,29
1,30	1,690	2,197	1,140	3,606	1,091	2,351	5,066	4,084	1,327	1,30
1,31	1,716	2,248	1,145	3,619	1,094	2,357	5,079	4,115	1,348	1,31
1,32	1,742	2,300	1,149	3,633	1,097	2,363	5,092	4,147	1,368	1,32
1,33	1,769	2,353	1,153	3,647	1,100	2,369	5,104	4,178	1,389	1,33
1,34	1,796	2,406	1,158	3,661	1,102	2,375	5,117	4,210	1,410	1,34
1,35	1,822	2,460	1,162	3,674	1,105	2,381	5,130	4,241	1,431	1,35
1,36	1,850	2,515	1,166	3,688	1,108	2,387	5,143	4,273	1,453	1,36
1,37	1,877	2,571	1,170	3,701	1,111	2,393	5,155	4,304	1,474	1,37
1,38	1,904	2,628	1,175	3,715	1,113	2,399	5,168	4,335	1,496	1,38
1,39	1,932	2,686	1,179	3,728	1,116	2,404	5,180	4,367	1,517	1,39
1,40	1,960	2,744	1,183	3,742	1,119	2,410	5,192	4,398	1,539	1,40
1,41	1,988	2,803	1,187	3,755	1,121	2,416	5,205	4,430	1,561	1,41
1,42	2,016	2,863	1,192	3,768	1,124	2,422	5,217	4,461	1,584	1,42
1,43	2,045	2,924	1,196	3,782	1,127	2,427	5,229	4,492	1,606	1,43
1,44	2,074	2,986	1,200	3,795	1,129	2,433	5,241	4,524	1,629	1,44
1,45	2,102	3,049	1,204	3,808	1,132	2,438	5,254	4,555	1,651	1,45
1,46	2,132	3,112	1,208	3,821	1,134	2,444	5,266	4,587	1,674	1,46
1,47	2,161	3,177	1,212	3,834	1,137	2,450	5,278	4,618	1,697	1,47
1,48	2,190	3,242	1,217	3,847	1,140	2,455	5,290	4,650	1,720	1,48
1,49	2,220	3,308	1,221	3,860	1,142	2,461	5,301	4,681	1,744	1,49
1,50	2,250	3,375	1,225	3,873	1,145	2,466	5,313	4,712	1,767	1,50
1,51	2,280	3,443	1,229	3,886	1,147	2,472	5,325	4,744	1,791	1,51
1,52	2,310	3,512	1,233	3,899	1,150	2,477	5,337	4,775	1,815	1,52
1,53	2,341	3,582	1,237	3,912	1,152	2,483	5,348	4,807	1,839	1,53
1,54	2,372	3,652	1,241	3,924	1,155	2,488	5,360	4,838	1,863	1,54
1,55	2,402	3,724	1,245	3,937	1,157	2,493	5,372	4,869	1,887	1,55
1,56	2,434	3,796	1,249	3,950	1,160	2,499	5,383	4,901	1,911	1,56
1,57	2,465	3,870	1,253	3,962	1,162	2,504	5,395	4,932	1,936	1,57
1,58	2,496	3,944	1,257	3,975	1,165	2,509	5,406	4,964	1,961	1,58
1,59	2,528	4,020	1,261	3,987	1,167	2,515	5,418	4,995	1,986	1,59

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt{10n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\sqrt[3]{10n}$	$\sqrt[3]{100n}$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$	$d=n$
1,60	2,560	4,096	1,265	4,000	1,170	2,520	5,429	5,027	2,011	1,60
1,61	2,592	4,173	1,269	4,012	1,172	2,525	5,440	5,058	2,036	1,61
1,62	2,624	4,252	1,273	4,025	1,174	2,530	5,451	5,089	2,061	1,62
1,63	2,657	4,331	1,277	4,037	1,177	2,535	5,463	5,121	2,087	1,63
1,64	2,690	4,411	1,281	4,050	1,179	2,541	5,474	5,152	2,112	1,64
1,65	2,722	4,492	1,285	4,062	1,182	2,546	5,485	5,184	2,138	1,65
1,66	2,756	4,574	1,288	4,074	1,184	2,551	5,496	5,215	2,164	1,66
1,67	2,789	4,657	1,292	4,087	1,186	2,556	5,507	5,246	2,190	1,67
1,68	2,822	4,742	1,296	4,099	1,189	2,561	5,518	5,278	2,217	1,68
1,69	2,856	4,827	1,300	4,111	1,191	2,566	5,529	5,309	2,243	1,69
1,70	2,890	4,913	1,304	4,123	1,193	2,571	5,540	5,341	2,270	1,70
1,71	2,924	5,000	1,308	4,135	1,196	2,576	5,550	5,372	2,297	1,71
1,72	2,958	5,088	1,311	4,147	1,198	2,581	5,561	5,404	2,324	1,72
1,73	2,993	5,178	1,315	4,159	1,200	2,586	5,572	5,435	2,351	1,73
1,74	3,028	5,268	1,319	4,171	1,203	2,591	5,583	5,466	2,378	1,74
1,75	3,062	5,359	1,323	4,183	1,205	2,596	5,593	5,498	2,405	1,75
1,76	3,098	5,452	1,327	4,195	1,207	2,601	5,604	5,529	2,433	1,76
1,77	3,133	5,545	1,330	4,207	1,210	2,606	5,615	5,561	2,461	1,77
1,78	3,168	5,640	1,334	4,219	1,212	2,611	5,625	5,592	2,488	1,78
1,79	3,204	5,735	1,338	4,231	1,214	2,616	5,636	5,623	2,516	1,79
1,80	3,240	5,832	1,342	4,243	1,216	2,621	5,646	5,655	2,545	1,80
1,81	3,276	5,930	1,345	4,254	1,219	2,626	5,657	5,686	2,573	1,81
1,82	3,312	6,029	1,349	4,266	1,221	2,630	5,667	5,718	2,602	1,82
1,83	3,349	6,128	1,353	4,278	1,223	2,635	5,677	5,749	2,630	1,83
1,84	3,386	6,230	1,356	4,290	1,225	2,640	5,688	5,781	2,659	1,84
1,85	3,422	6,332	1,360	4,301	1,228	2,645	5,698	5,812	2,688	1,85
1,86	3,460	6,435	1,364	4,313	1,230	2,650	5,708	5,843	2,717	1,86
1,87	3,497	6,539	1,367	4,324	1,232	2,654	5,718	5,875	2,746	1,87
1,88	3,534	6,645	1,371	4,336	1,234	2,659	5,729	5,906	2,776	1,88
1,89	3,572	6,751	1,375	4,347	1,236	2,664	5,739	5,938	2,806	1,89
1,90	3,610	6,859	1,378	4,359	1,239	2,668	5,749	5,969	2,835	1,90
1,91	3,648	6,968	1,382	4,370	1,241	2,673	5,759	6,000	2,865	1,91
1,92	3,686	7,078	1,386	4,382	1,243	2,678	5,769	6,032	2,895	1,92
1,93	3,725	7,189	1,389	4,393	1,245	2,682	5,779	6,063	2,926	1,93
1,94	3,764	7,301	1,393	4,405	1,247	2,687	5,789	6,095	2,956	1,94
1,95	3,802	7,415	1,396	4,416	1,249	2,692	5,799	6,126	2,986	1,95
1,96	3,842	7,530	1,400	4,427	1,251	2,696	5,809	6,158	3,017	1,96
1,97	3,881	7,645	1,404	4,438	1,254	2,701	5,819	6,189	3,048	1,97
1,98	3,920	7,762	1,407	4,450	1,256	2,705	5,828	6,220	3,079	1,98
1,99	3,960	7,881	1,411	4,461	1,258	2,710	5,838	6,252	3,110	1,99
2,00	4,000	8,000	1,414	4,472	1,260	2,714	5,848	6,283	3,142	2,00
2,01	4,040	8,121	1,418	4,483	1,262	2,719	5,858	6,315	3,173	2,01
2,02	4,080	8,242	1,421	4,494	1,264	2,723	5,867	6,346	3,205	2,02
2,03	4,121	8,365	1,425	4,506	1,266	2,728	5,877	6,377	3,237	2,03
2,04	4,162	8,490	1,428	4,517	1,268	2,732	5,887	6,409	3,269	2,04
2,05	4,202	8,615	1,432	4,528	1,270	2,737	5,896	6,440	3,301	2,05
2,06	4,244	8,742	1,435	4,539	1,272	2,741	5,906	6,472	3,333	2,06
2,07	4,285	8,870	1,439	4,550	1,274	2,746	5,915	6,503	3,365	2,07
2,08	4,326	8,999	1,442	4,561	1,277	2,750	5,925	6,535	3,398	2,08
2,09	4,368	9,129	1,446	4,572	1,279	2,755	5,934	6,566	3,431	2,09
2,10	4,410	9,261	1,449	4,583	1,281	2,759	5,944	6,597	3,464	2,10
2,11	4,452	9,394	1,453	4,593	1,283	2,763	5,953	6,629	3,497	2,11
2,12	4,494	9,528	1,456	4,604	1,285	2,768	5,963	6,660	3,530	2,12
2,13	4,537	9,664	1,459	4,615	1,287	2,772	5,972	6,692	3,563	2,13
2,14	4,580	9,800	1,463	4,626	1,289	2,776	5,981	6,723	3,597	2,14
2,15	4,622	9,938	1,466	4,637	1,291	2,781	5,991	6,754	3,631	2,15
2,16	4,666	10,08	1,470	4,648	1,293	2,785	6,000	6,786	3,664	2,16
2,17	4,709	10,22	1,473	4,658	1,295	2,789	6,009	6,817	3,698	2,17
2,18	4,752	10,36	1,476	4,669	1,297	2,794	6,018	6,849	3,733	2,18
2,19	4,796	10,50	1,480	4,680	1,299	2,798	6,028	6,880	3,767	2,19

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt{10n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\sqrt[3]{10n}$	$\sqrt[3]{100n}$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$	$d=n$
2,20	4,840	10,65	1,483	4,690	1,301	2,802	6,037	6,912	3,801	2,20
2,21	4,884	10,79	1,487	4,701	1,303	2,806	6,046	6,943	3,836	2,21
2,22	4,928	10,94	1,490	4,712	1,305	2,811	6,055	6,974	3,871	2,22
2,23	4,973	11,09	1,493	4,722	1,306	2,815	6,064	7,006	3,906	2,23
2,24	5,018	11,24	1,497	4,733	1,308	2,819	6,073	7,037	3,941	2,24
2,25	5,062	11,39	1,500	4,743	1,310	2,823	6,082	7,069	3,976	2,25
2,26	5,108	11,54	1,503	4,754	1,312	2,827	6,091	7,100	4,011	2,26
2,27	5,153	11,70	1,507	4,764	1,314	2,831	6,100	7,131	4,047	2,27
2,28	5,198	11,85	1,510	4,775	1,316	2,836	6,109	7,163	4,083	2,28
2,29	5,244	12,01	1,513	4,785	1,318	2,840	6,118	7,194	4,119	2,29
2,30	5,290	12,17	1,517	4,796	1,320	2,844	6,127	7,226	4,155	2,30
2,31	5,336	12,33	1,520	4,806	1,322	2,848	6,136	7,257	4,191	2,31
2,32	5,382	12,49	1,523	4,817	1,324	2,852	6,145	7,288	4,227	2,32
2,33	5,429	12,65	1,526	4,827	1,326	2,856	6,153	7,320	4,264	2,33
2,34	5,476	12,81	1,530	4,837	1,328	2,860	6,162	7,351	4,301	2,34
2,35	5,522	12,98	1,533	4,848	1,330	2,864	6,171	7,383	4,337	2,35
2,36	5,570	13,14	1,536	4,858	1,331	2,868	6,180	7,414	4,374	2,36
2,37	5,617	13,31	1,539	4,868	1,333	2,872	6,188	7,446	4,412	2,37
2,38	5,664	13,48	1,543	4,879	1,335	2,876	6,197	7,477	4,449	2,38
2,39	5,712	13,65	1,546	4,889	1,337	2,880	6,206	7,508	4,486	2,39
2,40	5,760	13,82	1,549	4,899	1,339	2,884	6,214	7,540	4,524	2,40
2,41	5,808	14,00	1,552	4,909	1,341	2,888	6,223	7,571	4,562	2,41
2,42	5,856	14,17	1,556	4,919	1,343	2,892	6,232	7,603	4,600	2,42
2,43	5,905	14,35	1,559	4,930	1,344	2,896	6,240	7,634	4,638	2,43
2,44	5,954	14,53	1,562	4,940	1,346	2,900	6,249	7,665	4,676	2,44
2,45	6,002	14,71	1,565	4,950	1,348	2,904	6,257	7,697	4,714	2,45
2,46	6,052	14,89	1,568	4,960	1,350	2,908	6,266	7,728	4,753	2,46
2,47	6,101	15,07	1,572	4,970	1,352	2,912	6,274	7,760	4,792	2,47
2,48	6,150	15,25	1,575	4,980	1,354	2,916	6,283	7,791	4,831	2,48
2,49	6,200	15,44	1,578	4,990	1,355	2,920	6,291	7,823	4,870	2,49
2,50	6,250	15,62	1,581	5,000	1,357	2,924	6,300	7,854	4,909	2,50
2,51	6,300	15,81	1,584	5,010	1,359	2,928	6,308	7,885	4,948	2,51
2,52	6,350	16,00	1,587	5,020	1,361	2,932	6,316	7,917	4,988	2,52
2,53	6,401	16,19	1,591	5,030	1,363	2,936	6,325	7,948	5,027	2,53
2,54	6,452	16,39	1,594	5,040	1,364	2,940	6,333	7,980	5,067	2,54
2,55	6,502	16,58	1,597	5,050	1,366	2,943	6,341	8,011	5,107	2,55
2,56	6,554	16,78	1,600	5,060	1,368	2,947	6,350	8,042	5,147	2,56
2,57	6,605	16,97	1,603	5,070	1,370	2,951	6,358	8,074	5,187	2,57
2,58	6,656	17,17	1,606	5,079	1,372	2,955	6,366	8,105	5,228	2,58
2,59	6,708	17,37	1,609	5,089	1,373	2,959	6,374	8,137	5,269	2,59
2,60	6,760	17,58	1,612	5,099	1,375	2,962	6,383	8,168	5,309	2,60
2,61	6,812	17,78	1,616	5,109	1,377	2,966	6,391	8,200	5,350	2,61
2,62	6,864	17,98	1,619	5,119	1,379	2,970	6,399	8,231	5,391	2,62
2,63	6,917	18,19	1,622	5,128	1,380	2,974	6,407	8,262	5,433	2,63
2,64	6,970	18,40	1,625	5,138	1,382	2,978	6,415	8,294	5,474	2,64
2,65	7,022	18,61	1,628	5,148	1,384	2,981	6,423	8,325	5,515	2,65
2,66	7,076	18,82	1,631	5,158	1,386	2,985	6,431	8,357	5,557	2,66
2,67	7,129	19,03	1,634	5,167	1,387	2,989	6,439	8,388	5,599	2,67
2,68	7,182	19,25	1,637	5,177	1,389	2,993	6,447	8,419	5,641	2,68
2,69	7,236	19,47	1,640	5,187	1,391	2,996	6,455	8,451	5,683	2,69
2,70	7,290	19,68	1,643	5,196	1,392	3,000	6,463	8,482	5,726	2,70
2,71	7,344	19,90	1,646	5,206	1,394	3,004	6,471	8,514	5,768	2,71
2,72	7,398	20,12	1,649	5,215	1,396	3,007	6,479	8,545	5,811	2,72
2,73	7,453	20,35	1,652	5,225	1,398	3,011	6,487	8,577	5,853	2,73
2,74	7,508	20,57	1,655	5,235	1,399	3,015	6,495	8,608	5,896	2,74
2,75	7,562	20,80	1,658	5,244	1,401	3,018	6,503	8,639	5,940	2,75
2,76	7,618	21,02	1,661	5,254	1,403	3,022	6,511	8,671	5,983	2,76
2,77	7,673	21,25	1,664	5,263	1,404	3,026	6,519	8,702	6,026	2,77
2,78	7,728	21,48	1,667	5,273	1,406	3,029	6,527	8,734	6,070	2,78
2,79	7,784	21,72	1,670	5,282	1,408	3,033	6,534	8,765	6,114	2,79

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt{10n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\sqrt[3]{10n}$	$\sqrt[3]{100n}$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$	$d = n$
2,80	7,840	21,95	1,673	5,292	1,409	3,037	6,542	8,796	6,158	2,80
2,81	7,896	22,19	1,676	5,301	1,411	3,040	6,550	8,828	6,202	2,81
2,82	7,952	22,43	1,679	5,310	1,413	3,044	6,558	8,859	6,246	2,82
2,83	8,009	22,67	1,682	5,320	1,414	3,047	6,565	8,891	6,290	2,83
2,84	8,066	22,91	1,685	5,329	1,416	3,051	6,573	8,922	6,335	2,84
2,85	8,122	23,15	1,688	5,339	1,418	3,055	6,581	8,954	6,379	2,85
2,86	8,180	23,39	1,691	5,348	1,419	3,058	6,589	8,985	6,424	2,86
2,87	8,237	23,64	1,694	5,357	1,421	3,062	6,596	9,016	6,469	2,87
2,88	8,294	23,89	1,697	5,367	1,423	3,065	6,604	9,048	6,514	2,88
2,89	8,352	24,14	1,700	5,376	1,424	3,069	6,611	9,079	6,560	2,89
2,90	8,410	24,39	1,703	5,385	1,426	3,072	6,619	9,111	6,605	2,90
2,91	8,468	24,64	1,706	5,394	1,428	3,076	6,627	9,142	6,651	2,91
2,92	8,526	24,90	1,709	5,404	1,429	3,079	6,634	9,173	6,697	2,92
2,93	8,585	25,15	1,712	5,413	1,431	3,083	6,642	9,205	6,743	2,93
2,94	8,644	25,41	1,715	5,422	1,433	3,086	6,649	9,236	6,789	2,94
2,95	8,702	25,67	1,718	5,431	1,434	3,090	6,657	9,268	6,835	2,95
2,96	8,762	25,93	1,720	5,441	1,436	3,093	6,664	9,299	6,881	2,96
2,97	8,821	26,20	1,723	5,450	1,437	3,097	6,672	9,331	6,928	2,97
2,98	8,880	26,46	1,726	5,459	1,439	3,100	6,679	9,362	6,975	2,98
2,99	8,940	26,73	1,729	5,468	1,441	3,104	6,687	9,393	7,022	2,99
3,00	9,000	27,00	1,732	5,477	1,442	3,107	6,694	9,425	7,069	3,00
3,01	9,060	27,27	1,735	5,486	1,444	3,111	6,702	9,456	7,116	3,01
3,02	9,120	27,54	1,738	5,495	1,445	3,114	6,709	9,488	7,163	3,02
3,03	9,181	27,82	1,741	5,505	1,447	3,118	6,717	9,519	7,211	3,03
3,04	9,242	28,09	1,744	5,514	1,449	3,121	6,724	9,550	7,258	3,04
3,05	9,302	28,37	1,746	5,523	1,450	3,124	6,731	9,582	7,306	3,05
3,06	9,364	28,65	1,749	5,532	1,452	3,128	6,739	9,613	7,354	3,06
3,07	9,425	28,93	1,752	5,541	1,453	3,131	6,746	9,645	7,402	3,07
3,08	9,486	29,22	1,755	5,550	1,455	3,135	6,753	9,676	7,451	3,08
3,09	9,548	29,50	1,758	5,559	1,457	3,138	6,761	9,708	7,499	3,09
3,10	9,610	29,79	1,761	5,568	1,458	3,141	6,768	9,739	7,548	3,10
3,11	9,672	30,08	1,764	5,577	1,460	3,145	6,775	9,770	7,596	3,11
3,12	9,734	30,37	1,766	5,586	1,461	3,148	6,782	9,802	7,645	3,12
3,13	9,797	30,66	1,769	5,595	1,463	3,151	6,790	9,833	7,694	3,13
3,14	9,860	30,96	1,772	5,604	1,464	3,155	6,797	9,865	7,744	3,14
3,15	9,922	31,26	1,775	5 612	1,466	3,158	6,804	9,896	7,793	3,15
3,16	9,986	31,55	1,778	5,621	1,467	3,162	6,811	9,927	7,843	3,16
3,17	10,05	31,86	1,780	5,630	1,469	3,165	6,818	9,959	7,892	3,17
3,18	10,11	32,16	1,783	5,639	1,471	3,168	6,826	9,990	7,942	3,18
3,19	10,18	32,46	1,786	5,648	1,472	3,171	6,833	10,02	7,992	3,19
3,20	10,24	32,77	1,789	5,657	1,474	3,175	6,840	10,05	8,042	3,20
3,21	10,30	33,08	1,792	5,666	1,475	3,178	6,847	10,08	8,093	3,21
3,22	10,37	33 39	1,794	5,675	1,477	3,181	6,854	10,12	8,143	3,22
3,23	10,43	33,70	1,797	5,683	1,478	3,185	6,861	10,15	8,194	3,23
3,24	10,50	34,01	1,800	5,692	1,480	3,188	6,868	10,18	8,245	3,24
3,25	10,56	34,33	1,803	5,701	1,481	3,191	6,875	10,21	8,296	3,25
3,26	10,63	34,65	1,806	5,710	1,483	3,195	6,882	10,24	8,347	3,26
3,27	10,69	34,97	1,808	5,718	1,484	3,198	6,889	10,27	8,398	3,27
3,28	10,76	35,29	1,811	5,727	1,486	3,201	6,896	10,30	8,450	3,28
3,29	10,82	35,61	1,814	5,736	1,487	3,204	6,903	10,34	8,501	3,29
3,30	10,89	35,94	1,817	5,745	1,489	3,208	6,910	10,37	8,553	3,30
3,31	10,96	36 26	1,819	5,753	1,490	3,211	6,917	10,40	8,605	3,31
3,32	11,02	36,59	1,822	5,762	1,492	3,214	6,924	10,43	8,657	3,32
3,33	11,09	36,93	1,825	5,771	1,493	3,217	6,931	10,46	8,709	3,33
3,34	11,16	37,26	1,828	5,779	1,495	3,220	6,938	10,49	8,762	3,34
3,35	11,22	37,60	1,830	5,788	1,496	3,224	6,945	10,52	8,814	3,35
3,36	11,29	37,93	1,833	5,797	1,498	3,227	6,952	10,56	8,867	3,36
3,37	11,36	38,27	1,836	5,805	1,499	3,230	6,959	10,59	8,920	3,37
3,38	11,42	38 61	1,838	5,814	1,501	3,233	6,966	10,62	8,973	3,38
3,39	11,49	38,96	1,841	5,822	1,502	3,236	6,973	10,65	9,026	3,39

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt{10n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\sqrt[3]{10n}$	$\sqrt[3]{100n}$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$	$d=n$
3,40	11,56	39,30	1,844	5,831	1,504	3,240	6,980	10,68	9,079	3,40
3,41	11,63	39,65	1,847	5,840	1,505	3,243	6,986	10,71	9,133	3,41
3,42	11,70	40,00	1,849	5,848	1,507	3,246	6,993	10,74	9,186	3,42
3,43	11,76	40,35	1,852	5,857	1,508	3,249	7,000	10,78	9,240	3,43
3,44	11,83	40,71	1,855	5,865	1,510	3,252	7,007	10,81	9,294	3,44
3,45	11,90	41,06	1,857	5,874	1,511	3,255	7,014	10,84	9,348	3,45
3,46	11,97	41,42	1,860	5,882	1,512	3,259	7,020	10,87	9,402	3,46
3,47	12,04	41,78	1,863	5,891	1,514	3,262	7,027	10,90	9,457	3,47
3,48	12,11	42,14	1,865	5,899	1,515	3,265	7,034	10,93	9,511	3,48
3,49	12,18	42,51	1,868	5,908	1,517	3,268	7,041	10,96	9,566	3,49
3,50	12,25	42,88	1,871	5,916	1,518	3,271	7,047	11,00	9,621	3,50
3,51	12,32	43,24	1,873	5,925	1,520	3,274	7,054	11,03	9,676	3,51
3,52	12,39	43,61	1,876	5,933	1,521	3,277	7,061	11,06	9,731	3,52
3,53	12,46	43,99	1,879	5,941	1,523	3,280	7,067	11,09	9,787	3,53
3,54	12,53	44,36	1,881	5,950	1,524	3,283	7,074	11,12	9,842	3,54
3,55	12,60	44,74	1,884	5,958	1,525	3,287	7,081	11,15	9,898	3,55
3,56	12,67	45,12	1,887	5,967	1,527	3,290	7,087	11,18	9,954	3,56
3,57	12,74	45,50	1,889	5,975	1,528	3,293	7,094	11,22	10,01	3,57
3,58	12,82	45,88	1,892	5,983	1,530	3,296	7,101	11,25	10,07	3,58
3,59	12,89	46,27	1,895	5,992	1,531	3,299	7,107	11,28	10,12	3,59
3,60	12,96	46,66	1,897	6,000	1,533	3,302	7,114	11,31	10,18	3,60
3,61	13,03	47,05	1,900	6,008	1,534	3,305	7,120	11,34	10,24	3,61
3,62	13,10	47,44	1,903	6,017	1,535	3,308	7,127	11,37	10,29	3,62
3,63	13,18	47,83	1,905	6,025	1,537	3,311	7,133	11,40	10,35	3,63
3,64	13,25	48,23	1,908	6,033	1,538	3,314	7,140	11,44	10,41	3,64
3,65	13,32	48,63	1,910	6,042	1,540	3,317	7,147	11,47	10,46	3,65
3,66	13,40	49,03	1,913	6,050	1,541	3,320	7,153	11,50	10,52	3,66
3,67	13,47	49,43	1,916	6,058	1,542	3,323	7,160	11,53	10,58	3,67
3,68	13,54	49,84	1,918	6,066	1,544	3,326	7,166	11,56	10,64	3,68
3,69	13,62	50,24	1,921	6,075	1,545	3,329	7,173	11,59	10,69	3,69
3,70	13,69	50,65	1,924	6,083	1,547	3,332	7,179	11,62	10,75	3,70
3,71	13,76	51,06	1,926	6,091	1,548	3,335	7,186	11,66	10,81	3,71
3,72	13,84	51,48	1,929	6,099	1,549	3,338	7,192	11,69	10,87	3,72
3,73	13,91	51,90	1,931	6,107	1,551	3,341	7,198	11,72	10,93	3,73
3,74	13,99	52,31	1,934	6,116	1,552	3,344	7,205	11,75	10,99	3,74
3,75	14,06	52,73	1,936	6,124	1,554	3,347	7,211	11,78	11,04	3,75
3,76	14,14	53,16	1,939	6,132	1,555	3,350	7,218	11,81	11,10	3,76
3,77	14,21	53,58	1,942	6,140	1,556	3,353	7,224	11,84	11,16	3,77
3,78	14,29	54,01	1,944	6,148	1,558	3,356	7,230	11,88	11,22	3,78
3,79	14,36	54,44	1,947	6,156	1,559	3,359	7,237	11,91	11,28	3,79
3,80	14,44	54,87	1,949	6,164	1,560	3,362	7,243	11,94	11,34	3,80
3,81	14,52	55,31	1,952	6,173	1,562	3,365	7,250	11,97	11,40	3,81
3,82	14,59	55,74	1,954	6,181	1,563	3,368	7,256	12,00	11,46	3,82
3,83	14,67	56,18	1,957	6,189	1,565	3,371	7,262	12,03	11,52	3,83
3,84	14,75	56,62	1,960	6,197	1,566	3,374	7,268	12,06	11,58	3,84
3,85	14,82	57,07	1,962	6,205	1,567	3,377	7,275	12,10	11,64	3,85
3,86	14,90	57,51	1,965	6,213	1,569	3,380	7,281	12,13	11,70	3,86
3,87	14,98	57,96	1,967	6,221	1,570	3,382	7,287	12,16	11,76	3,87
3,88	15,05	58,41	1,970	6,229	1,571	3,385	7,294	12,19	11,82	3,88
3,89	15,13	58,86	1,972	6,237	1,573	3,388	7,300	12,22	11,88	3,89
3,90	15,21	59,32	1,975	6,245	1,574	3,391	7,306	12,25	11,95	3,90
3,91	15,29	59,78	1,977	6,253	1,575	3,394	7,312	12,28	12,01	3,91
3,92	15,37	60,24	1,980	6,261	1,577	3,397	7,319	12,32	12,07	3,92
3,93	15,44	60,70	1,982	6,269	1,578	3,400	7,325	12,35	12,13	3,93
3,94	15,52	61,16	1,985	6,277	1,579	3,403	7,331	12,38	12,19	3,94
3,95	15,60	61,63	1,987	6,285	1,581	3,406	7,337	12,41	12,25	3,95
3,96	15,68	62,10	1,990	6,293	1,582	3,409	7,343	12,44	12,32	3,96
3,97	15,76	62,57	1,992	6,301	1,583	3,411	7,350	12,47	12,38	3,97
3,98	15,84	63,04	1,995	6,309	1,585	3,414	7,356	12,50	12,44	3,98
3,99	15,92	63,52	1,997	6,317	1,586	3,417	7,362	12,53	12,50	3,99

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt{10n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\sqrt[3]{10n}$	$\sqrt[3]{100n}$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$	$d=n$
4,00	16,00	64,00	2,000	6,325	1,587	3,420	7,368	12,57	12,57	4,00
4,01	16,08	64,48	2,002	6,332	1,589	3,423	7,374	12,60	12,63	4,01
4,02	16,16	64,96	2,005	6,340	1,590	3,426	7,380	12,63	12,69	4,02
4,03	16,24	65,45	2,007	6,348	1,591	3,428	7,386	12,66	12,76	4,03
4,04	16,32	65,94	2,010	6,356	1,593	3,431	7,393	12,69	12,82	4,04
4,05	16,40	66,43	2,012	6,364	1,594	3,434	7,399	12,72	12,88	4,05
4,06	16,48	66,92	2,015	6,372	1,595	3,437	7,405	12,75	12,95	4,06
4,07	16,56	67,42	2,017	6,380	1,597	3,440	7,411	12,79	13,01	4,07
4,08	16,65	67,92	2,020	6,387	1,598	3,443	7,417	12,82	13,07	4,08
4,09	16,73	68,42	2,022	6,395	1,599	3,445	7,423	12,85	13,14	4,09
4,10	16,81	68,92	2,025	6,403	1,601	3,448	7,429	12,88	13,20	4,10
4,11	16,89	69,43	2,027	6,411	1,602	3,451	7,435	12,91	13,27	4,11
4,12	16,97	69,93	2,030	6,419	1,603	3,454	7,441	12,94	13,33	4,12
4,13	17,06	70,44	2,032	6,427	1,604	3,457	7,447	12,97	13,40	4,13
4,14	17,14	70,96	2,035	6,434	1,606	3,459	7,453	13,01	13,46	4,14
4,15	17,22	71,47	2,037	6,442	1,607	3,462	7,459	13,04	13,53	4,15
4,16	17,31	71,99	2,040	6,450	1,608	3,465	7,465	13,07	13,59	4,16
4,17	17,39	72,51	2,042	6,458	1,610	3,468	7,471	13,10	13,66	4,17
4,18	17,47	73,03	2,045	6,465	1,611	3,471	7,477	13,13	13,72	4,18
4,19	17,56	73,56	2,047	6,473	1,612	3,473	7,483	13,16	13,79	4,19
4,20	17,64	74,09	2,049	6,481	1,613	3,476	7,489	13,19	13,85	4,20
4,21	17,72	74,62	2,052	6,488	1,615	3,479	7,495	13,23	13,92	4,21
4,22	17,81	75,15	2,054	6,496	1,616	3,482	7,501	13,26	13,99	4,22
4,23	17,89	75,69	2,057	6,504	1,617	3,484	7,507	13,29	14,05	4,23
4,24	17,98	76,23	2,059	6,512	1,619	3,487	7,513	13,32	14,12	4,24
4,25	18,06	76,77	2,062	6,519	1,620	3,490	7,518	13,35	14,19	4,25
4,26	18,15	77,31	2,064	6,527	1,621	3,493	7,524	13,38	14,25	4,26
4,27	18,23	77,85	2,066	6,535	1,622	3,495	7,530	13,41	14,32	4,27
4,28	18,32	78,40	2,069	6,542	1,624	3,498	7,536	13,45	14,39	4,28
4,29	18,40	78,95	2,071	6,550	1,625	3,501	7,542	13,48	14,45	4,29
4,30	18,49	79,51	2,074	6,557	1,626	3,503	7,548	13,51	14,52	4,30
4,31	18,58	80,06	2,076	6,565	1,627	3,506	7,554	13,54	14,59	4,31
4,32	18,66	80,62	2,078	6,573	1,629	3,509	7,560	13,57	14,66	4,32
4,33	18,75	81,18	2,081	6,580	1,630	3,512	7,565	13,60	14,73	4,33
4,34	18,84	81,75	2,083	6,588	1,631	3,514	7,571	13,63	14,79	4,34
4,35	18,92	82,31	2,086	6,595	1,632	3,517	7,577	13,67	14,86	4,35
4,36	19,01	82,88	2,088	6,603	1,634	3,520	7,583	13,70	14,93	4,36
4,37	19,10	83,45	2,090	6,611	1,635	3,522	7,589	13,73	15,00	4,37
4,38	19,18	84,03	2,093	6,618	1,636	3,525	7,594	13,76	15,07	4,38
4,39	19,27	84,60	2,095	6,626	1,637	3,528	7,600	13,79	15,14	4,39
4,40	19,36	85,18	2,098	6,633	1,639	3,530	7,606	13,82	15,21	4,40
4,41	19,45	85,77	2,100	6,641	1,640	3,533	7,612	13,85	15,27	4,41
4,42	19,54	86,35	2,102	6,648	1,641	3,536	7,617	13,89	15,34	4,42
4,43	19,62	86,94	2,105	6,656	1,642	3,538	7,623	13,92	15,41	4,43
4,44	19,71	87,53	2,107	6,663	1,644	3,541	7,629	13,95	15,48	4,44
4,45	19,80	88,12	2,110	6,671	1,645	3,544	7,635	13,98	15,55	4,45
4,46	19,89	88,72	2,112	6,678	1,646	3,546	7,640	14,01	15,62	4,46
4,47	19,98	89,31	2,114	6,686	1,647	3,549	7,646	14,04	15,69	4,47
4,48	20,07	89,92	2,117	6,693	1,649	3,552	7,652	14,07	15,76	4,48
4,49	20,16	90,52	2,119	6,701	1,650	3,554	7,657	14,11	15,83	4,49
4,50	20,25	91,12	2,121	6,708	1,651	3,557	7,663	14,14	15,90	4,50
4,51	20,34	91,73	2,124	6,716	1,652	3,560	7,669	14,17	15,98	4,51
4,52	20,43	92,35	2,126	6,723	1,653	3,562	7,674	14,20	16,05	4,52
4,53	20,52	92,96	2,128	6,731	1,655	3,565	7,680	14,23	16,12	4,53
4,54	20,61	93,58	2,131	6,738	1,656	3,567	7,686	14,26	16,19	4,54
4,55	20,70	94,20	2,133	6,745	1,657	3,570	7,691	14,29	16,26	4,55
4,56	20,79	94,82	2,135	6,753	1,658	3,573	7,697	14,33	16,33	4,56
4,57	20,88	95,44	2,138	6,760	1,659	3,575	7,703	14,36	16,40	4,57
4,58	20,98	96,07	2,140	6,768	1,661	3,578	7,708	14,39	16,47	4,58
4,59	21,07	96,70	2,142	6,775	1,662	3,580	7,714	14,42	16,55	4,59

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt{10n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\sqrt[3]{10n}$	$\sqrt[3]{100n}$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$	$d=n$
4,60	21,16	97,34	2,145	6,782	1,663	3,583	7,719	14,45	16,62	4,60
4,61	21,25	97,97	2,147	6,790	1,664	3,586	7,725	14,48	16,69	4,61
4,62	21,34	98,61	2,149	6,797	1,666	3,588	7,731	14,51	16,76	4,62
4,63	21,44	99,25	2,152	6,804	1,667	3,591	7,736	14,55	16,84	4,63
4,64	21,53	99,90	2,154	6,812	1,668	3,593	7,742	14,58	16,91	4,64
4,65	21,62	100,5	2,156	6,819	1,669	3,596	7,747	14,61	16,98	4,65
4,66	21,72	101,2	2,159	6,826	1,670	3,599	7,753	14,64	17,06	4,66
4,67	21,81	101,8	2,161	6,834	1,671	3,601	7,758	14,67	17,13	4,67
4,68	21,90	102,5	2,163	6,841	1,673	3,604	7,764	14,70	17,20	4,68
4,69	22,00	103,2	2,166	6,848	1,674	3,606	7,769	14,73	17,28	4,69
4,70	22,09	103,8	2,168	6,856	1,675	3,609	7,775	14,77	17,35	4,70
4,71	22,18	104,5	2,170	6,863	1,676	3,611	7,780	14,80	17,42	4,71
4,72	22,28	105,2	2,173	6,870	1,677	3,614	7,786	14,83	17,50	4,72
4,73	22,37	105,8	2,175	6,877	1,679	3,616	7,791	14,86	17,57	4,73
4,74	22,47	106,5	2,177	6,885	1,680	3,619	7,797	14,89	17,65	4,74
4,75	22,56	107,2	2,179	6,892	1,681	3,622	7,802	14,92	17,72	4,75
4,76	22,66	107,9	2,182	6,899	1,682	3,624	7,808	14,95	17,80	4,76
4,77	22,75	108,5	2,184	6,907	1,683	3,627	7,813	14,99	17,87	4,77
4,78	22,85	109,2	2,186	6,914	1,685	3,629	7,819	15,02	17,95	4,78
4,79	22,94	109,9	2,189	6,921	1,686	3,632	7,824	15,05	18,02	4,79
4,80	23,04	110,6	2,191	6,928	1,687	3,634	7,830	15,08	18,10	4,80
4,81	23,14	111,3	2,193	6,935	1,688	3,637	7,835	15,11	18,17	4,81
4,82	23,23	112,0	2,195	6,943	1,689	3,639	7,841	15,14	18,25	4,82
4,83	23,33	112,7	2,198	6,950	1,690	3,642	7,846	15,17	18,32	4,83
4,84	23,43	113,4	2,200	6,957	1,692	3,644	7,851	15,21	18,40	4,84
4,85	23,52	114,1	2,202	6,964	1,693	3,647	7,857	15,24	18,47	4,85
4,86	23,62	114,8	2,205	6,971	1,694	3,649	7,862	15,27	18,55	4,86
4,87	23,72	115,5	2,207	6,979	1,695	3,652	7,868	15,30	18,63	4,87
4,88	23,81	116,2	2,209	6,986	1,696	3,654	7,873	15,33	18,70	4,88
4,89	23,91	116,9	2,211	6,993	1,697	3,657	7,878	15,36	18,78	4,89
4,90	24,01	117,6	2,214	7,000	1,698	3,659	7,884	15,39	18,86	4,90
4,91	24,11	118,4	2,216	7,007	1,700	3,662	7,889	15,43	18,93	4,91
4,92	24,21	119,1	2,218	7,014	1,701	3,664	7,894	15,46	19,01	4,92
4,93	24,30	119,8	2,220	7,021	1,702	3,667	7,900	15,49	19,09	4,93
4,94	24,40	120,6	2,223	7,029	1,703	3,669	7,905	15,52	19,17	4,94
4,95	24,50	121,3	2,225	7,036	1,704	3,672	7,910	15,55	19,24	4,95
4,96	24,60	122,0	2,227	7,043	1,705	3,674	7,916	15,58	19,32	4,96
4,97	24,70	122,8	2,229	7,050	1,707	3,677	7,921	15,61	19,40	4,97
4,98	24,80	123,5	2,232	7,057	1,708	3,679	7,926	15,65	19,48	4,98
4,99	24,90	124,3	2,234	7,064	1,709	3,682	7,932	15,68	19,56	4,99
5,00	25,00	125,0	2,236	7,071	1,710	3,684	7,937	15,71	19,63	5,00
5,01	25,10	125,8	2,238	7,078	1,711	3,686	7,942	15,74	19,71	5,01
5,02	25,20	126,5	2,241	7,085	1,712	3,689	7,948	15,77	19,79	5,02
5,03	25,30	127,3	2,243	7,092	1,713	3,691	7,953	15,80	19,87	5,03
5,04	25,40	128,0	2,245	7,099	1,715	3,694	7,958	15,83	19,95	5,04
5,05	25,50	128,8	2,247	7,106	1,716	3,696	7,963	15,87	20,03	5,05
5,06	25,60	129,6	2,249	7,113	1,717	3,699	7,969	15,90	20,11	5,06
5,07	25,70	130,3	2,252	7,120	1,718	3,701	7,974	15,93	20,19	5,07
5,08	25,81	131,1	2,254	7,127	1,719	3,704	7,979	15,96	20,27	5,08
5,09	25,91	131,9	2,256	7,134	1,720	3,706	7,984	15,99	20,35	5,09
5,10	26,01	132,7	2,258	7,141	1,721	3,708	7,990	16,02	20,43	5,10
5,11	26,11	133,4	2,261	7,148	1,722	3,711	7,995	16,05	20,51	5,11
5,12	26,21	134,2	2,263	7,155	1,724	3,713	8,000	16,08	20,59	5,12
5,13	26,32	135,0	2,265	7,162	1,725	3,716	8,005	16,12	20,67	5,13
5,14	26,42	135,8	2,267	7,169	1,726	3,718	8,010	16,15	20,75	5,14
5,15	26,52	136,6	2,269	7,176	1,727	3,721	8,016	16,18	20,83	5,15
5,16	26,63	137,4	2,272	7,183	1,728	3,723	8,021	16,21	20,91	5,16
5,17	26,73	138,2	2,274	7,190	1,729	3,725	8,026	16,24	20,99	5,17
5,18	26,83	139,0	2,276	7,197	1,730	3,728	8,031	16,27	21,07	5,18
5,19	26,94	139,8	2,278	7,204	1,731	3,730	8,036	16,30	21,16	5,19

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt{10n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\sqrt[3]{10n}$	$\sqrt[3]{100n}$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$	$d = n$
5,20	27,04	140,6	2,280	7,211	1,732	3,733	8,041	16,34	21,24	5,20
5,21	27,14	141,4	2,283	7,218	1,734	3,735	8,047	16,37	21,32	5,21
5,22	27,25	142,2	2,285	7,225	1,735	3,737	8,052	16,40	21,40	5,22
5,23	27,35	143,1	2,287	7,232	1,736	3,740	8,057	16,43	21,48	5,23
5,24	27,46	143,9	2,289	7,239	1,737	3,742	8,062	16,46	21,57	5,24
5,25	27,56	144,7	2,291	7,246	1,738	3,744	8,067	16,49	21,65	5,25
5,26	27,67	145,5	2,293	7,253	1,739	3,747	8,072	16,52	21,73	5,26
5,27	27,77	146,4	2,296	7,259	1,740	3,749	8,077	16,56	21,81	5,27
5,28	27,88	147,2	2,298	7,266	1,741	3,752	8,082	16,59	21,90	5,28
5,29	27,98	148,0	2,300	7,273	1,742	3,754	8,088	16,62	21,98	5,29
5,30	28,09	148,9	2,302	7,280	1,744	3,756	8,093	16,65	22,06	5,30
5,31	28,20	149,7	2,304	7,287	1,745	3,759	8,098	16,68	22,15	5,31
5,32	28,30	150,6	2,307	7,294	1,746	3,761	8,103	16,71	22,23	5,32
5,33	28,41	151,4	2,309	7,301	1,747	3,763	8,108	16,74	22,31	5,33
5,34	28,52	152,3	2,311	7,308	1,748	3,766	8,113	16,78	22,40	5,34
5,35	28,62	153,1	2,313	7,314	1,749	3,768	8,118	16,81	22,48	5,35
5,36	28,73	154,0	2,315	7,321	1,750	3,770	8,123	16,84	22,56	5,36
5,37	28,84	154,9	2,317	7,328	1,751	3,773	8,128	16,87	22,65	5,37
5,38	28,94	155,7	2,319	7,335	1,752	3,775	8,133	16,90	22,73	5,38
5,39	29,05	156,6	2,322	7,342	1,753	3,777	8,138	16,93	22,82	5,39
5,40	29,16	157,5	2,324	7,348	1,754	3,780	8,143	16,96	22,90	5,40
5,41	29,27	158,3	2,326	7,355	1,755	3,782	8,148	17,00	22,99	5,41
5,42	29,38	159,2	2,328	7,362	1,757	3,784	8,153	17,03	23,07	5,42
5,43	29,48	160,1	2,330	7,369	1,758	3,787	8,158	17,06	23,16	5,43
5,44	29,59	161,0	2,332	7,376	1,759	3,789	8,163	17,09	23,24	5,44
5,45	29,70	161,9	2,335	7,382	1,760	3,791	8,168	17,12	23,33	5,45
5,46	29,81	162,8	2,337	7,389	1,761	3,794	8,173	17,15	23,41	5,46
5,47	29,92	163,7	2,339	7,396	1,762	3,796	8,178	17,18	23,50	5,47
5,48	30,03	164,6	2,341	7,403	1,763	3,798	8,183	17,22	23,59	5,48
5,49	30,14	165,5	2,343	7,409	1,764	3,801	8,188	17,25	23,67	5,49
5,50	30,25	166,4	2,345	7,416	1,765	3,803	8,193	17,28	23,76	5,50
5,51	30,36	167,3	2,347	7,423	1,766	3,805	8,198	17,31	23,84	5,51
5,52	30,47	168,2	2,349	7,430	1,767	3,808	8,203	17,34	23,93	5,52
5,53	30,58	169,1	2,352	7,436	1,768	3,810	8,208	17,37	24,02	5,53
5,54	30,69	170,0	2,354	7,443	1,769	3,812	8,213	17,40	24,11	5,54
5,55	30,80	171,0	2,356	7,450	1,771	3,814	8,218	17,44	24,19	5,55
5,56	30,91	171,9	2,358	7,457	1,772	3,817	8,223	17,47	24,28	5,56
5,57	31,02	172,8	2,360	7,463	1,773	3,819	8,228	17,50	24,37	5,57
5,58	31,14	173,7	2,362	7,470	1,774	3,821	8,233	17,53	24,45	5,58
5,59	31,25	174,7	2,364	7,477	1,775	3,824	8,238	17,56	24,54	5,59
5,60	31,36	175,6	2,366	7,483	1,776	3,826	8,243	17,59	24,63	5,60
5,61	31,47	176,6	2,369	7,490	1,777	3,828	8,247	17,62	24,72	5,61
5,62	31,58	177,5	2,371	7,497	1,778	3,830	8,252	17,66	24,81	5,62
5,63	31,70	178,5	2,373	7,503	1,779	3,833	8,257	17,69	24,89	5,63
5,64	31,81	179,4	2,375	7,510	1,780	3,835	8,262	17,72	24,98	5,64
5,65	31,92	180,4	2,377	7,517	1,781	3,837	8,267	17,75	25,07	5,65
5,66	32,04	181,3	2,379	7,523	1,782	3,839	8,272	17,78	25,16	5,66
5,67	32,15	182,3	2,381	7,530	1,783	3,842	8,277	17,81	25,25	5,67
5,68	32,26	183,3	2,383	7,537	1,784	3,844	8,282	17,84	25,34	5,68
5,69	32,38	184,2	2,385	7,543	1,785	3,846	8,286	17,88	25,43	5,69
5,70	32,49	185,2	2,387	7,550	1,786	3,849	8,291	17,91	25,52	5,70
5,71	32,60	186,2	2,390	7,556	1,787	3,851	8,296	17,94	25,61	5,71
5,72	32,72	187,1	2,392	7,563	1,788	3,853	8,301	17,97	25,70	5,72
5,73	32,83	188,1	2,394	7,570	1,789	3,855	8,306	18,00	25,79	5,73
5,74	32,95	189,1	2,396	7,576	1,790	3,857	8,311	18,03	25,88	5,74
5,75	33,06	190,1	2,398	7,583	1,792	3,860	8,316	18,06	25,97	5,75
5,76	33,18	191,1	2,400	7,589	1,793	3,862	8,320	18,10	26,06	5,76
5,77	33,29	192,1	2,402	7,596	1,794	3,864	8,325	18,13	26,15	5,77
5,78	33,41	193,1	2,404	7,603	1,795	3,866	8,330	18,16	26,24	5,78
5,79	33,52	194,1	2,406	7,609	1,796	3,869	8,335	18,19	26,33	5,79

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt{10n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\sqrt[3]{10n}$	$\sqrt[3]{100n}$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$	$d=n$
5,80	33,64	195,1	2,408	7,616	1,797	3,871	8,340	18,22	26,42	5,80
5,81	33,76	196,1	2,410	7,622	1,798	3,873	8,344	18,25	26,51	5,81
5,82	33,87	197,1	2,412	7,629	1,799	3,875	8,349	18,28	26,60	5,82
5,83	33,99	198,2	2,415	7,635	1,800	3,878	8,354	18,32	26,69	5,83
5,84	34,11	199,2	2,417	7,642	1,801	3,880	8,359	18,35	26,79	5,84
5,85	34,22	200,2	2,419	7,649	1,802	3,882	8,363	18,38	26,88	5,85
5,86	34,34	201,2	2,421	7,655	1,803	3,884	8,368	18,41	26,97	5,86
5,87	34,46	202,3	2,423	7,662	1,804	3,886	8,373	18,44	27,06	5,87
5,88	34,57	203,3	2,425	7,668	1,805	3,889	8,378	18,47	27,15	5,88
5,89	34,69	204,3	2,427	7,675	1,806	3,891	8,382	18,50	27,25	5,89
5,90	34,81	205,4	2,429	7,681	1,807	3,893	8,387	18,54	27,34	5,90
5,91	34,93	206,4	2,431	7,688	1,808	3,895	8,392	18,57	27,43	5,91
5,92	35,05	207,5	2,433	7,694	1,809	3,897	8,397	18,60	27,53	5,92
5,93	35,16	208,5	2,435	7,701	1,810	3,900	8,401	18,63	27,62	5,93
5,94	35,28	209,6	2,437	7,707	1,811	3,902	8,406	18,66	27,71	5,94
5,95	35,40	210,6	2,439	7,714	1,812	3,904	8,411	18,69	27,81	5,95
5,96	35,52	211,7	2,441	7,720	1,813	3,906	8,416	18,72	27,90	5,96
5,97	35,64	212,8	2,443	7,727	1,814	3,908	8,420	18,76	27,99	5,97
5,98	35,76	213,8	2,445	7,733	1,815	3,911	8,425	18,79	28,09	5,98
5,99	35,88	214,9	2,447	7,740	1,816	3,913	8,430	18,82	28,18	5,99
6,00	36,00	216,0	2,449	7,746	1,817	3,915	8,434	18,85	28,27	6,00
6,01	36,12	217,1	2,452	7,752	1,818	3,917	8,439	18,88	28,37	6,01
6,02	36,24	218,2	2,454	7,759	1,819	3,919	8,444	18,91	28,46	6,02
6,03	36,36	219,3	2,456	7,765	1,820	3,921	8,448	18,94	28,56	6,03
6,04	36,48	220,3	2,458	7,772	1,821	3,924	8,453	18,98	28,65	6,04
6,05	36,60	221,4	2,460	7,778	1,822	3,926	8,458	19,01	28,75	6,05
6,06	36,72	222,5	2,462	7,785	1,823	3,928	8,462	19,04	28,84	6,06
6,07	36,84	223,6	2,464	7,791	1,824	3,930	8,467	19,07	28,94	6,07
6,08	36,97	224,8	2,466	7,797	1,825	3,932	8,472	19,10	29,03	6,08
6,09	37,09	225,9	2,468	7,804	1,826	3,934	8,476	19,13	29,13	6,09
6,10	37,21	227,0	2,470	7,810	1,827	3,936	8,481	19,16	29,22	6,10
6,11	37,33	228,1	2,472	7,817	1,828	3,939	8,486	19,20	29,32	6,11
6,12	37,45	229,2	2,474	7,823	1,829	3,941	8,490	19,23	29,42	6,12
6,13	37,58	230,3	2,476	7,829	1,830	3,943	8,495	19,26	29,51	6,13
6,14	37,70	231,5	2,478	7,836	1,831	3,945	8,499	19,29	29,61	6,14
6,15	37,82	232,6	2,480	7,842	1,832	3,947	8,504	19,32	29,71	6,15
6,16	37,95	233,7	2,482	7,849	1,833	3,949	8,509	19,35	29,80	6,16
6,17	38,07	234,9	2,484	7,855	1,834	3,951	8,513	19,38	29,90	6,17
6,18	38,19	236,0	2,486	7,861	1,835	3,954	8,518	19,42	30,00	6,18
6,19	38,32	237,2	2,488	7,868	1,836	3,956	8,522	19,45	30,09	6,19
6,20	38,44	238,3	2,490	7,874	1,837	3,958	8,527	19,48	30,19	6,20
6,21	38,56	239,5	2,492	7,880	1,838	3,960	8,532	19,51	30,29	6,21
6,22	38,69	240,6	2,494	7,887	1,839	3,962	8,536	19,54	30,39	6,22
6,23	38,81	241,8	2,496	7,893	1,840	3,964	8,541	19,57	30,48	6,23
6,24	38,94	243,0	2,498	7,899	1,841	3,966	8,545	19,60	30,58	6,24
6,25	39,06	244,1	2,500	7,906	1,842	3,969	8,550	19,63	30,68	6,25
6,26	39,19	245,3	2,502	7,912	1,843	3,971	8,554	19,67	30,78	6,26
6,27	39,31	246,5	2,504	7,918	1,844	3,973	8,559	19,70	30,88	6,27
6,28	39,44	247,7	2,506	7,925	1,845	3,975	8,564	19,73	30,97	6,28
6,29	39,56	248,9	2,508	7,931	1,846	3,977	8,568	19,76	31,07	6,29
6,30	39,69	250,0	2,510	7,937	1,847	3,979	8,573	19,79	31,17	6,30
6,31	39,82	251,2	2,512	7,944	1,848	3,981	8,577	19,82	31,27	6,31
6,32	39,94	252,4	2,514	7,950	1,849	3,983	8,582	19,85	31,37	6,32
6,33	40,07	253,6	2,516	7,956	1,850	3,985	8,586	19,89	31,47	6,33
6,34	40,20	254,8	2,518	7,962	1,851	3,987	8,591	19,92	31,57	6,34
6,35	40,32	256,0	2,520	7,969	1,852	3,990	8,595	19,95	31,67	6,35
6,36	40,45	257,3	2,522	7,975	1,853	3,992	8,600	19,98	31,77	6,36
6,37	40,58	258,5	2,524	7,981	1,854	3,994	8,604	20,01	31,87	6,37
6,38	40,70	259,7	2,526	7,987	1,855	3,996	8,609	20,04	31,97	6,38
6,39	40,83	260,9	2,528	7,994	1,856	3,998	8,613	20,07	32,07	6,39

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt{10n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\sqrt[3]{10n}$	$\sqrt[3]{100n}$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$	$d = n$
6,40	40,96	262,1	2,530	8,000	1,857	4,000	8,618	20,11	32,17	6,40
6,41	41,09	263,4	2,532	8,006	1,858	4,002	8,622	20,14	32,27	6,41
6,42	41,22	264,6	2,534	8,012	1,859	4,004	8,627	20,17	32,37	6,42
6,43	41,34	265,8	2,536	8,019	1,860	4,006	8,631	20,20	32,47	6,43
6,44	41,47	267,1	2,538	8,025	1,860	4,008	8,636	20,23	32,57	6,44
6,45	41,60	268,3	2,540	8,031	1,861	4,010	8,640	20,26	32,67	6,45
6,46	41,73	269,6	2,542	8,037	1,862	4,012	8,645	20,29	32,78	6,46
6,47	41,86	270,8	2,544	8,044	1,863	4,015	8,649	20,33	32,88	6,47
6,48	41,99	272,1	2,546	8,050	1,864	4,017	8,653	20,36	32,98	6,48
6,49	42,12	273,4	2,548	8,056	1,865	4,019	8,658	20,39	33,08	6,49
6,50	42,25	274,6	2,550	8,062	1,866	4,021	8,662	20,42	33,18	6,50
6,51	42,38	275,9	2,551	8,068	1,867	4,023	8,667	20,45	33,29	6,51
6,52	42,51	277,2	2,553	8,075	1,868	4,025	8,671	20,48	33,39	6,52
6,53	42,64	278,4	2,555	8,081	1,869	4,027	8,676	20,51	33,49	6,53
6,54	42,77	279,7	2,557	8,087	1,870	4,029	8,680	20,55	33,59	6,54
6,55	42,90	281,0	2,559	8,093	1,871	4,031	8,685	20,58	33,70	6,55
6,56	43,03	282,3	2,561	8,099	1,872	4,033	8,689	20,61	33,80	6,56
6,57	43,16	283,6	2,563	8,106	1,873	4,035	8,693	20,64	33,90	6,57
6,58	43,30	284,9	2,565	8,112	1,874	4,037	8,698	20,67	34,00	6,58
6,59	43,43	286,2	2,567	8,118	1,875	4,039	8,702	20,70	34,11	6,59
6,60	43,56	287,5	2,569	8,124	1,876	4,041	8,707	20,73	34,21	6,60
6,61	43,69	288,8	2,571	8,130	1,877	4,043	8,711	20,77	34,32	6,61
6,62	43,82	290,1	2,573	8,136	1,878	4,045	8,715	20,80	34,42	6,62
6,63	43,96	291,4	2,575	8,142	1,879	4,047	8,720	20,83	34,52	6,63
6,64	44,09	292,8	2,577	8,149	1,880	4,049	8,724	20,86	34,63	6,64
6,65	44,22	294,1	2,579	8,155	1,881	4,051	8,729	20,89	34,73	6,65
6,66	44,36	295,4	2,581	8,161	1,881	4,053	8,733	20,92	34,84	6,66
6,67	44,49	296,7	2,583	8,167	1,882	4,055	8,737	20,95	34,94	6,67
6,68	44,62	298,1	2,585	8,173	1,883	4,058	8,742	20,99	35,05	6,68
6,69	44,76	299,4	2,587	8,179	1,884	4,060	8,746	21,02	35,15	6,69
6,70	44,89	300,8	2,588	8,185	1,885	4,062	8,750	21,05	35,26	6,70
6,71	45,02	302,1	2,590	8,191	1,886	4,064	8,755	21,08	35,36	6,71
6,72	45,16	303,5	2,592	8,198	1,887	4,066	8,759	21,11	35,47	6,72
6,73	45,29	304,8	2,594	8,204	1,888	4,068	8,763	21,14	35,57	6,73
6,74	45,43	306,2	2,596	8,210	1,889	4,070	8,768	21,17	35,68	6,74
6,75	45,56	307,5	2,598	8,216	1,890	4,072	8,772	21,21	35,78	6,75
6,76	45,70	308,9	2,600	8,222	1,891	4,074	8,776	21,24	35,89	6,76
6,77	45,83	310,3	2,602	8,228	1,892	4,076	8,781	21,27	36,00	6,77
6,78	45,97	311,7	2,604	8,234	1,893	4,078	8,785	21,30	36,10	6,78
6,79	46,10	313,0	2,606	8,240	1,894	4,080	8,789	21,33	36,21	6,79
6,80	46,24	314,4	2,608	8,246	1,895	4,082	8,794	21,36	36,32	6,80
6,81	46,38	315,8	2,610	8,252	1,895	4,084	8,798	21,39	36,42	6,81
6,82	46,51	317,2	2,612	8,258	1,896	4,086	8,802	21,43	36,53	6,82
6,83	46,65	318,6	2,613	8,264	1,897	4,088	8,807	21,46	36,64	6,83
6,84	46,79	320,0	2,615	8,270	1,898	4,090	8,811	21,49	36,75	6,84
6,85	46,92	321,4	2,617	8,276	1,899	4,092	8,815	21,52	36,85	6,85
6,86	47,06	322,8	2,619	8,283	1,900	4,094	8,819	21,55	36,96	6,86
6,87	47,20	324,2	2,621	8,289	1,901	4,096	8,824	21,58	37,07	6,87
6,88	47,33	325,7	2,623	8,295	1,902	4,098	8,828	21,61	37,18	6,88
6,89	47,47	327,1	2,625	8,301	1,903	4,100	8,832	21,65	37,28	6,89
6,90	47,61	328,5	2,627	8,307	1,904	4,102	8,837	21,68	37,39	6,90
6,91	47,75	329,9	2,629	8,313	1,905	4,104	8,841	21,71	37,50	6,91
6,92	47,89	331,4	2,631	8,319	1,906	4,106	8,845	21,74	37,61	6,92
6,93	48,02	332,8	2,632	8,325	1,907	4,108	8,849	21,77	37,72	6,93
6,94	48,16	334,3	2,634	8,331	1,907	4,109	8,854	21,80	37,83	6,94
6,95	48,30	335,7	2,636	8,337	1,908	4,111	8,858	21,83	37,94	6,95
6,96	48,44	337,2	2,638	8,343	1,909	4,113	8,862	21,87	38,05	6,96
6,97	48,58	338,6	2,640	8,349	1,910	4,115	8,866	21,90	38,16	6,97
6,98	48,72	340,1	2,642	8,355	1,911	4,117	8,871	21,93	38,26	6,98
6,99	48,86	341,5	2,644	8,361	1,912	4,119	8,875	21,96	38,37	6,99

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt{10n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\sqrt[3]{10n}$	$\sqrt[3]{100n}$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$	$d=n$
7,00	49,00	343,0	2,646	8,367	1,913	4,121	8,879	21,99	38,48	7,00
7,01	49,14	344,5	2,648	8,373	1,914	4,123	8,883	22,02	38,59	7,01
7,02	49,28	345,9	2,650	8,379	1,915	4,125	8,887	22,05	38,70	7,02
7,03	49,42	347,4	2,651	8,385	1,916	4,127	8,892	22,09	38,82	7,03
7,04	49,56	348,9	2,653	8,390	1,917	4,129	8,896	22,12	38,93	7,04
7,05	49,70	350,4	2,655	8,396	1,917	4,131	8,900	22,15	39,04	7,05
7,06	49,84	351,9	2,657	8,402	1,918	4,133	8,904	22,18	39,15	7,06
7,07	49,98	353,4	2,659	8,408	1,919	4,135	8,909	22,21	39,26	7,07
7,08	50,13	354,9	2,661	8,414	1,920	4,137	8,913	22,24	39,37	7,08
7,09	50,27	356,4	2,663	8,420	1,921	4,139	8,917	22,27	39,48	7,09
7,10	50,41	357,9	2,665	8,426	1,922	4,141	8,921	22,31	39,59	7,10
7,11	50,55	359,4	2,666	8,432	1,923	4,143	8,925	22,34	39,70	7,11
7,12	50,69	360,9	2,668	8,438	1,924	4,145	8,929	22,37	39,82	7,12
7,13	50,84	362,5	2,670	8,444	1,925	4,147	8,934	22,40	39,93	7,13
7,14	50,98	364,0	2,672	8,450	1,926	4,149	8,938	22,43	40,04	7,14
7,15	51,12	365,5	2,674	8,456	1,926	4,151	8,942	22,46	40,15	7,15
7,16	51,27	367,1	2,676	8,462	1,927	4,152	8,946	22,49	40,26	7,16
7,17	51,41	368,6	2,678	8,468	1,928	4,154	8,950	22,53	40,38	7,17
7,18	51,55	370,1	2,680	8,473	1,929	4,156	8,955	22,56	40,49	7,18
7,19	51,70	371,7	2,681	8,479	1,930	4,158	8,959	22,59	40,60	7,19
7,20	51,84	373,2	2,683	8,485	1,931	4,160	8,963	22,62	40,72	7,20
7,21	51,98	374,8	2,685	8,491	1,932	4,162	8,967	22,65	40,83	7,21
7,22	52,13	376,4	2,687	8,497	1,933	4,164	8,971	22,68	40,94	7,22
7,23	52,27	377,9	2,689	8,503	1,934	4,166	8,975	22,71	41,06	7,23
7,24	52,42	379,5	2,691	8,509	1,935	4,168	8,979	22,75	41,17	7,24
7,25	52,56	381,1	2,693	8,515	1,935	4,170	8,984	22,78	41,28	7,25
7,26	52,71	382,7	2,694	8,521	1,936	4,172	8,988	22,81	41,40	7,26
7,27	52,85	384,2	2,696	8,526	1,937	4,174	8,992	22,84	41,51	7,27
7,28	53,00	385,8	2,698	8,532	1,938	4,176	8,996	22,87	41,62	7,28
7,29	53,14	387,4	2,700	8,538	1,939	4,177	9,000	22,90	41,74	7,29
7,30	53,29	389,0	2,702	8,544	1,940	4,179	9,004	22,93	41,85	7,30
7,31	53,44	390,6	2,704	8,550	1,941	4,181	9,008	22,97	41,97	7,31
7,32	53,58	392,2	2,706	8,556	1,942	4,183	9,012	23,00	42,08	7,32
7,33	53,73	393,8	2,707	8,562	1,943	4,185	9,016	23,03	42,20	7,33
7,34	53,88	395,4	2,709	8,567	1,943	4,187	9,021	23,06	42,31	7,34
7,35	54,02	397,1	2,711	8,573	1,944	4,189	9,025	23,09	42,43	7,35
7,36	54,17	398,7	2,713	8,579	1,945	4,191	9,029	23,12	42,54	7,36
7,37	54,32	400,3	2,715	8,585	1,946	4,193	9,033	23,15	42,66	7,37
7,38	54,46	401,9	2,717	8,591	1,947	4,195	9,037	23,18	42,78	7,38
7,39	54,61	403,6	2,718	8,597	1,948	4,196	9,041	23,22	42,89	7,39
7,40	54,76	405,2	2,720	8,602	1,949	4,198	9,045	23,25	43,01	7,40
7,41	54,91	406,9	2,722	8,608	1,950	4,200	9,049	23,28	43,12	7,41
7,42	55,06	408,5	2,724	8,614	1,950	4,202	9,053	23,31	43,24	7,42
7,43	55,20	410,2	2,726	8,620	1,951	4,204	9,057	23,34	43,36	7,43
7,44	55,35	411,8	2,728	8,626	1,952	4,206	9,061	23,37	43,47	7,44
7,45	55,50	413,5	2,729	8,631	1,953	4,208	9,065	23,40	43,59	7,45
7,46	55,65	415,2	2,731	8,637	1,954	4,210	9,069	23,44	43,71	7,46
7,47	55,80	416,8	2,733	8,643	1,955	4,212	9,073	23,47	43,83	7,47
7,48	55,95	418,5	2,735	8,649	1,956	4,213	9,078	23,50	43,94	7,48
7,49	56,10	420,2	2,737	8,654	1,957	4,215	9,082	23,53	44,06	7,49
7,50	56,25	421,9	2,739	8,660	1,957	4,217	9,086	23,56	44,18	7,50
7,51	56,40	423,6	2,740	8,666	1,958	4,219	9,090	23,59	44,30	7,51
7,52	56,55	425,3	2,742	8,672	1,959	4,221	9,094	23,62	44,41	7,52
7,53	56,70	427,0	2,744	8,678	1,960	4,223	9,098	23,66	44,53	7,53
7,54	56,85	428,7	2,746	8,683	1,961	4,225	9,102	23,69	44,65	7,54
7,55	57,00	430,4	2,748	8,689	1,962	4,227	9,106	23,72	44,77	7,55
7,56	57,15	432,1	2,750	8,695	1,963	4,228	9,110	23,75	44,89	7,56
5,57	57,30	433,8	2,751	8,701	1,964	4,230	9,114	23,78	45,01	7,57
7,58	57,46	435,5	2,753	8,706	1,964	4,232	9,118	23,81	45,13	7,58
7,59	57,61	437,2	2,755	8,712	1,965	4,234	9,122	23,84	45,25	7,59

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt{10n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\sqrt[3]{10n}$	$\sqrt[3]{100n}$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$	$d = n$
7,60	57,76	439,0	2,757	8,718	1,966	4,236	9,126	23,88	45,36	7,60
7,61	57,91	440,7	2,759	8,724	1,967	4,238	9,130	23,91	45,48	7,61
7,62	58,06	442,5	2,760	8,729	1,968	4,240	9,134	23,94	45,60	7,62
7,63	58,22	444,2	2,762	8,735	1,969	4,241	9,138	23,97	45,72	7,63
7,64	58,37	445,9	2,764	8,741	1,970	4,243	9,142	24,00	45,84	7,64
7,65	58,52	447,7	2,766	8,746	1,970	4,245	9,146	24,03	45,96	7,65
7,66	58,68	449,5	2,768	8,752	1,971	4,247	9,150	24,06	46,08	7,66
7,67	58,83	451,2	2,769	8,758	1,972	4,249	9,154	24,10	46,20	7,67
7,68	58,98	453,0	2,771	8,764	1,973	4,251	9,158	24,13	46,32	7,68
7,69	59,14	454,8	2,773	8,769	1,974	4,252	9,162	24,16	46,45	7,69
7,70	59,29	456,5	2,775	8,775	1,975	4,254	9,166	24,19	46,57	7,70
7,71	59,44	458,3	2,777	8,781	1,976	4,256	9,170	24,22	46,69	7,71
7,72	59,60	460,1	2,778	8,786	1,976	4,258	9,174	24,25	46,81	7,72
7,73	59,75	461,9	2,780	8,792	1,977	4,260	9,178	24,28	46,93	7,73
7,74	59,91	463,7	2,782	8,798	1,978	4,262	9,182	24,32	47,05	7,74
7,75	60,06	465,5	2,784	8,803	1,979	4,264	9,185	24,35	47,17	7,75
7,76	60,22	467,3	2,786	8,809	1,980	4,265	9,189	24,38	47,29	7,76
7,77	60,37	469,1	2,787	8,815	1,981	4,267	9,193	24,41	47,42	7,77
7,78	60,53	470,9	2,789	8,820	1,981	4,269	9,197	24,44	47,54	7,78
7,79	60,68	472,7	2,791	8,826	1,982	4,271	9,201	24,47	47,66	7,79
7,80	60,84	474,6	2,793	8,832	1,983	4,273	9,205	24,50	47,78	7,80
7,81	61,00	476,4	2,795	8,837	1,984	4,274	9,209	24,54	47,91	7,81
7,82	61,15	478,2	2,796	8,843	1,985	4,276	9,213	24,57	48,03	7,82
7,83	61,31	480,0	2,798	8,849	1,986	4,278	9,217	24,60	48,15	7,83
7,84	61,47	481,9	2,800	8,854	1,987	4,280	9,221	24,63	48,27	7,84
7,85	61,62	483,7	2,802	8,860	1,987	4,282	9,225	24,66	48,40	7,85
7,86	61,78	485,6	2,804	8,866	1,988	4,284	9,229	24,69	48,52	7,86
7,87	61,94	487,4	2,805	8,871	1,989	4,285	9,233	24,72	48,65	7,87
7,88	62,09	489,3	2,807	8,877	1,990	4,287	9,237	24,76	48,77	7,88
7,89	62,25	491,2	2,809	8,883	1,991	4,289	9,240	24,79	48,89	7,89
7,90	62,41	493,0	2,811	8,888	1,992	4,291	9,244	24,82	49,02	7,90
7,91	62,57	494,9	2,812	8,894	1,992	4,293	9,248	24,85	49,14	7,91
7,92	62,73	496,8	2,814	8,899	1,993	4,294	9,252	24,88	49,27	7,92
7,93	62,88	498,7	2,816	8,905	1,994	4,296	9,256	24,91	49,39	7,93
7,94	63,04	500,6	2,818	8,911	1,995	4,298	9,260	24,94	49,51	7,94
7,95	63,20	502,5	2,820	8,916	1,996	4,300	9,264	24,98	49,64	7,95
7,96	63,36	504,4	2,821	8,922	1,997	4,302	9,268	25,01	49,76	7,96
7,97	63,52	506,3	2,823	8,927	1,997	4,303	9,272	25,04	49,89	7,97
7,98	63,68	508,2	2,825	8,933	1,998	4,305	9,275	25,07	50,01	7,98
7,99	63,84	510,1	2,827	8,939	1,999	4,307	9,279	25,10	50,14	7,99
8,00	64,00	512,0	2,828	8,944	2,000	4,309	9,283	25,13	50,27	8,00
8,01	64,16	513,9	2,830	8,950	2,001	4,311	9,287	25,16	50,39	8,01
8,02	64,32	515,8	2,832	8,955	2,002	4,312	9,291	25,20	50,52	8,02
8,03	64,48	517,8	2,834	8,961	2,002	4,314	9,295	25,23	50,64	8,03
8,04	64,64	519,7	2,835	8,967	2,003	4,316	9,299	25,26	50,77	8,04
8,05	64,80	521,7	2,837	8,972	2,004	4,318	9,302	25,29	50,90	8,05
8,06	64,96	523,6	2,839	8,978	2,005	4,320	9,306	25,32	51,02	8,06
8,07	65,12	525,6	2,841	8,983	2,006	4,321	9,310	25,35	51,15	8,07
8,08	65,29	527,5	2,843	8,989	2,007	4,323	9,314	25,38	51,28	8,08
8,09	65,45	529,5	2,844	8,994	2,007	4,325	9,318	25,42	51,40	8,09
8,10	65,61	531,4	2,846	9,000	2,008	4,327	9,322	25,45	51,53	8,10
8,11	65,77	533,4	2,848	9,006	2,009	4,329	9,326	25,48	51,66	8,11
8,12	65,93	535,4	2,850	9,011	2,010	4,330	9,329	25,51	51,78	8,12
8,13	66,10	537,4	2,851	9,017	2,011	4,332	9,333	25,54	51,91	8,13
8,14	66,26	539,4	2,853	9,022	2,012	4,334	9,337	25,57	52,04	8,14
8,15	66,42	541,3	2,855	9,028	2,012	4,336	9,341	25,60	52,17	8,15
8,16	66,59	543,3	2,857	9,033	2,013	4,337	9,345	25,64	52,30	8,16
8,17	66,75	545,3	2,858	9,089	2,014	4,339	9,348	25,67	52,42	8,17
8,18	66,91	547,3	2,860	9,044	2,015	4,341	9,352	25,70	52,55	8,18
8,19	67,08	549,4	2,862	9,050	2,016	4,343	9,356	25,73	52,68	8,19

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt{10n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\sqrt[3]{10n}$	$\sqrt[3]{100n}$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$	$d = n$
8,20	67,24	551,4	2,864	9,055	2,017	4,344	9,360	25,76	52,81	8,20
8,21	67,40	553,4	2,865	9,061	2,017	4,346	9,364	25,79	52,94	8,21
8,22	67,57	555,4	2,867	9,066	2,018	4,348	9,368	25,82	53,07	8,22
8,23	67,73	557,4	2,869	9,072	2,019	4,350	9,371	25,86	53,20	8,23
8,24	67,90	559,5	2,871	9,077	2,020	4,352	9,375	25,89	53,33	8,24
8,25	68,06	561,5	2,872	9,083	2,021	4,353	9,379	25,92	53,46	8,25
8,26	68,23	563,6	2,874	9,088	2,021	4,355	9,383	25,95	53,59	8,26
8,27	68,39	565,6	2,876	9,094	2,022	4,357	9,386	25,98	53,72	8,27
8,28	68,56	567,7	2,877	9,099	2,023	4,359	9,390	26,01	53,85	8,28
8,29	68,72	569,7	2,879	9,105	2,024	4,360	9,394	26,04	53,98	8,29
8,30	68,89	571,8	2,881	9,110	2,025	4,362	9,398	26,08	54,11	8,30
8,31	69,06	573,9	2,883	9,116	2,026	4,364	9,402	26,11	54,24	8,31
8,32	69,22	575,9	2,884	9,121	2,026	4,366	9,405	26,14	54,37	8,32
8,33	69,39	578,0	2,886	9,127	2,027	4,367	9,409	26,17	54,50	8,33
8,34	69,56	580,1	2,888	9,132	2,028	4,369	9,413	26,20	54,63	8,34
8,35	69,72	582,2	2,890	9,138	2,029	4,371	9,417	26,23	54,76	8,35
8,36	69,89	584,3	2,891	9,143	2,030	4,373	9,420	26,26	54,89	8,36
8,37	70,06	586,4	2,893	9,149	2,030	4,374	9,424	26,30	55,02	8,37
8,38	70,22	588,5	2,895	9,154	2,031	4,376	9,428	26,33	55,15	8,38
8,39	70,39	590,6	2,897	9,160	2,032	4,378	9,432	26,36	55,29	8,39
8,40	70,56	592,7	2,898	9,165	2,033	4,380	9,435	26,39	55,42	8,40
8,41	70,73	594,8	2,900	9,171	2,034	4,381	9,439	26,42	55,55	8,41
8,42	70,90	596,9	2,902	9,176	2,034	4,383	9,443	26,45	55,68	8,42
8,43	71,06	599,1	2,903	9,182	2,035	4,385	9,447	26,48	55,81	8,43
8,44	71,23	601,2	2,905	9,187	2,036	4,386	9,450	26,52	55,95	8,44
8,45	71,40	603,4	2,907	9,192	2,037	4,388	9,454	26,55	56,08	8,45
8,46	71,57	605,5	2,909	9,198	2,038	4,390	9,458	26,58	56,21	8,46
8,47	71,74	607,6	2,910	9,203	2,038	4,392	9,462	26,61	56,35	8,47
8,48	71,91	609,8	2,912	9,209	2,039	4,393	9,465	26,64	56,48	8,48
8,49	72,08	612,0	2,914	9,214	2,040	4,395	9,469	26,67	56,61	8,49
8,50	72,25	614,1	2,915	9,220	2,041	4,397	9,473	26,70	56,75	8,50
8,51	72,42	616,3	2,917	9,225	2,042	4,399	9,476	26,73	56,88	8,51
8,52	72,59	618,5	2,919	9,230	2,042	4,400	9,480	26,77	57,01	8,52
8,53	72,76	620,7	2,921	9,236	2,043	4,402	9,484	26,80	57,15	8,53
8,54	72,93	622,8	2,922	9,241	2,044	4,404	9,488	26,83	57,28	8,54
8,55	73,10	625,0	2,924	9,247	2,045	4,405	9,491	26,86	57,41	8,55
8,56	73,27	627,2	2,926	9,252	2,046	4,407	9,495	26,89	57,55	8,56
8,57	73,44	629,4	2,927	9,257	2,046	4,409	9,499	26,92	57,68	8,57
8,58	73,62	631,6	2,929	9,263	2,047	4,411	9,502	26,95	57,82	8,58
8,59	73,79	633,8	2,931	9,268	2,048	4,412	9,506	26,99	57,95	8,59
8,60	73,96	636,1	2,933	9,274	2,049	4,414	9,510	27,02	58,09	8,60
8,61	74,13	638,3	2,934	9,279	2,050	4,416	9,513	27,05	58,22	8,61
8,62	74,30	640,5	2,936	9,284	2,050	4,417	9,517	27,08	58,36	8,62
8,63	74,48	642,7	2,938	9,290	2,051	4,419	9,521	27,11	58,49	8,63
8,64	74,65	645,0	2,939	9,295	2,052	4,421	9,524	27,14	58,63	8,64
8,65	74,82	647,2	2,941	9,301	2,053	4,423	9,528	27,17	58,77	8,65
8,66	75,00	649,5	2,943	9,306	2,054	4,424	9,532	27,21	58,90	8,66
8,67	75,17	651,7	2,944	9,311	2,054	4,426	9,535	27,24	59,04	8,67
8,68	75,34	654,0	2,946	9,317	2,055	4,428	9,539	27,27	59,17	8,68
8,69	75,52	656,2	2,948	9,322	2,056	4,429	9,543	27,30	59,31	8,69
8,70	75,69	658,5	2,950	9,327	2,057	4,431	9,546	27,33	59,45	8,70
8,71	75,86	660,8	2,951	9,333	2,057	4,433	9,550	27,36	59,58	8,71
8,72	76,04	663,1	2,953	9,338	2,058	4,434	9,554	27,39	59,72	8,72
8,73	76,21	665,3	2,955	9,343	2,059	4,436	9,557	27,43	59,86	8,73
8,74	76,39	667,6	2,956	9,349	2,060	4,438	9,561	27,46	59,99	8,74
8,75	76,56	669,9	2,958	9,354	2,061	4,440	9,565	27,49	60,13	8,75
8,76	76,74	672,2	2,960	9,359	2,061	4,441	9,568	27,52	60,27	8,76
8,77	76,91	674,5	2,961	9,365	2,062	4,443	9,572	27,55	60,41	8,77
8,78	77,09	676,8	2,963	9,370	2,063	4,445	9,576	27,58	60,55	8,78
8,79	77,26	679,2	2,965	9,375	2,064	4,446	9,579	27,61	60,68	8,79

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt{10n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\sqrt[3]{10n}$	$\sqrt[3]{100n}$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$	$d = n$
8,80	77,44	681,5	2,966	9,381	2,065	4,448	9,583	27,65	60,82	8,80
8,81	77,62	683,8	2,968	9,386	2,065	4,450	9,586	27,68	60,96	8,81
8,82	77,79	686,1	2,970	9,391	2,066	4,451	9,590	27,71	61,10	8,82
8,83	77,97	688,5	2,972	9,397	2,067	4,453	9,594	27,74	61,24	8,83
8,84	78,15	690,8	2,973	9,402	2,068	4,455	9,597	27,77	61,38	8,84
8,85	78,32	693,2	2,975	9,407	2,068	4,456	9,601	27,80	61,51	8,85
8,86	78,50	695,5	2,977	9,413	2,069	4,458	9,605	27,83	61,65	8,86
8,87	78,68	697,9	2,978	9,418	2,070	4,460	9,608	27,87	61,79	8,87
8,88	78,85	700,2	2,980	9,423	2,071	4,461	9,612	27,90	61,93	8,88
8,89	79,03	702,6	2,982	9,429	2,072	4,463	9,615	27,93	62,07	8,89
8,90	79,21	705,0	2,983	9,434	2,072	4,465	9,619	27,96	62,21	8,90
8,91	79,39	707,3	2,985	9,439	2,073	4,466	9,623	27,99	62,35	8,91
8,92	79,57	709,7	2,987	9,445	2,074	4,468	9,626	28,02	62,49	8,92
8,93	79,74	712,1	2,988	9,450	2,075	4,470	9,630	28,05	62,63	8,93
8,94	79,92	714,5	2,990	9,455	2,075	4,471	9,633	28,09	62,77	8,94
8,95	80,10	716,9	2,992	9,460	2,076	4,473	9,637	28,12	62,91	8,95
8,96	80,28	719,3	2,993	9,466	2,077	4,475	9,641	28,15	63,05	8,96
8,97	80,46	721,7	2,995	9,471	2,078	4,476	9,644	28,18	63,19	8,97
8,98	80,64	724,2	2,997	9,476	2,079	4,478	9,648	28,21	63,33	8,98
8,99	80,82	726,6	2,998	9,482	2,079	4,480	9,651	28,24	63,48	8,99
9,00	81,00	729,0	3,000	9,487	2,080	4,481	9,655	28,27	63,62	9,00
9,01	81,18	731,4	3,002	9,492	2,081	4,483	9,658	28,31	63,76	9,01
9,02	81,36	733,9	3,003	9,497	2,082	4,485	9,662	28,34	63,90	9,02
9,03	81,54	736,3	3,005	9,503	2,082	4,486	9,666	28,37	64,04	9,03
9,04	81,72	738,8	3,007	9,508	2,083	4,488	9,669	28,40	64,18	9,04
9,05	81,90	741,2	3,008	9,513	2,084	4,490	9,673	28,43	64,33	9,05
9,06	82,08	743,7	3,010	9,518	2,085	4,491	9,676	28,46	64,47	9,06
9,07	82,26	746,1	3,012	9,524	2,085	4,493	9,680	28,49	64,61	9,07
9,08	82,45	748,6	3,013	9,529	2,086	4,495	9,683	28,53	64,75	9,08
9,09	82,63	751,1	3,015	9,534	2,087	4,496	9,687	28,56	64,90	9,09
9,10	82,81	753,6	3,017	9,539	2,088	4,498	9,691	28,59	65,04	9,10
9,11	82,99	756,1	3,018	9,545	2,089	4,500	9,694	28,62	65,18	9,11
9,12	83,17	758,6	3,020	9,550	2,089	4,501	9,698	28,65	65,33	9,12
9,13	83,36	761,0	3,022	9,555	2,090	4,503	9,701	28,68	65,47	9,13
9,14	83,54	763,6	3,023	9,560	2,091	4,505	9,705	28,71	65,61	9,14
9,15	83,72	766,1	3,025	9,566	2,092	4,506	9,708	28,75	65,76	9,15
9,16	83,91	768,6	3,027	9,571	2,092	4,508	9,712	28,78	65,90	9,16
9,17	84,09	771,1	3,028	9,576	2,093	4,509	9,715	28,81	66,04	9,17
9,18	84,27	773,6	3,030	9,581	2,094	4,511	9,719	28,84	66,19	9,18
9,19	84,46	776,2	3,032	9,586	2,095	4,513	9,722	28,87	66,33	9,19
9,20	84,64	778,7	3,033	9,592	2,095	4,514	9,726	28,90	66,48	9,20
9,21	84,82	781,2	3,035	9,597	2,096	4,516	9,729	28,93	66,62	9,21
9,22	85,01	783,8	3,036	9,602	2,097	4,518	9,733	28,97	66,77	9,22
9,23	85,19	786,3	3,038	9,607	2,098	4,519	9,736	29,00	66,91	9,23
9,24	85,38	788,9	3,040	9,612	2,098	4,521	9,740	29,03	67,06	9,24
9,25	85,56	791,5	3,041	9,618	2,099	4,523	9,743	29,06	67,20	9,25
9,26	85,75	794,0	3,043	9,623	2,100	4,524	9,747	29,09	67,35	9,26
9,27	85,93	796,6	3,045	9,628	2,101	4,526	9,750	29,12	67,49	9,27
9,28	86,12	799,2	3,046	9,633	2,101	4,527	9,754	29,15	67,64	9,28
9,29	86,30	801,8	3,048	9,638	2,102	4,529	9,758	29,19	67,78	9,29
9,30	86,49	804,4	3,050	9,644	2,103	4,531	9,761	29,22	67,93	9,30
9,31	86,68	807,0	3,051	9,649	2,104	4,532	9,764	29,25	68,08	9,31
9,32	86,86	809,6	3,053	9,654	2,104	4,534	9,768	29,28	68,22	9,32
9,33	87,05	812,2	3,055	9,659	2,105	4,536	9,771	29,31	68,37	9,33
9,34	87,24	814,8	3,056	9,664	2,106	4,537	9,775	29,34	68,51	9,34
9,35	87,42	817,4	3,058	9,670	2,107	4,539	9,778	29,37	68,66	9,35
9,36	87,61	820,0	3,059	9,675	2,107	4,540	9,782	29,41	68,81	9,36
9,37	87,80	822,7	3,061	9,680	2,108	4,542	9,785	29,44	68,96	9,37
9,38	87,98	825,3	3,063	9,685	2,109	4,544	9,789	29,47	69,10	9,38
9,39	88,17	827,9	3,064	9,690	2,110	4,545	9,792	29,50	69,25	9,39

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt{10n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\sqrt[3]{10n}$	$\sqrt[3]{100n}$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$	$d=n$
9,40	88,36	830,6	3,066	9,695	2,110	4,547	9,796	29,53	69,40	9,40
9,41	88,55	833,2	3,068	9,701	2,111	4,548	9,799	29,56	69,55	9,41
9,42	88,74	835,9	3,069	9,706	2,112	4,550	9,803	29,59	69,69	9,42
9,43	88,92	838,6	3,071	9,711	2,113	4,552	9,806	29,63	69,84	9,43
9,44	89,11	841,2	3,072	9,716	2,113	4,553	9,810	29,66	69,99	9,44
9,45	89,30	843,9	3,074	9,721	2,114	4,555	9,813	29,69	70,14	9,45
9,46	89,49	846,6	3,076	9,726	2,115	4,556	9,817	29,72	70,29	9,46
9,47	89,68	849,3	3,077	9,731	2,116	4,558	9,820	29,75	70,44	9,47
9,48	89,87	852,0	3,079	9,737	2,116	4,560	9,824	29,78	70,58	9,48
9,49	90,06	854,7	3,081	9,742	2,117	4,561	9,827	29,81	70,73	9,49
9,50	90,25	857,4	3,082	9,747	2,118	4,563	9,830	29,85	70,88	9,50
9,51	90,44	860,1	3,084	9,752	2,119	4,565	9,834	29,88	71,03	9,51
9,52	90,63	862,8	3,085	9,757	2,119	4,566	9,837	29,91	71,18	9,52
9,53	90,82	865,5	3,087	9,762	2,120	4,568	9,841	29,94	71,33	9,53
9,54	91,01	868,3	3,089	9,767	2,121	4,569	9,844	29,97	71,48	9,54
9,55	91,20	871,0	3,090	9,772	2,122	4,571	9,848	30,00	71,63	9,55
9,56	91,39	873,7	3,092	9,778	2,122	4,572	9,851	30,03	71,78	9,56
9,57	91,58	876,5	3,094	9,783	2,123	4,574	9,855	30,07	71,93	9,57
9,58	91,78	879,2	3,095	9,788	2,124	4,576	9,858	30,10	72,08	9,58
9,59	91,97	882,0	3,097	9,793	2,125	4,577	9,861	30,13	72,23	9,59
9,60	92,16	884,7	3,098	9,798	2,125	4,579	9,865	30,16	72,38	9,60
9,61	92,35	887,5	3,100	9,803	2,126	4,580	9,868	30,19	72,53	9,61
9,62	92,54	890,3	3,102	9,808	2,127	4,582	9,872	30,22	72,68	9,62
9,63	92,74	893,1	3,103	9,813	2,128	4,584	9,875	30,25	72,84	9,63
9,64	92,93	895,8	3,105	9,818	2,128	4,585	9,879	30,28	72,99	9,64
9,65	93,12	898,6	3,106	9,823	2,129	4,587	9,882	30,32	73,14	9,65
9,66	93,32	901,4	3,108	9,829	2,130	4,588	9,885	30,35	73,29	9,66
9,67	93,51	904,2	3,110	9,834	2,130	4,590	9,889	30,38	73,44	9,67
9,68	93,70	907,0	3,111	9,839	2,131	4,592	9,892	30,41	73,59	9,68
9,69	93,90	909,9	3,113	9,844	2,132	4,593	9,896	30,44	73,75	9,69
9,70	94,09	912,7	3,114	9,849	2,133	4,595	9,899	30,47	73,90	9,70
9,71	94,28	915,5	3,116	9,854	2,133	4,596	9,902	30,50	74,05	9,71
9,72	94,48	918,3	3,118	9,859	2,134	4,598	9,906	30,54	74,20	9,72
9,73	94,67	921,2	3,119	9,864	2,135	4,599	9,909	30,57	74,36	9,73
9,74	94,87	924,0	3,121	9,869	2,136	4,601	9,913	30,60	74,51	9,74
9,75	95,06	926,9	3,122	9,874	2,136	4,603	9,916	30,63	74,66	9,75
9,76	95,26	929,7	3,124	9,879	2,137	4,604	9,919	30,66	74,82	9,76
9,77	95,45	932,6	3,126	9,884	2,138	4,606	9,923	30,69	74,97	9,77
9,78	95,65	935,4	3,127	9,889	2,139	4,607	9,926	30,72	75,12	9,78
9,79	95,84	938,3	3,129	9,894	2,139	4,609	9,930	30,76	75,28	9,79
9,80	96,04	941,2	3,130	9,899	2,140	4,610	9,933	30,79	75,43	9,80
9,81	96,24	944,1	3,132	9,905	2,141	4,612	9,936	30,82	75,58	9,81
9,82	96,43	947,0	3,134	9,910	2,141	4,614	9,940	30,85	75,74	9,82
9,83	96,63	949,9	3,135	9,915	2,142	4,615	9,943	30,88	75,89	9,83
9,84	96,83	952,8	3,137	9,920	2,143	4,617	9,946	30,91	76,05	9,84
9,85	97,02	955,7	3,138	9,925	2,144	4,618	9,950	30,94	76,20	9,85
9,86	97,22	958,6	3,140	9,930	2,144	4,620	9,953	30,98	76,36	9,86
9,87	97,42	961,5	3,142	9,935	2,145	4,621	9,956	31,01	76,51	9,87
9,88	97,61	964,4	3,143	9,940	2,146	4,623	9,960	31,04	76,67	9,88
9,89	97,81	967,4	3,145	9,945	2,147	4,625	9,963	31,07	76,82	9,89
9,90	98,01	970,3	3,146	9,950	2,147	4,626	9,967	31,10	76,98	9,90
9,91	98,21	973,2	3,148	9,955	2,148	4,628	9,970	31,13	77,13	9,91
9,92	98,41	976,2	3,150	9,960	2,149	4,629	9,973	31,16	77,29	9,92
9,93	98,60	979,1	3,151	9,965	2,149	4,631	9,977	31,20	77,44	9,93
9,94	98,80	982,1	3,153	9,970	2,150	4,632	9,980	31,23	77,60	9,94
9,95	99,00	985,1	3,154	9,975	2,151	4,634	9,983	31,26	77,76	9,95
9,96	99,20	988,0	3,156	9,980	2,152	4,635	9,987	31,29	77,91	9,96
9,97	99,40	991,0	3,158	9,985	2,152	4,637	9,990	31,32	78,07	9,97
9,98	99,60	994,0	3,159	9,990	2,153	4,638	9,993	31,35	78,23	9,98
9,99	99,80	997,0	3,161	9,995	2,154	4,640	9,997	31,38	78,38	9,99
10,00	100,00	1000,0	3,162	10,000	2,154	4,642	10,000	31,42	78,54	10,00

Tabelite nr. 2 kasutamise juhis. Tabelites tähendab:

n — mistahes kolmekohalist arvu 1,00 kuni 9,99, näiteks arvu 3,28.

d — mistahes kolmekohalist ringi läbimõõdu väärtust 1,00 kuni 9,99, näit. 3,28.

n^2 — arvu n ruutu. Näiteks $3{,}28^2 = 10{,}76$.

n^3 — arvu n kuupi. Näiteks $3{,}28^3 = 35{,}29$.

$\sqrt{n}$ — arvu n ruutjuur. Näiteks $\sqrt{3{,}28} = 1{,}811$.

$\sqrt{10n}$ — arvust n 10 korda suurema arvu ruutjuur. Näiteks $\sqrt{32{,}8} = 5{,}727$.

$\sqrt[3]{n}$ — arvu n kuupjuur. Näiteks $\sqrt[3]{3{,}28} = 1{,}486$.

$\sqrt[3]{10n}$ — arvust n 10 korda suurema arvu kuupjuur. Näiteks $\sqrt[3]{32{,}8} = 3{,}201$.

$\sqrt[3]{100n}$ — arvust n 100 korda suurema arvu kuupjuur. Näiteks $\sqrt[3]{328} = 6{,}896$.

πd — ringi ümbermõõtu, kui läbimõõt on d. Näiteks $C = \pi \cdot 3{,}28 = 10{,}30$.

$\frac{\pi d^2}{4}$ — ringi pindala, kui läbimõõt on d. Näiteks $S = \frac{\pi \cdot 3{,}28^2}{4} = 8{,}450$.

Tabelite nr. 2 abil on võimalik leida ka mistahes kolmekohaliste arvude (s. o. veerus n toodud arvudest 10, 100, 1000, ... korda suuremate või väiksemate arvude) ruutusid, kuupe, ruut- ja kuupjuuri ning ringide ümbermõõte ja pindalasid. Juhised, mille järgi talitatakse niisuguste arvude puhul, põhjenevad järgmistel tõsiasjadel:

1.	Arvu	suurenedes vähenedes	10 korda	tema	ruut	suureneb väheneb	100	korda.	
2.	„	„	10 „	„	kuup	„	1 000	„	.
3.	„	„	100 „	„	ruutjuur	„	10	„	.
4.	„	„	1 000 „	„	kuupjuur	„	10	„	.

5. Ringi läbimõõdu $\begin{matrix}\text{suurenedes}\\\text{vähenedes}\end{matrix}$ 10 korda tema ümbermõõt $\begin{matrix}\text{suureneb}\\\text{väheneb}\end{matrix}$ 10 korda.

6. „ „ „ 10 „ „ pindala $\begin{matrix}\text{suureneb}\\\text{väheneb}\end{matrix}$ 100 korda.

Juhised antud arvu ruudu ja kuubi ning ringi ümbermõõdu ja pindala leidmiseks.

1. Veerus *n* leitakse arv, millel on sama tüvi (vt. lk. 10) kui antud arvul või läbimõõdul, ja leitakse esmalt selle arvu ruut või kuup, ringi ümbermõõt või pindala.

2. Kui antud arvus koma on 1, 2, 3, ... kohta $\begin{matrix}\text{paremal}\\\text{vasemal}\end{matrix}$ võrreldes veerus *n* leitud arvuga, siis

tema ruudus koma asetatakse 2, 4, 6, ... kohta $\begin{matrix}\text{paremale}\\\text{vasemale}\end{matrix}$,
„ kuubis „ „ 3, 6, 9, ... „ „ ,
ringi ümbermõõdus koma asetatakse 1, 2, 3, ... kohta $\begin{matrix}\text{paremale}\\\text{vasemale}\end{matrix}$,
„ pindalas „ „ 2, 4, 6, ... „ „ ,

võrreldes tabelist leitud ruudu, kuubi, ümbermõõdu või pindalaga, kirjutades tarbe korral nulle selle kirjutise ette või järele.

Näidis 1: Leida $23{,}9^2$. Tabelist leiame, et $2{,}39^2 = 5{,}712$. Et antud arvus koma on 1 koht paremal võrreldes arvuga 2,39, siis ruudus tuleb koma asetada 2 kohta paremale võrreldes tabelistleitud ruuduga. Seega $23{,}9^2 = 571{,}2$.

Näidis 2: Leida $0{,}534^3$. Tabelist leiame, et $5{,}34^3 = 152{,}3$. Et antud arvus koma on 1 koht vasemal võrreldes arvuga 5,34, siis kuubis koma asetatakse 3 kohta vasemale. Seega $0{,}534^3 = 0{,}1523$.

Näidis: 3: Leida ringi pindala, kui läbimõõt on 342 mm. Tabelist leiame, et läbimõõdule 3,42 vastab pindala 9,186. Et antud läbimõõdu kirjutises koma on 2 kohta paremal võrreldes tabelis esineva läbimõõduga, siis pindalas tuleb koma asetada 4 kohta paremale. Seega ringi pindala on 91860 mm^2.

Juhised antud arvu ruut- ja kuupjuure leidmiseks.

1. Ruutjuure / Kuupjuure leidmiseks jaotatakse juuritava numbrid komast alates ülakomade abil kahekohalistesse / kolmekohalistesse rühmadesse. Seejuures võib tüve esimene rühm osutuda ka ühekohaliseks / ühe- või kahekohaliseks. Et kümnendmurru viimane rühm oleks kahekohaline / kolmekohaline, selleks lisatakse tarbe korral murdosa lõppu üks null / üks või kaks nulli. Need nullid loetakse kuuluvaiks juuritava tüvesse.

2. Veerus n leitakse arv, millel on sama tüvi kui juuritaval. Selle arvu järgi leitakse juur:

Kui juuritava tüve esimene rühm on ühekohaline, siis ruutjuur võetakse veerust $\sqrt{n}$ ja kuupjuur veerust $\sqrt[3]{n}$.

Kui juuritava tüve esimene rühm on kahekohaline, siis ruutjuur võetakse veerust $\sqrt{10n}$ ja kuupjuur veerust $\sqrt[3]{10n}$.

Kui juuritava tüve esimene rühm on kolmekohaline, siis kuupjuur võetakse veerust $\sqrt[3]{100n}$.

Kui juuritavas koma on 1, 2, 3, ... rühma paremal / vasemal tüve esimese tüvinumbrite rühma järel seisvast ülakomast, siis juures koma asetatakse esimesest tüvinumbrist 1, 2, 3, ... kohta paremale / vasemale.

Näidis 4: Leida $\sqrt{258}$. Jaotame juuritava numbrid rühmadesse: 2'58. Et esimene rühm on ühekohaline, siis ruutjuure võtame veerust $\sqrt{n}$. Sealt leiame arvu 1,606. Et juuritavas koma on 1 rühm paremal esimesest ülakomast, siis ruutjuures tuleb koma asetada 1 koht paremale. Seega $\sqrt{258} = 16{,}06$.

Näidis 5: Leida $\sqrt{0{,}00258}$. Jaotame juuritava numbrid rühmadesse: 0,00'25'80. Et tüve esimene rühm (25) on kahekohaline, siis ruutjuure võtame veerust $\sqrt{10n}$. Sealt leiame arvu 5,079. Et juuritavas koma on tüve esimese

rühma järel seisvast ülakomast 2 rühma vasemal, siis ruutjuures koma asetatakse 2 kohta vasemale. Seega $\sqrt{0{,}00258} = 0{,}05079$.

Näidis 6: Leida $\sqrt[3]{0{,}0008}$. Jaotame juuritava numbrid rühmadesse; seejuures tuleb viimast rühma täiendada kahe nulliga: 0,000'800'. Et esimene tüve rühm on kolmekohaline, siis kuupjuur tuleb võtta veerust $\sqrt[3]{100n}$. Sealt leiame arvu 9,283. Et juuritavas koma on tüve esimese rühma järel seisvast ülakomast 2 rühma vasemal, siis kuupjuures tuleb koma asetada 2 kohta vasemale. Seega $\sqrt[3]{0{,}0008} = 0{,}09283$.

Neljakohaliste arvude ruutude, kuupide jne. leidmiseks võib need arvud ümardada kolmekohalisteks ja seejärel talitada nagu kolmekohaliste arvudega.

4. Tabel nr. 3. Ringjoone jagamine n võrdseks osaks.

Jaotuste arv n	Aukudevahe kaugus a	Jaotuste arv n	Aukudevahe kaugus a	Jaotuste arv n	Aukudevahe kaugus a	Jaotuste arv n	Aukudevahe kaugus a
1	0,000 D	26	0,121 D	51	0,0616 D	76	0,0413 D
2	1,000 D	27	0,116 D	52	0,0604 D	77	0,0408 D
3	0,866 D	28	0,112 D	53	0,0592 D	78	0,0403 D
4	0,707 D	29	0,108 D	54	0,0581 D	79	0,0398 D
5	0,588 D	30	0,105 D	55	0,0571 D	80	0,0393 D
6	0,500 D	31	0,101 D	56	0,0561 D	81	0,0388 D
7	0,434 D	32	0,0980 D	57	0,0551 D	82	0,0383 D
8	0,383 D	33	0,0951 D	58	0,0541 D	83	0,0378 D
9	0,342 D	34	0,0923 D	59	0,0532 D	84	0,0374 D
10	0,309 D	35	0,0896 D	60	0,0523 D	85	0,0369 D
11	0,282 D	36	0,0872 D	61	0,0515 D	86	0,0364 D
12	0,259 D	37	0,0848 D	62	0,0506 D	87	0,0361 D
13	0,239 D	38	0,0826 D	63	0,0498 D	88	0,0357 D
14	0,223 D	39	0,0805 D	64	0,0491 D	89	0,0353 D
15	0,208 D	40	0,0785 D	65	0,0483 D	90	0,0349 D
16	0,195 D	41	0,0766 D	66	0,0476 D	91	0,0345 D
17	0,184 D	42	0,0747 D	67	0,0469 D	92	0,0341 D
18	0,174 D	43	0,0730 D	68	0,0462 D	93	0,0338 D
19	0,165 D	44	0,0713 D	69	0,0455 D	94	0,0334 D
20	0,156 D	45	0,0698 D	70	0,0449 D	95	0,0331 D
21	0,149 D	46	0,0682 D	71	0,0442 D	96	0,0327 D
22	0,142 D	47	0,0668 D	72	0,0436 D	97	0,0324 D
23	0,136 D	48	0,0654 D	73	0,0430 D	98	0,0320 D
24	0,131 D	49	0,0641 D	74	0,0424 D	99	0,0317 D
25	0,125 D	50	0,0628 D	75	0,0419 D	100	0,0314 D

Tabel nr. 3 kasutamise juhis. Aukudevahe kauguse a leidmiseks otsitakse esmalt tabeli esimesest veerust antud jaotuste arv n, millele vastab teises veerus aukudevahe kaugus läbimõõdu $D = 1$ jaoks. Korrutades leitud arvu antud läbimõõduga saadakse otsitud aukudevahe kaugus a.

Näidis: Ringi läbimõõt D on 100 ja aukude arv n 20. Leida aukudevahe kaugus a.

$n = 20$-le vastav $a = 0{,}156\,D$

$a = 0{,}156 \cdot 100 = \mathbf{15{,}6}$ (mm).

5. Tabel nr. 4. Ribaterase ja pleki ühe jooksva meetri kaal kg-des.

(Erikaal 7,85 kg/dm³).

Laius mm-tes	Paksus mm-tes																		
	0,25	0,5	0,75	1	2	3	4	5	6	8	10	13	16	20	25	30	35	40	50
1	0,002	0,004	0,006	0,008	0,016	0,024	0,031	0,039	0,047	0,063	0,079	0,102	0,126	0,157	0,196	0,236	0,275	0,314	0,393
2	0,004	0,008	0,012	0,016	0,031	0,047	0,063	0,079	0,094	0,126	0,157	0,204	0,251	0,314	0,393	0,471	0,549	0,628	0,785
3	0,006	0,012	0,018	0,024	0,047	0,071	0,094	0,118	0,141	0,188	0,236	0,306	0,377	0,471	0,589	0,706	0,824	0,942	1,178
4	0,008	0,016	0,024	0,031	0,063	0,094	0,126	0,157	0,188	0,251	0,314	0,408	0,502	0,628	0,785	0,942	1,099	1,256	1,570
5	0,010	0,020	0,030	0,039	0,079	0,118	0,157	0,196	0,235	0,314	0,393	0,510	0,628	0,785	0,981	1,177	1,374	1,570	1,972
6	0,012	0,024	0,036	0,047	0,094	0,141	0,188	0,236	0,283	0,377	0,471	0,612	0,754	0,942	1,178	1,413	1,649	1,884	2,355
8	0,010	0,031	0,047	0,063	0,126	0,188	0,251	0,314	0,377	0,502	0,628	0,816	1,005	1,256	1,570	1,884	2,198	2,512	3,140
10	0,020	0,039	0,059	0,079	0,157	0,236	0,314	0,393	0,471	0,628	0,785	1,021	1,256	1,570	1,963	2,355	2,748	3,140	3,925
13	0,026	0,051	0,076	0,102	0,204	0,306	0,408	0,510	0,612	0,816	1,021	1,327	1,633	2,041	2,551	3,062	3,572	4,082	5,108
16	0,031	0,063	0,094	0,126	0,251	0,377	0,502	0,628	0,754	1,005	1,256	1,634	2,010	2,512	3,140	3,768	4,396	5,024	6,280
20	0,039	0,079	0,118	0,157	0,314	0,471	0,628	0,785	0,942	1,256	1,570	2,041	2,512	3,140	3,925	4,710	5,495	6,280	7,850
25	0,049	0,098	0,147	0,196	0,393	0,589	0,785	0,981	1,178	1,570	1,963	2,551	3,140	3,925	4,906	5,888	6,869	7,850	9,813
30	0,059	0,118	0,177	0,236	0,471	0,707	0,942	1,178	1,413	1,884	2,355	3,062	3,768	4,710	5,887	7,065	8,243	9,420	11,78
35	0,069	0,138	0,206	0,275	0,550	0,824	1,099	1,374	1,649	2,198	2,748	3,572	4,396	5,495	6,870	8,243	9,615	10,99	13,74
40	0,079	0,157	0,236	0,314	0,628	0,942	1,256	1,570	1,884	2,512	3,140	4,082	5,024	6,280	7,850	9,417	10,99	12,56	15,70
50	0,098	0,196	0,295	0,393	0,785	1,178	1,570	1,962	2,355	3,140	3,925	5,102	6,280	7,850	9,813	11,78	13,74	15,70	19,63
60	0,118	0,236	0,353	0,471	0,942	1,413	1,884	2,355	2,826	3,768	4,710	6,123	7,536	9,420	11,78	14,13	16,49	18,84	23,55
70	0,137	0,275	0,412	0,549	1,099	1,649	2,198	2,748	3,297	4,396	5,495	7,144	8,792	10,99	13,74	16,49	19,23	21,98	27,48
80	0,157	0,314	0,471	0,628	1,256	1,884	2,512	3,140	3,768	5,024	6,280	8,164	10,05	12,56	15,70	18,84	21,98	25,12	31,40
90	0,177	0,353	0,529	0,706	1,413	2,119	2,826	3,532	4,239	5,652	7,065	9,184	11,30	14,13	17,66	21,20	24,73	28,26	35,33
100	0,196	0,393	0,589	0,785	1,570	2,355	3,140	3,925	4,710	6,280	7,850	10,21	12,56	15,70	19,63	23,55	27,48	31,40	39,25
150	0,294	0,589	0,883	1,177	2,355	3,532	4,710	5,887	7,065	9,420	11,78	15,31	18,84	23,55	29,44	35,33	41,21	47,10	58,88
200	0,393	0,785	1,178	1,570	3,140	4,710	6,280	7,850	9,420	12,56	15,70	20,41	25,12	31,40	39,25	47,10	54,95	62,80	78,50
250	0,491	0,981	1,471	1,962	3,925	5,887	7,850	9,812	11,78	15,70	19,63	25,51	31,40	39,25	49,06	58,88	68,69	78,50	98,13
300	0,589	1,178	1,766	2,355	4,710	7,065	9,420	11,78	14,13	18,84	23,55	30,62	37,68	47,10	58,88	70,65	82,43	94,20	117,8
400	0,785	1,570	2,355	3,140	6,280	9,420	12,56	15,70	18,84	25,12	31,40	40,82	50,24	62,80	78,50	94,20	109,9	125,6	157,0
700	1,374	2,748	4,121	5,500	10,99	16,49	21,98	27,48	32,97	43,96	54,95	71,44	87,92	109,9	137,4	164,9	192,3	219,8	274,8
1000	1,962	3,925	5,888	7,850	15,70	23,55	31,40	39,25	47,10	62,80	78,50	102,1	125,6	157,0	196,3	235,5	274,8	314,0	392,5

Tabel nr. 4 kasutamise juhis. Otsitud ribaterase (või pleki) jooksva meetri kaal on antud paksuse arvu veeru ja laiusearvu rea ristumiskohal.

Näidis: Leida ribaterase 13.16 jooksva meetri kaal kg-des.

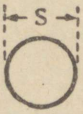
Paksuseveeru 13 ja laiuserea 16 ristumiskohal leiame, et 1 jm seda ribaterast kaalub 1,634 ehk 1,63 kg.

Tabeli viimase rea (1 000) arvud näitavad 1 m² pleki kaalu kg-des.

Näidis: 1 m² 0,75 mm plekki kaalub 5,888 ehk 5,89 kg, kuna 1 m² 25 mm plekki kaalub 196,3 ehk 196 kg.

6. Tabel nr. 5. Kuuskant-, ümar- ja ruutterase ühe jooksva meetri kaal kg-des.

(Erikaal 7,85 kg/dm³).

S = mm			
5	0,170	0,154	0,196
6	0,245	0,222	0,283
7	0,333	0,302	0,385
8	0,435	0,395	0,502
9	0,551	0,499	0,636
10	0,680	0,617	0,785
12	0,979	0,888	1,130
14	1,333	1,208	1,539
16	1,740	1,578	2,010
18	2,203	1,998	2,543
20	2,719	2,466	3,140
22	3,290	2,984	3,799
24	3,916	3,551	4,522
26	4,596	4,168	5,307
28	5,330	4,834	6,154
30	6,118	5,549	7,065
35	8,328	7,553	9,616
40	10,88	9,865	12,56
45	13,77	12,49	15,90
50	17,00	15,41	19,63
55	20,57	18,65	23,75
60	24,47	22,20	28,26
65	28,72	26,05	33,17
70	33,31	30,21	38,46
75	38,24	34,68	44,16
80	43,51	39,46	50,24
85	49,12	44,55	56,72
90	55,07	49,94	63,58
100	67,98	61,65	78,50
110	82,26	74,60	94,98
120	97,90	88,78	113,0
130	114,9	104,2	132,7
140	133,3	120,8	153,9
150	153,0	138,7	176,6
160	174,0	157,8	201,0
180	220,3	199,8	254,3
200	271,9	246,6	314,0
300	611,8	554,9	706,5
400	1088	986,5	1256
500	1700	1541	1963

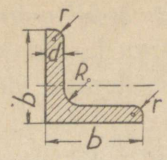
Tabel nr. 5 kasutamise juhis. Tabeli esimesse veergu on paigutatud latt-teraste jämedused mm-tes, teise veergu kuuskant-terase, kolmandasse ümarterase ja neljandasse ruut-terase ühe jooksva meetri kaal kg-des.

Näidis: Leida ruutterase jm kaal, kui serva pikkus on 50. Tabeli esimesest veerust otsitakse arv 50 ja sama rea neljandast veerust leitakse, et üks jm kaalub 19,63 ehk 19,6 kg.

Et tarvitada tabelites toodud terase kaale ka teiste materjalide puhul, tuleb neid korrutada:

1) vase puhul 1,1-ga,
2) messingi puhul 1,1-ga,
3) tsingi puhul 0,9-ga,
4) tina puhul 0,9-ga,
5) alumiiniumi puhul 0,33-ga,
6) malmi puhul 0,92-ga,
7) plii puhul 1,4-ga.

Näidis: Mitu kg kaalub 1 jm ümarvaske, läbimõõduga 18 mm, kui sama läbimõõduga ümarterase 1 jm kaalub 2 kg. 1 jm vaske Ø 18 kaalub $1{,}1 \cdot 2 = 2{,}2$ kg.

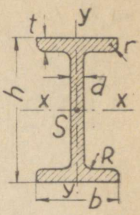


Tabel nr. 6. Võrdkülgne nurkteras.

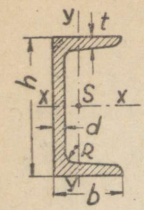
OST 2452

Profiili nr.	Jooksevmeetri kaal kg-des	Mõõtmed mm-tes				Põikpind S cm²-tes	Raskuskeskme kaugus cm-tes
		b	d	R	r		
2	0,89	20	3	3,5	1,2	1,13	0,60
	1,15		4			1,46	0,64
2,5	1,12	25	3	3,5	1,2	1,43	0,73
	1,46		4			1,86	0,77
3	1,78	30	4	4,5	1,5	2,27	0,89
	2,18		5			2,78	0,93
3,5	2,10	35	4	4,5	1,5	2,67	1,01
	2,57		5			3,28	1,05
4	2,42	40	4	5,0	1,7	3,08	1,13
	2,97		5			3,79	1,17
	3,52		6			4,48	1,21
4,5	2,73	45	4	5,0	1,7	3,48	1,26
	3,37		5			4,29	1,30
	3,99		6			5,08	1,34
5	3,77	50	5	5,5	1,8	4,80	1,42
	4,47		6			5,69	1,46
6	4,57	60	5	6,5	2,2	5,82	1,66
	5,42		6			6,91	1,70
	7,09		8			9,03	1,78
6,5	5,93	65	6	8,0	2,7	7,55	1,82
	7,75		8			9,87	1,90
	9,51		10			12,1	1,98
7,5	6,89	75	6	9,0	3,0	8,78	2,06
	9,03		8			11,5	2,14
	11,1		10			14,1	2,22
	13,1		12			16,7	2,30
8	9,66	80	8	9,0	3,0	12,3	2,27
	11,9		10			15,1	2,35
9	11,0	90	8	11	3,7	14,0	2,51
	13,5		10			17,2	2,59
	16,0		12			20,4	2,67
	18,4		14			23,4	2,74
10	12,3	100	8	12	4,0	15,6	2,75
	15,1		10			19,2	2,83
	17,9		12			22,8	2,91
	20,6		14			26,3	2,99
	23,3		16			29,7	3,06
12	18,3	120	10	13	4,3	23,3	3,33
	21,7		12			27,6	3,41
	25,1		14			31,9	3,49
	28,4		16			36,1	3,56
13	19,8	130	10	13	4,3	25,3	3,58
	23,6		12			30,0	3,66
	27,3		14			34,7	3,74
	30,9		16			39,3	3,82
15	27,4	150	12	15	5,0	34,9	4,15
	31,7		14			40,4	4,22
	36,0		16			45,8	4,30
	40,1		18			51,1	4,38
	44,3		20			56,4	4,46
18	38,3	180	14	15	5,0	48,8	4,97
	43,5		16			55,4	5,05
20	48,7	200	16	18	6,0	62,0	5,55
	54,4		18			69,3	5,62
	60,1		20			76,5	5,70
	71,3		24			90,8	5,85

Tabel nr. 7. I-teras. OST 2452



Profiili nr.	Jooksevmeetri kaal kg-des	Mõõtmed mm-tes						Põikpind S cm²-tes	Vastupanumoment x-telje suhtes cm³-tes
		h	b	d	t	R	r		
10	11,2	100	68	4,5	7,6	6,5	3,3	14,3	49
12	14,0	120	74	5,0	8,4	7,0	3,5	17,8	72,7
14	16,9	140	80	5,5	9,1	7,5	3,8	21,5	102
16	20,5	160	88	6,0	9,9	8,0	4,0	26,1	141
18	24,1	180	94	6,5	10,7	8,5	4,3	30,6	185
20 a	27,9	200	100	7,0	11,4	9,0	4,5	35,5	237
20 b	31,1		102	9,0				39,5	250
22 a	33,0	220	110	7,5	12,3	9,5	4,8	42,0	309
22 b	36,4		112	9,5				46,4	325
24 a	37,4	240	116	8,0	13,0	10,0	5,0	47,7	381
24 b	41,2		118	10,0				52,6	400
27 a	42,8	270	122	8,5	13,7	10,5	5,3	54,6	485
27 b	47,1		124	10,5				60,0	509
30 a	48,0	300	126	9,0	14,4	11,0	5,5	61,2	597
30 b	52,7		128	11,0				67,2	627
30 c	57,4		130	13,0				73,2	657
33 a	53,4	330	130	9,5	15,0	11,5	5,8	68,1	721
33 b	58,6		132	11,5				74,7	757
33 c	63,8		134	13,5				81,3	794
36 a	59,9	360	136	10,0	15,8	12,0	6,0	76,3	875
36 b	65,6		138	12,0				83,5	919
36 c	71,2		140	14,0				90,7	962
40 a	67,6	400	142	10,5	16,5	12,5	6,3	86,1	1090
40 b	73,8		144	12,5				94,1	1140
40 c	80,1		146	14,5				102	1190
45 a	80,4	450	150	11,5	18	13,5	6,8	102	1430
45 b	87,4		152	13,5				111	1500
45 c	94,5		154	15,5				120	1570
50 a	93,6	500	158	12	20	14	7,0	119	1860
50 b	101		160	14				129	1940
50 c	109		162	16				139	2080
55 a	105	550	166	12,5	21	14,5	7,3	134	2290
55 b	114		168	14,5				145	2390
55 c	123		170	16,5				156	2490
60 a	118	600	176	13	22	15	7,5	151	2800
60 b	128		178	15				163	2920
60 c	137		180	17				175	3040



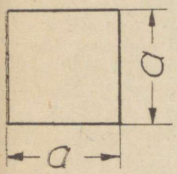
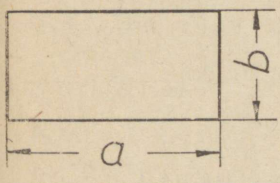
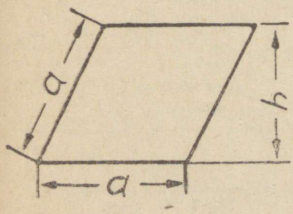
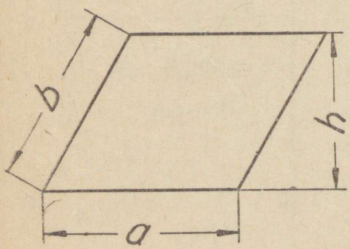
Profiili nr.	Jooksva meetri kaal kg-des	Mõõtmed mm-tes						Põikpind S cm²-tes	Vastupanumoment x-telje suhtes cm³-tes	Raskuskeskme kaugus cm-tes
		h	b	d	t	R	r			
5	5,44	50	37	4,5	7,0	7,0	3,5	6,93	10,4	1,35
6,5	6,70	65	40	4,8	7,5	7,5	3,75	8,54	17,0	1,38
8	8,04	80	43	5,0	8,0	8,0	4,00	10,24	25,3	1,43
10	10,00	100	48	5,3	8,5	8,5	4,25	12,74	39,7	1,52
12	12,06	120	53	5,5	9,0	9,0	4,50	15,36	57,7	1,62
14 *a*	14,53	140	58	6,0	9,5	9,5	4,75	18,51	80,5	1,71
14 *b*	16,73		60	8,0				21,31	87,1	1,67
16 *a*	17,23	160	63	6,5	10,0	10,0	5,0	21,95	108,3	1,80
16 *b*	19,74		65	8,5				25,15	116,8	1,75
18 *a*	20,17	180	68	7,0	10,5	10,5	5,25	25,69	141,4	1,88
18 *b*	22,99		70	9,0				29,29	152,2	1,84
20 *a*	23,33	200	73	7,5	11,0	11,0	5,5	29,72	180,4	1,97
20 *b*	26,47		75	9,5				33,72	193,7	1,93
22 *a*	26,54	220	77	8,0	11,5	11,5	5,75	33,81	223,4	2,03
22 *b*	29,99		79	10,0				38,21	239,6	1,99
a	26,02		78	6,5				33,13	250,8	2,10
24 *b*	29,78	240	80	8,5	12,0	12,0	6,0	37,93	270,0	2,06
c	33,54		82	10,5				42,73	289,2	2,02
a	29,87		82	7,0				38,05	318,6	2,14
27 *b*	34,11	270	84	9,0	12,5	12,5	6,25	43,45	342,9	2,09
c	38,35		86	11,0				48,85	367,2	2,04
a	34,45		85	7,5				43,89	403,2	2,17
30 *b*	39,16	300	87	9,5	13,5	13,5	6,75	49,89	433,2	2,13
c	43,87		89	11,5				55,89	463,2	2,09
a	38,70		88	8.0				49,30	489,5	2,21
33 *b*	43,88	330	90	10,0	14,0	14,0	7,0	55,90	525,8	2,14
c	49,06		92	12,0				62,50	562,1	2,10
a	47,80		96	9,0				60,89	659,7	2,44
36 *b*	53,45	360	98	11,0	16,0	16,0	8,0	68,09	702,9	2,37
c	59,10		100	13,0				75,29	746,1	2,34
a	58,91		100	10,5				75,05	878,2	2,49
40 *b*	65,19	400	102	12,5	18,0	18,0	9,0	83,05	932,2	2,44
c	71,47		104	14,5				91,05	985,6	2,42

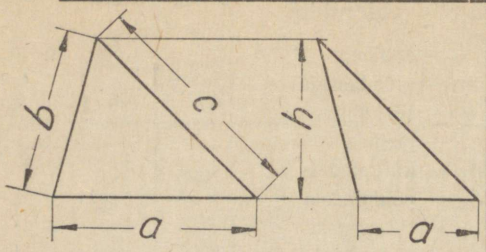
Tabelite nr. 6, 7 ja 8 kasutamise juhis. Tabelites on toodud profiilteraste tähistused, jooksva meetri kaal kg-des, mõõtmed, põikpinna suurused cm²-tes, ebasümmeetriliste teraste raskuskeskme kaugus ja vastupanumoment x-telje suhtes.

Suuruste otsimine toimub samuti kui tabel nr. 4 ja 5 puhul.

8. Pind- ja ruumalade valemid.

Tähised: a, b, c — küljepikkused või alused; h — kõrgus; C — ümbermõõt; R, r — raadius; D, d — läbimõõt; k — kaarepikkus; p — põhja ümbermõõt; l — apoteem; m — moodustaja; φ — kesknurk; S — pindala; S_k — külgpindala; S_p — põhipindala; S_t — täispindala; V — ruumala

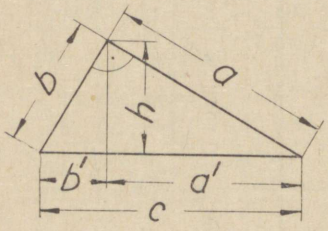
	Ruut	$S = a^2$ $C = 4a$
	Ristkülik	$S = ab$ $C = 2(a + b)$
	Romb	$S = ah$ $C = 4a$
	Rööpkülik	$S = ah$ $C = 2(a + b)$



Kolmnurk

$S = \frac{1}{2}ah$

$C = a + b + c$



Täisnurkne kolmnurk

$S = \frac{1}{2}ab = \frac{1}{2}ch$

$c^2 = a^2 + b^2$

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

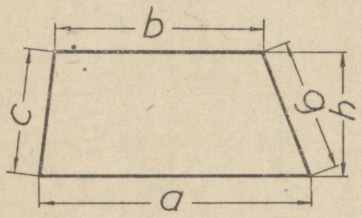
$a = \sqrt{c^2 - b^2}$

$b = \sqrt{c^2 - a^2}$

$a^2 = a' \cdot c; \quad a = \sqrt{a' \cdot c}$

$b^2 = b' \cdot c; \quad b = \sqrt{b' \cdot c}$

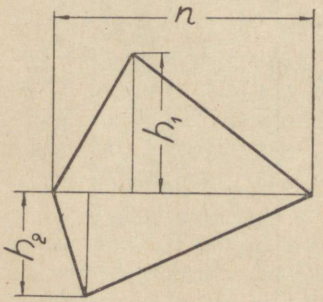
$h^2 = a' \cdot b'; \quad h = \sqrt{a' \cdot b'}$



Trapets

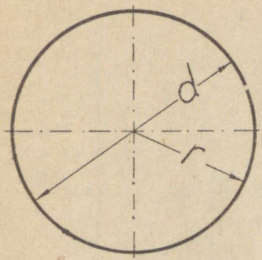
$S = \frac{1}{2}(a + b)h$

$C = a + b + c + g$



Nelinurk

$S = \frac{1}{2}(h_1 + h_2)n$

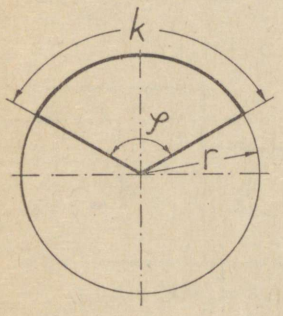


Ring

$$S = \pi r^2 = \frac{\pi d^2}{4} \approx 0{,}785^* \, d^2$$

*) Ligikaudsete arvutuste puhul võetakse 0,8!

$$C = 2\pi r = \pi d$$

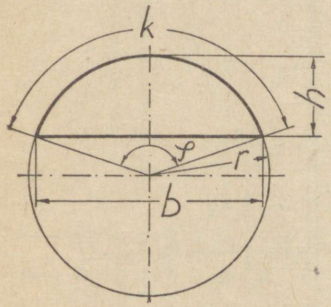


Ringisektor

$$S = \tfrac{1}{2} kr = \frac{\pi r^2 \varphi}{360} \approx 0{,}00873 \, r^2 \varphi$$

$$k = \frac{\pi r \varphi}{180} \approx 0{,}0175 \, r \varphi$$

$$\varphi = 57{,}3 \, \frac{k}{r}$$



Ringi-
segment

$$S = \tfrac{1}{2} kr - \tfrac{1}{2} b(r - h)$$

Ligikaudsete arvutuste puhul:

$$S \approx \tfrac{2}{3} bh$$

$$r = \frac{b^2 + 4h^2}{8h}$$

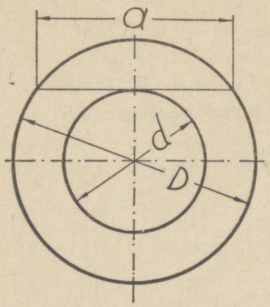
$$b = 2\sqrt{h(2r - h)} = 2r \sin \frac{\varphi}{2}$$

$$h = r - \sqrt{r^2 - 0{,}25b^2} =$$

$$= r\left(1 - \cos \frac{\varphi}{2}\right)$$

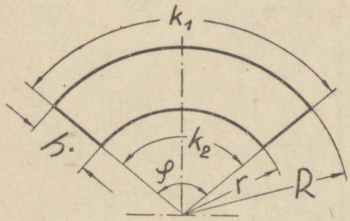
$$k = \frac{\pi r \varphi}{180} \approx 0{,}0175r =$$

$$= \sqrt{b^2 + \frac{16}{3} h^2}$$



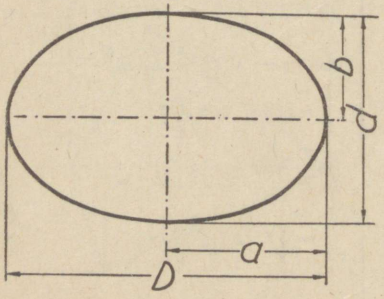
Tasarõngas

$$S = \frac{1}{4}\pi(D^2 - d^2) = \frac{\pi a^2}{4}$$



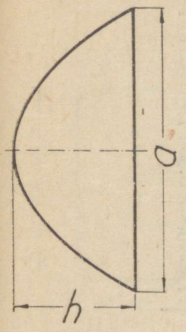
Tasarõnga osa

$$S = \tfrac{1}{2}h(k_1 + k_2) =$$
$$= \frac{\pi\varphi}{360}(R^2 - r^2)$$



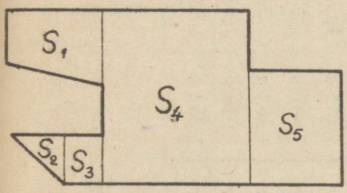
Ellips

$$S = \pi ab = \tfrac{1}{4}\pi Dd$$
$$C \approx \pi(a + b) = \tfrac{1}{2}\pi(D + d)$$



Parabool

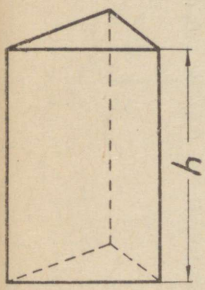
$S = \frac{2}{3}ha$



Korrapäratu hulknurk

Hulknurk tükeldatakse kujundeiks, mille pindala on võimalik arvutada; nende arvutamisel ja saaduste liitmisel leitakse antud hulknurga pindala.

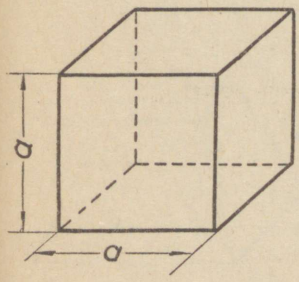
$S = S_1 + S_2 + S_3 + \ldots + S_n$



Prisma

$V = S_p h$

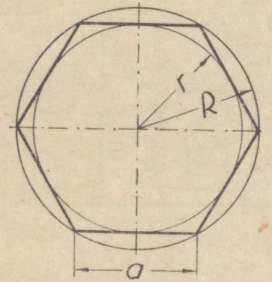
$S_t = 2S_p + S_k$



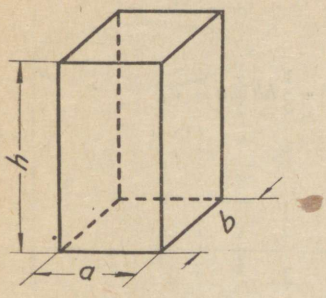
Kuup

$V = a^3$

$S_t = 6a^2$



Korrapärane hulknurk	Külg a		Ümberjoonestatud ringi raadius R	Sissejoonestatud ringi raadius r	Pindala S		
Kolmnurk	1,732 R	3,464 r	0,577 a	0,289 a	0,433 a^2	1,299 R^2	5,196 r^2
Nelinurk	1,414 R	2,000 r	0,707 a	0,500 a	1,000 a^2	2,000 R^2	4,000 r^2
Viisnurk	1,176 R	1,453 r	0,851 a	0,688 a	1,721 a^2	2,378 R^2	3,633 r^2
Kuusnurk	1,000 R	1,155 r	1,000 a	0,866 a	2,598 a^2	2,598 R^2	3,464 r^2
Seitsenurk	0,868 R	0,963 r	1,152 a	1,038 a	3,634 a^2	2,736 R^2	3,371 r^2
Kaheksanurk	0,765 R	0,828 r	1,307 a	1,207 a	4,828 a^2	2,828 R^2	3,314 r^2
Üheksanurk	0,684 R	0,728 r	1,462 a	1,374 a	6,182 a^2	2,893 R^2	3,276 r^2
Kümmenurk	0,618 R	0,650 r	1,618 a	1,539 a	7,694 a^2	2,939 R^2	3,249 r^2
Kaksteistnurk	0,518 R	0,536 r	1,932 a	1,866 a	11,196 a^2	3,000 R^2	3,215 r^2



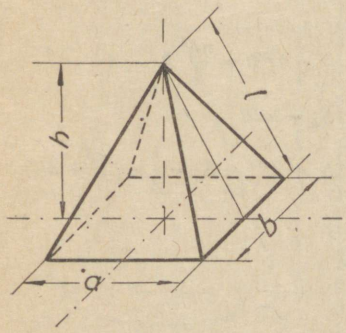
Risttahukas

$V = abh$

$S_p = ab$

$S_k = 2h(a + b)$

$S_t = 2S_p + S_k$

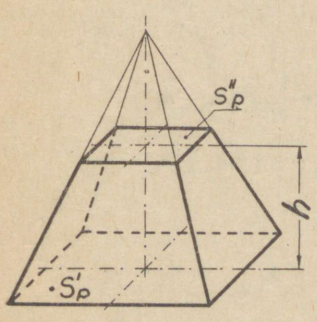


Püramiid

$V = \frac{1}{3} S_p h$

$S_k = \frac{1}{2} pl$

$S_t = S_p + S_k$

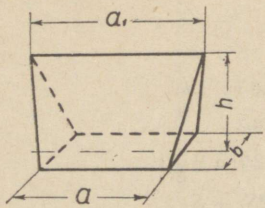
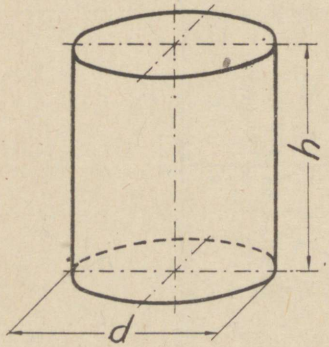
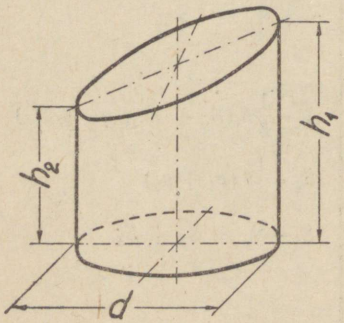


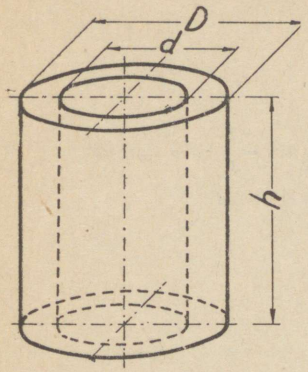
Tüvi-püramiid

$V = \frac{1}{3} h (S'_p + \sqrt{S'_p S''_p} + S''_p)$

$S_k = \frac{1}{2} l (p_1 + p_2)$

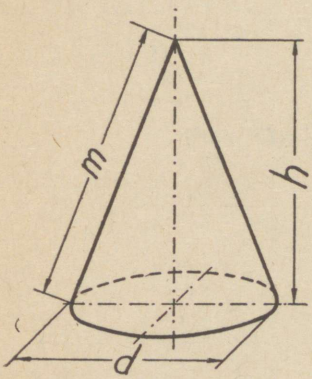
$S_t = S'_p + S''_p + S_k$

	Kiil	$V = \frac{1}{3} bh(2a + a_1)$
	Silinder	$V = \pi r^2 h = \frac{\pi d^2}{4} h$ $S_k = \pi dh$ $S_t = 2S_p + S_k = \frac{1}{2} \pi d(d + 2h)$
	Kaldulõigatud silinder	$V = \frac{1}{8} \pi d^2 (h_1 + h_2)$ $S_k = \frac{1}{2} \pi d(h_1 + h_2)$



Õõnessilinder (ehk toru)

$$V = \frac{1}{4}\pi h(D^2 - d^2) =$$
$$= \left(\frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi d^2}{4}\right) h$$



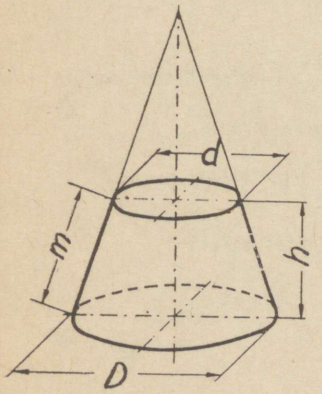
Koonus

$$V = \frac{1}{3}\pi r^2 h = \frac{1}{12}\pi d^2 h$$

$$m = \sqrt{h^2 + r^2} = \sqrt{h^2 + \left(\frac{d}{2}\right)^2}$$

$$S_k = \pi r m = \frac{1}{2}\pi d m$$

$$S_t = S_p + S_k = \frac{1}{4}\pi d(d + 2m)$$



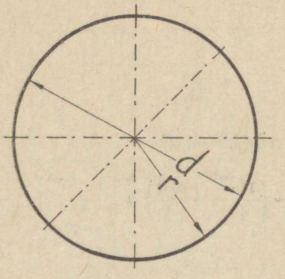
Tüvikoonus

$$V = \frac{1}{12}\pi h(D^2 + Dd + d^2)$$

$$m = \sqrt{h^2 + (R - r)^2} =$$
$$= \sqrt{h^2 + \left(\frac{D - d}{2}\right)^2}$$

$$S_k = \frac{1}{2}\pi m(D + d)$$

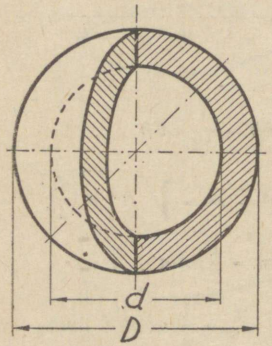
$$S_t = S_p' + S_p'' + S_k$$



Kera

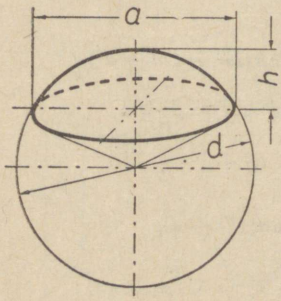
$$V = \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{1}{6}\pi d^3 = 0{,}524 d^3$$

$$S_t = 4\pi r^2 = \pi d^2$$



Õõneskera

$$V = \frac{1}{6}\pi (D^3 - d^3)$$



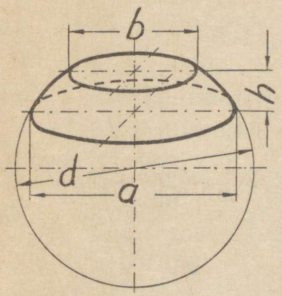
Kerasegment

$$V = \frac{1}{24}\pi h(3a^2 + 4h^2) = \frac{1}{3}\pi h^2(3r - h)$$

$$a = 2\sqrt{h(d - h)}$$

$$S_k = \frac{1}{4}\pi (a^2 + 4h^2) = \pi dh$$

$$S_t = \frac{1}{2}\pi (a^2 + 2h^2)$$

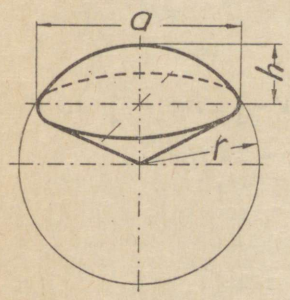


Kerakiht

$$V = \frac{1}{24}\pi h(3a^2 + 3b^2 + 4h^2)$$

$$d = \sqrt{a^2 + \left(\frac{a^2 - b^2 - 4h^2}{4h}\right)^2}$$

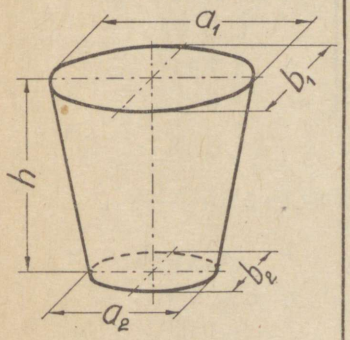
$$S_k = \pi dh$$



Kerasektor

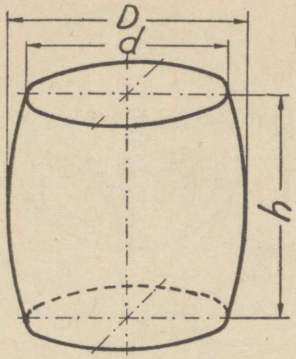
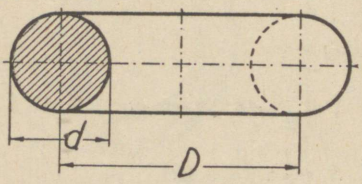
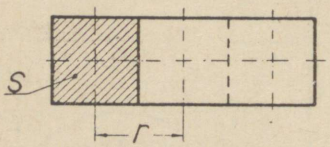
$$V = \frac{2}{3}\pi r^2 h = 2{,}094 r^2 h$$

$$S_t = \frac{1}{2}\pi r(a + 4h)$$



Toober

$$V = \frac{1}{24}\pi h\left[(2a_1 + a_2)b_1 + \right.$$
$$\left. + (2a_2 + a_1)b_2\right]$$

	Vaat	$V \approx \frac{1}{12}\pi h(2D^2 + d^2)$
	Ringrõngas	$V = \frac{1}{4}\pi^2 D d^2 = \frac{\pi d^2}{4}\pi D =$ $= 2{,}47 D d^2$
	Guldini juhis	$V = 2\pi r S$

9. Tähtsamate ainete erikaalud.

1) Tahkainete erikaalud $\frac{kg}{dm^3}$-tes.

Alumiinium	2,7	
Antimon	6,7	
Hõbe	10,5	
Jää	0,92	
Klaas, akna-	2,6	
Koks	1,4	(vaheruumidega — 0,6)
Kuld	19,3	
Magneesium	1,74	
Malm	7,25	(keskm.)
Messing	8,5	
Plii	11,3	
Pronks	8,8	(keskm.)

Puit,

kask — toores	0,8 . . . 1,1
kask — õhukuiv	0,5 . . . 0,8
kuusk — toores	0,4 . . . 1,1
kuusk — õhukuiv	0,4 . . . 0,6

Tempermalm	7,4	(keskm.)
Teras	7,85	
Tina	7,3	
Tsink	7,1	
Vask	8,9	

2) Vedelikkude erikaalud $\frac{kg}{dm^3}$-tes.

Bensiin	0,68 . . . 0,75
Petrooleum	0,76 . . . 0,86
Piiritus	0,79

3) Gaaside erikaalud $\frac{kg}{m^3}$ -tes.

Hapnik	1,43
Lämmastik	1,25
Süsihappegaas	1,98
Vesinik	0,09
Õhk	1,29

10. Tabel nr. 9. Trigonomeetrilised suurused.

o	′	sin	cos	tan	cot		
0	00	0,0000	1,0000	0,0000	∞	90	00
	10	0,0029	1,0000	0,0029	343,77	89	50
	20	0,0058	1,0000	0,0058	171,89		40
	30	0,0087	1,0000	0,0087	114,59		30
	40	0,0116	0,9999	0,0116	85,940		20
	50	0,0145	0,9999	0,0145	68,750		10
1	00	0,0175	0,9998	0,0175	57,290	89	00
	10	0,0204	0,9998	0,0204	49,104	88	50
	20	0,0233	0,9997	0,0233	42,964		40
	30	0,0262	0,9997	0,0262	38,188		30
	40	0,0291	0,9996	0,0291	34,368		20
	50	0,0320	0,9995	0,0320	31,242		10
2	00	0,0349	0,9994	0,0349	28,636	88	00
	10	0,0378	0,9993	0,0378	26,432	87	50
	20	0,0407	0,9992	0,0407	24,542		40
	30	0,0436	0,9990	0,0437	22,904		30
	40	0,0465	0,9989	0,0466	21,470		20
	50	0,0494	0,9988	0,0495	20,206		10
3	00	0,0523	0,9986	0,0524	19,081	87	00
	10	0,0552	0,9985	0,0553	18,075	86	50
	20	0,0581	0,9983	0,0582	17,169		40
	30	0,0610	0,9981	0,0612	16,350		30
	40	0,0640	0,9980	0,0641	15,605		20
	50	0,0669	0,9978	0,0670	14,924		10
4	00	0,0698	0,9976	0,0699	14,301	86	00
	10	0,0727	0,9974	0,0729	13,727	85	50
	20	0,0756	0,9971	0,0758	13,197		40
	30	0,0785	0,9969	0,0787	12,706		30
	40	0,0814	0,9967	0,0816	12,251		20
	50	0,0843	0,9964	0,0846	11,826		10
5	00	0,0872	0,9962	0,0875	11,430	85	00
	10	0,0901	0,9959	0,0904	11,059	84	50
	20	0,0929	0,9957	0,0934	10,712		40
	30	0,0958	0,9954	0,0963	10,385		30
	40	0,0987	0,9951	0,0992	10,078		20
	50	0,1016	0,9948	0,1022	9,788		10
6	00	0,1045	0,9945	0,1051	9,514	84	00
	10	0,1074	0,9942	0,1080	9,255	83	50
	20	0,1103	0,9939	0,1110	9,010		40
	30	0,1132	0,9936	0,1139	8,777		30
	40	0,1161	0,9932	0,1169	8,556		20
	50	0,1190	0,9929	0,1198	8,345		10
		cos	sin	cot	tan	o	′

°	′	sin	cos	tan	cot		
7	00	0,1219	0,9925	0,1228	8,144	83	00
	10	0,1248	0,9922	0,1257	7,953	82	50
	20	0,1276	0,9918	0,1287	7,770		40
	30	0,1305	0,9914	0,1317	7,596		30
	40	0,1334	0,9911	0,1346	7,429		20
	50	0,1363	0,9907	0,1376	7,269		10
8	00	0,1392	0,9903	0,1405	7,115	82	00
	10	0,1421	0,9899	0,1435	6,968	81	50
	20	0,1449	0,9894	0,1465	6,827		40
	30	0,1478	0,9890	0,1495	6,691		30
	40	0,1507	0,9886	0,1524	6,561		20
	50	0,1536	0,9881	0,1554	6,435		10
9	00	0,1564	0,9877	0,1584	6,314	81	00
	10	0,1593	0,9872	0,1614	6,197	80	50
	20	0,1622	0,9868	0,1644	6,084		40
	30	0,1650	0,9863	0,1673	5,976		30
	40	0,1679	0,9858	0,1703	5,871		20
	50	0,1708	0,9853	0,1733	5,769		10
10	00	0,1736	0,9848	0,1763	5,671	80	00
	10	0,1765	0,9843	0,1793	5,576	79	50
	20	0,1794	0,9838	0,1823	5,485		40
	30	0,1822	0,9833	0,1853	5,396		30
	40	0,1851	0,9827	0,1883	5,309		20
	50	0,1880	0,9822	0,1914	5,226		10
11	00	0,1908	0,9816	0,1944	5,145	79	00
	10	0,1937	0,9811	0,1974	5,066	78	50
	20	0,1965	0,9805	0,2004	4,989		40
	30	0,1994	0,9799	0,2035	4,915		30
	40	0,2022	0,9793	0,2065	4,843		20
	50	0,2051	0,9787	0,2095	4,773		10
12	00	0,2079	0,9781	0,2126	4,705	78	00
	10	0,2108	0,9775	0,2156	4,638	77	50
	20	0,2136	0,9769	0,2186	4,574		40
	30	0,2164	0,9763	0,2217	4,511		30
	40	0,2193	0,9757	0,2247	4,449		20
	50	0,2221	0,9750	0,2278	4,390		10
13	00	0,2250	0,9744	0,2309	4,331	77	00
	10	0,2278	0,9737	0,2339	4,275	76	50
	20	0,2306	0,9730	0,2370	4,219		40
	30	0,2334	0,9724	0,2401	4,165		30
	40	0,2363	0,9717	0,2432	4,113		20
	50	0,2391	0,9710	0,2462	4,061		10
		cos	sin	cot	tan	°	′

°	′	sin	cos	tan	cot		
14	00	0,2419	0,9703	0,2493	4,011	76	00
	10	0,2447	0,9696	0,2524	3,962	75	50
	20	0,2476	0,9689	0,2555	3,914		40
	30	0,2504	0,9681	0,2586	3,867		30
	40	0,2532	0,9674	0,2617	3,821		20
	50	0,2560	0,9667	0,2648	3,776		10
15	00	0,2588	0,9659	0,2679	3,732	75	00
	10	0,2616	0,9652	0,2711	3,689	74	50
	20	0,2644	0,9644	0,2742	3,647		40
	30	0,2672	0,9636	0,2773	3,606		30
	40	0,2700	0,9628	0,2805	3,566		20
	50	0,2728	0,9621	0,2836	3,526		10
16	00	0,2756	0,9613	0,2867	3,487	74	00
	10	0,2784	0,9605	0,2899	3,450	73	50
	20	0,2812	0,9596	0,2931	3,412		40
	30	0,2840	0,9588	0,2962	3,376		30
	40	0,2868	0,9580	0,2994	3,340		20
	50	0,2896	0,9572	0,3026	3,305		10
17	00	0,2924	0,9563	0,3057	3,271	73	00
	10	0,2952	0,9555	0,3089	3,237	72	50
	20	0,2979	0,9546	0,3121	3,204		40
	30	0,3007	0,9537	0,3153	3,172		30
	40	0,3035	0,9528	0,3185	3,140		20
	50	0,3062	0,9520	0,3217	3,108		10
18	00	0,3090	0,9511	0,3249	3,078	72	00
	10	0,3118	0,9502	0,3281	3,047	71	50
	20	0,3145	0,9492	0,3314	3,018		40
	30	0,3173	0,9483	0,3346	2,989		30
	40	0,3201	0,9474	0,3378	2,960		20
	50	0,3228	0,9465	0,3411	2,932		10
19	00	0,3256	0,9455	0,3443	2,904	71	00
	10	0.3283	0,9446	0,3476	2,877	70	50
	20	0,3311	0,9436	0,3508	2,850		40
	30	0,3338	0,9426	0,3541	2,824		30
	40	0,3365	0,9417	0,3574	2,798		20
	50	0,3393	0,9407	0,3607	2,773		10
20	00	0,3420	0,9397	0,3640	2,747	70	00
	10	0,3448	0,9387	0,3673	2,723	69	50
	20	0,3475	0,9377	0,3706	2,699		40
	30	0,3502	0,9367	0,3739	2,675		30
	40	0,3529	0,9356	0,3772	2,651		20
	50	0,3557	0,9346	0,3805	2,628		10
		cos	sin	cot	tan	°	′

°	′	sin	cos	tan	cot		
21	00	0,3584	0,9336	0,3839	2,605	69	00
	10	0,3611	0,9325	0,3872	2,583	68	50
	20	0,3638	0,9315	0,3906	2,560		40
	30	0,3665	0,9304	0,3939	2,539		30
	40	0,3692	0,9293	0,3973	2,517		20
	50	0,3719	0,9283	0,4006	2,496		10
22	00	0,3746	0,9272	0,4040	2,475	68	00
	10	0,3773	0,9261	0,4074	2,455	67	50
	20	0.3800	0,9250	0,4108	2,434		40
	30	0,3827	0,9239	0,4142	2,414		30
	40	0,3854	0,9228	0,4176	2,394		20
	50	0,3881	0,9216	0,4210	2,375		10
23	00	0,3907	0,9205	0,4245	2,356	67	00
	10	0,3934	0,9194	0,4279	2,337	66	50
	20	0,3961	0,9182	0,4314	2,318		40
	30	0,3987	0,9171	0,4348	2,300		30
	40	0,4014	0,9159	0,4383	2,282		20
	50	0,4041	0,9147	0,4417	2,264		10
24	00	0,4067	0,9135	0,4452	2,246	66	00
	10	0,4094	0,9124	0,4487	2,229	65	50
	20	0,4120	0,9112	0,4522	2,211		40
	30	0,4147	0,9100	0,4557	2,194		30
	40	0,4173	0,9088	0,4592	2,177		20
	50	0,4200	0,9075	0,4628	2,161		10
25	00	0,4226	0,9063	0,4663	2,145	65	00
	10	0,4253	0,9051	0,4699	2,128	64	50
	20	0,4279	0,9038	0,4734	2,112		40
	30	0,4305	0,9026	0,4770	2,097		30
	40	0,4331	0,9013	0,4806	2,081		20
	50	0,4358	0,9001	0,4841	2,066		10
26	00	0,4384	0,8988	0,4877	2,050	64	00
	10	0,4410	0,8975	0,4913	2,035	63	50
	20	0,4436	0,8962	0,4950	2,020		40
	30	0,4462	0,8949	0,4986	2,006		30
	40	0,4488	0,8936	0,5022	1,991		20
	50	0,4514	0,8923	0,5059	1,977		10
27	00	0,4540	0,8910	0,5095	1,963	63	00
	10	0,4566	0,8897	0,5132	1,949	62	50
	20	0,4592	0,8884	0,5169	1,935		40
	30	0,4617	0,8870	0,5206	1,921		30
	40	0,4643	0,8857	0,5243	1,907		20
	50	0,4669	0,8843	0,5280	1,894		10
		cos	sin	cot	tan	°	′

°	′	sin	cos	tan	cot		
28	00	0,4695	0,8829	0,5317	1,881	62	00
	10	0,4720	0,8816	0,5354	1,868	61	50
	20	0,4746	0,8802	0,5392	1,855		40
	30	0,4772	0,8788	0,5430	1,842		30
	40	0,4797	0,8774	0,5467	1,829		20
	50	0,4823	0,8760	0,5505	1,816		10
29	00	0,4848	0,8746	0,5543	1,804	61	00
	10	0,4874	0,8732	0,5581	1,792	60	50
	20	0,4899	0,8718	0,5619	1,780		40
	30	0,4924	0,8704	0,5658	1,767		30
	40	0,4950	0,8689	0,5696	1,756		20
	50	0,4975	0,8675	0,5735	1,744		10
30	00	0,5000	0,8660	0,5774	1,732	60	00
	10	0,5025	0,8646	0,5812	1,720	59	50
	20	0,5050	0,8631	0,5851	1,709		40
	30	0,5075	0,8616	0,5890	1,698		30
	40	0,5100	0,8601	0,5930	1,686		20
	50	0,5125	0,8587	0,5969	1,675		10
31	00	0,5150	0,8572	0,6009	1,664	59	00
	10	0,5175	0,8557	0,6048	1,653	58	50
	20	0,5200	0,8542	0,6088	1,643		40
	30	0,5225	0,8526	0,6128	1,632		30
	40	0,5250	0,8511	0,6168	1,621		20
	50	0,5275	0,8496	0,6208	1,611		10
32	00	0,5299	0,8480	0,6249	1,600	58	00
	10	0,5324	0,8465	0,6289	1,590	57	50
	20	0,5348	0,8450	0,6330	1,580		40
	30	0,5373	0,8434	0,6371	1,570		30
	40	0,5398	0,8418	0,6412	1,560		20
	50	0,5422	0,8403	0,6453	1,550		10
33	00	0,5446	0,8387	0,6494	1,540	57	00
	10	0,5471	0,8371	0,6536	1,530	56	50
	20	0,5495	0,8355	0,6577	1,520		40
	30	0,5519	0,8339	0,6619	1,511		30
	40	0,5544	0,8323	0,6661	1,501		20
	50	0,5568	0,8307	0,6703	1,492		10
34	00	0,5592	0,8290	0,6745	1,483	56	00
	10	0,5616	0,8274	0,6787	1,473	55	50
	20	0,5640	0,8258	0,6830	1,464		40
	30	0,5664	0,8241	0,6873	1,455		30
	40	0,5688	0,8225	0,6916	1,446		20
	50	0,5712	0,8208	0,6959	1,437		10
		cos	sin	cot	tan	°	′

°	′	sin	cos	tan	cot		
35	00	0,5736	0,8192	0,7002	1,428	55	00
	10	0,5760	0,8175	0,7046	1,419	54	50
	20	0,5783	0,8158	0,7089	1,411		40
	30	0,5807	0,8141	0,7133	1,402		30
	40	0,5831	0,8124	0,7177	1,393		20
	50	0,5854	0,8107	0,7221	1,385		10
36	00	0,5878	0,8090	0,7265	1,376	54	00
	10	0,5901	0,8073	0,7310	1,368	53	50
	20	0,5925	0,8056	0,7355	1,360		40
	30	0,5948	0,8039	0,7400	1,351		30
	40	0,5972	0,8021	0,7445	1,343		20
	50	0,5995	0,8004	0,7490	1,335		10
37	00	0,6018	0,7986	0,7536	1,327	53	00
	10	0,6041	0,7969	0,7581	1,319	52	50
	20	0,6065	0,7951	0,7627	1,311		40
	30	0,6088	0,7934	0,7673	1,303		30
	40	0,6111	0,7916	0,7720	1,295		20
	50	0,6134	0,7898	0,7766	1,288		10
38	00	0,6157	0,7880	0,7813	1,280	52	00
	10	0,6180	0,7862	0,7860	1,272	51	50
	20	0,6202	0,7844	0,7907	1,265		40
	30	0,6225	0,7826	0,7954	1,257		30
	40	0,6248	0,7808	0,8002	1,250		20
	50	0,6271	0,7790	0,8050	1,242		10
39	00	0,6293	0,7771	0,8098	1,235	51	00
	10	0,6316	0,7753	0,8146	1,228	50	50
	20	0,6338	0,7735	0,8195	1,220		40
	30	0,6361	0,7716	0,8243	1,213		30
	40	0,6383	0,7698	0,8292	1,206		20
	50	0,6406	0,7679	0,8342	1,199		10
40	00	0,6428	0,7660	0,8391	1,192	50	00
	10	0,6450	0,7642	0,8441	1,185	49	50
	20	0,6472	0,7623	0,8491	1,178		40
	30	0,6494	0,7604	0,8541	1,171		30
	40	0,6517	0,7585	0,8591	1,164		20
	50	0,6539	0,7566	0,8642	1,157		10
41	00	0,6561	0,7547	0,8693	1,150	49	00
	10	0,6583	0,7528	0,8744	1,144	48	50
	20	0,6604	0,7509	0,8796	1,137		40
	30	0,6626	0,7490	0,8847	1,130		30
	40	0,6648	0,7470	0,8899	1,124		20
	50	0,6670	0,7451	0,8952	1,117		10
		cos	sin	cot	tan	°	′

°	′	sin	cos	tan	cot		
42	00	0,6691	0,7431	0,9004	1,111	48	00
	10	0,6713	0,7412	0,9057	1,104	47	50
	20	0,6734	0,7392	0,9110	1,098		40
	30	0,6756	0,7373	0,9163	1,091		30
	40	0,6777	0,7353	0,9217	1,085		20
	50	0,6799	0,7333	0,9271	1,079		10
43	00	0,6820	0,7314	0,9325	1,072	47	00
	10	0,6841	0,7294	0,9380	1,066	46	50
	20	0,6862	0,7274	0,9435	1,060		40
	30	0,6884	0,7254	0,9490	1,054		30
	40	0,6905	0,7234	0,9545	1,048		20
	50	0,6926	0,7214	0,9601	1,042		10
44	00	0,6947	0,7193	0,9657	1,036	46	00
	10	0,6967	0,7173	0,9713	1,030	45	50
	20	0,6988	0,7153	0,9770	1,024		40
	30	0,7009	0,7133	0,9827	1,018		30
	40	0,7030	0,7112	0,9884	1,012		20
	50	0,7050	0,7092	0,9942	1,006		10
45	00	0,7071	0,7071	1,0000	1,000	45	00
		cos	sin	cot	tan	°	′

Tabel nr. 9 kasutamise juhis.

Tabeli esimesse veergu on paigutatud nurgad 0°00′ kuni 45°00′, järgmistesse veergudesse nende nurkade siinused, koosinused, tangensid ja kootangensid (ülemised pealkirjad).

Näidis: Leida siinus, koosinus, tangens ja kootangens nurgale 5°. Tabeli esimesest veerust otsitakse arv 5° ja sama rea

a) teisest veerust leitakse vastav siinuse väärtus 0,0872,

b) kolmandast veerust leitakse vastav koosinuse väärtus 0,9962,

c) neljandast veerust leitakse vastav tangensi väärtus 0,0875,

d) viiendast veerust leitakse vastav kootangensi väärtus 11,430.

Tabeli viimasesse veergu on paigutatud nurgad 90°00′ kuni 45°00′. Eelpool asuvatesse veergudesse on paigutatud nende nurkade koosinused, siinused, kootangensid ja tangensid (alumised pealkirjad).

Näidis: Leida siinus, koosinus, tangens ja kootangens nurgale 85°. Tabeli viimasest veerust otsitakse arv 85° ja sama rea

a) teisest veerust leitakse vastav koosinuse väärtus 0,0872,

b) kolmandast veerust leitakse vastav siinuse väärtus 0,9962,

c) neljandast veerust leitakse vastav kootangensi väärtus 0,0875,

d) viiendast veerust leitakse vastav tangensi väärtus 11,430.

Näidis: Leida nurk, mille tangens on 0,4663. Tabeli neljandast veerust, mille peale on trükitud tan, otsitakse arv 0,4663 ja sama rea esimesest veerust leitakse tangensile vastav nurk 25°.

Näidis: Leida nurk, mille tangens on 2,145. Tabeli viiendast veerust, mille alla on trükitud tan, otsitakse arv 2,145 ja sama rea viimasest veerust leitakse tangensile vastav nurk 65°.

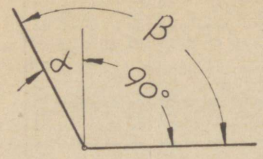
Märge: Samuti tuleb toimida nurga leidmisel, mille siinus, koosinus või kootangens on antud.

Kui antud nurka tabelis ei ole, siis otsitakse tabelist temale lähim nurk ning leitakse sellele vastav siinus (koosinus, tangens või kootangens).

Näidis: Leida sin 5°18′. Tabelist otsitakse 5°18′ lähima nurga — käesoleval juhul 5°20′ — siinus ja leitakse, et sin 5°18′ ≈ 0,0929.

Samuti tuleb toimida, kui antud siinust (koosinust, tangensit või kootangensit) tabelis ei esine; siis otsitakse tabelist temale lähim arv ning leitakse sellele vastav nurk.

Näidis: Leida nurk, mille siinus on 0,5770. Tabelist otsitakse temale lähim arv, käesoleval juhul 0,5760 — ning leitakse, et 0,5770 ≈ sin 35°10′.



Joon. 190.

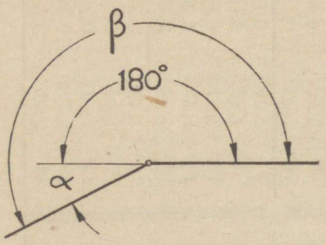
Juhul, kui antud nurk β on suurem kui 90^0, s. o. kui $\beta = 90^0 + \alpha$,

siis $\sin \beta = \cos \alpha$, näiteks $\sin 120^0 = \sin (90^0 + 30^0) = \cos 30^0$

$\cos \beta = -\sin \alpha$, „ $\cos 120^0 = \cos (90^0 + 30^0) = -\sin 30^0$

$\tan \beta = -\cot \alpha$, „ $\tan 120^0 = \tan (90^0 + 30^0) = -\cot 30^0$

$\cot \beta = -\tan \alpha$, „ $\cot 120^0 = \cot (90^0 + 30^0) = -\tan 30^0$.



Joon. 191.

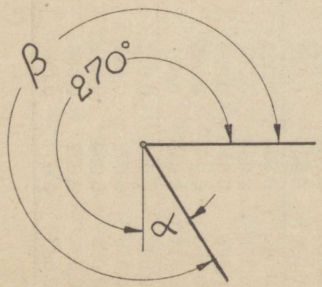
Juhul, kui antud nurk β on suurem kui 180^0, s. o. kui $\beta = 180^0 + \alpha$,

siis $\sin \beta = -\sin \alpha$, näiteks $\sin 210^0 = \sin (180^0 + 30^0) = -\sin 30^0$

$\cos \beta = -\cos \alpha$, „ $\cos 210^0 = \cos (180^0 + 30^0) = -\cos 30^0$

$\tan \beta = \tan \alpha$, „ $\tan 210^0 = \tan (180^0 + 30^0) = \tan 30^0$

$\cot \beta = \cot \alpha$, „ $\cot 200^0 = \cot (180^0 + 30^0) = \cot 30^0$.



Joon. 192.

Juhul, kui antud nurk β on suurem kui 270^0, s. o. kui $\beta = 270^0 + \alpha$,

siis $\sin \beta = -\cos \alpha$, näiteks $\sin 300^0 = \sin (270^0 + 30^0) = -\cos 30^0$

$\cos \beta = \sin \alpha$, „ $\cos 300^0 = \cos (270^0 + 30^0) = \sin 30^0$

$\tan \beta = \cot \alpha$, „ $\tan 300^0 = \tan (270^0 + 30^0) = \cot 30^0$

$\cot \beta = -\tan \alpha$, „ $\cot 300^0 = \cot (270^0 + 30^0) = -\tan 30^0$.

Näidis: Leida siinus, koosinus, tangens ja kootangens nurgale 150^0.

$\sin 150^0 = \sin (90^0 + 60^0) = \cos 60^0$; tabelist leitakse, et $\cos 60^0$ on 0,5. Järelikult $\sin 150^0$ on 0,5.

$\cos 150^0 = \cos (90^0 + 60^0) = -\sin 60^0$; tabelist leitakse, et $\sin 60^0$ on 0,866. Järelikult $\cos 160^0$ on $-0{,}866$.

$\tan 150^0 = \tan (90^0 + 60^0) = -\cot 60^0$; tabelist leitakse, et $\cot 60^0$ on 0,577. Järelikult $\tan 150^0$ on $-0{,}577$.

$\cot 150^0 = \cot (90^0 + 60^0) = -\tan 60^0$; tabelist leitakse, et $\tan 60^0$ on 1,732. Järelikult $\cot 150^0$ on $-1{,}732$.

11. Tabel nr. 10. Kaare pikkus, segmendi kõrgus, kõõlu pikkus ja segmendi pindala ringis, mille raadius on 1.

Nurk	Kaare pikkus	Segmendi kõrgus	Kõõlu pikkus	Segmendi pindala
φ	k	h	b	S
1	0,017	0,000	0,017	0,000
2	0,035	0,000	0,035	0,000
3	0,052	0,000	0,052	0,000
4	0,070	0,001	0,070	0,000
5	0,087	0,001	0,087	0,000
6	0,105	0,001	0,105	0,000
7	0,122	0,002	0,122	0,000
8	0,140	0,002	0,140	0,000
9	0,157	0,003	0,157	0,000
10	0,175	0,004	0,174	0,000
11	0,192	0,005	0,192	0,001
12	0,209	0,005	0,209	0,001
13	0,227	0,006	0,226	0,001
14	0,244	0,007	0,244	0,001
15	0,262	0,009	0,261	0,001
16	0,279	0,010	0,278	0,002
17	0,297	0,011	0,296	0,002
18	0,314	0,012	0,313	0,003
19	0,332	0,014	0,330	0,003
20	0,349	0,015	0,347	0,004
21	0,367	0,017	0,364	0,004
22	0,384	0,018	0,382	0,005
23	0,401	0,020	0,399	0,005
24	0,419	0,022	0,416	0,006
25	0,436	0,024	0,433	0,007
26	0,454	0,026	0,450	0,008
27	0,471	0,028	0,467	0,009
28	0,489	0,030	0,484	0,010
29	0,506	0,032	0,501	0,011
30	0,524	0,034	0,518	0,012
31	0,541	0,036	0,534	0,013
32	0,559	0,039	0,551	0,014
33	0,576	0,041	0,568	0,016
34	0,593	0,044	0,585	0,017
35	0,611	0,046	0,601	0,019
36	0,628	0,049	0,618	0,020
37	0,646	0,052	0,635	0,022
38	0,663	0,054	0,651	0,024
39	0,681	0,057	0,668	0,026
40	0,698	0,060	0,684	0,028
41	0,716	0,063	0,700	0,030
42	0,733	0,066	0,717	0,032
43	0,750	0,070	0,733	0,034
44	0,768	0,073	0,749	0,037
45	0,785	0,076	0,765	0,039
46	0,803	0,079	0,781	0,042
47	0,820	0,083	0,797	0,044
48	0,838	0,086	0,813	0,047
49	0,855	0,090	0,829	0,050
50	0,873	0,094	0,845	0,053
51	0,890	0,097	0,861	0,056
52	0,908	0,101	0,877	0,060
53	0,925	0,105	0,892	0,063
54	0,942	0,109	0,908	0,067
55	0,960	0,113	0,923	0,070
56	0,977	0,117	0,939	0,074
57	0,995	0,121	0,954	0,078
58	1,012	0,125	0,970	0,082
59	1,030	0,130	0,985	0,086
60	1,047	0,134	1,000	0,091
61	1,065	0,138	1,015	0,095
62	1,082	0,143	1,030	0,100
63	1,100	0,147	1,045	0,104
64	1,117	0,152	1,060	0,109
65	1,134	0,157	1,075	0,114
66	1,152	0,161	1,089	0,119
67	1,169	0,166	1,104	0,124
68	1,187	0,171	1,118	0,130
69	1,204	0,176	1,133	0,135
70	1,222	0,181	1,147	0,141
71	1,239	0,186	1,161	0,147
72	1,257	0,191	1,176	0,153
73	1,274	0,196	1,190	0,159
74	1,292	0,201	1,204	0,165
75	1,309	0,207	1,218	0,172
76	1,326	0,212	1,231	0,178
77	1,344	0,217	1,245	0,185
78	1,361	0,223	1,259	0,192
79	1,379	0,228	1,272	0,199
80	1,396	0,234	1,286	0,206

Nurk	Kaare pikkus	Segmendi kõrgus	Kõõlu pikkus	Segmendi pindala
φ	k	h	b	S
81	1,414	0,240	1,299	0,213
82	1,431	0,245	1,312	0,220
83	1,449	0,251	1,325	0,228
84	1,466	0,257	1,338	0,236
85	1,484	0,263	1,351	0,244
86	1,501	0,269	1,364	0,252
87	1,518	0,275	1,377	0,260
88	1,536	0,281	1,389	0,268
89	1,553	0,287	1,402	0,277
90	1,571	0,293	1,414	0,285
91	1,588	0,299	1,427	0,294
92	1,606	0,305	1,439	0,303
93	1,623	0,312	1,451	0,312
94	1,641	0,318	1,463	0,322
95	1,658	0,324	1,475	0,331
96	1,676	0,331	1,486	0,341
97	1,693	0,337	1,498	0,350
98	1,710	0,344	1,509	0,360
99	1,728	0,351	1,521	0,370
100	1,745	0,357	1,532	0,380
101	1,763	0,364	1,543	0,391
102	1,780	0,371	1,554	0,401
103	1,798	0,377	1,565	0,412
104	1,815	0,384	1,576	0,422
105	1,833	0,391	1,587	0,433
106	1,850	0,398	1,597	0,444
107	1,868	0,405	1,608	0,456
108	1,885	0,412	1,618	0,467
109	1,902	0,419	1,628	0,478
110	1,920	0,426	1,638	0,490
111	1,937	0,434	1,648	0,502
112	1,955	0,441	1,658	0,514
113	1,972	0,448	1,668	0,526
114	1,990	0,455	1,677	0,538
115	2,007	0,463	1,687	0,550
116	2,025	0,470	1,696	0,563
117	2,042	0,478	1,705	0,576
118	2,059	0,485	1,714	0,588
119	2,077	0,492	1,723	0,601
120	2,094	0,500	1,732	0,614
121	2,112	0,508	1,741	0,627
122	2,129	0,515	1,749	0,641
123	2,147	0,523	1,758	0,654
124	2,164	0,531	1,766	0,668
125	2,182	0,538	1,774	0,681
126	2,199	0,546	1,782	0,695
127	2,217	0,554	1,790	0,709
128	2,234	0,562	1,798	0,723
129	2,251	0,569	1,805	0,737
130	2,269	0,577	1,813	0,751
131	2,286	0,585	1,820	0,766
132	2,304	0,593	1,827	0,780
133	2,321	0,601	1,834	0,795
134	2,339	0,609	1,841	0,810
135	2,356	0,617	1,848	0,825
136	2,374	0,625	1,854	0,839
137	2,391	0,633	1,861	0,855
138	2,409	0,642	1,867	0,870
139	2,426	0,650	1,873	0,885
140	2,443	0,658	1,879	0,900
141	2,461	0,666	1,885	0,916
142	2,478	0,674	1,891	0,931
143	2,496	0,683	1,897	0,947
144	2,513	0,691	1,902	0,963
145	2,531	0,699	1,907	0,979
146	2,548	0,708	1,913	0,994
147	2,566	0,716	1,918	1,010
148	2,583	0,724	1,923	1,027
149	2,601	0,733	1,927	1,043
150	2,618	0,741	1,932	1,059
151	2,635	0,750	1,936	1,075
152	2,653	0,758	1,941	1,092
153	2,670	0,767	1,945	1,108
154	2,688	0,775	1,949	1,125
155	2,705	0,784	1,953	1,141
156	2,723	0,792	1,956	1,158
157	2,740	0,801	1,960	1,175
158	2,758	0,809	1,963	1,192
159	2,775	0,818	1,967	1,208
160	2,793	0,826	1,970	1,225
161	2,810	0,835	1,973	1,242
162	2,827	0,844	1,975	1,259
163	2,845	0,852	1,978	1,276
164	2,862	0,861	1,981	1,293
165	2,880	0,869	1,983	1,310
166	2,897	0,878	1,985	1,328
167	2,915	0,887	1,987	1,345
168	2,932	0,895	1,989	1,362
169	2,950	0,904	1,991	1,379
170	2,967	0,913	1,992	1,397

Nurk	Kaare pikkus	Segmendi kõrgus	Kõõlu pikkus	Segmendi pindala	Nurk	Kaare pikkus	Segmendi kõrgus	Kõõlu pikkus	Segmendi pindala
φ	k	h	b	S	φ	k	h	b	S
171	2,985	0,922	1,994	1,414	176	3,072	0,965	1,999	1,501
172	3,002	0,930	1,995	1,431	177	3,089	0,974	1,999	1,518
173	3,019	0,939	1,996	1,449	178	3,107	0,983	2,000	1,536
174	3,037	0,948	1,997	1,466	179	3,124	0,991	2,000	1,553
175	3,054	0,956	1,998	1,484	180	3,142	1,000	2,000	1,571

Tabel nr. 10 kasutamise juhis.

N ä i d i s: Leida 110^0-se segmendi kaare pikkus, kõrgus, kõõlu pikkus ja pindala, kui segmendi ringi raadius on 1 m.

1) Tabeli esimesest veerust otsime arvu 110^0 ja sama rea a) teisest veerust leiame, et segmendi kaare pikkus
on 1,92 m ehk 1920 mm;

b) kolmandast veerust leiame, et segmendi kõrgus on
0,426 m ehk 426 mm;

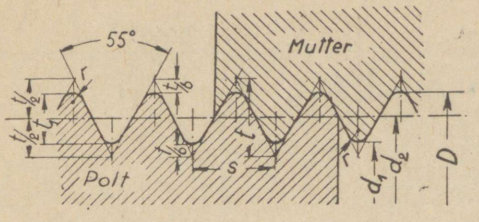
c) neljandast veerust leiame, et kõõlu pikkus on
1,638 m ehk 1638 mm;

d) viiendast veerust leiame, et segmendi pindala on
0,490 m^2 ehk 49 dm^2.

2) Kui 110^0-se segmendi ringi raadius on 2 m, tuleb kõik 1 m-se ringiraadiusega segmendi jaoks leitud andmed korrutada 2-ga, näiteks:

$k = 2 \cdot 1920 = 3840$ mm,
$h = 2 \cdot 426 = 852$ mm,
$b = 2 \cdot 1638 = 3276$ mm ja
$S = 2 \cdot 49 = 98$ dm^2.

12. Tabel nr. 11. Tollkeermega (Whitworth-) kruvid.



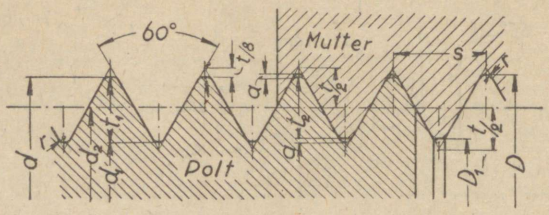
$r = 0{,}13733\ s$
$t = 0{,}96049\ s$
$t_1 = 0{,}64031\ s$
$s = \frac{25{,}4\ \text{mm}}{k}$

OST 33a

Polt ja mutter

Keerme läbimõõt			Põikpind cm²-tes	Tõus mm-tes	Käikude arv
väline		sisemine			
D		d_1	S	s	k
"	mm				
1/4	6,350	4,724	0,176	1,270	20
5/16	7,938	6,131	0,296	1,411	18
3/8	9,525	7,492	0,441	1,588	16
(7/16)	11,112	8,789	0,607	1,814	14
1/2	12,700	9,989	0,784	2,117	12
(9/16)	14,288	11,577	1,052	2,117	12
5/8	15,875	12,918	1,311	2,309	11
3/4	19,050	15,798	1,960	2,540	10
7/8	22,225	18,611	2,720	2,822	9
1	25,400	21,334	3,575	3,175	8
1 1/8	28,575	23,929	4,497	3,629	7
1 1/4	31,750	27,104	5,770	3,629	7
(1 3/8)	34,915	29,504	6,837	4,233	6
1 1/2	38,100	32,679	8,388	4,233	6
(1 5/8)	41,275	34,770	9,495	5,080	5
1 3/4	44,450	37,945	11,308	5,080	5
(1 7/8)	47,625	40,397	12,817	5,644	4 1/2
2	50,800	43,572	14,911	5,644	4 1/2
2 1/4	57,150	49,019	18,872	6,350	4
2 1/2	68,500	55,369	24,078	6,350	4
2 3/4	69,850	60,557	28,802	7,257	3 1/2

13. Millimeeter-keermega kruvid.



Tabel nr. 12. M 1 kuni M 5.

OST 94

Polt		Polt ja mutter					Mutter	
Keerme läbimõõt		Keerme keskmine läbimõõt	Tõus	Keerme sügavus	Puute sügavus	Ümardamise raadius	Keerme läbimõõt	
väline	sisemine						väline	sisemine
d	d_1	d_2	s	t_1	t_2	r	D	D_1
1,0	0,653	0,838	0,25	0,174	0,162	0,016	1,023	0,676
1,2	0,853	1,038	0,25	0,174	0,162	0,016	1,223	0,876
1,4	0,983	1,205	0,3	0,208	0,195	0,019	1,427	1,010
1,7	1,214	1,473	0,35	0,243	0,227	0,022	1,732	1,246
2,0	1,444	1,740	0,4	0,278	0,260	0,025	2,036	1,480
2,3	1,744	2,040	0,4	0,278	0,260	0,025	2,336	1,780
2,6	1,975	2,308	0,45	0,313	0,292	0,028	2,641	2,016
3,0	2,305	2,675	0,5	0,347	0,325	0,032	3,045	2,350
(3,5)	2,666	3,110	0,6	0,417	0,390	0,038	3,354	2,720
4,0	3,028	3,546	0,7	0,486	0,454	0,044	4,063	3,091
5,0	3,889	4,480	0,8	0,556	0,520	0,050	5,072	3,961

Märkus. Mõõdud mm-tes.

Tabel nr. 13. M 6 kuni M 68.

OST 32.

Polt			Polt ja mutter					Mutter	
Keerme läbimõõt		Südamiku põikpind	Keerme keskmine läbimõõt	Tõus	Keerme sügavus	Puute sügavus	Ümardamise raadius	Keerme läbimõõt	
väline	sisemine							väline	sisemine
d	d_1	S cm²	d_2	s	t_1	t_2	r	D	D_1
6	4,611	0,167	5,350	1	0,695	0,650	0,068	6,090	4,701
(7)	5,611	0,247	6,350	1	0,695	0,650	0,068	7,099	5,701
8	6,263	0,308	7,188	1,25	0,888	0,812	0,079	8,113	6,377
(9)	7,263	0,414	8,188	1,25	0,888	0,812	0,079	9,113	7,377
10	7,916	0,492	9,026	1,5	1,042	0,974	0,095	10,135	8,051
(11)	8,916	0,624	10,026	1,5	1,042	0,974	0,095	11,135	9,051
12	9,569	0,718	10,863	1,75	1,216	1,137	0,111	12,158	9,727
14	11,222	0,989	12,701	2	1,389	1,299	0,126	14,180	11,402
16	13,222	1,373	14,701	2	1,389	1,299	0,126	16,180	13,402
18	14,527	1,657	16,376	2,5	1,737	1,624	0,158	18,226	14,753
20	16,527	2,145	18,376	2,5	1,737	1,624	0,158	20,226	16,753
22	18,527	3,696	20,376	2,5	1,737	1,624	0,158	22,226	18,753
24	19,832	3,089	22,051	3	2,084	1,948	0,189	24,271	20,103
27	22,832	4,094	25,051	3	2,084	1,948	0,189	27,271	23,103
30	25,138	4,963	27,727	3,5	2,431	2,273	0,221	30,316	25,454
(33)	28,138	6,218	30,727	3,5	2,431	2,273	0,221	33,316	28,454
36	30,443	7,279	33,402	4	2,779	2,598	0,253	36,361	30,804
(39)	33,443	8,785	36,402	4	2,779	2,598	0,253	39,361	33,804
42	35,748	10,04	39,077	4,5	3,126	2,923	0,284	42,406	36,155
(45)	38,748	11,79	42,077	4,5	3,126	2,923	0,284	45,406	39,155
48	41,054	13,23	44,752	5	3,473	3,248	0,316	48,451	41,505
(52)	45,054	15,94	48,752	5	3,473	3,248	0,316	52,451	45,505
56	48,359	18,37	52,428	5,5	3,820	3,572	0,347	56,496	48,855
(60)	52,359	21,53	56,428	5,5	3,820	3,572	0,347	60,496	52,855
64	55,664	24,34	60,103	6	4,168	3,897	0,379	64,541	56,206
(68)	59,684	27,96	64,103	6	4,168	3,897	0,379	68,541	60,206

Märkus. Mõõdud mm-tes.

14. Kreeka tähti.

$A\ \alpha$ — alfa
$B\ \beta$ — beeta
$\Gamma\ \gamma$ — gamma
$\Delta\ \delta$ — delta
$H\ \eta$ — eeta
$\Lambda\ \lambda$ — lambda
$M\ \mu$ — müü
$\Pi\ \pi$ — pii
$P\ \varrho$ — roo
$\Sigma\ \sigma$ — sigma
$\Phi\ \varphi$ — fii
$\Omega\ \omega$ — omeega

SISUKORD.

Eessõna 3

I Täisarvud. 5

1. Liitmine 5
2. Lahutamine 8
3. Korrutamine 9
4. Jagamine 14

II Ajaarvutused. 19

III Harilikud murrud. 20

1. Jagu 20
2. Murd 20
3. Murdude teisendamine 21
4. Murdude liitmine 26
5. Murdude lahutamine 27
6. Murdude korrutamine 27
7. Murdude jagamine 28

IV Kümnendmurrud. 30

1. Kümnendmurru kirjutusviisid 30
2. Liitmine 31
3. Lahutamine 32
4. Korrutamine 32
5. Jagamine 35
6. Hariliku murru korrutamine ja jagamine kümnendmurruga . . 37

V Tehted ligikaudsete arvudega. 38

1. Ligikaudsed arvud 38
2. Ligikaudsete arvude liitmine ja lahutamine 41
3. Ligikaudsete arvude korrutamine 44
4. Ligikaudsete arvude jagamine 48

VI Osa ja terviku arvutusi. 51

1. Suhe 51
2. Võrre 52
3. Osamäär 54
4. Osa leidmine tervikust 55
5. Terviku leidmine osa järgi 55
6. Protsentarvutamine 56
7. Promillarvutamine 70

VII Keskmise arvutamine. 71
VIII Nurgad ja nurkade arvutamine. 73
IX Pindalade arvutamine. 78

1. Ruut 78
2. Ristkülik 79
3. Rööpkülik 81
4. Romb 83
5. Kolmnurk 84
6. Trapets 91
7. Ring 92
8. Ringi sektor 94
9. Ringi segment 95
10. Tasarõngas 97
11. Ellips 98
12. Hulknurgad 99
13. Ringjoone jaotamine 102
14. Laastu põikpindala 103
15. Sirupikkus 104

X Tabelarvutamine. 106
XI Erikaal. 110
XII Kehade ruumala ja pindala arvutamine. 112

1. Prisma 112
2. Silinder 116
3. Püramiid 118
4. Koonus 120
5. Kera ja keraosad 121
6. Tüvipüramiid 125
7. Tüvikoonus 126
8. Kolmnurkade sarnasus 127
9. Raskuskese 130
10. Guldini juhis 134
11. Arvutamine joonestiste järgi 136
12. Sepiste toorpikkused 141

XIII Negatiivsed arvud. 148

1. Suunaga arvud 148
2. Suunaga arvude liitmine ja lahutamine 150
3. Suunaga arvude korrutamine ja jagamine 152

XIV Algebra algeid. 154

1. Täht arvu tähisena 154
2. Algebraline avaldis 155
3. Liitmine ja lahutamine 156
4. Korrutamine 156
5. Jagamine 157
6. Astendamine 157
7. Juurimine 160
8. Avaldise numbriline väärtus 161
9. Avaldise lihtsustamine 166
10. Võrrand 168

11. Valemite teisendamine 174
12. Esimese astme võrrand kahe tundmatuga 176
13. Ruutvõrrand 181

XV Trigonomeetria. 184
XVI Soojusõpetus. 188

1. Erisoojus 188
2. Põlemissoojus 189
3. Elektrivoolu soojus 192
4. Paisumine 193
5. Gaaside ruumala ja rõhu arvutamine 195

XVII Mehaanika. 198

1. Kiirus 198
2. Ringkiirus 201
3. Lõikekiirus 202
4. Ettenihe 205
5. Masinaaeg 207
   1) Hööveldamise aeg 207
   2) Treimise aeg 209
   3) Freesimise aeg 213
   4) Puurimise aeg 214
   5) Saagimise aeg 215
6. Rihmajam 217
7. Tung 221
8. Hõõrdumine 228
9. Töö 229
10. Võimsus 234
11. Kang 239
12. Tugirõhud 247
13. Pöör 249
14. Kruvi 250
15. Kaldpind 252
16. Kiil 254
17. Hammasajam 254
18. Tiguajam 262
19. Hammasrataspöör 263
20. Talid 264
21. Hüdrauliline press 268
22. Pumbad 268

XVIII Elektrotehnika. 270

1. Ohmi seadus 270
2. Elektri võimsus 271
3. Elektri töö 272

XIX Valgustus. 275
XX Tugevusõpetus. 280

1. Tõmbetugevus 280
2. Survetugevus 282
3. Nihketugevus 283
4. Paindetugevus 285

XXI Treimine. 287
1. Keermetamine 287
2. Koonuse treimine 297

XXII Freesimine. 300
1. Hammasrataste põhimõõdud 300
2. Hammasrataste freesimine 304
3. Spiraali freesimine 310

XXIII Graafiline kujutamine. 313
XXIV Lisa. 318
1. Mõõduühikud 318
2. Suur ükskordüks 321
3. Ruutude, kuupide, ruut- ja kuupjuurte ning ringi ümbermõõtude ja pindalade tabelid 322
4. Ringjoone jagamine *n* võrdseks osaks 341
5. Ribaterase ja pleki ühe jooksva meetri kaal kg-des 342
6. Kuuskant-, ümar- ja ruutterase ühe jooksva meetri kaal kg-des 344
7. Profiilterased 346
8. Pind- ja ruumalade valemid 349
9. Tähtsamate ainete erikaalud 361
10. Trigonomeetrilised suurused 363
11. Kaare pikkus, segmendi kõrgus, kõõlu pikkus ja segmendi pindala ringis, mille raadius on 1 372
12. Tollkeermega (Whitworth-) kruvid 375
13. Millimeeter-keermega kruvid 376
14. Kreeka tähti 378