

LAMPIRAN

LAMPIRAN A : PERHITUNGAN

I. PREPARASI LARUTAN

- a. Pembuatan larutan $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 0,01M

$$\begin{aligned}\text{Konsentrasi} &= \frac{\text{mol}}{\text{volume}} = \frac{\text{gram}}{\text{volume} \times \text{Mr}} \\ &= \frac{12.10^3 \text{ mg}}{64 \text{ mL} \times 187,54 \text{ g/mol}} \\ &= 0,999 \approx 1 \text{ M}\end{aligned}$$

Pengenceran larutan $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 1M menjadi larutan $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 0,01M

$$\begin{aligned}V_1 \cdot M_1 &= V_2 \cdot M_2 \\ 1\text{M} \cdot 5 \text{ mL} &= 500\text{mL} \cdot M_2 \\ M_2 &= 0,01\text{M}\end{aligned}$$

- b. Pembuatan larutan HCl 10% dalam volume 100 mL

$$\begin{aligned}V_1 \cdot M_1 &= V_2 \cdot M_2 \\ V_1 \cdot 37\text{M} &= 100\text{mL} \cdot 10\text{M} \\ &= \frac{1000}{37}\end{aligned}$$

Untuk membuat larutan HCl 10% dilakukan dengan mengencerkan 27,027 mL larutan HCl 37% dalam labu takar 100 mL sampai tanda batas.

II. LUAS ELEKTRODA

Luas Katoda dan Anoda ;

$$\text{tinggi} = 2 \text{ cm}$$

$$\text{diameter} = 0,3 \text{ cm}$$

$$\text{jari-jari} = 0,15 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas Lingkaran} &= \pi (r)^2 \\ &= \pi (0,15)^2 \text{ cm}^2 \\ &= 0,0707 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Keliling Lingkaran} &= 2 \pi r \\ &= 2 \pi (0,15) \\ &= 0,9428 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas permukaan} &= \text{keliling lingkaran} \times \text{tinggi katoda} \\ &= 0,9428 \text{ cm} \times 2 \text{ cm} \\ &= 1,885 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas total} &= \text{luas lingkaran} + \text{luas permukaan} \\ &= 0,0707 \text{ cm}^2 + 1,885 \text{ cm}^2 \\ &= 1,9557 \text{ cm}^2 \approx 2 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

III. KUAT ARUS

- a. $i_1 = 0,008 \text{ A} = 8 \text{ mA}$
- b. $i_2 = 0,010 \text{ A} = 10 \text{ mA}$
- c. $i_3 = 0,012 \text{ A} = 12 \text{ mA}$
- d. $i_4 = 0,014 \text{ A} = 14 \text{ mA}$
- e. $i_5 = 0,016 \text{ A} = 16 \text{ mA}$

IV. RAPAT ARUS

$$I = \frac{i}{A}$$

Dengan i = kuat arus (mA)

A = Luas katoda (cm^2)

Untuk $i = 0,008 \text{ A} = 8 \text{ mA}$

Maka $I = \frac{8}{2} = 4 \text{ mA/cm}^2$

Untuk $i = 10 \text{ mA}$; $I = 5 \text{ mA/cm}^2$

Untuk $i = 12 \text{ mA}$; $I = 6 \text{ mA/cm}^2$

Untuk $i = 14 \text{ mA}$; $I = 7 \text{ mA/cm}^2$

Untuk $i = 16 \text{ mA}$; $I = 8 \text{ mA/cm}^2$

V. BERAT TEMBAGA YANG TERENDAPKAN PADA KATODA KARBON SECARA TEORITIK

$$m = Q \times Z \quad Q = i \times t \quad Z = \frac{BA}{nF}$$

$$m = i \times t \times \frac{BA}{nF}$$

dengan m = massa yang terendapkan (miligram)

i = kuat arus (A)

t = waktu elektrolisis (detik)

BA = berat atom

N = jumlah atom yang terlibat (valensi)

F = bilangan Faraday

Berat tembaga yang terendapkan untuk $i_1 = 8\text{mA}$

$$m_1 = \frac{8\text{mA} \times \frac{1\text{A}}{1000\text{mA}} \times 3600 \text{detik} \times 63,5 \text{gram/mol}}{2 \times 96500}$$

$$= 9,47 \text{ mg}$$

untuk $i_2 = 10\text{mA}$; $m_2 = 11,84 \text{ mg}$

untuk $i_3 = 12 \text{ mA}$; $m_3 = 14,21 \text{ mg}$

untuk $i_4 = 14 \text{ mA}$; $m_4 = 16,56 \text{ mg}$

untuk $i_5 = 16 \text{ mA}$; $m_5 = 18,95 \text{ mg}$

VI. BERAT TEMBAGA YANG TERENDAPKAN PADA KATODA KARBON SECARA AKTUAL

untuk $i_1 = 8\text{mA}$; $m_1 = 8,43\text{ mg}$

untuk $i_2 = 10\text{mA}$; $m_2 = 8,47\text{ mg}$

untuk $i_3 = 12\text{ mA}$; $m_3 = 7,83\text{ mg}$

untuk $i_4 = 14\text{ mA}$; $m_4 = 10,14\text{ mg}$

untuk $i_5 = 16\text{ mA}$; $m_5 = 13,15\text{ mg}$

VII. EFISIENSI

$$B_q = \frac{m_a}{m_b} \times 100\%$$

dengan, m_a = massa materi yang terendapkan secara aktual

m_b = massa materi yang terendapkan secara teoritik

untuk $i_1 = 8\text{ mA}$

$$B_1 = \frac{6,5}{9,47} \times 100\% \\ = 68,59\%$$

untuk $i_2 = 10\text{ mA}$; $B_2 = 60,81\%$

untuk $i_2 = 12\text{ mA}$; $B_3 = 52,14\%$

untuk $i_2 = 14\text{ mA}$; $B_4 = 61,20\%$

untuk $i_2 = 16\text{ mA}$; $B_5 = 69,13\%$

VIII. BERAT ENDAPAN TEMBAGA YANG LARUT DALAM LARUTAN HNO_3 DARI HASIL ANALISIS MENGGUNAKAN SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM (AAS)

Diketahui banyaknya pengenceran = 1000 kali

Volume awal sampel = 10 mL = $1 \cdot 10^{-2}$ L

Lama elektrolisis = 1 jam $\hat{=}$ 3600 detik

Konsentrasi hasil dari analisis AAS, untuk: $c_1 = 6,5$ ppm

Maka, $m = \text{konsentrasi} \times \text{faktor pengenceran} \times \text{volume awal}$

$$= 0,65 \mu\text{g/mL} \times 1000 \times 10 \text{ mL}$$

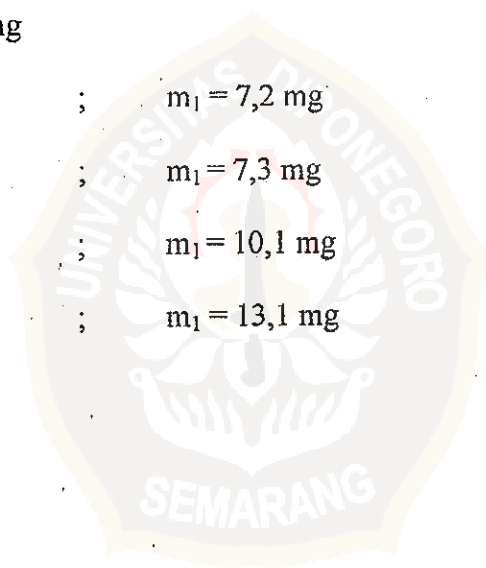
$$= 6,5 \text{ mg}$$

$$c_2 = 7,2 \text{ ppm} \quad ; \quad m_1 = 7,2 \text{ mg}$$

$$c_3 = 7,3 \text{ ppm} \quad ; \quad m_1 = 7,3 \text{ mg}$$

$$c_4 = 10,1 \text{ ppm} \quad ; \quad m_1 = 10,1 \text{ mg}$$

$$c_5 = 13,1 \text{ ppm} \quad ; \quad m_1 = 13,1 \text{ mg}$$



IX. KEMURNIAN ENDAPAN

$$\% \text{ Kemurnian} = \frac{m_{\text{Cu AAS}}}{m_{\text{endapan katoda}}} \times 100\%$$

dengan $m_{\text{Cu AAS}}$: massa tembaga setelah dianalisis dengan AAS

$m_{\text{endapan katoda}}$: massa endapan yang terdapat pada katoda

% kemurnian untuk $I = 8 \text{ mA}$:

$$\% \text{ kemurnian} = \frac{6,5}{8,43} \times 100\%$$

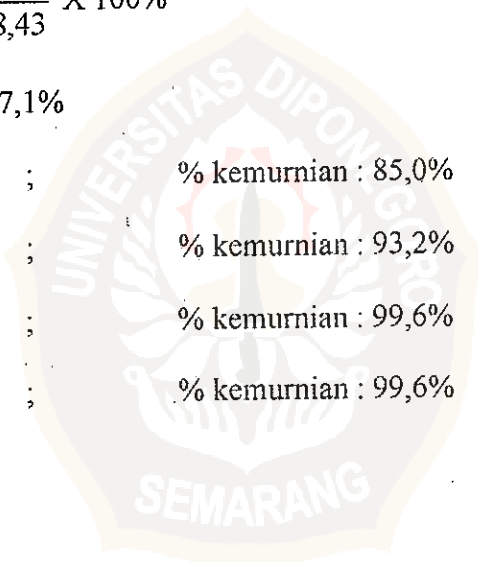
$$= 77,1\%$$

untuk $i_2 = 10 \text{ mA}$; % kemurnian : 85,0%

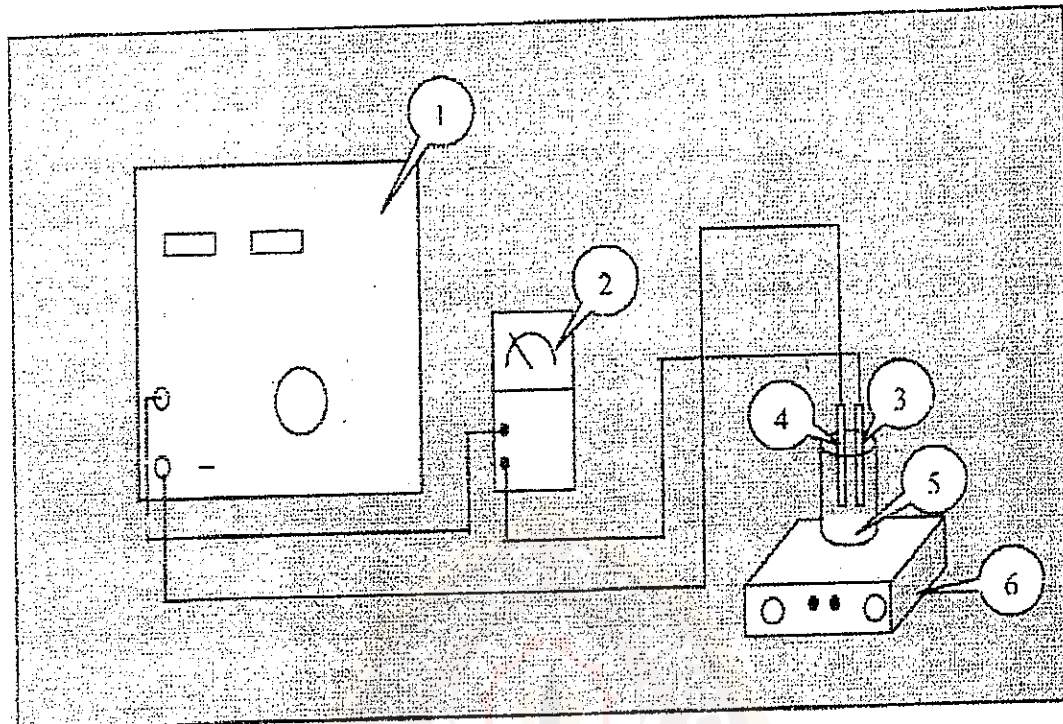
untuk $i_2 = 12 \text{ mA}$; % kemurnian : 93,2%

untuk $i_2 = 14 \text{ mA}$; % kemurnian : 99,6%

untuk $i_2 = 16 \text{ mA}$; % kemurnian : 99,6%



LAMPIRAN B: GAMBAR RANGKAIAN ALAT



Keterangan Gambar Rangkaian:

1. Elektroanalizer
2. Multitester Helles
3. Elektroda (+): karbon
4. Elektroda (-) : tembaga
5. Elektrolit : larutan $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 0,01M
6. Magnetic stirrer

LAMPIRAN C: TABEL 4.3.POTENSIAL STANDAR

Pasangan redoks	E ⁰	Pasangan redoks	E ⁰
$F_2 + 2H^+ + 2e \rightleftharpoons 2HF(aq)$	3,06	$2H_2SO_4 + 2H^+ + 4e \rightleftharpoons S_2O_8^{2-} + 2H_2O$	0,40
$F_2 + 2e \rightleftharpoons 2F^-$	2,87	$Fe(CN)_6^{3-} + e \rightleftharpoons Fe(CN)_6^{4-}$	0,36
$O_2 + 2H^+ + 2e \rightleftharpoons H_2O$	2,07	$VO^{2+} + 2H^+ + e \rightleftharpoons V^{3+} + H_2O$	0,26
$S_2O_8^{2-} + 2e \rightleftharpoons 2SO_4^{2-}$	2,01	$Cu^{2+} + 2e \rightleftharpoons Cu$	0,34
$Co^{3+} + e \rightleftharpoons Co^{2+}$	1,82	$Hg_2Cl_2 + 2e \rightleftharpoons 2Hg + 2Cl^-$	0,28
$H_2O_2 + 2H^+ + 2e \rightleftharpoons 2H_2O$	1,77	$IO_3^- + 3H_2O + 6e \rightleftharpoons I^- + 6OH^-$	0,26
$MnO_4^- + 4H^+ + 3e \rightleftharpoons MnO_2 + 2H_2O$	1,70	$AgCl + e \rightleftharpoons Ag + Cl^-$	0,22
$PbO_2 + SO_4^{2-} + 4H^+ + 2e \rightleftharpoons PbSO_4 + 2H_2O$	1,69	$HgBr_2 + 2e \rightleftharpoons Hg + 4Br^-$	0,21
$Au^+ + e \rightleftharpoons Au$	1,68	$Cu^+ + e \rightleftharpoons Cu$	0,15
$HClO_2 + 2H^+ + 2e \rightleftharpoons HClO + H_2O$	1,64	$Sn^{2+} + 2e \rightleftharpoons Sn$	0,15
$HClO + H^+ + 2e \rightleftharpoons Cl_2 + H_2O$	1,63	$S + 2H^+ + 2e \rightleftharpoons H_2S$	0,14
$Co^{2+} + e \rightleftharpoons Co^{3+}$	1,61	$CuCl + e \rightleftharpoons Cu + Cl^-$	0,14
$Br_2 + 2e \rightleftharpoons 2Br^-$	1,59	$AgBr + e \rightleftharpoons Ag + Br^-$	0,10
$BrO_3^- + 6H^+ + 5e \rightleftharpoons Br_2 + 3H_2O$	1,52	$S_4O_6^{2-} + 2e \rightleftharpoons 2S_2O_3^{2-}$	0,08
$MnO_4^- + 3H^+ + 3e \rightleftharpoons MnO_2 + 2H_2O$	1,51	$CuBr + e \rightleftharpoons Cu + Br^-$	0,03
$PbO_2 + 4H^+ + 2e \rightleftharpoons Pb^{2+} + 2H_2O$	1,46	$2H^+ + 2e \rightleftharpoons H_2$	0,00
$Cl_2 + 2e \rightleftharpoons 2Cl^-$	1,36	$Hg_2^{2+} + 2e \rightleftharpoons Hg + 4I^-$	-0,04
$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e \rightleftharpoons 2Cr^{3+} + 7H_2O$	1,33	$Pb^{2+} + 2e \rightleftharpoons Pb$	-0,13
$MnO_4^- + 4H^+ + 3e \rightleftharpoons Mn^{2+} + 2H_2O$	1,23	$CrO_4^{2-} + 4H_2O + 3e \rightleftharpoons Cr(OH)_3 + 5OH^-$	-0,13
$O_2 + 4H^+ + 4e \rightleftharpoons 2H_2O$	1,23	$Sn^{4+} + 2e \rightleftharpoons Sn$	-0,14
$IO_3^- + 6H^+ + 5e \rightleftharpoons I_2 + 3H_2O$	1,20	$AgI + e \rightleftharpoons Ag + I^-$	-0,15
$ClO_2 + 2H^+ + 2e \rightleftharpoons ClO + H_2O$	1,19	$CuI + e \rightleftharpoons Cu + I^-$	-0,19
$Br_2(aq) + 2e \rightleftharpoons 2Br^-$	1,09	$Ni^{2+} + 2e \rightleftharpoons Ni$	-0,25
$Br_2(l) + 2e \rightleftharpoons 2Br^-$	1,07	$V^{3+} + e \rightleftharpoons V^{2+}$	-0,26
$Br_2 + 2e \rightleftharpoons 2Br^-$	1,05	$PbCl_2 + 2e \rightleftharpoons Pb + 2Cl^-$	-0,27
$VO_2^+ + 2H^+ + e \rightleftharpoons VO^{2+} + H_2O$	1,00	$Cu^{2+} + 2e \rightleftharpoons Cu$	-0,28
$AuCl_3 + 3e \rightleftharpoons Au + 3Cl^-$	1,00	$PbBr_2 + 2e \rightleftharpoons Pb + 2Br^-$	-0,28
$NO_3^- + 4H^+ + 3e \rightleftharpoons NO + 2H_2O$	0,96	$PbSO_4 + 2e \rightleftharpoons Pb + SO_4^{2-}$	-0,36
$NO_3^- + 3H^+ + 2e \rightleftharpoons HNO_2 + H_2O$	0,94	$PbI_2 + 2e \rightleftharpoons Pb + 2I^-$	-0,37
$2Hg^{2+} + 2e \rightleftharpoons Hg_2^{2+}$	0,92	$Cd^{2+} + 2e \rightleftharpoons Cd$	-0,40
$AuBr_4^- + 3e \rightleftharpoons Au + 4Br^-$	0,87	$Cr^{3+} + e \rightleftharpoons Cr^{2+}$	-0,41
$Cu^{2+} + e \rightleftharpoons Cu^+$	0,86	$Fe^{3+} + 2e \rightleftharpoons Fe$	-0,44
$Hg^{2+} + 2e \rightleftharpoons Hg$	0,85	$2CO(aq) + 2H^+ + 2e \rightleftharpoons H_2C_2O_4(aq)$	-0,49
$Ag^+ + e \rightleftharpoons Ag$	0,90	$Cr^{3+} + 3e \rightleftharpoons Cr$	-0,74
$Hg_2^{2+} + 2e \rightleftharpoons 2Hg$	0,79	$Zn^{2+} + 2e \rightleftharpoons Zn$	-0,76
$Fe^{3+} + e \rightleftharpoons Fe^{2+}$	0,77	$H_2O + e \rightleftharpoons H_2 + OH^-$	-0,83
$PtCl_6^{2-} + 2e \rightleftharpoons Pt + 4Cl^-$	0,73	$Cr^{2+} + 2e \rightleftharpoons Cr$	-0,91
$Q + 2H^+ + 2e \rightleftharpoons H_2Q$	0,70	$Mn^{2+} + 2e \rightleftharpoons Mn$	-1,18
$O_2 + 2H^+ + 2e \rightleftharpoons H_2O_2$	0,68	$Al^{3+} + 3e \rightleftharpoons Al$	-1,66
$PbBr_2 + 2e \rightleftharpoons Pb + 4Br^-$	0,58	$Mg^{2+} + 2e \rightleftharpoons Mg$	-2,37
$MnO_4^- + e \rightleftharpoons MnO_4^{2-}$	0,56	$Na^+ + e \rightleftharpoons Na$	-2,71
$H_3AsO_4 + 2H^+ + 2e \rightleftharpoons HAsO_2 + 2H_2O$	0,56	$Ca^{2+} + 2e \rightleftharpoons Ca$	-2,87
$I_2 + 2e \rightleftharpoons 2I^-$	0,54	$Sr^{2+} + 2e \rightleftharpoons Sr$	-2,89
$I_2(aq) + 2e \rightleftharpoons 2I^-$	0,54	$Ba^{2+} + 2e \rightleftharpoons Ba$	-2,90
$Cu^+ + e \rightleftharpoons Cu$	0,52	$K^+ + e \rightleftharpoons K$	-2,93
$4H_2SO_4 + 4H^+ + 6e \rightleftharpoons S_2O_8^{2-} + 6H_2O$	0,51	$Li^+ + e \rightleftharpoons Li$	-3,05

Sumber: Dari W. M. Latimer, *Oxidation Potentials*, edisi ke-2, Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, N.J. 1969

LAMPIRAN D: HASIL ANALISA

METHOD: FLAME	
SIGNAL : AA	LAMP CURRENT: 30mA
INTEG.TIME : 3.0sec	REPLICATES: 03
CALIBRATION TYPE: Non Linear	TECHNIQUE: Flame
EXPANSION: 1.00	ENERGY: 65
PRINT CALIB: Yes	
READ DELAY: 03sec	
Standard 1: 5.00	Standard 2: 15.00

STANDARD 1:

(AA) ABSORBANCE:

0,239 0,238 0,239

CONC.(STD APPLIED):

MEAN: 5,00 SD: 0,0005 RSD(%): 0,22

CORR.COEF.: 1,0000 SLOPE: 0,0477

STANDARD 2:

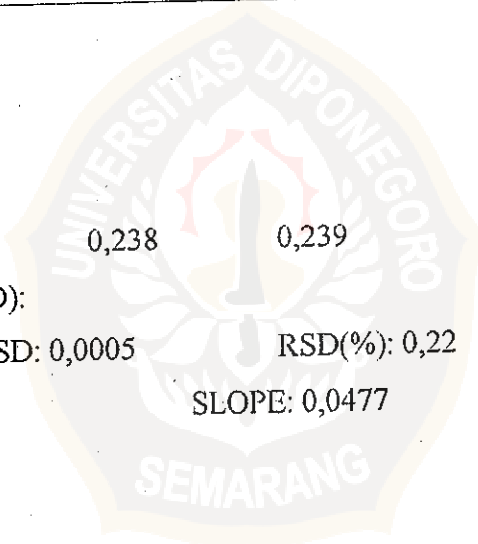
(AA) CONCENTRATION:

11,66 11,61 11,60

CONC.(STD APPLIED):

MEAN: 15,00 SD: 0,0320 RSD(%): 0,27

CORR.COEF.: 1,0000 SLOPE: 0,0558



$i = 8 \text{ mA}$

(AA) CONCENTRATION:

	0,64	0,65	0,65
MEAN:	0,65	SD: 0,0074	RSD(%): 1,15

$i = 10 \text{ mA}$

(AA) CONCENTRATION:

	0,73	0,72	0,71
MEAN:	0,72	SD: 0,0105	RSD(%): 1,46

$i = 12 \text{ mA}$

(AA) CONCENTRATION:

	0,75	0,73	0,72
MEAN:	0,73	SD: 0,0128	RSD(%): 1,75

$i = 14 \text{ mA}$

(AA) CONCENTRATION:

	1,00	1,01	1,02
MEAN:	1,01	SD: 0,0057	RSD(%): 0,56

$i = 16 \text{ mA}$

(AA) CONCENTRATION:

	1,30	1,30	1,33
MEAN:	1,31	SD: 0,0150	RSD(%): 1,15

(AA) CONCENTRATION:

	0,75	0,73	0,72
MEAN:	0,73	SD: 0,0128	RSD(%): 1,75

LAMPIRAN E: TABEL POTENSIAL DEKOMPOSISI

Waktu (menit)	Voltase	Kuat Arus i (mA) HNO ₃ 0,01 M	Cu(NO ₃) ₂ 0,01M
0	0,1	0,01	0,01
5	0,2	0,01	0,01
10	0,3	0,01	0,01
15	0,4	0,01	0,01
20	0,5	0,01	0,01
25	0,6	0,02	0,01
30	0,7	1,5	7,8
35	0,8	3,3	7,1
40	0,9	4	8,5
45	1,0	4,9	9,5
50	1,1	6	11,3
55	1,2	8,1	21,6
60	1,3	9,7	24,8
65	1,4	11,3	29,3
70	1,5	13	30,2
75	1,6	14,3	35
80	1,7	15,6	40,5
85	1,8	16,9	42,8
90	1,9	17,1	46,9