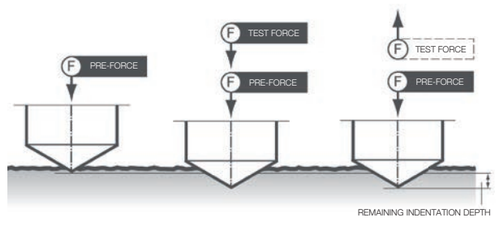
Qness HARDNESS TESTING

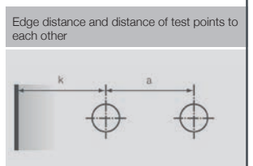
Hardness testing at a glance

Rockwell EN ISO 6508



Method	Base
HRA, HRC, HRD	= 100 Units (1 E = 0,002 mm)
HRB, HRE, HRF, HRG, HRH, HRK	= 130 Units (1 E = 0,002 mm)
HRN, HRT	= 100 Units (1 E = 0,001 mm)

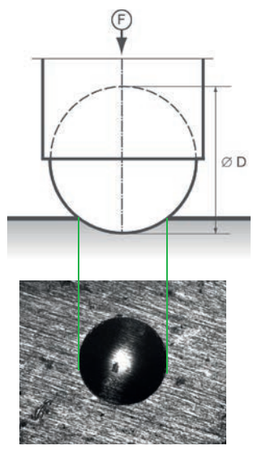
Edge distance and distance of test points to each other



Procedure	Edge dist. k	Point dist. a
A, B, C, F	3 mm	3 mm
N	1 mm	1 mm
T	2 mm	2 mm

Short symbol	Indenter	Pre-force F	Additional test force F	Total test force F	Application range
HRA HRB HRC	Diamond cone Ball 1,587 5 mm Diamond cone	98,07 N 98,07 N 98,07 N	490,3 N 882,6 N 1,373 kN	588,6 N 980,7 N 1,471 kN	39 - 86 HRA 2 -105 HRB 20 - 68 HRC
HRD HRE HRF	Diamond cone Ball 3,175 mm Ball 1,587 5 mm	98,07 N 98,07 N 98,07 N	882,6 N 882,6 N 190,3 N	980,7 N 980,7 N 588,6 N	40 - 77 HRD 46 - 100 HRE 28 - 115 HRF
HRG HRH HRK	Ball 1,587 5 mm Ball 3,175 mm Ball 3,175 mm	98,07 N 98,07 N 98,07 N	1,373 kN 490,3 N 1,373 kN	1,471 kN 588,6 N 1,471 kN	30 - 94 HRG 3 - 108 HRH 40 - 100 HRK
HR15N HR30N HR45N	Diamond cone Diamond cone Diamond cone	29,42 N 29,42 N 29,42 N	117,7 N 264,8 N 411,9 N	147,1 N 294,2 N 441,3 N	61 - 94 HR15N 26 - 85 HR30N 0 - 76 HR45N
HR15T HR30T HR45T	Ball 1,587 5 mm Ball 1,587 5 mm Ball 1,587 5 mm	29,42 N 29,42 N 29,42 N	117,7 N 264,8 N 441,9 N	147,1 N 294,2 N 441,3 N	38 - 95 HR15T 1 - 86 HR30T 2 - 77 HR45T

Brinell EN ISO 6506



Brinell hardness HB

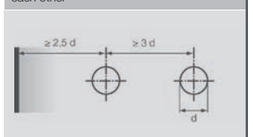
$$HB = \text{Constant} \frac{\text{Test force F}}{\text{Surface of indentation}}$$

$$HB = 0{,}102 \frac{2\,F}{\pi D\,(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

Mean indentation diameter

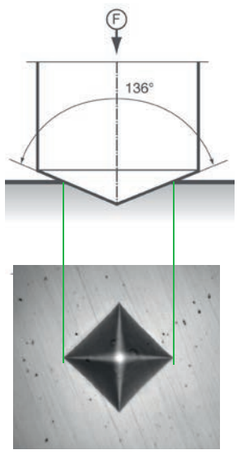
$$d = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

Edge distance and distance of test points to each other



Material	Procedure	Indenter Carbide ball	Test force	Force factor	Hardness range HBW
Cast steel Cast iron	HBW 1/30 HBW 2,5/187,5 HBW 5/750 HBW 10/3000	1 mm 2,5 mm 5 mm 10 mm	30 kp 187,5 kp 750 kp 3000 kp	30	95 - 653
Non ferrous metal Copper / Aluminium Copper alloy Aluminium alloy	HBW 1/10 HBW 2,5/62,5 HBW 5/250 HBW 10/1000	1 mm 2,5 mm 5 mm 10 mm	10 kp 62,5 kp 250 kp 1000 kp	10	32 - 218
Light alloy Copper / Aluminium Copper alloy Aluminium alloy	HBW 1/5 HBW 2,5/31,25 HBW 5/125 HBW 10/500	1 mm 2,5 mm 5 mm 10 mm	5 kp 31,25 kp 125 kp 500 kp	5	16 - 110
Light alloy lower 35 HB	HBW 1/2,5 HBW 2,5/15,63 HBW 5/62,5 HBW 10/250	1 mm 2,5 mm 5 mm 10 mm	2,5 kp 15,63 kp 62,5 kp 250 kp	2,5	8 - 35

Vickers EN ISO 6507



Vickers hardness HV

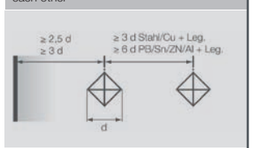
$$HV = \text{Constant} \frac{\text{Test force F}}{\text{Surface of indentation}}$$

$$HV = 0{,}102 \frac{F}{A} = 0{,}189\,1 \frac{F}{d^2}$$

Mean indentation diagonal

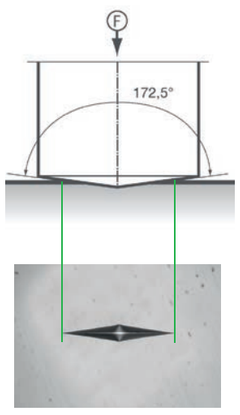
$$d = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

Edge distance and distance of test points to each other



Range	Short symbol	Indenter	Test force	Remarks	Range
Micro hardness range Micro hardness range Micro hardness range	HV 0,01 HV 0,02 HV 0,05	Diamond pyramid 136°	0,01 kp 0,02 kp 0,05 kp	Structural constituents very thin layer thin components	10-3000 HV
Micro hardness range Low force hardness r. Low force hardness r.	HV 0,1 HV 0,2 HV 0,3	Diamond pyramid 136°	0,1 kp 0,2 kp 0,3 kp	Small components thin sheets Row measurement	10-3000 HV
Low force hardness r. Low force hardness r. Low force hardness r.	HV 0,5 HV 1 HV 2	Diamond pyramid 136°	0,5 kp 1 kp 2 kp	Small components thin sheets bedded samples	10-3000 HV
Low force hardness r. Conventional range Conventional range	HV 3 HV 5 HV 10	Diamond pyramid 136°	3 kp 5 kp 10 kp	conventional components	10-3000 HV
Conventional range Conventional range Conventional range Conventional range	HV 20 HV 30 HV 50 HV 100	Diamond pyramid 136°	20 kp 30 kp 50 kp 100 kp	conventional components	10-3000 HV

Knoop EN ISO 4545

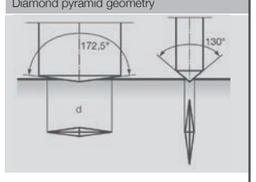


Knoop hardness HK

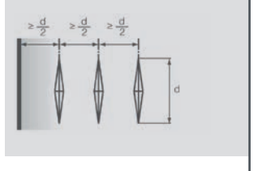
$$HK = \text{Constant} \frac{\text{Test force F}}{\text{Surface of indentation}}$$

$$HK = 0{,}102 \frac{F}{A} = 1{,}451 \frac{F}{d^2}$$

Diamond pyramid geometry



Edge distance and distance of test points to each other



KNOOP method advantages
- min. thickness of min. hardness layer of sample has to be only 1/3 of d
- Ideal for hard thin layers, narrow samples and brittle material as ceramic and sintered metal (no cracking material)
- practically no damage of test area

Short symbol	Indenter	Test force	Remarks
HK 0,01 HK 0,025 HK 0,05	Diamond pyramid 172,5° / 130°	0,01 kp 0,025 kp 0,05 kp	very thin layers
HK 0,1 HK 0,2 HK 0,3	Diamond pyramid 172,5° / 130°	0,1 kp 0,2 kp 0,3 kp	very thin layers bedded samples row measurements
HK 0,5 HK 1 HK 2	Diamond pyramid 172,5° / 130°	0,5 kp 1 kp 2 kp	very thin layers

Rockwell conversion chart acc. To DIN EN ISO 18265 (chart A1) for not- and low alloyed steel and cast steel

Tenacity N/mm²	Tenacity (kg/mm²)	HV	HBW 30	*HR 2,5/187,5	HRA	HRB	HRC	HRF	HR 45N	HR30N	HR 15N	**HR45T	**HR 30T	**HR 15T	HBW 10	*HR 2,5/62,5	HBW 5	*HR 2,5/31,25
				10	10	10	10	10	3	3	3	3	3	3				
		≥ 98 N		187,5	60	100	150	60	45	30	15	45	30	15	1000	62,5	500	31,25
				ø 2,5	120°	ø 1/16"	120°	ø 1/16"	120°	120°	120°	ø 1/16"	ø 1/16"	ø 1/16"	ø 10	ø 2,5	ø 10	ø 2,5
				100-0	100-0	130-0	100-0	130-0	100-0	100-0	100-0	100-0	100-0	100-0		100-0		100-0
255	26	80										4,3	37,3	69,5				
270	28	85				41,0						10,0	41,0	71,0				
285	29	90				48,0		82,6				15,8	44,3	73,0				
305	31	95				52,0		84,8				21,5	47,5	74,5				
320	33	100	95,0			56,2		87,0				25,5	50,5	76,0	31,5	6,0		
335	34	105	99,8			59,3		88,8				28,5	52,8	77,3	32,0	7,0		
350	36	110	105,0	1,4		62,3		90,5				32,5	55,0	78,7	32,5	8,5		
370	38	115	109,0	6,8		64,5		92,1				35,5	57,0	79,5	33,0	10,0		
385	39	120	114,0	12,0		66,7		93,6				38,2	59,0	80,7	33,5	11,0		
400	41	125	119,0	17,0		69,0		95,0				41,0	60,8	81,8	34,0	12,0		
415	42	130	124,0	21,2		71,2		96,4				43,5	62,5	82,5	34,5	13,5		
430	44	135	128,0	24,3		73,1		97,7				45,5	64,0	83,0	35,0	14,5	15,5	41,0
450	46	140	133,0	27,6		75,0		99,0				47,5	65,3	84,0	36,0	17,0	16,0	42,0
465	47	145	138,0	30,6		76,9		100,2				49,5	66,5	84,5	37,0	19,0	16,5	43,0
480	49	150	143,0	33,1		78,7		101,4				51,2	67,7	85,2	38,0	21,0	17,0	44,0
495	50	155	147,0	35,2		80,2		102,5				52,8	68,9	85,8	39,0	23,0	17,5	45,0
510	52	160	152,0	37,2		81,7		103,6				54,5	70,0	86,4	40,0	25,0	18,0	46,0
530	54	165	156,0	39,1		83,4		104,6				55,9	70,8	86,9	41,0	26,5	18,5	47,0
545	56	170	162,0	40,9		85,0		105,5				57,2	71,8	87,4	42,0	28,5	19,0	48,0
560	57	175	166,0	42,7		86,1		106,4				58,5	72,7	87,8	43,0	30,0	19,5	49,0
575	59	180	171,0	44,4		87,1		107,2				59,7	73,7	88,2	44,0	31,5	20,0	50,0
595	61	185	176,0	46,0		88,3		108,0				60,6	74,5	88,6	45,0	33,0	20,5	51,0
610	62	190	181,0	47,6		89,5		108,7				61,4	75,2	89,1	46,0	34,5	21,0	52,0
625	64	195	185,0	48,8		90,5		109,4				62,4	75,7	89,4	47,0	36,0	21,5	53,0
640	65	200	190,0	50,0		91,5		110,1				63,4	76,2	89,7	48,0	37,0	22,0	54,0
660	67	205	195,0	51,2		92,5		110,7				64,3	77,0	90,1	49,0	38,0	22,5	55,0
675	69	210	199,0	52,3		93,5		111,3				65,2	77,7	90,5	50,0	39,5	23,0	56,0
690	70	215	204,0	53,5		94,0		111,9				66,1	78,4	90,8	51,0	41,0	23,5	57,0
705	72	220	209,0	54,7		95,0		112,4				67,0	79,0	91,0	52,0	42,0	24,0	58,0
720	73	225	214,0	55,8		96,0		112,9				67,7	79,6	91,4	53,0	43,5	24,5	59,0
740	75	230	219,0	56,8		96,7		113,4				68,4	80,1	91,7	54,0	44,5	25,0	60,0
755	77	235	223,0	57,6		97,4		113,9				69,2	80,5	91,9	55,0	45,5	25,5	61,0
770	78	240	228,0	58,5	60,7	98,1	20,3	114,3	19,9	41,7	69,6	69,9	80,9	92,1	56,0	46,5	26,0	62,0
785	80	245	233,0	59,5	61,2	98,8	21,3	114,7	21,1	42,5	70,1	70,6	81,3	92,3	57,0	47,5	27,0	63,5
800	82	250	238,0	60,3	61,6	99,5	22,2	115,1	22,2	43,4	70,6	71,2	81,7	92,4	58,0	48,5	28,0	64,5
820	84	255	242,0	61,2	62,0	100,3	23,1		23,2	44,2	71,1	71,8	82,1	92,6	59,0	49,5	29,0	65,5
835	85	260	247,0	62,0	62,4	101,0	24,0		24,3	45,0	71,6	72,3	82,5	92,8	60,0	50,5	30,0	66,5
850	87	265	252,0	62,7	62,7	101,5	24,8		25,2	45,7	72,1	72,9	82,9	93,0	61,0	51,5	31,0	67,5
865	88	270	257,0	63,4	63,1	102,0	25,6		26,2	46,4	72,6	73,4	83,3	93,2	62,0	52,5	32,0	68,5
880	90	275	261,0	64,1	63,5	103,0	26,4		27,1	47,2	73,0	74,0	83,7	93,5	63,0	53,0	33,0	69,5
900	92	280	266,0	64,8	63,8	104,0	27,1		27,9	47,8	73,4	74,5	84,1	93,7	64,0	54,0	34,0	70,5
915	93	285	271,0	65,4	64,2	104,5	27,8		28,7	48,4	73,8	75,0	84,4	93,9	65,0	55,0	35,0	71,5
930	95	290	276,0	66,1	64,5	105,0	28,5		29,5	49,0	74,2	75,4	84,7	94,1	66,0	55,5	36,0	72,5
950	97	295	280,0	66,7	64,8		29,2		30,4	49,7	74,6	75,8	84,9	94,2	67,0	56,5	38,0	74,0
965	98	300	285,0	67,4	65,2		29,8		31,1	50,2	74,9	76,2	85,1	94,3	68,0	57,0	40,0	75,0
995	100	310	295,0	68,5	65,8		31,0		32,5	51,3	75,6	77,0	85,5	94,5	69,0	58,0	42,0	76,0
1030	105	320	304,0	69,5	66,4		32,2		33,9	52,3	76,2				70,0	59,0	44,0	77,0
1060	108	330	314,0	70,6	67,0		33,3		35,2	53,6	76,8				72,0	60,5	46,0	77,5
1095	112	340	323,0	71,5	67,6		34,4		36,5	54,4	77,4				74,0	62,0	48,0	78,5
1125	115	350	333,0	72,4	68,1		35,5		37,8	55,4	78,0				76,0	63,0	50,0	79,0
1155	118	360	342,0	73,2	68,7		36,6		39,1	56,4	78,6				78,0	64,0	55,0	80,5
1190	121	370	352,0	74,0	69,2		37,7		40,4	57,4	79,2				80,0	65,0	60,0	81,5
1220	124	380	361,0	74,8	69,8		38,8		41,7	58,4	79,8				83,0	66,5	65,0	82,5
1255	128	390	371,0	75,5	70,3		39,8		42,9	59,3	80,3				86,0	68,0	70,0	83,5
1290	131	400	380,0	76,2	70,8		40,8		44,1	60,2	80,8				89,0	69,0	75,0	84,5
1320	135	410	390,0	77,0	71,4		41,8		45,3	61,1	81,4				92,0	70,0	80,0	85,5
1350	138	420	399,0	77,7	71,8		42,7		46,4	61,9	81,8				95,0	71,5	85,0	86,5
1385	141	430	409,0	78,5	72,3		43,6		47,4	62,7	82,3				98,0	72,5	90,0	87,5
1420	145	440	418,0	79,2	72,8		44,5		48,4	63,5	82,8				101,0	73,5	95,0	88,0
1455	148	450	428,0	79,9	73,3		45,3		49,4	64,3	83,2				104,0	74,0	100,0	88,5
1485	151	460	437,0	80,4	73,6		46,1		50,4	64,9	83,6				107,0	75,0	105,0	89,0
1520	155	470	447,0	80,9	74,1		46,9		51,3	65,7	83,9				110,0	76,0	110,0	89,5
1555	159	480	456,0	81,4	74,5		47,7		52,2	66,4	84,3				115,0	77,0		
1595	163	490	466,0	81,8	74,9		48,4		53,1	67,1	84,7				120,0	78,0		
1630	166	500	475,0	82,2	75,3		49,1		53,9	67,7	85,0				125,0	79,0		
1665	173	510	485,0	82,5	75,7		49,8		54,7	68,3	85,4				130,0	80,0		
1700	181	520	494,0		76,1		50,5		55,6	69,0	85,7				135,0	81,0		
1740	188	530	504,0		76,4		51,1		56,2	69,5	86,0				140,0	82,0		
1775	196	540	513,0		76,7		51,7		57,0	70,0	86,3				150,0	83,0		
1810	203	550	523,0		77,0		52,3		57,8	70,5	86,6				160,0	84,0		
1845	211	560	532,0		77,4		53,0		58,6	71,2	86,9				170,0	85,0		
1880	219	570	542,0		77,8		53,6		59,3	71,7	87,2				180,0	86,0		
1920	226	580	551,0		78,0		54,1		59,9	72,1	87,5				190,0	87,0		
1955	235	590	561,0		78,4		54,7		60,5	72,7	87,8				200,0	88,0		
1995	244	600	570,0		78,6		55,2		61,2	73,2	88,0				210,0	89,0		
2030	254	610	580,0		78,9		55,7		61,7	73,7	88,2				220,0	90,0		
2070	263	620	589,0		79,2		56,3		62,4	74,2	88,5							
2105	273	630	599,0		79,5		56,8		63,0	74,6	88,8							
2145	282	640	608,0		79,8		57,3		63,5	75,1	89,0							
2180	293	650	618,0		80,0		57,8		64,1	75,5	89,2							
		660	629,0		80,3		58,3		64,7	75,9	89,5							
		670	640,0		80,6		58,8		65,3	76,4	89,7							
		680	655,0		80,8		59,2		65,7	76,8	89,8							
		690			81,1		59,7		66,2	77,2	90,1							
		700			81,3		60,1		66,7	77,6	90,3							
		720			81,8		61,0		67,7	78,4	90,7							
		740			82,2		61,8		68,6	79,1	91,0							
		760			82,6		62,5		69,4	79,7	91,2							
		780			83,0		63,3		70,2	80,4	91,5							
		800			83,4		64,0		71,0	81,1	91,8							
		820			83,8		64,7		71,8	81,7	92,1							
		840			84,1		65,3		72,2	82,2	92,3							
		860			84,4		65,9		73,1	82,7	92,5							
		880			84,7		66,4		73,6	83,1	92,7							
		900			85,0		67,0		74,2	83,6	92,9							
		920			85,3		67,5		74,8	84,0	93,0							
		940			85,6		68,0		75,4	84,4	93,2							
		960																
		980																
		1000																

*) not normed procedures **) for nickel and nickel alloy

Brinell evaluation chart

HBW 30	ø 10 3000 d mm	ø 5 750 d mm	ø 2,5 187,5 d mm	HBW 10	ø 10 1000 d mm	ø 5 250 d mm	ø 2,5 62,5 d mm	HBW 5	ø 10 500 d mm	ø 5 125 d mm	ø 2,5 31,5 d mm
95,5	6,00	3,00	1,50	31,8	6,00	3,00	1,50	15,9	6,00	3,00	1,50
96,6	5,96	2,98	1,49	32,3	5,96	2,98	1,49	16,2	5,96	2,98	1,49
98,4	5,92	2,96	1,48	32,8	5,92	2,96	1,48	16,4	5,92	2,96	1,48
99,9	5,88	2,94	1,47	33,3	5,88	2,94	1,47	16,7	5,88	2,94	1,47
101,0	5,84	2,92	1,46	33,8	5,84	2,92	1,46	16,9	5,84	2,92	1,46
103,0	5,80	2,90	1,45	34,3	5,80	2,90	1,45	17,2	5,80	2,90	1,45
105,0	5,76	2,88	1,44	34,9	8,76	2,88	1,44	17,4	5,76	2,88	1,44
106,0	5,72	2,86	1,43	35,4	5,72	2,86	1,43	17,7	5,72	2,86	1,43
108,0	5,68	2,84	1,42	36,0	5,68	2,84	1,42	18,0	5,68	2,84	1,42
110,0	5,64	2,82	1,41	36,5	5,64	2,82	1,41	18,3	5,64	2,82	1,41
111,0	5,60	2,80	1,40	37,1	5,60	2,80	1,40	18,6	5,60	2,80	1,40
113,0	5,56	2,78	1,39	37,7	5,56	2,78	1,39	18,9	5,56	2,78	1,39
115,0	5,52	2,76	1,38	38,3	5,52	2,76	1,38	19,2	5,52	2,76	1,38
117,0	5,48	2,74	1,37	38,9	5,48	2,74	1,37	19,5	5,48	2,74	1,37
117,0	5,44	2,72	1,36	39,6	5,44	2,72	1,36	19,8	5,44	2,72	1,36
121,0	5,40	2,70	1,35	40,2	5,40	2,70	1,35	20,1	5,40	2,70	1,35
123,0	5,36	2,68	1,34	40,9	5,36	2,68	1,34	20,4	5,36	2,68	1,34
125,0	5,32	2,66	1,33	41,5	5,32	2,66	1,33	20,8	5,32	2,66	1,33
127,0	5,28	2,64	1,32	42,2	5,28	2,64	1,32	21,1	5,28	2,64	1,32
129,0	5,24	2,62	1,31	42,9	5,24	2,62	1,31	21,5	5,24	2,62	1,31
131,0	5,20	2,60	1,30	43,7	5,20	2,60	1,30	21,8	5,20	2,60	1,30
133,0	5,16	2,58	1,29	44,4	5,16	2,58	1,29	22,2	5,16	2,58	1,29
135,0	5,12	2,56	1,28	45,1	5,12	2,56	1,28	22,6	5,12	2,56	1,28
138,0	5,08	2,54	1,27	45,9	5,08	2,54	1,27	23,0	5,08	2,54	1,27
140,0	5,04	2,52	1,26	46,7	5,04	2,52	1,26	23,4	5,04	2,52	1,26
143,0	5,00	2,50	1,25	47,5	5,00	2,50	1,25	23,8	5,00	2,50	1,25
145,0	4,96	2,48	1,24	48,3	4,96	2,48	1,24	24,2	4,96	2,48	1,24
148,0	4,92	2,46	1,23	49,2	4,92	2,46	1,23	24,6	4,92	2,46	1,23
150,0	4,88	2,44	1,22	50,1	4,88	2,44	1,22	25,0	4,88	2,44	1,22
153,0	4,84	2,42	1,21	51,0	4,84	2,42	1,21	25,5	4,84	2,42	1,21
156,0	4,80	2,40	1,20	51,9	4,80	2,40	1,20	25,9	4,80	2,40	1,20
158,0	4,76	2,38	1,19	52,8	4,76	2,38	1,19	26,4	4,76	2,38	1,19
161,0	4,72	2,36	1,18	53,8	4,72	2,36	1,18	26,9	4,72	2,36	1,18
164,0	4,68	2,34	1,17	54,8	4,68	2,34	1,17	27,4	4,68	2,34	1,17
167,0	4,64	2,32	1,16	55,8	4,64	2,32	1,16	27,9	4,64	2,32	1,16
170,0	4,60	2,30	1,15	56,8	4,60	2,30	1,15	28,4	4,60	2,30	1,15
174,0	4,56	2,28	1,14	57,9	4,56	2,28	1,14	28,9	4,56	2,28	1,14
177,0	4,52	2,26	1,13	59,0	4,52	2,26	1,13	29,5	4,52	2,26	1,13
180,0	4,48	2,24	1,12	60,1	4,48	2,24	1,12	30,0	4,48	2,24	1,12
184,0	4,44	2,22	1,11	61,2	4,44	2,22	1,11	30,6	4,44	2,22	1,11
187,0	4,40	2,20	1,10	62,4	4,40	2,20	1,10	31,2	4,40	2,20	1,10
191,0	4,36	2,18	1,09	63,6	4,36	2,18	1,09	31,8	4,36	2,18	1,09
195,0	4,32	2,16	1,08	64,9	4,32	2,16	1,08	32,4	4,32	2,16	1,08
198,0	4,28	2,14	1,07	66,2	4,28	2,14	1,07	33,1	4,28	2,14	1,07
202,0	4,24	2,12	1,06	67,5	4,24	2,12	1,06	33,7	4,24	2,12	1,06
207,0	4,20	2,10	1,05	68,8	4,20	2,10	1,05	34,4	4,20	2,10	1,05
211,0	4,16	2,08	1,04	70,2	4,16	2,08	1,04	35,1	4,16	2,08	1,04
215,0	4,12	2,06	1,03	71,7	4,12	2,06	1,03	35,8	4,12	2,06	1,03
219,0	4,08	2,04	1,02	73,2	4,08	2,04	1,02	36,6	4,08	2,04	1,02
224,0	4,04	2,02	1,01	74,7	4,04	2,02	1,01	37,3	4,04	2,02	1,01