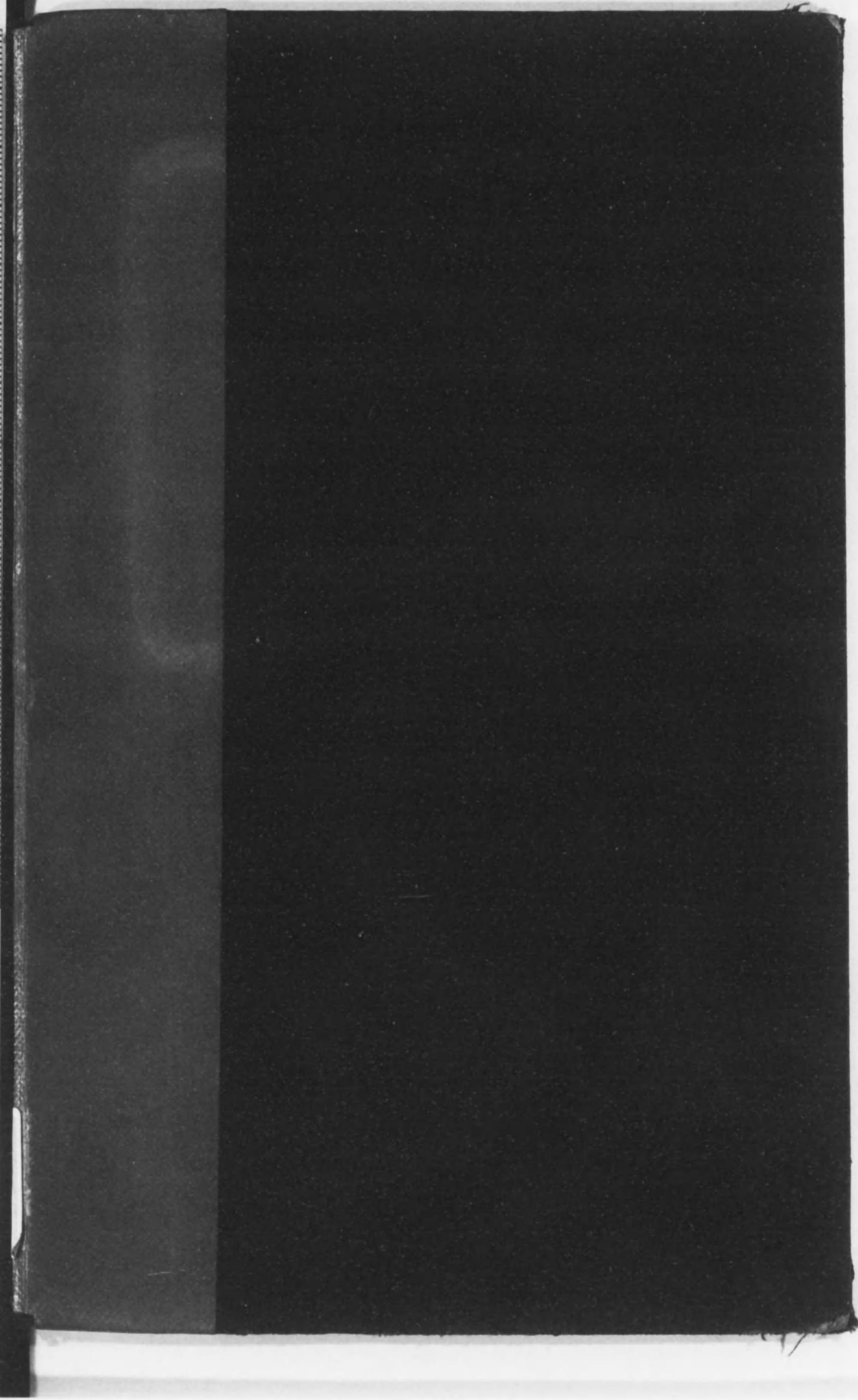




始



46
289

物 理 實 驗

三 十 題

理 學 士

柏 木 好 三 郎 著

東 京

丸 善 株 式 會 社



46-289₄

ハ シ ガ キ

著者が物理實驗ノ指導トイフコトヲ始メテカラ今年
マデニ二十五年ヲ過ギタ。ソノ間ニ實驗ヲヤルニツイ
テノ心得トシテ主張シテキタコトデ今デモ必要ト考ヘ
テキルコトハ

イイカゲンニヤル位ナラムシロヤラス方ガヨイ。

面倒クサイト思フ様ナラヤメテ歸ツタガヨイ。

アル實驗ヲヤツテシマフトカ片附ケテシマフトカイ
フ態度デヤルノハヤラナカッタノト殆ント變リガナイ。
装置ノ調整ヲヤル時ニ遇然出來タノデハイカヌ合理
的方法ニヨツテ行ツタノデナクテハ出來ナカッタノト
同等デアル。

與ヘラレタル範圍ニ於テ最上ノ狀況ニシテヤラネバ
ナラス。

要スルニ自發的ニヤルノデナケレバナラス。高等學
校等デ實驗ヲヤルノハソレカラアル結果ヲ出ストイフ
コトガ終局ノ目的デハナイ。研究的態度ノ習慣ヲツケ
ルコトガ一番大切ナコトデアル。次ニ將來イロイロナ
研究ヲ行フ場合ニ入用ニナリソーナ補助器械ニ親シク
ナルトイフコトガ第二ノ目的デアル。

補助器械ノ使用ハ即チ我々ノ直接ニ肉眼或ハ觸覺ニ
ヨル觀測ノ精密サラ増スタメノモノデアルカラ。ソレ

ノ使用法ニ精通スルコトハツマリ自然現象ニ對スル我
我ノ觀察力ヲ増スコトニナルノデアル。

第三ニ如何ナル器械ヲ使フニシテモ測定ニ關シテナ
スベキ最後ノ仕事ハ器械ヲ通シテ見タニツノ像ノ間ノ
微細ナル差ヲ見附ケ得ルコト或ハ物體ノ動カシ方ヲ極
メテ微細ナル程度マデ自由自在ニ調節シ得ルコトニ歸
着スルノデアルカラ 目測ノ確實サト精密サトヲ増ス
タメノ練習ト 指先ノ鋭敏ナル感覺ノ養成ト ヲ心掛
ケネバナラス。實驗室内ノ仕事ニ限ラズアラユル技術
ノ巧拙ハ眼ノ判斷ノ精密サヤ手先ノ運動ノ微妙ナル自
在サニヨツテ支配サレナイモノハナイ。此關係ニ於テ
物理實驗ニ身ヲ入レテヤルコトハ生活ノ能率ヲ上ゲル
タメニ極メテ有効ナコトデアルトイヘル。

高等學校ノ物理實驗ノ有様ヲ他ノ學科ト比ベテ見ル
ト化學ヤ動植物ノ實驗デハ學級中ノモノガ同時ニ同ジ
コトヲナシ得ル様ニナツテキルノニ物理實驗室デハ組
中ノモノガ少クとも五六種類ノ異ツタコトヲ同ジ時間
ニヤラサレテキル(ソレガヨイカラトイフノデハナイ器
械ヲ揃ヘテ買フ資金ガ得ラレナイカラデアル。中學校
デハ同一時間ニハ同一ノ問題ヲ取扱フ様ニ器械ノ數ガ
揃ヘテアル)。ソレ故實驗ヲヤル前ニソノ時間ニヤルベ
キコトヲ詳シク説明スルノニ工合ガワルイ。ソノ間ヲ
調和スル方法トシテハ書イタモノヲ用キナケレバナラ

ス。外國デ出來タ實驗案内書ハ澤山アルガ邦語ノハ僅
シカナイ。殊ニ高等學校ノ制度ガ變ヘラレテカラハ理
科全部ニ物理實驗ガ課セラレル様ニナツタノデ後ニ讀
ム機會ノ多クナイ人達ニマデ大キナ書物ヲ持タセルコ
トハアマリ適切デナイ。從來ハ實驗ノ順序ニ關シテ簡
單ナ説明書ヲ謄寫版ニシテ、足ラナイ部分ハ個人ニ直接
ニ説明シタノデアルガ此頃デハ同時ニ實驗ヲヤル人數
ガ増シタノデソレデハ充分ニ行渡ラナクナツタ。ソレ
ヲ補フタメニ更ニ詳シク説明ヲ書クトナルト謄寫版デ
ハ不便デアルノデココニ出版スルコトニシタノデアル。

出版スルニツイテハ著者ノ教室ダケニ間ニ合フ様ナ
モノデハ都合ガワルイノデ 器械ヤ裝置ノ圖ナドモカ
キ加ヘルコトニシタノデアルガ 圖ノ畫キ方ハ正式ノ
作圖法ニヨツタノデナク正面圖ヤ断面圖ヤ投影圖ヤラ
ガーツノ圖面ノ中ニ混ザツテキルカラ適當ニ想像ヲ加
ヘテ見分ケラレルコトヲ希望スル。物ノ大サノ割合モ
正確ニ畫カレタノデハナイ。裝置ノ構造ヲ考ヘルノニ
便宜ヲ與ヘルコトガ出來レバ満足スルノデアル。

裝置ノ中ニハ著者獨特ノ組合ハセノモノモアルガ説
明ハ他ノ場合ニモ間ニ合フ様ニシテアル。著者獨特ノ
モノハ何レモ何年カ實用シタ經驗ノアルモノデ充分間
ニ合フモノデアルコトヲ保證スル。

一學年ノ間ノ時間數ハ多クテ三十四回位シカナイ。

ソレデナルベク變シテ練習ノ出來ル様ナモノヲ三十種
ダケ選ンダノデアアル。勿論此中ノアルモノハ省イテヨ
イモノモアルガ一題ニナツテキルコトデ二回以上ノ時
間ヲカケネバナラヌモノモアル。

一々ノ問題ニツイテノ説明ハカナリ詳シク書イテモ
リデアアル。多クノ人ニハ説明サレルマデモナイト考
ヘラレルコトガ所々ニアロト思ハレルガ今マデ千人
以上ノ人ノ世話ヲシタ經驗ニヨリ度々質問サレタ様ナ
コトハナルベク記スコトニシタノデアアル。多年使ヒ慣
レテキル者カラ見レバデキニワカリソーナコトデアツ
テモ初メテ器械ヲアテガハレタモノニ取ツテハソノ全
部ガ新シイノデアアルカラドコニ特ニ注意ヲ拂フベキカ
ニツイテマゴツクノハムシロ當然ノコトデアアル。

既ニ實驗ヲ終ツタ人カラ口傳ヘニ方法ヲ聞イテヤル
トイフ流儀デハ考ヘルコトナシニ最後ノ結果ニ達スル
近道ヲ通ルコトニナルノデ自分ノタメニナラナイ。ソ
ノナ態度デハ新シイ道ヲ開クコトハ出來ナイ。

器械ノ構造ニツイテハ説明ヲ加ヘタモノモアルガ大
抵ハ物理ノ講義ノ中デ學ブ筈デアアルカラ略シタ方が多
イ。此書物ノ中ニ説明シテアルモノニツイテハ講義ノ
方デ略スコトガ出來ルカラソレニヨツテ不足勝ノ講義
時間ヲ少シデモ補フコトガ出來レバ都合ガヨイ。

自修ニヨツテ高等學校高等科學力檢定試験或ハ教員

檢定試験ヲ受ケ様トスル人ノタメニ物理實驗ナル科目
ハ難關ノ一ツトサレテキルガ自修スルタメノ手引トナ
ルモノノ足ラヌコトガソレノ主ナ原因ニナツテキル。
此書物ガソレヲノ人ノタメニモ役立ツコトガ出來レバ
幸デアアル。

大正十四年九月

第八高等學校ニ於テ

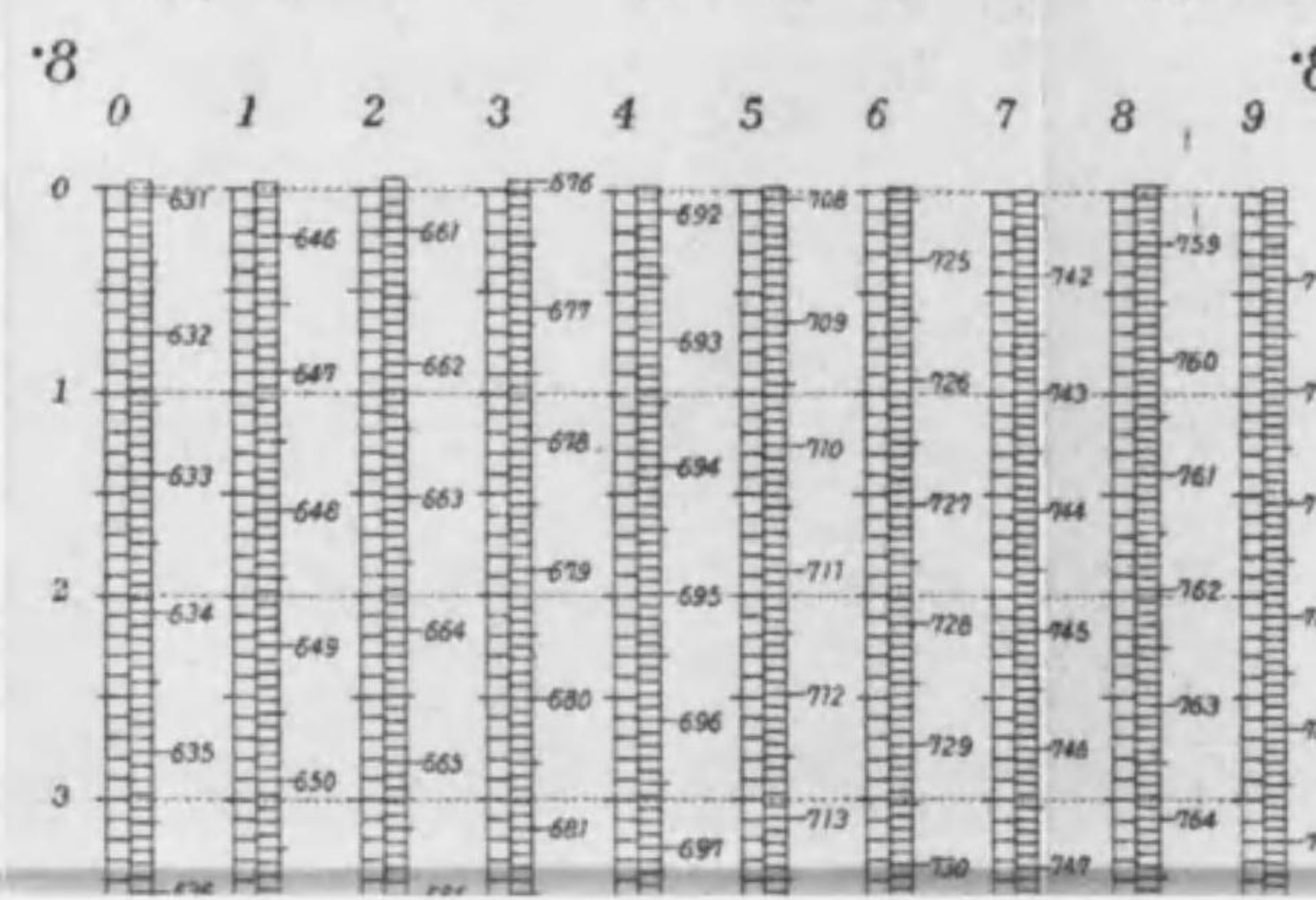
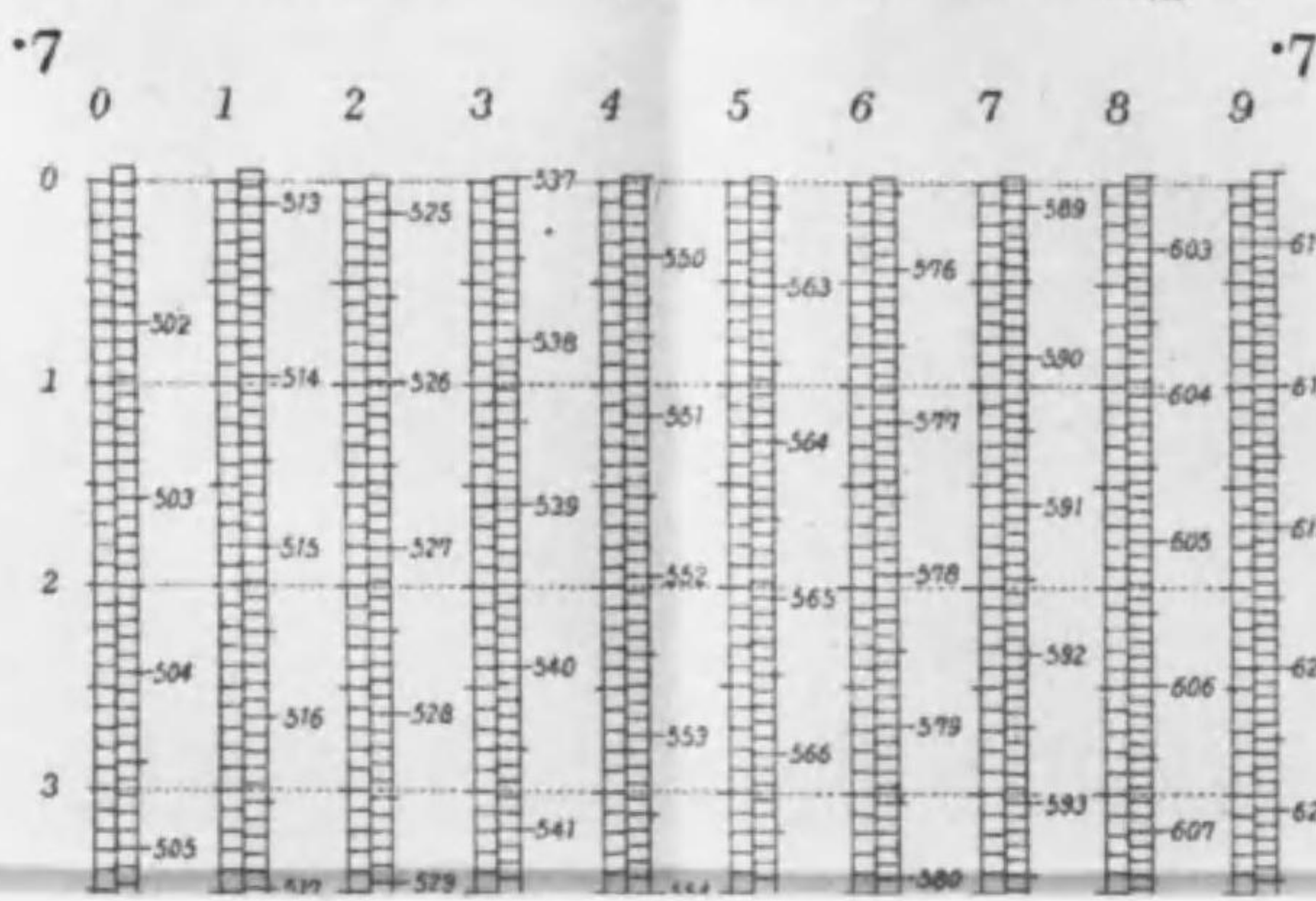
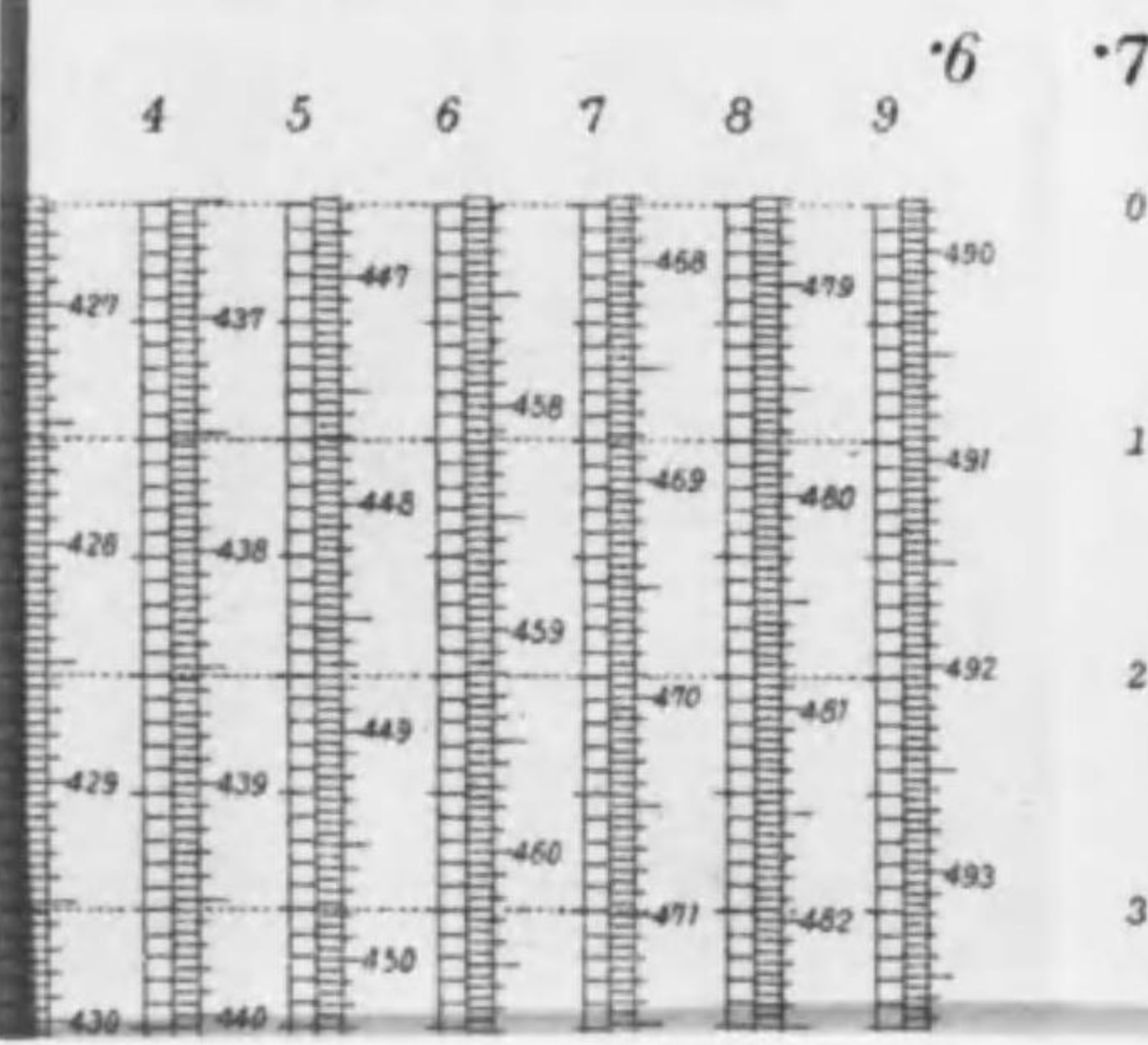
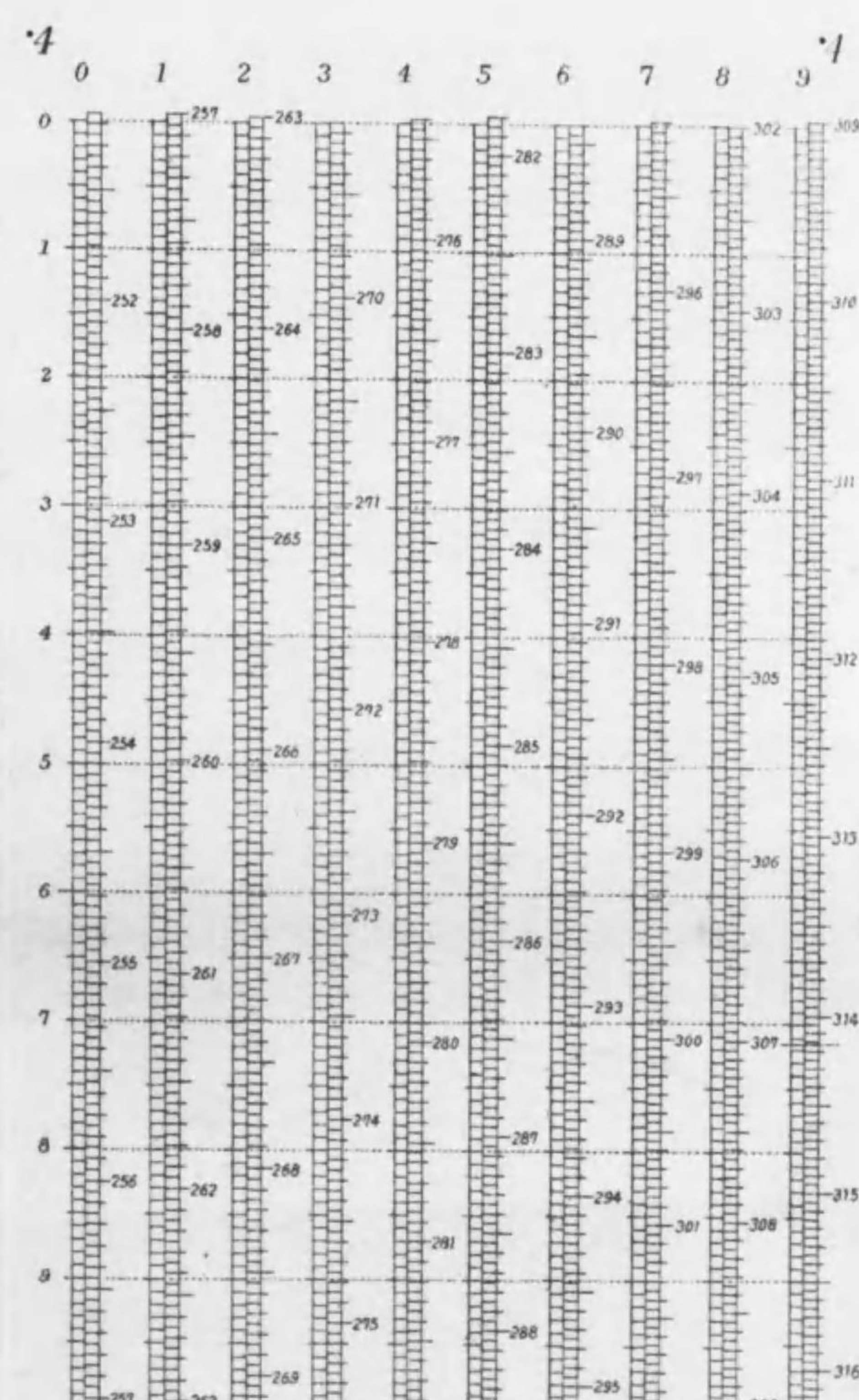
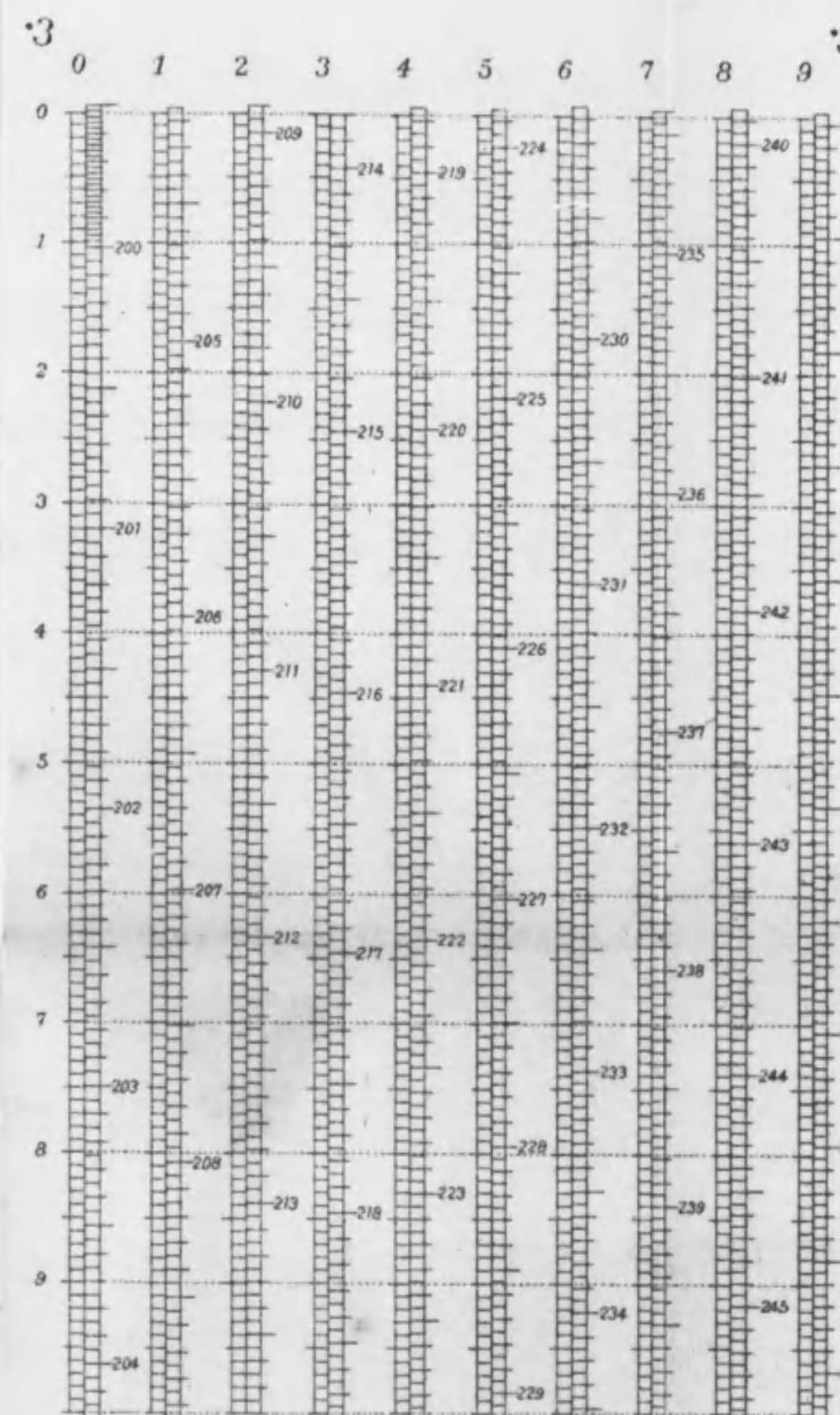
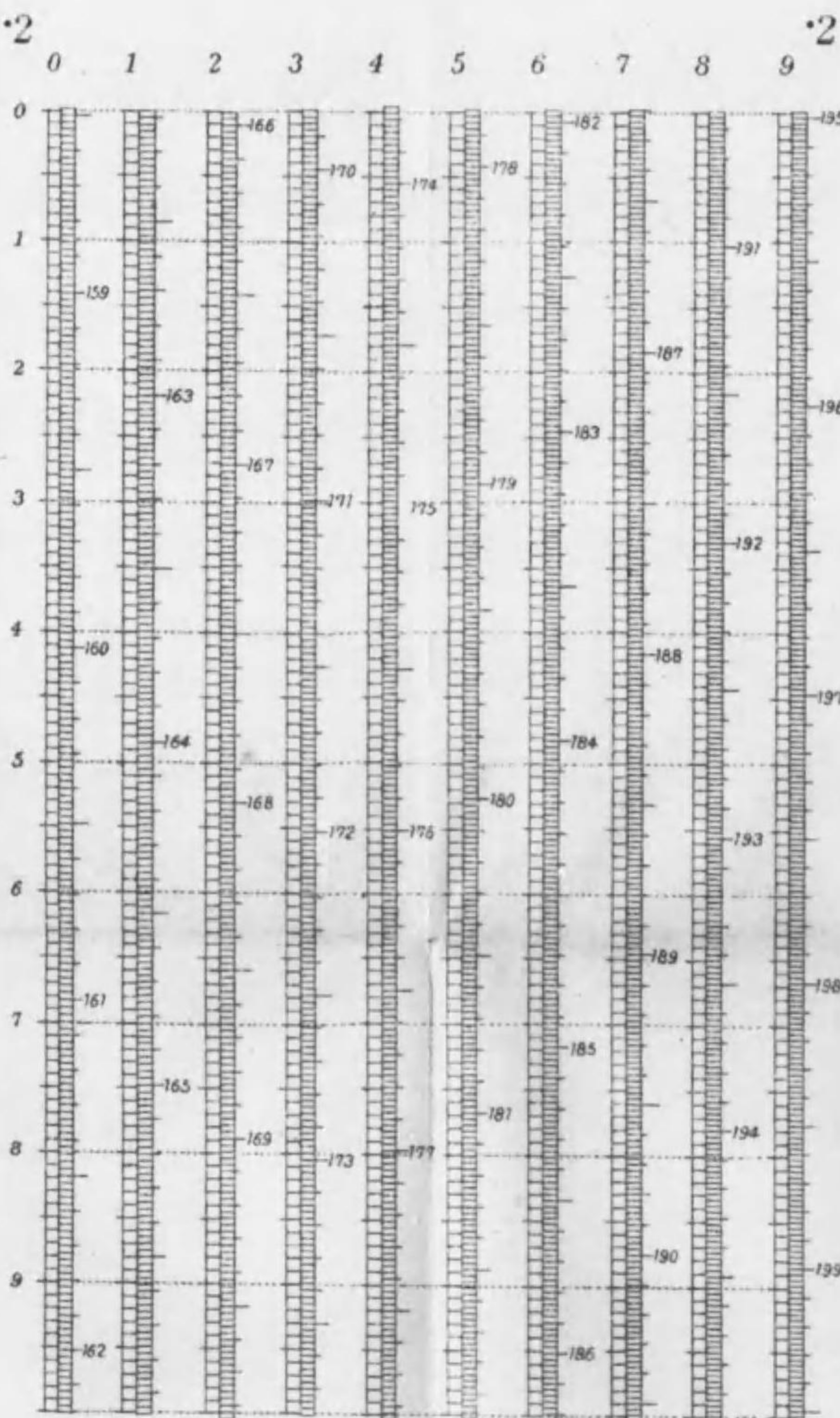
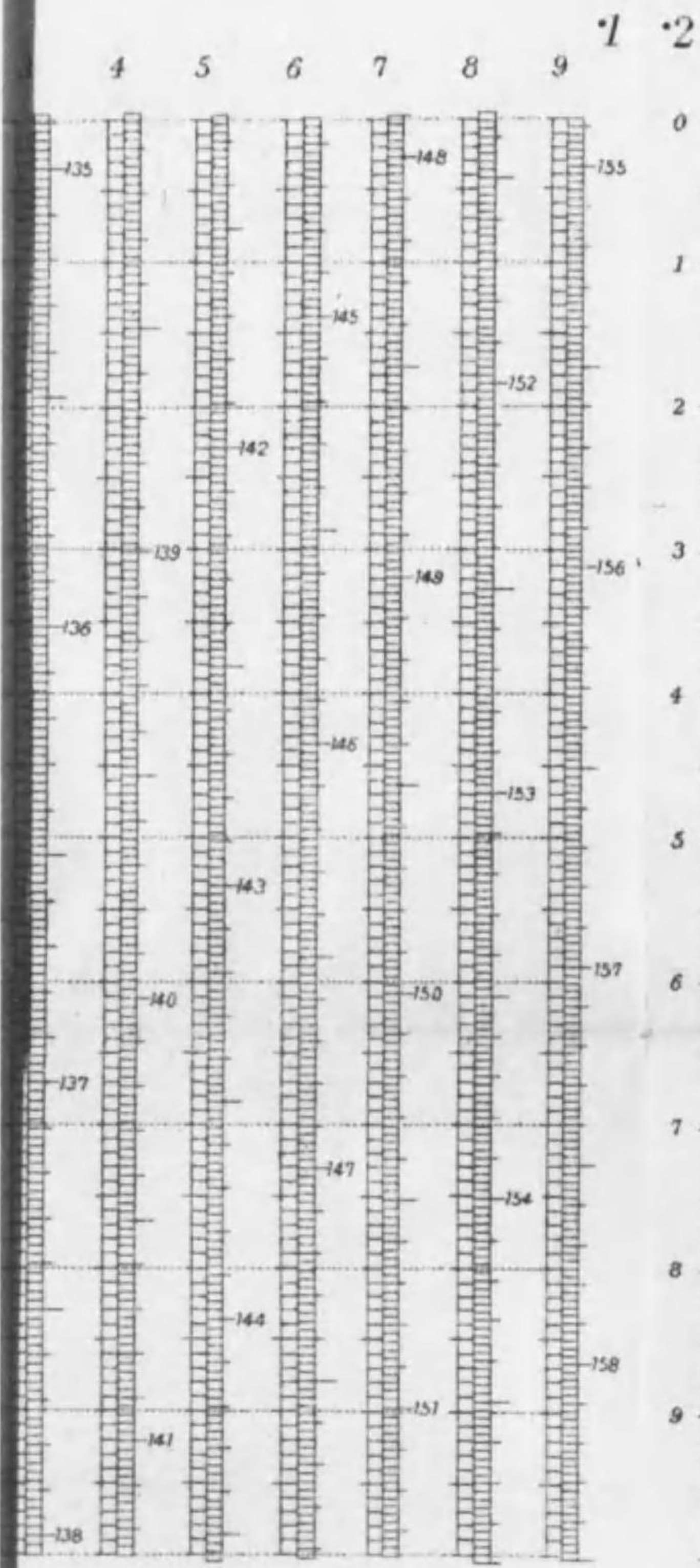
柏木好三郎

目 録

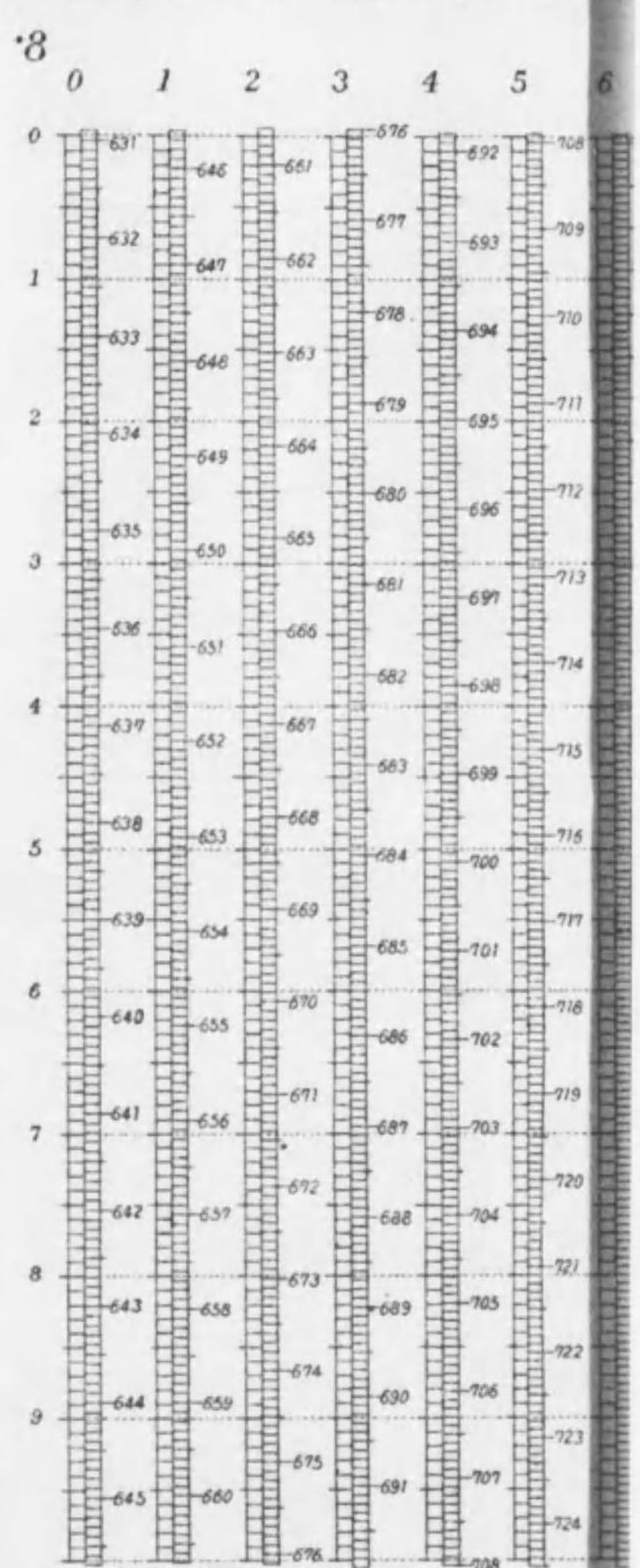
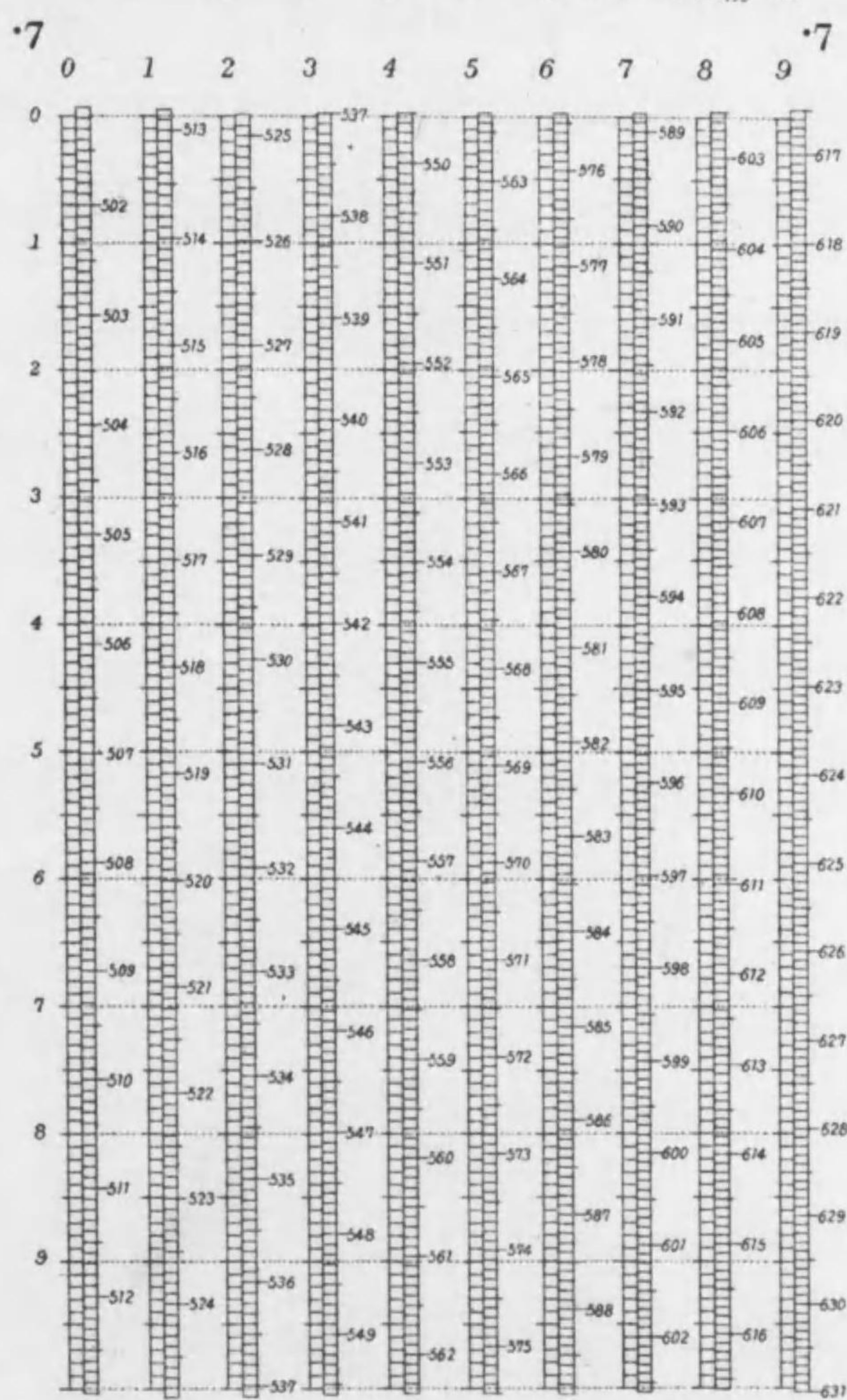
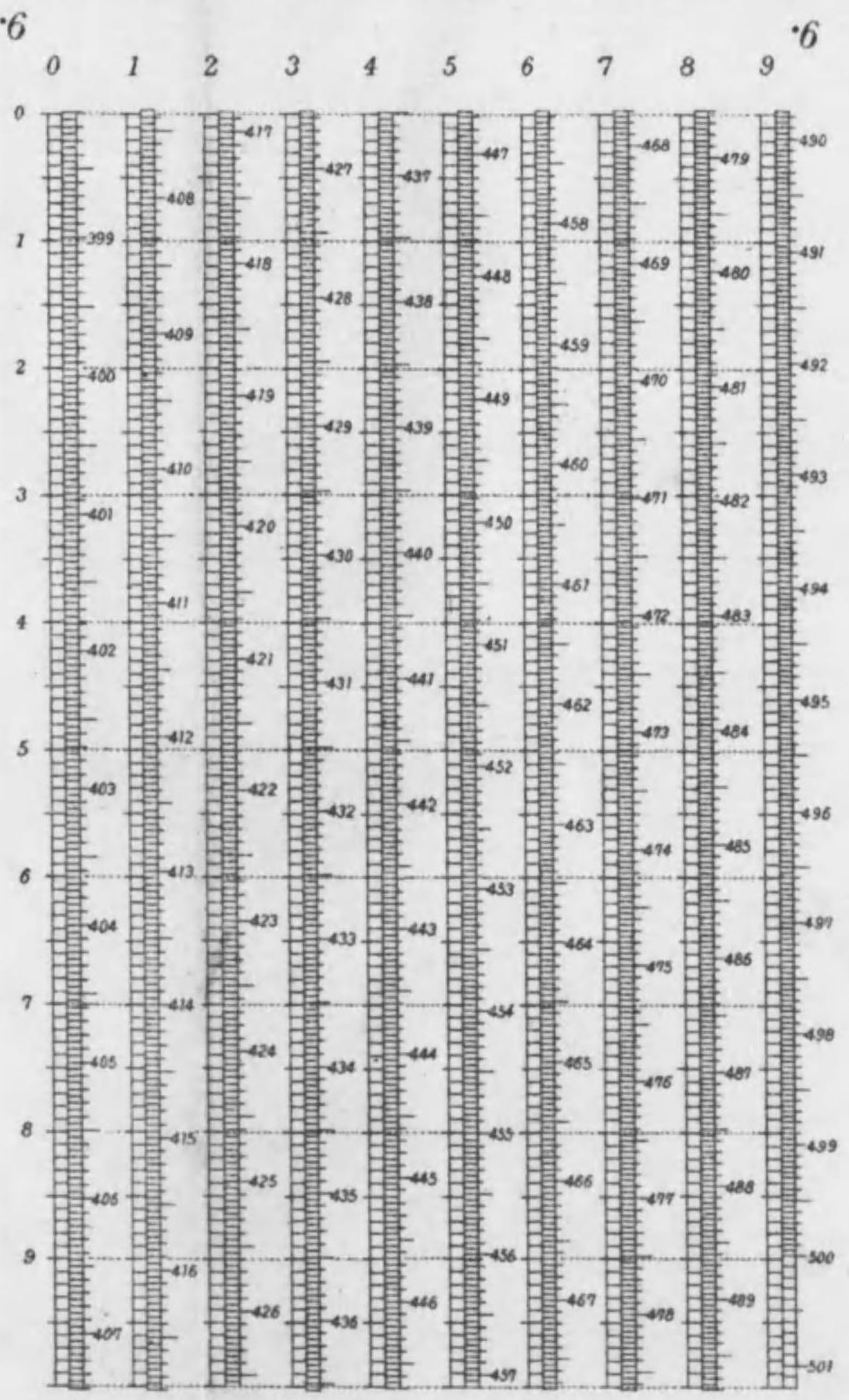
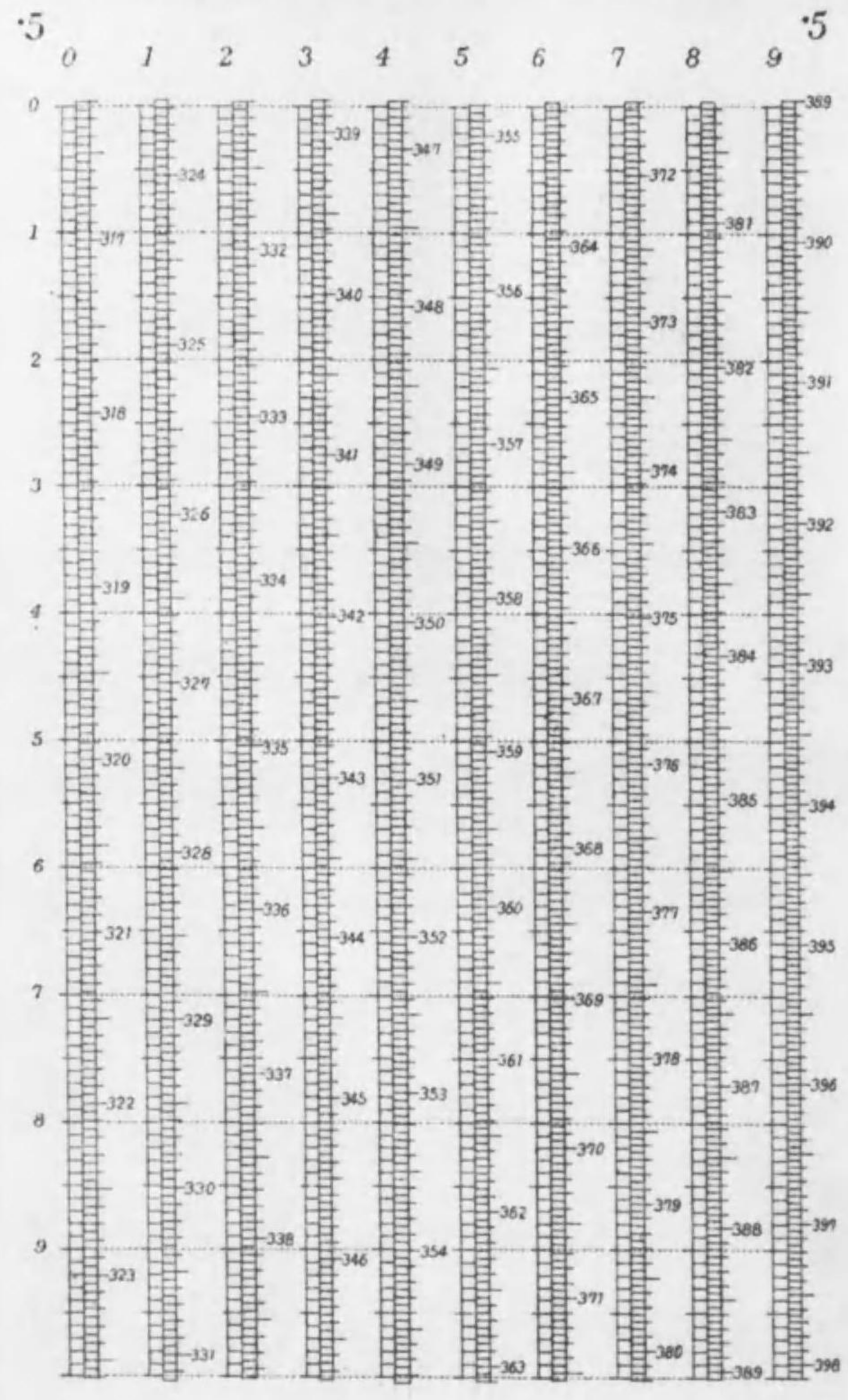
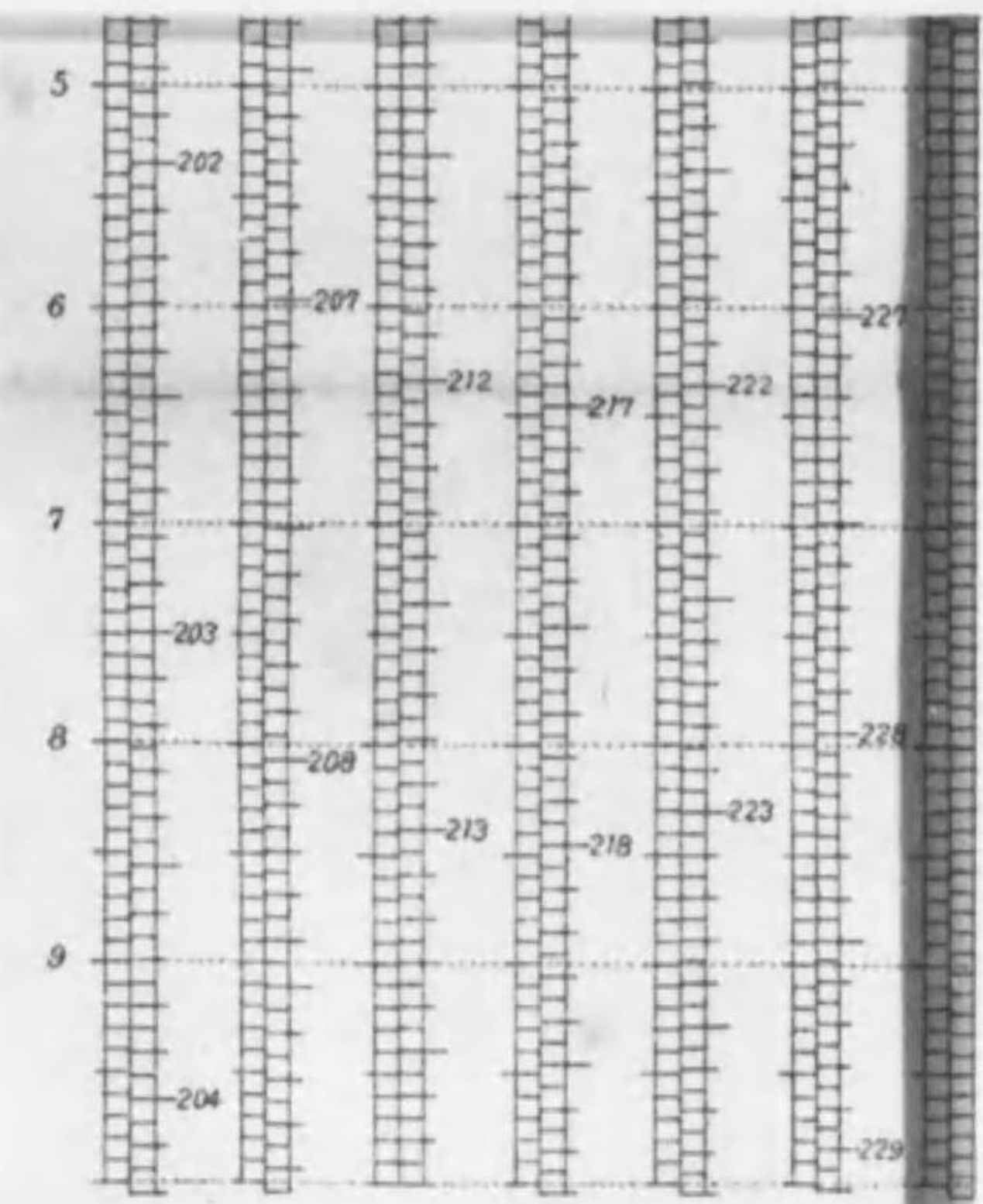
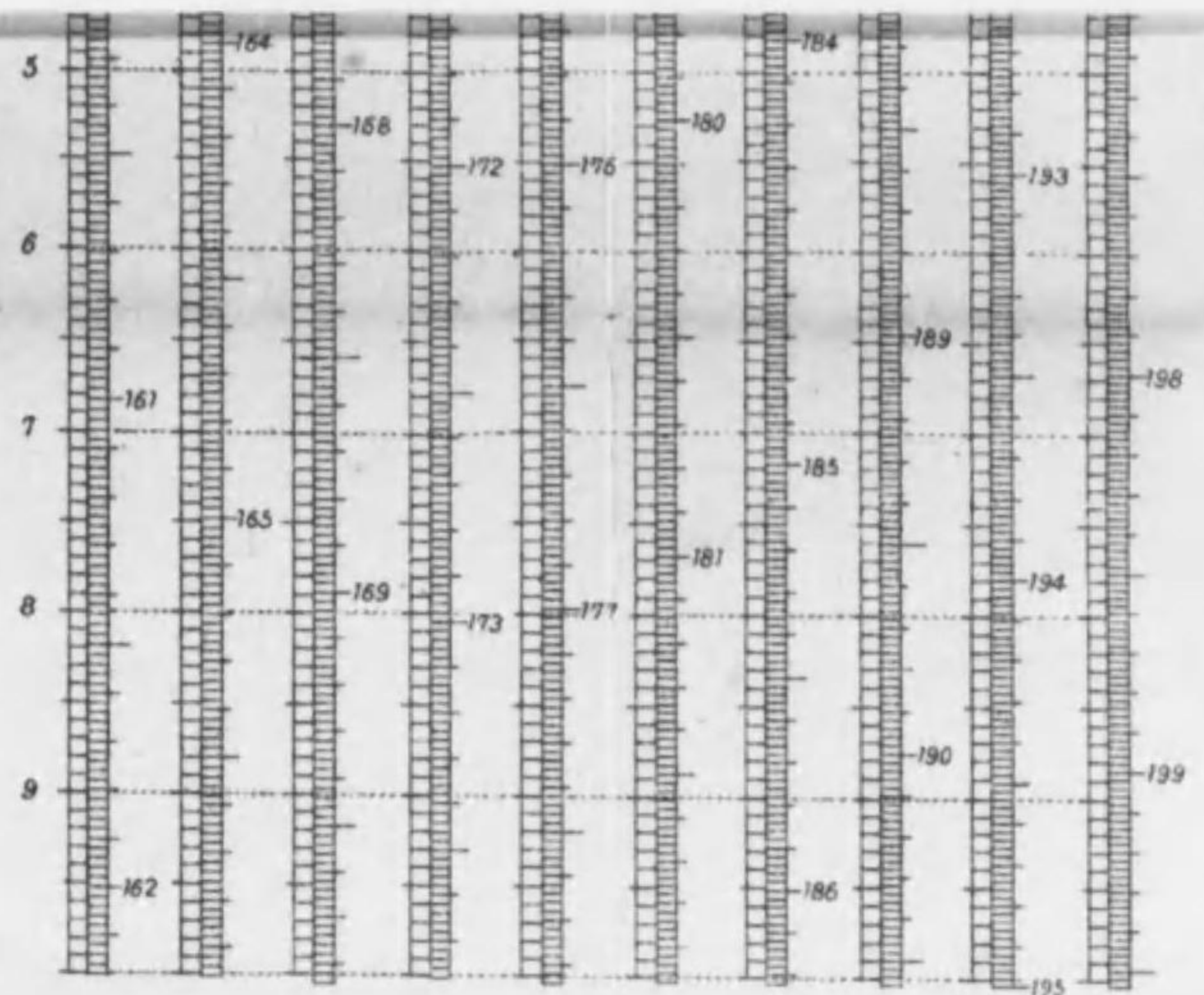
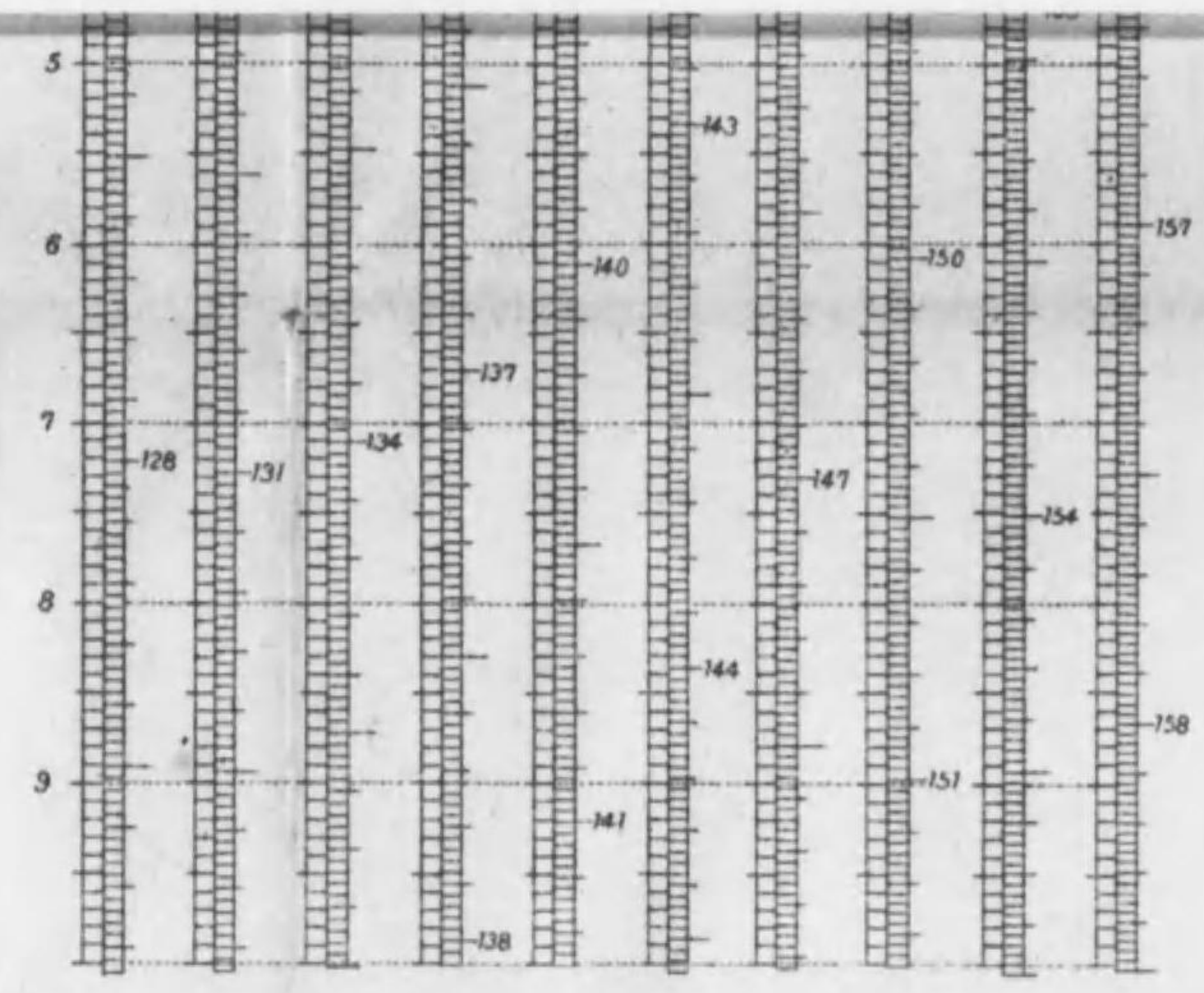
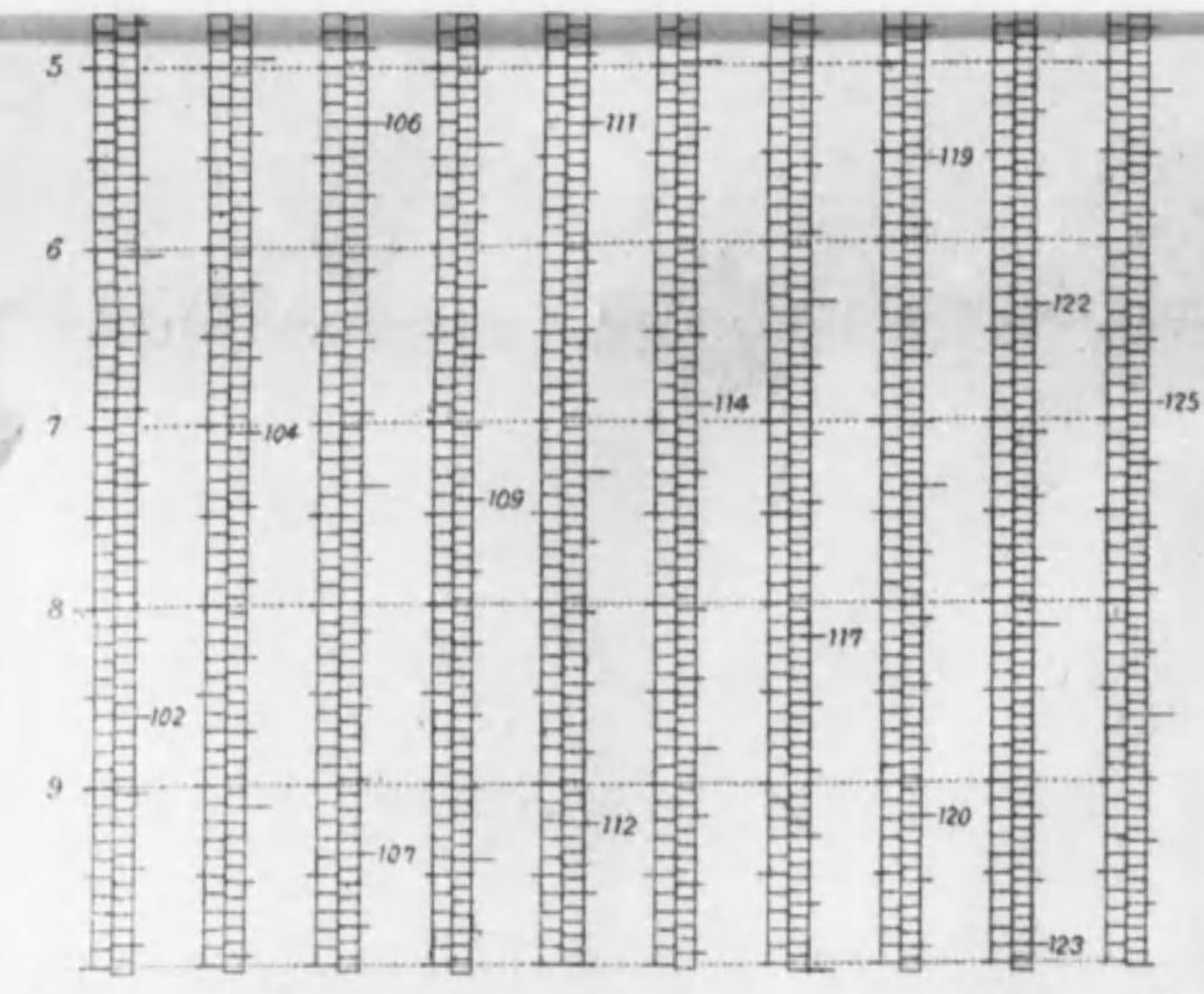
	頁
[1] 長さノ測定	
キャリパー,ネヂマイクロメーター,零點ノ検査	1
誤差記録	4
[2] ヘーアノ法ニヨリ液體ノ密度	6
[3] ゼンマイ秤	10
[4] スフエロメーター	14
[5] 冷却ニヨリ比熱	18
[6] 寒暖計ノ定點ノ誤差	23
氣壓計	26
[7] 濕度ノ測定 乾濕球濕度計	28
露點濕度計	30
[8] クントノ實驗	32
[9] 音叉ノ振動數	36
[10] 天秤	44
比重瓶	52
固體ノ比重	55
[11] 反射ニヨリ球面ノ半徑	56
[12] 顯微鏡ノ倍率	59
[13] レンズノ焦點距離 ベツセルノ法	62
アツペーノ法	65
[14] 物指ト望遠鏡トヲ用キテ鏡ノ廻轉角ヲ測ルコト	67
光ノ挺子	72
[15] 撓ミニヨリ彈性率	74

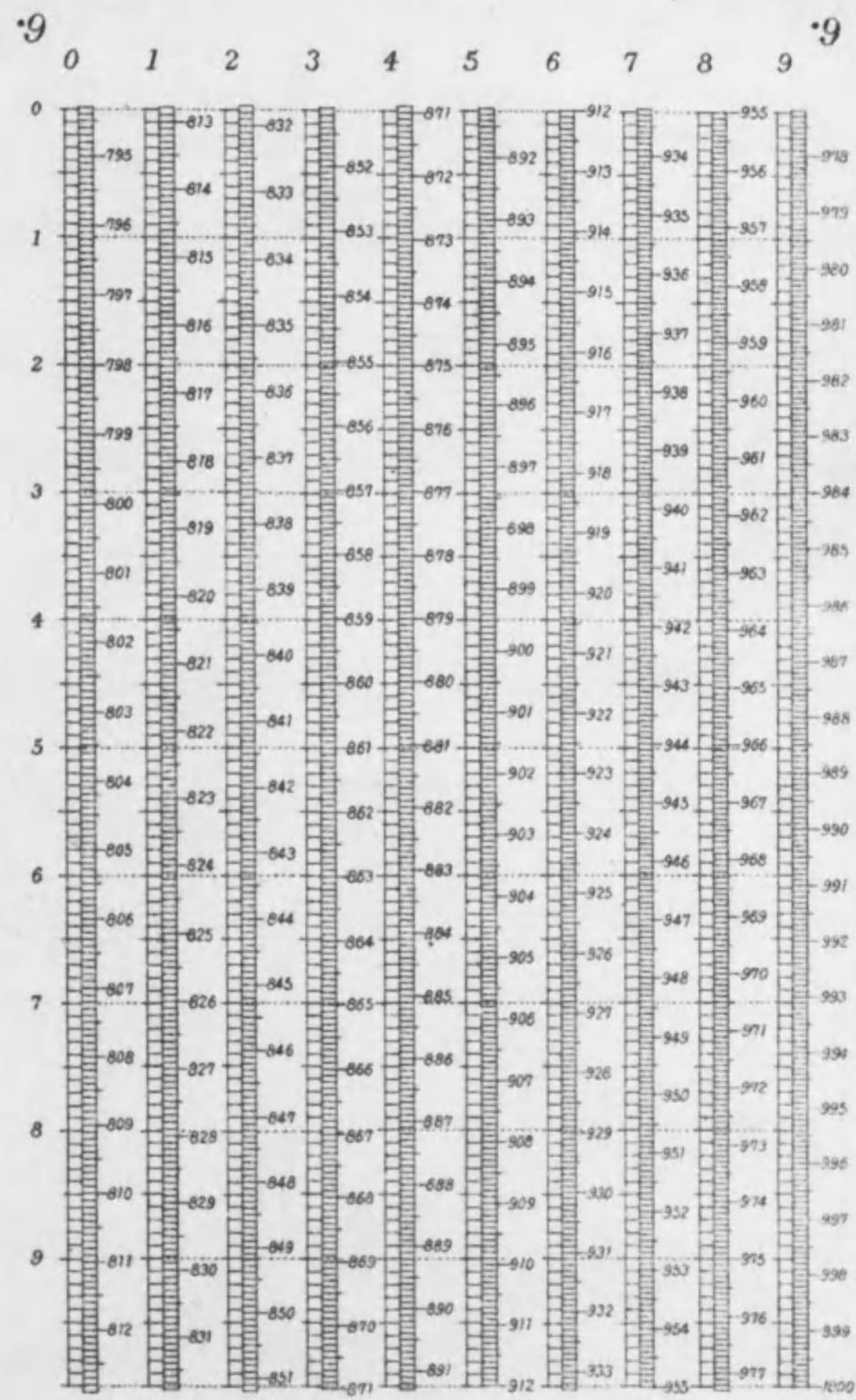
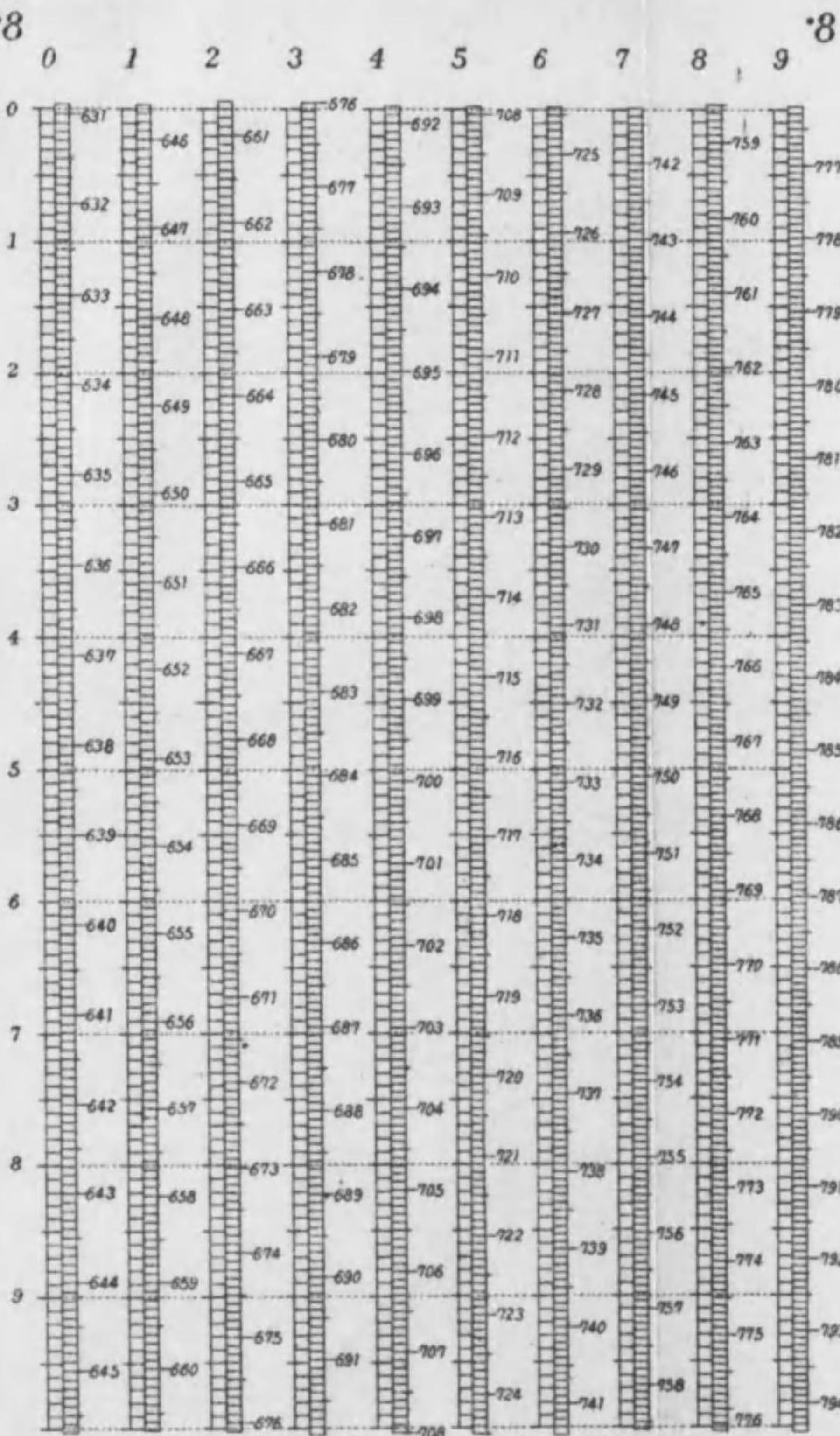
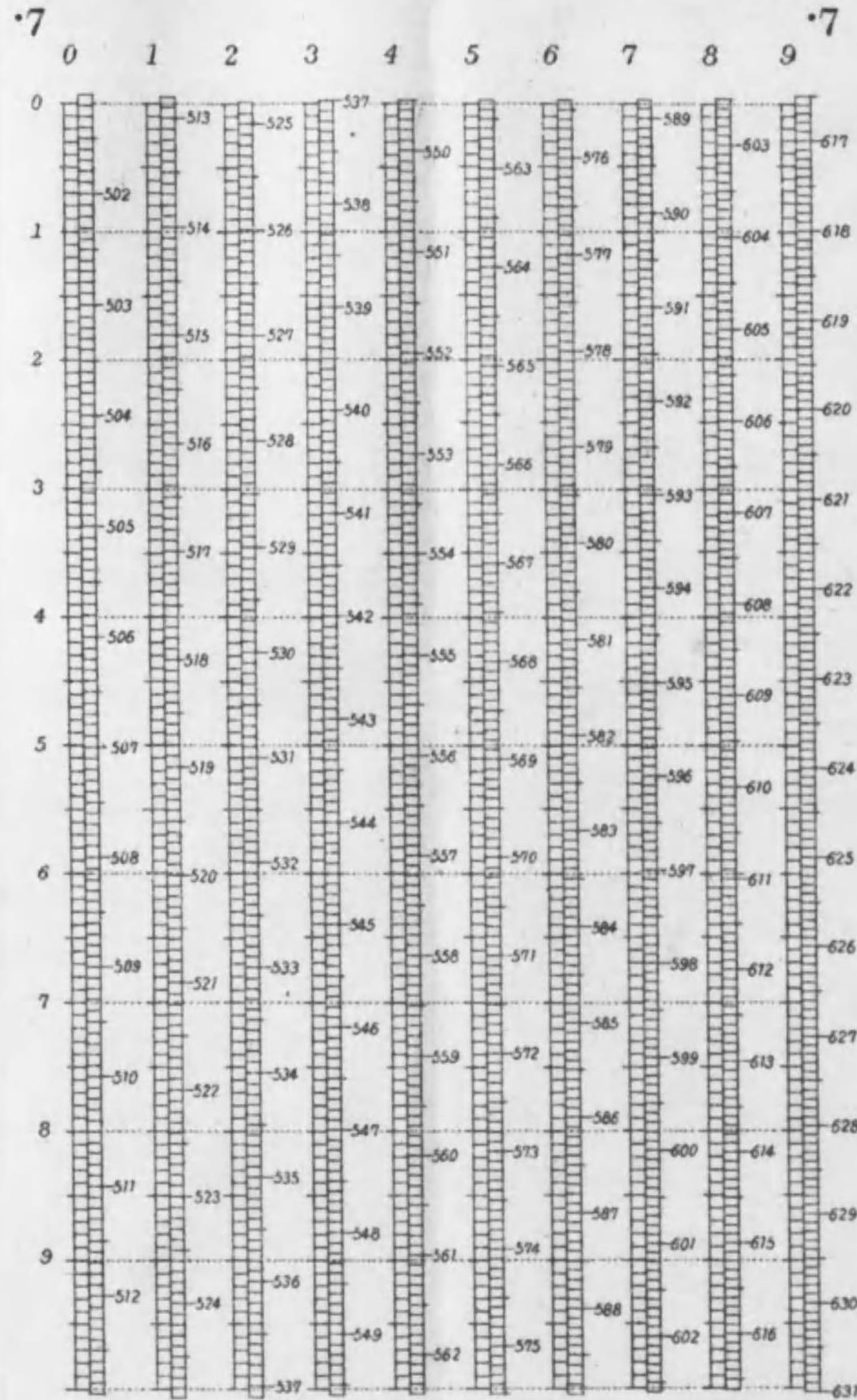
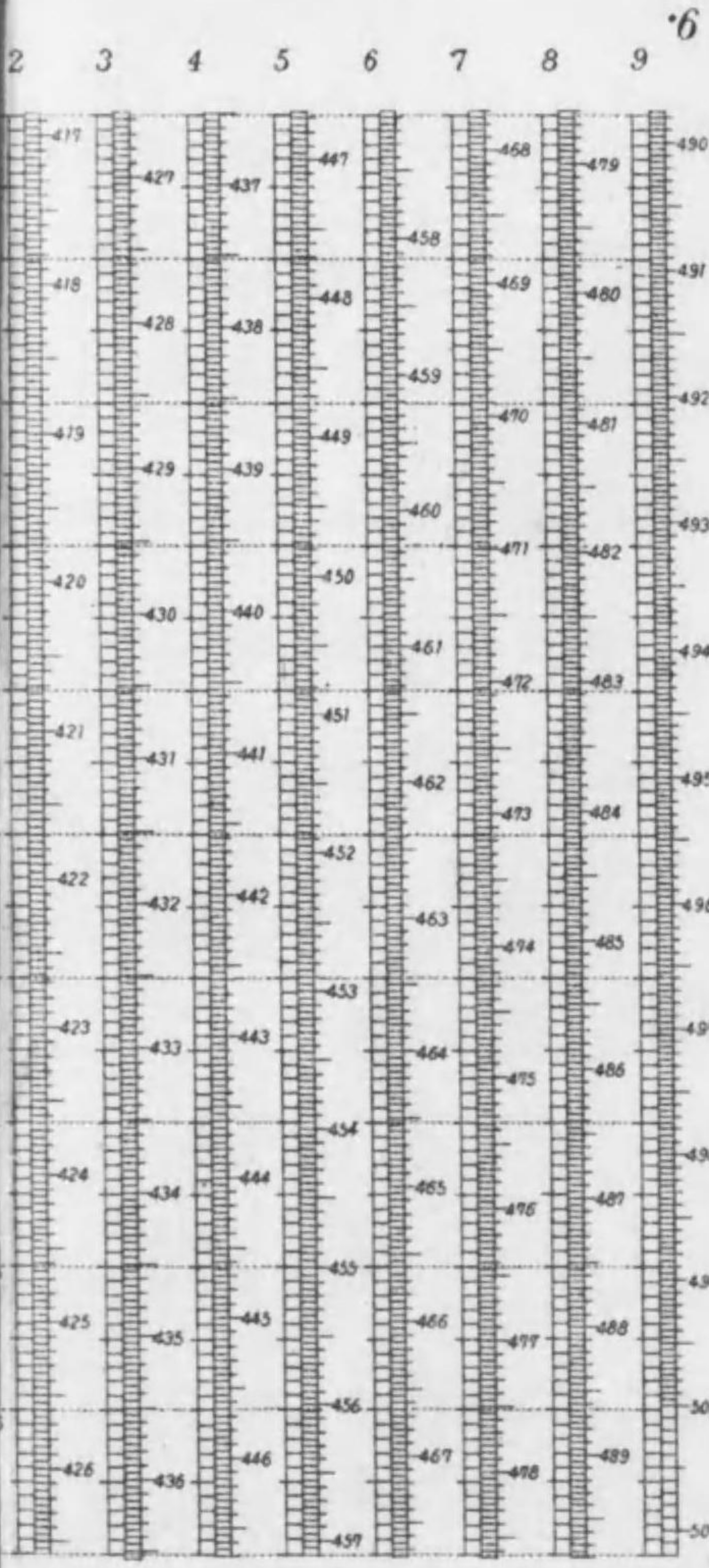
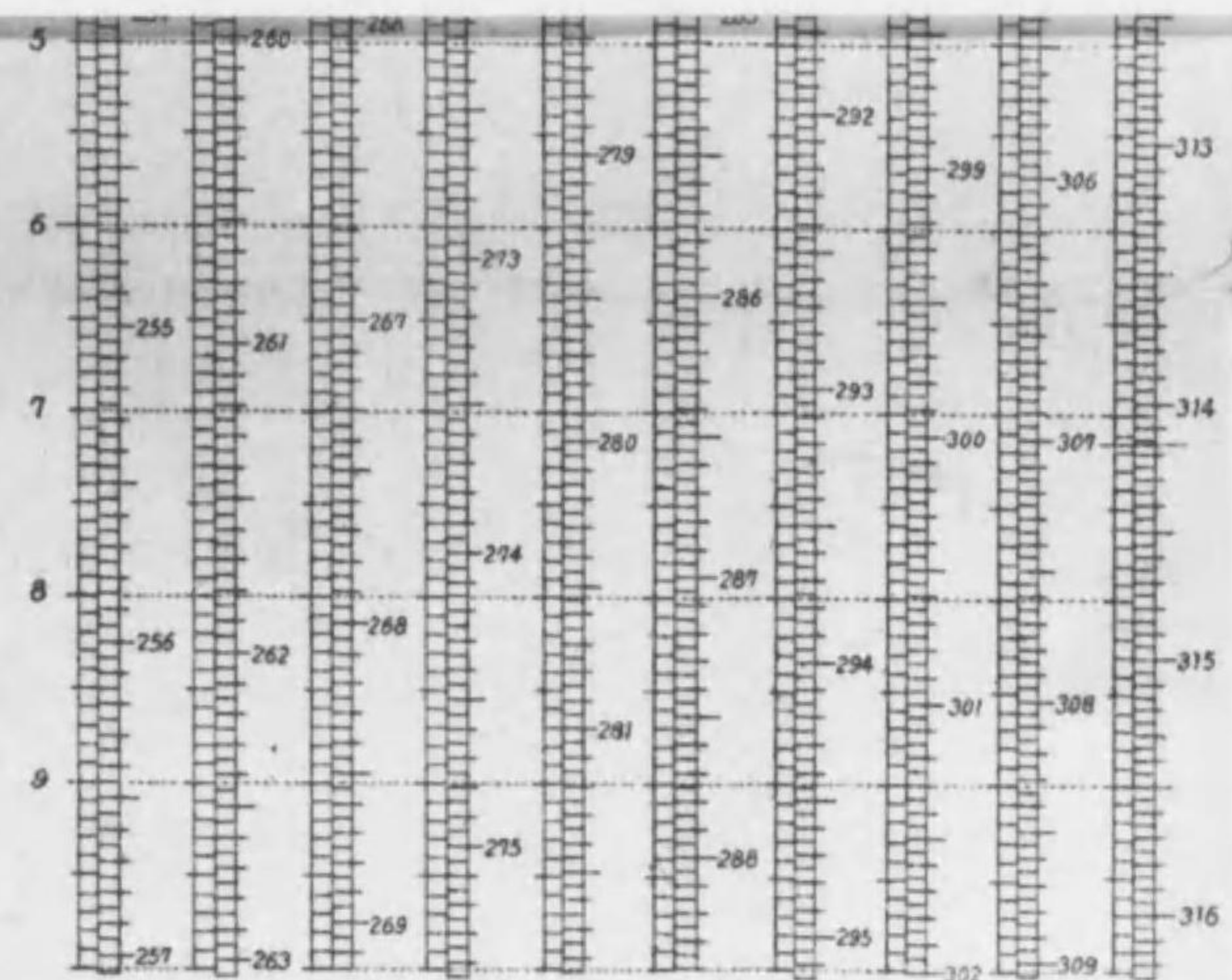
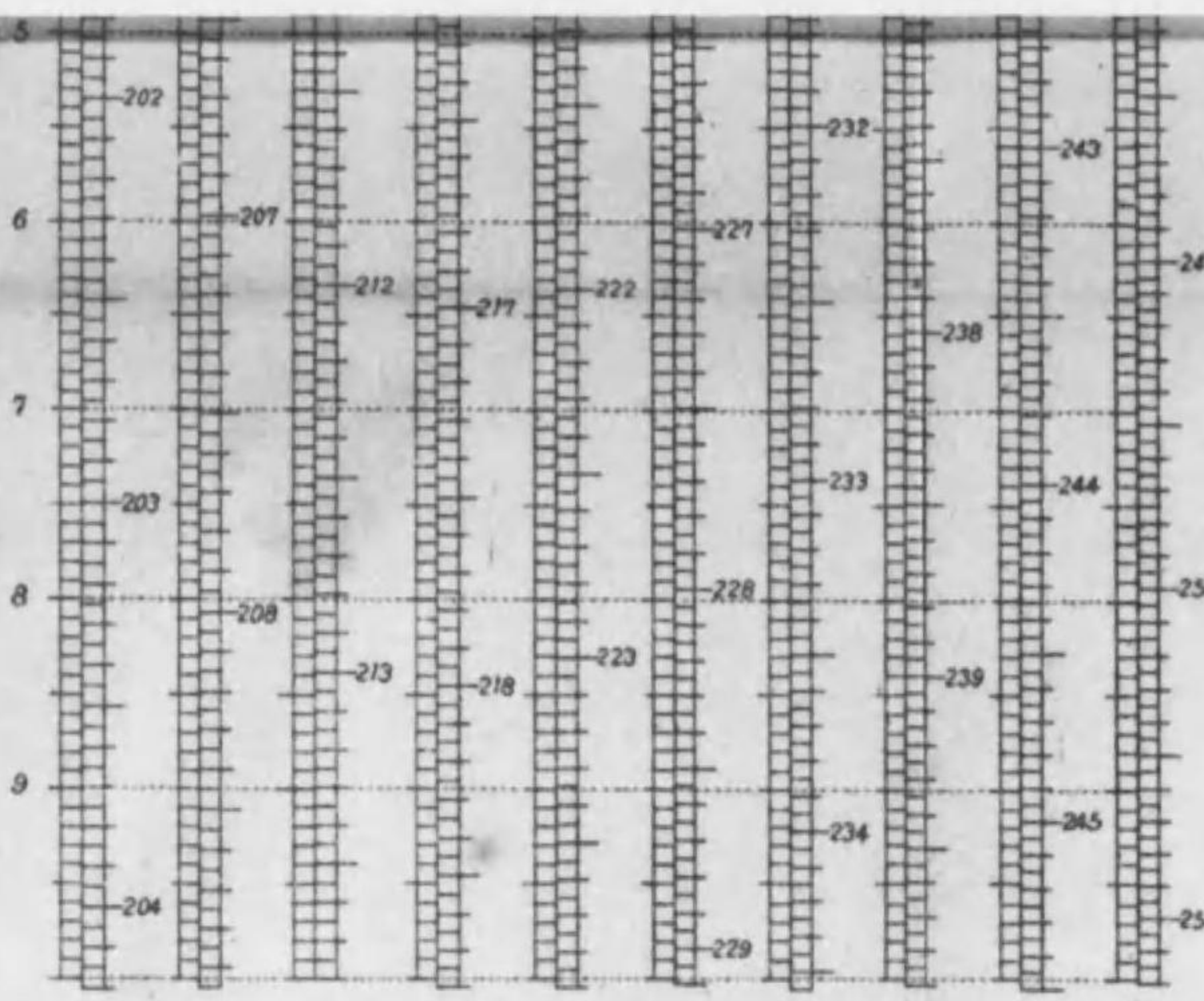
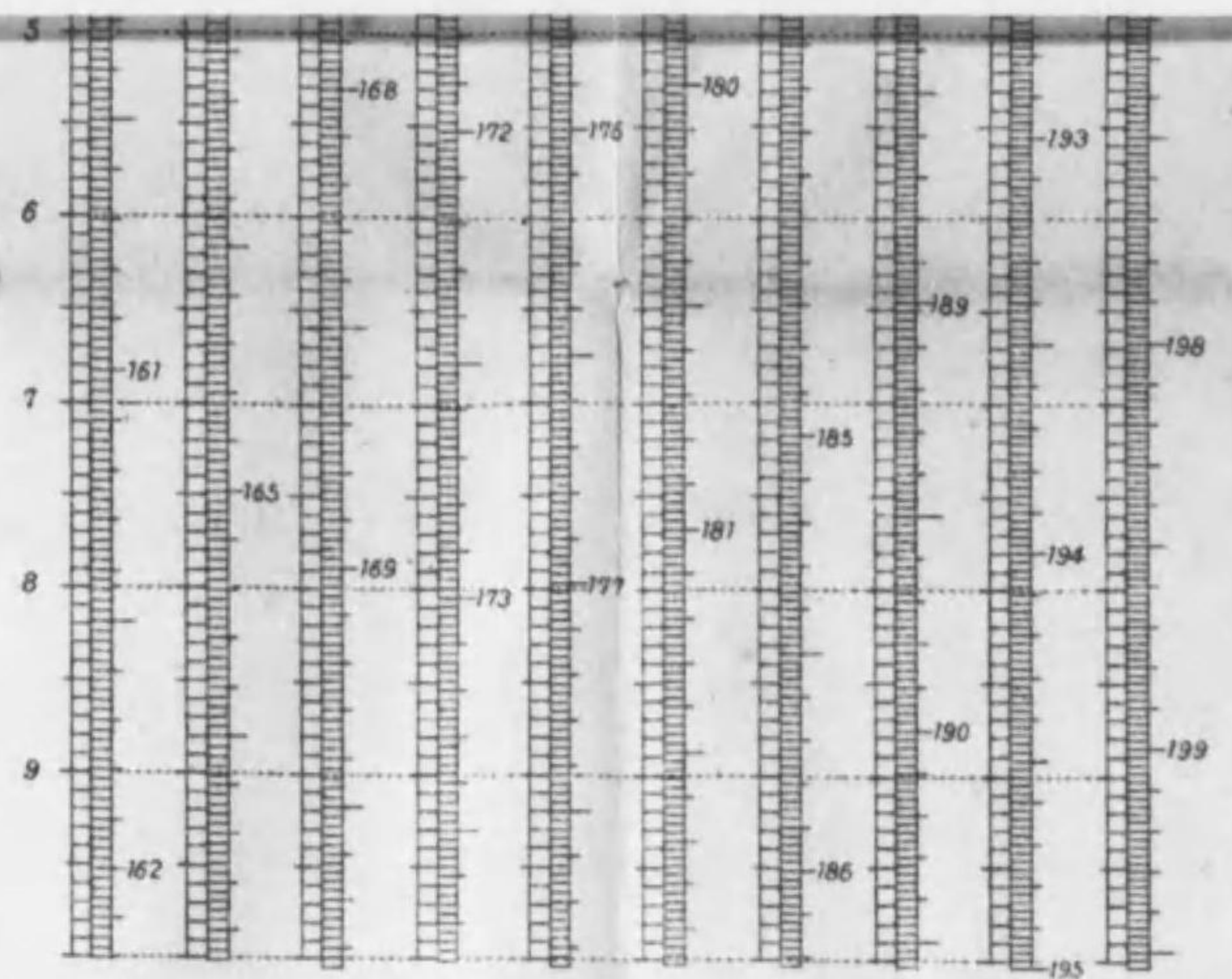
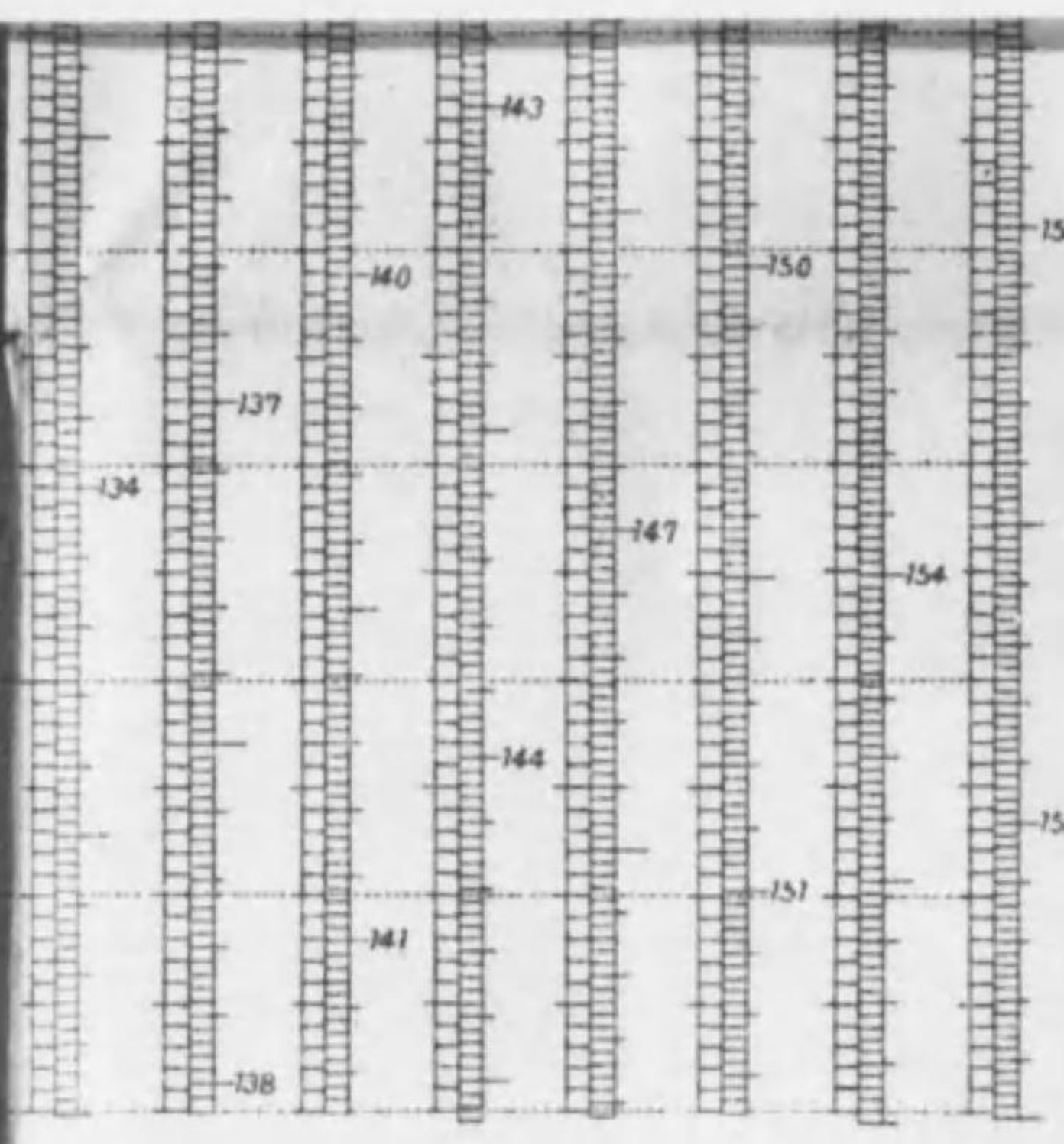
目 録

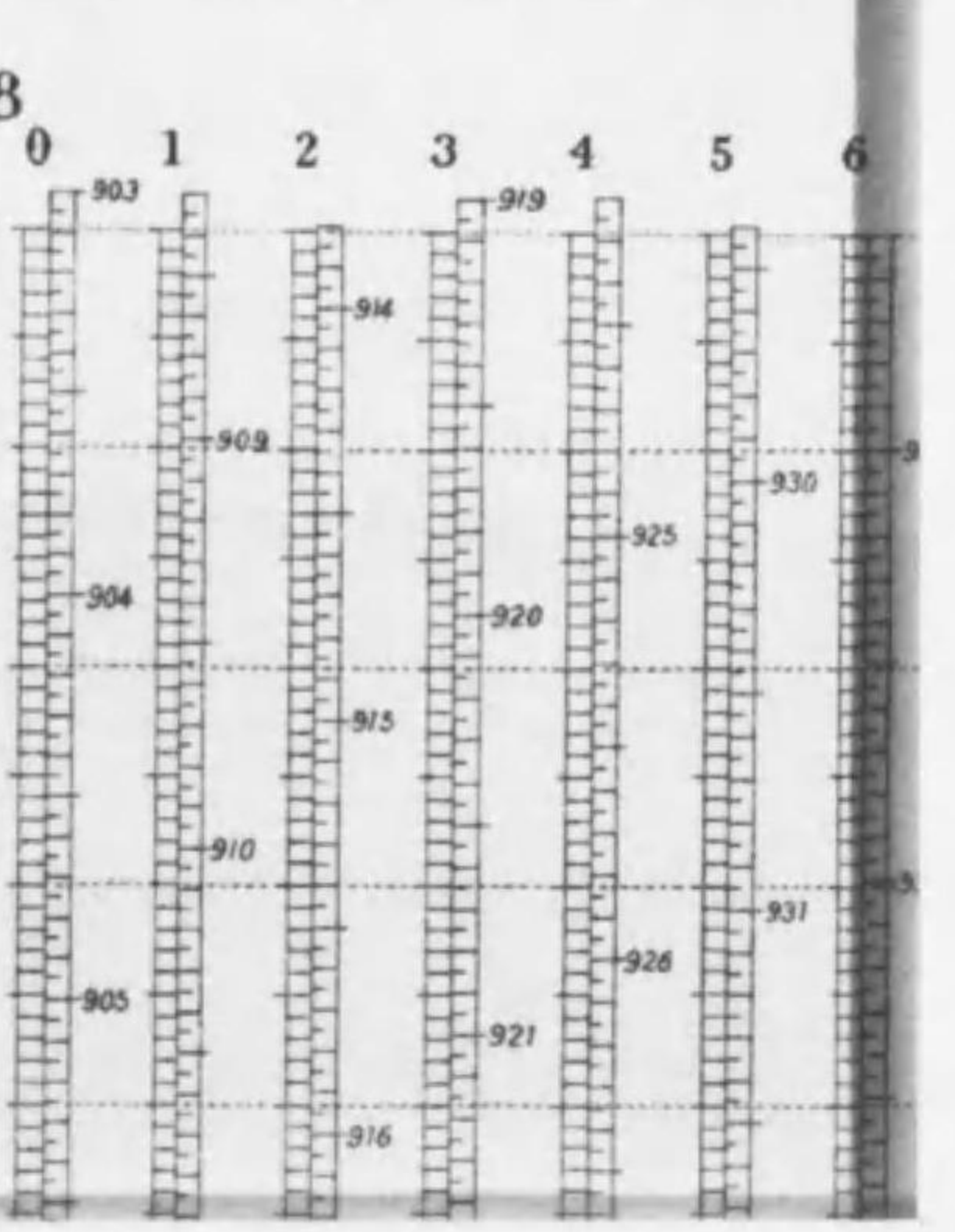
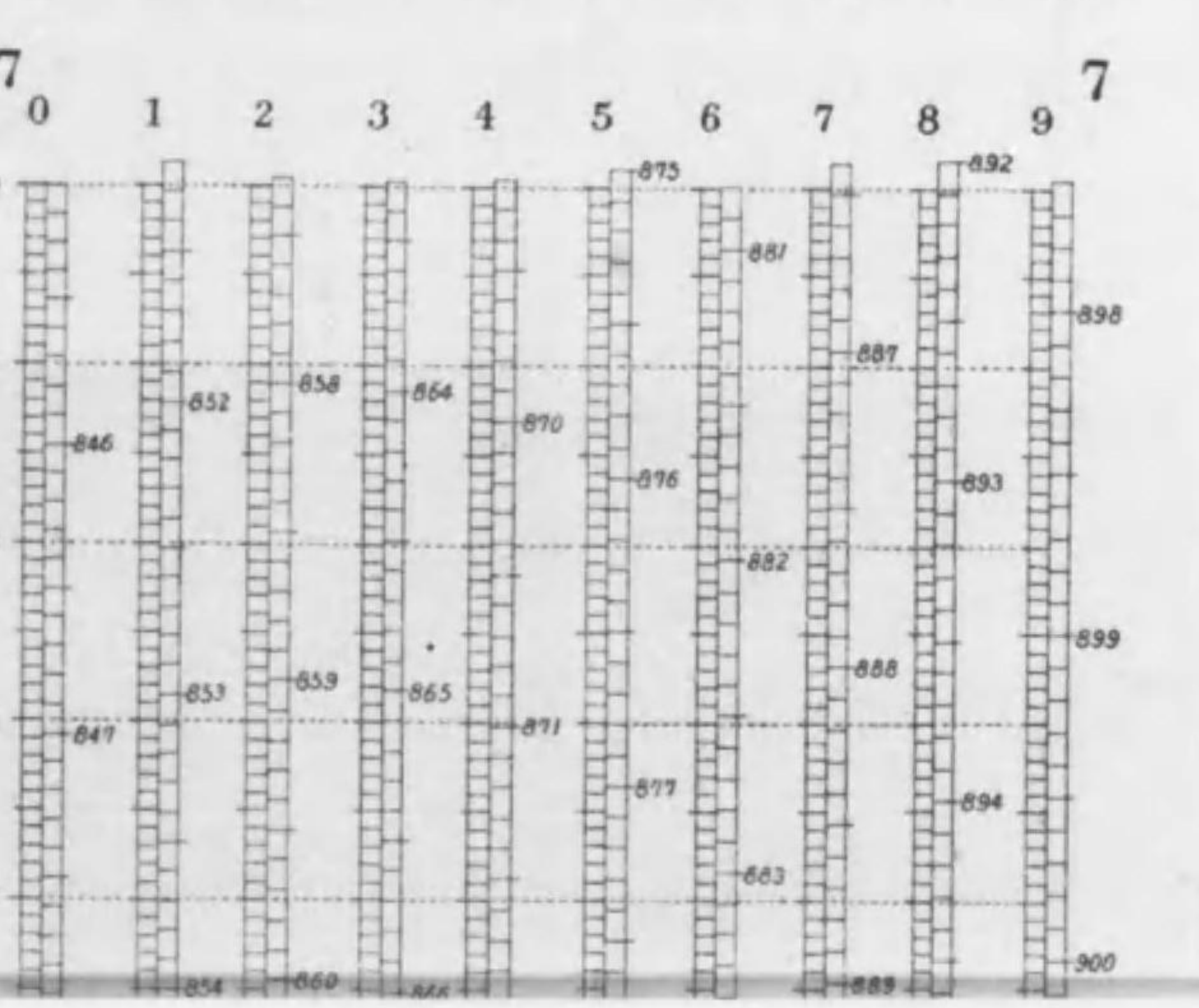
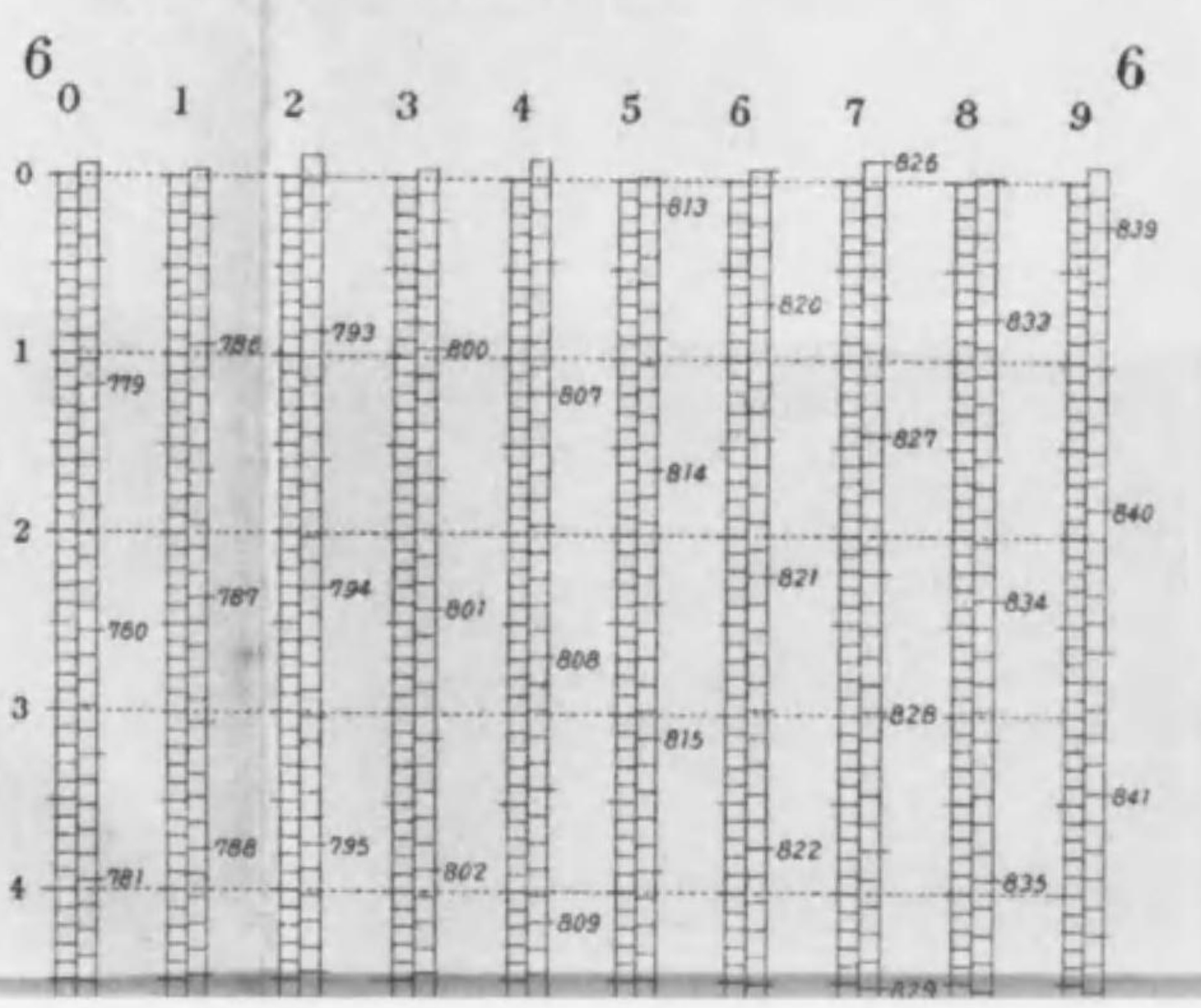
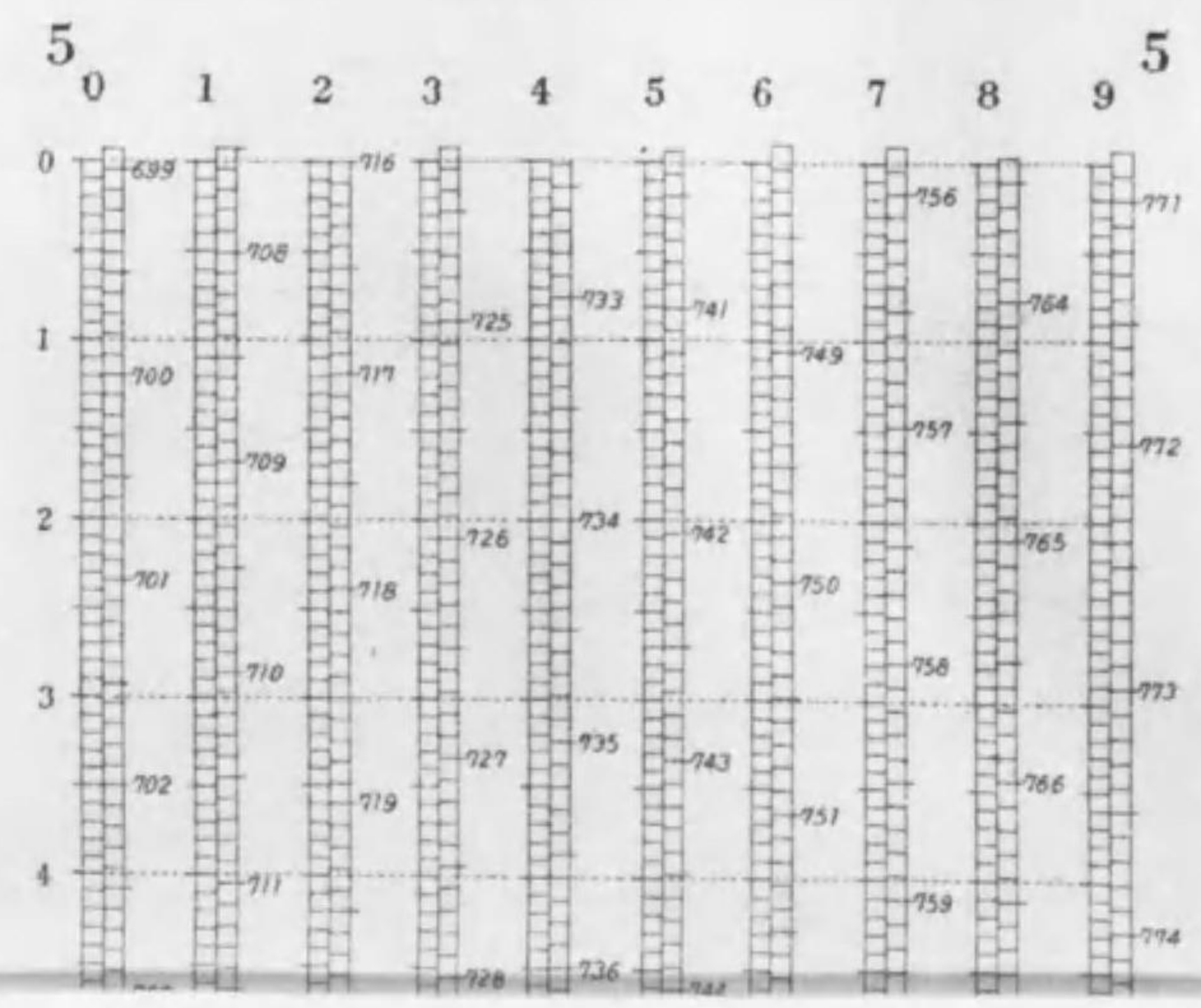
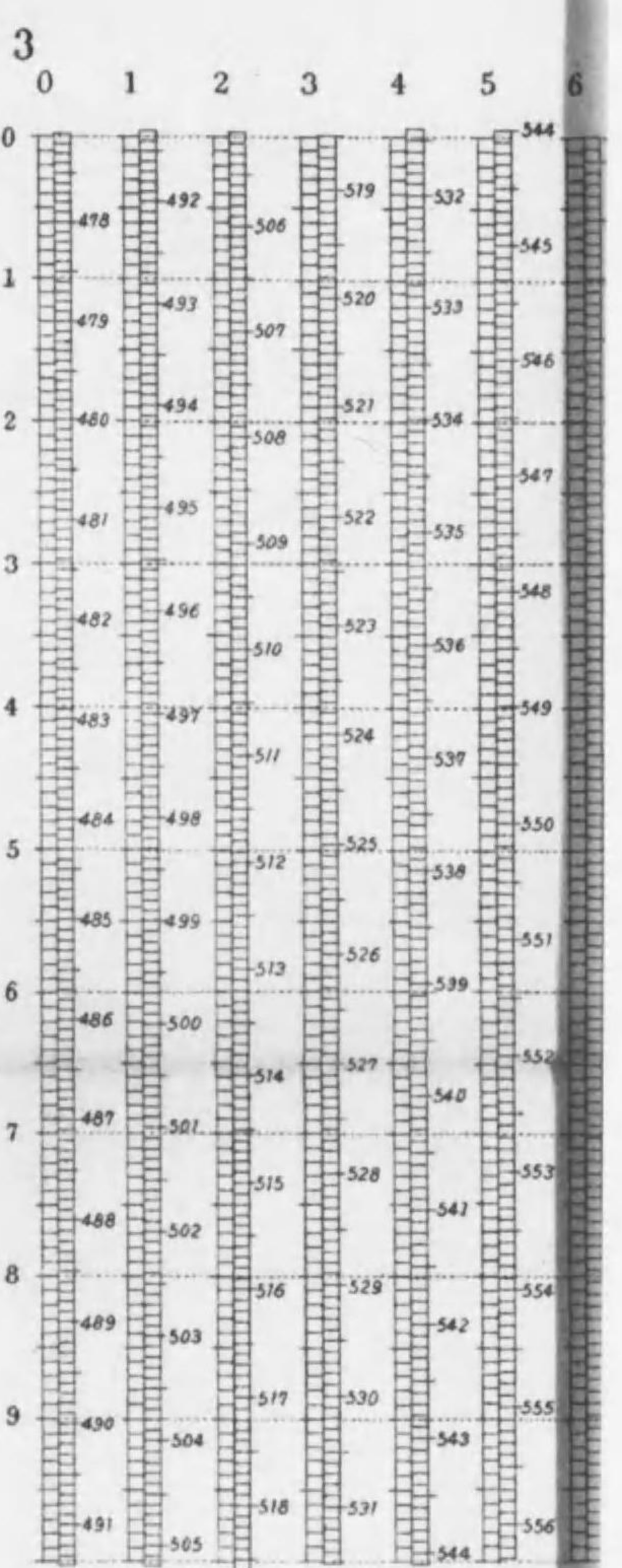
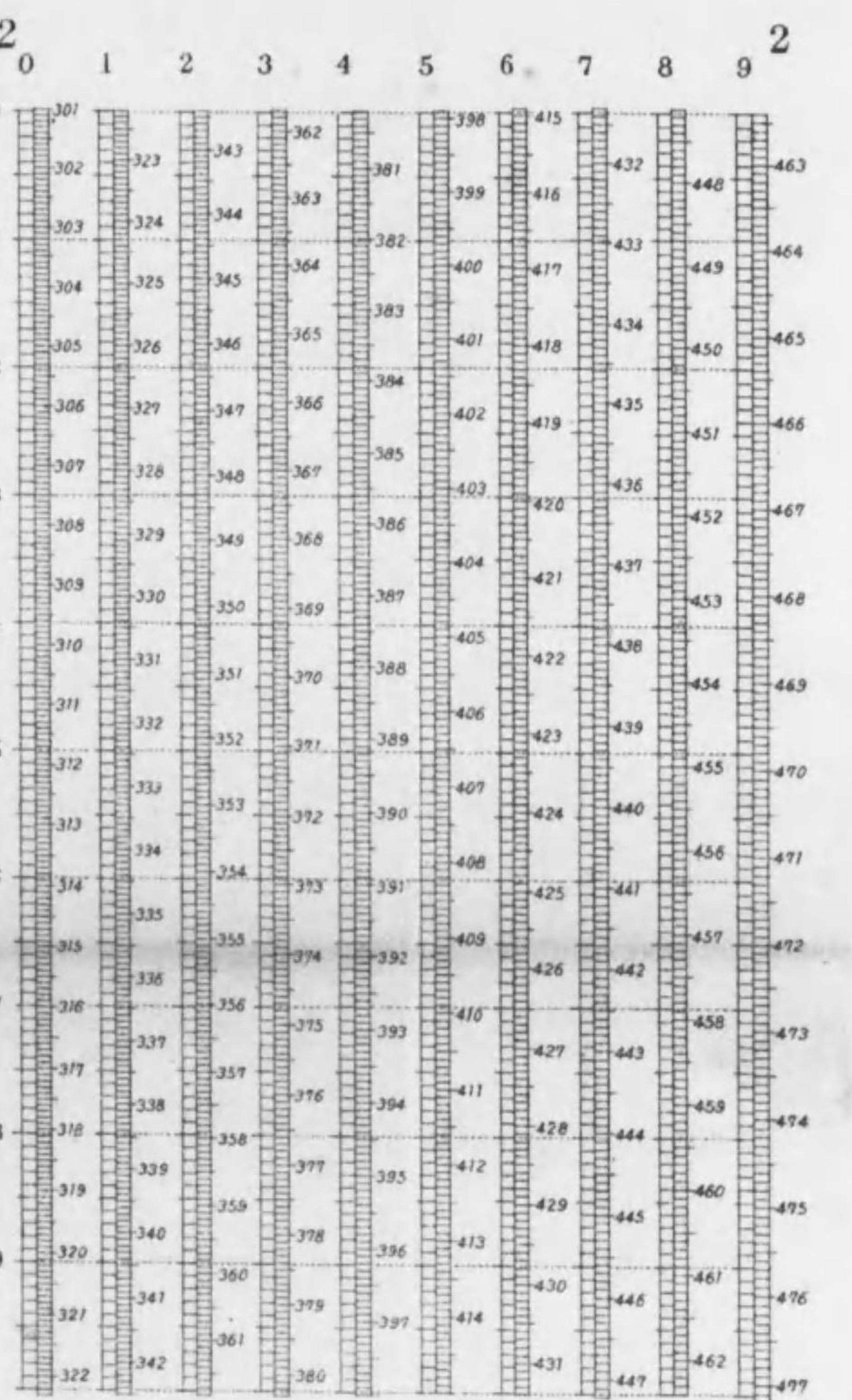
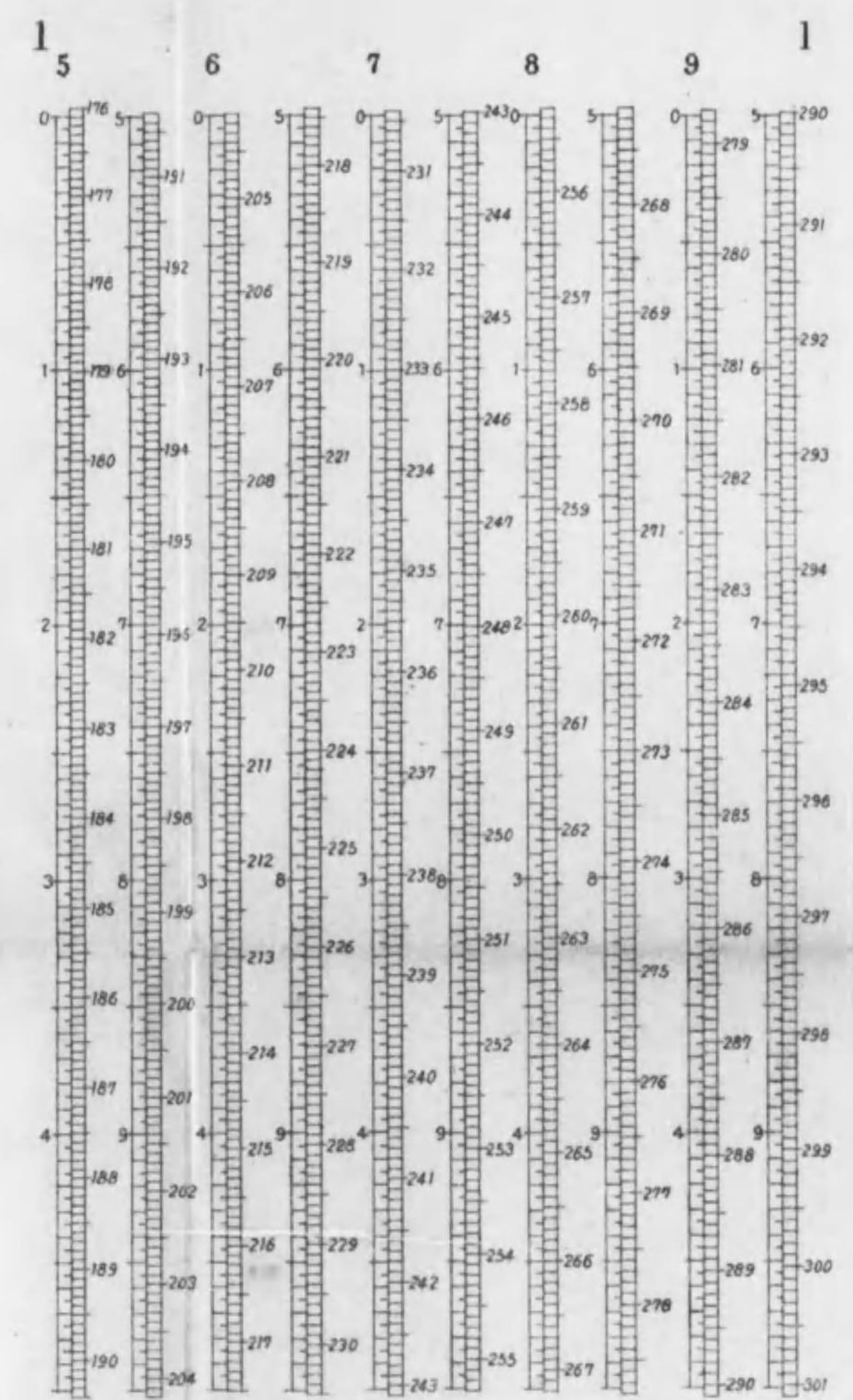
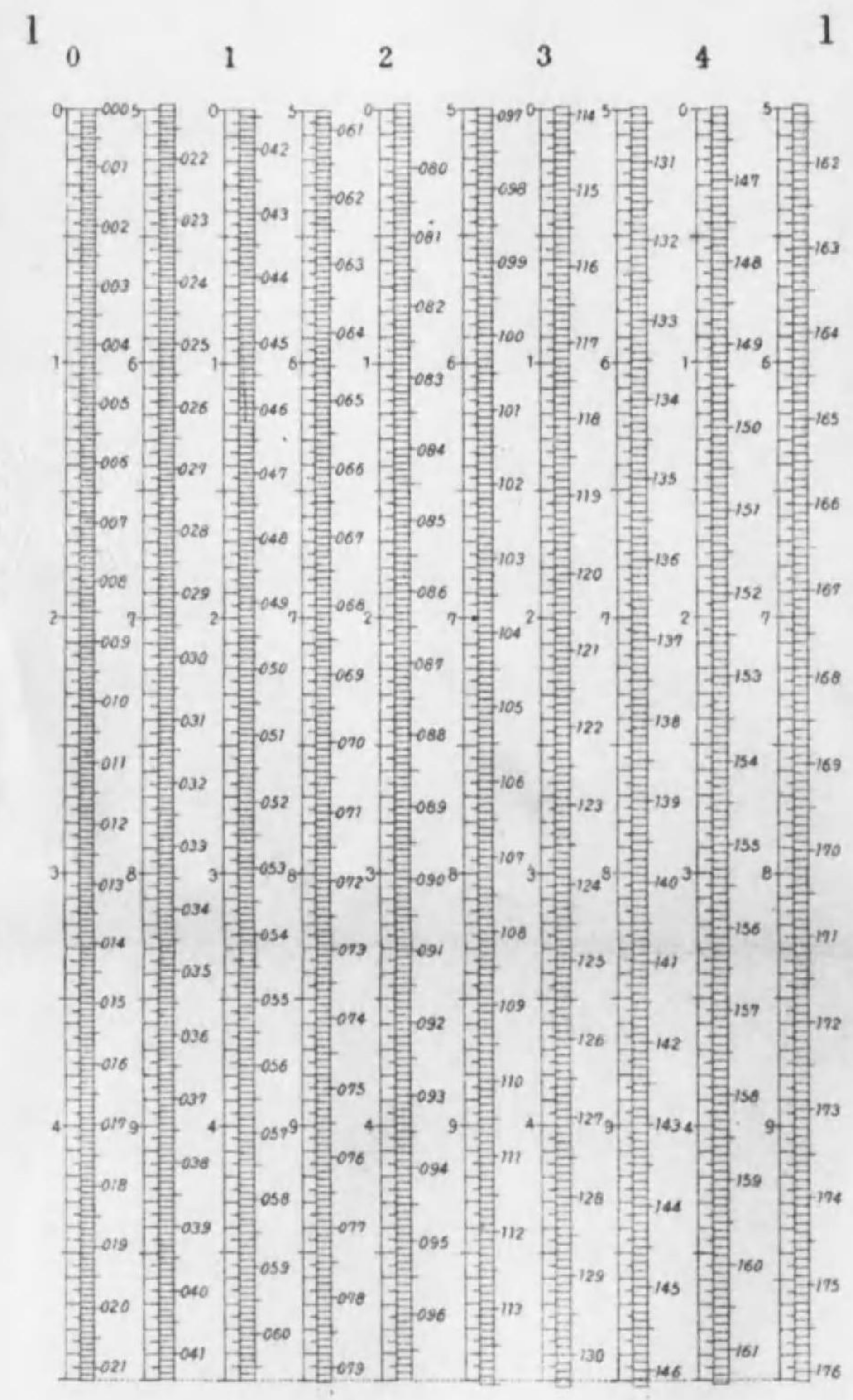
●[16]	振テレニヨリ剛性率	78
●[17]	分光計 構造ノ説明	85
	ズルニエーノ讀ミ方	88
	器械ノ調整	90
	プリズムノ屈折率ノ測定	98
	廻折格子ニヨリ光ノ波長	101
	物指附分光器	102
●[18]	液體ノ屈折	104
	ブルフリツヒ屈折計	104
	アツペー屈折計	106
●[19]	光度計	109
●[20]	砂糖計 ローラン型	112
	水晶楔型	115
●[21]	混合ノ法ニヨリ比熱	119
●[22]	固體ノ膨脹係數	126
●[23]	等電位線	132
●[24]	電氣抵抗ト溫度 線型電橋	135
●[25]	電氣分解 銅ヴオルタメーター	140
●[26]	熱ノ仕事當量	144
	箱型電橋	148
	コールラウシユ電橋	150
●[27]	ポテンシオメーターニヨリ電池ノ動電力	151
●[28]	電流計ノ感度	155
●[29]	熱電流	161
●[30]	電池ノ内抵抗	163

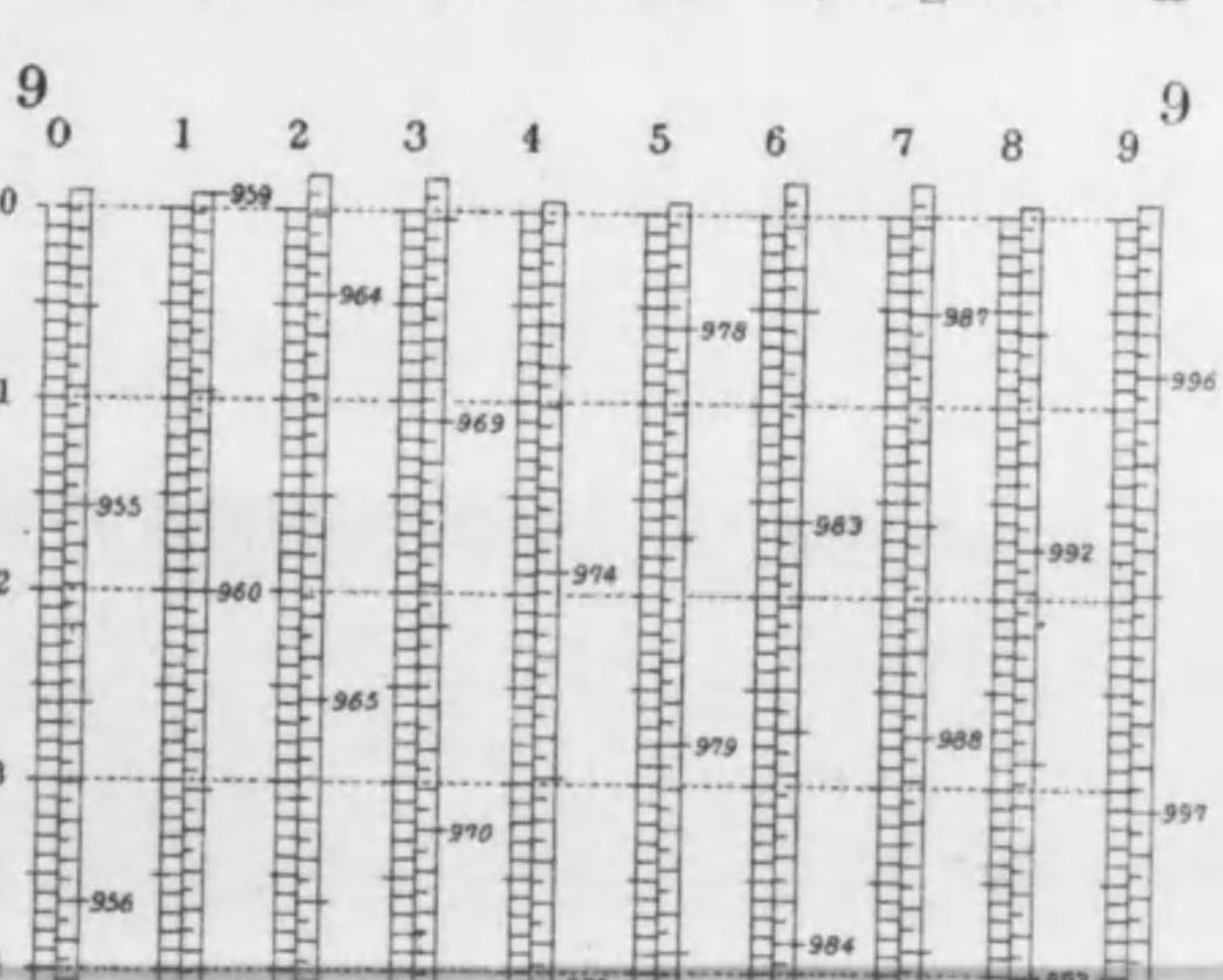
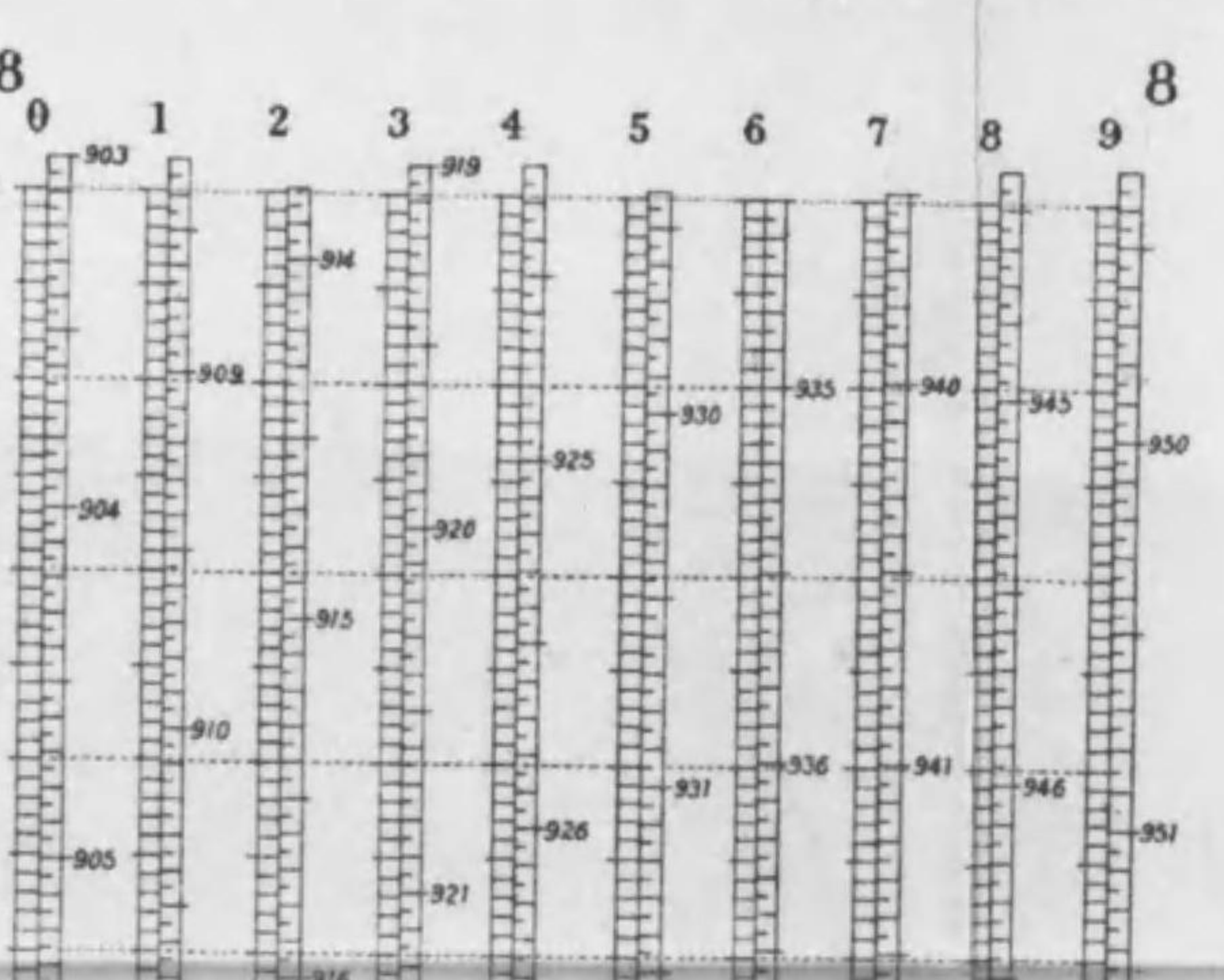
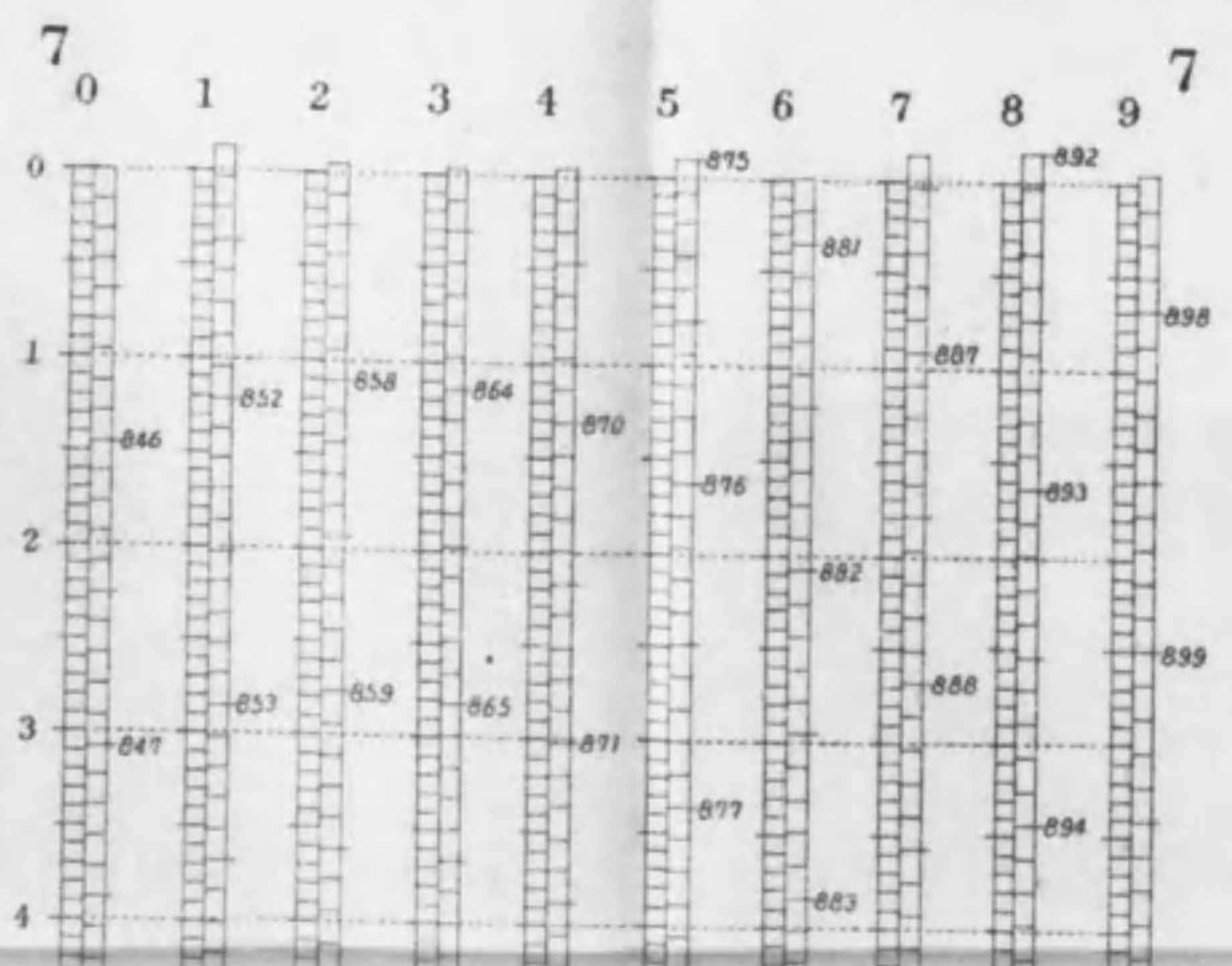
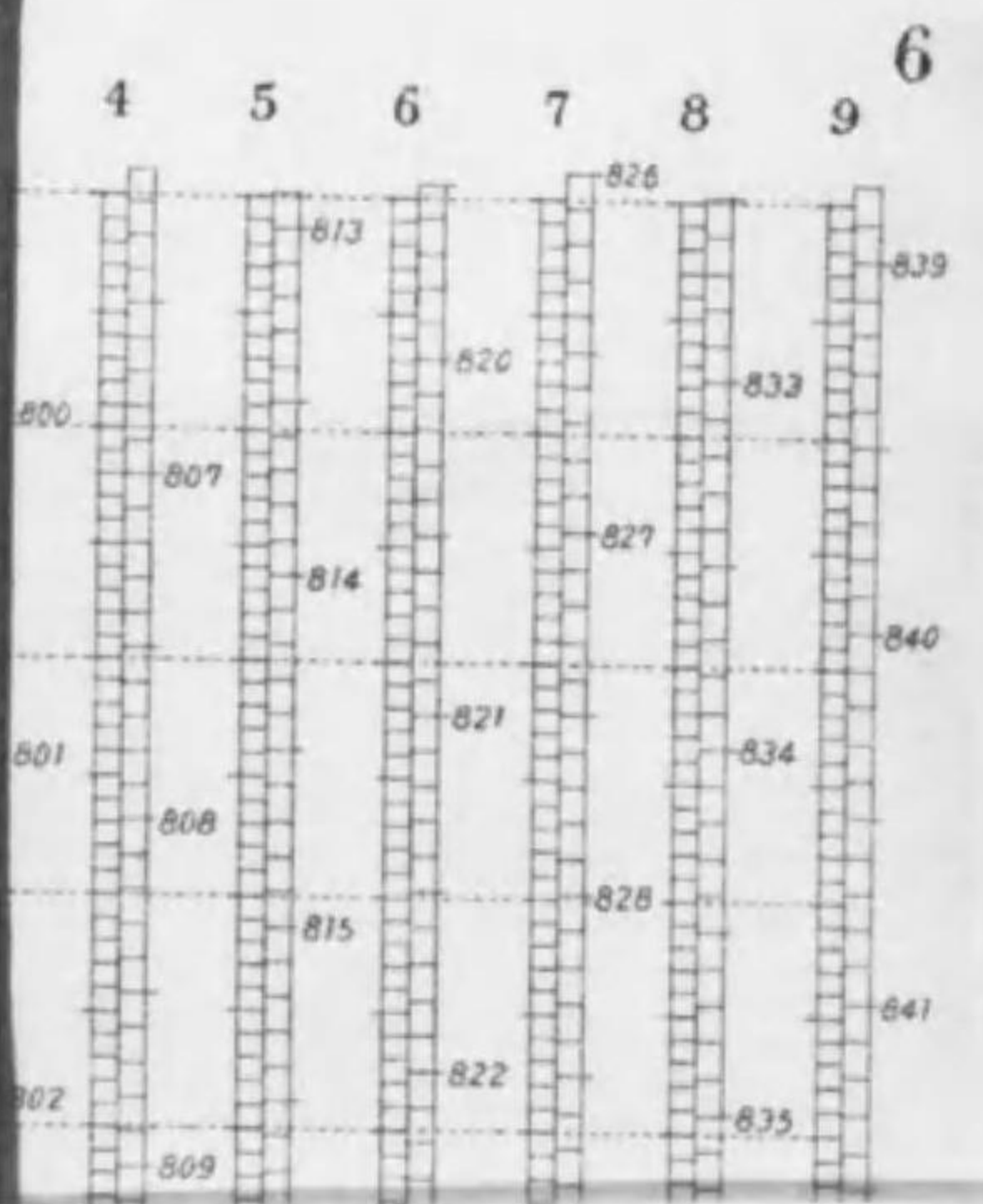
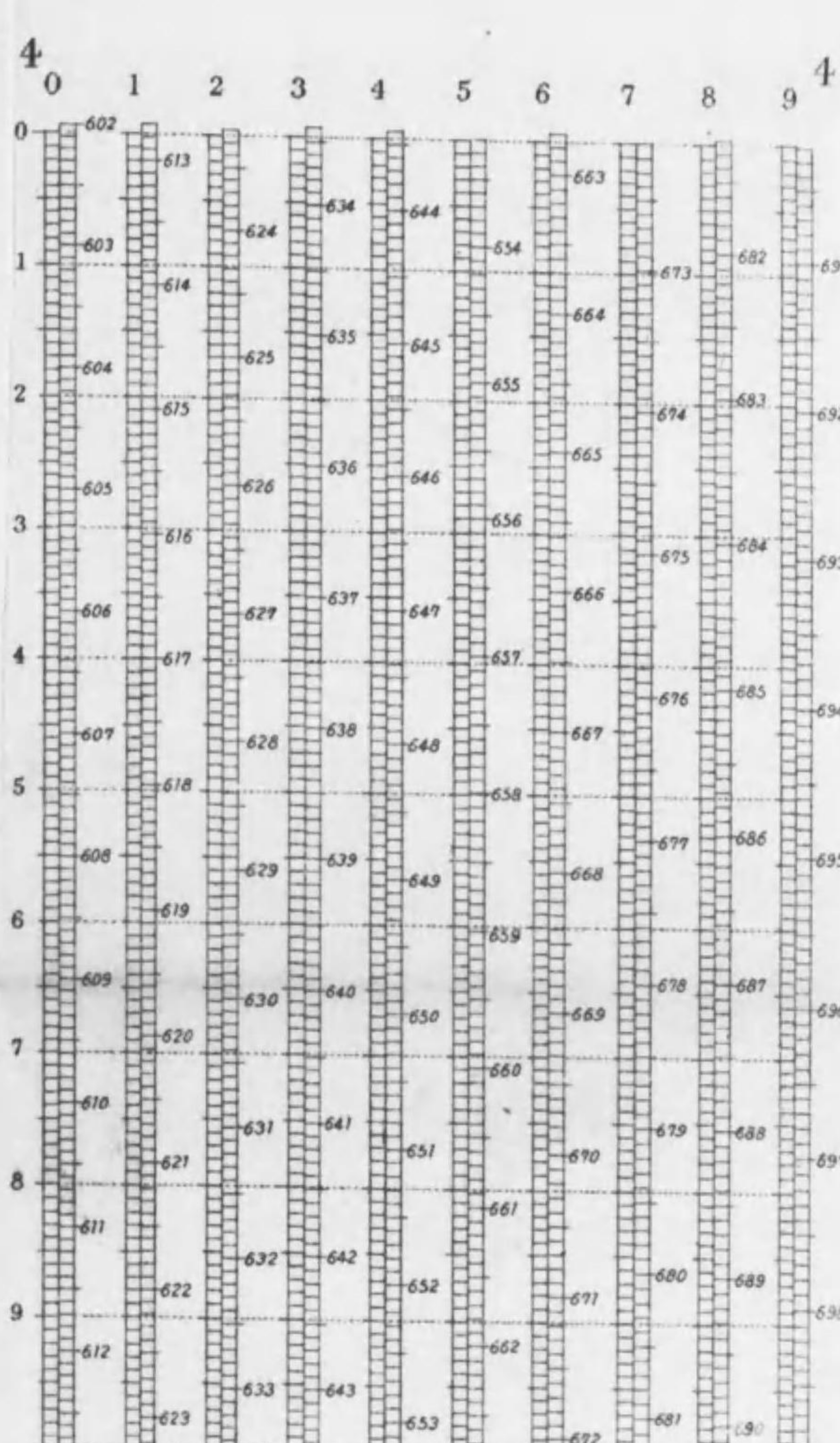
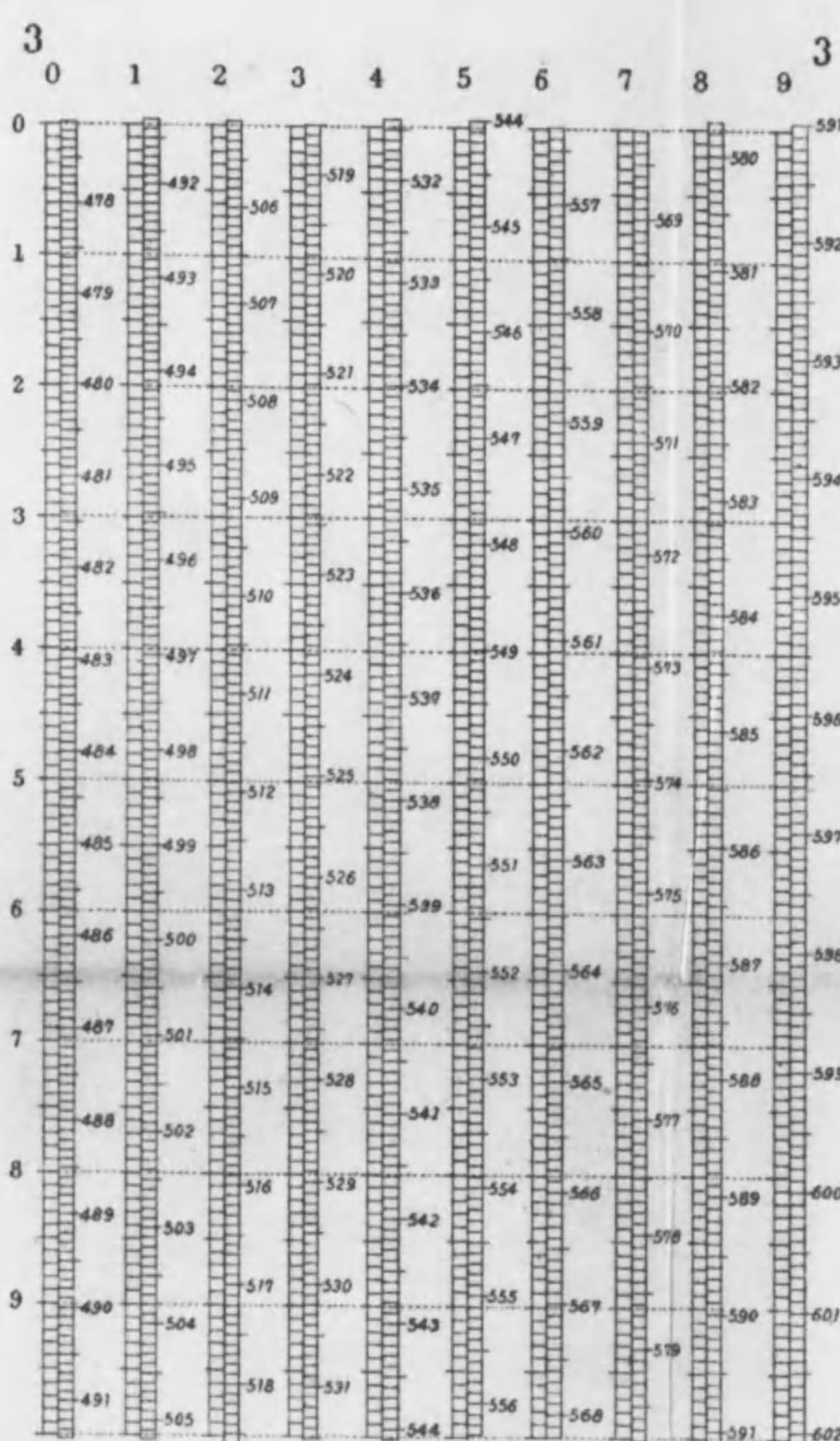
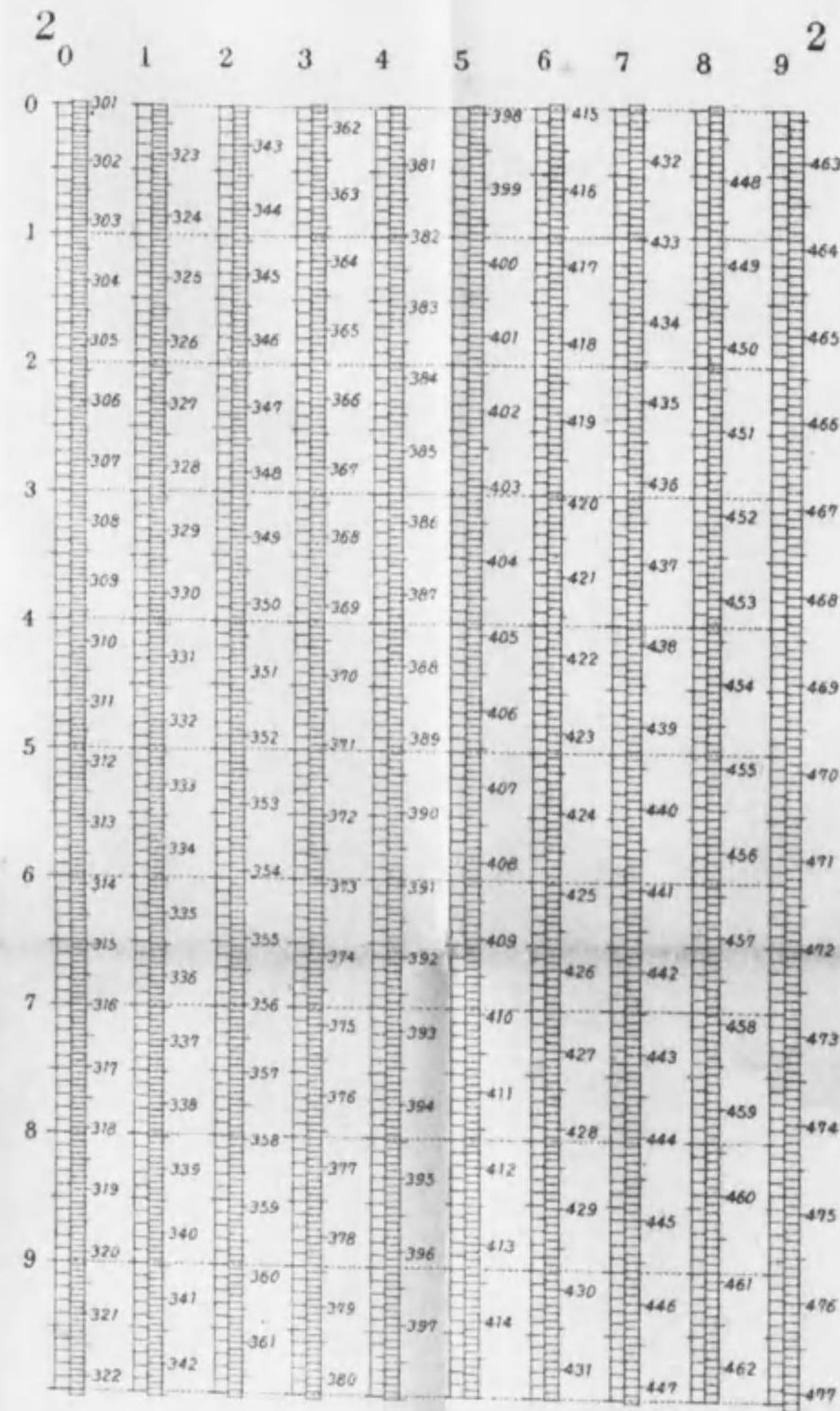
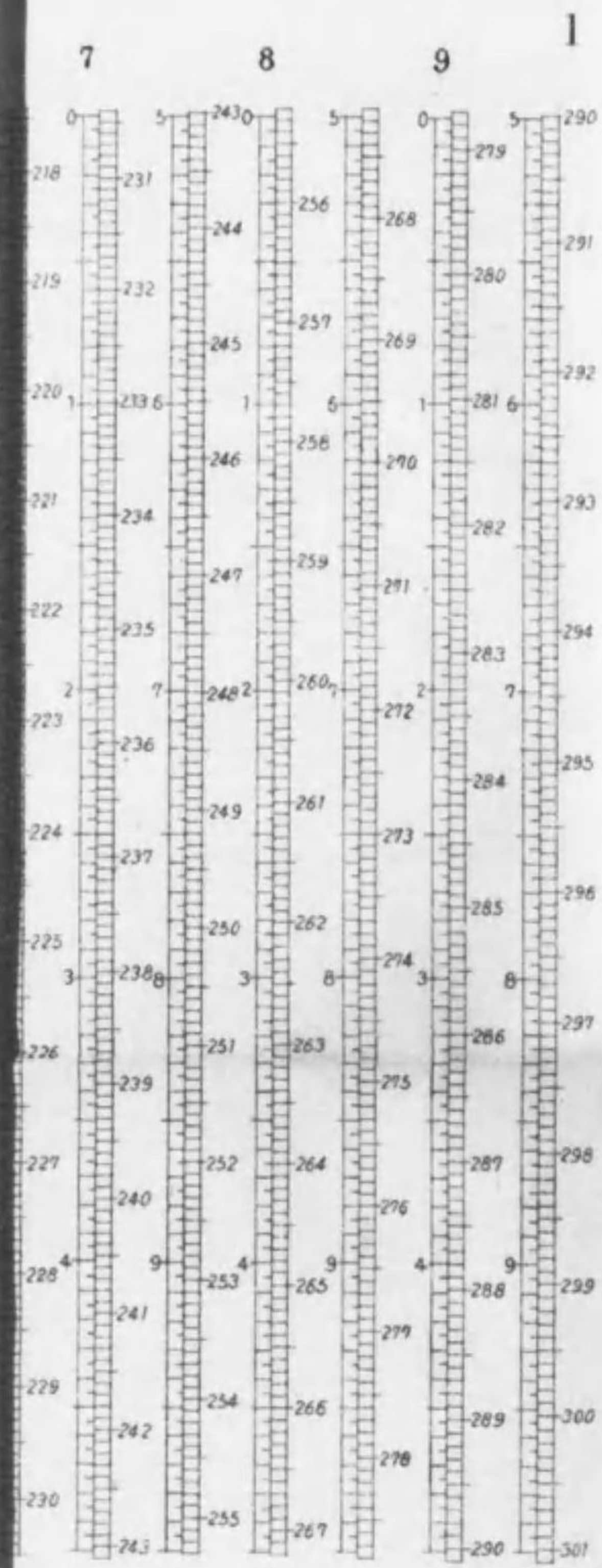


..... 78
 85
 88
 90
 98
 101
 102
 104
 104
 106
 109
 112
 115
 119
 126
 132
 135
 140
 144
 148
 150
 j 151
 155
 161
 163









0	019	031	051	070	088	105	122	138	154	169
1	011	032	052	071	089	106	123	139	155	170
2	012	033	053	072	090	107	124	140	156	171
3	013	034	054	073	091	108	125	141	157	172
4	014	035	055	074	092	109	126	142	158	173
5	015	036	056	075	093	110	127	143	159	174
6	016	037	057	076	094	111	128	144	160	175
7	017	038	058	077	095	112	129	145	161	176
8	018	039	059	078	096	113	130	146	162	177
9	019	040	060	079	097	114	131	147	163	178

0	183	197	211	224	237	249	261	273	285	296
1	184	198	212	225	238	250	262	274	286	297
2	185	199	213	226	239	251	263	275	287	298
3	186	200	214	227	240	252	264	276	288	299
4	187	201	215	228	241	253	265	277	289	300
5	188	202	216	229	242	254	266	278	290	301
6	189	203	217	230	243	255	267	279	291	302
7	190	204	218	231	244	256	268	280	292	303
8	191	205	219	232	245	257	269	281	293	304
9	192	206	220	233	246	258	270	282	294	305

0	311	322	332	341	349	356	363	369	375	380
1	312	323	333	342	350	357	364	371	377	382
2	313	324	334	343	351	358	365	372	378	383
3	314	325	335	344	352	359	366	373	379	384
4	315	326	336	345	353	360	367	374	380	385
5	316	327	337	346	354	361	368	375	381	386
6	317	328	338	347	355	362	369	376	382	387
7	318	329	339	348	356	363	370	377	383	388
8	319	330	340	349	357	364	371	378	384	389
9	320	331	341	350	358	365	372	379	385	390

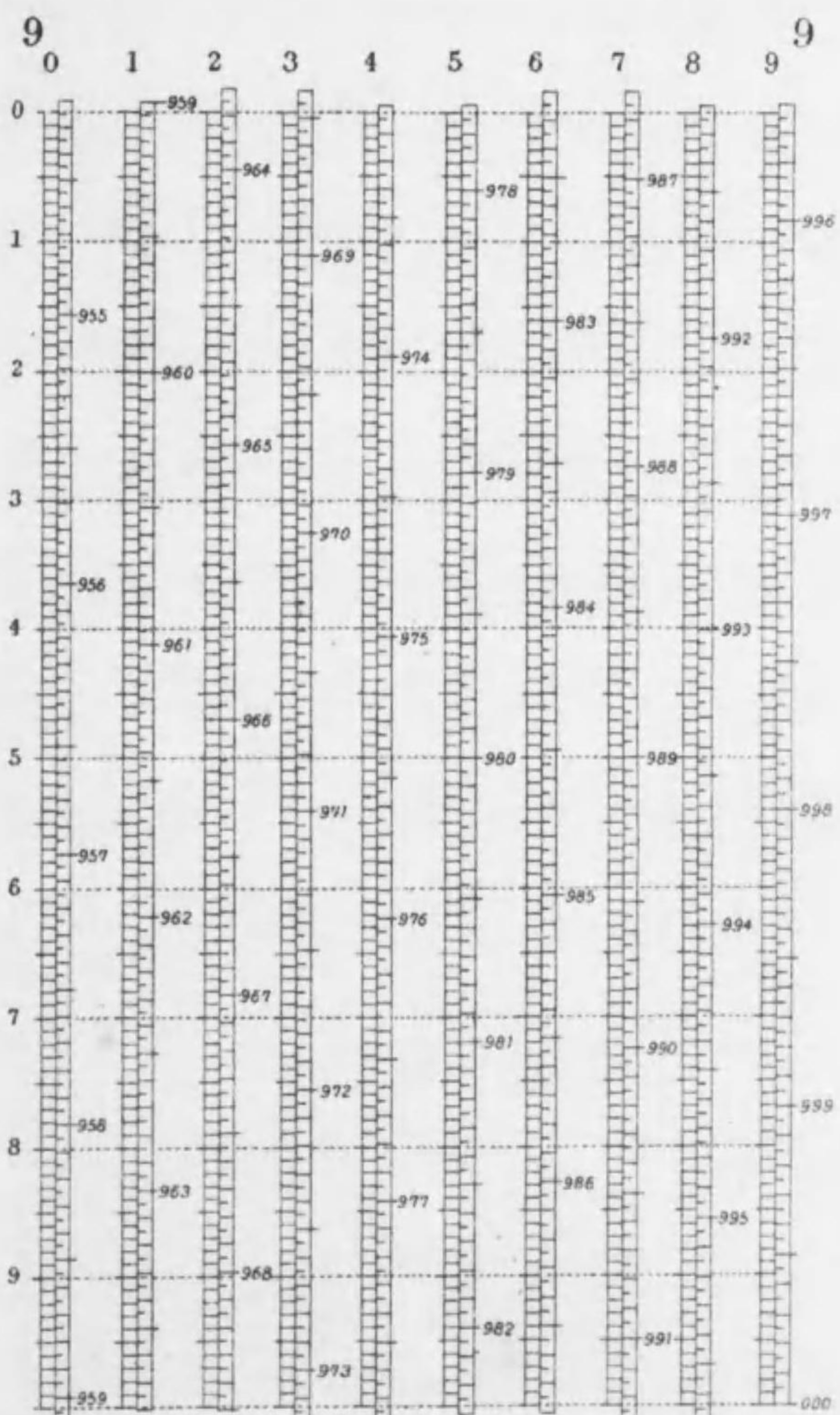
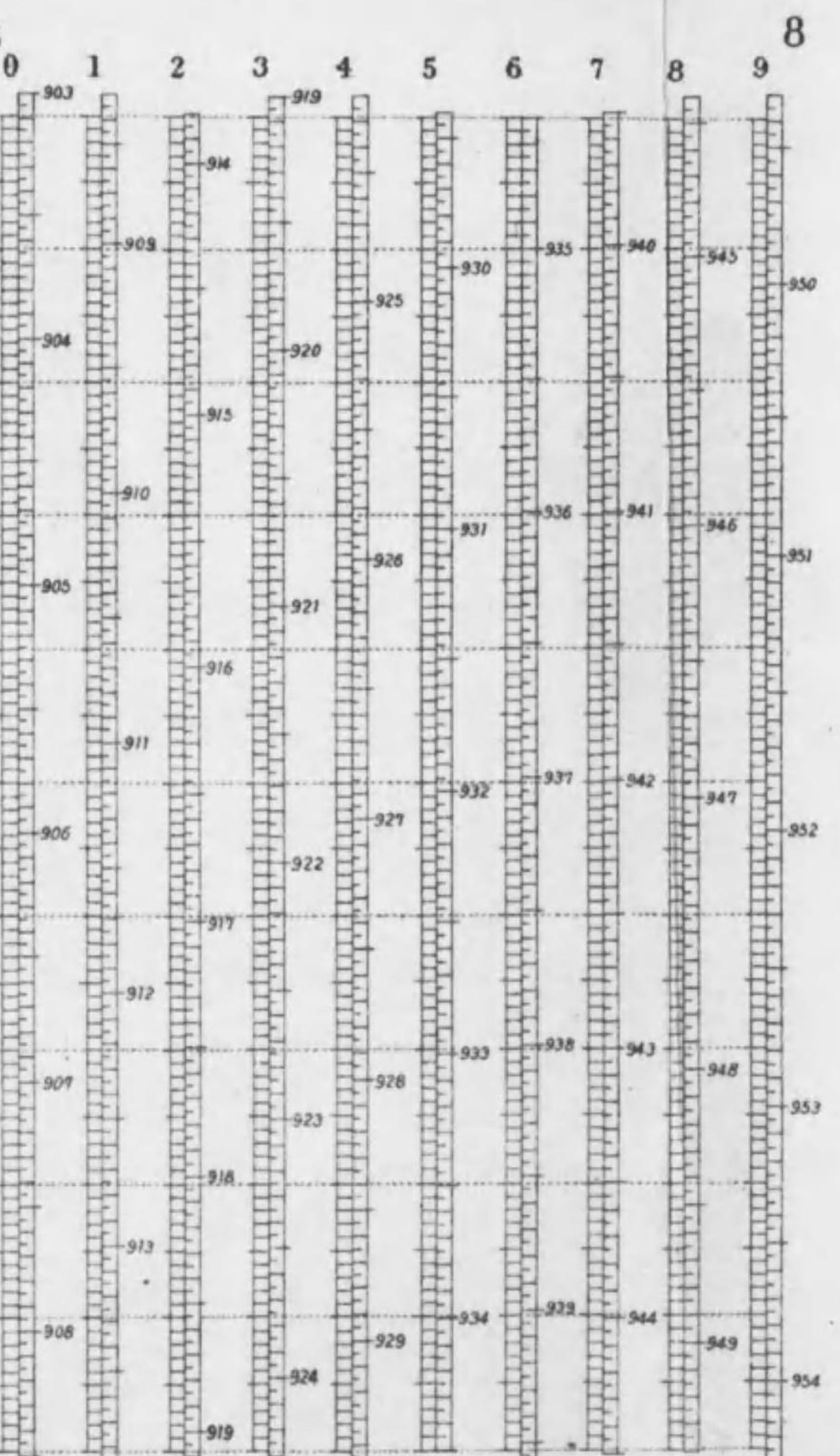
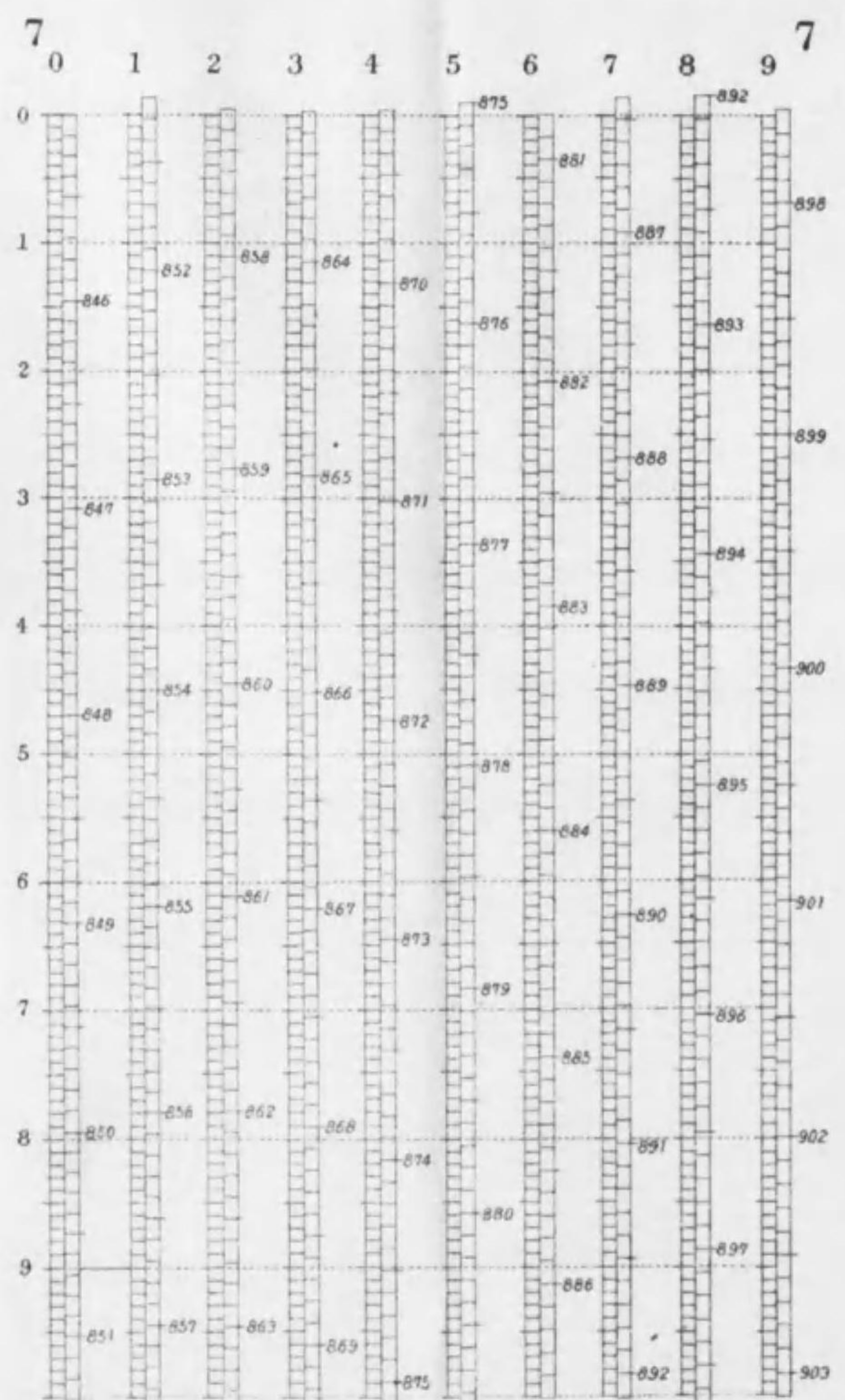
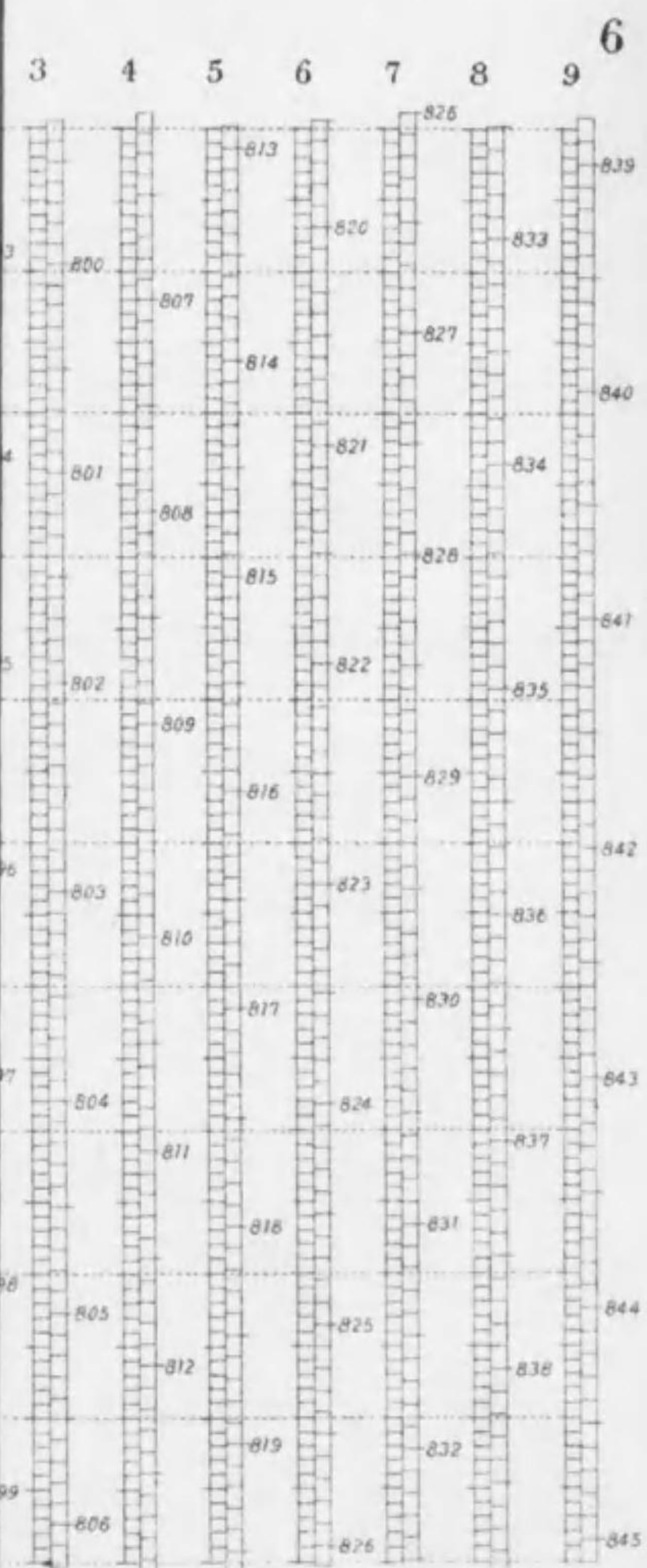
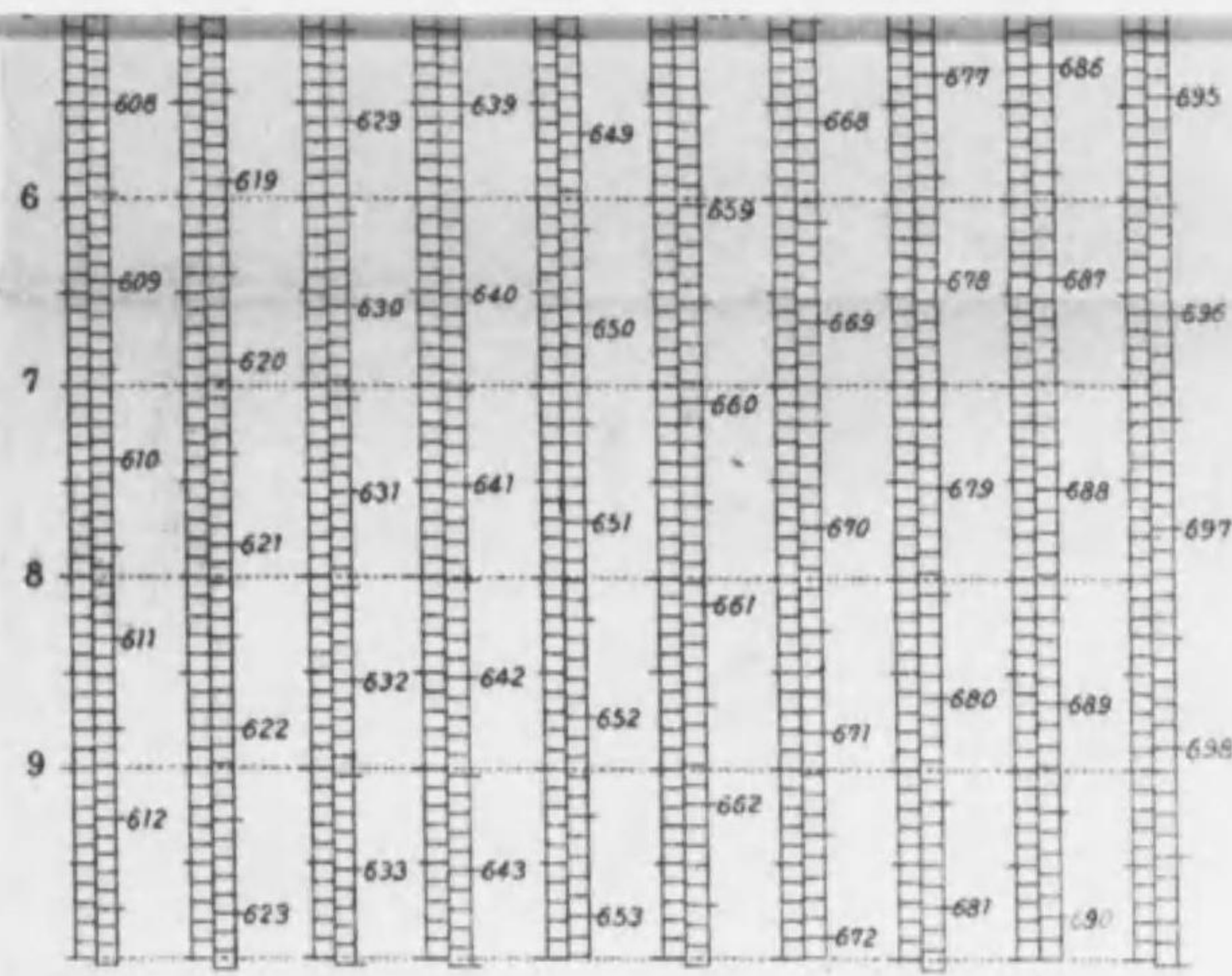
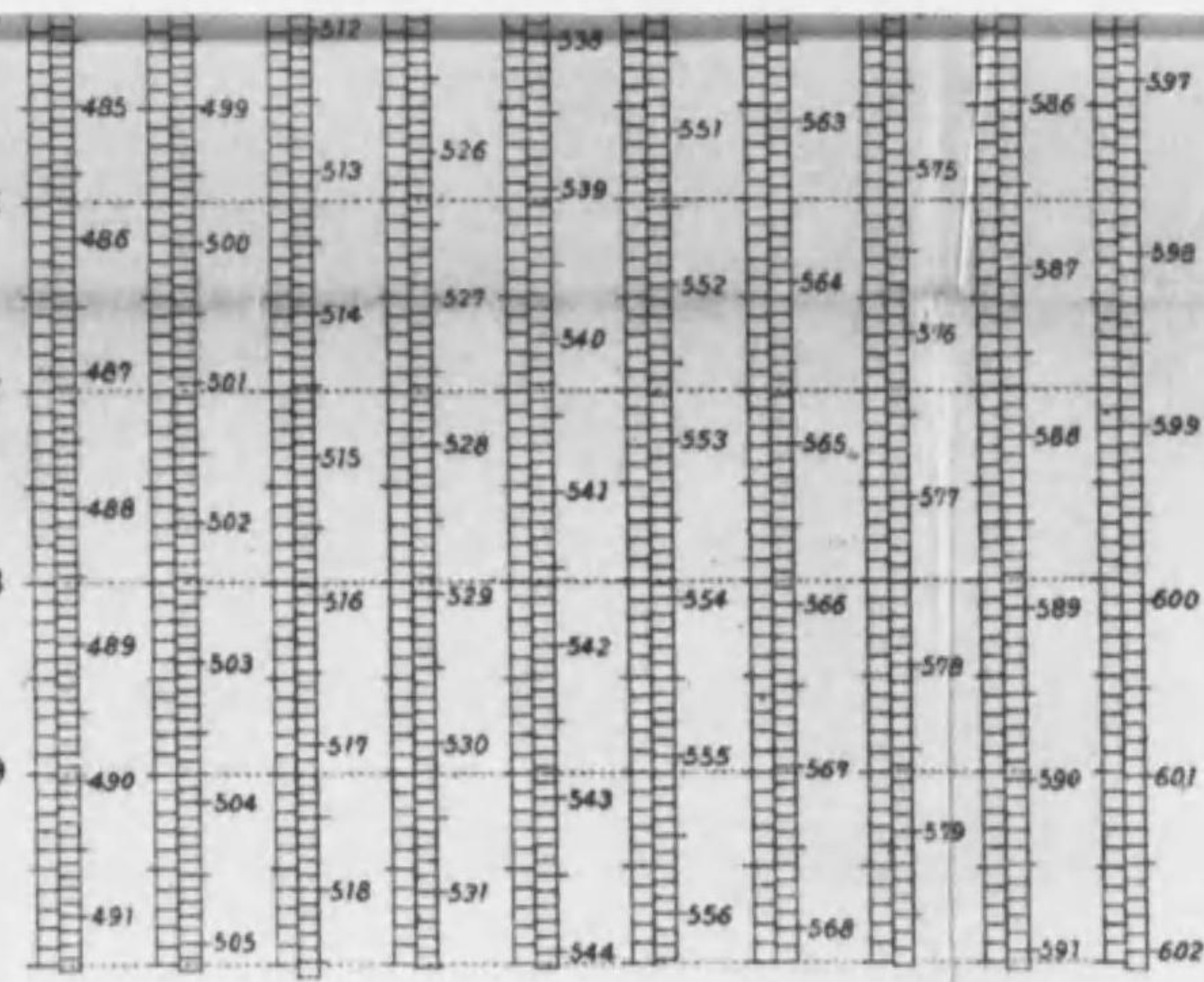
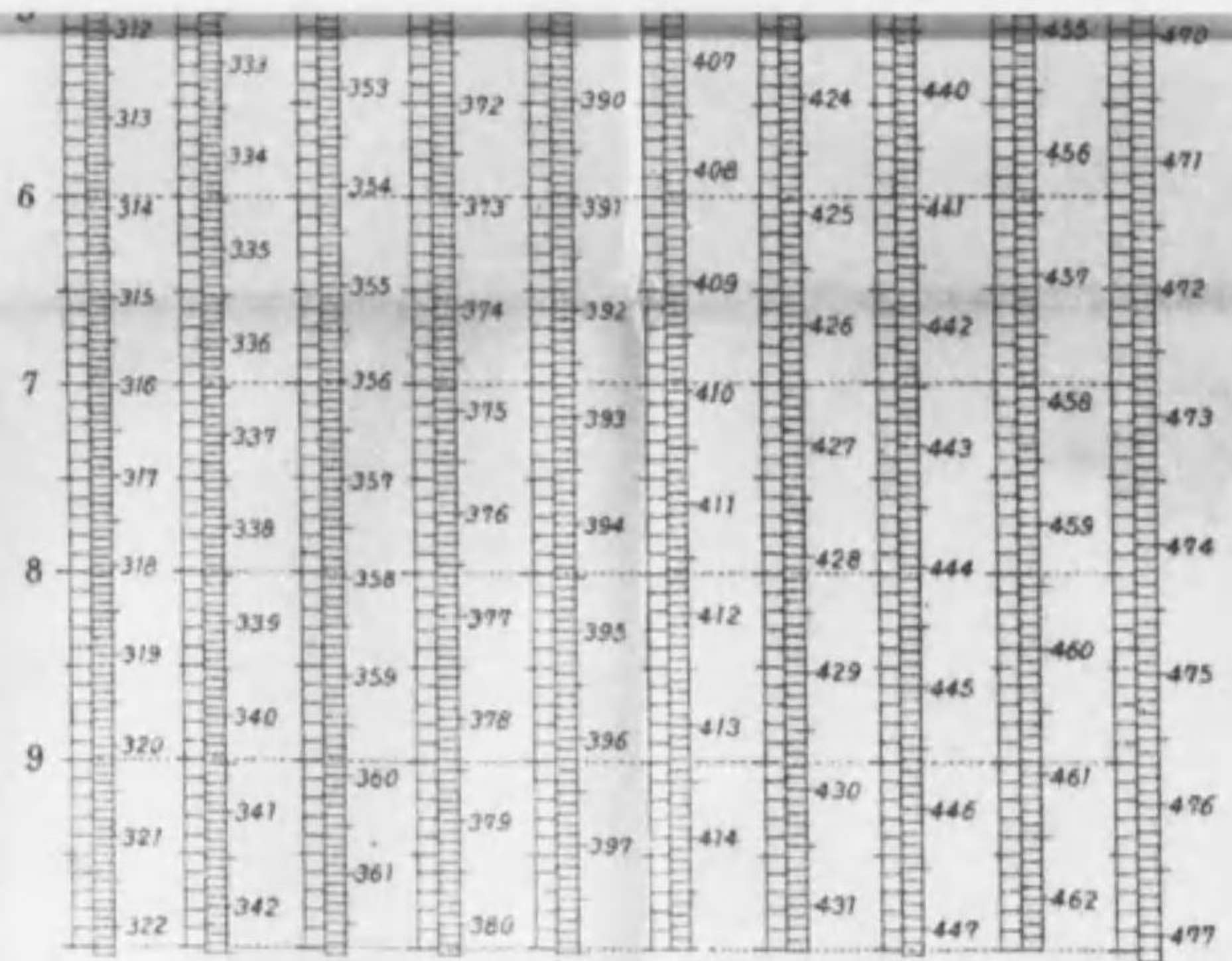
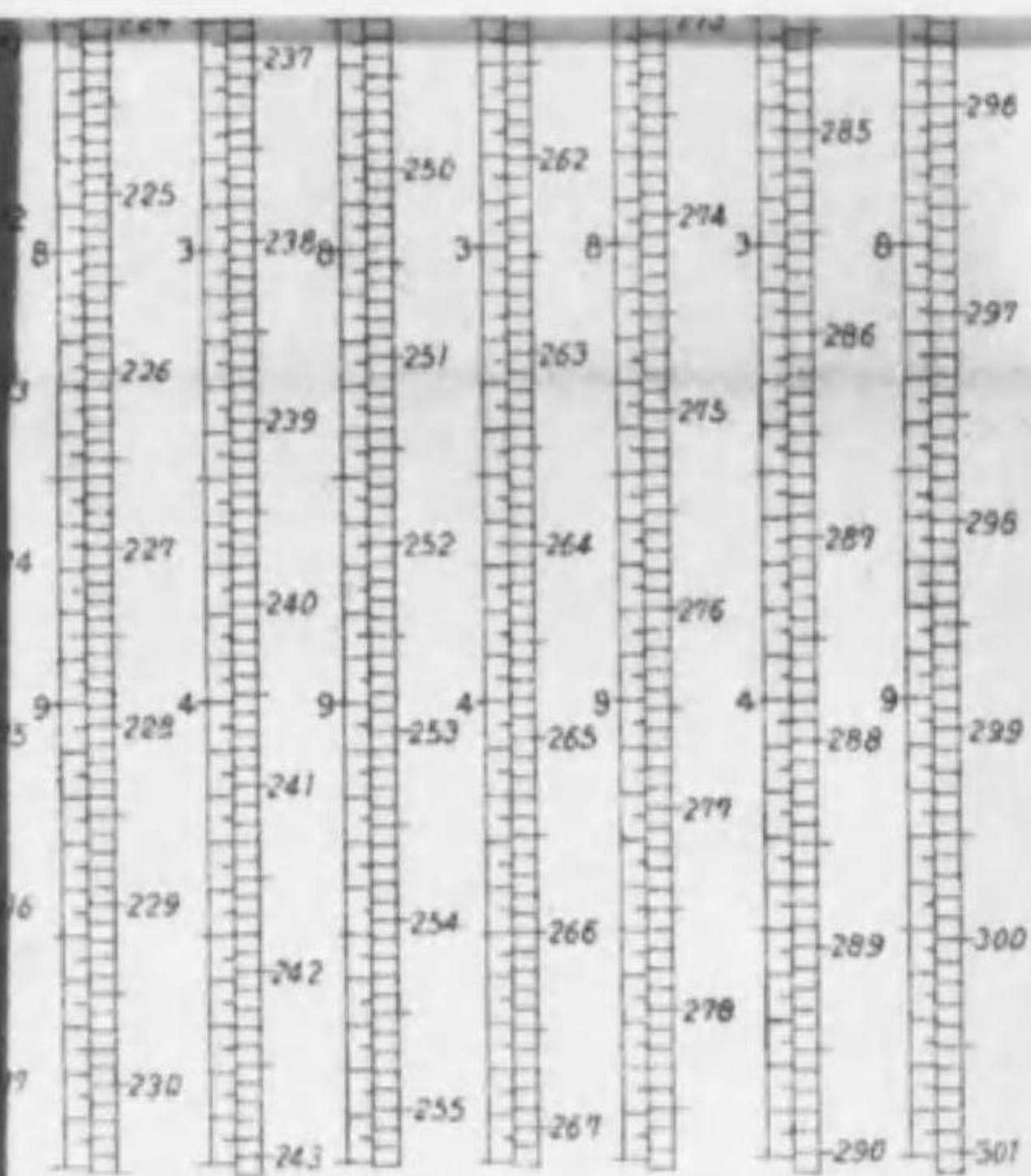
0	484	498	512	525	538	550	562	574	585	596
1	485	499	513	526	539	551	563	575	586	597
2	486	500	514	527	540	552	564	576	587	598
3	487	501	515	528	541	553	565	577	588	599
4	488	502	516	529	542	554	566	578	589	600
5	489	503	517	530	543	555	567	579	590	601
6	490	504	518	531	544	556	568	580	591	602
7	491	505	519	532	545	557	569	581	592	603
8	492	506	520	533	546	558	570	582	593	604
9	493	507	521	534	547	559	571	583	594	605

5	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	5
0	699	708	716	725	733	741	756	764	771	777	
1	700	709	717	726	734	742	757	765	772	778	
2	701	710	718	727	735	743	758	766	773	779	
3	702	711	719	728	736	744	759	767	774	780	
4	703	712	720	729	737	745	760	768	775	781	
5	704	713	721	730	738	746	761	769	776	782	
6	705	714	722	731	739	747	762	770	777	783	
7	706	715	723	732	740	748	763	771	778	784	
8	707	716	724	733	741	749	764	772	779	785	
9	708	717	725	734	742	750	765	773	780	786	

6	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	6
0	779	786	793	800	807	814	820	827	833	839	
1	780	787	794	801	808	815	821	828	834	840	
2	781	788	795	802	809	816	822	829	835	841	
3	782	789	796	803	810	817	823	830	836	842	
4	783	790	797	804	811	818	824	831	837	843	
5	784	791	798	805	812	819	825	832	838	844	
6	785	792	799	806	813	820	826	833	839	845	
7	786	793	800	807	814	821	827	834	840	846	
8	787	794	801	808	815	822	828	835	841	847	
9	788	795	802	809	816	823	829	836	842	848	

7	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	7
0	846	852	858	864	870	876	881	887	893	898	
1	847	853	859	865	871	877	882	888	894	899	
2	848	854	860	866	872	878	883	889	895	900	
3	849	855	861	867	873	879	884	890	896	901	
4	850	856	862	868	874	880	885	891	897	902	
5	851	857	863	869	875	881	886	892	898	903	
6	852	858	864	870	876	882	887	893	899	904	
7	853	859	865	871	877	883	888	894	900	905	
8	854	860	866	872	878	884	889	895	901	906	
9	855	861	867	873	879	885	890	896	902	907	

8	0	1	2	3	4	5	6	7			
0	903	909	914	919	925	930	935	940	944	948	
1	904	910	915	920	925	930	935	940	944	949	
2	905	911	916	921	926	931	936	941	945	950	
3	906	912	917	922	927	932	937	942	946	951	
4	907	913	918	923	928	933	938	943	947	952	
5	908	914	919	924	929	934	939	944	948	953	
6	909	915	920	925	930	935	940	945	949	954	
7	910	916	921	926	931	936	941	946	950	955	
8	911	917	922	927	932	937	942	947	951	956	
9	912	918	923	928	933	938	943	948	952	957	



物理實驗三十題

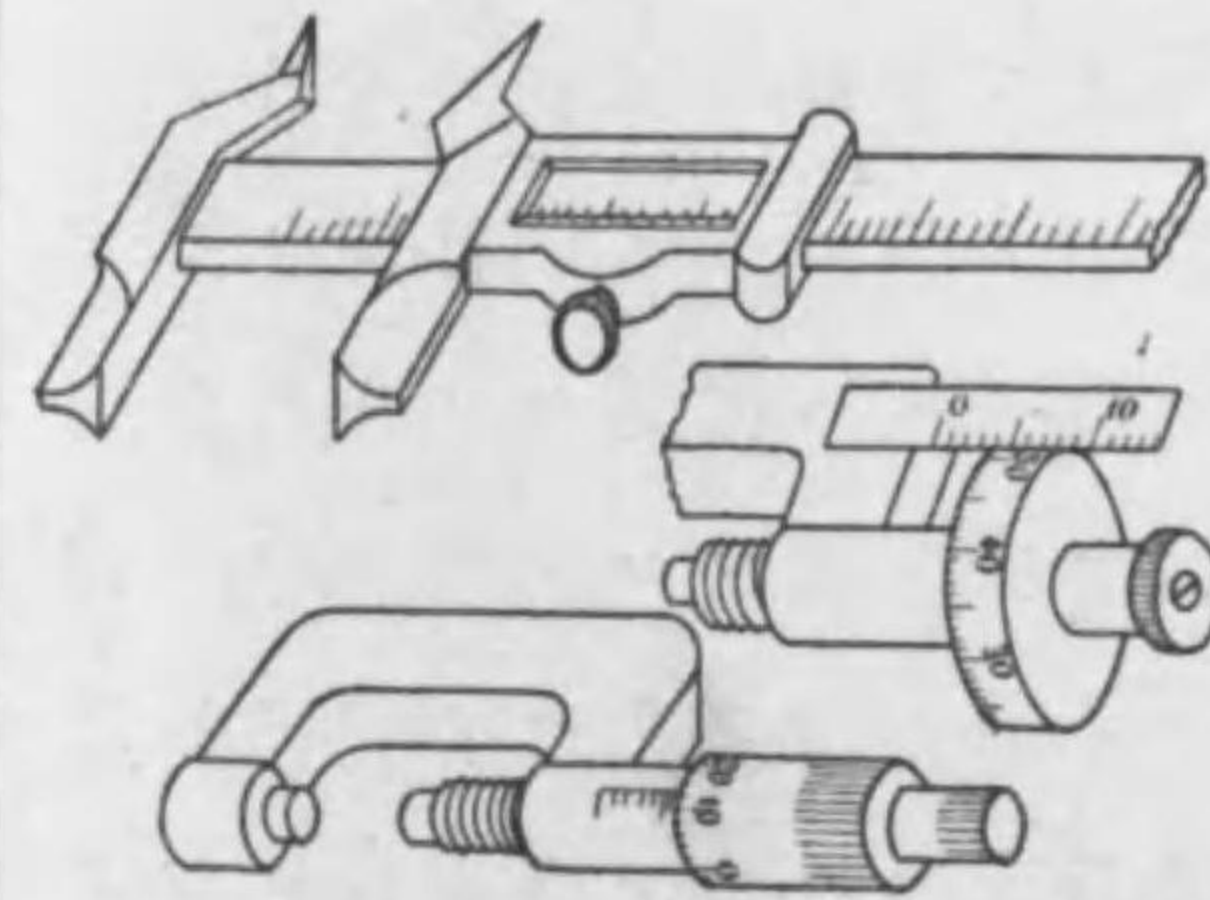
[1] 長さの測定

物指ノ目盛ノ端數ノ目測 キヤリパー
ネチマイクロメーター 誤差 記録

平角棒,丸棒,鋼球,針金等ニツキ長さ,幅,厚さ,直徑ノ値ヲ
先ヅ物指ヲ用キルコトナシニ推測シテ帳面ニ記入セヨ。

次ニ物指ヲ用キテ測定シタル値ヲ記入セヨ。先ヅ
mm マデ目盛シタ物指ヲ用キテ mm ノ端數マデ目測シ
タル値ヲ記入セヨ。次ニキヤリパーヲ用キテ vernier (ズ
ルニエー)ニヨリテ mm ノ $\frac{1}{10}$ 又ハ $\frac{1}{20}$ マデヲ讀ミ取レ。

第 1 圖



キヤリパーノ一例ハ第
1圖ノ上ニ示サレテア
ル。先ヅ何モ挟ムコト
ナシニソレノ兩アゴヲ
合ハセタ時ノ vernier ノ
讀ミヲ調べヨ——之ヲ
零點ノ檢査ト稱ヘル。

スベテノ器械ニツイテ
之ニ相當スル注意ヲ忘レテハナラナイ。器械ノ零點ニ
注意セズニ用キルノハ裏門ヲカマハズニ表門ダケシノ

テ締リガ出来タトスル様ナモノデアル——。

物ノ挟ミ方ハアマリカタクシテハナラス。キヤリバーデ物ガ持上ゲラレル様ナ程度ニ挟マレタ時ハアゴガイクラカ押曲グラレテキルノデアルカラ vernier ノ讀ミハソレダケ小サクナツテキルワケデアル。又度々サヤウナ取扱ヲ受ケルトアゴガ曲リキリニナルコトガアル。ソノ場合ニハ何モ挟マズニ兩アゴヲ徐カニ合ハセテ見ルトアゴノ或一點ガ先ヅ接シテ他ノ部分ハマダ離レテキルヤウニナル。サヤウナ器械デハ零點ガ狂ヒ且ツ挟ム場所ニヨツテ結果ガ違フコトニナル。ソレラノコトハ零點ノ検査ノ際ニ注意シナケレバナラス。

棒ノ厚サヤ針金ノ直徑ハネヂマイクロメーターデ測レ。mmノ $\frac{1}{100}$ マデ。此器械ノ例ハ第1圖ノ下ニ示シテアル。ネヂノ歩ミガ1mmデアル場合ニネヂノ軸ヲ中心トスル圓筒面ガ圓周ニ沿フテ百等分シテアル場合ニソノ目盛ノ一目ダケマハストネヂガ軸ノ方向ニ0.01mmダケ動クコトニナル。ソノ目盛ヲ讀ムタメノ目印トシテハ百等分シテアル圓筒ノ内側ニ框ニ固定シテキル圓筒ガアツテソノ面ニ軸ニ平行ナ線ガ刻マレテキル、ソノ線ヲ目印トスルノデアル。ソノ線ニ沿フテハmmノ目盛ガシテアル。ネヂガ一回轉以上マハサレタ場合ニソノ回轉數ヲ知ルタメニハソノ縦ノ物指ノ目盛ヲ用キルノデアル。ソノ物指ノ目盛ヲ讀ムタメノ目印ハ圓筒ノ目

ノ盛ツテアル方ノ端面ニヨルノデアル。此縦ノ物指ハネヂノ回轉ノ數取リニ用キルノデアルカラ端數ヲ讀ムコトハイラスノデアル。(百等分シタ目ヲ大キクスルタメニ特ニ大キナ徑ノ圓筒ガ附ケテアル型ノモノデハソレノ周ニ相當スルヤウナ位置ニ小物指ガ框ニ對シテ固定サレテキル。第1圖ノ中ニソノ部分ダケガ示サレテアル。此場合ニハソノ物指ノ面ガ圓筒ノ目ヲ讀ム目印ニナル)。

物ヲ測ル前ニ先ヅネヂノ端面ヲソレノ相手ノ面ニ密接サセタ時ノ目盛ヲ讀マナケレバナラス。ソレハ即チ此器械ノ零點デアル。ソノ兩端面ハ軸ニ直角ニ鏡ノ様ニ磨イテナケレバナラス。ソレニ疵ヲ付ケナイ様ニ取扱ハネバナラス。此器械ハネヂルコトニヨツテ密接サセルノデアルカラ指デマハス力ガ小サクテモ軸ニ沿フテ押ス力ハカナリニ大キクナル。ソレガ爲メニ挟マレタ物ガ壓ツブサレタリ框ガ曲グラレタリスル恐ガ多イ。ソレヲ避ケルタメ此器械ニハ大抵ハネヂル力が大キクナリ得ナイ様ナ装置ガ附屬シテキル。ソノ仕掛トシテ多ク用キラレテキルノハ指デツマムベキ部分ガネヂニ固着シテキナイデ、ソノ二ツノ間ノ摩擦ダケデ運動ガ傳ヘラレルヤウニ作ラレテアル。ネヂノ先ガツカヘタ後ハツマミガ軸ニ對シテ空廻リヲスル。ネヂヲ進メル時ニソノツマミ以外ノ部分ヲ持ツテ廻ハスコトハワルイ。

針金或ハ棒ノイロイロナ部分デ測ツタ値ヲ圖ニアラハシテ見ヨ(但シ長サノ方ハ何分ノ一カニ縮メ直徑ノ方ハ何十倍カニセヨ)。

丸棒或ハ針金デハ一断面毎ニアル直徑トソレニ直角ナ直徑トヲ測ルヤウニセヨ。——断面ハ大抵ナ場合ニ幾分カ楕圓ニナツテキルカラソノ斷面積ヲ求メルニハ互ニ直角ナ二ツノ半徑ノ相乘積ヲ π 倍スレバヨイ。

球ノ場合ニハ互ニ直角ナ三直徑ヲ測リソレノ相乘積ヲ $\frac{\pi}{6}$ 倍スレバ體積ガ得ラレル。——作ラレタ球ハ大抵ハ楕圓體デアアル。

長サ、直徑、厚サ、幅等ノ測定値ヲ用キテ與ヘラレタ物體ノ體積ヲ計算シテ見ヨ。ソノ結果ハドノ桁マデ計算スベキカヲ考ヘテ主張シ得ル桁ヨリ一桁下マデ算出シタ値ヲ記入セヨ。(但シ直接ニ測定シタ各ノ量即長サ厚サ幅或ハ直徑ニツイテドノ桁マデ主張シ得ルカヲ先ヅ考ヘナケレバナラヌ)。算術的ニ掛算ヤ割算ヲ行ツテ行クト桁數ノ大キナモノガ出テ來ルガ、主張シ得ル桁ノ次ノケタヨリ先ヲ算出スルコトハ無益デアリイツワリデアアル。

各ノ測定値ノ誤差ガ最後ノ結果ニ對シテ如何ナル影響ヲ及ボスカ、又逆ニ結果ノ誤差ヲアル程度ニ止メルタメニ測定ヲドノ位精密ニスベキカノ判斷ヲスルニハ數學ノ微分ノ計算ヲ應用スレバヨイ。

今

$$K = A^m B^n C^p D^q \quad [m, n, p, q \text{ ハ 既知ノ數トス}]$$

ナル式デ與ヘラレル量 K ヲ求メルタメニ A, B, C, D ヲ測定シタトスル。ソレラノ測定ノ誤差ガ dA, dB, dC, dD デアルトスレバ、ソレガタメ K ニ及ボス誤差 dK ハ

$$\frac{dK}{K} = m \frac{dA}{A} + n \frac{dB}{B} + p \frac{dC}{C} + q \frac{dD}{D}$$

デ與ヘラレル。ソレ故誤差ソノモノヲ考ヘルヨリ誤差ノ割合即チ $\frac{dK}{K}, \frac{dA}{A}, \frac{dB}{B}, \dots$ ヲ取ツテ考ヘル方ガ關係ガ簡單ニワカル。即チ K ノ誤差ノ K ニ對スル割合ヲ $e\%$ 以下ニ止メヤウトスルタメニハ A, B, C, D ニ對スルソレゾレノ誤差ノ割合ガソレゾレ $\frac{e}{m}\%, \frac{e}{n}\%, \frac{e}{p}\%, \frac{e}{q}\%$ 以下ニナルヤウナコマカサマデ測定シナケレバナラヌワケデアアル。

モシ器械或ハ方法其他實際ノ測定上ノ關係カラ $\frac{dA}{A}$ ガ $a\%$ 以下ニナリ得ナイ場合ニハ他ノモノノ誤差ノ割合即チ $\frac{dB}{B}, \frac{dC}{C}, \frac{dD}{D}$ ガ $\frac{ma}{n}, \frac{ma}{p}, \frac{ma}{q}\%$ 以下ニナリ得タトシテモ結果ノ精密サヲ $ma\%$ ヨリ進メルコトハ出來ナイ。ソレ故測ルノニ面倒デナイ場合ニハ B, C, D ヲ $\frac{ma}{n}, \frac{ma}{p}, \frac{ma}{q}\%$ ヨリ一桁位精シク測ル方ガヨイガ——ワケモナク出來ルコトヲヤラナイタメニ結果ノ誤差ヲ増スノハ愚ナコトデアアル——ソレヨリ先マデ測ルコトハ無用デアアル。

讀ンダ値ハイツモ直ニ帳面ニ記録スルヤウニセヨ。

小サイ紙片ニ記シタリスルトナクナツタリシ易イ。又假ノ紙ニ記入シテ置イテアトデ寫シ直スノモヨクナイ。途方モナイ誤ガ起リ得ル。初メカラ帳面ニ記録スル習慣ヲツケルガヨイ。

即坐ニ記録スレバ數ヲ覺エルコトガイラス。アル數ヲ忘レヌ様ニスルコトハソレ次ケアタマヲ勞ラセルノデ次ノ現象ニ對シテ注意力ヲ極度ニ集中スルコトヲ妨ゲル。又假ニワケナク覺エラレルニシテモ一度讀ンダ値ヲ覺エテキルコトハ反ツテヨクナイ。ソレガタメ先入主トナツテ後ノ場合ノ判断ノ公平サヲ害スルコトガアルカラワルイ。注意ノ集中ガ妨ゲラレルト判断ノ敏速サヤ精密サヤ正確サヲ害スル。

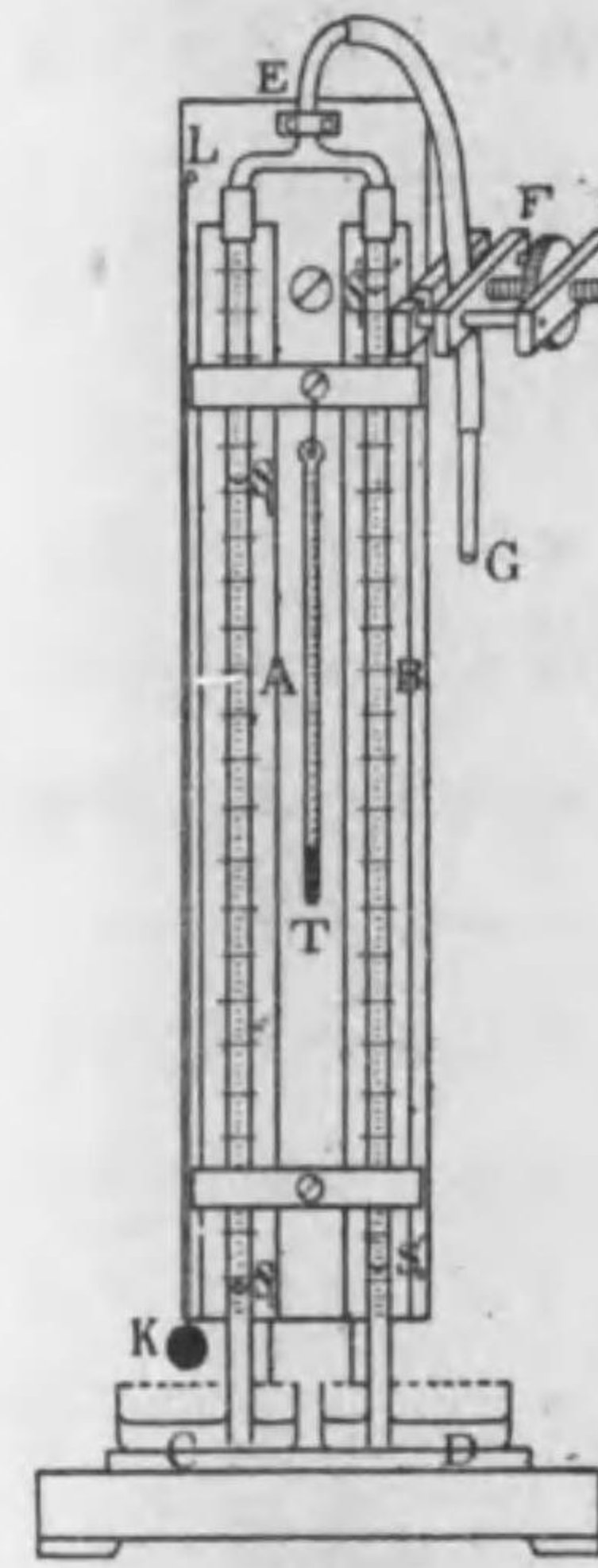
[2] ヘーアノ法ニヨリ液體ノ密度

第2圖ノA,Bハアマリ細クナイガラス管, C,Dハ斷面積ノ大キナ器(結晶皿ガヨイ) Tハ寒暖計。

A,Bノ太サハ等シイモノヲ取りC,Dモ面積ノ等シイモノヲ取ル。先ヅA,Bヲキレイニセヨ。物ノ清潔デアルカ汚レテキルカヲスグニ見分ケラレル様ニ氣ヲ附ケルコトハ大切ナコトデアル。ガラスナラバツノ面カラノ反射光線ニ注目セヨ,面ガキレイデアレバ反射光線ニムラガナイ——面自身ノ存在ガワカラヌヤウニ規則正

シク反射スル——管ヲ動かシテスベテノ部分ヲ吟味セ

第 2 圖



ヨ。汚レテキタナラ洗ツテ乾カセ。Aノ方ハ蒸溜水デスレテキル分ニハ差支ハナイ。Bノ方ハ乾カス代リニ測ルベキ液ノ一部分ヲ用キテソレノ内面ヲウルホシテモヨシ(ソレニハ先ヅ管ノ内面ノ水ヲ出來ルダケ振り落シテ後液ノ少量ヲ用キテ管ノ内面ヲ一様ニスラシテカラソノ液ヲ捨テ,更ニ新シイ液ノ少量ヲ用キテ同様ノコトヲクリカヘス。之ヲ三四回位クリカヘセバ乾カシタ場合トチガヒガナクナル)水ニ溶ケナイ液體ノ場合ニハ此方法ハ行

ハレナイカラ管ヲ乾カスコトガ必要ニナル。(管ヲ乾カスタメニ管ヲ直接ニ焙デ暖メルコトハ避ケルガヨイ,慣レナイト管ヲ破ルコトガアル。別ノ管ヲゴム管デツナイデソノ管ヲ暖メテ反對ノ端カラ吸ヒ出スヤウニスルガヨイ) 上ノ様ニ始末シタ管ヲ短イゴム管デ二股管Eニツナイデ臺ニネデテ取附ケル。鉛垂線LKト見比ベテ管ガ垂直ニナルヤウニ臺ノ下ニ楔ヲカフカ脚ノネデヲ加減スル。

Cニハ蒸溜水Dニハ測ルベキ液ヲ入レヨ。A, Bノ下
端ハC, Dノ底ニ近ク來ラシメテ水モ液モナルベク少ク
用キルヤウニセヨ。(管ノ上ノ方マデ吸ヒ上グフレタ時
少シ殘ル位ニスルガヨイ。管ノ斷面ガC, Dノ何分ノ一
ニ相當スルカヲ前以テ略測シテ置ケバDノ位ノ深サマ
デ液ヲ入レレバ足ルカガワカル)。

Gノ所ニハ稀硫酸ノ中ニ漬ケテアル短イガラス管ヲ
ヨク洗ツテカラ使ヘ(人毎ニ別ナノヲハメカヘヨ)。Gカ
ラ口デ吸ヘバ液ガ上ツテ來ル。何レカ一方ノ上ノ端ニ
近クナツタ時ニFノピンチコツクデゴム管ヲ閉ヂヨ。

液面ヲ注視シテソノ位置ガ一定ニナツタナラ物指ニ
對シテ mm ノ $\frac{1}{10}$ マデ讀メ。管ヲスラス液デハ面ノ最低
點ト同高ノ所ヲ讀ムノデアアル。ソレニハ眼ノ位置ガソ
レト同高ニナケレバナラズ(眼ノ位置ヲ正シクスル方法
ハイロイロアル。側方カラ人ニ見テモラフカ、管ノ傍ニ
小鏡ヲ管ニ平行ニ支ヘテ眼ノ像ガ同高ニ見ヘルヤウニ
スルカ、長イ棒ヲ机ノ上ニ立テテ液面ト同高ノ所ニ印シ
ヲシテソノ棒ヲ管カラ明視距離ノ所ニ立テテソノ印シ
ノ傍ニ眼ヲ置イテ見ルカ、物指ガ管ノ後ニアル場合ニハ
液ヲ透シテ目盛ノ線ヲ見ルト眼ノ位置ガ高スギレバ線
ガ下ヘ曲ツタ曲線ニ見ヘ、低スギレバ反對ノ曲線ニナリ、
丁度ヨイ高サノ時ハ直線ニ見ヘルカラ、ソレカラデモワ
カル)。兩方ノ液面ノ讀ミヲ S_1, S_1' トスル

次ニFヲ僅ユルメテ液面ガ物指ノ下ノ端ニ近クナツ
タ時又Fヲ閉ヂテ液面ノ靜止スルノヲ待ツテソレヲ讀
ム。ソレガ S_0, S_0' デアルナラ

$$\text{液ノ密度} = \frac{S_1 - S_0}{S_1' - S_0'} \times (\text{水ノ密度})$$

上ト下トデ讀ンデ差ヲ取ルノハ表面張力ノ影響ヲ消
スタメデアアル。ソノタメニ用キル管ハ太サノナルベク
一樣ナノヲ選バナケレバナラヌ。此際C, Dノ液面モ變
ハルガソレノ斷面積ト管ノ斷面積トノ比ガ兩方ニ於テ
等シイ場合ニハ結果ニ關係ガナイ。

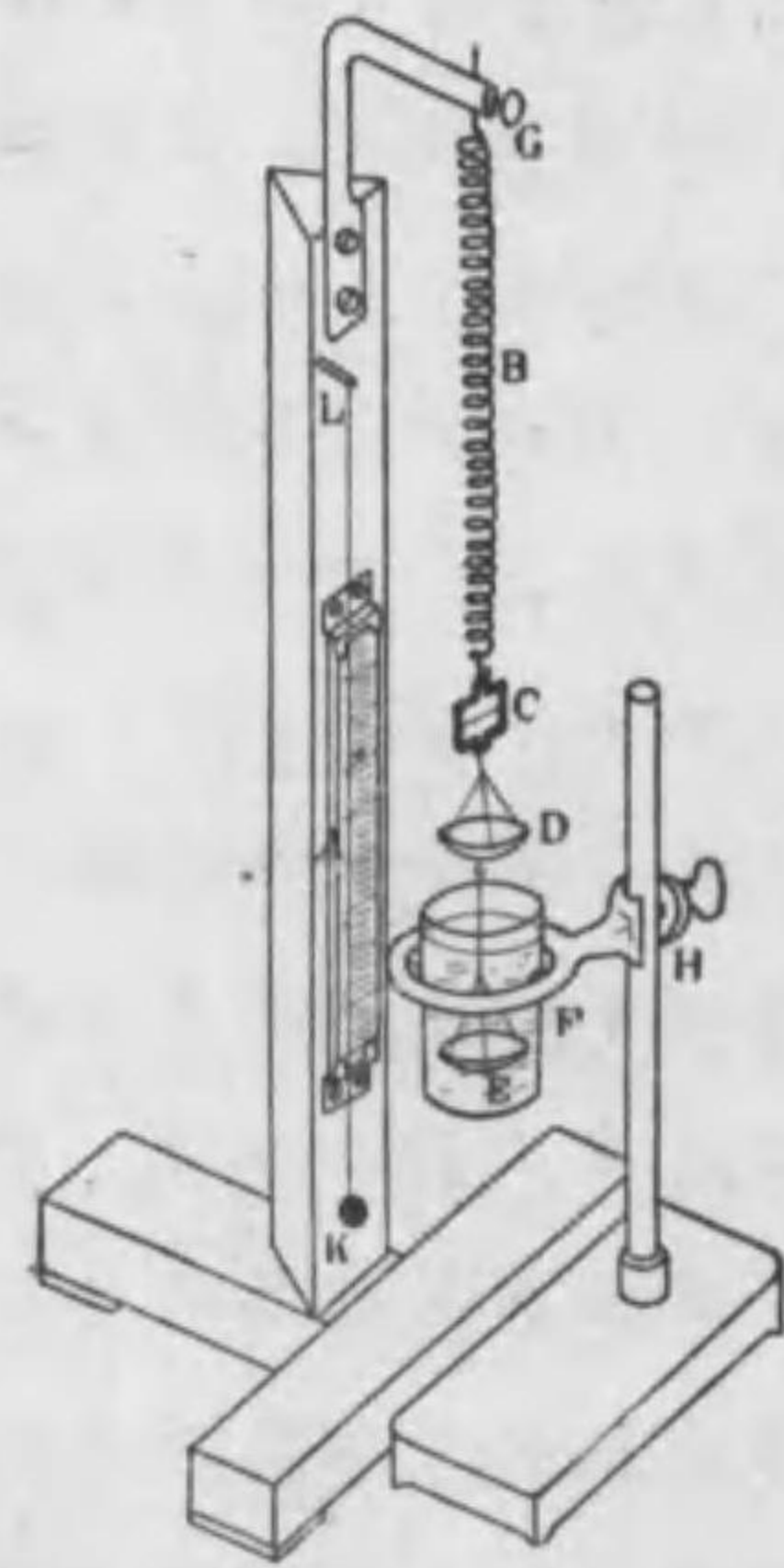
寒暖計ヲ二本ノ管ノ中間ニ置イタノハ液ノ温度ハ實
驗中周圍ノ氣温ト同ジニナルト見做シタカラデアアル。
液ノ上面ヲ讀ミ取ツタ後毎ニ寒暖計ヲ讀ムヤウニセヨ
 mm ノ $\frac{1}{10}$ ヲ目測スル練習ノタメ數回ヅツクリカヘシテ
測定セヨ。 * 卷末ニアリ。

水ノ密度ハ常數表^{*}カラ求メヨ。ソレヲ掛ケルニハソ
レト1トノ差ヲ液柱ノ比ニカケタモノヲソノ比カラ引
クヤウニスレバ桁數ノ少ナイ數ノ運算デス。シカモ
此方法デヤレバ元ノ比ノ方デ出スコトノ出來ル桁マデ
丁度間違ヒガ及バナイ程度ニスルニハ水ノ密度ヲドノ
桁マデ取レバヨイカノ判斷ヲスルノニモ都合ガヨイ。
1ニ極近イ數ノ計算ノ時ニハイツモ此流儀デヤルカヨ
イ。

[3] センマイ秤

Aハ鏡ノ面ニ物指ヲ盛ツタモノ、Bハゼンマイ——太

第 3 圖



サ 0.45mm 位ノ鋼線ヲ直径17mm
ノ丸棒ノ周リニ密ニ 180 回卷
イテ炭火ノ中ニ埋メテ様ニ
熱シタ後徐々ニ冷マシテ作ツ
タゼンマイハ 1 瓦ニツキ 25mm
延ビルモノニナル——, Cハ目
印デアアル——此目印ハ Aノ
針金デ横 2cm 縦 1.5cm 位ノ四
角ナ框ヲ作り上下邊ノ中央ニ
ハ釣ルタメノ曲リヲ設ケテ置
ク、左右邊ノ中點間ニ極細イ絲
或ハ針金ヲ一直線ニ張り渡ス
——, D,Eハ物ヲ乗セルタメノ

皿(Eハ極細イ——四十番線位——針金デDノ底カラ釣
ル、Eハイツデモ水ノ中ニ入レテ置クノデアアルカラ水ノ
浸ミル様ナ絲デ釣ルコトハワルイ又ソノ線ガ水面ヲ切
ル所ノ断面ガ大キイト水ノ表面張力ノ及ボス影響ガ大
キクナルカラコマル), Fハ水ヲ入レタ器(Eノ皿ガ中デ
自由ニ動キ得ル位ノ大サノ底ノ厚イコップガヨイ。ビー
カーノ様ナ器デハ物が落ちタ時ニ破レ易イカラコマル)

FニハEガ動イタ時三本ノ針金ノ結目ノ所ガ水面ニ接
スル恐ノナイ位充分ニ水ヲ入レテ置ク。水ハ空氣ヲ追
出シタ蒸溜水ヲ氣温マデ冷マシタノヲ使フノガ理想的
デアアルガ透明ナラ井戸水或ハ水道ノ水デモヨイ。Fハ
Hニヨツテ上下スル。(Hノ輪ガ大き過ギタラ太イ針金
デ三角形ヲ作ツテモタセレバヨイ)。LKハ絲ノ先ニ重
リヲ下ゲタモノ。

先ヅ臺ノ下ニ楔ヲカフカ脚ノネヂヲ用キテLKト見
比べテ——正面カラ見ルコトニヨリ左右ノ傾キヲ正シ
横ノ方カラ見テ前後ニ對スル傾キヲ直ス。

GヲユルメテCノ面ガ物指ニ平行ニナルヤウニ直シ
テカラGヲ固クシメヨ。CガAノ正面ニ來ルヤウニA
ヲ横ニズラセ。Aガ動カセナイ型ノモノデハゼンマイ
ノ上ノ端ヲ正シテ直セ。CヲAノ真正面ニ持來スニハ
CトCノ像トガ重ナツテ見エル様ナ位置ニ眼ヲ置イタ
時ニソレガAノ目盛ノ線ニ對シテ左右ニ片寄ラナイ様
ニスレバヨイ。Cノ線ガ物指ノ目盛ノ線ニ平行デナカ
ツタナラ、ソノ線ノ一端ヲ框ニ對シテズラシテ直セ。

E及ビ其上ニ乗セタ物ニハ氣泡ガ附イテキナイ様ニ
氣ヲ附ケヨ。始メハ見エナカツタ氣泡ガ實驗中ニ大ク
ナルコトガアル。水中ニ溶ケテキタ空氣ガ一所ニ集マ
ツタタメデアアル。氣泡ヲ取去ルニハキレイナ筆ノ先デ
觸レバヨイ。(針金ノ先ニ脱脂綿ヲ丸メテ絲デククリ附

ケタモノヲ用キル方ガ便利ナコトモアル。

先ツ強カトゼンマイノ延ビ高トノ關係ヲ求メヨ。

ソレニハ Dニ何モ乗セナイデ Hニヨツテ Fノ位置ヲ正シテカラ物指ヲ讀メ。物指ノ讀ミ方ハ Cノ線トソレノ像トガ重ナツテ見エル様ナ位置ニ眼ヲ置イテソノ線ガ物指ノイクラノ所ニ相當スルカラ讀ミ取ルノデアル。物指ノ最小目盛即チ $1mm / \frac{1}{10}$ マデヲ目測セヨ。

次ニ Dニ2瓦ノ分銅ヲ乗セテ——先ツ Hニテ Fヲ適當ニ下ゲテ置イテ Dニ水ガ附カナイ様ニシナケレバナラス——(此注意ハイツノ時ニモ忘レテハナラス。重イ分銅ノ乗ツテキルノヲ取去ル場合ニハソノ反對デ急ニ取ルト Eガ水中カラハネ出テ Dヲヌラスコトガアル) 物指ヲ讀ミ、次ニ 4, 6, 8, 10瓦ヲ乗セテ讀ミ。次ニ 2瓦ツツ減シテ讀ミ最後ニ分銅ヲスベテ取去ツテ讀メ。

分銅ノ重サヲ横軸ニ、物指ノ讀ミヲ縦軸ニ取ツテ關係ヲアラハス圖ヲ畫ケ。實驗ノ途中デ支ヘガ急ニ弛ミ又ハ讀誤ガアツタ場合ナドニハ圖ノ線ニ段ガ附イタモノガ出來ル。裝置ニ變化ガ起ツタ場合ニハ零點ガ變ツテキル。格段ナ不規則サノアル場合ニハ更ニクリカヘシテ測ラネバナラスガ、然ラザル場合ニハ圖ノ上ノスベテノ點ニナルベク近ク通ルヤウナ直線ヲ引イテソノ直線ノ傾キカラ 1瓦ニ對スル延ビノ割合ヲ計算セヨ。

アル物體 Pノ密度ヲ測定スルニハ

先ツ D, Eニ何モ乗セナイ時ノ讀ミ即チ零點 S_0 ヲ取リ
次ニ Pヲ Dニ乗セタ時ノ讀ミ S_1

Pヲ Eニ乗セタ時ノ讀ミ S_2

最後ニ Pヲ取去ツタ時ノ讀ミ S_0' ヲ取レ。 S_0 ト S_0' トガ
大ニ違フ時ハ更ニ吟味シナケレバナラスガソレガ近イ
時ハソレノ平均ヲ取リ(ソレヲ S_m トス)

$$\text{密度} = \frac{S - S_m}{S - S_1} \times D_1$$

ニヨツテ計算スル。 D_1 ハ水ノ密度。此場合ニハ寒暖計ヲ直接ニ水ノ中ニ入レテ實驗ノ始メト終トニ溫度ヲ測ツテソノ平均ヲ實驗中ノ溫度トスルガヨシ。

此測定ハ二回以上クリカヘシテ行ヘ。

注意(1)何ノ測定ノ場合ニモ器械ニ日光ノ直射スルコトノナイ様ニセヨ。

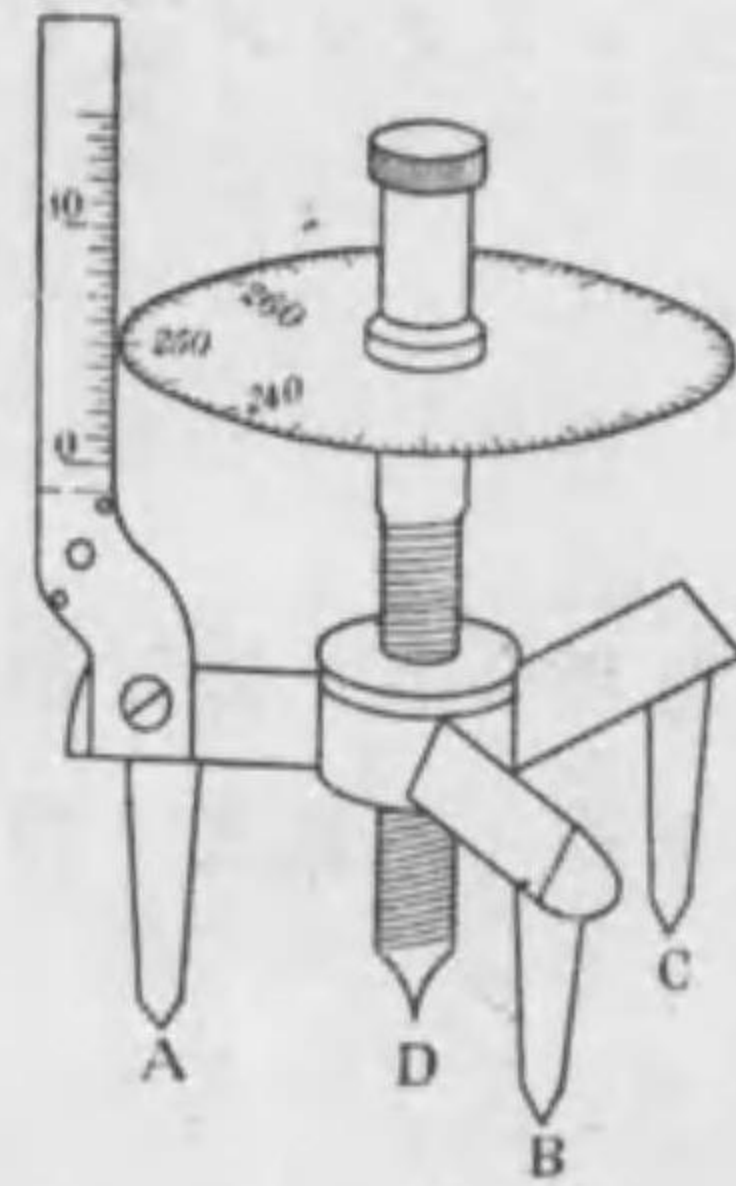
(2)何ノ測定ノ場合ニモアル有様カラ測定ヲ始メテ他ノ有様ニ違シタ場合ニ途中デ器械ニ異狀ガ起ツタナラ前後ノ讀ミヲ比較シテモ何ノ役ニモ立たヌ。器械ニ異變ガ起ラナカッタコトヲ證明スルニハ少クトモ始メ出發シタ時ノ有様ニ戻ツテ讀ミヲ取ツテ前ノ讀ミト比較シテ見ナケレバナラス。

(3)只一回讀ンダ値ニハ遇然ドンナ誤ガアルカモ知レナイ。ソレ故測定ハイツモ少クモ二回以上クリ返セ。

[4] スフェロメーター

尖端ABCが等邊三角形ヲ形作ツテキル三脚ノ中央ニ

第 4 圖



ネヂデ上下ニ動カシ得ル脚Dガアル。四脚ノ先ハ何レモ尖ラシテアル。ソノ先ガ幾何學的ノ點ト見ラレル場合ニ次ノ式ガ成立ツノデアラカラ先ガツブレナイ様ニ取扱ハナケレバナラス。四脚ノ先ガ同一平面ニアル時ニ比レバRナル半径ノ球面上ニアル時ハDハ上又ハ下ニ動カネバナラス。ソノ動き高

ヲ d トスレバ(ABCノ邊ヲ l)

$$R = \frac{l^2}{6d} + \frac{d}{2}$$

l ノ測リ方ハ平ナ紙ノ上ニ輕ク置イテ(DヲABC面ヨリ上ニ上ゲテ置イテ)——器械ヲ紙ノ上ニ押シ附ケルト脚ノ痕ガ大ナ穴ニナルカラ距離ヲ精密ニ測ルコトガ出來ニクナル——各ノ脚ニ對シテソレヲ指示ス所ノ線ヲ二本ヅツ輕ク鉛筆デカケ。器械ヲ取去ツテ二本ノ線ガ示ス小サナ痕ノ回リニ直径 $5mm$ 位ノ丸ヲ鉛筆デ輕ク畫イテ置ク。ガラス板ニ物指ヲ盛ツタモノヲ紙ノ上ニ置イテ(線ノアル方ヲ下向ニシテ)一方ノ脚ノ痕ト物指ノ或ル線トガ一致スル様ニシテ他ノ脚ノ痕ガ物指ノドノ

目盛ノ間ニアルカヲ注意シテ目盛ノ端數ヲ目測スルト $\frac{1}{10}mm$ 位マデ測ルコトガ出來ル。

(特別ナネヂマイクロメーターノ附イテキル顯微鏡ヲニツ使ツテ標準物指ト比レバ $\frac{1}{1000}mm$ 位マデ測ルコトハ大シテ難クハナイガ今ハソコマテ立入ラナイ)。

ABCノ邊ノ長サハ三ツトモ別々ニ測ツテ記帳シテ置クソレノ平均ヲ前ノ式ニ入レル。

d ヲ測ルニハ先ヅ厚イ平面ガラスヲ實驗机ノ面カラ $10cm$ 位高ク平ニ置イテ、ソノ上ニ器械ヲ置イテDトDノ像トガ接シテ見エルマデ上ノツマミヲ廻ハス。所ガDハイクラカノ太サヲ持ツテキルカラDト面トノ間ガアル程度以下ニ近ヅクトソレガ離レテキルコトが見エナクナルノデ困マル。Dヲ面ニ觸レサセルタメニハDトソレノ像トノ間ノスキガ見エナクナツタ後更ニ極僅Dヲ下ゲナケレバナラス。此時モシDガ下リ過ギレバA, B, C脚ノドレカヲ輕ク横ニ押シテミルト器械ガDヲ軸トシテ廻ハラウトスル。シカシソレガ明瞭ニナルノハアル程度以上下リ過ギタ時デナケレバナラスカラ其間ノ見分ケハ困難デアル。

此實驗ハ眼ノ判断ト指先ノ微妙ナ感シノ練習ノタメニヨイ材料ヲ供給スルモノデアアル。用キル平面ガラスハ鏡ニスルタメニ特ニ平面ニ磨イタモノデナケレバ間ニ合ハヌ。ガラスノ面ガ充分平デアルコトヲ肉眼デタメスニハ遠方ノマ直ナ物體例ヘバ屋根ノ線等ノ反射像(表面カラノ)ヲ反射角ガナルベク大キクナル様ナ方向カラ見テユガンテ見エナイコトヲ確メナケレバナラス。面ニ曲ガツ

★所ガアルト眼ヲ動かシテ反射像ノ位置方面ノ上テ種々ナ位置ニ移ル様ニシテ見ル間ニ曲線ニナツテ見エルノアワカル。ソレ丈ケノ吟味テ面ガ平面デアアルコトノ證明ハ不充分デアアルガソレテ見出サレル様ナ缺點ノアルモノハ使ハヌ様ニセネバナラス。

ガラス板ヲ机ノ面ヨリ高ク置クノハ視線ガガラス面ニ對シテ殆ンドスレスレニナル位ニシタイタメデアアル。眼ガ上ノ方ニアル時ハ反射光線ハ強サガ足ラヌノデ見ニクイ。眼ヲ出來ルダケガラスノ平面ニ近ク置イテ、白イ無地ノモノヲ背景ニ置クトDノ像ガ明瞭ニ見エルノデDト像トノ間ノ極僅ノスキ間ヲモ認メルコトガ出來ル。蟲メガネヲ用キテ見レバヨクワカル。

充分注意シテ讀取ヲシタナラ、ソレヲ記帳シテカラガラス面ノ他ノ位置デ同様ノコトヲクリカヘス。

讀取ヲスル時ニハ前ノ値ニ無關係ニ虚心平氣トナツテ充分念ヲ入レテ讀ンダ値ハスベテ同等ノ價値ヲ有スルモノトシテ取扱ハネバナラズ。先入主トナツテ一度讀ンダ値トチガフモノヲ嫌フヤウナコトヲセヌ様ニシナケレバナラス。五回位クリカヘシテ記帳シテソレノ平均ヲ取レ。

次ニ與ヘラレタ球面々上デ同様ノコトヲ行ツテ記帳セヨ。凸面ノ方ハDノ下ノスキマヲ認メ易イガ凹面デハ平面ヨリ見ニクイ。

讀取ノ方法ハネヂマイクロメーターノ例ニヨレバヨイ。即チネヂノ一回轉ノ端數ハ圓盤ノ周ノ目盛ニヨリ、

一回轉ノ倍數ハ縦ノ尺度ニヨル。ネヂノ歩ミガ1mmデ圓盤ガ百等分シテアル場合ハネヂマイクロメーターノ時ト全ク同様デアアル。ネヂノ歩ミガ $\frac{1}{2}$ mmデ圓盤ノ周ガ500等分シテアルナラ圓盤ノ一目ダケ廻ハルコトハDガ $\frac{1}{1000}$ mmダケ上下スルコトニ相當スル。此場合ニハ縦ノ物指ハ $\frac{1}{2}$ mmマデ分ケテアル。

第4圖ノ例デハ圓盤ノ上面ハ縦ノ物指ノ5.0ト5.5トノ間ニアリ又縦ノ物指ノ面ハ圓盤ノ250ト251トノ間ニアル、シカモ251ノ方ニ近イトスル。此時ハ

$$5.0 + 0.251 \quad \text{即チ} \quad 5.251 \text{ mm ト讀ムベキデアアル}$$

若シ圓盤面ガ縦ノ物指ノ12.5ト13.0トノ間ニアツテ、縦ノ物指ノ面ノ所ノ圓盤ノ目盛ガ183デアツタナラ

$$12.5 + 0.183 \quad \text{即チ} \quad 12.683 \text{ mm ト讀ムベキデアアル。}$$

平面ニ乗セタ時ノ縦ノ物指ノ目盛ヲ0トシテ置クト上ト下トデ符號ガチガフタメニ混雜ヲ來スコトガアルカラソコヲ10ト讀ミソレヨリ10mm下ノ所ヲ0ト讀ムコトニセヨ。

球面上ノ種々ナ場所ノ讀ミノ平均ト平面上ノ平均トノ差ヲ求メテソレヲ前ノ式ノdニ入レレバソノ球面ノ半径ガ得ラレル。但シ長サノ單位ハ皆同ジモノニ直シテ計算シナケレバナラス。

R, l, dノ誤差ノ割合ノ關係ヲ考ヘヨ。

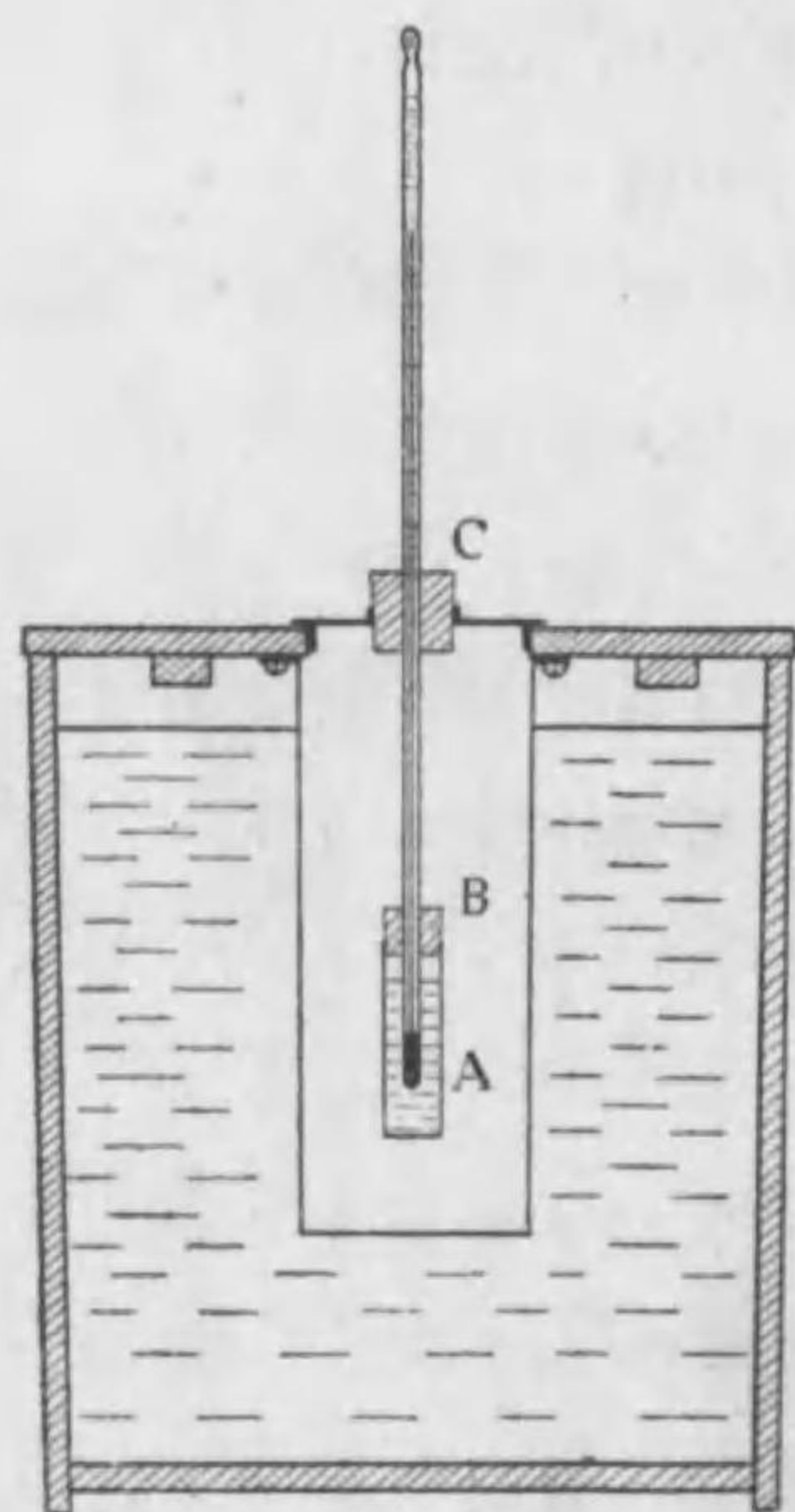
圓盤ノ周邊ガ損ジテ著シク屈曲シテキル様ナ器械デ

ハ縦ノ目盛ハ用キナイデ廻ハス毎ニ回轉數ヲ數ヘテ何回轉ト幾目盛(圓盤ノ)トイフコトカラ d ヲ求メナケレバナラス。

[5] 冷却ニヨリ比熱

外界ノ溫度ヲ一定ニ保ツタメ蓋ノアル大キナ桶ニ水

第 5 圖



ヲ充シテ置ク。第 5 圖ノ外側ハソレヲアラハス。蓋ノ中央ニ孔ヲ設ケテソレノ下面ニ銅製圓筒ヲ取附ケテ置ク。圓筒ニハ底ガアリソノ内面ハ煤煙ヲツケテ黒クシテ置ク。

A ハ銅製小圓筒。B ハソレニ適スルコルク。C ハ蓋ノ孔ニ適スルコルク。B, C ニハ寒暖計ニ適スル孔ヲアケ。B ハ寒暖計ノ球ガ A ノ中ノ液ノ中央ニ位スル様ニ

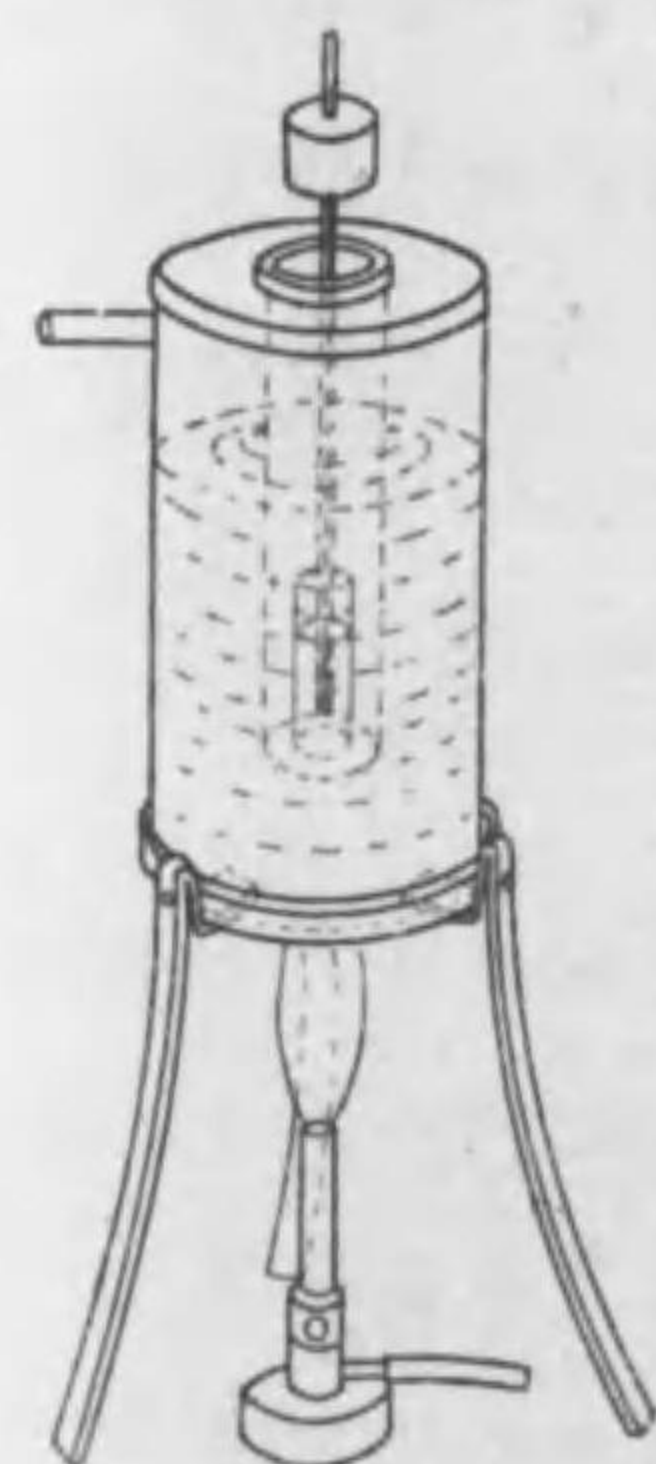
位置ヲ定メ。C ハ A ガ圓筒ノ中央ヨリ下ニ位スル様ニ定メル。此時コルク B, C ノ上面ハ寒暖計ノドノ目盛ノ所ニ當ルカヲ帳面ニ記入シテ置ケ。

以上ノ用意ガ終ツタナラ A ノ質量ヲ測ル(乾イタ布デヨク拭ツテ内外面ニ物が附着シテキナイコトヲ確メテカラ)調劑天秤デ 0.1 瓦マデ秤レバヨシ。

次ニ蒸溜水ヲ入レテ(ナルベク多ク、但シ後ニ熱シタ時ニ溢レヌ位ニ)ソレノ質量ヲ測ル。

次ニ B ノ栓ヲハメテカラ(寒暖計ヤ C ヲ附ケタママ)第

第 6 圖



6 圖ノ様ナ装置ニ入レテ熱スル。銅製圓筒ノ中ニ細イ銅圓筒ガアリ、ソノ中間ニ水ヲ入レテ直接ニ水ニ觸レナイ様ニシテ熱スル。寒暖計ガ 80° マデ上ツタナラバ取出シテ前記ノ定溫槽ノ中ニ納メテ冷却時間ノ測定ヲ始メル。A ヲ熱スル間ニ記録用紙ヲ作レ。帳面ノ頁ノ左ノ端ニ上カラ順々ニ $76^\circ, 74^\circ, \dots, 48^\circ, 46^\circ$ トイフ様ニ 1° オキノ溫度ヲ記シテ置ク。

観測法ハ次ノ様ニスル。

観測者ノ眼ハイツモ水銀ノ頂上ト同高ノ所ニ置ク。水銀ノ頂ガ豫定ノ溫度ノ線ヲ通過スル瞬間ニ鋭イ合圖ヲスル(但シ少シ前ニ豫告ヲ與ヘヨ)。

記録者ハ豫告ニヨリ時計ノ秒針ニ注意シ始メテ合圖ヲ受ケタ時刻ヲ帳面ノ溫度ヲ記シタ行ノ右ニ記入スル。先ヅ秒ノ數字ヲ記シ次ニ分ノ數字ヲ記セ。

キャウニ次々ノ豫定ノ温度毎ニ合圖ト記録ヲクリカヘシテ行ク。時計ノ分針ノ位置ヲ正シテ置ケバ(秒針ガ60°ヲ指ス時長針ハ丁度分ヲアラハス線ノ所ヲ指ス様ニ直スコト)記録ヲスルノニマゴツク恐レハナイ。豫告ヲ受ケタ後ダケ注意シテキレバヨイノデアアルカラ勞レルコトハナイ。時計ノ針ガ指スママノ時刻ヲ記セバヨイノデアアルカラ間違ノ起ル恐レハ殆ンドナイ。冷却ニ要シタ時間ノ計算ハ觀測ガ全部終ツテカラヤレバヨイ。

豫定ノ最低温度例ヘバ 46°マデ觀測記録ヲ終ツタナラ Aヲ取出シテ水ヲ捨テ、中ヲヨク拭ツタ後比熱ヲ測ルベキ液ヲ入レテ前ト同様ノコトヲ行ヘ。

比熱ノ計算ハ次ノ公式ニヨル

$$S = \frac{T}{T_0} \frac{M_0 + w}{M} - \frac{w}{M}$$

冷却ニ關スル Newtonノ法則ニ曰ク空氣中ニアル物體ガ熱ヲ失フ速サハ周圍トノ温度ノ差ニ比例スルト。但シ物體ノ表面ノ性質ニヨツテ割合ガ違フカラ此實驗デハ二ツノモノヲ比ベルノニ同ジ器ヲ用キルノデアル。

從テ Aガ₁カラ₂マデ冷却スルニ要スル時間ハソレノ熱容量ニ比例スルコトニナル。

蒸溜水ヲ入レタ時ノ Aノ熱容量ヲ K_0 。冷却時間ヲ T_0 。次ニ測ルベキ液體ヲ入レタ時ノモノヲ K, T トスレバ上ノ關係カラ

$$\frac{T}{T_0} = \frac{K}{K_0}$$

用キタ液體ノ質量 M 瓦, 蒸溜水ノ質量 M_0 瓦, Aノ器及ビ寒暖計ノ水當量ガ w 瓦ナル時ハ(求ムル比熱 S)

$$K = SM + w$$

$$K_0 = M_0 + w$$

之デ上ノ式ヲカキ直セバ前ノ公式ニナル。

アル物ノ水當量トイフノハソレノ熱容量ガ水ノ幾瓦ニ相當スルカラアラハシタモノデアル。

Aノ器ノ質量 m 瓦, 寒暖計ノ液中ニアル部分ノ體積 v c.c. ナル時ハ $w = 0.093m + 0.45v$

0.093ハ銅ノ比熱(温度 100°ノ時), 0.45ハガラス 1c.c.ノ熱容量(水銀 1c.c.ノ熱容量モ大抵同ジ値デアアルカラ)ノ所ニハガラスト水銀トヲ合ハセタ立積ヲ入レレバヨイコトニナル。

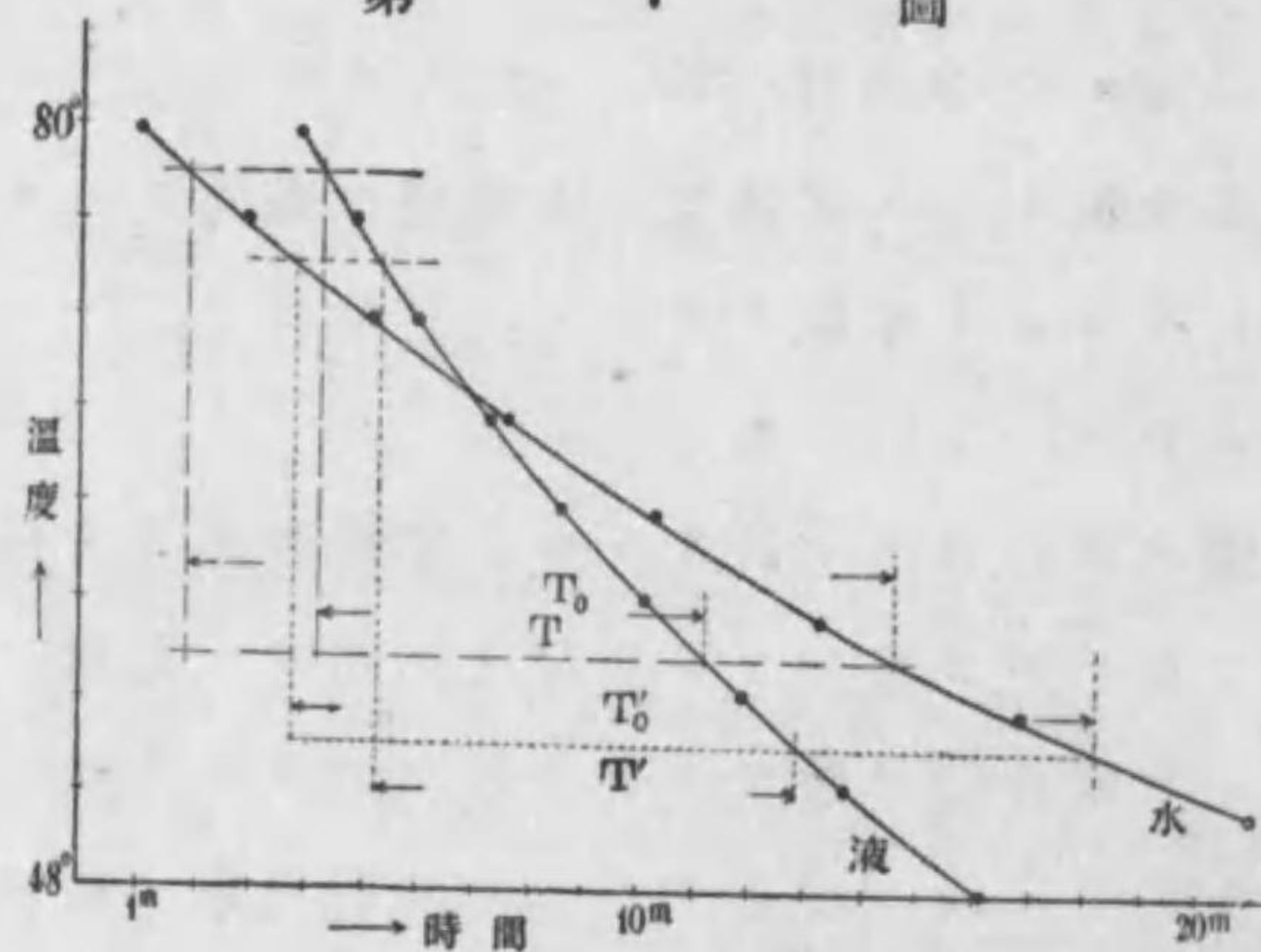
シテ測ルニハ Bヲハメタママノ寒暖計ヲ Aノ外側ニナラベテ見テ液ガ熱セラレタ時上ル高サニ相當スルト見做サレル所ニ印ヲ附ケテカラ Bヲズラセテ上ノ方ニ移シテ 1c.c.ノ $\frac{1}{10}$ マデ目盛ヲシテアル圓筒形ノ量器(刻度圓筒ト稱ヘル)ニ水ヲ入レテソノ水面ニ相當スル目盛ヲ讀ンデ記帳シ次ニソノ中ニ寒暖計ヲ挿入レテ前ニ印ヲ附ケタ所ガ丁度水面ニナル様ニ支ヘテ置イテソノ水面ニ相當スル圓筒ノ目盛ヲ讀ンデ記帳スル。ソノ二ツノ讀ミノ差ハ即チ求ムル所ノ v ニナル。尤モ v ハ $\frac{1}{10}$ c.c.マデ測レバヨイノデアアルカラソノ測定ハ難カシイコト

ハナイ。寒暖計ノ太サト長サカラ計算シテモ出ルノデアルガ直接ニ立積ヲ測ル方法ノ方ガ速ク出來ル。

$\frac{T}{T_0}$ ヲ計算スルニハ記録カラ直接ニ水ト液ニ於テもナルニツノ温度ニ相當スル時刻ノ差ヲ求メテソレノ比ヲ作ツテモヨイガ時刻ト温度トノ關係ヲアラハス圖即チ冷却曲線カラ求メル方法ヲ次ニ記ス。

縦ニ温度ヲ取り横ニ時刻ヲアラハシ觀測値ニ相當スル點ノ印ヲツケテ多數ノ點ニナルベク近ク通ル様ナ滑

第 7 圖



カナ曲線ヲ畫ク。カヤウニスルコトハ觀測ノ誤ナドカラ起ル不規則サヲ整理スル手段トシテ便利ナ方法デア。カヤウニシテ畫イタ圖カラ出ストイフコトハツマリ觀測ノ結果ヲ圖ノ上デ平均シテ計算スルコトニナルノデア。ル。

記録カラ直接ニ出ス場合ニハ丁度記録ニ存シテキル温度ノ間ニツイテノモノシカ得ラレナイ。シカモソノ温度ノ時刻ヲ讀ミ誤ツテキタトスレバソノ結果ハ誤ツタモノニナル。然ルニ圖カラ出ス場合ニハ誤ノアツタ點ハ圖ノ上デハ不規則ニナラフコトニナルカラスグ眼ニツク。之ハ圖ヲ使フコトノ都合ノヨイ點ノ一ツデア。ル。

圖ニヨル計算法ハ第7圖ノ中ニアラハサレテキル通り横軸ニ平行ナ二本ノ線ヲ引イテ兩方ノ曲線ガソノ一本ニヨツテ切ラレタ點カラモーツノ線ニ對シテ垂線ヲ立テテソノ足カラソレゾレノ曲線マデノ長サノ比ヲ作レバ求ムル比ニナルノデア。ル。

種々ナ温度ノ間デ計算シテ見ヨ。

公式ノ第二項ハ別ニ小數ニ直シテ置イテ第一項ヲ計算シタモノカラ引ケバヨシ。

〔6〕寒暖計ノ定點ノ誤差

氷點ノ誤差ノ測定

乾イタ氷ノ温度ハ不定ノモノデア。ルカラ寒暖計ノ零點ヲ試スタメニハ融ケツツアル氷ヲ用キナケレバナラス。ソレニハイクラカノ蒸溜水ヲ注ギ濡レタ有様ニ保テバヨシ。ガラスノ漏斗ニ氷ヲ細カク削ツタモノヲ堅

クツメテソノ中央ニ寒暖計ノ入ル位ノ孔ヲアケテ、ソコニ寒暖計ノ球ヲ挿入レ、0°ノ目盛ノ所マデ水ヲ盛上ゲル。球ガ漏斗ノ中程ニアル様ニセヨ。蒸溜水ヲフリカケテ水ノ間ノ空氣ヲ水デ置換ヘル様ニスル。漏斗ノ下端ニハ短イゴム管ヲハメテピンチコツクデ閉ヂテ置ク。但シ球ノ近邊ニ水ガ溜マラナイ様ニ氣ヲ附ケテ時々排水セヨ。水ノ中ノ隙間ヲ水デ充スノハ水カラ蒸發スルコトニヨリ溫度ガ下ルコトヲ防グタメデアル。

10分位經テカラ示度ヲ讀ミ記帳シ又1分經テ讀ミソレガ不變デアツタナラ更ニ1分經テクリカヘシテ不變ナコトヲ確メタナラソノ時刻ト溫度トヲ記帳セヨ。(此時刻ハ此場合ノ計算ニハ關係ナイモノデアルガ現象ニ對スル時刻ノ記録ノ習慣ヲツケルタメ)。

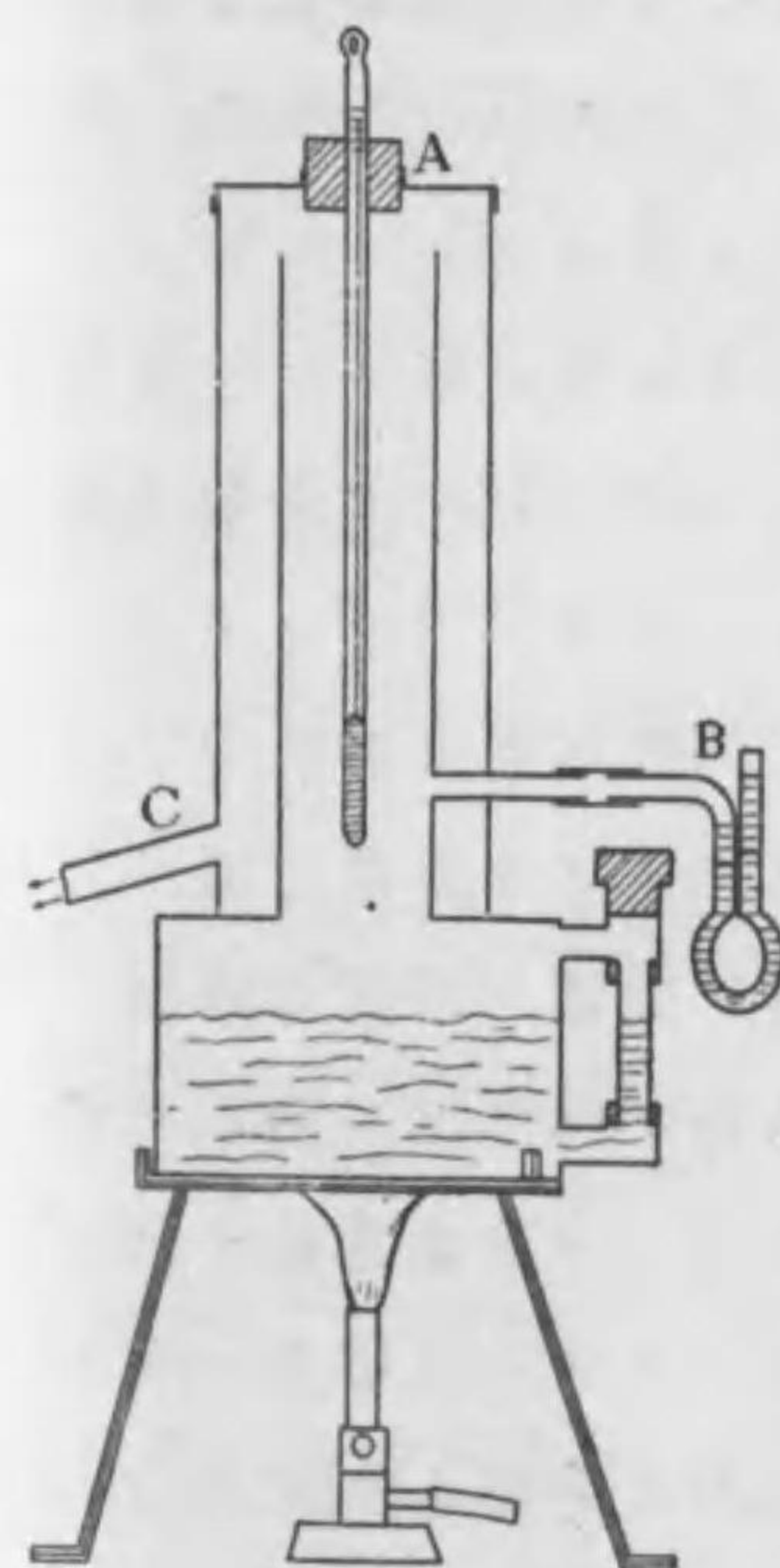
示度ヲ讀ムニハ蟲メガネヲ用キテ目盛ノ $\frac{1}{10}$ マデ測レ。假ニソノ讀ミガ 0.26 デアツタナラ氷點ニ對スル補正(正シキ値ヲ得ルタメニ示度ニ加フベキ値)ハ -0.26 デアル。

沸騰點ノ誤差ノ測定

沸騰點試験器ハ第8圖ノ様ニ上部ハ二重ニナツテキル。寒暖計ノ 100° ノ目盛ハAノコルクノ僅上ニアル様ニセヨ。Bナル^{Manometer}壓力計ニハ水ヲ入レテ置ク。(ガラス管デ作り後ロニ物指ヲハリ附ケテ置ク)此モノノ管ノ先ハ二重ノ内部ノ方ニツナガツテキル、ソノウナガル所ガ寒暖計ノ球ノ高サニアルノガ理想的デアル。

瓦斯ヲ加減シテCノ口カラ蒸氣ガアマリ多クナク充

第 8 圖



分ニ出ル位ニセヨ。火ヲツケル前ニ側方ニアル水位管ニ氣ヲ附ケテ中ノ水ガ適度ニアルコトヲ確メヨ。

水ガ温マリツツアル間ニBarometer 氣壓計ヲ讀ム練習ヲセヨ。

蒸氣ガ出ル様ニナツテカラ示度ニ注目シテソレガ殆ンド不變ニナツタナラ氣壓計ヲ讀ミ、Bヲ讀ミ、示度ヲ讀メ。(Bノ讀ミ方ハ物指ニ對シテ兩方ノ水面ノ差ヲ讀ミ、後ニ火ヲ遠ケタ時又讀ンデ、ソノ二ツノ場合ノ差ヲ取レバヨシ)。1分後ニ又示度ヲ

讀ミ、Bヲ讀ミ、氣壓計ヲ讀メ。火ヲ消シテBノ零點ヲ讀ム。

再ビ氷點ノ測定ヲ行ヘ。此時ノ讀ミハ前ノヨリ低イカモ知レス。前ニ對スル下リ高ヲ寒暖計ノ氷點降下ト稱ヘル。極良イ寒暖計デモ 0.02 位ノ降下ハ免レナイ。Bニヨツテ得ラレタ器ノ内外ノ壓力ノ差ヲ(水柱ノ高サデアラハサレタモノヲ 13.6 デ割ツテ水銀柱ノ高サニ直

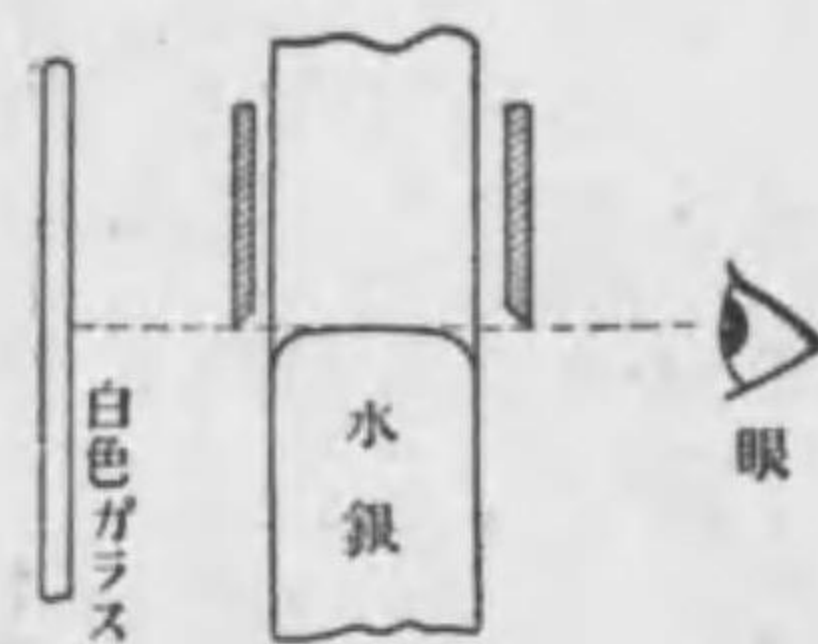
シテ)氣壓計ノ高サニ加ヘタモノハ器中ノ壓力ヲアラハス。ソノ氣壓ニ相當スル沸騰點ハ常數表カラ求メヨ。ソレカラ寒暖計ノ示度ヲ引イタモノガ沸騰點ニ對スル補正デアル。

氣壓計 (Barometer) ノ讀ミ方

先ヅ器械ガ垂直ニナツテキルコトヲ確メヨ。ソレニハ下端ヲ三方カラ支ヘテキルネヂフーツツ順ニ弛メテ見テ器械ガソノドレノ方ニモ片寄ラウトシナケレバ正シイノデアル。ソノ正シイ位置ニ固定シテ

次ニ最下端ノネヂヲ廻シツツ下ノ水銀溜ノ面ニ注目シテ下向キニ取附ケテアル針ノ先端ガ丁度水銀面ニ接スル様ニスル。水銀面ガ上リ過ルトソコガ凹ンデ見エル。低過レバ間ガ離レテ見エル。ソレヲ見易クスルタメ背景トシテ白ガラスガ取附テアル。(置場所ニヨツテハ空カラノ光ガ反射スル様ナ斜ナ方向カラ見ル方が見易イコトモアル)。此針ノ先端ハ水銀柱ノ高サヲ測ル物

第 9 圖 指ノ起點ニナツテキル。



指ノ起點ニナツテキル。次ニ管ノ上ノ方ニアル vernier

ヲ動カシテ(管ノ右側ニアルツマミヲ廻セバ動ク)ソレノ下端ノ前方ノ端ト後方ノ端トガ一直線上ニアル様ニ見通シタ時ソノ線ガ

最高點ハ隠レテ見エズ、高過レバ最高點ト vernier ノ下端トノ間ニ背景ノ白ガラスが見エル。(ソノ關係ヲ横カラ断面的ニ見レバ第 9 圖ノヤウニナル)。vernier デハ mm ノ $\frac{1}{10}$ 又ハ $\frac{1}{20}$ マデ讀ムコトガ出來ル。

次ニ管ノ前面ニ取附ケテアル寒暖計ヲ讀メ。

氣壓計ノ讀ミニ對シテハ種々ナ補正ガ要ル。氣壓ヲ水銀柱ノ高サデアラハス場合ニハ 0° ノ水銀ヲ用キテ重力ガ標準ノ値ノ時デナケレバナラヌ。

先ヅ 0° ニ直スニハ同時ニ物指ノ膨脹シテキルコトニ對スル補正モシナケレバナラヌカラ

$$\left. \begin{array}{l} \text{眞鍮物指ノ膨脹係數} \dots\dots\dots 0.000019 \\ \text{水銀ノ體膨脹係數} \dots\dots\dots 0.000182 \end{array} \right\} \text{差} \quad 0.000163$$

故ニ加フベキ補正ハ $-B \times 0.000163 \times t$

B ハ氣壓計ノ讀ミ, t ハ溫度

(ガラスノ物指デ測ラレル器械デハソレニ相應サセル)。

上ノ補正ハ度々必要ガアルカラ B ト t ノ種々ナ値ニ對シテ計算シタ表モ出來テキル。ソノ表カラ實際ニ測ツタ讀ミト溫度ニ相當スルモノヲ作ルニハ二重挿入法ヲ行ヘバヨイ。例ヘバ $B_t = 758.4\text{mm}$ $t = 17.3$ ナラ 表ニ與ヘラレテキルモノハ次ノ數デアル,ソレカラ

t \ B	750	760mm	758.4	
17°	2.08	2.10	2.10	} 差 故 = 17.3 = 對シテハ
18°	2.20	2.23	2.23	
			.13	2.10 + .04 = 2.14

(先ヅ第四列ノモノヲ出シ、次ニ最後ノモノヲ出ス)。

$$B_0 = 758.4 - 2.14 = 756.3 \quad \left(\frac{1}{10} \text{ mm ノ場合}\right)$$

標準重力トハ緯度 45° ノ海面上ノ値デアル。種々ナ緯度ニ對スル補正ト海面上ノ種々ナ高サニ對スル補正ハ何レモ常數表ニアリ。(卷末ヲ見ヨ)。

(附 録)

寒暖計ニ對スル補正ハ定點ニ對スルモノノ外ニ管ノ太サノ一樣ナラザルタメノモノガアル。ソレヲ求メルニハ水銀ノ何度分カヲ球カラ離レテ動かセル様ニシテソレヲ種々ナ部分ニ移動サセテソコヲ占メル長サヲ測ツテソレカラ種々ナ部分ノ太サノ比ヲ求メテ種々ナ部分ニ於ケル 1°ノ正シイ長サヲ出シ、ソレト實際ノ目盛トノ差ヲ求メレバ得ラレルデアアル。ソノ仕事ハ多クノ時間ヲ要スルカラココニハ省ク。

目盛毎ニ對スル補正ノ知レテキル標準寒暖計ガアレバ他ノ寒暖計ノ目盛ヲソレト比ベレバ(溫度ヲ種々ニ變ヘテシカモ長イ間一定ニ保ツコトノ出來ル仕掛——之ハ恒溫槽ト名ケラレタモノデアアル)ガ電流ノ熱ヲ利用シテ適當ナ調節器ヲ用キレバ $\frac{1}{100}^\circ$ 位マテ一定ニ保ツコトハ困難デハナイ——ノ中ニ比較スベキモノヲ一處ニ入レテ置イテ)ソレノ補正ヲ間接ニ求メルコトガ出來ル。ソノ仕事ハアマリニ器械的デアアルカラコゝニハ省ク。

[7] 濕 度 ノ 測 定

乾濕球濕度計

同形ノ寒暖計ヲ二本并ベテ支ヘル。一方ノ球ハ水ノ滲ミ易イ薄イ紙デ一重ダケ包ンデ、ソノ紙ノ他ノ端ハ水

ヲ充シタ小サイ器ノ中ニ浸シテ置ク(ソノ器ニハガラスノ蓋ヲシテソノ水面カラノ蒸發ニヨツテ球ノ近所ノ濕度ニ影響ヲ及ボスコトノナイ様ニセネバナラズ)。

空氣ガ水蒸氣デ飽和サレテキナイ限濕球ノ方ハ蒸發ノタメニ溫度ガ低クナツテキル。

氣溫(即チ乾球ノ方ノ示度) t

濕球ノ方ノ示度 t'

トスレバ t ニ對スル水蒸氣ノ最大壓力 f_i

$$t' \dots \dots \dots f_i'$$

カラ現在空氣中ニ含マレテキル水蒸氣ノ壓力 f ハ次ノ式デ與ヘラレル(氣壓計ノ高サヲ Bmm トスレバ)

$$t' > 0 \text{ ノ時 } f = f_i' - 0.00080(t - t')B$$

$$t' < 0 \text{ ノ時 } f = f_i' - 0.00069(t - t')B$$

從テ

$$\text{濕度 } h = \frac{f}{f_i} \times 100$$

(注意)上ノ公式ハ空氣ガ $2 \frac{m}{sec}$ 以上ノ速サデ動イテキル場合ニ成立ツモノデアアル。

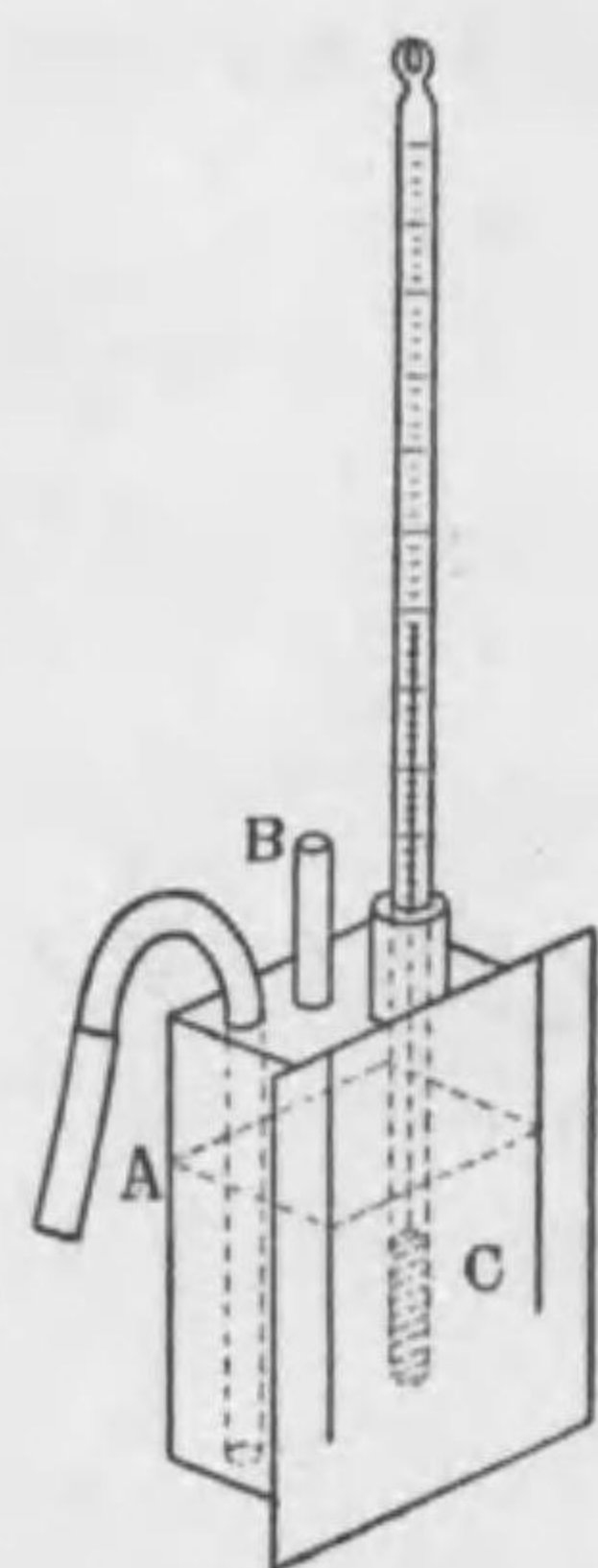
一定ノ速サノ氣流ヲ作ルタメニ特ニ吸氣裝置ノ附屬シテキル器械ガアル。

上ノ計算ノ手數ヲ省クタメニ t, t' ノ種々ナ値ニ對スル h ヲ表ニアラハシタモノガアル。但シ $B=760$ トシテ計算サレタノデアアルカラ B ガ違フ場合ニハソレニ對スル補正ガ要ル(表ハ卷末ニアリ)。

露點濕度計

器ニエーテルヲ入レテ、ソノ中ニ空氣ヲ吹込シテ蒸發

第10圖



ヲ促ガスト器ノ溫度ガ低クナル。ソレガ露點ニ達スレバソコニ露ガ出來ル。

露ノ出來タコトヲ見易クスルタメニ器ノ表面ヲ光ラセテ置ク。面ガヨク光ツテキナイト露ノ出來タコトが見ニクイ。此器械デハ面ノ光澤ガ生命デアル。布等デ拭ヒタテノ面ニハ露ガ出來難イ。面ニサハラヌヤウニ注意セヨ。

器ニ半分位エーテルヲ入レ。器械ヲ机ノ上ノ適當ナ高サニ支ヘ、寒暖計ハ $\frac{1^\circ}{5}$ 或ハ $\frac{1^\circ}{10}$ ニ目盛シタモノヲ(50マデノデヨシ)球ガナルベク底ニ近クナル様ニ支ヘ。Aノ先ニハゴム管デ手フキゴヲツナグ(皮張ノ工場用手フキゴノ小型ノモノガヨイ)Bハ空氣ノ出ル口。Cノ面ハ光ラシタ面(左右ノ太イ線ノ所ハ狭ク切離シテ置ク。此面ハ純銀板デ作ツテ置クト光ラセルノニ便利デアル)。

寒暖計ニ注目シツツフキゴヲ働カセルト面ニ曇ガアラハレルヤウニナル。ソノ溫度ヲ記シテ置イテ曇ノナクナルノヲ待ツ。ソノ時ノ溫度ヲ記ス。ソノ二ツノ溫

度ノ間ニハ大キナ開キガアル。前ノハ低スギ後ノハ高過ル。ソノクモリが見エナクナツタ後スグニ極僅ダケフキゴヲ押シテ溫度ノ下リ方ガ極遅イ様ニシテキルト又クモリガアラハレル。ソノ時ノ溫度ヲ讀ム。フキゴヲヤメタママ待ツトチキニクモリガ消エル。ソノ時ノ溫度ヲ讀ム。更ニ注意シテ同様ノコトヲクリカヘスト前ヨリ高イ溫度デクモリが見附ケラレルヤウニナリ、又前ヨリ低イ時ニ消エタコトニ氣付ク様ニナル。二ツノ溫度ノ間ガカナリ小サクナリ從テ短イ時間ノ間ニクモリガ出來タリ消エタリスル様ニナツタ時ハ測定ノ要領ガワカツタノデアル。ソノ觀測ヲ二三回クリカヘシテソノ平均ノ平均ヲ取ツテソレヲ求ムル露點トスル。

露點カラ溫度ヲ求メルニハ常數表ニヨリ露點ニ對スル水蒸氣ノ最大壓力 f_a ヲ求メソノ時ノ氣溫ニ對スル同ジモノ f_s ヲ求メレバ(表ハ卷末ニアリ)

$$h = \frac{f_a}{f_s} \times 100$$

上ノ方法ヲ行フ時ニフキゴヲ押シ過ギルト溫度ガ低クナリ過ギテ露ガ多量ニ出來ルノデ消エルニ時間ガカカル。又露ガ消エタ後溫度ガ高クナツテカラフキゴヲ押シ始メルト露點マデ下ゲルノニムダナ時間トムダナエーテルガ費エルコトニナル。結局要領ガワルイト時間ト物トヲムダニ費ヤスコトニナルカラ注意セヨ。

露トイフ字ニ拘泥シテ大粒ノ水滴ガ出來ルノヲ待ツ

コトヲ見受ケルコトガアルガ。光ツテキル面ニ少シデモクモリガ見えタ時ハソコニ水滴ガ出来タノデアアル。露點ヨリ低クナル程露ハタクサン出来ルノデ大粒ニモナルノデアアル。消エル時ニハ少シデモ残ツテキル間ハマダ露點ヨリ低イノデアアル。

空氣ガ飽和以上ニ水蒸氣ヲ含ンデキテモ水蒸氣ガ集マル中心ノ核ニナルモノガナイ時ハ露ガ出来ナイコトガアル。空中ニ長クサラサレテキタ金屬面ナドデハソノ心配ハナイ。

[8] クント(Kundt)ノ實驗

此實驗ハ種々ナ氣體ノ中ニ音ノ傳ハル速サヲ測ルタメニモ用キラレル又空氣中ノ音ノ速サヲ既知トスレバ棒ノ彈性率 Young's modulus ノ測定ニモ應用サレル。

太イガラス管(肉ノナルベク厚イ方ガヨイ)ト長イ金屬棒ヲ用キル。ガラス管ノ内面ハコルクノ細カイ粉ガ附着シナイ位ニ乾カシテ置カネバナラヌ。(ソレニハ乾イタ布ヲ長イ竹棒ノ先ニ結ビ附ケタモノヲ數回往復サセレバ足ル)。管ノ一端ニハ堅クコルク栓ヲ固定シテ置ク。ソノコルクノ内面ハ管ニ直角ニナル様ニセヨ。

管ノ中ニハコルクノ細カイ粉ヲ乾カシタモノヲ極僅ダケ入レテ置ク。(管ノ全長ニ對シテナルベク一様ニ配

布サレル様ニスル。

金屬棒ノ長サヲ測ツテソレノ中心ニ鉛筆デ印ヲ附ケテ圖ノ中ノCノ下ノ所ニ示シタ形ノ木片(幅 1cm 位)ヲ用

第 11 圖



キテソノ中心ノ所ヲ挟ンデ机ニ取附ケタ萬力デ適當ナ強サニシメル。シメ方ガアマリ堅過ルト棒ガ振動シニククナル。

棒ヲ振動サセルタメニハ松脂ノ粉ヲ少シツケタ布ヲ用キテ棒ヲハサンデ外ノ端ノ方ニ向ツテ引張ル様ニコスレバヨイ。——ソノ要領ハ棒ニ縦振動ヲ起サセルタメニ棒ノ側面ニ沿フテ長サノ方向ニ働ク力ヲ impulsive ニ働カセルタメデアアルカラ、棒ニ充分ナル impulse ヲ與ヘ得タトイフ手筈ガシタラ、スグニ布ヲ握ム力ヲ弛メテ折角起シ得タル振動ヲ妨ゲナイヤウニセネバナラズ。端カラ BC ノ $\frac{1}{3}$ ナル D 點ヨリ少シ内ノ邊カラコスリ始メテ D ノ所デ力ヲ加ヘル様ニスルコトガ一番有効デアアル。

丁度中心ヲ支ヘタ時ニハカナリノ時間振動ガ繼續サレテキルガ、支ヘル點ガ僅 1mm 位一方ニ片寄ツテキテモ振動シニククナル。コスルコトヲヤメタ後スグニ振動

ガ止ム様ナ場合ニハ支ヘ方ヲ吟味シ直セ。

ヨク振動スルコトヲ確メタ後 A ノ端ニ薄イコルクニ丁度棒ノハマル位ノ孔ヲアケタモノヲハメル。(此コルクガ厚クテアマリ堅イト振動シニククナル、又弛イト棒ト一所ニ振動シナイカラ棒ノ振動ヲ空氣ニ傳ヘルコトガ出来ナイ)。此コルクノ大サハナルベク大キイ方ガヨイガ、ガラス管ノ中デ自由ニ動キ得ル位ノモノデナケレバ困マル。

AB ハ水平ニナル様ニ支ヘル。ガラス管ノ下ニ適當ナ高サノ臺(V字形ノ深イ溝ノアル木片ヲニツ用キルガヨシ)ヲカツテ、管ノ軸ガ AB ト一致スル様ニスル。

A ヲ管ノ中ニ入レテカラ棒ニ振動ヲ與ヘテソノ振動ガ續イテ井ル間ニガラス管ヲ長サノ方向ニ少シ動カシテ見ル。此際棒ガ盛ニ振動シテキル間ダケ管ヲ動かス様ニスルコトガ肝要デアル。AE ノ長サガ適當ニナルト管内ノ粉ガ振動シ始メル。ソコデ更ニ極僅ヅツ動カシテミルト粉ガ盛ニ振動スル様ニナル。粉ガ最も盛ニ動ク様ナ位置ヲ求メル。此位置ハカナリ際ドイモノデアルカラ管ノ動カシ方ガ粗スギルト、ソレヲ通り過ゴシテシマフ恐レガアル。

管ガヨク共鳴スル場合ニハ粉ハアル規則正シイ位置ニ集マル。ソレハ定常波ノ腹ノ所ニ相當スル。ソコデハ空氣ハアル瞬間ニハ第11圖ノ上ノ側ニ畫イタ矢ノ向

ニ動キ半週期後ニハ下ノ矢ノ向ニ動ク。ソノ間ノ N 印ノ所デハ空氣ハ動カナイデ壓力ノ變化ガ最大ニナル。

粉ガ最も多ク集マル點ノ間ノ距離ハ音波ノ波長ノ $\frac{1}{2}$ ニ相當スル。但シ A ニ最も近イモノハ稍對稱ヲ缺イテキルタメ max. ノ位置ヲ見定メ難イカラ、ソレノ次ノ max. ノ位置ト E ニ近イ max. ノ位置トノ間ノ距離ヲ測ル(出來ルナラ mm ノ $\frac{1}{10}$ マデ注意シテ)——mm ニ目盛シタ物指ヲ管ノ下ニ置イテ、ソレノ長イ目盛線ノ一ツヲ一方ノ max. ノ下ニ持來シテ他方ノ max. ノ位置ニ相當スル所ヲ物指ノ上デ讀ムガヨシ——ソレガ L cm デアルトスル。其間ニ粉ノ max. ノ位置ガ $n-1$ 個所アルトスレバ

$$\text{空氣中ノ音波ノ波長} \dots \lambda = 2 \frac{L}{n}$$

今音波ノ空氣中ノ速サ V 、棒ノ中ニ於ケル速サ v トスレバ

$$v = \sqrt{\frac{E}{d}} \quad \left\{ \begin{array}{l} E \text{ ハ棒ノ Young's modulus} \\ d \text{ ハ棒ノ密度} \end{array} \right.$$

此場合ノ音ノ振動數(一秒間ノ) N トスレバ空氣中ノ波長カラ

$$N = \frac{V}{\lambda}$$

棒ノ中ニ於ケル波ノ長サハ棒ノ長サノ 2 倍デアルカラ

$$N = \frac{v}{2l} \text{ 故ニ } N = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{E}{d}}$$

l ハ棒ノ長サ

$$\text{故} = E = \frac{V_i^2 n^2 t^2}{L^2} \cdot d$$

トナル。空氣中ノ音ノ速サハ溫度ニヨツテ變ハルモノ
デアル 0° ノ時ノ速サ V_0 (t° ノ時ノ速サ V_t)トスレバ

$$V_0 = 331 \frac{m}{sec} \quad V_t = V_0 \left(1 + \frac{t}{273}\right)^{\frac{1}{2}}$$

$$\text{故} = V_t = 33100 + 60 t \frac{cm}{sec}$$

E ノ方ガ既知ナラ V_t ヲ求メルコトガ出來ル。

空氣ノ溫度ヲ測ルタメニ管ノ傍ニ寒暖計ヲ置ケ。

空氣以外ノ氣體ニツイテ測定スル場合ニハ管内ヲソ
ノ氣體デ充シ得ル様ニ裝置ヲ少シ變ヘルヲ要ス。

[9] 音叉ノ振動數

極短イ時間ヲ測ルタメニ音叉ノ振動週期ト比較シテ
測ルコトガアル。ソレニハ前以テ音叉ノ週期ヲ知ラナ
ケレバナラス。音叉ノ一秒間ノ振動數ヲ數ヘルタメニ
振動ヲ紙ノ上ニ記録サセル。

直徑約 15cmノ圓筒ノ心棒ニ疎イネチガ刻ンデアツテ
取手ヲ廻ハセバ一方ニ進ム様ニシタモノガアル。

ソノ圓筒ノ上ニ白ツヤ紙トイフ紙ヲ固ク卷キ附ケテ
卷止リノ端ニ糊ヲ附ケテ張ル(圓筒ニハ糊ガ附カナイ様
ニセヨ)紙ノ面ニナルベク淡クススヲ附ケル。ソレニハ
圓筒ヲ廻シテドチラカー方ノ極端ニ來ラシメ中央ニ近

イ方ノ端ノ真下ニランプ(油煙止メヲ取去ツテ心ヲ餘分
ニ出シテ置ク。平心ノガヨイ、心ノ長イ方ガ圓筒ノ軸ニ
平行ニナル様ニ)ヲ置イテ火ヲ附ケテカラ、スグニ圓筒ヲ
靜カニ廻ハセバ他端マデ行く間ニ紙ノ全面ニ一様ニス
スヲ附ケルコトガ出來ル。(ススガアマリ厚ク附クト音
叉ノ振動ガ邪魔サレ且畫カレル線ガ太クナツテワルイ。
ススヲ附ケツツアル間ニ圓筒ノ動カシ方ガ一様デナイ
トススガ飛散ツテ困マルカラ氣ヲ附ケヨ)。

餘分ノススガ室内ニ散ラサレルコトヲ防グタメニ圓筒ノ上ト前
後左右ヲ圍ム所ノ箱ヲ作ツテ(前面ノ一部分ニハ中央以下ニ大キナ
窓ヲ設ケテランプヲ入レタリ。ススノ附キ工合ヲ見ルコトニ便ズ
ル)必要ニ應ジテ上カラカアセルコトニスルト風ノ吹ク場合ナドニ
ハ殊ニ都合ガヨイ。

極僅ノ綿ヲ指先ニツマンデ輕ク圓筒面ニ押附ケテ圓
筒面ガ上ノ方カラソノ方ニ向ク様ニ廻ハセバススヲ散
ラスコトナク取去ルコトガ出來ル。

音叉ノ先ニ附ケテアル輕イ指針ノ先ガ圓筒ノ最高點
ノ所デ紙面ニ極輕ク觸レル様ニセヨ。(針ノ先ハ紙面ニ
對シテ 30° 位ノ角ヲナス様ニセヨ)

針ノ振動ノ方向ガ圓筒ノ軸ニ平行ニナル様ニセヨ。
ソレガ傾イテキルト出來ル波ノ形ガ對稱的デナクナル。
上下ニ傾イテキル時ハ一方ニ動ク時ハ紙ヲ壓シ過ギ反
對ニ動ク時ハ紙面カラ離レテシマフ様ナコトモ起ル。

ソレヲ直スニハ上カラ見テ音叉ノ枝ガ圓筒ノ長サニ

直角ニナツテキ、シカモ音叉ノ先端ノ方向カラ見テ兩先端ヲ結ブ線ガ圓筒ノ軸ニ平行ニナル様ニスレバヨイ。

音叉ヲ長イ間續ケテ振動サセルタメニハ電磁石ヲ用キル。ソノ構造ハ呼鈴ノト同様デ、次ニ記ス様ナモノデアル。

電磁石ハ音叉ノ枝ノ間ニアリ。一方ノ枝ノ中程ニ外ムキニ短イ白金線ヲ固定シソレニ對シテ白金ノ小サイ玉ヲ附ケタバネガ電磁石ノ框ニ絶縁サレテ取附ケラレテキル。ソノバネノ位置ハネチテ極僅ヅツ調節サレ得ル様ニシテアル。電池カラ適當ナ抵抗線ヲ經テ導線ノ一端ハ音叉ノ元ガ固定シテアル柱ニツナギ。他ノ導線ハ電磁石ノ電線ノ一端ヲツナイテアルネチニツナグ。電磁石ノ電線ノ他ノ端ハ前ノバネニツナガル。電流ノタメニ電磁石ガハタラクト音叉ノ枝ハ内側ニ引カレル從テ白金線ノ先ハ白金玉カラ離レル。ソコテ磁石ガ止ムノテ枝ハ元ニ戻リ白金ハ再ビツナガリ從テ枝ハ又引カレル。ネチニヨツテバネノ位置ヲ適當ニ調節シテ置ケバ電流ノ斷續ガ音叉ノ振動ノ適當ナ時期ニ起リ適度ノ振幅ノ振動ガ繼續サレル。

電流ノ斷續スル部分ヲ吟味シテ充分一樣ニ振動シ得ルコトヲ確メテカラ實驗ヲ始メヨ。

音叉ノ振動ヲ記錄サセルト同ジ紙ノ上ニ時刻ヲ記錄サセナケレバナラナイ。ソレニハヤハリ電磁石ヲ用キテ一秒毎ニ動ク様ニシタ指針ノ先端ヲ音叉ノ針ノ横ニ並ベテ置ク。

此指針ヲ一秒毎ニ動カスニハ、ソレノ電磁石ノ輪道ノ途中ニ半週期ガ1秒デアル所ノ時計ノ振子ニヨツテ電流ヲ斷續スル(ソレガ中心ヲ通ル瞬間毎ニ)様ナ裝置ヲ入

レテ置ケバヨイ。

此裝置ノ位置ガ中心カラ右ニ片寄ツテキルトスレバ振子ガソコヲ通ツテ右ノ端ニ行ツテ又ソコニ戻ルマデノ時間ハ次ニ左ノ端ニ行ツテカラソコマデ戻ツテ來ル時間ヨリ小サイコトニナル。ソレ故時計ノ與ヘル毎回ノ信號ノ間ノ音叉ノ振動數ヲ數ヘルト一ツオキニ多クナリ少クナツテキルコトニナル。ナルベク中央ニ置カウトシテモ正シク中心ニ置クコトハ出來ニクイコトデアルカラ、實際ニハ二秒毎ノ數ヲ數ヘルコトニスレバソノ影響ヲ避ケルコトガ出來ル。

實驗中ニ兩指針ノ間ノ位置ノ關係ガ變ハルト結果ニ誤ガ出來ル。ソレ故途中デ兩指針ノ關係位置ガ變ハラナカツタコトヲ證明スルタメニ記錄ノ始メト終トニ兩指針ノ畫イタ線ノ(長サノ方向ニ對スル)關係位置ガ明瞭ニ顯ハレル様ニシナケレバナラナイ。(ソノタメニハ兩方ノ針ノ先ガドチラモ紙カラ外レテシマハナイ前ニ圓筒ヲ止メナケレバナラヌ)。

圓筒ヲ廻ハス向ハ指針ノ先端ノ向フ方向ニ紙ガ動ク様ニシナイト針ノ先ガ紙ニ引カカツテ損ズル恐レガアル。又紙ノ重ネ合ハセ方ニツイテモ圖ニ示シタ様ナ關係ニナツテキナイト針ガ紙ノ合ハセ目ニ引カカル。

實驗ノ始メニハイツモ圓筒ハ一方ノ極



端ノ位置ニ置キ。指針ハ圓筒ノ(中央ニ近イ)端ノ方ニ置ケ。

裝置ノ調整ガスベテ出來上ツタナラ靜ニ廻シ始メテナルベク一様ナ速サデ廻ハシ續ケヨ。(臺ガガタツクコトノナイ様ニ前以テ調ベテ置ケ)。廻ハス速サハ一秒ニ一回位デモヨイ。

充分役ニ立ツ記録ガ出來タナラ銳利ナ及物デ圓筒ノ軸ニ沿フテ紙ヲ切ル。(輕ク及物ヲ使ツテ丁度紙ダケガ切レル様ニセヨ。アマリ力ヲ入レルト圓筒ノ金屬ノ面ニ疵ガ附イテ圓筒ガ幾分カユガム様ニナルカラ注意シナケレバナラナイ。紙ノ兩端ノ所ヲ僅ヅツ殘シテ置カナイト紙ガ落ちテシマフ恐レガアル)。切ツタ所ヲ下ニ廻ハシテカラ殘ル端ヲ切放シテ平ナ板ヲ紙ト圓筒ノ間ニサシ入レテ徐カニ圓筒ヲ廻ハシテ板ノ上ニ紙ヲ受ケル様ニスレバススノ面ヲ損ジナイ様ニ扱フコトガ出來ル。

次ニ霧吹ヲ用キテニスノ淡イ液ヲ淡ク一様ニ行渡ラセテカラシバラク待テバサワツテモ剝ゲナイ様ニナル。

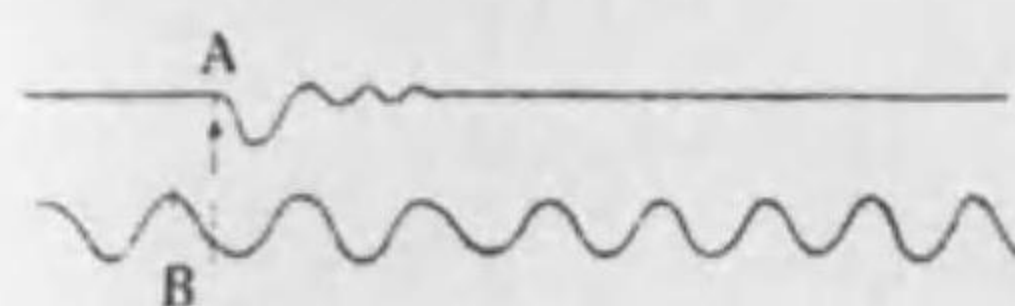
日附姓名其他ノ記事ヲ記録ノ中ニ書入レルニハニスヲツケル前ニ尖ツタモノデ書イテ置クガヨシ。

波ノ數ノ數ヘ方ハ、先ヅドノ線トドノ線トガ互ニ相應スルモノデアルカラ見テ置イテカラ、波ノ長サガ充分長クナツテカラ後ノ所デ或番目ノ秒ノ印シノ所ニ1ト

入シ、ソレカラ順ニ次々ノ秒ノ印シノ所ニ2,3等ト記シテ16マデ取ル(モシ足ラヌナラ12デ止メヨ)。

秒線ノ曲リカケル點——圖ノA——ノ所ニ印シヲ附

第13圖



ケ、ソノ點カラ相應スル音又ノ線ノ方ニ向ツテ線ヲ引ケ(ソノ線ハ記録ノ始及ビ終ノ所ニアラハレテキ

ル兩線ノ相應點ヲ結ブ線ニ平行ニ引カネバナラズ)。ソレ等ノ線ノ間ニ含マレル波ノ數ガ得ラレレバヨイノデアアルガ、ソノ一區域毎ノヲ別々ニヤルヨリ次ノ様ニ組織的ニ行フガヨイ。

第1秒ノAニ對スル點ニ近イ山或ハ谷(圖ノB)ヲ起點トシテ波ノ數ヲ數ヘ始メル。途中デ讀ミチガヒノナイ様ニスルニハアタマノ疲レヌ方法ヲ講ジナケレバナラス。疲レヌ様ニスルニハ時々休メル様ニスルガヨイ。又アタマノ働キ方ヲ簡單ニスルガヨイ。分業的ニ行フノデアアル。即チ先ヅ10マデ數ヘテソコニ判然タル印シヲ附ケル次ニ又10マデ數ヘテ印シヲ附ケル。カヤウニ單ニ10ヅツ數ヘルコトヲ豫定ノ最後ノ秒ノ所マデクリカヘシテ行ク。次ニソノ印シヲ數ヘテソレノ10毎ノ所ニ數ヲ記入シテ行ク。次ニ帳面ニ記入スル場所ヲ作ル。頁ノ左ノ端ニ N^o 9, 10, ……ソレヨリ右ニ N^o 1, 2, ……ヲ記シテ置ク。

N ^o	N ^o	差
9 397.6	1 03	397.3
10 447.5	2 50.1	397.4
11 497.0	3 99.9	397.1
⋮	⋮	⋮
16 744.8	8 347.7	397.1
平均		397.2

故 = 振動數每秒 49.65

次ニ秒線ノ 1,2 等カラノ線デ切ラレタ點ノ B カラノ距離ヲ波ノ長サヲ單位トシテソレノ $\frac{1}{10}$ マデ讀取ルノデアアル。(波ノ山ノ所ガ目盛ノ境デアアル所ノ一種ノ物指デ讀ンデ行クノデアアルト考ヘレバヨイ)先ヅ 10 波毎ヲ表ハス印ノ所カラノ波ノ數ト端數トヲ讀ンデ帳面ノ相當場所ニ記入スル。次ニ 10 波ノ 10 倍毎ノ所ニ記入シテアル數ヲ頼リニシテ百位ノ數ヲ知リソコカラ後ノ 10 波毎ノ印シヲ數ヘレバ十位ノ數ガ得ラレル。ソノ百位ト十位ノ數ヲ帳面ニ前ニ記入シタ(單位ト $\frac{1}{10}$ 位ノ)數ノ前ニ書キ添ヘル。此様ニ分業的ニ數ヘテ行ケバ一時ニ大キナ數ヲ取扱フコトガイラスカラアタマヲ勞ラスコトモナク從テ誤モ起ラナイデ済ム。——此方法ヲ文句デ説明スルトカヤウニ長タラシクナルガ、ソノ要領ガ會得サレテカラ實行シテミルト效能ガヨクワカル。

例ヘテイヘバ音又ノ波ノ線ダケガアル場合ハ丁度物指テ目盛ノ長サヲ皆等シク作ツテ數字モ記シテナイノガ與ヘラレタノニ相當

スル。又ハ振子ダケシカナイ時計ア時ヲ測ルノト似テキル。物指ニハ五毎ト十毎ニ長サノ異フ線ガアリ且數字ガ記シテアルカラ比ベタ長サタイヒ表ハスコトガワケナク出來ルノデアアル。時計アハ齒車仕掛ア振子ノ振數ノ倍數チアラハスタメニ三通ノ指針ガアルカラ一目シテ時分秒ノ數ヲ讀取ルコトガ出來ルノデアアル。上ノ方法ア波ノ十又ハ百毎ニ印シテ附ケルノハソレト同ジ趣意デアアル。ソレガタメニ數ヘ易クナルノハ物指ヤ時計ガ日用品トシテ面倒トモ考ヘズニ取扱ハレテキルコトヲ考ヘテ見レバ當然ノコトデアアル。光ノ波長ヲ用キテ長サヲ測ル場合ニハ波ノ十又ハ百毎ニ印シテ附ケルコトガ出來ナイカラ上ノ流儀ハ行ヘナイ。二或ハ三種ノチガフ波長ノ光波ヲ用キテ測ルベキ長サト比ベタ時ニ出テ來ル波長ノ端數ダケ測ツテ倍數ノ部分ハ別ノ場合ノ比較カラ求メルトイフ方法ガ考ヘラレタ。1mノ長サヲ光ノ波長ヲ單位トシテアラハス實驗アハソレニヨツタノデアアル。

42 頁ニ例ガ示シテアル様ナ記入ガ出來タラ左カラ右ノヲ引イタ差ヲ次ノ列ニ記シテソレノ平均ヲ取り、左右ノ N^o ノ差デ割レバ求ムル結果ニ達スル。

此計算法ハ秒線ノスベテヲ活用シテキルカラ最モ信頼スルコトガ出來ル。同ジ數ヲ用ヒテ 16 ノ數ヲ一列ニナラベテ其隣ノ間ノ差ヲ作ツテ平均シタナラソレハ始ト終ノ秒線ダケヲ採用シテ間ノスベテヲ無視シタト同ジコトニナル(此等ノ數ヲ代數的ニアラハシテ見ルト其關係ガスグワカル)。ソレ故ソノ二ツニ缺點ガアツタトスレバソノ誤ノ $\frac{1}{15}$ ガ結果ニ殘ル。前ノ方法ニヨレバソノ數ニ誤ガアルトスレバ結果ニハソレノ $\frac{1}{64}$ ガアラハレルダケデアアル。(始メニ注意シタ通り、秒ノ斷續裝置ガ

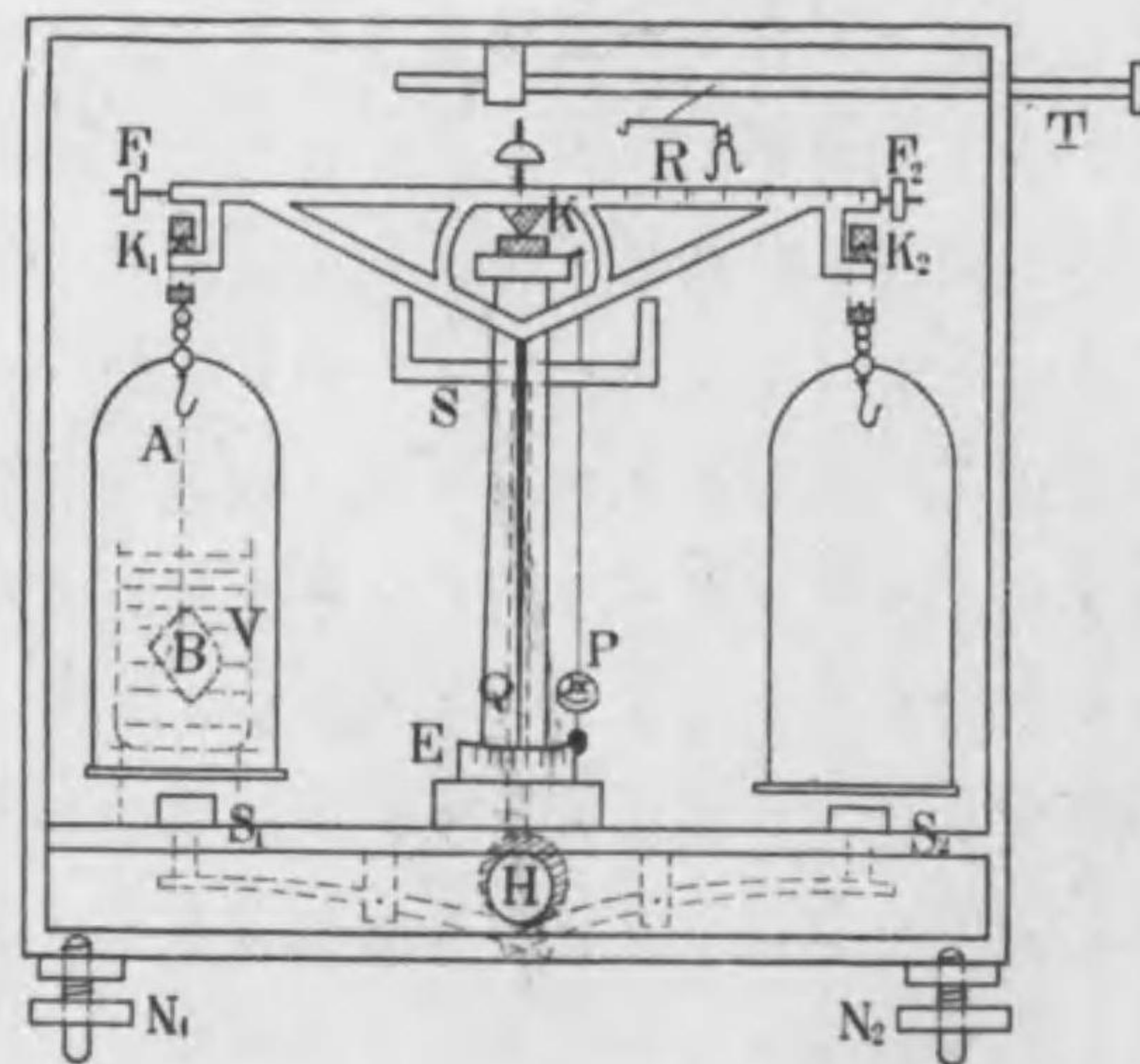
振子ノ振動ノ中心カラ外レテキルコトノ影響ヲ考ヘルト秒線ノ間ヲ奇數ダケ取ツテ波數ヲ求メルコトハワルイ。

[10] 天 秤

イロイロナ研究ニ伴ツテ天秤ヲ使用スル場合ガ多クアル。出來ルダケ短イ時間ニ出來ルダケ精密ナ結果ヲ得ルタメニハ順序ヨク取扱フコトヲ練習シナケレバナラス。取扱方ガワルイト器械ノ肝要ナ部分ガ損ズル恐レガアルカラ充分注意シテ取扱フヲ要ス。

精密ナ天秤デハ軸ノ及Kハ瑪瑙デ作ラレ。ソレヲ支

第 14 圖



ヘルモノモ瑪瑙デ作ラレテアル。(兩端ノ及K₂ハ鋼デンレニ對スル部分ガ瑪瑙デ作ラレタノモアル)。摩擦ヲ防グタメ使用

シナイ時ハS₁S₂ナル裝置デ支ヘテ及ヲ休メテ置ク。取手Hヲ廻スト支ヘガ下リ及ガ臺ニ接スル様ニナル。

取手ノ動カシ方ガ手アライト、ソノ度毎ニ及ニ打撃ヲ與ヘルコトニナルカラ破損サセル恐レガアル。

支ヘテ下ゲタママデ箱ノ戸ヲ開ケタリ閉メタリ又ハ分銅ヲ乗セタリ取ツタリスルトヤハリ及ヲ損ズルコトニナル。支ヘテ下シテ及ヲ働カスルノハ指針ノ讀取ヲ取ル間ダケニ限り讀取ガ終ツタナラスグ取手ヲ廻シテ支ヘテ上ゲルコトガ習慣ニナル様ニシナケレバナラス。先ヅ臺ノ水平ヲ正セ。水準器ノ氣泡ノ位置或ハ下ゲ振Pノ位置ヲ見テ箱ヲ支ヘルネデN₁N₂ヲ廻シテ直ス。

次ニ皿ノ上ガ清潔デアルコトヲ吟味セヨ。モシ塵ガアツタラ刷毛ヲ用キテ掃除セヨ。

次ニ箱ヲ閉ヂテカラ取手ヲ靜ニ廻シテ天秤ガ自由ニナル様ニセヨ(右手ハピンセット或ハ鉛筆ヲ取扱フタメニ保留シテ取手ヲ廻スコトハ左手デセヨ。時間ヲ省クタメニ兩手ヲ使フ様ニセヨ)。

指針Qニ注目シテ、ソレガ振動ノ兩端ニ來タ時ノ位置ヲ小物指Eニ對シテ讀メ。小物指ニハ通常數字ガ記シテナイガ左ノ端ノ方ノ長イ線ヲ0トシテソレカラ右ヘ數ヘテ中央ノ線ヲ10ト讀ミ。右ヘ10番目ノ數ハ20ト讀ムコトニセヨ。目盛ノ $\frac{1}{10}$ マデヲ目測セヨ。

中央ヲ0トシテ一方ヲ正、他方ヲ負トシテ讀ンダノアハ間違ガ起リ易イカラ上ノ讀ミ方ニ從フコトニセヨ。

指針ガ物指ノ中心ニ對シテ甚シク左右不同ニ振ル様ナ場合ニハF₁F₂ノネヂヲ動カシテ調整ヲシナケレバナラス。僅バカリノ片寄

リテ直サウトシテ測定ノ間際ニ $F_1 F_2$ テ動カスコトハヨクナイ。($F_1 F_2$ ニサワルト天秤ノ腕ノ温度ガ不同ニナルタメ指針ノ止マルベキ點ガ測定中ニ變ツテコマル)。

普通ノ場合ニハ取手ヲ靜ニ廻セバ振幅ガ大キ過ギルコトハナイ。振幅ガアマリ小サクテ殆ンド動カナイ様ニ見エタナラバ靜ニ箱ノ横ノ扉ヲ開イテ掌デ箱ノ中ノ空氣ヲ扇グ様ニスレバヨシ(但シ天秤ニ直接ニサワラヌヤウニセヨ)指針ハ五目位動ケバ充分デアル。

箱ノ戸ガ開イテキルト外ノ空氣ノ動クニ伴ヒ箱ノ中ノ空氣モ動イテ天秤ノ運動ガ不規則ニナルカラ、讀取ヲスルニハ必ズ箱ヲ閉ヂテ置クヲ要ス。

指針ノ行キ止マリノ位置ヲ讀ムニハドチラノ端ニ來タ時カラ始メテモカマハスガソノ後續イテ何回カ兩方ノ行止リ毎ノ讀ミヲ取リ讀ミ始メテ側ノ方ノ讀ミマテ取ツテヤメル。大抵ナ場合ニハ一方ヲ三度他方ヲ二度讀メバタクサン。

記録ノ仕方ハ計算ニ都合ノヨイ様ニ次ノ形式ニヨル

左カラ始メタ時ノ例

7.3 13.3
7.6 12.9
7.8

平均 7.57 13.10

此等ノ平均ヲ取ルニハ寄セ算ヲセズニ左端ノ桁カラ直グニ平均ヲ取ツテ行ケ。

静止點 10.34 (平均ノ平均) 10.34

(讀ミ始メテ側ノ讀ヲ一ツ多ク取ツテ兩側別々ニ平均シタモノノ平均ガ丁度靜止スベキ點ニナルノハ振動ノ減リ方ガ餘リ大クナイ場合ニ限ルノデアル)。

カヤウニ振動中ノ兩端ノ位置ヲ讀ンデソレカラ靜止スベキ位置ヲ求メル方法ヲ振動ノ法ト稱ヘル。

指針ガ止マルマテ待ツ方ガ精密ニナルデアラウト考ヘルナラソレハ間違デアル精密ナ天秤テハ中振動ノ時間ガ10秒位ニ作ツテアルカラ靜止スルマテノ時間ハナカナカ長イモノデアル。實際靜止スルマテ待ツトイフコトハ大ナル時間ヲ要スルコトニ於テ不便デアルバカリテナク實際止ツタ位置ハ眞ニ止マルベキ位置デハナイコトガ多イノデアル。(又ニ對シテハ摩擦ガハタラクソノ摩擦ノカノ影響ハ靜止シテキル時ノ方ガ大キイカラソレガタメ眞ニ止マルベキ位置デナイ所ニ靜止シテキルカモ知レナイ。振動シツツアル間ニハソノ影響ハ小サイノデアル)。

兩方ノ皿ニ何モ乗セナイ時ノ靜止點ヲ零點ト稱ヘル。

物體ノ質量ヲ測ルニハ

先ヅ零點ヲ求メ……(之ヲS.トス)

次ニ向ツテ左ノ皿ニ物體ヲ乗セ右ノ皿ニ分銅ヲ。

分銅ノ取扱方ノ注意

分銅ヲ取扱フニハ必ズ附屬ノピンセットデ扱メ。(直接ニ指ヲ觸レルコトハ嚴禁デアル。指デサワレバ脂ヤ汗ガ附ク。ソレヲ知ラズニ置ケバ分銅ガ錆ビルコトモアル。分銅ヲ拭ヘバ僅ナガラ實質ガ減ル。ソレ故始メカラ汚レノ附カヌ様ニ取扱ハナケレバナラヌ)。

分銅ノ箱ノ中ニ於ケル置キ方ヲ規則正シクシナイト反ツテ取扱ニムダナ時間ヲ要シ且誤ヲ生ズルコトガアル。特ニ板狀ノ小分銅ハ挾ミ易イ様ニ一隅ガ斜上向キニ曲ゲテアル。シカモ箱ノ中ノ仕切ニハピンセットノ先ヲ挿入レルノニ都合ノヨイ様ニ凹ミガ設ケテアル。ソノ凹ミニ沿フテピンセットノ先ヲ斜下ムキニ働カセバ分銅ノ曲ツテキル隅ガ挾ミ易イ様ニナツテキル。不正ナ置キ様ヲスルト次ニ取出ス時ニ無理ガ出来テ分銅ガ不當ニユガメラレテ取扱ヒニククナリ終ニハチギレテシマフ様ニナル。

分銅ヲ乗セル順序

先ヅ測ルベキ物體ヨリ充分重過ルト思ハレル分銅ヲ一ツ乗セテ、指針ニ注意シツツ取手ヲ徐々ニ廻シ始メテ指針ノ動ク向キニヨリ分銅ガ確ニ重過ルコトガワカツタナラ、取手ヲスグ元ニ戻シテシマフ。

ソノ分銅ヲ取去ツテソノ次ノ大サノ分銅ヲ乗セテ同ジコトヲクリカヘス。

モシソレガマダ大キスギレバ更ニ次ノモノヲ乗セ換ヘル。

モシ小サ過タナラソレノ次ノモノヲ加ヘテ試ミル。カヤウニシテイツモ一ツノ分銅ノ次ニハソノ次ノ大サノモノヲ試ミル様ニシテ決シテ順序ヲトバサナイコトヲ原則トスル。

此方法ハ迂遠ナ様ニ考ヘラレルガ實際ニ時間ヲ最モ節約スル所ノ方法デアアル。シカモアタマヲ勞ラスコトノナイ方法デアアル。

分銅ヲ次第ニ加減シテ行クト結局備附ケテアル最小ノ分銅ニ到着スル。ソノ時ニハ取手ヲ全部廻シテシマハナイト重過ルカドウカノ判断ガ出来ナイ様ニナル。ソノ場合ニハ指針ガ右左ニ一度ヅツ振動スルノヲ待ツテ重スギルカドウカヲ判断スル。

右左ノ振レ方ガ大シテチガハヌ様デアツタナラ、指針ノ讀ミヲ記録シ始メテ振動ノ法ニヨツテ静止點ヲ求メル。(S₁トス)。

ソレガ零點ヨリ右[左]デアツタナラ更ニ最小ノ分銅ヲ一ツ加ヘ[減ジ]テ又静止點ヲ求メル。

ソノ第二ノ静止點ガ零點ヨリ左[右]デアツタナラソコデ零點ニ静止セシメルニ要スル分銅ノ値ヲ求メル計算ノ材料ガ揃ツタノデアアル。(此第二静止點ヲS'₁)

萬一ソノ第二ノ静止點ガ零點ヨリ右[左]デアツタナラ(ソレヲS₁トシテソノ前ノハ不用トスル)更ニ最小分銅ヲ一ツ加ヘ[減ジ]タ場合ノ静止點ヲ求メナケレバナラヌ(此時例ヘバ5mgヲ一ツ乗セテ後更ニモ一ツ加ヘルタメニハ1cgヲ乗セテ5mgヲ取レバヨイ)……(ソノ静止點ヲS'₁トスル)。

即チ一ツノ最小分銅ヲ右皿ニ加ヘ[或ハ減ズ]ルコトニ

ヨツテ静止點が零點ノ右側カラ左側へ〔或ハ左側カラ右側へ〕移ル様ナ分銅ノ値ヲ求メナケレバナラス。

之モ文句デハ長クナツタガ實際ニハ一筋道デアルカラ器械的ニ進行スルコトガ出來ル。

此關係ヲ表ニシテアラハセバ(w ヲ最小分銅トス)

零點 S_0 , 分銅 W_1 ノ時ノ静止點 S_1 ,

$S_1 > S_0 > S_1'$ ……(分銅 $W_1 + w$ ノ時ノ静止點)ナルカ

$[S_1 < S_0 < S_1'$ ……(分銅 $W_1 - w$ ノ時ノ静止點)]ナル

有様ヲ求メルノデアルガ。分銅ノ少ナイ場合ノ方ヲイツデモ W_1 トカクコトニスレバ兩方トモ同ジコトニナル。

分銅ノ讀ミ方

分銅ノ値ヲ記録スルコトハ皿カラ下ロス前ニセネバナラズ。先ヅ皿ノ上ノ分銅ヲ大キイノカラ順ニ數ヘナガラ加ヘテソノ總計ヲ帳面ニ記シ。次ニ分銅箱ノ中ノ空キ間ヲ數ヘテ加ヘタ値ト比ベテ數ヘ違ヒノナイコトヲ確メタ上デ皿カラ取去ル様ニセヨ。(イクラノ分銅トイクラノトヲ用キタトイフ様ナコトヲ記シテ置クコトハ不用デアル。等シイ大サノ分銅ガ二ツ以上アル場合デモイツモ大キイ分銅ニ近ク置カレテアル方ヲ先ニ用キル習慣ニシテ置ケバ、分銅ノ總計サヘ記シテアレバドレトドレトヲ組合ハセタノカトイフコトハ一義的ニツカルコトデアル)。

次ニ物體ト分銅トヲ全部取去ツテカラ再ビ零點ヲ求

メル。之ヲ S_0' トス。

天秤ノ兩腕即チ KK_1 ト KK_2 トガ等シイナラバ上マデノ測定デ物體ノ質量ガ求メラレルノデアルガ、

兩腕ノ比ガ未知ノ場合ニハ今一度測ラナケレバナラス。即チ次ニハ

物體ヲ右皿ニ、分銅ヲ左皿ニ乗セテ前ト同様ノコトヲクリカヘセ。此時分銅 W_2 ニ對スル静止點 $S_2 < S_0'$

$W_2 + w$ ノ時ノ静止點 $S_2' > S_0'$ デアルトスル。

次ニ三度目ノ零點ヲ求メル。之ヲ S_0'' トス。

之デ測定ヲ終ツタカラ計算ヲスル。

零點ヲ何度モ測ルノハ種々ナ事情ノタメニ零點ハ時ト共ニ變ハル。尤モソノ變ハリ方ハ僅デアルカラ前後ノ零點ノ平均ヲ測定中ノ零點トスルノデアル。シカシ何カノ原因ニヨリ零點ガ甚シク變ツタ場合ニハ測定ノヤリ直シヲ要スル。

物體ヲ左皿ニ乗セタ場合ノ計算

最初ノ零點 S_0 第二ノ零點 S_0' ……測定中ノ零點 $\frac{S_0 + S_0'}{2}$

右皿ニ W_1 ノ時ノ静止點 $S_1 > S_0$, $W_1 + w$ ノ時 $S_1' < S_0$

w ニ對スル静止點ノ移動…… $S_1 - S_1'$

故ニ $\frac{S_0 + S_0'}{2}$ ニ静止サセルタメノ分銅 W_r

$$W_r = W_1 + \frac{w}{S_1 - S_1'} \left(S_1 - \frac{S_0 + S_0'}{2} \right)$$

物體ヲ右皿ニ乗セタ場合左皿ニ乗スベキ分銅 W_l

$$W_l = W_r + \frac{w}{S_2' - S_2} \left(\frac{S_0' + S_0''}{2} - S_2 \right)$$

KK₁=L, KK₂=R トカケバ(物體ノ質量 M)

物體ヲ左皿ニ乗セタ時ノ釣合カラ ML=W_rR

右皿ノ場合 W_lL=MR

$$\text{故ニ } M = \sqrt{W_r \cdot W_l} = \frac{W_r + W_l}{2}$$

カヤウニ左右ニ置換ヘテ測ルコトニヨリ兩腕ノ差ニ關係ナク質量ヲ求メル方法ヲ **Double weighing** ノ方法ト稱ヘル。

$$W_l - W_r = p \text{ トスレバ } \frac{R}{L} = \sqrt{\frac{W_l}{W_r}} = 1 + \frac{p}{2W_r}$$

此モノヲ天秤ノ兩腕ノ比ト稱ヘル。

物體ノ密度ト分銅ノ密度トガ異フ場合ニハ空氣ノ浮力ニ對スル補正ヲ行ハネバナラズ。(卷末ニ表アリ)。

Rider 精密天秤ニハ棒ノ水平ナ部分ニ等分シタ目盛ガ施シテアルノガアル。又針金製ノ分銅ガ附屬シテキル。(第14圖ノR)ソレハ通例10mgノ質量ノモノテ上ノ目盛ヲシタ部分ニ跨ガラセテ使フタメノモノテアル。之ヲriderト稱ヘル。例ヘバ目盛ノ3.4ノ所ニ跨ガラセタ時ニハ皿ノ上ニ3.4mg乗セタト同効ノモノテアル。之ヲ使ヘバ10mg以下ノ分銅ハ不要ニナル。riderヲ乗セ或ハ動カス場合ニモ天秤ヲ支ヘテ置カネバナラズ。riderヲ取扱フタメニハ天秤箱ニ取附ケテ箱ノ外カラ動カシ得ル特別ナ棒ガアル(圖ノT) riderハ先ヅソノ棒ノカギニ掛ケテ置クベキテアル。箱ヲ閉ヂタマ、テ使ヘルカラ大ニ時間ヲ節約スルコトガ出來ル。

[附録1] 比重瓶

砂ノ比重ヲ測ルコト。

比重瓶ヲヨク洗ツテ最後ニ蒸溜水デ二三回洗ツテカラヨク乾カス。乾カスニハ直接ニ焰ガ觸レルト局部的ニ熱セラレテ破レル恐ガアルカラ鐵皿ニ砂ヲ入レタモノ(Sand bath)ヲ下カラガスデ熱シテ、砂ニ直接ニ觸レナイ様ニ手ニ持ツタママ熱セラレタ砂ノ上ノ方デ温メル。手ニ温カク感ズル位ニナツタナラ細イガラス管ヲ底ニ近クマデ挿入レテ管ノ他端カラ輕ク吸フト中ノ濕ツタ空氣ハ吸ヒ出サレテ外ノ空氣ガ入レ換ル。(此仕事ハ砂皿カラ離レタ便利ナ位置デ行ヘバヨシ)。又温メテ吸フ。之ヲ數回クリカヘセバ中ハ充分乾ク。

急ニ乾カサウトシテ熱シ過ギルト破損ノ恐ガアルカラ手デ持ツテ温ク感ズル程度デ止メテ置クガヨシ。洗ツタ時充分キレイニナツテキレイバ乾イテカラキレイニ見エルガ何カ溶ケタモノガ殘ツテキルト乾イタ時ニ蒸發シナイデ痕ガ殘ツテ除レ難クナル。

温メテ乾カシタモノハ天秤ニカケル前ニ充分冷ヘテ氣温ニ等シクナルマデ待タナケレバナラヌ。温イ物ヲ乗セレバ天秤箱ノ中ニ氣流ガ出來ル又天秤ノソノ側ノ腕ガ不規則ニ延ビルノデ精密ナ測定ガ出來ナイ。

充分冷ヘテカラ、先ヅ

天秤ノ零點ヲ測リ。

次ニ空ノ比重瓶ヲ左皿ニ乗セテ測ル。 W₀

次ニ砂ヲ容積ノ $\frac{1}{3}$ 位入レテ測ル W₁

次ニソノ上ニ蒸溜水ヲ半分位入レル。砂ノ一粒毎ノ表面或ハ間ニ附イテキル氣泡ハナカナカ取去リニクイカラ瓶ヲ傾ケテ支ヘナガラ徐々ニ廻ハシツツ追出ス様ニシナイトイケナイ。(砂ヲアマリ多ク入レルト此仕事ガ出来難イ)。氣泡ガ充分取レタナラ蒸溜水ヲ加ヘテ瓶ヲ充シテカラ測レ。

 W_2

比重瓶ニ水ノ充シカタ

比重瓶ニハ共栓ガ附イテキル。ソレガ寒暖計ヲ兼ネテキル場合ニハ別ニ細イ管ガ附ケテアル。ソノ管ノ上部ニ線ガ印シテアル。此場合ニ瓶ヲ充ストイフコトハ栓ヲスル方ノ口ニハ上端ニ近イ所マデ水ヲ入レテ中ニ氣泡ガ残ラヌ様ニ手際ヨク栓ヲサス。

次ニ瓶ノ外側ヲヨク拭ツテカラ机上ニ置イテ温度ノ一定ニナルノヲ待ツ。次ニ細イ管ノ標線カラ上ニアル水ヲ紙ヨリナドヲ用キテ吸ヒ取ラセル。ソノ時寒暖計ヲ讀ンデ記録スル。比重瓶ハソノ温度デ充サレテキルコトニナル。

共栓ニ細イ孔ノアル形式ノモノデハ中ノ温度ヲ測ルタメニハ水デ充シタ後瓶全體ヲ水ヲ入レタ器ニ入レテシバラク置イテカラソノ器ノ中ノ温度ヲ測ツテソレヲ比重瓶ノ温度トスル。

次ニ砂ヲ出シテ瓶全體ヲ蒸溜水デ充シテ測レ。 W_3

次ニ再ビ天秤ノ零點ヲ測レ

此場合ニハ天秤ノ兩腕ノ比ノ既ニ測ラレタ値ヲ入レテ補正セヨ。前後ノ零點ノ平均ヲ用キテ計算シタ質量ヲソレソレ W_0, W_1, W_2, W_3 トスレバ

比重ノ計算ハ

砂ノ質量…………… $W_1 - W_0$

之ト同體積ノ水ノ質量…………… $W_3 + W_1 - W_0 - W_2$

故ニ比重 = $\frac{W_1 - W_0}{W_3 + W_1 - W_0 - W_2}$

液體ノ比重ヲ測ルニハ

空瓶ノ質量 W_0 。水ヲ充シタ時ノ質量 W_1

液體ヲ充シタ時ノ質量 W_2 カラ比重 = $\frac{W_2 - W_0}{W_1 - W_0}$

〔附録2〕天秤ヲ用キテ塊ニナツテキル固體ノ比重ヲ測ルコト。

一タクリニナシ得ル固體ナラバ、ナルベク細イ針金ヲ用キテ第14圖ノAノ鈎カラツリ下ゲ(圖ノ中ニ點線デ示シテアルBガソレデアル)ヲ質量ヲ測リ。 W_1

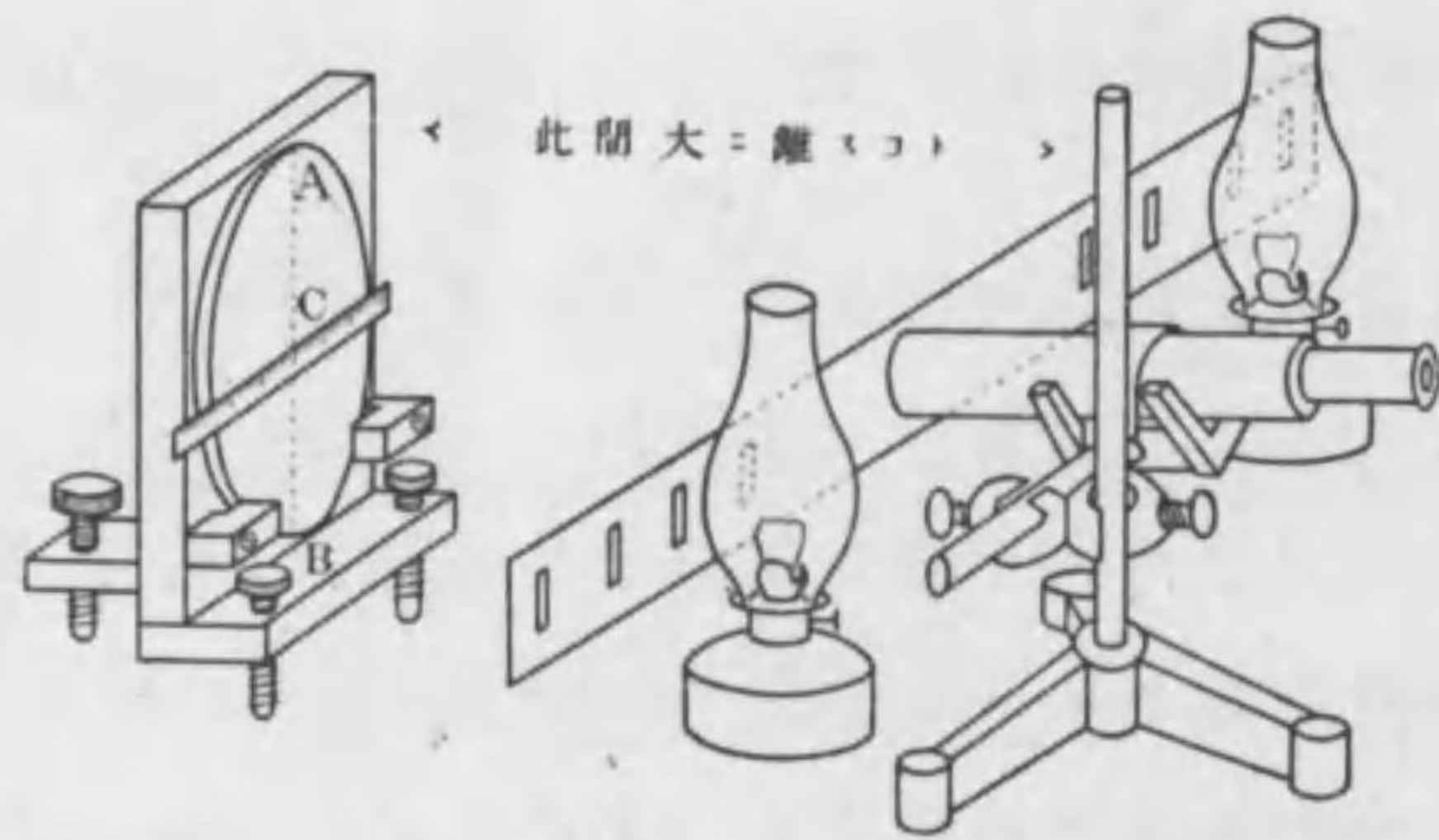
次ニ天秤ノ皿ノ上ヲ越シテソレニサワラヌ様ニ跨ラセテ板ノ橋ヲ架ケテ、ソノ上ニ充分水ヲ入レタ器Vヲ乗セテ(皿ヲ鈎ル框ニサワラヌ様ニ) Bガソノ水ノ中ニアル様ニシテ(Bハ一旦Aカラハヅシテ箱ノ外デV器ノ水中ニ入レテ氣泡ヲ充分取去ツテカラ一所ニ箱ノ中ニ入レテ單ニAカラ鈎リ下ゲレバヨシ)。之ニ鈎合フ質量ヲ

求メル之ヲ W_5 トス。(此場合ニハ天秤ノ振動ハ速ク止ムカラ振動ノ法ヲ用キルコトガ出来ナイ)。

$$\text{比重} = \frac{W_1}{W_1 - W_5}$$

[11] 反射ニヨリ球面ノ半徑

机ノ上ニニツノランプヲ燭ノ幅狭キ方ガ前後ニ向フ
第 15 圖



様ニシテ
シカモ同
ジ高サニ
ナル様ニ
シテ燭ノ
中心間ノ
距離ガ
40,60乃至

100 cm ナル様ニ置キ(ランプノホヤヲ取去リ油煙止メノ口金ノ中心間ノ距離ヲ測レバソレハ燭ノ間ノ距離ニナル)ニツノ燭ノ中心ヲ結ブ線ノ中央ニ望遠鏡ノ筒先レンズヲ置ク。望遠鏡ノ軸ハ燭ヲ結ブ線ニ直角ニナル様ニ、シカモ水平ニナル様ニ置ケ。

以上ノ据附方ヲ易クスルタメ次ノ様ナ補助装置ヲ用キテモヨシ。厚サ 5mm 幅 9cm 長サ 110cm 位ノ板ノ中央ニ直徑 4cm 位ノ丸孔ヲ設ケ中心カラ左右ニ 20,30,40, 及

び 50cm ノ距離ニ板ノ長サニ直角ナ幅狭イ孔(例ヘバ幅 3mm 長サ 3cm 位ノ)ヲ作り望遠鏡ノ筒先ヲ中央ノ孔ニハメラ板ノ長サノ方向ガ望遠鏡ニ直角ニナリシカモ水平ニナル様ニ支ヘテ置イテランプヲ板ノ slit ノ後方ニ置ク様ニスルコト、上ノ圖ノ通り。

望遠鏡ノ前方ニナルベク遠方ニ測ルベキ球面ヲ垂直ニ立テヨ。面ノ中心ノ高サハ望遠鏡ノ筒先ト同ジ高サニナル様ニセヨ。

小サイ物指ノ目盛シタ方ノ縁ガ鏡面ノ中心ヲ通ル様ニ軟イ蠟デ球面ニ張附ヨ。ソノ物指ハ水平ニナル様ニ。(此物指ハ別ノ臺ヲ用キテ支ヘテモヨシ)。

鏡ノ中心ノ位置ヲ知ルタメニ物指ノ或目盛ノ所ニ印シテ附ケテソコガ鏡ノ直徑ノ兩端カラ等距離ニアル様ニセヨ。物指ノ一方ノ縁ガ鏡ノ中心ヲ通ル様ニスルニハ AC ト BC トヲ測リ比ベテソレガ等シイ様ニスレバヨシ。ソレガ精密ニ出来テキナイト結果ニ著シイ差ガ出来ル。

球面ハ望遠鏡ノ軸ニ直角ニナル様ニセヨ。

ソレニハ目測デ大體直角ニナル様ニ置イテ、次ニハ望遠鏡カラ見テランプノ燭ノ像ガ鏡ノ中ニ中心ニ對シテ對稱的ニ見エル様ニ直ス。シカモニツノ燭ノ像ハ物指ノ縁ノ所ニ半分隠レテ見エル様ニセヨ。(ソレヲ合ハスニハ球面ヲ支ヘテ臺ノ前方ヲ押サヘツツ後ノネヂヲ廻

シテ傾キヲ直セバ物指ノ縁ノ所ニ燭ノ像ヲ持來スコトガ出來ル。次ニソノ臺ヲ全體トシテ垂直線ヲ軸トシテ廻セバ中心ニ對シテ對稱的ノ位置ニ持來スコトガ出來ル。但シ此等ノ調整ハ交互ニ何回カクリカヘスコトヲ要スルナラン。

燭ノ像ト物指トノ望遠鏡カラノ距離ハ大ニ違フカラ同時ニ焦點ヲ合ハスコトガ出來ナイノハ止ムヲ得ナイ。像ノ位置ヲ物指ノ上デ讀ムコトガ出來ル程度ニ焦點ヲ合ハセルタメニハ望遠鏡ト鏡トノ間ヲ充分遠クシナケレバナラナイ。

此方法デレンズノ面ノ曲率ヲ測ル場合ニハレンズノ後面カラノ反射ニヨル像ガ伴ツテ見エル。ソレト間違ヘナイ様ニ注意セヨ。

如何ニシテソレヲ見分クベキカハ練習問題トシテ最モ有効ナモノデアル。見分ケルニ用キル手段ヲ舉ゲレバ面ガ觀測者ニ對シテ凹カ凸カニヨリ像ハ實ナルカ虚ナリ。實像ハ倒立シ虚像ハ直立スル。シカシソレヲ望遠鏡ヲ見タ場合ニハ更ニ上下左右ガ入レ變ハツテ見エル。前後面ガ觀測者ニ對シテ兩方トモ凹又ハ凸ナル時ハソノ半徑ノ大ナル程像ノ位置ハ鏡面カラ遠ク離レテ出來ル。故ニソレニ焦點ヲ合ハスタメニハ物指ニ合ハセテキタ時ニ比ベテ望遠鏡ノ長サヲ餘計ニ長ク又ハ短クシナケレバナラナイ。又後面カラノ光ハレンズノ中ヲ二度通ルコトニヨリ分散サレテ色ガ附イテ見エル。

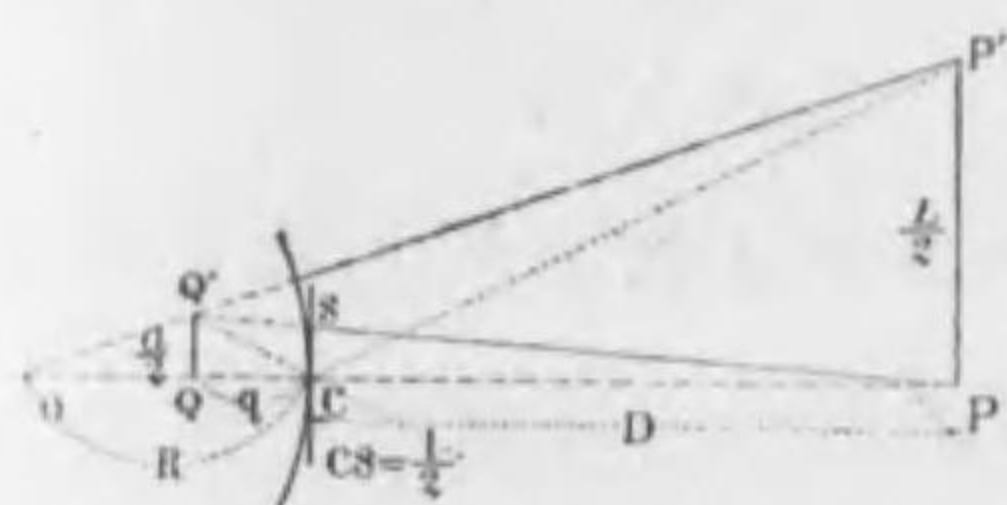
半徑 R ハ凸面ナラ $R = \frac{2Dl}{L-2l}$ 凹面ナラ $R = \frac{2Dl}{L+2l}$
 D ハ鏡ト光源(望遠鏡ノ筒先モ同ジ) トノ距離

$R_L + 2l = 2Dl$

L ハ二光源間ノ距離, l ハ像間ノ距離ヲ物指ノ上デ測ツタモノ。

上ノ式ヲ凸面ノ場合ニ出スニハ。圖ニ於テ P' ハ光源 Q' ハ像。

第 16 圖



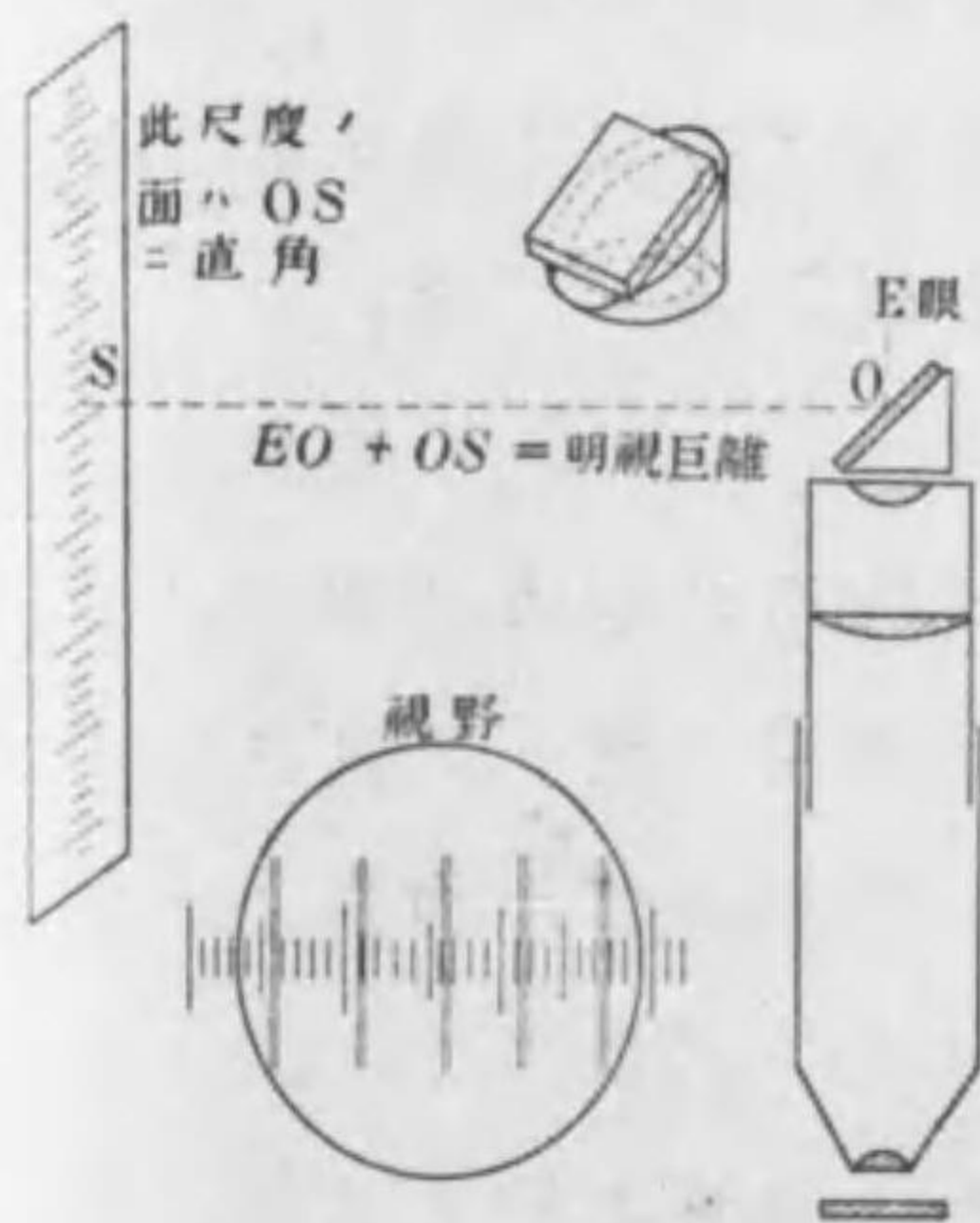
物體ノ大サト像ノ大サノ比ハ面カラノ距離ニ比例スルカラ $\frac{L}{a} = \frac{D}{q}$ 。相似三角形カラ $\frac{a}{l} = \frac{q+D}{D}$
 從テ $\frac{L}{l} = \frac{q+D}{q} = 1 + \frac{D}{q}$ 所ガ $-\frac{1}{q} + \frac{1}{D} = -\frac{2}{R}$ (球面鏡ノ公式)。

之ニ D ヲカケテ上ノ式ト合セテ q ヲ去レバチキニ出ル。

[12] 顯微鏡ノ倍率

$\frac{1}{10}$ mm 又ハソレ以下ニ目盛シタガラスノ物指ヲ顯微鏡下ニ置キソレニ焦點ヲ合ハセル。

第 17 圖



接眼レンズノ上ニ小サ
イ平面ガラスヲ軸ト45°ノ
傾ヲナス様ニ置ク。木ノ
筒ヲ長サニ對シ45°傾イタ
面デ切りソコニガラスヲ
置ケバヨシ。(圖ノ上ノ中
央ニ示ス。軟イ蠟デ附ケ
ヨ)。

mm ニ目盛シタ物指ヲ垂直ニ立テル(圖ノ S。明視距

離ハ各自測定シタモノヲ用キ之ヲ記録セヨ。25cmデ差支ナク見得ルモノハ25cmニシテ測レ。

焦點ノ合セ方

焦點ガ正シク合ツテキレバ小物指ノ虚像ハ明視距離ニアルノデアルカラ縦ノ物指ノ虚像ト同一平面ニ出來テキル筈デアル。ソノ時ニハ二ツノ像ノ間ニ視差ハナイワケデアル。焦點ノ合セ方ノ良イカ否カハ眼ヲ左右ニ動カシテ見テ二ツノ像ノ線ノズレ合ヒガ起ラス(即チ視差ガナイ)カ起ルカデ判断スル。

視差ガ全クナイ様ニ合ハセ得タナラ視野ノアチラコチラノ端ノ方ヲ見ルタメニ眼ノ位置ヲ動カシテモ兩物指ノ像ノ間ニズレ合ヒガ起ラスカラ、先ヅ眼ヲ一方ニ片ヨセテ視野ノ一方ノ端ニ近ク見エル線(小物指ノ)ト重ナツテ見エル所ノ縦物指ノ目盛ヲ讀ミ($mm \times \frac{1}{10}$ マデ)次ニ眼ヲ反對側ニ片ヨセテ視野ノ反對ノ端ニ近ク見エル小物指ノ目盛ニ對スル縦物指ノ讀ミヲ取レ。

次ニ上ノ二ツノ線ノ間ニ含マレテキル小物指ノ目ノ數ヲ數ヘヨ。之ヲ n トス。縦物指ノ兩方ノ讀ミノ差ヲ n デ割レバ小物指ノ一目ヲ顯微鏡ヲ通シテ見タ時ノ見掛ケノ長サガ得ラレル。ソレガ $5mm$ デ小物指ノ一目ノ値ガ $\frac{1}{10}mm$ デアルナラ倍率ハ $10S$ デアル。

視野内デ兩方ノ目盛ガ平行ニ見エル様ニセヨ。縦物指ノ置キ方ハ圖ノ中ニ記シテアル通ニシテ小物指ノ方

ヲ動カシテ直セ。上ノガラスノ 45° ノ傾ガ正シクナイト縦物指ノ像ノ面ハ小物指ノ像ノ面ニ對シテ傾クコトニナル。ソノ場合ニハ兩像ノ眼カラノ距離ガ場所ニヨツテ違フカラ、アル線デハ視差ガナクテモ他ノ線デハ視差ガアルコトニナル。ソノ場合ニハガラスノ傾ヲ直シテ視野ノ兩端デ視差ノナイコトヲ確メナケレバナラス。

顯微鏡ノ筒ノ長サヲ變ヘ又ハレンズヲ換ヘテ倍率ヲ測レ。

比較スベキモノノ一方ガ明ル過ギル時ハ他ノ方ガ見えクナルカラ明ルスギル方ノ光ノ量ヲ減ラシテ兩方ガ同ジ明ルサニナル様ニシテ測レ。

上ニ用キルガラスハ寫真乾板ノ廢物ノ中カラ選レバ間ニ合フ。ガラスノ上面カラノト下面カラノ反射ニヨル像ト二通見エル(兩面ガ平行デアツテモ物體ガ近イ所ニアルノデアルカラソノ二ツノ像ガ別々ニ見エルノハ避ケラレナイ。ガラスノ厚サニヨツテハ二ツガ丁度 $1mm$ 近クズレテ見エルコトガアル兩方ヲ混同シナイ様ニ氣ヲ附ケテイツモガラスノ上面カラノ反射ノ方ヲ用キル様ニセヨ。

筒先レンズヲ小物指ニ衝キ當テテ破ルコトノナイ様ニ氣ヲ附ケヨ。筒先カラドノ位ノ距離ニ置ケバ見得ルカガワカラヌ時ハ白紙ニ字ノアルモノヲ筒先ノ下デイロイロノ距離ニ動カシテ見ルガヨイ。

顯微鏡ヲ度々使フ仕事ニ從事スル人ニ近眼ニナル人が多クアルガ、焦點ノ充分ヨク合ハヌノヲ氣ガ附カズニ見ルタメニ無意識ノ間ニ眼ノ調節機關ガ過勞シタタメニ起ル場合モアリ得ルナラン。上ノ實驗ノ場合ノ様ニ二ツノ物ヲ同時ニ見ル時ハ視差ノ有無ニヨツテ焦點ノ合ハセ方ノワルイカドウカガ見附ケラレルノデアアルガ通常使フ場合ノ様ニ顯微鏡ヲ通ツタ像ダケヲ見テキル場合ニハアル程度マデ見エカケタ時ニ眼ノ方デ無意識ニ調節シテシマフカラソレデ焦點ガ合ツタト思ツテシマフコトニナル。ソノママ長ク續ケテ注視シテキル場合ニハ眼ノ調節筋ハ過勞スルコトニナル。ソレ故眼ノ調節筋ヲ作用サセナイ有様ニ保チツツ焦點ヲ合ハセルコトノ習慣ヲ附ケルコトハ眼ノ保健上大切ナコトデアアル。

[13] レンズノ焦點距離

光源ト衝立トノ間ノ距離ヲ充分大キクシテ置イテ(ソレガ焦點距離ノ4倍ヨリ小サイ時ハ實像ハ出來ナイ)。ソノ間デレンズヲ動シテ衝立ノ上ニ像ガ最モ明瞭ニ出來ル様ニセヨ。ソノ時レンズカラ光源マデト像マデトノ距離ヲ測レバレンズノ公式ニヨリ焦點距離ガ求メラレル。シカシレンズノドノ點カラ測レバヨイカガスグ

ニワカラヌ場合ニハソレガ出來ナイ。ソノ場合ニスグ應用ノ出來ルノハ Bessel ノ工夫シタ方法デアアル。

(a) ベツセル(Bessel)ノ方法

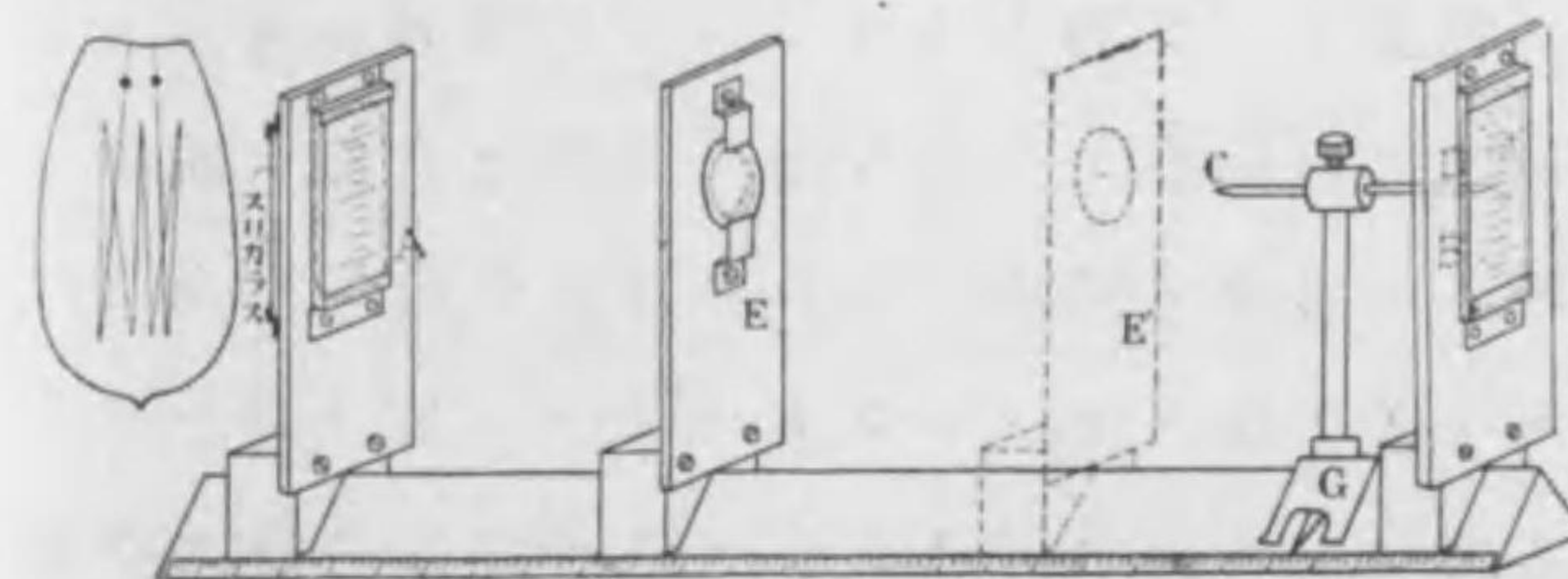
光源ト衝立トガ動カナイ様ニシテ置イテ。ソノ間デレンズヲ動カシテ像ノ明瞭ニ出來ル位置ヲ求メ。次ニレンズダケ動カシテ再ビ像ガ明瞭ニ出來ル位置ヲ求メル。此場合ニハ光源ト像トノ關係ハ共軛デアアルコトヲ考ヘテ第二ノ位置ヲ求メルニハ始めノ場合ノ光源トレレンズトノ距離ノ大略ノ値ヲ測ツテ衝立カラノ距離ガソレニ等シイ邊ニレンズヲ置イテコノ近邊デサガスガヨイ。光源衝立間ノ距離 l 、レンズヲ動カシタ距離 e トスレバ

$$f = \frac{(l-e)(l+e)}{4l}$$

(始め光源レンズ間ガ p ナラ、レンズ像間 $q=l-p$ 二度目ニハ光源レンズ間ハ $p+e$ 所ガソレハ始めノレンズ像間ニ等シイカラ $p+e=l-p$ 故ニ $p = \frac{l-e}{2}$ 、 $q = \frac{l+e}{2}$ 之ヲレンズノ公式 $\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$ 入レバスグ上ノ式ガ得ラレル)。

實驗ニ用キル装置ハイロイロノ形ニ作り得ルガ割合ニ簡單ニ出來テシカモ丈夫デ他ノ方法ニモ使ヘル様ナ

第 18 圖



例ヲ圖デ示ス。光源トシテ判然タル形ニスル爲ニ極細イ針金ヲ十字ニ張ツタモノデモヨイガ此圖デハガラス板(寫眞乾板ノ廢物ガ便利デアル)ニ細イ線ヲ弗化水素デ腐蝕サセタモノ——之ハ mm ノ物指ニシテアル——ノ線ノアル方ヲ内側ニ向ケテ。ソノ外側ニハスリガラス板ヲ一枚置キ更ニソノ外側ニ電燈球ガ置イテアル。(暗室デナラ石油ランプデモヨシ) ツマリ細イ線ノ陰ヲ光源ト見ナスノデアル。衝立トシテスリガラスノスツタ面ヲ内側ニ向ケタモノヲ用キル時ハ觀測者ガ衝立ノ後方カラ光源ノ方ニ向ツテ見ル様ニスレバ明ルイ部屋デモ像ヲ見ルコトガ困難デハナイ。(衝立ヲ紙デ作ル時ハ前方カラ見ネバナラスカラソコニ他カラノ光ガ來ルコトヲ防ガナケレバナラス)。

AB 間ノ距離ヲ測ルニハ臺ノ上ニレンズノ中心ト同高ニ支ヘタ棒(兩端ヲ尖ラシ長サガ臺ノ物指ニ平行ナルヤウニ支ヘル,ソノ長サ CD ハ前以テ測ツテ置ク)ノD 端ヲ B ノ面ニ接スル様ニシテ(此時 B ヲ押シテ動カス恐レノナイ様ニセネバナラス,ソレニハ側方カラ尖端ノ反射像ニ注目シツツ動カスガヨシ) 目印 G ニ對スル物指ヲ讀ミ。次ニ C 端ヲ A 面ニ接シタ時注意前ニ同ジ,レンズニ對スル場合モ同斷)ノ G ノ位置ヲ讀ム。ソノニツノ差ニ CD ヲ加ヘレバ f トナル。

e ヲ測ルニハレンズヲ支ヘル臺ニ目印ヲ附ケテ置イ

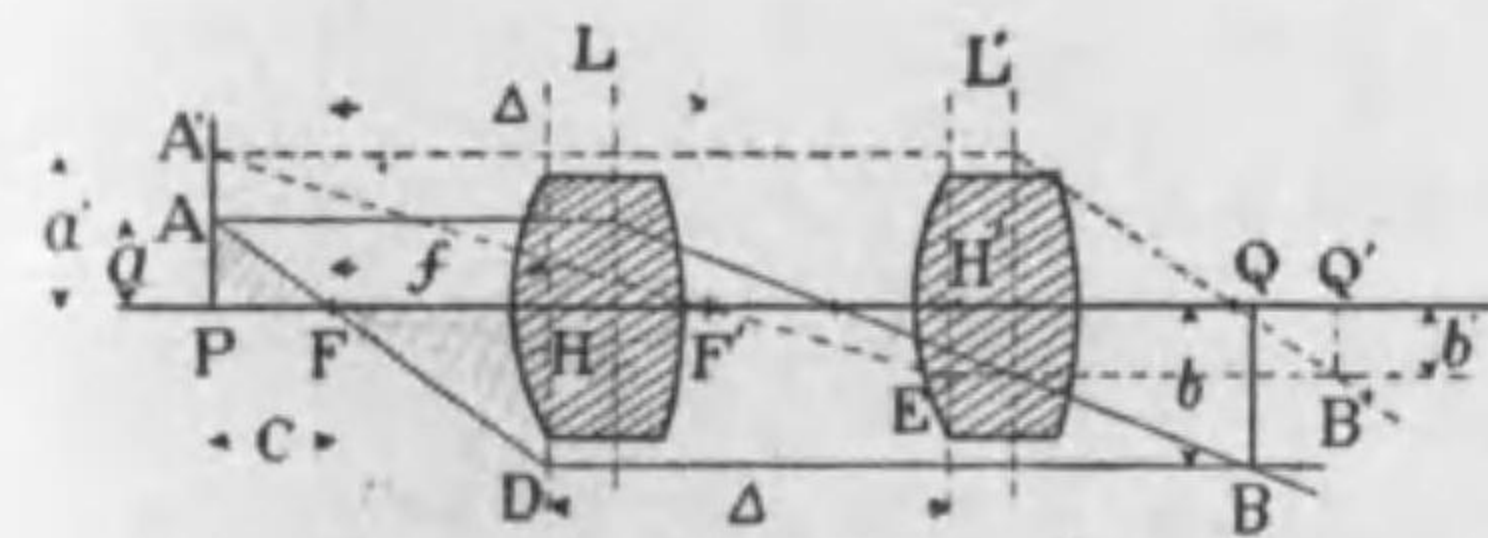
テソレノ位置ヲ物指ニ對シテ讀ミ。ニツノ場合ノ讀ミノ差ヲ取ツテモヨシ。CD 棒ヲ用キテモヨシ。ソノ時同ジ先端ヲ用キルコトニスレバ CD ノ長サニ無關係ナルガ。モシ兩端ヲ用キタ場合ニハ CD ノ長サノ外ニレンズノ厚サモ考ニ入レテ加減シナケレバナラス。

(b) アツペー (Abbe) ノ方法

寫眞レンズ顯微鏡レンズノ様ニレンズガ厚イ場合ニハ測定ニ際シソレノ厚サヲ無視スルコトガ出來ナイ。ソノ場合ノタメ像ト光源ノ大サノ比カラ求メル方法ヲ Abbe ガ工夫シタノデアル。

原理ハ次ノ如シ。厚イレンズノ場合ニ焦點距離ハ焦點 F カラ主

第 19 圖



要面 H マテノ距離ノコトデアアル。

レンズガ L ニアル時 A ノ像ハ B ニ出來ル。此時光源ノ大サ PA=a 像ノ大サ QB=b 次ニレ

レンズヲ Δ ダケ動かセバ焦點モ同ジク Δ ダケ遠ザカリ FF'=Δナル F'ニ移ル。此時 A' ノ像ハ B' ニ出來ル PA'=a', Q'B'=b'

$$\triangle FPA \quad \triangle FHD \quad \text{ハ相似デアルカラ} \quad \frac{c}{f} = \frac{a}{b}$$

$$\triangle F'PA' \quad \triangle F'H'E \quad \text{ノ相似ナコトカラ} \quad \frac{c+\Delta}{f} = \frac{a'}{b'}$$

$$\text{下カラ上ヲ引ケバ} \quad \frac{\Delta}{f} = \frac{a'}{b'} - \frac{a}{b}$$

從ツテ

$$f = \frac{D}{\frac{a'}{b'} - \frac{a}{b}}$$

即チ光源ヲ固定シテ置イテレンズノアル位置ニ對シテ

光源ト像ノ大サノ比ヲ求メ。次ニレンズヲ d ダケ動かシテ(此場合ニハ衝立モ動かシテ像ガ出來ル様ニスルノデアアル) 同ジモノノ比ヲ求メ、ソノ比ノ差デ d ヲワル。

光源トシテハガラス板ニ mm ノ目盛ヲシタモノ。衝立トシテハスリガラスノ面ニ mm ノ目盛ヲシタモノヲ用キル。第18圖ヲ見ヨ。

先ヅ光源ト像トガ同ジ位ノ大サニナル様ニレンズ及ビ衝立ノ位置ヲ定メ。光源ノ $a\text{mm}$ ナルモノノ像ガ幾 mm ニナルカヲ測ル。ソレヲ b トス(此場合ニ a ハ出來ルダケ大キク取ルヲ要ス、例ヘバ 40mm 位ニセヨ) b ヲ讀ムニハ蟲メガネヲ用キテ端數ヲ出來ルダケ精密ニ測レ

次ニレンズヲ光源カラ遠ザケテ(衝立モ動かシツツ) 像ノ大サガ光源ノ $\frac{1}{2}$ 倍位ニ出來ル様ニセヨ。ソノ時ノレンズノ動カシ高 d ノ測リ方ハベツセルノ法ノ時ノ e ノト同斷。光源ノ $a'\text{mm}$ ガ生ズル像ノ大サ $b'\text{mm}$ ヲ讀メ (a', b' ニ關スル注意 a, b ニ同ジ)。

精密ニ $a=b, a'=2b'$ ナル條件ヲ充スコトガ出來レバ

$$f = d$$

光ヲ擴ゲルレンズダケデハ上ノ様ナ方法ハ出來ナイ
Diverging lens
Converging lens
 カラ既知ノ集メルレンズ(焦點距離 F) ト重ネタモノノ焦點距離 F' ヲ測ツテ

$$f = \frac{F F'}{F' - F}$$

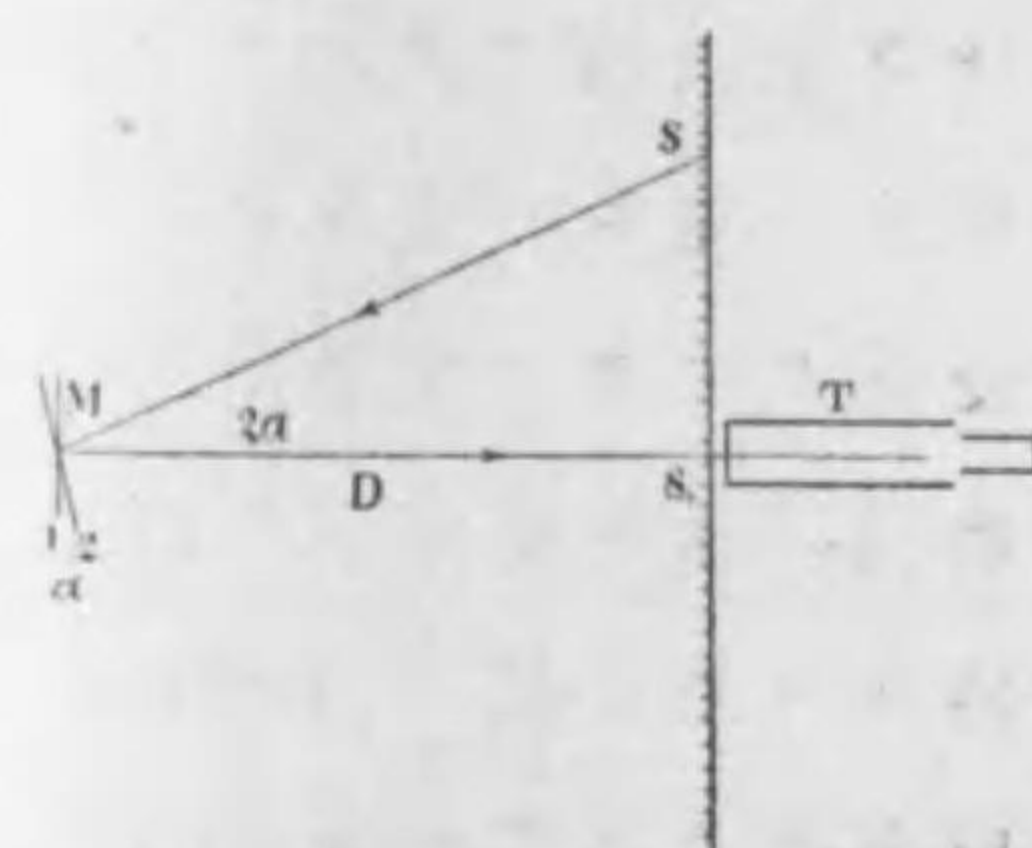
カラ出セバヨシ。

[14] 物指ト望遠鏡トヲ用キテ 鏡ノ廻轉角ヲ測ルコト

精密ヲ要スル測定器械デハ動く部分ノ變位ヲ見易クスルタメ、ソノ部分ニ金屬其他ノ長イ指針ヲ固着シテソノ針ノ先ノ變位ヲ測ル。所ガ實質的ノ針デハ長クスルト重クナルノデ、アル程度以上ニ長クスルコトハ不都合デアアル。針ノ代リニ小サイ平面鏡(或ハ凹面鏡)ヲ附ケテ、遠方ニ物指ヲ置イテ固定シタ強イ光源カラノ光ヲ鏡ニ當テルト、鏡ガ動く時ハ反射光線ハ物指ノ上デ動く。鏡ガアル角ダケ廻ルト反射光線ハソレノ二倍ノ角ダケ廻ルカラ、ツマリ鏡カラ物指マデノ距離ノ二倍ノ長サノ指針ヲ用キタノト同ジ效能ガアル。

鏡ノ廻轉角ヲ測ルニハ物指ト望遠鏡ヲ用キル場合トランプト物指ヲ用キル場合トガアル(後ノ方法デハ周圍ヲ暗クシテ置カナケレバナラス)

第 20 圖



物指ハ通常鏡カラ 50cm 乃至 3m 位ノ距離ニ置ク。

物指上ノ動き高ト鏡ノ回轉角トノ關係ハ左ノ圖ノ示ス通り。鏡ガ M_1 ノ位置ニアル時 T ナル望遠鏡ノ十字線ノ所ニ物指上ノ

S_0 カラノ光ガ到着スル。 M_2 ノ時ニハ S カラノ光ガ來ル
トスレバ反射ノ法則ニヨリ $\angle S_0MS = 2\alpha$ (鏡ノ回轉角ヲ α
トス)

$$\text{故ニ始ノ讀ミ } S_0 \text{ 後ノ讀ミ } S \text{ ナラバ } \tan 2\alpha = \frac{S-S_0}{D}$$

$$\alpha \text{ ガ小サイ時ハ } \tan 2\alpha \doteq 2\alpha \text{ 故ニ } \alpha \doteq \frac{S-S_0}{2D}$$

同ジ角ダケ動イタ時ニ鏡ト物指トノ間ノ遠イ方ガ物
指ノ上デ餘計ニ動クコトニナルガ、用キル望遠鏡ノ倍率
ガ大キクナイ時ニハ、見エル像ガ小サクナツテ、物指ノ目
盛ガ見難クナルコトガアルカラ場合ニ應ジテ適度ノ距
離ヲ選バナケレバナラス。

鏡ハ充分ヨキモノヲ用キ、シカモ支ヘ方ノタメニ歪ノ
起ラナイ様ニシナイト、像ガ不明瞭ニナルカラ注意セヨ。

望遠鏡ノ取扱方。 望遠鏡ヲ使フ時ハ先ヅ接眼鏡ヲ抜
キ挿シシテ十字線ガ最モ明瞭ニ(十字線ニハ大抵小サナ
塵ガ附イテキルトカ之ニ類スル缺點ガアル。ソレ等ノ
模様ガ見分ケラレル位ニ見エナケレバ充分デナイ) 眼
ヲ勞ラスコトナク(遠方ヲ見テキタ眼デ中ヲ眺メタ時ス
グニ見エル様ニ。始メハ此コトヲ數回續ケテクリカヘ
シテ試ミナイト要領ヲ得ラレナイ) 見エル様ニセヨ。
筒先ノ前ニ白イ紙ヲ置イテ背景トシテヤルガヨイ。

次ニ筒ノ長サヲ變ヘテ見テ物指ノ像ノ出來ベキ距離
ニ合ハセヨ。鏡ガ平面デアル時ニハ鏡ノ後ノ方ヘ物指
トノ距離ニ等シイ距離ノ所ニ出來ルノデアルカラ、ソレ

ト同ジ位ノ距離ニ何カ物ヲ置イテ、ソレニ焦點ヲ合ハセ
バヨシ(之ハ後ニ像ヲ見附ケル時ノ助ケニスル準備作業
ニ過ギナイノデアルカラ精密ニスルニハ及バス)。

物指ト望遠鏡ノ置キ場所ヲキメルニハ、鏡ノ面ノ中心
ニ法線ヲ立テタトシテ、ソレガドコニ向フカヲ求メテ、ソ
ノ線ニ對シテ物指ノ中心ト望遠鏡ノ筒先ノ中心トガ對
稱的ニ等シイ角ヲナス様ニ置ケバヨシ。(シカモ物指ト
鏡トヲ含ム平面ト筒先トノ間ハナルベク接近サセヨ)。

[鏡ノ面ノ法線ノ位置ヲ求メルニハ、先ヅ鏡ノ近クニ
行ツテ自分ノ右ノ眼ガ中心ニ見エル(右ノ眼デ見テ) 様
ニシテ、イツモソノ有様ヲ保ツ様ニシツツ次第ニ遠ザカ
ツテ來ル 50cm 位離レタラ細イ棒ニ目印ヲ附ケタモノヲ
右ノ眼ノ前ニ立テテソノ目印ガ丁度眼ノ真前ニアル様
ニセヨ。(鐵ノ三脚臺ニ細イ棒ヲ立テタモノヲ用意シテ
置クト便利デアル)。ソノ目印ト鏡ノ中心トガ一致シテ
見エル方向ガ即チ法線ノ方向ヲアラハス。遠方へ行ツ
テソノ線上カラ右ノ眼デ鏡ノ中ヲ注視スルト右ノ眼ガ
中心ニ見エルコトデソレヲ確メヨ。]

望遠鏡ノ筒先ガ上ノ條件ヲ充ス様ニシツツソレノ光
軸ガ鏡ノ中心ニ向フ様ニセヨ。[ソレニハ射撃ノ照準ヲ
スル様ニ接眼鏡ヨリ少シ上ニ照尺ガアリ筒先ノスグ上
ニ照星ガアルモノト考ヘテ先ヅ方位ヲ直ス即チ望遠鏡
ノ光軸ヲ含ム垂直面ガ鏡ノ中心ヲ通ル様ニスル。次ニ

接眼鏡ノ中心ノマ横ニ眼ヲ置イテ筒先ノマ横ノ點トヲ見通シタ線ガ鏡ノ中心ト同高ノ所ヲ通ル様ニ筒ノ上下ニ對スル傾キヲ直セ。ソノ時前ノ調整ガ狂ハス様ニ注意スベキコトハ勿論デアルガソノ方ヲ後ニ又確メルコトヲ要ス。第二ノ照準ニヨツテ光軸ヲ含ム横ノ平面(垂直面ニ直角ナ)ガ鏡ノ中心ヲ通ルコトニナル。此二通りノ合ハセ方ガ正シク行ハレバ光軸ハ鏡ノ中心ヲ貫クコトニナル。

ソコデ望遠鏡ノ中カラ見ルト物指ノ像ガ見エル筈デアル。筒ノ長サヲ調節シテ焦點ガ正シク合フ様ニセヨ。十字線ニ對シテ視差ノナイ様ニシテ置カナイト物指ヲ精密ニ讀ムコトガ出來ナイ。(十字線ノ一方ガ物指ノ目盛ノ線ニ平行ニ見エル様ニ望遠鏡ノ筒ダケヲ廻シテ直セ。筒ガ廻リ得ナイ型ノモノナラ臺ト共ニ傾ケテ直サナケレバナラス。目印ニスル線ガ目盛ノ線ニ平行デナイト線ノドコデ讀ムカニヨツテ差ガ生ズルカラ端數ノ判斷ヲスルコトガ出來難イ)。

望遠鏡ノ視野内ニ於ケル物指ノ位置ガ片寄ツテキタラ物指ノ位置ヲ直セバヨイ。(此時ニハ望遠鏡デ見ツツ動カスガヨイ)。

上ニ記シタ順序ニ仕事ヲスレバ十分以内デ整頓ガ出來ル。始メカラ望遠鏡デ見テ求メ様トスルトムダナ時間ヲ費ヤスコトガ多イ。

望遠鏡ノ光軸ガ鏡ノ中心ヲ貫ク様ニスル今一ツノ方法ハ筒ノ長サニ目印ヲ附ケテ置イテ(鉛筆デ線ヲ附ケテ置ケバヨシ)カラ筒ヲ長クシテ鏡ノ所ニ焦點ガ合フ様ニシテ十字線ガ鏡ノ中心ト一致スル様ニ方向ヲ直セバヨイ。ソコデ筒ノ長サヲ元ニ戻セバヨイ。

物指ガ見エル様ニナツテキル場合ニ視野ノ一部分ガ暗ク雲ニ掩ハレテキル様ニ見エルナラソレハ光軸ガ鏡ノ中心カラ大ニ外レタ方向ニ向ツテキルノデアル。ソノ時ハ筒ヲ長クシテ鏡ニ焦點ヲ合セテ見ルトヨクワカル。ソコデ向キヲ直シテカラ筒ノ長サヲ元ニ戻セバ視野ノ全部ガ明ルクナツテキル。尤モ鏡ガアマリ小サイ場合ニハ視野全部ガ一樣ニ明ルクナラヌコトガアル。上ノ方法ニヨレバ中央ダケハ確ニ明ルクナル。ソノ場合ニハ鏡ヲ大キクセヌ限リソレ以上ニ直スコトハ出來ヌ。大キナ鏡ヲ用キテモ望遠鏡ノ光軸ガ端ヲ指ス場合ニハ鏡ノ一部分ダケシカ有効ニ働カナイカラ像ハ暗クシカ見えナイ。

以上ノ作業ハ一度研究的ニ實行シテ置ケバ二度目ニハ極短イ時間ニナシ途ゲ得ラレル。應用スル場合ガ頗多イ。

物指ヤ望遠鏡ノ位置ガ既定ノ場合ニ鏡ヲ適當ナ方向ニ向ケ様トスル時ハ鏡ノ中心ノ法線ノ位置ヲ求メル場合ノ方法ヲ逆ニ行ヘバヨレ。即チ鏡ヲ置クベキ場所ヲ

キメラカラ大體ヨイト思ハレル向キニ置イタ後ニ法線
ガ來テ欲シイ既定ノ位置ニ眼ヲ置イテ鏡ノ中心ヲニラ
ミ目印ヲ附ケタ棒ヲ鏡ノ前方 30cm 位ノ所ニ立テ、小サ
イ目印ガソノ視線ノ上ニ來ル様ニスル。次ニ鏡ニ近ヅ
イテ目印ノスグソバニ右眼ヲ置イテ右眼デ見タ時右眼
ガ鏡ノ中心ニ見エル様ニ鏡ノ方向ヲ直セバヨイ。始メ
ノ目印ヲ置ク時鏡ヲ置クベキ場所ニ眼ヲ置イテソコカ
ラ法線ノ行クベキ位置ヲニラシテソノ線上ニ目印ヲ持
來シテモヨシ。何レニセヨ此方法デハ精密ナコトハ出
來ナイカラ望遠鏡デ見テ指圖シテ直スカ望遠鏡ノ方ヲ
僅動カスカシテ第二次ノ調整ヲ加ヘナケレバナラス。

光ノ挺子 (Optical lever)

先ノ尖ツタ短イ三脚ノアル丈夫ナ板ニ小サイ鏡ヲ固
定シテ(二脚ヲ結ブ線ガ鏡ニ平行ナ様ニ、鏡ハソノ線ニ平
行ナ軸ノ回リニ廻スコトノ出來ル方ガ便利デアル、第22
圖)水平ナ丈夫ナ臺ノ上ニ置イテソレカラ 3m 位ノ所ニ物
指ト望遠鏡ヲ置キ物指ガ見エル様ニシテカラ、望遠鏡ノ
中ニ見エル目盛ノ所ト鏡トヲ結ブ線ニ對シテ物指ノ面
ガ直角ニナリ、シカモ物指ノ長サノ方向ハ上ニ記シタ二
脚ヲ結ブ線ニ直角ニナル様ニ直セ。ソコデ物指ヲ讀ム。
次ニ第三ノ脚ノ下ニ厚サヲ測ルベキ薄板ヲ入レテカラ
物指ヲ讀ム。次ニ板ヲ取去リテ讀ミ又クリカヘス、數回
クリカヘシタ後、スフエロメーターノ場合ノ様ニ平ナ

紙ノ上ニ三脚ノ痕ヲ附ケテ二脚ヲ結ブ細イ直線ヲ引キ
ソレト第三脚トノ距離ヲガラスノ物指デ測ル。ソレガ
ラデ物指ト鏡トノ距離ガ D (之ハ卷尺デ測レバヨシ)、第三
脚ノ下ニ何モナイ時ノ讀ミノ平均 S_0 板ヲ入レタ時ノ讀
ミノ平均 S ナル時、第三脚ノ上下ノ移動即チ板ノ厚サヲ
 h トスレバ、鏡ノ回轉角 α ハ一方カラハ $\frac{h}{r}$ 物指面ノ讀
ミノ變化カラハ $\frac{S-S_0}{2D}$ 故ニ $h = \frac{r}{2D} \times (S-S_0)$
物指面ノ動き高ハ、第三脚ノ動き高ノ $\frac{2D}{r}$ 倍ニナル。
此關係カラ上ノ裝置ヲ、光ノ挺子ト稱ヘル。

[望遠鏡ノ据附場所ニ關スル注意]

物指ト望遠鏡ハ必シモ近ク置カナイデモヨシ。鏡ト
結ブ線ガ鏡ノ回轉軸ニ直角ナ平面(鏡ノ中心ヲ通ル)カラ
近イ場所ニサヘアレバヨイ。物指ノ方ハ普通ノ床ニ直
ニ置イテモ差支ハナイ(風ノタメニ動く様ナコトノナイ
様ニシテ置ケバ、丈夫ナ床デアレバ近邊デ重イ物ガ動く
様ナコトガナケレバ $\frac{1}{10}$ mm モ上下スルコトハナイト見
ラレルカラ)ガ望遠鏡ノ方ハ人ノ動く床カラノ振動ガ傳
ハラナイ様ナ臺ノ上ニ置カネバナラス。[床ノ他ノ部
分トノ間ヲ切離シテ地盤カラ築キ上ゲタ臺(床面ヨリ上
マデ築キ上ゲテモヨシ、床面マデニシテソノ上ダケニ乗
ル机其他ノ臺ヲ用キテモヨシ)ガ必要デアル。厚イ丈夫
ナ壁ノ建物ナラバソノ壁ニ取附ケタ臺ヲ用キテモヨシ。
木造ノ建物デモ基礎工事ガ丈夫ニ出來テキレバ建物ノ

側面ニ丈夫ナ板ヲ固定サセレバ床面ニ直接ニ置イタ机ノ上ヨリ動クコトガ少ナイ。但シ風ノタメニ動ク様ナ建物モアルカラ實際ニツイテ吟味シナケレバナラス。望遠鏡ノ光軸ノ方向ガ不變デアルコトガ計算ノ根據ニナルコトヲ忘レヌ様ニセネバナラズ。望遠鏡ヲ支ヘル部分ヲ最初ニヨク吟味シテ輕クタイテ見テ動ク恐ノナイコトヲ確メテ置カナイト後ニ僅觸レタタメニ大ニ移動スル様ナコトガ起ル。固定スルタメノネヂハ出來ルダケカタクシメテ置カネバナラヌ。所ガ動カス場合ニネヂヲ弛メナイデ動カシカケルト他ノ部分ガ弛ンデシマツテソレガタメニ後ニ思ハヌ時ニ變動シテコマルコトガアル。

鏡ヲ据附ケル臺ニツイテモ望遠鏡ノト同ジク考ヘヨ。

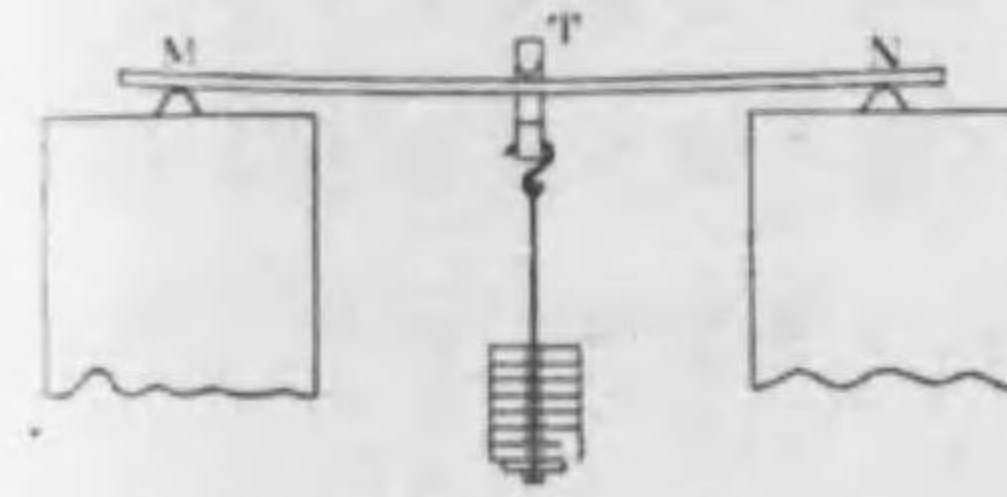
[15] 撓ミニヨリ彈性率

ヤングノ彈性率ヲ測ルニハ針金ニ作ツテ重リヲ釣ツタ時ノ延ビヲ測ツテ計算シテモヨイ。棒ノ撓ミカラ求メル場合ニモ顯微鏡或ハスフエロメーターヲ用キテ下リ高ヲ測ツテモヨイノデアアルガココデハ光ノ挺子ヲ應用シテ見ル。

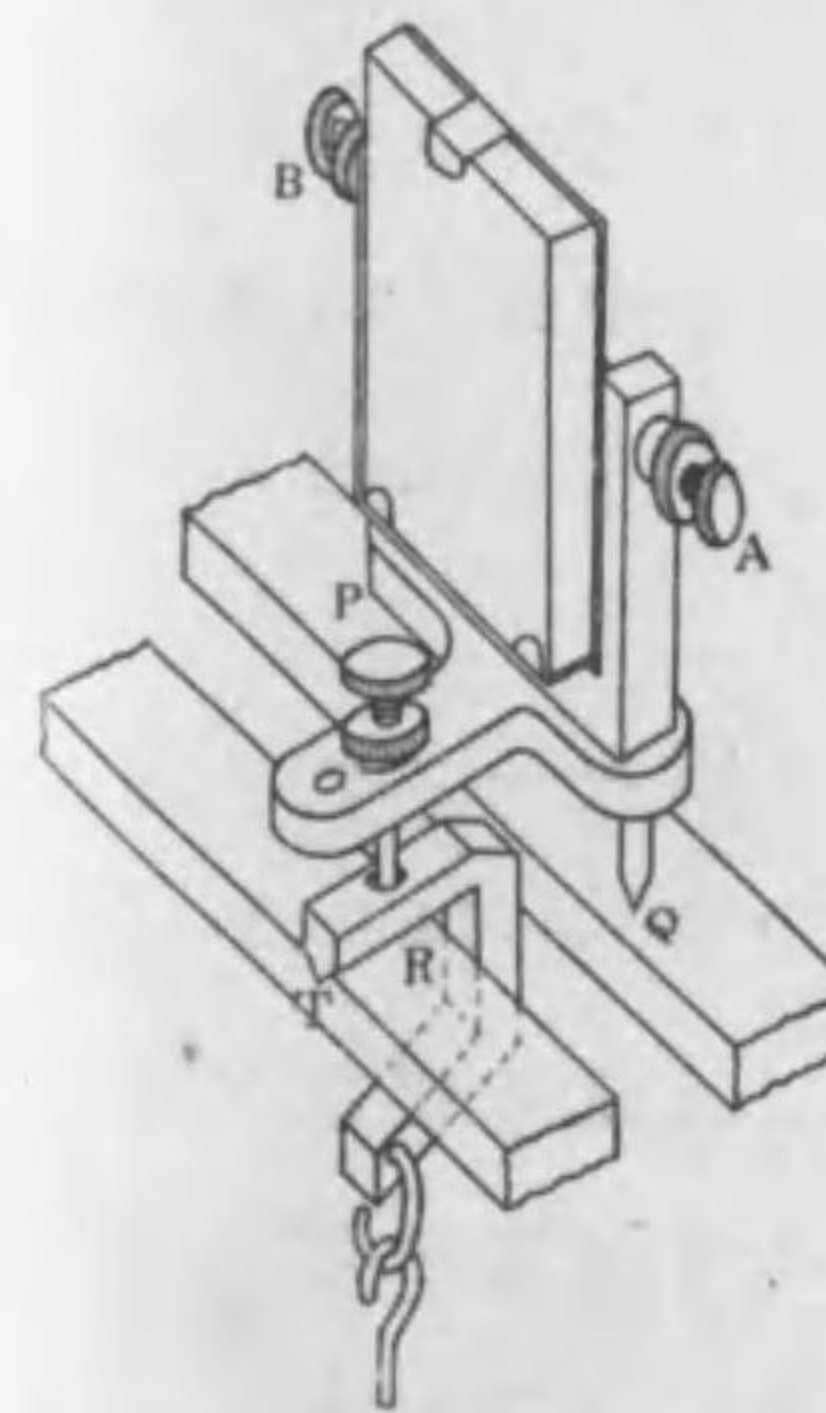
断面ガ長方形ノ棒ヲ作ル。幅ト厚サヲナルベク一様ナ様ニ作ル。殊ニ厚サノ方ハ念ヲ入レテ一様ニ作ラナケレバナラナイ。

床カラ振動ノ傳ハラナイ様ナ丈夫ナ臺ノ上ニ一對ノ受ケ臺ヲ互ニ平行ニ据附ル。受ケ臺ハ鋼デ作り頂角ハ120ニ作ル。此臺ノ上ニ之ニ直角ニ棒ヲ横タヘル。受

第 21 圖



第 22 圖



臺ノ中央ニ相當スル所ニ鉛筆デ印シヲ附ケテソコニ重リヲ釣ルタメノ乃ヲ乗セル。

受臺ノ上ニ別ノ棒ヲ今一本乗セル。

光ノ挺子ノ脚 P, Q ヲ第二ノ棒ノ上ニ乗セテ R ノ脚ヲ及 T ノ孔(此孔ガ棒ノ幅ノ中央ニ乗ル様ニセヨ)ノ中心ヲ通シテ測ルベキ棒ノ上ニ乗セル。

此鏡ニ對シテ 2m バカリノ所ニ物指ト望遠鏡ヲ据附ケ。

A, B ノネヂヲユルメテ鏡ノ傾キヲ適當ニ直シテ物指ノ上ノ端ノ方ガ見エル様ニスル。

先ヅ T ノ下ニ重リヲ乗セル皿ノミヲツルシタ時ノ物指ノ讀ミヲ取ル。之ヲ S_0 トス。次ニ W ナル重リヲ乗セタ時ノ讀ミヲ S トスレバ棒ノ中心ノ下リ高 $h = \frac{r(S - S_0)}{2D}$ 然ルハ R カラ PQ マデノ距離, D ハ鏡ト物指ノ距離。

受臺 M,N ノ距離 l } ナラバ彈性率 $E = \frac{l^3 W}{4h d^3 b}$
 棒ノ厚サ d 幅 b }

Wヲダイソ単位デアラハシテ Eヲ絶對單位デ出セ。

r, D ノ測リ方ハ前ニアリ。Sハ mm ノ $\frac{1}{10}$ マデ讀メ。

lヲ測ルニハ棒ヲ取除ケテ物指ノ目盛ヲシタ方ノ線ヲ下ニシテ受臺ニ乗セテ、一方ノ臺ノ稜ガ物指ノ長イ目盛ノ線ト一致スル様ニシテ、他方ノ臺ノ稜ノ位置ヲ讀メバヨシ。mm ノ $\frac{1}{10}$ マデ。

bハキヤリバーニテ mm ノ $\frac{1}{10}$ 或ハ $\frac{1}{20}$ マデ。

dハネヂマイクロメーターデ mm ノ $\frac{1}{100}$ マデ測レ。

棒ノ幅ヤ厚サガ一樣デアルコトヲタメスタメ、受臺ノ間ニアツタ部分ヲ8等分シテソノ各ノ中央ニ鉛筆デ印シヲ附ケテ、ソコノ幅ト厚サトヲ測リ別々ニ記帳シテソレノ平均ヲ取ツテ計算ニ用キヨ。

Wノ値ハ 200gノ分銅ヲ7個用キテ順次一ツツツ加ヘ次ニハ又一ツツツ減ジテ、即チ 0, 200, 400, …… 1400, 1200 …… 200, 0gト變ヘテ尺度ノ讀ミヲ取レ。記録ノ仕方ハ次ノ頁ノ例ニ示ス様ニシテ、重リヲ増シタ時ト減シツツアツタ時トノ平均ヲ取ツテ得タ8通ノ値ヲ二ツニ分ケテ下半ノ4ツノ値カラ上半分ノ4ツヲ順々ニ引イテ 800gニ對スル差ヲ4通作リソレノ平均ヲ取リ公式ニ入レル。此場合ニハ $W = 800 \times 980$ ダイソトナル。重リト S トノ關係ヲアラハスグラフヲ畫イテ

見ルト行キト歸リノ線ガ僅ノ面積ヲ圍ムコトガアル。ソレハ彈性的履歴現象ニ相當スル。又圖ノ上ノ點ノ比較カラ觀測ノ誤ヲ發見シ得ルコトヤ、ココニ記シタ組合セ方ノ效能ニツイテハ [3] [5] [9] ノ場合ニ既ニ記シテアル。

記録シカタノ例

W	S	S'	平均	差
0	↓ 0.84	0.85	0.84	
200	2.20	2.27	2.23	
400	3.59	3.62	3.60	
600	5.01	5.00	5.00	
800	6.44	6.41	6.42	5.58
1000	7.86	7.82	7.84	5.61
1200	9.22	9.26	9.24	5.64
1400	10.61	↑ 10.61	10.61	5.61
			平均	5.610

分銅ノ乗セ方ノ注意

分銅ヲ急ニ乗セルト T ガオドリ上ツテ鏡ノ位置ガ狂フコトガアル。ソレガタメ力ノ變ツタタメデナイ變化ガ起ル。ソレヲナクスタメニハ片手デ皿ノ棒ノ部分ヲ押サヘテ、上ノ鈎ガ不規則ニ動クコトノナイ様ニ注意シツツ乗セヨ。分銅ヲ乗セツツアル間ニモ物指ノ讀取ガ出來ル位ニ靜ニスルガヨシ。

[16] 振デレニヨリ剛性率

測ルベキ材料が針金ノ形ニナツテキルトスル。

長サ l 弱ノ真直ナ針金ヲ取り上端ハ丈夫ナ臺ニ取附ケタ萬力デ挟ンダ針金挟ミデ固定スル。下端ニハ慣性能率ノ大キナ物ヲ釣ルス。

ソノ釣ルス物ニツイテハ大ニ考ヲ要スル。計算ヲ簡單ニスルタメニハ慣性能率が容易ニ計算サレル様ナ物體ニ直接ニ針金挟ミヲ固着シテソレニ針金ノ下端ヲ固定シタ時ノ振デレノ振動週期ヲ求メ(之ヲ T トス) 釣ルシタ物體ノ慣性能率ヲ K トスレバ針金挟ミノ慣性能率ヲ無視シテ計算スレバ、針金ノ長サ l 半径 r ナラバ

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{K}{\frac{1}{2} \pi n \frac{r^4}{l}}} \quad \text{從テ } n = \frac{8\pi Kl}{T^2 r^4}$$

n ハ求ムル剛性率。

次ニハ複雑ナ形ノ物ノ慣性能率ヲ求メル場合ノ例トシテ慣性能率ヲ既知ノ量ダケ變ヘテ測ル方法ヲ記ス。

今形ハ複雑デアツテモ針金ヲ取附ケルノニ便利ナ物體ヲ用キテ振動週期ヲ測ル。ソレガ T_1 慣性能率ノ未知ノ値ヲ K_1 トスレバ $n = \frac{8\pi K_1 l}{T_1^2 r^4}$

次ニ慣性能率ヲ既知ノ量 K_2 ダケ増シテ測ツテ週期 T_2 ヲ得タトスレバ

$$n = \frac{8\pi(K_1 + K_2)l}{T_2^2 r^4}$$

此ニツカラ K_1 ヲ追出セバ

$$n = \frac{8\pi K_1 l}{(T_2^2 - T_1^2) r^4}$$

n ノ方ヲ消ス様ニスレバ

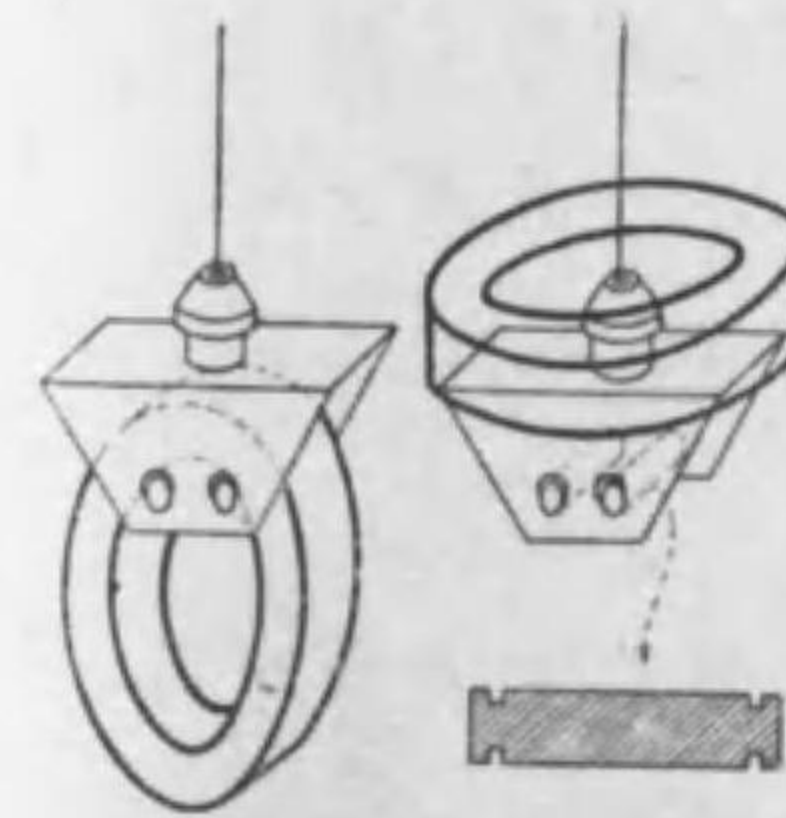
$$K_1 = \frac{K_2 T_1^2}{T_2^2 - T_1^2}$$

即チ K_2 が既知ナラバ K_1 が得ラレル。

實際計算スル場合ニハ $T_2^2 - T_1^2$ ハ $(T_2 - T_1)(T_2 + T_1)$ ノ形ニシテ出ス方ガヤサシイ。

K_2 ヲ増ストイフコトハ別ナ物ヲ附加ヘテモヨイガ。ソレデハ針金ニ働ク張力が變ハルノデ面白クナイカラ次ノ例デハ第二ノ場合ニハ第一ノ場合ニ釣ルシタ物ノ一部分ノ置キ方ヲ變ヘテ振動サセル。

第 23 圖



圖ニ示ス様ナ框ニ短イ圓筒形ノモノヲ先ヅ左ノ様ニ縦ニ支ヘテツリ。次ニハ右ノ様ニ横ニ置イテ振ラセル。

輪ノ質量 M , 外半径 R_1 , 内半径 R_2 , 高サ H

框ト針金挟ミノ慣性能率 k ナラバ、左ノ位置デハ $K_1 = k + M \frac{R_1^2 + R_2^2}{4} + M \frac{H^2}{12}$

右ノ位置ノ時ノ慣性能率ハ之ガ上ノ第二ノ場合デアルトスレバ

$$K_1 + K_2 = k + M \frac{R_1^2 + R_2^2}{2}$$

K_2 ハ置キ方ノチガフタメノ増シ高

$$K_2 = M \frac{R_1^2 + R_2^2}{4} - M \frac{H^2}{12}$$

ソレ故此二ツノ場合ノ週期 T_1, T_2 ヲ測リ、前ノ式ノ中ニ此 K_2 ノ値ヲ入レレバ n ガ得ラレル(k ハ未知デヨイ)。

モシ k ヲ出シタケレバ K_2, T_1, T_2 ヲ用キテ K_1 ヲ出シソレカラ圓筒ヲ縦ニシタ時ノ慣性能率ヲ引ケバヨシ。(此場合ニハ二回ノ實驗ヲ通ジテ同ジ針金ヲ上下共挟ミ方ヲ變ヘナイデ測レバ結果ハ針金ニハ無關係)。

物體ノツリ方ハヨク注意シテ慣性能率ノ計算ニ用キタ軸ガ針金ノ軸即チ振動ノ廻轉軸ト一致スル様ニシナケレバナラズ。

R_1, R_2 ハ直徑ヲキヤリバーデ測リ、 H モキヤリバーデ、針金ノ直徑ハネヂマイクロメーターデ(長サヲ8等分シタ部分ノ中央デ)互ニ直角ナ二ツノ直徑ヲ測ツテ別々ニ記録シテ全體ノ平均ヲ取ツテ二分シテ a ニ入レル。

l ハ mm マデ測レバヨシ。

週期ノ測り方

物體ニ白色ノ目印ヲ附ケテ、ソレガ静止シテキル時ノ位置ト一致スル所ニ固定シタ目印ヲ設ケル。

針金ガ静止シテキル時ノ位置カラ横ニ外レナイ様ニ注意シテ、下ノ端ヲ振ツテカラ静ニ放セバ廻轉振動ヲ始メル(針金ガ振子式ノ横振レヲセヌヤウニ、モシ横振レヲシタナラソノ振動ノ中心ノ位置ヲ見定メテ指先デ輕ク針金ヲ挟ンデ(廻轉振動ヲサセタママ) ソノ中心ノ位置

マデ引戻シテカラシバラクシテ(指ヲ開イテモドチラヘモ動キカケナイコトヲ見定メテカラ) 放セバヨシ。但シ此場合ニ手が空ニ浮イテキテハ出來ナイカラ手ハ固定シタ臺ニモタセテ指ノ位置ガ固定スル様ニシナケレバナラナイ。針金ガ途中デ曲ツテキルト廻轉ニ伴ツテ部分的ニ動クコトヲ止メラレナイカラ針金ハマ直ニ直シテカラ使ハネバナラズ。

物體ノ目印ハ固定シタ目印ニ對シテ對稱的ニ動クコトヲ確メヨ。モシ一方ニ餘計ニ動ク様ナラ固定シタ目印ノ位置ガワルイノデアルカラ置キ直サネバナラズ。ソノ目印ノ位置ヲキメルノニハ物體ガ全ク静止スルノヲ待タナイデ僅ダケ振動(廻轉ノ) シテキル間ニソノ振幅ノ中央ニ置ケバヨシ。

物體ニ附ケタ目印ヲ直接ニ見タノデハ振幅ガカナリ大キクナイト振動ノ中心ヲ通ル時刻ヲ定メニクイ。振幅ノ小サイ場合ニ大キク見エル様ニスルニハ物體ニ小サイ鏡ヲ固着シテ望遠鏡デ判然タル光源カラノ光ノ反射ヲ見ル様ニスレバヨシ。

週期ノ測定ヲ二人共同シテ行フ場合ニハ、一人ハ觀測者トナツテ手ニ二ツノ木片ヲ持ツテ目印ガ固定シタ目印ヲ同一方向ニ通過スル瞬間毎ニ合圖ヲ與ヘル。木ヲ打ツ時ト目印ノ通過トガ同時デナケレバナラズ。通過スルノヲ見テカラ手ヲ動かシタノデハ遅イ。觀測者ハ

振動ト調子ヲ合ハセテイツモ木ヲ動カシテキテ目印ノ通過ノ間際ニハ木モカナリノ速サデ將ニブツカラウトシテキル位デナケレバナラス。自分ノ打ツタ音が通過ノ瞬間ニ聞コエル様ニツトメルノデアルカラアル時ハ打ツ方ガヤヤ早イコトガアツテモカマワス。大ニ練習ヲ要スル。(中央ヲ通ル時ハ速サノ最大ノ時デアルカラ位置ノ方カラ見テヤヤ前後シテモ時刻デハ極僅シカ違ハス。殊ニ鏡ヲ用キテ振幅ガ大キク見エル様ニシテ観測スル場合ニハナホ都合ガヨイ)。

記録者ノ方ハ時計面ノ秒針ニ注意シテキテ合圖ヲ受ケタ時刻ヲ記入スル。秒ノ $\frac{1}{10}$ マデ判断スル練習ヲセヨ。秒針ノ運動ト調子ヲ合ハセテ口ノ中デ秒ノ數ヲ讀ンデキテ針ノ位置ハ一々ニハ見ナイデ音ヲ聞イテ數ヘルコトヲ續ケテキル。間違ヘルコトガアルノヲ恐レテキテハ判断ガ鈍ルカラ時計ハ目ノ前ノ見エル位置ニ置イテ數ヲ忘レタラスグ見テツヅケテ行クコトガ出來ル様ニスルノデ。時刻ノ秒ノ間ノ $\frac{1}{10}$ ノ判断ハ一ツノ秒ノ音ノ後ニ過ギタ時間ヲ覺エテ丁度合圖ヲ受ケタ時マデニ經過シタ時間ガ記憶ニアル一秒ノ長サト比ベテドノ位ノ割合ニナルカトイフコトヲ判定スルノデアル。前以テ秒ノ音ヲ續ケテ聞イテキテ一秒ノ長サトイフモノヲ記憶スルヤウニツトメナケレバナラス。練習スレバアル時刻ニ時計ノ秒ヲ見テ置イテ、ソノ後ハ時計ノ音ヲ聞カ

ナイデ自分ノ記憶ダケカラ數ヲ數ヘテ60數ヘタ後時計ト見比べて見ルト合ツテキルトイフ位ノコトハ出來ル様ニナル。此練習ハ一度充分ヤツテ置イテ後ニ時々復習シテ置クト他ノ場合ニ間ニ合フコトガアル。

元來時計ハ一樣ナ運動ヲ代表スルモノデハナク斷續的ノモノデ、振子ノ半週期ヲ目盛トシテ時間ニ刻ミ目ヲ與ヘテ行クモノデアルカラ、ソノ刻ミ目ノ間ノ端數ハ観測スル者ガ推測シナケレバナラス。秒針ノ運動ハ振子ノ振動ノ數取リニ過ギナイカラ秒針ガ動キ始メ或ハ止マツタ瞬間ダケニハ意味ガアルガソノ中間ノ位置ハ何モアラハスモノデハナイ。〔尤モクロノメートルデハ振子ガ半秒週期ニ作ツテアルカラ半秒毎ニ時ヲ刻ンデ行クノデ針ハ秒ノ中間ニ一度ヅツ止マツテ行ク。懐中時計デハモツト小サイ振子ヲ使フカラ $\frac{1}{5}$ 秒ノ境目ヲ與ヘルノモアル。イクラ針ヲ長クシテモソノ境目以下ノ端數ヲ針ノ位置カラ求メルコトハ出來ナイノデアル。圓錐振子ノ様ニ等速運動ヲスル装置ヲスレバソレノ位置カラ端數ヲ讀ムコトガ出來ルノハイフマデモナイ。ゼンマイ或ハ重リヲ使ツテ齒車ヲ廻スヤウニシテ置イテ一方カライツモ適當ナ抵抗ガソレニ作用スル様ナ仕掛ヲ作ツテ圓筒或ハソレニ挟マレタ紙ガ一樣ナ速サデ動く様ニナツテキル器械ガアル、例ヘバ氣象ヤ地震等ノ現象ヲ不斷ニ自動的ニ記録サセル仕掛ニ用キル圓筒ハソ

ノ型ノモノデアル。又自記電信機ノ紙片ノ様ニ動クモノモアル。時ヲ測ル(時ノ小サナ端下ヲ) 目的ニ便利ニ作ツタ場合ノモノヲクロノグラフト名ク]。

振子ノ運動ハ所謂單振動デアルカラ中央デハ速ク端デハ静止スルノデモシ振幅ガ一定デアルナラ特別ナ不同ニ目盛シタ物指ヲ備附ケテ置ケバ時ノ端數モ讀メルヲケデアルガ振幅ガ變ハルト間ニ合ハナクナル。

合圖ノ間ガアマリ近イト記録ヲスル餘裕ガナクナル。六秒位ヘダテナイト困難デアル。測ルベキ週期ガアマリ小サイ場合ニハーツ置キ(或ハ二ツ三ツ置キ) ニ合圖ヲ與ヘルコトニスレバヨイ。

記録ヲスルニハ前以テ帳面ニ次ノ様ナ番號ヲ記入シテ置イテ右ノ行カラ記シ始メヨ(左ノ數カラ右ヲ引ク様ニスル方ガ計算ニ便利デアルカラ)

N°	N°	差
21	24.5	1
22	33.9	2
23	43.0	3
⋮	⋮	⋮
30	46.5	10
		平均 $\overline{3.64}$

$$T = \frac{186.4}{20} = 9.32$$

長ク觀測ヲ續ケルト疲レルカラ。注意ヲヨク集中スルタメニ N° 11 カラ N° 18 マデノ間ハ只回數ヲ唱ヘルダ

ケニシテ合圖ヲ中止スル。但シ回數ヲ唱ヘル聲ハ記録者ニモ聞コエル位ニシテキテ N° 19 カラ合圖ヲ始メル。記録者ハ 19 ノ合圖カラ時計ニ注意シ始メテ N° 21 カラ記入ヲ始メル。

此實驗ノ場合ノ様ニ一定ノ週期デクリカヘサレルモノヲ測ルコトハ割合ニヤサシイ。ナゼナラバ始メ豫習トシテ何回カ讀メバ大約ノ時間ガワカルノデアルカラ(記録者ニハ合圖ノ來ル時刻ノ豫想ガツクカラ) アル秒ノ間ニ注意ヲ集中スルコトガ出來ルカラデアル。

[17] 分光計 (Spectrometer)

分光計ニハ度盛シタ圓盤ト二ツノ筒ガ附イテキル。筒ノ一ツハ臺ニ固定シテキル。ソレノ外ノ方ノ端ニハ幅ヲ變へ得ル様ナ slit ガ附ケテアリ他ノ端ニハレンズガアル。筒ノ長サハ拔挿スルコトニヨリ變ヘルコトガ出來ル。之ヲコリメーター Collimator ト稱ヘル。

今一ツノ筒ハ望遠鏡デソレヲ支ヘル腕ハ器械ノ中心軸ノ回リニ廻シ得ル様ニナツテキル。ソノ腕ハ更ニ第二ノ腕ニ對シテネヂデ固定スルコトガ出來ル。ソノ第二ノ腕ハ管ニ入レテアルバネトネヂノ間ニ挟マレテキル(ソノバネノ一方ノ端ハ臺ニ固定サレテキル。ソノネヂハ歩ミノ小サイ長イネヂデソレニ對スルメネヂハ臺

ニ固定サレテキル) ネヂヲ進メレババネガ壓込マレテ腕ハソノ方ニ動かサレル。ネヂヲ戻セババネガ腕ヲ押しテ戻スノデアル。之ニヨツテ望遠鏡ヲ極僅ヅツ動かスコトガ出来ルノデアル。此装置ヲ呼ビネヂト稱ヘル。其構造カラ考ヘテワカル通リアル狭イ範圍内ニシカ使ヘナイ。(即チネヂガ行止リマデ進ンダ後ハモウ押スコトガ出来ナイ、反對ノ方向ニハバネガ延ビ切ツタ後ハ戻ツテ来ナイ)。

呼ビネヂノナイ器械デハ只手加減デ動かスヨリ仕方がナイカラ丁度ヨイ位置ニ合ハセルタメニ時間ガカカル。呼ビネヂヲ用キレバ精密ニ合ハセルニ便利デアル。

望遠鏡ヲ大キク動かスタメニハ先ヅ第二ノ腕ニ對スルネヂヲユルメテカラ腕ヲ持ツテ動かスノデアル。ネヂヲユルメルコトヲ忘レテ動かサウトスルト無理ガ出来テ器械ガ損ズル。

度盛圓盤ガ臺ニ固定シテキル場合ト中心軸ノ回リニ廻スコトノ出来ル構造ノモノトガアル。圓盤ヲ動かシ得ル型ノモノデハソレヲ細カク動かスタメノ呼ビネヂ装置ガ附ケテアル。圓盤ノ固定サレタ型ノデハプリズムヲ乗セルタメノ中央ノ臺ヲ細カク動かスコトノ出来ル様ニソノ臺ニ固定シテ腕ト圓盤トノ間ニ呼ビネヂガ設ケテアルノガアル。簡單ナ構造ノモノデハプリズム臺ハ只手デ廻シ得ルダケデソレヲ廻シタ角ヲ測ルコト

ノ出来ナイノガアル。又圓盤ノ固定シタ型ノデハ望遠鏡ヲ動かスタメノ呼ビネヂハ只一本ノネヂデ、ソレニ對スルメネヂガ圓盤ニ對シテ面ニ直角ニシメ附ケル所ノネヂデ固定サレタリユルメラレタリスル様ニ作ラレタノモアル(望遠鏡ヲ支ヘル腕ガ第二ノ腕ニ固定サレタバネトネヂトノ間ニ挟マレテキテ、ソノ第二ノ腕ニ對シテ微動ヲナシ得ル様ニシテアリ、ソノ第二ノ腕ハ圓盤ニ對シテネヂデ固定スルコトガ出来ルトイフ構造ノ方ガ工合ガヨイコトハ勿論デアル)。

プリズム臺ハ圓盤ニ對シテ廻リ得ル様ニナツテキル。ソレニヨツテプリズムハ圓盤ニ對シテ任意ノ位置ヲ取ルコトガ出来ル。圓盤ガ廻リ得ル型ノモノデハプリズム臺ニハ腕ガ附ケテナイカラ圓盤ニ對シテプリズムノ廻ツタ角ハ測リ得ナイ。此場合ニプリズム臺ヲネヂデ圓盤ニ固定シテ圓盤ガプリズムト一所ニ廻ル様ニシテ置ケバ臺ニ對シテプリズムヲ廻シタ角ヲ測ルコトガ出来ル。

望遠鏡ヲ支ヘル腕ニハ度盛ヲ讀ムタメノ vernier ガ附ケテアル。度盛ノ圓ノ中心ト回轉軸ガ一致シテキナイ場合ニ(之ヲ *excentricity* ト稱ヘル) ハ vernier ガ一ツデアルトスレバ圓盤ヲ固定シテ望遠鏡ヲアル角ダケ廻シタ時ニ vernier ガ度盛ノ圓ノ中心ト反對側(廻轉軸ニ對シテ)ノ方ニアル時ハ度盛ノ上デ實際ヨリ少シ小サナ角ニナ

ツテアラハレル。vernier ガ圓ノ中心ト同ジ側ニアル時ニハ眞ノ廻轉角ヨリ少シ大キナ角ヲ指示スコトニナル。此誤差ヲ避ケルニハ廻轉軸ヲ通ル線ノ兩端ニ vernier ヲ附ケテ、イツモソノ二ツノ vernier デ讀ンダ値ノ平均ヲ取ツテ計算スルコトニスレバヨシ。但シ兩方ノ差ハ僅ナモノデアラカラ平均ヲ取ルノニ角度ノ讀ミノ全部ノ平均ヲ取ルニハ及バナイ。vernier ヲ區別スルタメ一方ハ 1 他方ニハ 2 ト記シテ置イテ度数ノ方ハイツモ 1 ノ vernier ノ方ダケノヲ記録シテ 2 ノ方カラハ度ヨリ下ノ部分即チ分ノ數ダケヲ讀取ルコトニスル(ツマリ兩方ノ vernier ニヨツテ讀ンダ分ノ數ノ平均ノ前ニ 1 ノ方デ讀ンダ度ノ數ヲ書キタスコトニナル。モシ度ノ數マデ兩方デ記録シテ平均スルナラバソレヨリ 90°ダケ大キクナルダケノコトニナル。角ノ計算ヲスル時ハイツモ二ツノ角ノ差ヲ取ルノデアラカラソノ兩方トモニ 90ヲ加ヘテモ加ヘナイデモ變ハリハナイカラ。ナルベク手數ヲ省クトイフ主意デ一方ノ度ノ數ヲ記スコトヲ省クノデアル)。

Vernier ノ讀ミ方

vernier デ角ガイクラノ細カサマデ讀メルカラ先ヅ調べテ見ヨ(モシ圓盤ノ度盛ガ $\frac{1}{2}^\circ$ マデ分ケテアツテ、ソレノ 29 目盛ガ vernier ノ 30 目盛ト等シカツタナラ vernier ノ一 目盛ハ $\frac{1}{2}^\circ$ ノ $\frac{1}{30}$ 即チ 1'ニ相當スル。但シソノ場合ニ

vernier ノ目盛ノ所ニハ 0 カラ 30 マデノ數ガ記シテアルトスレバ vernier ノ 0 ガ指ス所ガ、度ノ線ヨリ上デ 30'ノ線ヨリ下ノ所デアラナラバ vernier ノ中デ圓盤ノ目ト一致シテキル目ノ所ノ數ヲソノママ記録シテ分ノ讀ミトスレバヨイノデアアルガ、 $\frac{1}{2}^\circ$ ノ線ヨリ上デ度ノ線ヨリ下デアラナラ vernier ノアラハス數ニ 30ヲ加ヘタ數ヲ記録シナケレバナラズ)。

此位ノ vernier ニナルトレンズヲ用キナイト見分ケニクイ。(精巧ナ器械デハ vernier ヲ讀ムタメノレンズガ器械ニ取附ケテアル)。レンズデ見ルニハ眼ヲ出來ルダケレンズニ近クシテ線ガ判然ト見エル様ニ度盛ノ面ニ對スルレンズノ距離ヲ加減スル。シカモレンズノ中心ガ丁度合ツテキル目盛ノ眞上ニナル様ニ置カネバナラス。vernier ノ面ト圓盤ノ面トハイクラカ高サガ違フ。ソレ故視差ハ避ケラレナイカラ斜ナ方向カラ見ルト讀ミノ差ガ出來テコマル。

vernier ヲ注意シテ見ルト時々起ルコトデアアルガ。ドノ目盛モ合ハナイデ、アル二ツノ目盛ガ同ジ位極僅ヅツモトノ目盛ニ對シテ反對側ニ片寄ツテ見エルコトガアル。ソノ時ハ兩方ノ目盛(圓盤ト vernier トノ)ニ於テソノ中央ニ線ガアツタトシタナラソレガ丁度一致シテキル筈デアアル。ソノ時ハソノ vernier ノ二ツノ目盛ニ相當スル數ノ中間ノ數(前ノ例ニツイテイヘバ 0.5)マデ讀メバ

ヨイ。同ジ研究ヲ進メテ見レバ vernier ノ相隣ル二本ノ線ガ反對側ニ僅片寄ツテキル。但シ一方ノ片寄り方ノ方ガ少ナイ——例ヘバ 12'ノ線ノ片寄り高ガ 13'ノ線ノ反對側ニ生ジタ片寄り方ノ半分位デアララソノ時ニ詳シク讀メバ 12.3ト讀ムベキデアル。シカシ實際ノ器械ノ等分シカタガアマリ精密デナイ場合ニ一ツノ讀ミダケヲ詳シク取ツテモ意味ヲナサナイコトガアルカモ知レナイ。

vernier ヲ見慣レナイトドコガ一番ヨク合ツテキルカヲ判斷スルノニ手間ドルコトガアルガ。次ノ様ニスルト速ク決セラレル。アル目ガ合ツテキルナラソレノ兩外側ノハソレニ對シテ對稱的ニ片寄ツテキル筈デアル。ソレデモマダ見ワケラレネバ其次又ハソノ又次ノ兩側ノ片寄り方ヲ比ベテ見ルガヨイ。ソレガ何レモ對稱的ニナツテキレバ始メノ判斷ガ正シイノデアル。場合ニヨツテハソノ逆ニ始メ内側ニ向ツテ同ジ位片寄ツテキル所ノ二ツノ目盛ヲ見附出シテ兩側カラ内ニ向ツテタドツテ行ツテ中心ニ到着スルトイフ順ニ判斷ヲ進メテ行ク方ガ速ク決セラレルコトモアル。

機械ノ調整

觀測ヲ始メルニハ

第一ニ望遠鏡ヲ平行光線ニ合ハセナケレバナラス。

ソレニハ器械ニ取附ケタママデ或ハ取外シテ(取外ス

場合ニハ再ビ取附ケタ時ニ元ト全ク同ジ位置ニ戻スコトガ出來ル様ニ注意セヨ。例ヘバ二ツノネヂノ間ニ挟ンデ止メテアル時ニ一方ノネヂハ少シモ動かサズニ片一方ノネヂヲユルメレバ取外セル様ナ場合ニソーシテヤレバ後ニ取附ケル時ニソノネヂ丈ケヲシメレバ大抵元ニ復ヘルコトニナル。遠方ノ形ノ判然タル物例ヘバ遠イ煙突ノ上ノ避雷針ナドヲ見テ明瞭ニ見エル様ニスル(窓ガラスヲ通サナイデ見ナケレバナラス。又[14]ノ中ニ詳シク記シテアル通り先ヅ接眼鏡ヲ拔挿シテ十字線——此場合ニハ二本ノ線ガ小サイ角ヲナス様ニ張ツテアルコトモアル——ガ樂ニ見エル様ニシテカラ目標ノ方ニ向ケナケレバナラス)。中側ノ筒ノ側面ニ鉛筆デ印シテ附ケテ置ケ。實驗中ニ筒ノ長サガ變ハラナイコトヲ確カメルタメニ。

次ニ望遠鏡ヲ元ノ位置ニ取附ケテ collimator ノ方ニ向ケテ。窓カラノ光ガ slit ニ入ル様ナ向キニ器械ヲ据附ケテ, slit ノ像ガ判然ト見エテ十字線ニ對シテ少シモ視差ノナイ様ニ collimator ノ筒ノ長サヲ調整スル。此時 slit ノ幅ガ廣スギルト視差ノアルナシガヨクワカラヌ。slit ハ望遠鏡ノ中デ見テ十字線ト同ジ太サ位ニ見エル様ニスルガヨシ。slit ノ長サノ方向ハ器械ノ中心ノ廻轉軸ト平行ニナル様ニセネバナラズ。十字線ノ代リニ小サイ角ヲナス二本ノ線ヲ用キル場合ニハ,ソノ小角ノ

二等分線ガ slit ニ平行ニナル様ニセヨ。[ソレヲ直スタ
メニ望遠鏡ノ筒ニ對シテ十字線(角ノ小サイ線デモ假ニ
十字線ト呼ンデ置ク)ヲ張ツタ輪ヲ少シ廻シ得ル様ニ
作ツテ置ケバ便利デアル。サモナケレバソノ輪ヲ正シ
イ位置ニ始メカラ置カナケレバナラヌ]。

機械ガ正シク作ラレテキルタメニハ回轉軸ト圓盤トハ直角テナ
クバナラズ。プリズム臺ノ回轉軸モ望遠鏡ヤ圓盤ノ回轉軸モ互ニ
平行テナクバナラズ。此等ハ後カラ直スコトノ出來ヌ部分デアル。
望遠鏡ノ光軸ハ器械ノ軸ニ直角テナクバナラズ collimator モ同斷。
ソレヲ直ス方法ハ時間ヲ要スルカラ最初ハ前以テ調節シテアルモ
ノヲ使フコトニスル。ソノ方法ハ autocollimationト稱ヘルモノデアル。
プリズム臺ノ上ニ兩面ガ平行ナ平面デアルガラス板ヲ立テル。slit
ヲ出來ルダケ廣クアケテソノ長サノ中央ニ極細イ針金ヲ横ニ張ル。
小サイガラス板ヲ筒ト45°ノ角ヲナス様ニ slit ノ前ニ支ヘル。ソノ
ガラス板カラノ反射光線ガ筒ノ中ニ入ル様ナ方向ニランプヲ置ク。
(ガラス板ノナス角ハ45°ヨリ大キイ方ガヨイ位デアアル。角ハヨイ加
減ニシテランプノ位置ノ方ヲ直セバヨシ。厚紙ヲ框ヲ作りガラス
板ヲ蠟テ張附ケタモノヲ軟イ蠟テ slit ノ面ニハリ附ケレバヨシ)
slit ガ見エル範圍デアナルベク焦點距離ノ短イレンズヲ手ニ持ツテ
プリズム臺上ノガラス板カラノ反射光線が見エル様ニプリズム臺
ノ方位ト傾キトテ直ス。ソノ方向ガ正シクナレバ横ニ張ツタ針金
ノ黒イ像ガ slit ノ中ニ見エルコトニナル。尤モ collimator ノ傾キガ
ワルケレバ見えヌカモ知レヌガソノ方向ヲ大體目分量テ直シテ置
ケバ slit ノドノ部分カノ明ルイ像ガドコカニ見エル。ソレカラ考
ヘテ適當ナ方向ニ傾キテ直スト針金ノ黒イ像ヲ針金ト一致スル位
置ニ作ラセルコトガ出來ル。次ニ圓盤ヲ180°廻シテ像ノ位置ヲ見
テソレガ針金カラ離レテキタラソノ半分ダケヲ collimator ノ筒ノ傾
ヲ變ヘテ直ス。残りノ半分ハプリズム臺ノ傾ヲ變ヘテ直ス。次ニ

又圓盤ヲ180°廻シテ見ル。像ト針金トガ一致セヌナラ前ト同法テ
直ス。又180°廻シテ見ル何回カクリカヘセバ大抵一致スル様ニナ
ル。ソノ時ハ collimator ノ方向ハ器械ノ軸ニ直角ニ直サレタノデア
ル。此時針金トソレノ像トノ間ニ視差ガナケレバ collimator ノレン
ズノ焦點ノ所ニ slit ガアルワケデアアル即チ筒ノ長サハ正シイノア
アル。ソレ故始メカラ此方法ニヨツテ筒ノ長サヲ直スコトガ出來
ルワケデアアル。collimator ノ方向ガ直サレタナラ次ニハソノ針金ガ
十字線ニ一致シテ見エル様ニ望遠鏡ノ傾キヲ直セバ望遠鏡ノ光軸
モ直サレタコトニナル。此方法ハ通例望遠鏡ノ方カラ行フノテソ
ノタメニ望遠鏡ノ筒ノ中ニ(接眼鏡ノ中ニ)45°ノ傾ニ支ヘタガラス
板ガ入レテアルノガアル。ソノ場合ニハ筒ノ横ニ光ヲ取入レルタ
メノ孔ガアケテアル。ソノ孔ノ外ニランプヲ置イテソコカラノ光
ヲ十字線ニアテテソレガレンズカラ出テプリズム臺上ニ置イタ平
行平面ガラスニ當リ反射シテ歸ツテ來ル此望遠鏡ノ光軸ガソノガ
ラスニ直角ニナツテキレバ丁度十字線ノ所ニ十字線ノ黒イ像ガ出
來ルノデアアル次ニ圓盤ヲ180°マハシテ見テ望遠鏡ノ傾トプリズム
臺ノ傾キトテ半分ヅツ直シソレヲ何回カクリカヘシテ直ス手順ハ
前ノ場合ニ記シタノト同ジデアアル。ソレテ望遠鏡ノ光軸ノ方向ガ
直サレタノデアアル同時ニ十字線トソレノ像トノ間ニ視差ノナイ様
ニ筒ノ長サヲ直セバ平行光線ニ合ハスコトガ出來ルノデアアル。此
方ガ先ニ出來タナラバ次ニ slit ノ中央ガ十字線ニ一致シテ見エル
様ニ collimator ノ傾キヲ直セバヨシ。

但シ普通出來合ノ裝置テハ筒ノ横カラ入レタ光ガ接眼鏡ノ前ノ
レンズノ面カラ反射シテ邪覽ニナルノテコマル。此裝置ノ附屬シ
テキナイ場合ニハ接眼鏡ヲ拔取ツテ筒ノ口元ニ45°ニ傾ケタガラス
ヲ支ヘテ(前ニ記シタ様ニ厚紙ノ框テモコルクニ孔ヲアケタモノヲ
使ツテモヨシ)筒ノ横ニランプヲ置イテ別ノレンズヲ持ツテ見ル
様ニスレバ同ジコトガムシロヨリ便利ニ出來ル(暗室テナクテモヨ
イ)。collimator ノ筒ノ傾キヲ直ス裝置ガ取扱易ク出來テキル場合ニ
ハ最初ノ方法ニヨル方ガヨイガソレガ直シ難イ場合ニハ最後ノ方

法ニコツテ望遠鏡ノ方ヲ先ニ直スガロシ。collimator ガ動カセナイ様ナ器械ヲハソレガ正シク取附ケラレテキルカ否カタタメスコトダケシカ出来ナイ。

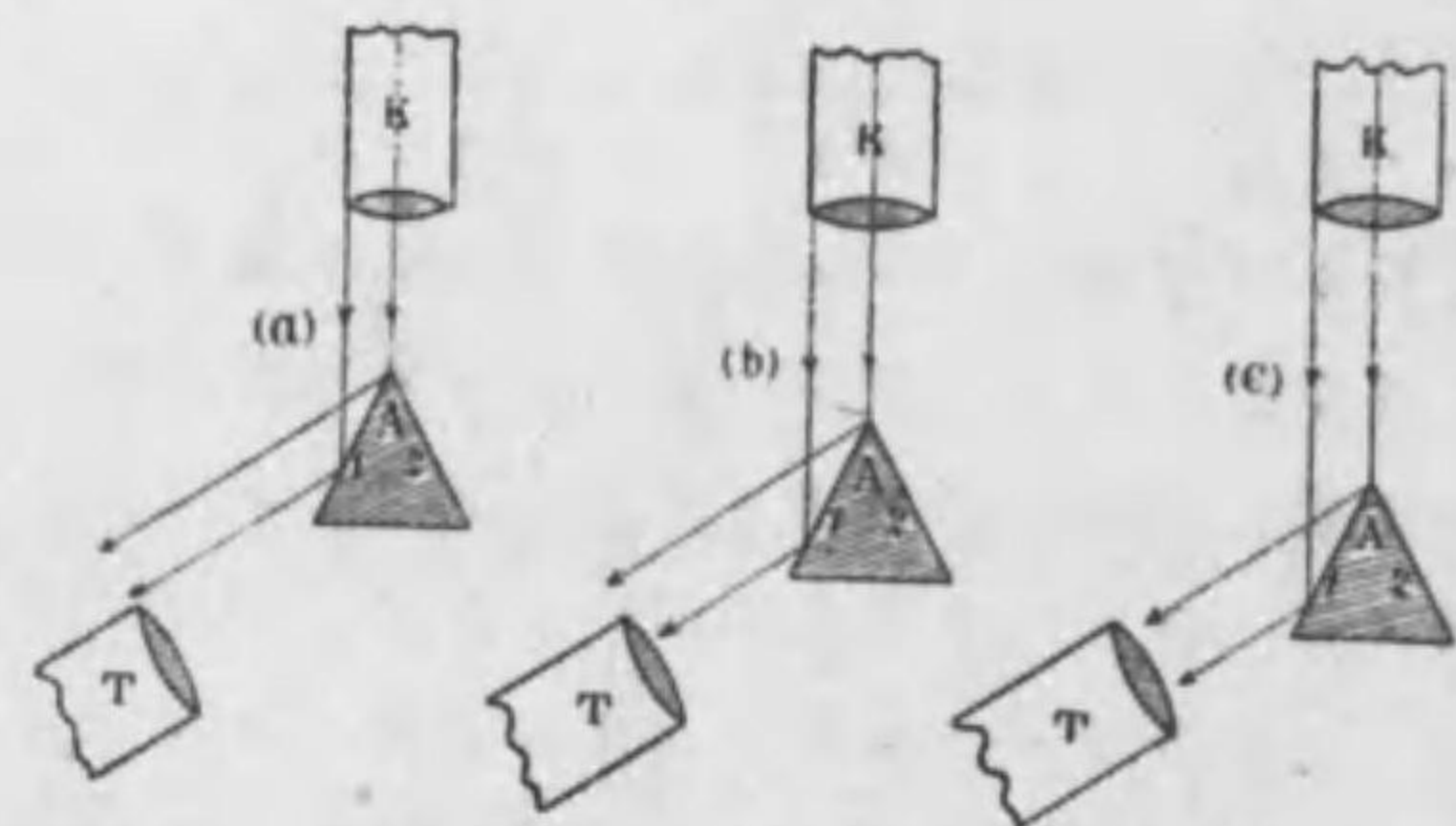
平行平面ガラスハカナリ高價ナモノデアアル。此實驗ニ用キルニハ上等ノ鏡ガラスヲモ充分デアアル。但シ大抵ハ兩面ガ僅ノ角ヲナシテキルカラソノ兩面ノ交ル線ガ器械ノ軸ニ平行ニナル様ニ置イテ使フヲ要ス。兩面ノ切合フ線ノ方向ヲ求メルニハ collimator ト望遠鏡ヲ一直線上ニ置イテソノ間ニガラスヲ置イテソノ線ヲ軸トシテ廻シテ見ル。slit ノ像ガ横ニ一番多ク離レタ時ニ求ムル線ハ器械ノ軸ニ平行ニナルデアアル。又 collimator ト望遠鏡ヲ 120° 位ノ角ヲナス様ニ置イテガラスヲプリズム臺ニ立テテソノコカラノ反射ニヨリ slit ガ見エル様ニシソコテガラスヲソノ平面内ア廻シテ見ル(都合ノヨイ框ヲ作ツテ用キナイト行ヒニクイカモ知レヌ) ソノ時前後兩面カラノ反射像ガ眞横ニ並ンテ見エル位置ヲ求メ得タナラソノ時求ムル線ハ器械ノ軸ニ平行ニナツテキル。

以上デ器械ノ整頓ハ終ツタノデアアル。

プリズムノ角ヲ測ルコト

プリズムヲ中央ノ臺ノ上ニ乗セル。實驗中ニ位置ノ

第 24 圖



變ハル恐ノナイ様ニ下面ニ軟イ蠟ヲ極僅ツケテシツカリト押し附ケル。(特ニ押サヘル装置ノ附屬シテキル場合ニハ蠟ハ用キナイ様ニセヨ)。プリズム

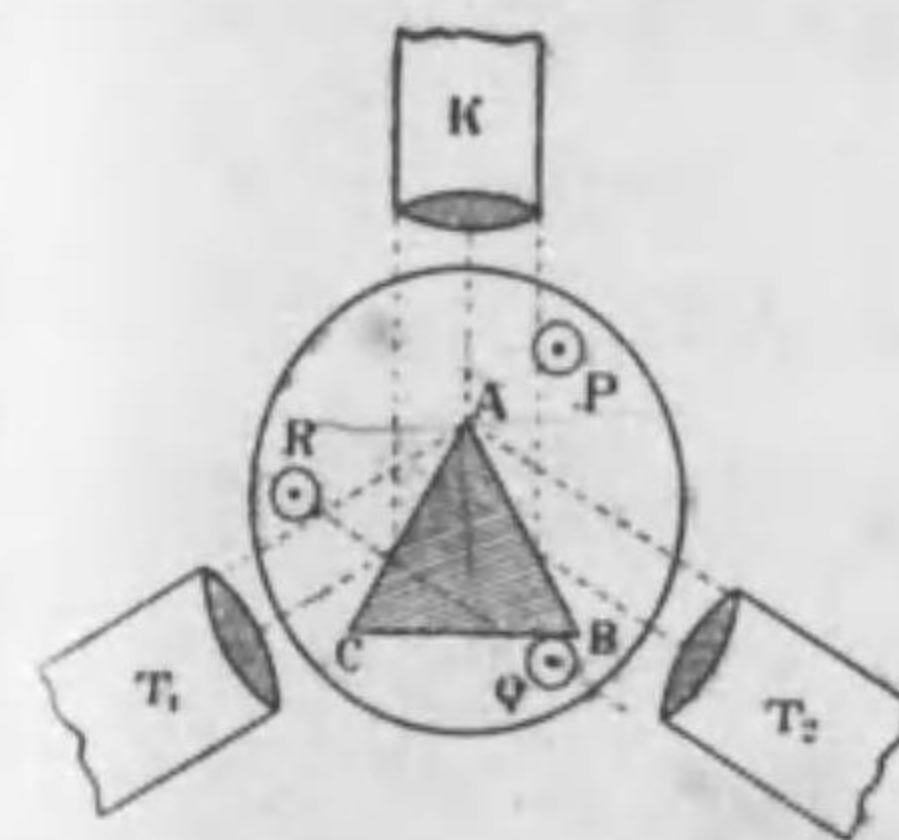
ヲ置クベキ正シイ位置ハ collimator カラノ光ノナルベク大部分ガプリズムノ面内ニ納マリ、シカモプリズムカラ反射シ或ハ通過シテ出ル光ノナルベク多クノ部分が望遠鏡ノ中ニ納マル様ニスルノデアアル。ソノ關係ヲ圖デ示セバ

(a) デハ全ク見エナイ。(b) デハ足ラヌ。(c) ノ位置ナラヨシ。

2 面カラノ反射ニツイテモ同様ニナルタメニハ A 角ノ二等分線ガ器械ノ回轉軸ヲ通ル様ニ置カネバナラヌ。

プリズム臺ノ面ガ軸ニ直角ニ固定サレテキル器械デ

第 25 圖



ハ、プリズムノ下面ハ稜ニ直角ニ作ツテナケレバナラヌ。(ソノ場合ニハ調整ノ餘地ハナイ)。任意ノプリズムヲ乗セ得ル器械デハプリズム臺ノ傾キヲ直スタメニ P, Q, R ナル三ツノネヂガ備ヘテアル。此場合ニハ

AB 及ビ AC ノ面ハ P, Q, R ニ對シテ次ノ様ナ位置ヲ占メル様ニセヨ。

AC 面ハ Q, R ヲ結ブ線ニ直角ナル様ニスル。(ソノ理由ハ後ニ記ス)。

プリズムノ稜 A ハ器械ノ中心軸ト平行ニシナケレバナラヌ。ソレヲ直スニハ collimator モ望遠鏡モソノ軸ニ

直角ニナツテキルトスレバ次ノ順序ニヨル。

先ヅプリズム臺ノ止メネヂヲユルメテプリズムノ角 A ガ collimator ノ方ニ向フ様ニ廻シテカラソノ止メネヂヲシメル。下ノ圓盤ノネヂモシメル。(上ノ圖ヲ見ヨ)。

望遠鏡ヲ T_1 ノ位置ニ廻シテ AC 面カラノ反射ニヨリ slit ノ像ガ見エル様ニスル。

slit ノ像ヲ見附ケルニハ望遠鏡ノ中カラ見テ探サウトスルト中々時間ガカ、ルコトガアルカラ。次ノ方法ニヨル様ニセヨ。

先ヅ望遠鏡ヲ横ノ方ニ除ケテ置イテ肉眼デ視線ガ器械ノ回轉軸ヲ貫ク様ニシツツプリズムノ AC 面ノ中ヲ見ツメツツ眼ノ位置ヲ左右ニ動かシテ行クトデキニ slit ノ像ガ見エル方向ヲ探スコトガ出來ル。ソノ時ノ眼ノ位置ノ前ニ望遠鏡ヲ持來セバスグニ見エル。コレガ一番確ニ速ク目的ニ達スル方法デアル。(始メ見附ケルタメニハ slit ヲ廣クシテ置ク方ガ都合ガヨイガ見附得タ後ニハ狭クシナケレバナラヌ)。

軟イ蠟デ slit ノ中央ニ横ニ極細イ針金又ハ絲ヲ張ツテ置ク。P,Q,R ノネヂヲ調節シテ slit ノ中央ノ線ノ像ガ十字線ノ上ニ出來ル様ニスレバ AC 面ハ軸ニ平行ニナル。

次ニ望遠鏡ヲ T_2 ノ位置ニ廻シテ AB カラノ反射ニヨリ slit ノ像ガ見エル様ニスル。

此時 slit ノ中央ノ線ガ十字線ニ一致シテ見エル様ニスルニハ Q,R ノネヂニハ少シモ觸レズニ P ノネヂダケデ調節セヨ。

之デ AB 面ノ傾キガ直サレタノデアアルガ、此時 P ダケヲ動かシテ直シタノデアアルカラ AC 面ハ QR 線ヲ軸トシテ廻轉シタ次ケデアアル。所ガソノ面ハ QR 線ニ直角ニ置イタノデアアルカラ、ソノタメニ AC 面ガ傾ク恐ハナイ。(初メプリズムヲ勝手ナ位置ニ置クトカヤウニ都合ノヨイコトガ出來ナイデムダナ手數ガタクサンカカル)。

次ニ念ノタメ望遠鏡ヲ又 T_1 ノ位置ニ持來シテ AC 面ノ狂ハスコトヲ確メル。此時 AC 面ガ傾イテキタナラソレハ AC ガ QR ニ直角デナカツタタメデアアルカラ又直サネバナラズ。ソレ故始メ充分注意シテ置クヲ要ス。

AC, AB 兩面ガ軸ニ平行即チ A ノ稜ガ軸ニ平行ニナツタナラ slit 前ノ絲ヲ取去リ。先ヅ AC 面カラノ反射ニヨリ slit ガ十字線ノ交點ト重ナル様ニ合ハセテ vernier ヲ讀ミ。次ニ AB 面カラノ反射ニヨリ同様ノコトヲスル。次ニ又 AC 面ニツキ、ソノ次ニ又 AB 面ニツキ測定スル。同ジ側ノ讀ミノ平均ヲ取リソノ差ヲ二分シタモノハ A ノ角ニナル。(二回ヅツクリカヘシタノハ望遠鏡ノ位置ヲ變ヘル間ニ他ノ部分ガ變ハラナカツタコトヲ證明スルタメデアアル)。

度盛圓盤ガ回轉シ得ル型ノ器械デハ A 角ノ測リ方ガ

今一ツアル。ソノ法ハ望遠鏡ノ方ヲ固定シテ置イテ、プリズムヲ圓盤ト共ニ回轉シテ先ヅ AC 面カラノ反射光線ヲ十字線ニ合ハセテ vernier ヲ讀ミ、次ニ AB 面カラノ反射光線ガ合フ様ニシテ讀ミ。ソノ讀ミノ差ヲ 180° カラ引ケバ A ニナル。此方法デモ二回ヅツクリカヘシテ讀メ。(此時圓盤ノ廻サレタ角ハ A ノ補角ニナル)。度盛圓盤ガ固定シテキル場合デモ、プリズム臺トトモニ動ク腕ニ vernier ガ附ケテアルナラ同様ノ測定ガ出來ル。

黒色ノモノヲ用キテ他ノ光ガ反射スルコトヲ防ゲバ窓ノスリガラスカラノ光ヲ用キテ明ルイ室デ測ラレル。

プリズムノ屈折率ノ測定

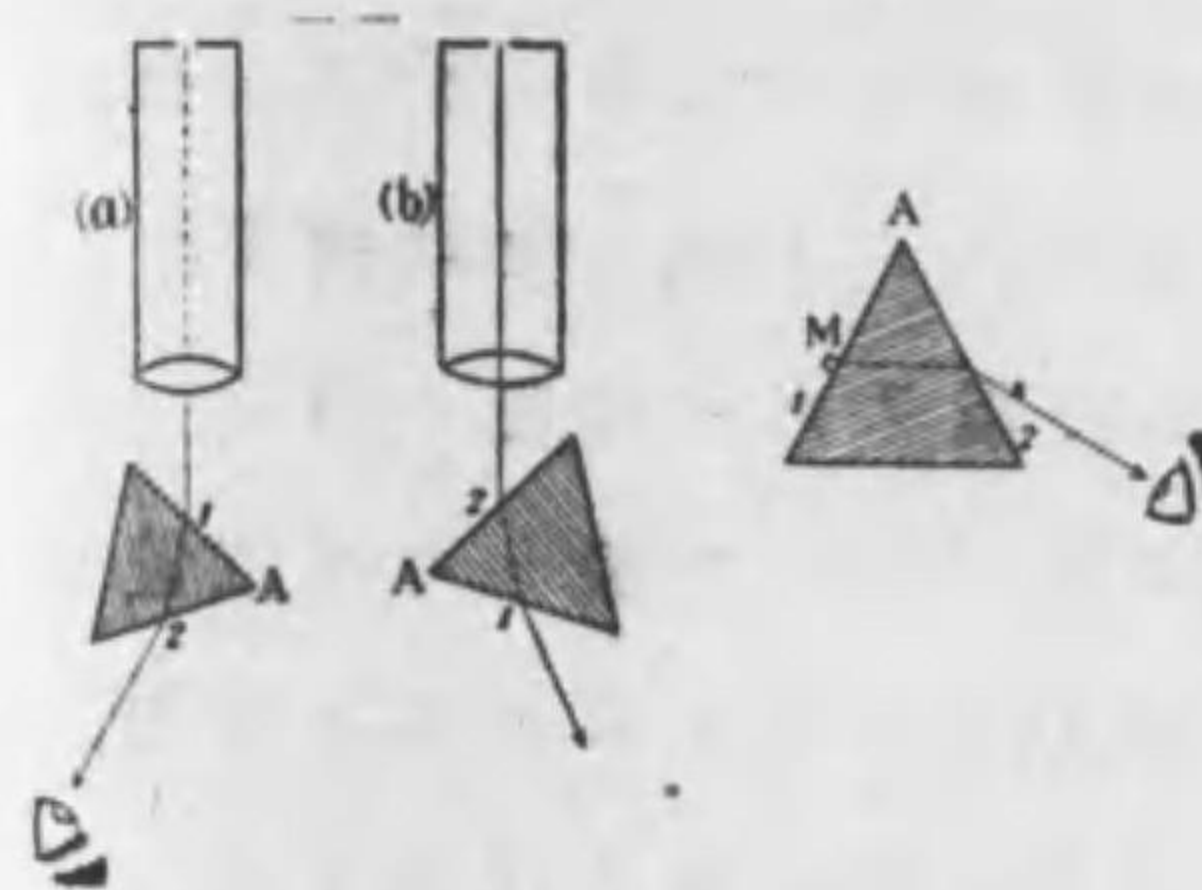
ブンゼン燈デ食鹽ヲ浸マセタ石綿ノ小片ヲ熱シテ Na ノ光ヲ出サセル(石綿紙ノ厚イモノヲ幅 5mm 長サ 2cm 位ニ切り端ノ方ヲ太イ針金ヲ曲ゲテ挟ミ、ソノ針金ノ他ノ端ノ方ハブンゼン燈ノ管ニ數回堅ク卷附ケテ置イテ、針金ノ途中ノ部分ヲ適當ニ曲ゲテ、石綿ノ先ガ火口ノ 1cm 位上ノ所デ燭ノ縁カラ僅内ニ入ル位ニシテ食鹽ノ飽和液ヲ石綿ノ中程ニ數滴加ヘレバヨシ。燭ハ小サクテヨシ。大キクシテモ効ガナイ)。

ソレヲ slit ノ前方 10cm 位ノ所ニ適當ナ高サニ置ク。

collimator ニ對シテプリズムヲ (a) ノ位置ニ置ク(プリズム臺上ノ位置ハ前ノ場合ノママデヨシ。モシ新ニプリズムヲ乗セル場合ニハ A ノ稜ヲ軸ニ平行ニスルタメノ

方法ヲ前ニ記シタ通りニ行ハナケレバナラズ)。

第 26 圖



先ヅ slit ノ幅ヲ廣クシテ肉眼デプリズムカラ出ル光ノ方向ヲ探ガシテソノ方向ニ望遠鏡ヲ持テ來ル。(初メカラ望遠鏡ヲ用キテ光ノ見エル方向

ヲ探ガサウトスルト反ツテ餘計ナ時間ヲ費ヤス恐レガアルコトハ前ノ場合ニ反射光線ニツイテ記シタ通り)。プリズムノ位置ガワルイト光ハ 2 面デ全反射シテシマツテ外ヘ出ナイカモ知レヌカラ collimator ニ對シテ適當ナ角ヲナス様ニ置カネバナラズ。[此際 1 面ヲ collimator ニ對シテドノ位ノ角ヲナス様ニ置クベキカガ分ラナカツタナラ前ノ圖ノ右ノ端ニ示シタ様ニ 1 面ノ中央ニ近クマツチノ軸木(圖ノ M)ヲ立テテソレガ 2 面ヲ通シテ見エル様ナ位置ニ眼ヲ置イテ(マツチノ兩側ニ色ガツイテ見エル) ソノ時ノ視線ト 2 面トガナス角ヲ求メ(ソノ角ヲ紙面ニ寫シテ) collimator ト 1 面トガソレト同ジ位ノ角ヲナス様ニ(紙ニ畫イタ角ト見比べて) 置ケバヨイ]。

望遠鏡ヲ通シテ slit ノ像ヲ見ルコトガ出來タナラバ次ニハプリズム臺(度盛圓盤ヲ固定スルタメノネヂハ此實驗中弛メナイ様ニセネバナラズ) ヲ止メタネテヲユ

ルメテプリズムヲ臺ゴト廻シテ見テ slit ノ像ガ望遠鏡内デフレ (deviation) ノ減ル様ナ方向 (collimator ノ正面ノ方ニ近ヅク様ニ動ク。α 圖ノ場合デハ右手ノ方) ニ動ク様ニ廻ス。プリズムヲ廻シタタメ slit ノ像ガ視野カラ外ニ出サウニナツタナラ望遠鏡ヲソノ方向ニ動カシテ slit ノ像ヲ見失ハナイ様ニ追カケル。像ハアル位置マデ達スルト元ノ方ヘ戻リカケル(プリズムヲ廻ス方向ハ同ジニ續ケテ行クニ關ハラズ)。ソノ像ノ行止リノ位置ハ即チフレノ最小ノ位置デアル。

ソコデ一旦 slit ノ像ノソノ位置ニ對シテ十字線ヲ合ハセテカラ、更ニプリズムヲ動カシテ見テ結局ドチラノ向キニ廻シテモ slit ノ像ハイツモ丁度十字線ノ交點ノ所マデ來テ戻ル様ナ位置ニ望遠鏡ヲ合セテカラ vernier ヲ讀ム。之ヲ α トス。

次ニプリズム臺ヲ廻シテ collimator ニ對シテ元ト對稱ノ位置即チ b 圖ノ位置ニ持來シテ前ト同様ノコトヲクリカヘス。ソノ時ノ讀ミヲ β トス。

$$\text{最小ノフレノ角ハ } D = \frac{\beta - \alpha}{2}$$

次ニ再ビ α ノ位置ニ戻シテ測リ、更ニ b ノ位置デ測ル、ソノ時ノ讀ミノ差ノ $\frac{1}{2}$ ヲ取り、上ノト平均シテ

次ノ式ニ入レテ計算スル。(二回ノ α, β ノ値ガ著シク違フ場合ニハ動イテハナラヌ部分ガ途中デユルンデ動キ出シタノカモ知レヌカラ吟味シテヤリ直サネバナラ

ス)。

$$\text{屈折率 } n = \frac{\sin \frac{D+A}{2}}{\sin \frac{A}{2}}$$

[附録 1] 廻折格子ニヨリ光ノ波長

前ノ場合ノプリズムノ代リニ廻折格子ヲプリズム臺上ニ置ク。格子ノ面ハ collimator ニ直角ニ格子ノ線ハ slit ニ平行ナル様ニスル。ソノタメニハ

先ヅプリズム臺ニハ何モ乗セズニ slit ノ像ニ十字線ヲ合ハセテ vernier ヲ讀ミ。ソレニ 90°ヲ加ヘタ位置ニ望遠鏡ヲ固定スル。(度盛盤ハ固定シテ置ク)。

次ニ格子ヲ臺ニ乗セ(ソレヲ支ヘルタメノ臺ニハメテ) ソノ線ノアル方ノ面カラノ反射ニヨリ slit ノ像ガ十字線ニ合フ様ニプリズム臺ノ方位並ニ傾キヲ直ス。

此時格子ノ面ハ collimator ニ對シテ 45°ノ角ヲナスコトニナル。次ニ度盛圓盤ノネヂヲユルメテ 45°ダケ廻シテカラ又固定スル(望遠鏡ハ圓盤ヲ動カス前ニ固定シテ置ク)。之ニヨリ格子ノ面ハ collimator ニ直角ニナル。

Na 光源ヲ slit ノ前方 10cm 位ノ所ニ置キ望遠鏡ヲ動カシ格子ニヨツテ出來ル第一次及ビ第二次ノ線ニ對シテ十字線ヲ合ハセル。此時格子ノ線ガ器械ノ軸ニ平行デナイナラバ像ハ視野ノ上又ハ下ニ片寄ツテ出來ル。ソレヲ直スニハ格子ノソノ面内ニ於テノ傾キヲ變ヘテ像

ガ中央ニ出來ル様ニスル。

collimator ニ對シテ右及ビ左ニ出來ル線ニ對シテ望遠鏡ノ位置ヲ讀ミ、ソレノ差ノ $\frac{1}{2}$ ヲ取レバ格子ニヨルフレノ角ニナル、ソレヲ α_1, α_2 トスル

1cm 内ニ於ケル格子ノ線ノ數 N (之ハ格子ニ記シテアル)トスレバ

$$\text{第一次線ニ對シテハ } \lambda_D = \frac{1}{N} \sin \alpha_1$$

$$\text{第二次線デハ } \lambda_D = \frac{1}{2N} \sin \alpha_2$$

Na ノ線ガ二本ニ分レテ見エタナラソノ内側ノ線ニツイテ測リ。二本ノ間ノ角ヲ測ツテ見ヨ。slit ヲ狭クセスト二本ガ離レテ見エナイ。

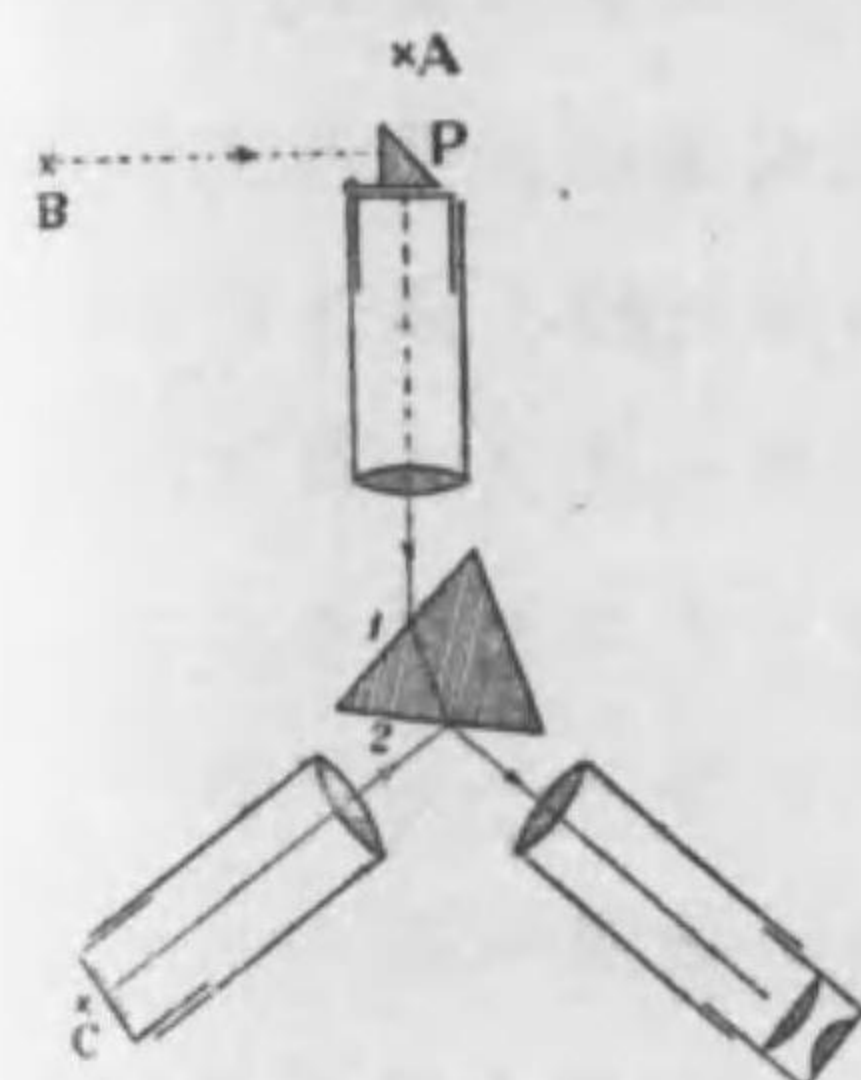
[附録2] 分光器(物指附)

種々な光源カラノ光ノ種類ヲ見分ケ或ハ色素等ノ吸收ヲ手輕ニ測ルタメニ、度盛シタ圓盤ヲ用キル代リニ、第三ノ筒ノ外ノ端ニハ透明ナ小物指、内ノ端ニハレンズヲハメテ(ソノ筒ノ長サヲ調節シテ小物指ガレンズノ焦點ニアル様ニスル)ソノ物指ノ前ニ小サイ光源 C ヲ置イテ之ヲ照ス。此器械デハプリズムハ固定シテキテ第三ノ筒モ固定サレテキル。

小物指カラノ光ハ2面カラ反射シテ望遠鏡ニ入ル。望遠鏡デハ A, B ナル光源カラプリズムヲ通ツテ來タ光ト物指ノ像トヲ同時ニ見ルノデアアル。即チ物指ノ像ニ

對シテスペクトル線ノ位置ヲ讀ムノデアアル。望遠鏡ノ

第 27 圖



向キハ左右ニ少シ動カシ得ルガソレ自身ノ位置ハ知ルヲ要シナイノデアアルカラ十字線モナク度盛モナイ。

slit ノ前ニアル小サナ直角プリズムハ第二ノ光源 B カラノ光ヲ A ト直接ニ比較スル時ニ用キルノデアアル。

波長ノ知レテキル多數ノ光

例ヘバ He 又ハ太陽ノFraunhofer線ノ位置ヲ物指上デ讀ンデ物指ト波長トノ關係ヲ示ス表或ハグラフヲ作ツテ置ケバ、次ニ未知ノ光ノスペクトル線ノ位置ヲ物指上デ讀メバソノ表カラソノ光ノ波長ヲ求メルコトガ出來ル。

又一定ノ光源ト slit トノ間ニイロイロノ液體ヲ入レタ器ヲ置イテソレノ吸收ノ有様ヲ測ル場合ニモ此器械ヲ用キレバ簡單ニアラハスコトガ出來ル。

スペクトラムノ廣イ範圍ニ涉ツテ多數ノ線ニツイテ測定スル場合ニハ一々ノ線ヲ肉眼デ讀ムヨリ寫真ニ取ツテカラ測ル方ガ便利ナコトモアル。殊ニ波長ノ短イ方ハ眼ニハ見エナイ。スペクトラムノ寫真ヲ取ル器械ヲスペクトログラフ(spectrograph)ト稱ヘル。

[18] 液體ノ屈折率

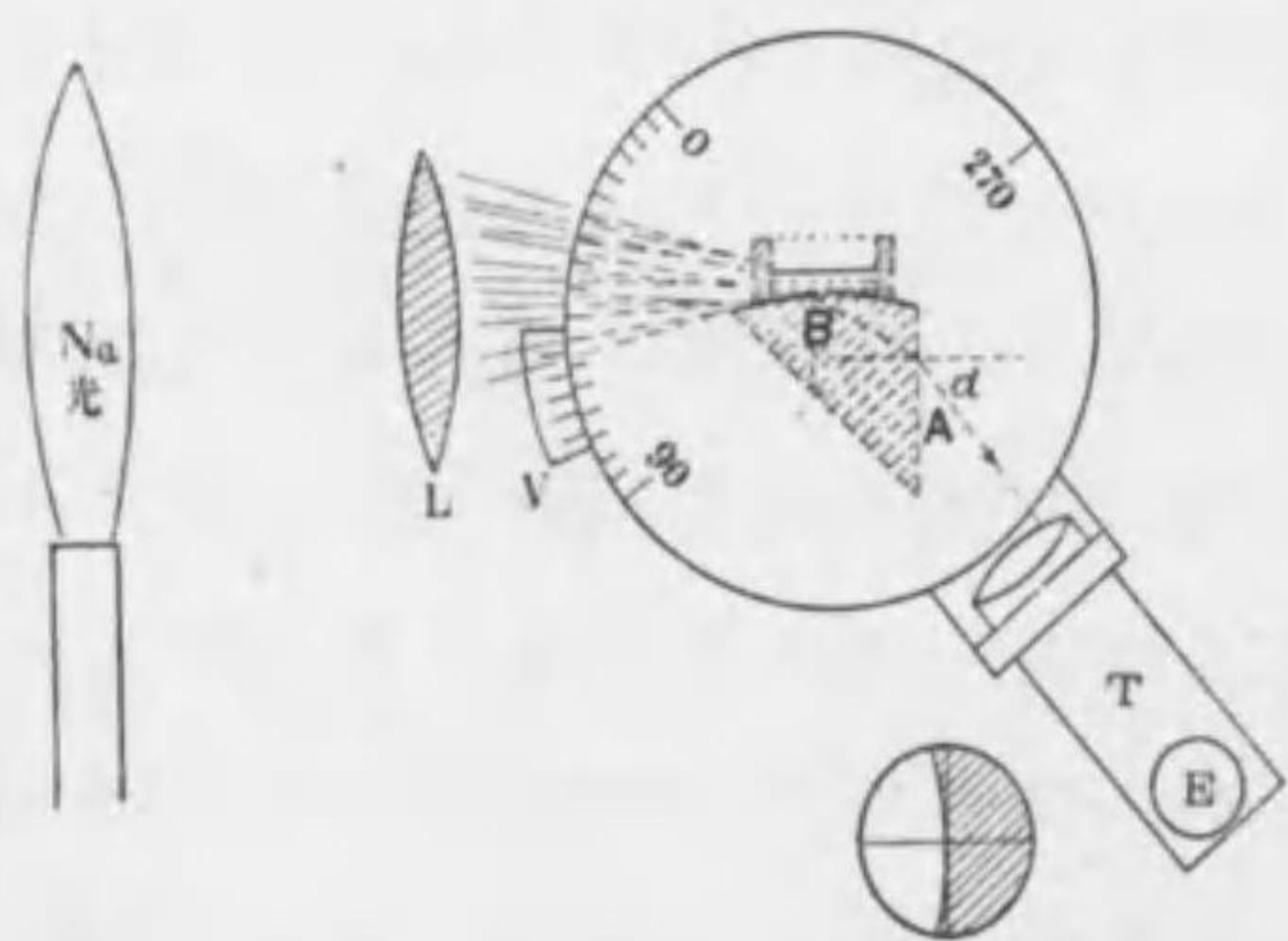
液體ヲ多量ニ用キル場合ニハ内空ノプリズムニ入レテ前ニ記シタ方法デ測レバヨシ。又顯微鏡ヲ用キテ器ノ底ニ焦點ヲ合セテ置キ。次ニ器ニ液體ヲ入レタタメ底ヲ見ルタメニ顯微鏡ヲ上ニ上ゲネバナラヌ高サヲ測リ。第三ニソノ液ノ表面ヲ見ルタメニ上ゲネバナラヌ高サ即チ液ノ深サ l ヲ測レバ屈折率ハ $\frac{l}{l-h}$ デ與ヘラル。但シ此第二法デハアマリ精密ナ結果ハ得ラレス。

ココニハ僅ノ液ヲ使ツテ測リ得ル方法ノ例ヲ擧ゲル。

(a) プルフリッヒ屈折計 (Pulfrich's Refractometer)

水平ナ軸ノ回リニ廻リ得ル度盛圓盤ニ固定サレタ望

第 28 圖



遠鏡 T ガアル。二面ガソノ軸ニ平行ニ支ヘラレタ直角プリズムガアル。

圓盤ニ對スル vernier V ハ臺ニ固定サレテキル。

望遠鏡ノ十字線

ニ接眼鏡ヲ合ハセテカラソレヲ平行光線ニ合ハセル。V ガ 0° ヲ指ス時プリズムノ面 A ガ望遠鏡ニ直角ニナリ。V ガ 270° ヲ指ス時 B ノ面ガ望遠鏡ニ直角ニナル様ニス

ル。ソレヲ直スニハ十字線ノ側カラ光ヲ入レテ autocollimation ノ方法ニヨリプリズムヲ臺ニ固定スル所ノ三ツノネヂヲ調節スルソデアル。今ハソノ調整ガ前以テ行ハレテアルカラ直ニ測定ニ入ル。

Na ノ光源ヲ L ナルレンズカラ適當ノ距離ニ置キ光ガプリズムノ上面ニ集マル様ニスル。プリズムノ上面ハ中央ノ小部分ダケガ平面ニ磨イテアツテ周圍ノ邊ハスリ落シテ低クシテアル。ソレハ面ニ平行ニ來ル光ヲ邪魔シナイ様ニシタイタメデアル。

プリズムノ面ヲキレイニシテ(乾イタ脱脂綿ノ極少シヲ指デ押サヘテ拭フガヨシ)脱脂綿ハ新シイノヲ二三回換ヘテ拭フ。ガラスノ小圓筒ノ内外ヲキレイニシテプリズムノ上ニ乗セル(ソレノ下面ハプリズムノ曲面ト合ハセタ曲面ニナツテキル。面ガヨク合ツテキレバ中ニ少量ノ液體ヲ入レテモ漏ラナイ)。

望遠鏡ヲ動カシテ光ノ來ル方向ト來ナイ方向トノ境ノ線ニ十字線ヲ合ハセル(視野ノ模様ハ圖ノ下ノ方ニ示シテアル)。光ノ來ナイ方向トハ即チ B 面ヲ通ル時面ニ平行ニ來タ光ノ進ム方向ヨリ上ノ方ノ側デアル。

ソノ境ノ方向ガ A ノ法線トナス角(圖ノ α)ガ α_1 デアルナラ空氣カラ液體ニ入ル屈折率 $n_1 = \sqrt{n_0^2 - \sin^2 \alpha_1}$ 空氣カラガラス(プリズムノ)ヘノガ n_0 。

n_0 ヲ求メルニハ屈折率ノ知レタ液體ヲ用キテ同ジコ

トヲ行ヘバ、例ヘバ蒸溜水ヲ用キレバ $n_D^2 = (1.333)^2 + \sin^2 \alpha$
 α ハソノ時ノ界ノ角。

液體ヲ取換ヘル時ハイツモガラスノ面ヲキレイニシ
 テ置カナケレバナラヌ。管ノ下ノ方ヤプリズム面ガ少
 シデモ不潔デアルト境ガ判然ト見エナイ。

此器械ニ使フ望遠鏡ハ途中デ直角ニ折曲ゲテEノ所
 カラ水平ナ方向ニノゾキ込メバヨイ様ニナツテキル。
 マ直デハTガ大ニ傾イタ場合ニ見ルコトガ困難ニナル。

(b) アッペー屈折計 (Abbe's refractometer)

實用ニスルアッペー屈折計ハアマリニ便利ニ出来テキ
 ルノデ練習シタコトノナイ人ニモヤサシク使フコトガ
 出来テ目盛モスグニ屈折率ガ讀取ラレル様ニナツテキ
 ルカラココデ實驗シテ見ルニハ及バナイ。

ココデハソレノ原理ガワカリ易イ様ニ簡單ニ作ラレ
 第29圖 タ器械ヲ用キル。計算モ少シ面倒ニナル
 ガ。一般觀測ノ練習トシテ實驗スルニハ
 此方ガ都合ガヨイ。



度盛シタ圓盤ニ固定シタ望遠鏡ガアル。
 ソノ中心ニ盤ニ直角ナ軸ノ回リニ廻リ得
 ル特別ナプリズムガアル。

プリズムハ屈折率ノ大キナガラスデ作
 ラレφノ角ハ61°バカリデ3ノ面ハスリガ
 ラスニナツテキル。プリズムニ固定シタ

腕ニ vernier ガ盛ツテアル。

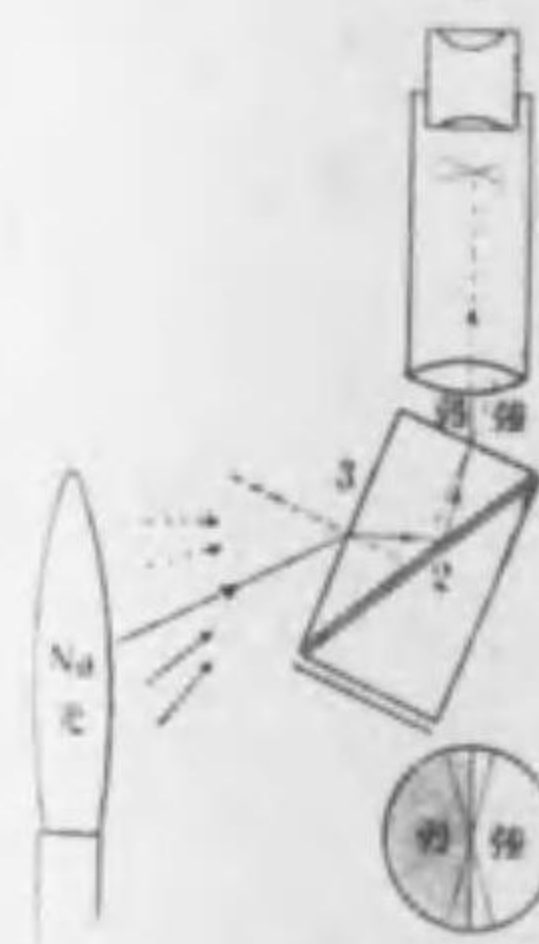
望遠鏡ノ筒ノ側面(圓盤ノアル側。此圖ノ位置ヨリ直
 角ダケ向フ側ニアル筈)ニ小サナ四角ナ窓Mガアル。
 MPハ小サナ直角プリズムデ。Mヲ明ルイ方ヘ向ケル
 トPデ全反射シタ光ハ十字線(小サイ角ヲナス二本ノ線
 デソノ二本トモノ一部分ガPノ下面ノ中ニ收マル)ヲ
 照シテ筒先カラ出ル。

今1面ガ望遠鏡ニ直角ナ時ハソコカラ反射シタ光ハ
 十字線ノ所ニ集マル。十字線ノ(Pノ下ニアツタ部分ノ)
 實像ガMト反射側ノ處ニ出来ル。ソノ十字線ノ實物ト
 像トガ一致スル様ニシテ vernier ヲ讀メバ1面ニ對スル
 讀ミ(即チ1面ニ直角ナ方向ニ相當スル讀ミ)ガ得ラレ
 ル。(接眼鏡ヲ前以テ抜挿シテ十字線ニ合セ置ク)。

次ニプリズムヲ廻シテ2面ニツイテ讀ム。ソノ二ツ
 ノ讀ミノ差ハφノ補角デアル。

第30圖

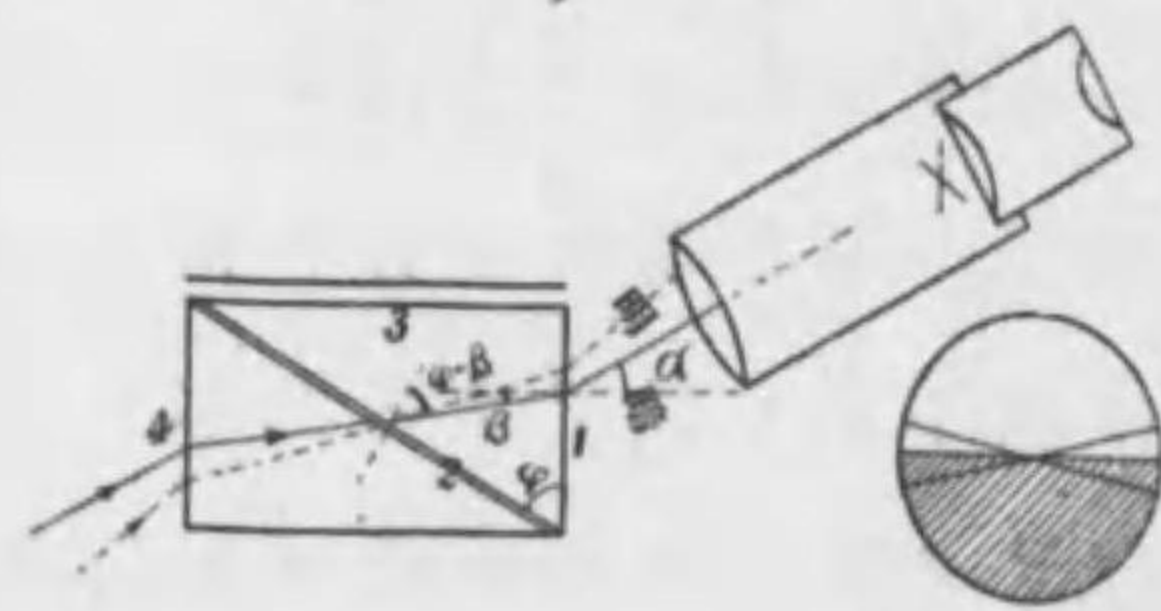
此角ノ測リ方ハ autocollimation ノ流儀
 デアル。



次ニ此プリズムノ屈折率ヲ測ルタメ
 ニNa光ヲ用キテ3面カラ光ヲ取入レ
 2面デ全反射シテ1面カラ出ル光ガ望
 遠鏡ノ視野ノ半分ヲ占メル様ニ(即チ全
 反射スル強ク明ルイ部分ト部分反射ス
 ル所ノ光ノ淡ク見エル部分トノ境ノ線

が十字線ノ中心ト一致スル様ニ) プリズムヲ廻シテ

第 31 圖



vernier ヲ讀ム。

次ニ2面カラ光ガ入ル様ニシテ見ル。此場合ニハ2面ニ平行ニ來タ光ノ進ム方向ハ光ノ來ル方向ト來ナイ方向トノ境ニナル。ソノ明暗ノ境ノ線ガ十字線ト一致スル様ニシテ vernier ヲ讀ム。(此讀ト上ノ讀ミトハ同ジニナルベキモノデアル)。

之ト1面ガ望遠鏡ニ直角デアツタ時ノ讀ミトノ差ハ α ノ角ニナル。

$$\text{プリズムノ屈折率 } n_p = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{1}{\sin(\varphi - \beta)}$$

(前ノ方ハ1面ノ條件カラ。次ノハ2面ノ條件カラ)。

$$\text{二ツノ關係カラ } \cot \beta = \cot \varphi + \frac{1}{\sin \alpha \sin \varphi}$$

之ニヨリ β ヲ計算スル。

ソレヲ上ノ式ニ入レテ n_p ヲ求メル。

次ニ屈折率ヲ測ルベキ液體ノ一滴ヲ2面ヲ上向ケニ水平ニ保ツタ上ニ乗セル。第二ノプリズムノ斜面(之ハスリガラスニナツテキル。4面ハ磨イテアル。他ノ面ハスベテ金屬ノ框ノ中ニ包マレテキル)ヲ2面ニ重ね合ハセテバネデ固定スル。液體ハ二ツノプリズムノ間ニ薄イ層ヲナス。

之ニ對シテ第30圖並ニ第31圖ニ示ス様ニ測定ヲスル。

ソノ時ノ讀ミト1面ガ望遠鏡ニ直角デアツタ時ノ讀ミノ差ヲ a_1 トスレバ

$$\text{液體ノ屈折率 } n_1 = \sin \varphi_1 \sqrt{n_p^2 - \sin^2 a_1} - \cos \varphi \sin a_1$$

一ツノ器械デハ φ モ n_p モ一定デアルカラ a_1 ニ對スル n_1 ノ値ハ一度計算シテ置ケバ, a_1 サヘ測レバ n_1 ノ値ハソノ表カラスグ取出スコトガ出來ル。實用ノ器械デハ度盛ノ代リニ n_1 ヲアラハス目盛ガシテアル。

[19] 光 度 計

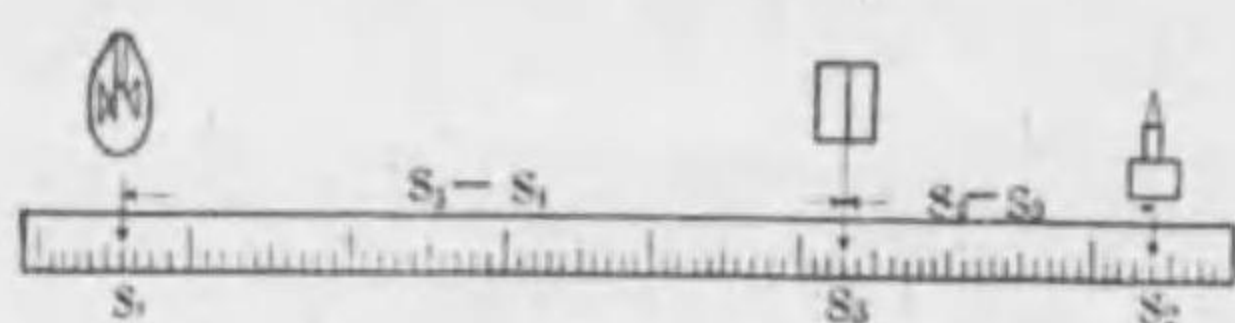
直線ニ沿フテスベラシ得ル臺(長サハ長イ程ヨイガ今ハ2m位ノヲ用キル)ノ兩端ニ光源ヲ置ク,一方ニハ電球,他方ニハ(Hefner)ヘフネルランプ。ソノ中間ニ光度計ヲ置ク。

光度計ノ中心,電球ノ中心,燭ノ中心ハ何レモ同一直線上ニアル様ニセヨ。(ソレヲ合ハスタメニハ焦點距離ノ測定ノ場合ニ衝立等ノ位置ヲ測ルニ用キタノト同様ノモノヲ用キレバヨシ)。

光度計ヲイロイロノ位置ニ動カシテ視野ノ兩方ノ部分ノ明ルサガ等シイ様ニスル。コノ時光度計ノ位置ヲ讀ム。(光度計ガ水平軸ノ回リニ廻シ得ル構造ノモノナラ左右ヲ取換ヘテカラ再ビ位置ヲ正シテ讀ミ。ソノ二ツノ平均ヲ取ル)。

電球及ヒ Hefner ノ中心ノ位置ハ前以テ讀ンデ置ク。

第 32 圖



此時電球ノ光度 = $0.9 \times \frac{(s_2 - s_1)^2}{(s_2 - s_0)^2} c.p.$

次ニ此電球ハ元ノママニシテヘフネルノ代リニ傾キヲ變ヘ得ル様ニ支ヘタ電球ヲ置イテ。電球カライロイロノ方向ニ於ケル光度ヲ前ノ一定ニ保タレタ電球ノ光度ト比較シテ測ツテ角度ト光度トノ關係ヲ示スグラフヲ畫ケ。

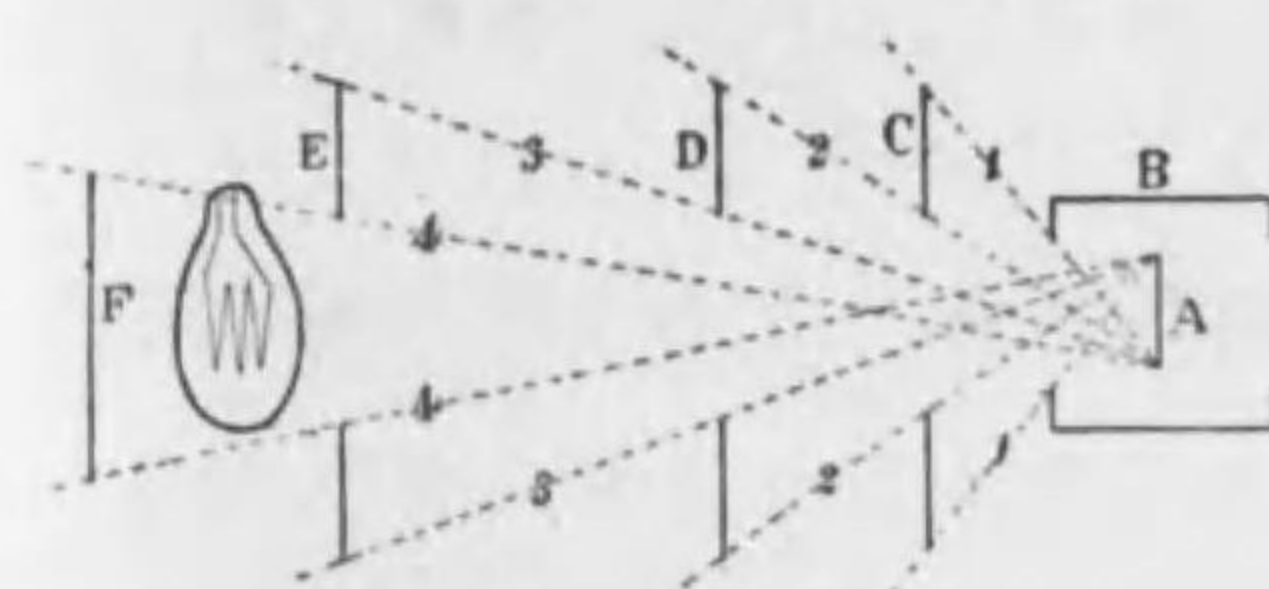
光度計ノ面ニ他カラノ光ノ來ルコトヲ防グタメノ裝置ヲスレバ暗室デナクテモ測定ガ出來ル。

ソレニハ黒イ板ノ中央ニ適當ナ大サノ孔ヲアケタモノヲ光源ト光度計トノ間ニ適當ナ距離ニ數個置ケバヨシ。ソノ孔ノ大サハ光源カラ光度計ノ照サルベキ面ニ至ル光ノ路ヲ邪魔スルコトノナイ様ニ作ラナケレバナラス。他ノ光ヲ遮ギル目的カラハ孔ハナルベク小サイガヨシ。ソレデ孔ノ大サヲ定メルニハ光源ノ正面(光度計ニ對スル)ノ輪廓ト光度計ノ照ラサルベキ面ノ輪廓トヲ結附ケル線ガ丁度差支ナク通ルモノデアレバヨシ。此孔アキ衝立ノ孔ノ大サ、外側ノ大サト置クベキ位置トノ關係ヲ圖デ示セバ次ノ様ニナル。縦ノ線ハ衝立ノ斷

此等ノ讀ミカラ光度計ト兩方ノモノトノ距離ガ得ラレ

面ヲアラハス。Aハ光度計ノ照サルベキ面、Bハ光度計ノ外廓。1ノ線ニヨリCノ位置ガ定マリ、次ニ2ニヨリ

第 33 圖



D, 更ニ3ニヨリEガ定マル。

シカシ此衝立(シボリト稱ヘテモヨシ)ノ面ヲツヤノナイ黒色即チ光ヲ全ク反射

セヌ状態ニスルコトハ出來難イカラ實際ハ其外側ヲ適當ニ掩フテシボリノ面ニ他カラノ光ガナルベク來ナイ様ニスルガヨシ。

光度計ノ本體ノ構造ハ種々アルガ測定法ニハ關係ナキ故一々ココニ記サズ。

ヘフネルランプノ燭ノ大サハ規定通ニシテ(火口ノ太サ 8mm 燭ノ高サ 40mm 醋酸アミールヲ燃料トスル。セルロイド溶解用ナドニ用キル不純物ハ役ニ立タズ) 即チ燭ノ高サヲ測ルタメノ裝置ヲ附屬サセタママデ使ツテ燭ノ先端ノ像ガ標準ノ線ノ位置ニアル様ニ注意セネバナラス。點火シタ時カラ時間ガ經ツテ温度ガ高クナルト燭ノ高サハ高クナルカラ一定ノ有様ニ違シタ時ニ直シテ使フ様ニセネバナラス。

[20] 砂糖計

構造ハ種々アルガ、實用シ得ルノハ半陰式ノモノデナケレバナラズ。ソノ中ノ代表トシテ二ツノ例ヲ取ル。

(a) ローラン(Laurent) 型

器械ノ最先端ニ近ク起偏ニコルアリ。偏光面ハ垂直線ニ對シテ僅傾ケテアル。ソノ次ニ半波長板ガアツテ視野ノ半分ヲ掩フ。ソレデ左右兩半ノ偏光面ハソノ境ノ線ニ對シテ左右ニ僅ヅツ對稱的ニ傾クコトニナル。

眼ニ近イ管ノ中ニ檢偏ニコルガアル。ソレハ光ノ進ム方向ヲ軸トシテ回轉スルコトガ出來ル。ソノ角ヲ測ルタメ臺ニ固定シタ度盛圓盤ガアリ。檢偏ニコルト共ニ廻ル腕ニハ vernier ガ盛ツテアル。

vernier ガ 0° ヲ指ス時檢偏ニコルノ偏光面ハ水平(即チ視野ノ兩半ノ境ノ線ニ直角)ニナツテキル。

液ヲ入レル管ノ兩端ハ平行平面ガラス板デ蓋スル様ニナツテキル。管ノ長サハ 10cm, 20cm 或ハ 9.47cm 及ビソノ二倍ニ作ラレテソノ兩端ハ長サニ對シテ直角ニ平ニ磨カレテキル。管ノ兩端ニ近ク外側ニネヂヲ切ツタ短イ框ガ固着サレテキル。管ノ端面ノ上ニガラス板ヲ置イテソノ上ニ厚ゴム(視野ヲ妨グス様ニ孔ノアル)ヲ當テタ上ニ内側ニネヂノ切ツテアル框ヲハメテ前ノネヂニ對シテ廻シテシメル。アマリ大キナ力ノ加ハラス様

ニゴムガ用キテアルノデ管ト板トノ間ヲ輕ク押サヘレバヨイノデアル。不必要ニ大キナ力ヲ加ヘテシメルトゴムガツブレテシマイ後ニハ大キナ力ヲ加ヘナケレバ押サヘラレス様ニナリ。ソレガタメガラスヲ破ルコトガアルカラ注意セヨ。即チツブレタゴムハ取換ヘテ使フ様ニセネバナラズ。

光源ハ Na ノ光ヲ強ク出サセルタメガスニ充分空氣ヲ供給シテ溫度ノ充分高イ大キナ焰ヲ作レ。視野ノ全部ガ一樣ニ照サレル位ノ大サデナケレバナラス。

此光源ヲ器械ノ前方 10cm 位(アマリ近ク置クト器械ガ熱セラレテ損ズル)ノ所ニ置イテ接眼レンズヲ抜挿シテ視野ノ中央ノ境ノ線ガ判然ト見エル様ニシテカラ、檢偏ニコルノ取手ヲ廻シテ視野ノ兩半ガ全ク同ジ明ルサニナツテ境が見エナクナツタ時度盛ヲ讀メ。ソレガ 0 デナカツタナラ器械ノ零點ガソレダケ違ツテキルノデアル。スベテノ讀ミカラソレダケ引カナケレバナラス。

此場合ニ更ニ 90° 廻シテ見ルト兩半ガ等シイ明ルサニ見エテシカモ明ルサハ前ヨリ遙ニ明ルイ。所ガソノ位置デ少シ位ドチラカニ廻シテモ殆ンド差ガ認メラレナイ。此時ハ檢偏ニコルノ偏光面ガ視野ノ兩半ノ偏光面ノ間ヲ二等分シテキルノデアアルカラ互ノ間ノ角ガ小サイノデ少シ位ドチラニ廻シタ所デ互ノ傾キハヤハリ小サイカラニコルヲ通ル分振動ハイツモ大キクテシカモ

大サハ殆ンド變ハラナイノデアアル。ソレ故此位置デハ兩半ガ等シクナル時ノ角ヲ精密ニ判斷スルコトガ出來ナイノデアアル。

正シイ位置ノ方デハ檢偏ニコルノ偏光面ハ視野ノ兩半ノ偏光面ト直角ニ近イ角ヲナシテキルノデアアルカラソレヲ通ル光ノ分量ハ何レモ少ナイカラ視野ハ明ルクナイ。シカシニコルヲ少シ廻スト一半ニ對シテハ直角ニ近ヅキ他半ハ遠ザカルノデアアルカラ、ニコルヲ通ル分振動ノ割合ハ著シク違フコトニナル、ソレ故一方ハマスマス暗クナリ他方ハ明ルクナルノデ兩半ノ明ルサノ差ガ目ニツキ易イノデアアル。

測定中ニ間違ツタ位置ヲ取ラナイ様ニ氣ヲ附ケヨ。

先ヅ管ニ蒸溜水(或ハ用キルベキ溶媒)ヲ充シテ器械ノ中央ノ位置ニ置イテ測レ。

管ニ液ヲ入レル時氣泡ガ殘ツテキルト視野ヲ妨ゲル(尤モ管ノ途中或ハ端ニ膨ラマシタ部分ヲ設ケテ氣泡ヲ收容スル様ニシタ特製ノモアルガ)氣泡ノ殘ラス様ニスルニハ管ヲ充分清潔ニ洗ツタ後乾イタ布デ拭ツテ乾カシテ一方ノガラス板ヲ固定シ(ガラス板、ゴム輪、框ヲスベテ拭ツテ乾カシテ置カネバナラス。ガラス板ノ面ガ濕レテキルト大ニ視野ヲ妨ゲル。ゴム等ノ間ニ水分ガアルト後ニガラス面ニシミ出シテ來テ困マル。框ノシメ方ニツイテハ前ノ注意ニ從フコト)大部分液ヲ入レ

テカラ机上ニ立テテカラ更ニ液ヲ補ツテ、清潔ナガラス棒ヲ用キテ點滴サセテ管ノ端ヨリ少シ盛上ル様ニスル。ソコデ蓋トナルベキガラス板ヲ乗セルノデアアル。ソノ時氣泡ガ殘リ勝デアアルガ、ソレヲ避ケル一ツノ方法ハガラス棒ノ先デ上ニ盛上ツテキル液ヲ上ニ引張上ル様ニシツツ。横カラガラス板ヲ當テタ時ソノ方ニ液ガ引カレス様ニガラス棒デ反對ノ方向ニ引張リツツガラス板ヲズラセバヨシ。

次ニ種々ナ濃サノ砂糖液ヲ入レテ測レ(氷砂糖ヲ用キソレノ質量ト蒸溜水ノ量ヲ測ツテ2,4,8,16%等ノ溶液ヲ作レ、氷砂糖ハ秤量ニ先チ充分細カク粉碎シテ置ケ)。

%ト回轉角トノ間ノグラフヲ畫ケ。

溶液ハ管ニ入レル前ニ充分一樣ニ溶ケテキル様ニセヨ。一樣デナイ液ヲ入レルト光ノ屈折ガ不規則ニナルノデ視野ガボンヤリスル、此時管ヲ通シテ肉眼デ明ルイ所ヲノゾイテ見ルト雲ノ様ニ見エルコトガワカル。管ニ充シタ後ニ振ツテ見テモ殆ンド効ガナイ。ソノマ、デ一樣ニマザルニハ非常ニ長イ時間ヲ要スル。

溶液ヲ一樣ニマゼルニハ一ツノ器ノ中デ棒デカキ廻ス様ナ方法デハ速クハ出來ナイ。二ツノ器ヲ用キテ互ノ間ニ全部ヲアケカヘルコトヲ何回カクリカヘスノガ一番速イ。(回轉角ハ溫度ニヨツテ變ハルカラ注意セヨ)。

(b) 水晶楔型

此方ハ白色ノ光源ニモ使フコトガ出來ル。Na 光ヲ用キル型ノデハ強イ光源ガ得ラレナイノデコマル場合ガアル(液ガ透明ヲ缺ク場合等)。

起偏器ノ方デ半陰式ニスル形式ハ種々アル。例ヘバ偏光面ノ垂直ニナツテキル起偏ニコルノ次ニ視野ノ半分ヅツヲ掩フ水晶板ガアル、何レモ光軸ニ直角ニ切ツタ板デ厚サハ等シク Na 光ノ偏光面ヲ 90° 廻スモノデアアル但シ一方ハ左ニ他方ノハ右ニ廻スモノヲ用キル。(之ヲ Bi-quartz ト稱ヘル)。二枚ノ水晶板ハ垂直ニ視野ヲ二等分スル線ニ沿フテ密接シテキル。ソレヲ通ツタ後ニハ Na 光ニツイテハ偏光面ガ兩半トモソノ境ノ線ニ直角ニナツテキルガ他ノ光ニ對シテハソノ線ニ對シテ對稱的ニ傾イテキル。

眼ニ近イ檢偏ニコルノ偏光面ハ境ノ線ニ平行ニナツテキルカラ Na 光ニツイテハ兩半トモ通過シナイガ他ノ光ニ對シテ兩半ガ等シイ明ルサニナツテキル。但シ波長ノ違フ毎ニ通ル量ガ違フ(兩半ニ對シテハ等シイガ)カラ視野ニハ色ガツイテ見エ、シカモ兩半トモ同ジ色ニ見エル。

途中ニ偏光面ヲ廻スモノガアルト同ジ波長ノ光ニ對シテ兩半ニ於ケル傾キガ對稱的デナクナルカラ檢偏ニコルヲ通ツタ後ニハ兩半ニ於テ同波長ノ光ニ對スル量ガ違フタメニ兩半ノ色ガ違ツテ見エル。此時途中ニ置

イタモノノタメニ偏光面ガ廻サレタト同ジ丈ケ檢偏ニコルヲ廻セバ再ビ左右ガ同ジニ見エルカトイフト、アル波長ダケニツイテイヘバ出來ルワケダガ、波長ニヨツテ廻サレタ角ガ違フノデアアルカラコマル。ソコデ別ナ方法デ元ニ戻ス工夫ヲシタノガ水晶楔式ノモノデアアル。

檢偏ニコルハ動カサナイデソレヨリ前ニ水晶板ヲ二枚前後ニ重ネテ置ク。何レモ光軸ニ直角ニ切ツタモノデ、一方ハ右、他方ハ左マハシノモノデ、一方ハ厚サガ變ヘラレル様ニナツテキル。ソノ仕掛ハ同ジ水晶デ同ジ角ノ楔形ノモノヲ二枚重ネテ(角ヲ反對ニ) 置ケバ全體トシテハ兩面ガ平行ナ板ト同効デアアルガ、ソノ楔ノ一方ヲ横ニ動カセバ板ノ厚サガ變ツタト同ジコトニナル(楔ノ厚クナツテキル方ヘ動カセバ薄板ニナリ、反對ニ動カセバ厚クナル)。今ソノ動カス方ノ楔ニ物指ヲ附ケテ置ク。框ニ固定シタ vernier ニヨツテソノ位置ヲ讀メバソノ板ノ厚サガワカルワケデアアル。

カヤウナ二組ノ水晶ノ厚サガ等シイ位置ヲ〇トシテ二組ノ厚サノ變ツタタメニ Na 光ニ對スル偏光面ガ 1° 右ヘ廻サレル様ナ時ニ物指ガ 1 トナル様ニ目盛ヲシテ置クト(〇カラ左右ニ同ジ長サノ目ヲ多數ニ盛ツテ置ク)ソノ目盛ヲ讀メバソノ二組ノ水晶板ヲ組合ハセタモノハ Na 光ノ偏光面ヲドチラノ向キニ何度廻スモノデアアルカガワカルコトニナル。

今途中ニ入レタ物ノタメニ偏光面ガ廻サレタ場合ニ水晶楔ヲ動カシテNa光ニ對スル角ダケ元ヘ戻シタトスルト同時ニ他ノ波長ノ光モ途中ノ物ニヨツテ廻ハサレタ位ヅツ元ニ戻サレルカラ結局檢偏ニコルヲ通シテ見タ時兩半ガ同ジ色ニ戻ルノデアアル。

白色光ヲ用キル場合ニ半陰式ニスル今一ツノ例ヲ擧ゲレバ、ニコルプリズムヲ長サニ沿ツテニツニ切り、ソノ断面ヲ少シ傾ケテ磨キ(長サニハ平行デアアルガ元ノ断面ニ對シテハ少シ傾イテキル面ガ出來ル様ニ)再ビ合ハセタモノヲ起偏器トシテ使ヘバ。視野ノ兩半ニ於ケル偏光面ハ互ニ對シテ少シ傾イタモノニナル。此場合ガ前ノト違フ所ハ兩半ニ於ケル偏光面間ノ角ガスベテノ波長ニ對シテ等シイコトデアアル。檢偏ニコルノ偏光面ガ兩半ノ偏光面間ノ大キイ方ノ角ヲ二等分スル様ニ固定シテソノ前ニ二組ノ水晶板ヲ前ノ場合ト同ジ様ニ置ケバ全ク同ジ様ニ使用スルコトガ出來ル。(此場合ノ起偏器ハJelletノプリズムト稱ヘルモノデアアル)。

此器械デハ光源トシテ窓ノスリガラスカラノ光或ハ電燈其他勝手ナ光源ヲ使フコトガ出來ル。但シ視野ガ一樣ニ明ルクナイト見ニクイカラ電燈ノ様ナ光源ノ場合ニハ前方ニスリガラスヲ置クガヨシ。

接眼鏡ヲ加減シテ境ノ線ガ判然ト見エル様ニシテ中間ニ何モナイ時視野ノ兩半ガ等シク見エテ境ノ線ガ見

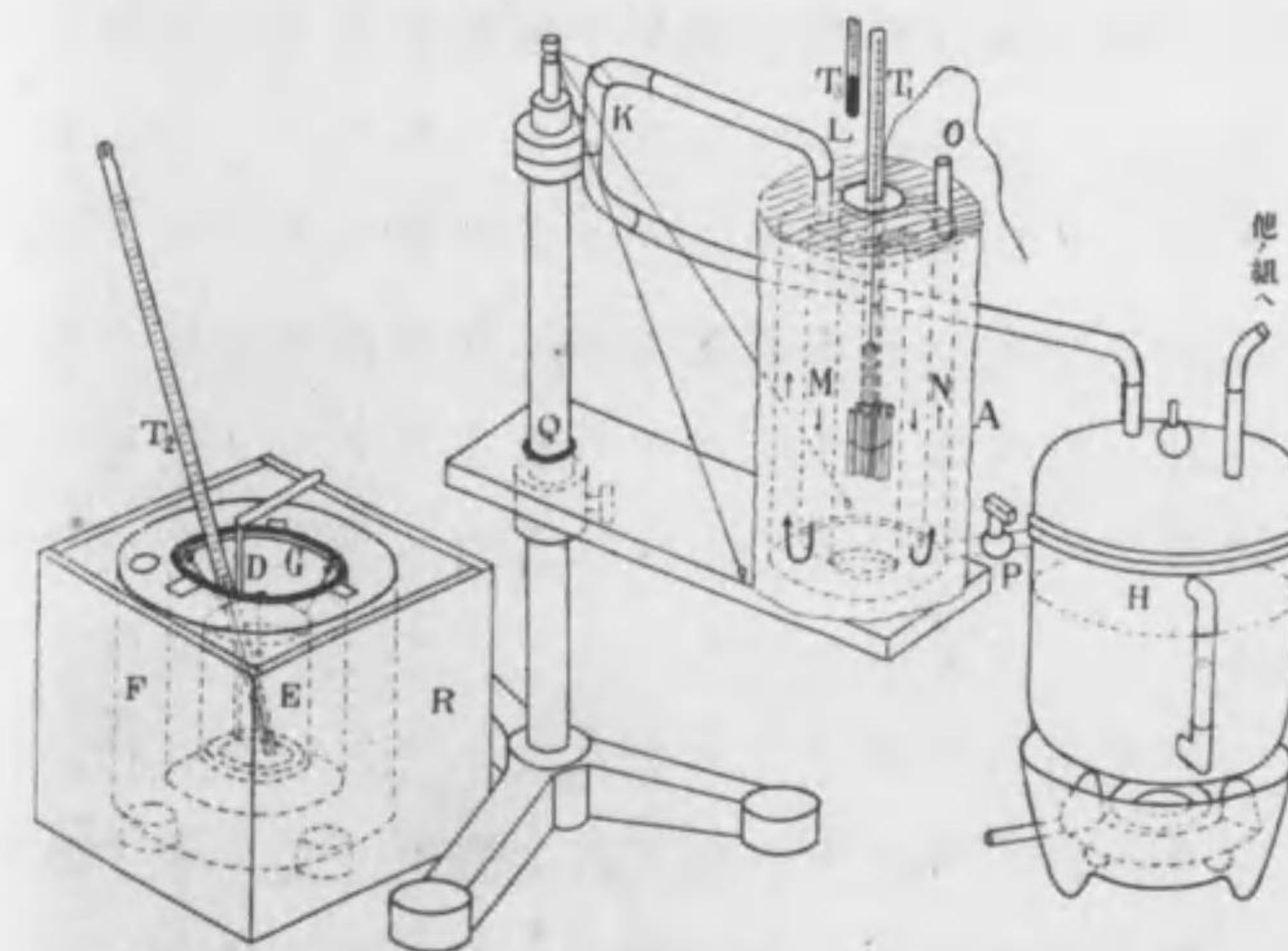
エナクナツタ時ノ目盛ヲ讀ミ。モシソレガ零デナクバ其後ノ讀ミニ對シテイツモソレダケ引カネバナラズ。(零點ノ誤差ヲネデニヨツテ直スコトガ出來ル様ニナツテキルノモアル)。

此器械デハ楔ノ厚サニヨツテ使用ノ範圍ガ制限サレル。檢偏ニコルヲ回ス型式ノモノニハソノ制限ガナイ。

〔21〕混合ノ法ニヨリ比熱

先ヅ測ルベキ物體ノ質量ヲ測リ($\frac{1}{10}g$ マデ)二重(又ハ

第 34 圖



三重)圓筒A(蒸氣發生器——圖ノHハ飯蒸器ノ蓋ニ管ヲ附ケ側面ニ水位管ヲ取附ケタモノデ蓋ノ合せ目ニハ

石綿紙ヲ水ニ浸ケテ軟ニナツタモノヲアテガツテ堅クハメタモノデ充分間ニ合フ——カラノ管ハKノガラス管ヲ經テLニツナガル。蒸氣ハMナル所ヲ通り下ニ向ヒNナル所ヲ經テ上ニ向フ、Oカラ外へ出ル。Pハ中ニ水ガ溜ツタノヲ取出スコツク。圓筒ノ外側ハ上下面トモ綿デ包ンデ置ク。此圓筒ハ蒸氣ヲ通シタママデQヲ心棒トシテRノ上ニ持來スコトガ出來ル。Oノ先ニモ管ヲツナイデ蒸氣ヲ集メル様ニスル)ノ中ニ絲デ釣リ下グテ置ク。寒暖計ノ球ハソノ物體ニ觸レサセテ置ク。此寒暖計ノ莖ノ傍ニ他ノ寒暖計 T_1 ヲツルス。

熱量計Eハ銅製デニツケルメツキヲ施シ。木箱Rノ中ニアル水ヲ充シタ二重圓筒F(木箱トノ間ニハ綿ヲ入レテ置ク)ノ中ニ三本ノ絲デ釣ルシテ置ク。Gハ絲ヲカケルタメノ鉤ヲ取附ケタ輪デEヲ釣ツタママFノ中カラ取出ス便宜ノタメノモノ。Dハ攪拌器。

熱量計ト攪拌器(木ノ柄ダケハ取放シテ)ノ質量ヲ測リ。次ニ上カラ1cm位ノ所マデ蒸溜水ヲ入レテ質量ヲ測ル。 $\frac{1}{2}g$ マデ測レバヨシ。

Eノ位置ニ入レテ $\frac{1}{10}$ マデ目盛シタ寒暖計ヲ中ニ入レテ置ク。後ニ入レル物體ガ球ニ觸レル恐ノナイ様ナ位置ヲ保タシメネバナラス(適當ナ挾ミ臺ヲ用キテ寒暖計ヲ如何ニ支ヘレバ望ム位置ヲ保タセルコトガ出來ルカ試ミテ置ケ)。

[注意] Rノ位置ハ蒸氣ガ出ナイ前ニAヲQノ回リニ廻シテ絲ヲユルメテ(コルクニ孔ヲアケテ絲ヲ通シテ物體ガ中央ニ近クアル様ニシテ。孔ニ小楊子ヲハメテ絲ヲ止メル。絲ノ端ノ方ニモ目印ヲ附ケテ物體ガ正シイ位置ニ保タレテキルコトガ見易イ様ニシテ置クガヨシ)物體ガ丁度ヨイ位置ニ下リル様ニ直サナケレバナラス。Aヲ遠ク置クノハEノ溫度ニ影響ヲ及ボサナイタメデアル。木箱Rト中ノ綿ハ外ノ熱ガ中ニ傳ハラヌタメノモノ。Fニ水ヲ充シタノハ熱容量ヲ大キクシテ溫度ヲナルベグ不變ニスルタメ。此等ハ何レモEノ外界ノ溫度ヲ一定ニ保ツタメノモノデアル。

T_1 ノ溫度ガ不變ニナツタラ。Eノ中ノ水ヲヨク攪拌シツツ(攪拌器ハ上カラ下マデ大キク動カスノガ有効デアル、細カク速ク動カスコトハ勞多クシテ効少ナシ。熱量計ニ關スル結果ノ正否ハ攪拌器ノ使ヒ方デ支配サレル。攪拌シカタガ不充分デアレバ熱量計内ノ溫度ハ一樣デナイ。一樣デナイモノノ一部分ノ溫度ヲ如何ニ精密ニ測リ得タトシテモソレハ何ノ役ニモ立たナイモノデアル。計算ハスベテ熱量計ノ全體ガ一樣ナ溫度ニナツテキル場合ニノミ成立ツモノデアル) T_2 ノ溫度ヲレンズヲ用キテ時計係ノ合圖(時計係ハ時計面ヲ見テキテ秒針ガ60ノ所ニ來タ瞬間ニ合圖ヲ與ヘル、5秒位前ニ豫告ヲ與ヘテ置イテ)ニ從ヒ度盛ヲ目盛ノ $\frac{1}{10}$ マデ即チ

0.01 マデ讀ム。之ヲ五回クリカヘス。(時計面ノ分ノ數ヲ記入シテ置ク)。

次ニ A ヲ Q ノ回リニ廻シテ豫メ測ツテ置イタ位置ニ持來シテ絲ノ止メヲ去ツテ物體ヲ E ノ中ニ入レル(落スノハワルイ。絲ノ端ヲ持ツ手ヲ下グレバ充分速ク下ロスコトガ出來ル。此時マゴツカナイ様ニ前ニ豫習ヲシテ置クノデアアル)。ソノ時刻ヲ記録シテ A ハ元ノ位置ニ遠ザケル。

攪拌器ヲヨク働カセソレヨリ 30 秒毎ニ最高ニ達スルマデ溫度ヲ讀メ。最高ノ時ノ時刻ヲ記録セヨ。[物體ガ寒暖計ノ傍ニ來タ場合ニ攪拌シカタガ不十分ダト寒暖計ハ急ニ上ルコトガアル。ソノ時ノ溫度ハ熱量計全體ガ溫度一樣デアアル時ノ最高溫度(即チ眞ノ値) ヨリ高過ギル。眞ノ最高溫度デアアルナラバ急ニ下リ始メルコトハナイ]。

次ニソノ時刻カラ 1 分置ニ五回溫度ヲ讀メ。(攪拌ヲツツケテキルコト。時刻ノ合圖ノ與ヘ方。目盛ノ讀ミ方ハスベテ前ニ記シタ例ニヨル)。

T_1 ノ溫度ハ不變ニナツタコトヲ確メタ時ニ記録シテ置ク。所ガ之ハ補正ヲ要スルモノデアアル。水銀ノ線ノ大部分ハ A ノ外ニ出テキルカラ冷ヘテキル。ソノタメニソノ示度ハ低クナツテキル(寒暖計ノ示度ハイツモ球カラソノ點マデスミター様ノ溫度ノ中ニアル時ノ溫度

ヲアラハスモノデアアル)。ソレニ要スル補正ヲ求メルニハ A ノ外ニ出テキル度盛ノ數トソノ場所ノ溫度ガ知レテキネバナラズ。ソレ故 T_1 ヲ讀ム前ニ T_1 ノ傍ニ露出水銀ノ長サノ中程ニ他ノ寒暖計 T_2 ノ球ヲ置イテソノ溫度ヲ記録シナケレバナラズ。露出部ノ度數ヲ求メルニハ A ノ上面ノ所ノ度盛ヲ記録シテ置ケバヨシ。

以上デ觀測ハ終ツタカラ計算ヲスル。

物體ノ質量 M

熱量計ト攪拌器ノ質量 M' 、ソレノ水當量 W_0 、

$$W_0 = 0.092 \times M'$$

寒暖計 T_2 ノ水中ノ容積 V 、ソレノ水當量 W_1 、

$$W_1 = 0.45 \times V$$

熱量計ニ入レタ水ノ質量 W

熱シタ物體ノ溫度 $T_1' = T_1 + \alpha$

物體ヲ入レタ時ノ熱量計ノ溫度 T_0 、

入レタ後ノ最高溫度ニ補正ヲ加ヘタモノ T_m 、

トスレバ

$$\text{比熱 } s = \frac{T_m - T_0}{T_1' - T_m} \frac{W + W_0 + W_1}{M}$$

α ハ寒暖計ノ型ニヨツテ違ヒガアルガ露出部分ノ度數ト外ノ溫度ト示度トノ差ノ種々ナ値ニ對スル値ガ常數表ノ中ニアルカラソレカラ出セ。(卷末ニ表アリ)。

T_0 ハ前ノ五回ノ讀ミカラ時刻トノ間ノグラフヲ畫イテ得タ線ヲ物體ヲ入レタ時刻マデ引延シテ求メヨ。

T_m ヲ計算スルコトハ中々面倒デアル。讀取ツタ最高溫度ニ對シテ物體ヲ入レテカラソノ時マデノ間ニ冷却シタ筈ノ度數ヲ加ヘナケレバナラス。

ソレニハ途中ノ30秒毎ノ冷却度數ヲ求メテソレヲ總計スレバヨイ。所ガソレハ直接ニハ測ラレテキナイカラ先ヅソレヲ計算シナケレバナラス。

最初ノ1分置ノ五回ノ溫度ノ讀ミト時刻トノグラフノ平均ノ傾斜カラ1分間ノ冷却ノ割合ガ出ル。ソレハ五回ノ平均ノ溫度 t_0 ニ於ケル値ト見ルベキデアル。(此モノハ多クノ實驗デハ0デアルカモ知レヌガ。一般的ニ考ヘルタメアル値ノモノトシテ置ク)。最後ノ五回ノ讀ミト時刻トノグラフノ平均ノ傾斜カラ出シタ1分間ノ冷却ノ割合ハソノ五ツノ平均溫度 t_m ニ於ケル値ト見ラレル。此二ツカラ t_0, t_m 間ノ溫度ニ於ケル冷却ノ割合ヲ出スニハ、冷却ノ割合ハ周圍トノ溫度ノ差ニ比例スルトイフ冷却ノ法則ヲ用キル。

横軸ノ上ニ溫度ヲ取リ t_0 ナル點カラ縦ノ方ニソノ時ノ1分間ノ冷却度數(上ニ擧ゲタグラフカラノ値。便宜上割合デナク度數ヲ取ル)ヲ取ル。次ニ t_m ナル點カラ縦ニソレニ對スル1分間ノ冷却度數(前同斷)ヲ取ル。ソノ縦線ノ端ヲ直線デ結ブ。上ノ冷却ノ法則カラ t_0, t_m 間ノ溫度ニ於ケル1分間ノ冷却度數ハ横軸上ノソノ溫度ニ相當スル點カラソノ直線マデノ高サデアラハサレル。

物體ヲ入レテカラ後最高ニ達スルマデノスベテノ30秒間ノ平均溫度ヲ求メテソレニ對スル冷却度數ヲ上ノ圖カラ求メ。ソレヲ二分シテ(30秒デアルカラ)ソレヲスベテ加ヘ合ハセレバ求ムル所ノ冷却シタ筈ノ總度數ガ得ラレル。

此計算ハ讀ミノ最高ノ値ニ對シテバカリデハナク其後ノ讀ミニ對シテモ應用サレルノデアルカラ。最高ノ讀ミ以後ノ五ツノ讀ミニ對シテモ計算ヲ推シ進メテ(但シ最高以後ハ1分毎ニ讀ンダノデアルカラ圖カラ求メタ冷却度數ヲソノママ加ヘテ行クコト)得タスベテノ値ノ平均ヲ取ツテ T_m ノ所ニ入レヨ。

此實驗デ $T_m - T_0$ ハ2°位ニシカナラスコトガ普通デアルカラ溫度ヲ精密ニ測ラヌト結果ガヨクナイ。普通ノ寒暖計デハ水銀糸ト度盛トガ離レテキルカラ視差ハ避ケラレナイ。イツモ長サニ直角ニ見ル習慣ヲツケナケレバナラス。寒暖計ガ傾ケテ置カレタ場合ニハ眼ノ位置ヲ正シクスルコトハ困難デアル。寒暖計ノ莖ニ取附ケテ用キルタメノ特別ナレンズガアルガ倍率ガ大キクナルト度盛ト水銀トガ同時ニ見エナクナルノデコマル。

ガラスノ丸棒ノ中心ニ細イ孔ノアル型ノモノハ棒狀寒暖計ト稱ヘルモノデソレハ度盛線ト水銀トノ間ガ遠イカラ顯微鏡デ見ルニハ適シナイ。

外側ニガラス管ガアリ。ソノ中ニ度盛板ト細イ管ト

ガ封ジ込メラレテキル型ノモノ(二重管寒暖計ト稱ヘルモノ)デハ水銀ト度盛トノ間ガ近イカラ視差ヲ少クスルコトガ出来ル。顯微鏡デ見ルニモ都合ガヨイ。

[22] 固体ノ膨脹係數

固体ノ膨脹ヲ測ル装置ハ種々ニ作り得ラル。針金狀ノ物デアラナラ真直ニ釣ルシテ、温度ノ變ハラヌ臺ニツノ顯微鏡(接眼鏡ノ中ニ物指ヲ入レタモノ或ハネデヲ用キテ目印ノ線ヲ動カス様ニシタモノ。即チ測微顯微鏡ト稱ヘルモノ)ヲ固定シテ、顯微鏡デ見エル所ニ針金ノ表面ニ目印ノ線ヲ附ケテ置イテ。温度ヲ變ヘタタメノ目印ノ動キ高ヲ測ルノモ一法デアアル。但シ顯微鏡ノ間ノ距離ガ不變デアアルコトガ必要條件デアアル。又針金ガ長イト温度ラ一様ニ保ツコトガ困難デアアル。

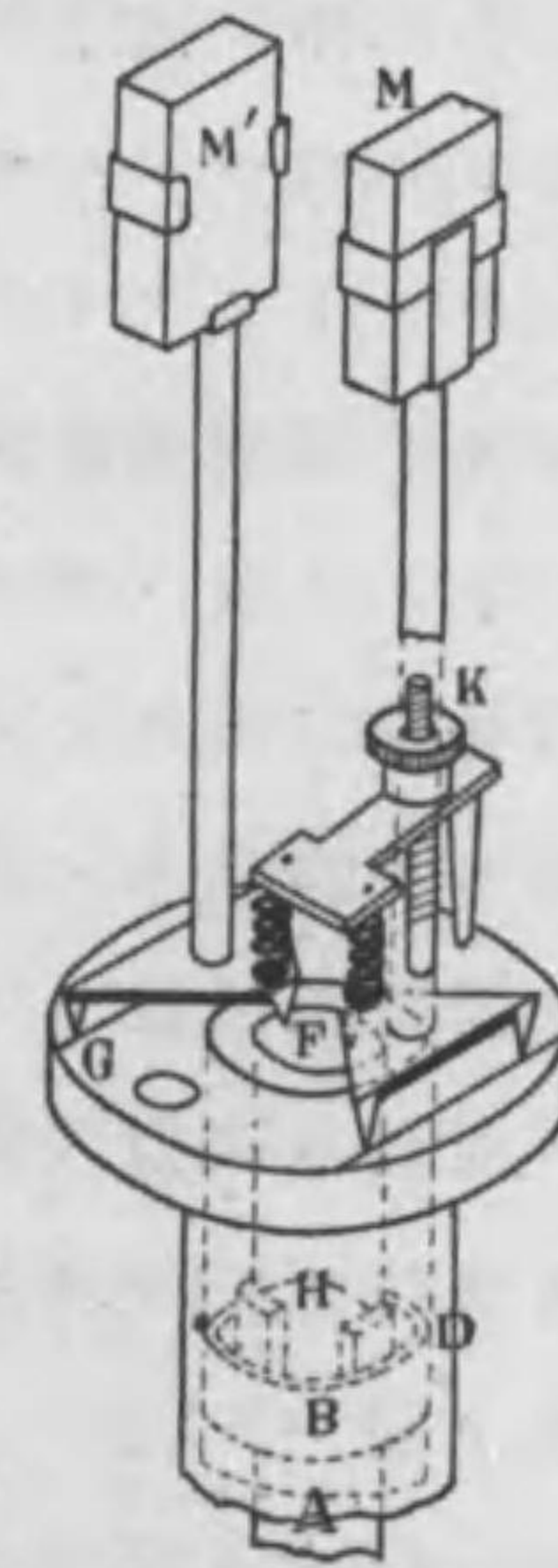
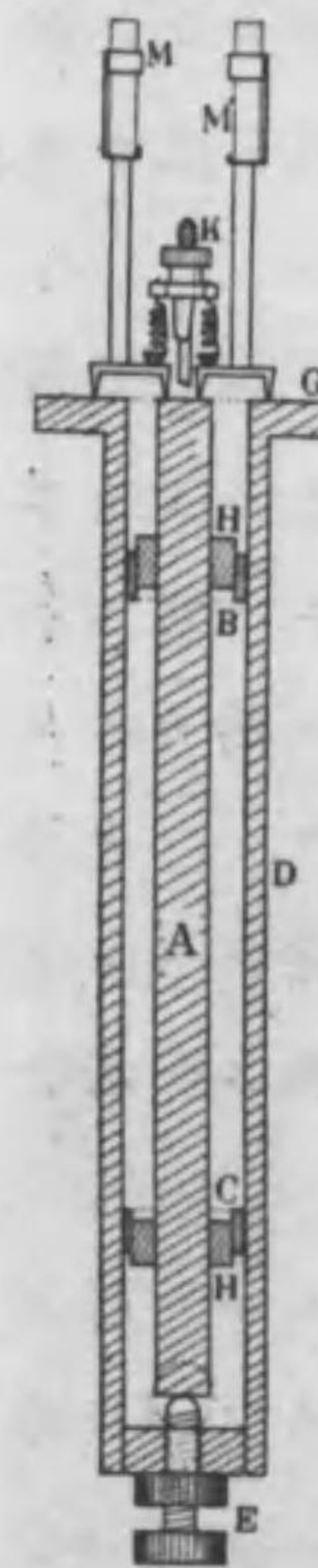
棒狀デアレバ横ニシテ同様ニ取扱フコトガ出来ル。シカシ同ジ困難ガアル。

ココニハ比較測定法ヲ用キテ困難ヲ避ケルコトニスル。材料ノ長サハ 20cm アレバ充分デアアル。温度ノ差モ 30° 位デ膨脹係數ノ差ヲ千萬分ノ一ノ桁マデ測ルコトハ容易デアアル。材料ノ側面ノ形ハ不規則デアツテモ差支ナイ。木ヤ竹ノ類ニモ用キラレル。

今假ニ真鍮ヲ標準トシテ比較スル。膨脹ノ差ヲ光ノ

挺子ヲ二個用キテ測ルノデアアル。二個用キテ理由ハ第一、讀ミヲ二倍ニアラハシ得ルコト。第二、装置ガ全體トシテ傾クコトアルモ讀ミニ影響ナキコトデアアル。

構造ノ断面ハ第35圖ニ示ス如ク。上部ノ見取圖ハ第35圖 第36圖 36圖ノ通り。Dハ



Dハ真鍮管、Gハソノ上端ニ固着セル真鍮ノ厚板、管ニハ底ガアリ底ノ中央ニハネチガアル。ソノネチノ位置ハナツトデ固定サレルE。管ノ内面ニ自由ニスベリ得ル輪B、Cガアル。此輪ハコルク片Hノ類ヲ以テ測ルベキ棒Aニハメテ置ク。棒

ガ倒レヌタメノモノデアアル。

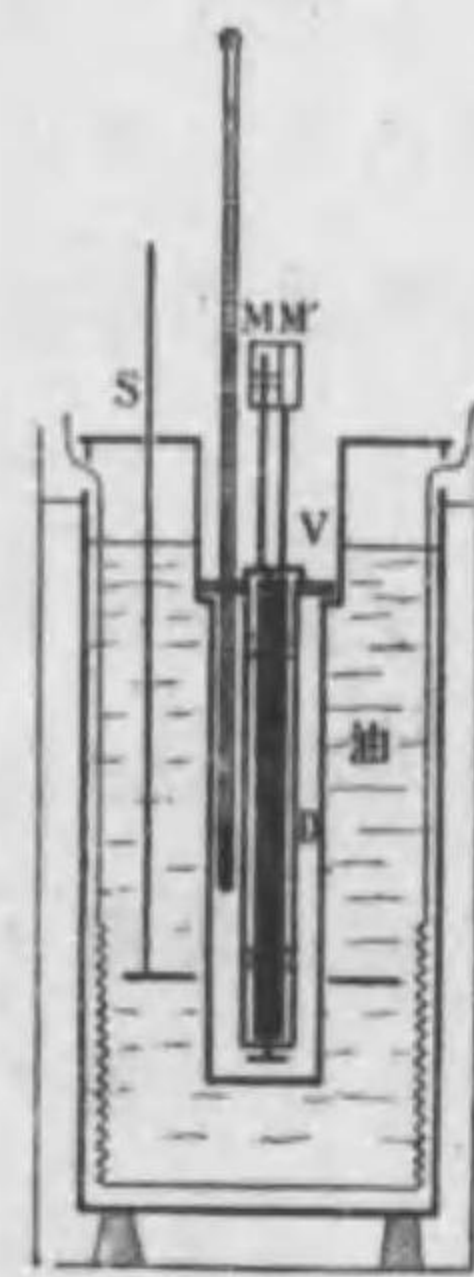
Eヲ加減シテ棒ノ上端FガGノ上面ト一致スル位ニスル。

全體ヲ熱シタ時Aノ方ガDヨリ膨脹ガ少ケレバFハGヨリ低クナル。FノGニ對スル變位ヲ測ルタメ光ノ

挺子 M, M' ヲ用キル。

M, M' ハ何レモ三脚ノ上ニ立ツ。後方ノ二脚ハ G 面ノ浅イ溝ノ中ニ、前ノ一脚ハ F ノ上ニ乗セテソノ上ヲ G ニ對シテ支ヘテアルバネヲ押サヘル。バネノ力ハ K ノネヂデ加減シテ脚ノ先ガ F カラ離レヌ様ニ充分強ク押サヘル。但シ F ノ上リ下リニ伴ヒ挺子ノ動クコトヲ妨ゲルコトノナイ様ニ注意セヨ(例ヘババネガ鏡ヲ支ヘル棒

第 37 圖



ニ觸レルコトノナイ様ニ)。

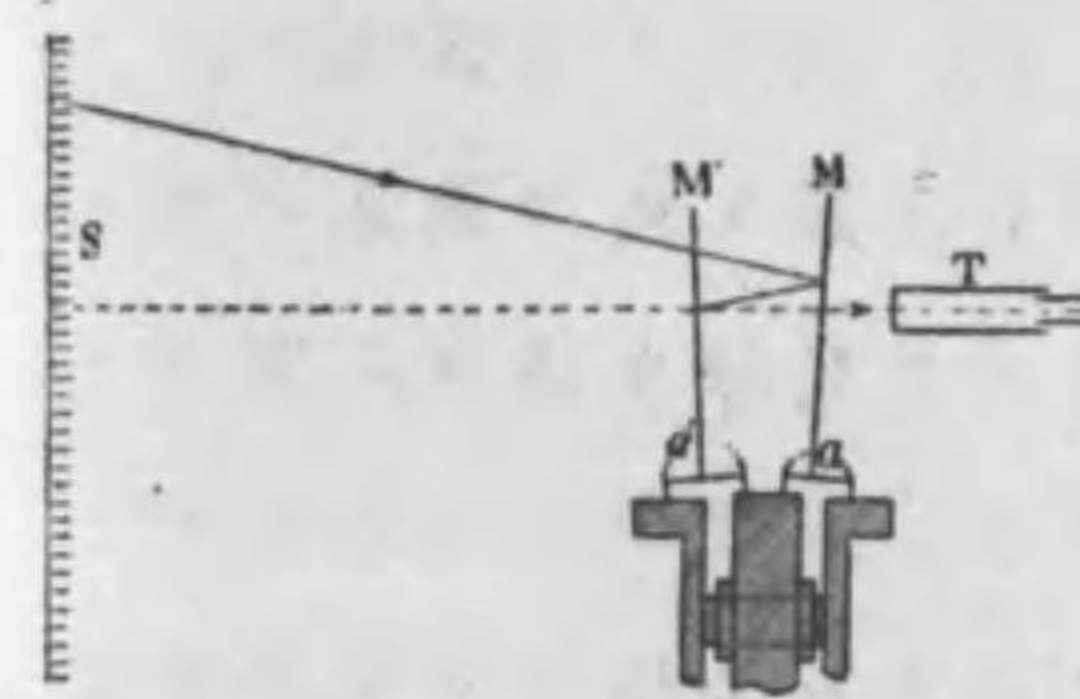
此装置ノ調整ガ出来タラ。之ヲ針金デ釣リ下ゲテ熱スルタメノ器 V ニ入レル。其器ハ二重ニシテ中ニハ何モ入レズ中間ニハ油ヲ入レ其中ニ熱スルタメノ電氣抵抗線ヲ備ヘテ置ク。ソノ外側ヲ更ニ圓筒ニテ圍ミ間ニ綿ヲ入レテ熱ノ損失ヲ防グ。(ガスニテ熱スル場合ニハ外側ヲ變ヘル)。

装置ハ G ノ下面デ支ヘラレル様ニスル。 G ノ孔ヲ通シテ寒暖計ヲ入レテ球ガ A ノ中央邊ニナル様ニ釣ル。

物指ハ $3m$ 位ノ距離ニ垂直ニ立テル。望遠鏡ハ装置ニ近ク据附ケル。 S カラノ光ガ M ニ當リ反射シテ M' ニ當リ之ヨリ反射シテ T ニ入ル様ニスル。

之ヲ据附ケルニハ先ヅ望遠鏡ヲ除ケテ置イテ肉眼デ

第 38 圖



M' 鏡ノ中ヲニランデソコニ M 鏡ノ全體ガ寫ツテ見エル様ニ装置ヲ外器ト共ニ垂直軸ノ回リニ廻ス。次ニ M' ニ寫ツテ見エル M ノ中ニ何ガ寫ツテ見エル

カラ見極メル。ソノモノノ方向ニ物指ヲ立テル。

次ニソノ時ノ眼ノ位置ニ望遠鏡ヲ持來ス。望遠鏡ノ接眼鏡ハ前以テ十字線ニ合ハセテ置ク。 T ノ長サヲ變ヘテ物指ノ線ガ明瞭ニ見エル様ニセヨ。(此時念ノタメ M 鏡ノ前ヲ遮ギツテ見テ物指自身ヲ直接ニ見テキルノデナイコトヲ確メナケレバナラス)。

F ガ上リ下リスル途中デ物指ノ端ヲ通過シテシマフ恐ノナイ様ニ物指ノ位置ヲ直サナケレバナラス。

像ガ明ルク判然ト見エナイナラバソレハ次ノ缺點ノ何レカノタメデアル。

(1) T ノ光軸ガ M' 鏡ノ中心ヲ貫カヌコト。

(2) T ヲ除ケテソレノ位置カラ肉眼デ見タ時 M' 鏡ノ中ノ殆ンド全部ヲ M 鏡ノ像ガ充ス位デナケレバナラスノニ M 鏡ノ像ガ一部分缺ケテ見エルカ(此時ハ M 鏡ノソノ見エル部分ダケシカ利用サレテキナイコトニナル)。或ハ M ノ像ガ M' ノ小部分ダケヲ占メル様ニ見エルコト(此時ハ M' ノ全面ガ利用サレテキナイノデ M ノ像ガ占メ

ルダケノ大サノ鏡ヲ用キタノト同効ニナルノデアアルカラ光ノ量ガ不足ニナルノデアアル。

M, M'ハ前方ノ脚ガFカラ外レヌ限リ横ニ動カスコトガ出来ル。鏡ハ支ヘル棒ニ對シテ幾分カ横ニ片寄セテ取附ケテ置クガヨシ。

以上ノ缺點ヲ正シテ物指ノ像ガ充分明ルク見エル様ニナツタナラ。溫度ヲ讀ミ、物指ヲ讀ミ、時刻ヲ記録シテカラ熱シ始メヨ。

加熱裝置ニ水ヲ用キルト、ソコカラ出ル蒸氣ノタメニ鏡ガクモル故水ノ代リニ油ヲ用キルガヨシ。

10°毎ニ溫度ト物指トヲ讀メ(攪拌器Sハ極靜ニ動カサナケレバナラヌ)。

溫度ノ上ルコトガアマリ速イト寒暖計ノ示度ト棒ノ溫度トガ違フ恐ガアルカラ讀ミヲ取ルシバラク前毎ニ熱源ヲ調節シテ一時溫度ガ殆ンド不變ニナル様ニシテ測ルガヨシ。ガス或ハ電流ヲ用キル場合ニハ自動調節器ヲ應用スレバ溫度ヲ不變ニ保ツコト容易デアアル。今ハ豫定ノ溫度ヨリ數度前ニ熱源ヲ絶ツテ溫度ガ殆ンド不變ニナツタ時ニ讀メバヨシ。10°毎ト記シタガソレハ大體ノ程度ヲイッタノデ時々ニ變ツテモ差支ナイ。

100°近クナルマデ測定ヲ續ケヨ。

此際モ熱シタ後ニ次第ニ冷却サセテ測リ初ノ溫度マデ戻シテ測ルノガ正當デアアルガ今ハ時間ヲ省クタメ。

熱スル場合ダケデ中止スルコトトスル。

膨脹係數ノ計算

棒ノ長サ l 、光ノ挺子ノ脚(後ノ二脚ヲ結ブ線ト前脚トノ距離。測リ方前ニアリ) a, a' 、S, M(ガラス面)ノ距離D、

M, M'ノ距離(銀ヲ附ケタ面ノ間ノ距離ニ兩方ノガラスノ厚サノ和ノ $\frac{1}{3}$ ヲ加ヘタモノヲ取レ) d

1°上ルニ對スル物指上ノ讀ミノ増高 e (之ハ溫度ト物指ノ讀ミノ間ノグラフヲ畫キ。ソノ圖カラ平均ノ値ヲ出ス。ソノグラフニ最モ近い直線ヲ引キソレノ傾斜カラ出ス)。

$$\text{膨脹係數ノ差 } a' = \frac{e}{l} \frac{1}{2D\left(\frac{1}{a} + \frac{1}{a'}\right) + \frac{2d}{a}}$$

$$a = a' \text{ ナラバ } = \frac{e}{l} \frac{a}{4D + 2d}$$

管ノ膨脹係數 α トスレバ

$$\text{棒ノ膨脹係數 } \beta = \alpha + a'$$

但シ此場合ニ物指ノ讀ミハ下カラ上ニ増スモノトス。 α ヲ測ルニハ膨脹係數既知ノ棒ト比ベテモヨシ。

此裝置ハ著者ノ考案ニヨルモノデ圖ヲ割合ニ詳シク畫イタノハ同ジ型ノモノヲ作ラウトスル時ノ參考ノタメデアアル。尤モ圖ハ構造ノ説明ヲ主トシテ畫イタノデアアルカラ各部分ノ大サノ割合ハ實際ノ裝置トハ違フ。著者ノ用キタ鏡ハ厚サ6mmノモノヲ幅1.5cm縦2.5cmニ切ツタモノデ。 a, a' ハ1cm位デアアル。

$l=20\text{cm}$, $D=3\text{m}$, トシテ温度ノ差ヲ 20° ニシテ物指ヲ $\frac{1}{2}\text{mm}$ マデ讀メバ, 膨脹係數ノ差ハ一千万分ノ一ノ桁マデ測ラレルコトニナル。

[23] 等 電 位 線

軟イ質ノ木ノ平ナ板ノ上ニ滑ナ紙ヲ置キ, ソノ上ニ厚サノナルベク一様ナ錫箔ヲ置キ。ソレノドコカニ二ツノネヂ(針金ヲツナグタメノネヂ binding screw) ヲ取附ケ。一個ノ蓄電池ノ一端カラ抵抗線ヲ經テソノ一ツノネヂニツナギ, 電池ノ他ノ極カラノ導線ハ他ノネヂニツナグ(ココニ途中ニ抵抗線ヲ入レタノハ餘リ大キナ電流ガ通ツテ錫箔ガ熔ケ又電池ガ損ズルノヲ防グタメデアル)。電池カラノ導線ヲネヂニツナグ前ニ開閉器 (switch) ヲ通ル様ニスル方ガ便利デアル。

威ジノヨイ電流計ノ兩端ニツナイダ細イ長イ導線ノ先ヲ各直徑 1mm 位長サ 6cm 位デ先ヲ尖ラシタ銅ノ針ニツナグ。

ソノ銅針ノ一本ヲ錫箔ノ一點 A ニ突キ立テテ他ノ針 B ニ紙ヲ卷イテ手ニ持ツテ錫箔ノイロイロナ點ニ觸レテ見テ電流計ガドチラノ向キニ動クカニ注意スル。

電流ノ向キガ反對ニナル様ナ二點ヲ求メ得タナラ, ソノ中間ノ點デタメシテ見テ, 結局電流計ノ動カヌ様ナ

點ヲ求メル。

ソノ點ハ A ト等電位ノ點デアル。

カヤウニシテ A ト等電位ノ點ヲ適當ナ距離ダケツツ隔テテイクツモ求メル。

初メ二三個ノ點ヲ求メ得タ後ハソノ次ノ點ガドノ邊ニアルベキカヲ考ヘツツ進行スレバ點ヲ求メルコトハ割合ニ容易ニ出來ル。

但シ偶然アル點ニ觸レタ時電流計ガ動カナカツタトイフノデソノ點ガ求メル點デアルト判斷スルノハマダ速過ル。ソノ點カラ少シ一方ニ片寄ツタ點ニ觸レタ時電流計ガアル向キニ動キ, 反對側ノ近イ點ニ觸レタ時ニ反對ノ向キニ動イタナラ, 前ノ點ハ正シカツタトイフコトガ確メラレルノデアル。

求メル點ガ確定シタナラ, ソコデ針ヲ強クツキサシテ見失ハナイ位ノ大サノ孔ガ紙ニ出來ル様ニシテ置ク。

錫箔ノ面ニ小サナ丸形ノ孔ガ出來テモ電流ノ通り方ニ變ハリガナイガ, 電流ノ方向ニ直角ナ長サヲ持ツ疵ガ出來ルト其後ノ流線ノ配置ハ大ニ變ハル同時ニ等電位線ノ配置モ變ヘラレテシマフノデ, ソノ疵ノ出來タ前後ノ關係ハ違フモノニナツテシマフカラ, 針ノ尖デ錫箔面ニ線狀ノ痕ヲ附ケルコトハ嚴禁デアル。

點ヲ求メルノニソノ間ノ距離ヲ同ジ位ニ取ルコトハ必要デハナイ。ソレヨリモ等電位線ヲ畫クノニ都合ノ

ヨイ様ニスルコトヲ考ヘナケレバナラナイ。

即チ線ノ曲リ方ガ簡單ナ場所デハカナリ離レテ取ツテモヨイ代リニ曲リ方ガ込入ツテキル場所デハ充分接近シテ多數ノ點ヲ求メナイト圖ヲ畫クコトガ出來ナイ。

一本ノ等電位線ノタメノ點ガ求メラレタラ。

次ニAノ方ノ針ヲ他ノ點ニ移シテソレト電位ノ等シイ點ヲ求メル。

錫箔ノ全面中ニイクツモノノ等電位線ニ相當スル點ガ得ラレタラ、下ノ紙ノ面ノソレラノ點ヲ曲線ニ結ビ合ハセル。

次ニハソレラノ線ノスベテヲ直角ニ切ル様ナ曲線ヲ多ク畫ケ。ソノ線ハ電流ノ方向ヲ示ス線ニナル。

初メ錫箔ヲイロイロナ形ニ切り或ハ切り抜イテ置クトイロイロナ面白イ結果ガ得ラレル。又錫箔ニ對シテ電流ノ出入スル點ノ位置ニヨツテモ線ノ形ガ變ハル。

銅針ヲツキ立タル點ハ勝手ニ定メルヨリモ、豫メ互ノ間ノ電位差ガ等差ヲモツ様ナイクツカノ點ヲ錫箔ノ上デ探ガシテ置イテ、サヤウナ點ヲ通ル所ノ等電位線ヲ求メル方ガモツト有益デアル。

電位ガ等差ヲモツ點ヲ求メルニハ銅針ノ一方Aヲ先ヅ電流ノ出入口ナルネヂノ一方ニ接シテ他ノ銅針Bノ先ヲ觸レタ時ニ電流計ガアル目盛ダケ動ク様ナ點Pヲ求メ。次ニAヲPニツキ立テテ更ニBヲ移シテ電流計

ガ前ト等シイ目盛ダケ動ク様ナ點Qヲ求メル。次ニAヲQニ移シテ前ト同様ノコトヲクリカヘシテ第三ノ點Rヲ求メル。カヤウニシテ多數ノ點ヲ求メレバソレラノ點ノ電位ハ等差ヲモツコトニナル。

電流計カラ銅針マデノ間ニ數萬オームノ抵抗ヲ入レテ2ヴオルトノ電位差ニ對シテ電流計ガ目盛ノ端近クマデ動ク位ニスルコトガ出來ルナラ。先ヅ銅針ノ先ヲ兩方ノネヂニ接ケテ目盛ヲ讀ミ。次ニ銅針ノ一方ヲ中間ニ觸レテ丁度前ノ目盛ノ半分ダケ動ク様ナ點ヲ求メレバソレハ二ツノネヂノ間ノ電位差ヲ二等分スル點デアル。此流儀ヲ進メテ行ケバ兩端ノ間ノ電位差ヲ任意ニ等分スル點ヲ求メルコトガ出來ル。

[24] 電氣抵抗ト溫度

銅線ノ電氣抵抗ト溫度トノ關係ヲ線型電橋ヲ用キテ測レ。

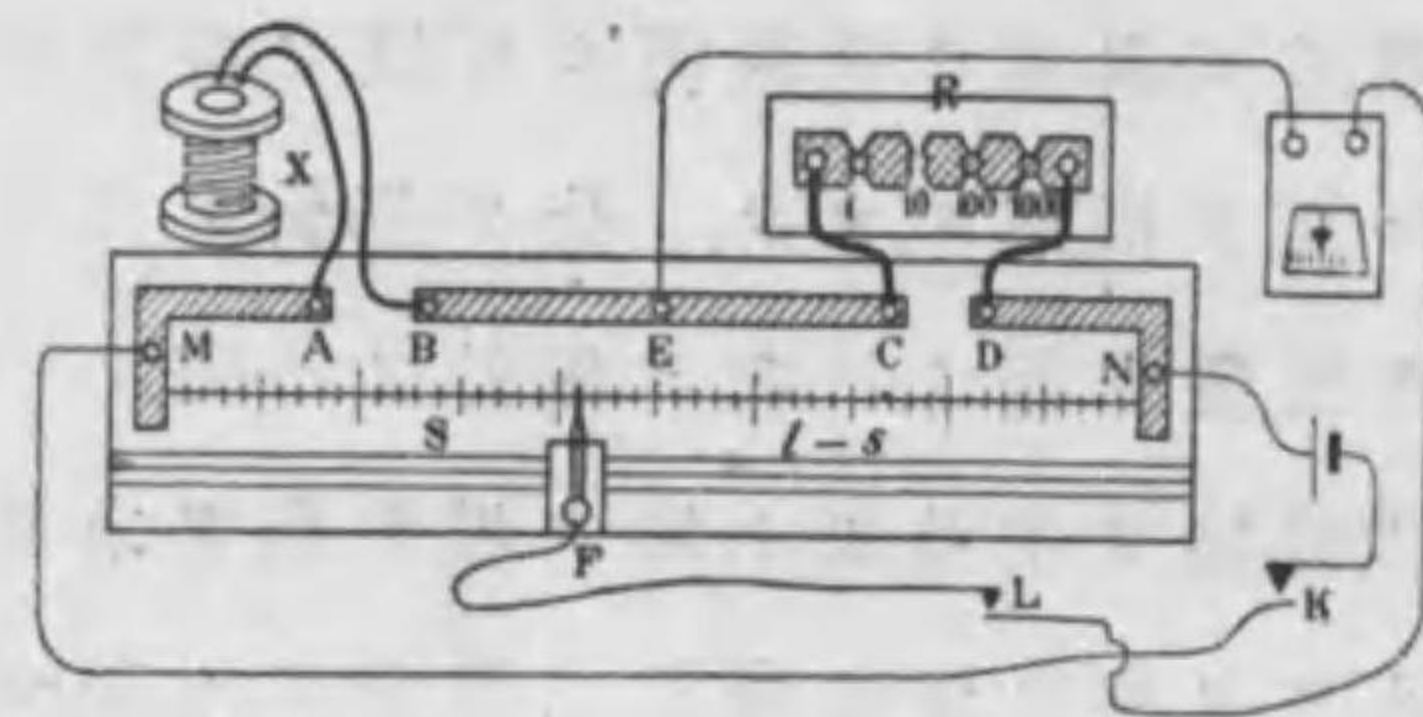
細イ絹卷銅線ヲ卷框ニ卷イテ(10オーム位銅ノ比抵抗 17×10^{-6} オームヲ用キテ所要ノ長サヲ概算ジテ取レ)其兩端ニ太イ銅線長サ1mヅツヲハンダ附ケニセヨ。(取扱ツテキル間ニツギ目ガ切レヌ様ニ太イ銅線ヲ堅ク框ニシバリ附ケテカラツナグガヨシ)。

モシ線ノ露出シテキル所ガアツタナラ乾イタ紙ヲ卷

イテ互ニ接觸セヌ様ニセヨ。無水アルコールニ溶カシタシエラツクヲソノ上ニ塗レバナホヨシ。

寒暖計ノ球ガ框ノ中央ニアル様ニシテ熱スルタメノ器(第6圖ニ示ス)ノ中ニ深く入レテ、先ヅガスニ點火ス

第 39 圖



ル前ニ、溫度ガ一定ニナツタ時ニ測定ヲ始メヨ。

線型電橋ハ厚イ丈夫ナ木板ノ上ニ厚イ銅片ガ

三ツ固定サレ。ソノ兩端ノ間ニ太サノ一様ナ抵抗ノ大キイ針金ガ直ニ張ラレ。ソノ線ノ下ニハ物指ガ固定サレテキルモノデ、圖ノ文字ノ記シテアル所ニハ針金ヲツナグネチガアル。Fハ溝ニ沿フテスベラシ得ル木片ニ取附ケタネチデソレニハ先ノ細クナツタ幅ノ狭イ板金ガ取附ケテアル(ソレハ適當ニ曲グラレテ先ガ直ニ張ツタ線ニ輕ク接スル様ニシテアル)。

Xハ卷イタ銅線ヲ示ス(器ハ圖ニ示サズ)ソレノ端ヲA,Bニツナグ。C,Dニハ比較用ノ既知ノ抵抗箱ノ兩端ヲナルベク太イ短イ銅線デツナグ。

電池ハ懐中電燈用ノ乾電池ヲ一ツヅツニ放シテソノ一ツヲ取レバ足ル。モシ蓄電池ヲ使フ場合ニハ必ず適當ナ抵抗ヲ途中ニ入レテ置ク様ニセヨ。蓄電池ノ内抵

抗ハ極小サイカラソレヲ直接ニツナイダ場合ニ抵抗ノ小サイ部分ヲ通ジテ輪道ガ閉ヂラレルコトガアルト非常ニ大キナ電流ガ通ツテ燒ケル恐レガアルカラ注意シナケレバナラス。電池カラノ導線ノ一ツハNニツナギモ一ツハkey Kヲ通ツテMニツナグ。

感ジノヨイ電流計ノ一端カラノ線ハEニ、他端カラノハkey Lヲ經テFニツナグ。ソノ線ハ細クテ長イノヲ用キナイトFヲ自由ニ動カスノニ困マル。

C,D間ニツナイダ抵抗箱ハ金屬ノ栓ヲ抜イタ部分ダケノ抵抗ガソコニ用キラレタコトニナルノデアアル。(栓ヲ插シテアル部分モ堅クシテナイト抵抗ガ0ニナラスカラ念ノタメ一々押シテ廻ス氣味ニシテ調べナケレバナラス)。

先ヅアル抵抗ノ栓ヲ抜キ、Kヲツナギ。次ニLヲ一ツツナイデ見テ電流計ガドチラニ動クカヲ見ル。Fノ位置ヲ變ヘテ又試ミル。カヤウニシテ電流計ノ動キ方ノ大キイ間ハ一々Lヲハナス。電流計ノフレガ目盛ノシテアル範圍内ニ收マル位ニナツタラLヲツナイダママFヲ動かシテ電流計ノフレガ反對ニナル位置ヲ速ニ求メテカラ、フレノ0デアアル位置ニFヲ置イテLヲ切ツタリツナイダリシテ見ル。ソノタメニモシフレタナラFノ位置ヲ少シ變ヘテ又試ミル。結局Lノ開閉ニ無關係ニ電流計ノフレナイ位置ヲ求メル。(電流計ノ零點ハ遠

ツテキルカモ知レナイカラ。Lノ切ツテアル時ノ針ノ位置ヲ精密ニ讀ンデ置ケバ上ノ結果ニ直グ到着スルコトガ出來ル。指針ガ0ヲ指ス時ヲ零點ト速斷シテヤルトムダナ時間ヲ費ヤスコトニナル。

場合ニヨルトFガMノ端カラNノ端マデ來テモフレノ向キガ變ハラスコトガアル。[一方ノ端ニ近ヅクトイクラカ小サクハナルガ向キガ變ハラストイフ様ナ場合ニハ抵抗ガ極小サイカ(Mノ端ノ方ノフレノ小サイ時)極大キイカ(Nノ方デ小サイ時)デアアル。ソノ時ハ大抵短絡シテキルカ切レテキルカデアアル] サウイフ場合ハソノコトヲ速ク發見スル様ニセスト時間ヲ浪費スルコトニナル。ソレ故イツモ測定ノ始メニ兩端ノ近クデタメシテ見テフレガ反對ニナルコトヲ確メテガラ先ニ進ムコトヲ原則トスルガヨイ。

正シイ位置ニ到着スルノニ一方側カラバカリ徐行シテ行ツタノデハ長イ時間ヲ費ヤスコトガアル。始メノ中ハ一足飛ビニ反對側ニ越シテカラ又元ノ側ニ戻ルトイフ流儀ヲクリカヘシテ行ケバ一段毎ニ少ナ過ギト多過ギトノ開キガ狭メラレルカラ安心シテ確實ニ正シイ位置ニ達スルコトガ出來ル。此關係ハコノ實驗ニ限ツタコトデハナク。スベテノ量ノ測定ニ共通ナコトデアアル。(天秤デ分銅ヲ乗セル順序ニ關シテノコトヤ最後ニ最小分銅一ツデ重過ギ或ハ輕過ギノ二ツノ場合ノ間ニ

挾ンデキメルコトモソノ一例デアアル。他ノ場合ヲモ考ヘ見ヨ)。

今求メ得タ位置ニ於テ M,F ノ間ノ針金ノ長サ S, M,N ノ長サ l デアルナラ A,B 間ノ抵抗 X ハ

$$C,D \text{ 間ノ抵抗 } R \text{ オームナラ } X = R \times \frac{S}{l-S} \text{ オーム}$$

R ガイロイロニ變ヘ得ルモノナラ F ガナルベク M,N ノ中央ニ近クナル様ニ R ヲ定メル方ガ結果ガ精密ニナル。之ハ線型電橋ヲ使フ時イツデモ注意スベキデアアル。

此時ノ溫度ヲ記録シ。次ニガスニ點火シテ熱シツツ 20°, 30°, 40°, …… 90°, 最高溫度ニ於ケル抵抗ヲ測リ。次ニハ次第ニ冷却サセツツ測ル。(此時自然ニ冷エルノヲ待ツテハアマリ長クカカルカラ湯ノ中ニ冷水ヲ加ヘ次第ニ冷水ト換ヘテ)。

溫度ト抵抗トノ間ノグラフヲ畫キ。ソノ關係式ヲ作レ。第一次ノ計算トシテハソノグラフニ近キ直線ヲ引キ,ソレノ傾斜カラ 1°ノ差ニ對スル抵抗ノ増シ高ヲ求メソレヲ常溫ノ時ノ抵抗デ割ツタモノヲ出セ。

ソノ値ヲ抵抗ガ溫度ニ比例シテ變ハルト考ヘタ場合ノ公式カラ出シタ値 $a = \frac{X_2 - X_1}{X_1 t_2 - X_2 t_1}$ ト比較セヨ。

$$[X_1 = X_0(1 + a t_1), X_2 = X_0(1 + a t_2)]$$

a ハ溫度係數ト名ケラレルモノデアアル。

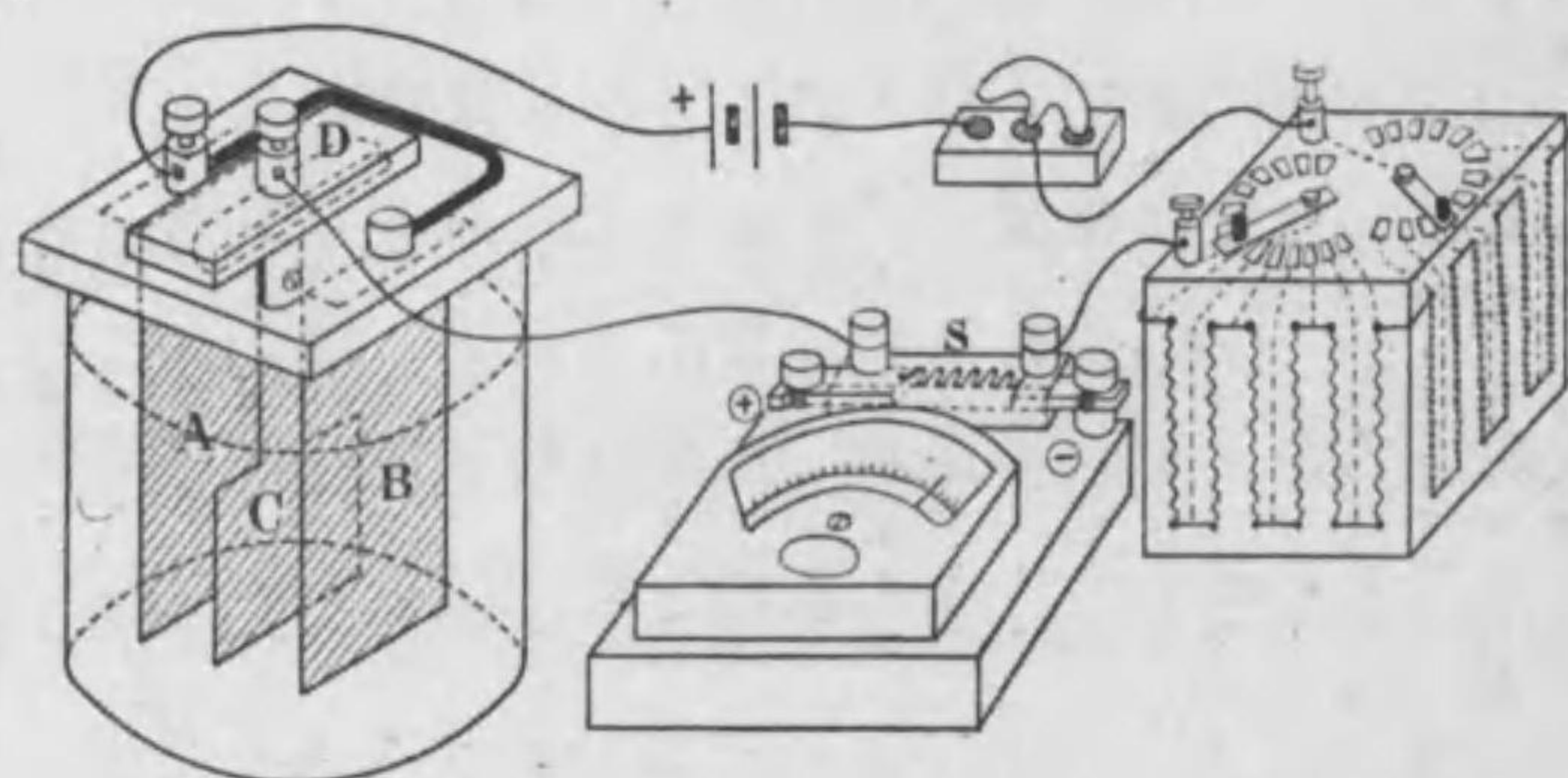
測定値ヲ溫度ノ低イ方ト高イ方トノ二組ニ分ケ。ソノ低イ組ノ一ツト高イ組ノ一ツト順々ニ組合ハセテ計

算セヨ。

[25] 電氣分解

銅ヴォルタメーター

第 40 圖



硫酸銅ノ水溶液ノ中ニ三枚ノ銅板ヲ入レテ(圖ノ A, B, C) ナルベク平行ニシカモ間ノ距離ヲ等シイ様ニ固定スル。兩側ノ銅板ヲ固定シタネデノ間ハ太イ銅線デツナイデ置ク。ソノ先ヲ電池ノ陽極カラノ線ニツナグ。中央ノ銅板Cヲ支ヘル方ノネデハ電流計、抵抗器、開閉器ヲ經テ電池ノ陰極ノ方ニツナグ。

電流計トシテハミリアンメーターニシヤントSヲ取附ケテ100ノ目盛ガ1アンペアニ相當スルモノヲ用キルコトニスル。此電流計ニハネデノ一方ノ傍ニ+又ハ

一ノ記號ガ附ケテアル。ソレニ從テ電池ノ同號ノ極カラノ線ヲツナガネバ反對ノ方ニ動イテシマフ。

抵抗器ヲ加減シテ1.2アンペアノ電流ガ通ル様ニシテカラ電路ヲ切り。Cヲ取出シテ水デヨク洗ツテカラ面ヲ磨ク(硫酸銅ノ微量ガ殘ツテキルト磨イテモスグ酸化スル。抵抗ヲ調節スルタメニハ同形ノ他ノ銅板ヲ用キテモヨシ)。

磨クニハ砂紙ヲ使フト面ニ小サナ溝ガ出來ルノデ後ニ銅ガ一樣ニ附カスコトガアル。平ナ板ノ上デ水ヲツケテ朴木炭デ磨クト速ク滑ニ磨ケル。尤モ終ニハ磨ク傍カラキレイナ紙デ水氣ヲ拭取ル様ニセネバナラス。

面ノキタナイ所ガアルト銅ヲ附ケタ後ニ洗フ時ニ剥ゲテ落ちル恐ガアル。磨イタ銅板ヲ取扱フニハ後ニ液ノ中ニ入ラナイ部分ヲ持ツコトニシテ液ニ入ル部分ニハ直接ニ手ヲ觸レテハナラナイ。油氣ノ附カナイ様ニ氣ヲ附ケネバナラス。

キレイニ磨イテ乾カサレタ銅板ハ天秤デ $\frac{1}{10}mg$ マデ測レ(ライダーヲ使ツテ $1mg$ ノ差ヲ作り)。次ニ銅板ヲCノ位置ニ取附ケテ。時計面ノ秒針ニ注意シテ0秒ノ時ニ電路ヲツナグ。直ニ電流計ヲ讀メ。

電流計ヲ讀ムニハ視差ヲ避ケルタメ眼ヲ指針ノ正面ニ置イテ讀マネバナラス。目盛ノ $\frac{1}{10}$ マデ讀メ。精密ナアンメーターニハ目盛ト平行ニ鏡ガ取附ケテアル。指

24
25
26
27
28
29
30

針ノ像ガ指針ト重ナツテ見エル様ニシテ讀メバヨイ。

針ニ注意シテソレガ動イタラ新ナ位置ヲ讀ンデソノ時刻ヲ記録セヨ。動ク様ニ見エナクテモ 1m 毎ニ讀取ヲ記録シテ置ク。初メノ五分以後ハ五分毎ニ讀ムコトニシテ(異動ガアレバソノ時毎ニ讀マネバナラス)。40分ヲ經タラ秒マデ正シク注意シテ電路ヲ切り。ソノ時刻ヲ記録シテ置ク。

電流計ハ電源ニ變化ガナケレバ急激ニ動クコトハナイ。此實驗ノ場合ニ同ジ電池ヲ他ノ組ト共同シテ用キタリスルト他ノ方デ斷續變化スル毎ニ急ナ變化ヲ受ケテコマルカラ電池ハ單獨ニ専用スル様ニセヨ。モシソレニモ關ハラズ指針ガ不規則ニ動クナラバソレハドコカ輪道ノ中ニツナギ方ノユルイ所ガアルノデアル。スベテノネヂノシメ方ガユルクハナイカ又導線ニワルイ部分ハナイカ、ツナガルベキ部分ニ面ノキタナクナツタ所ハナイカ、此等ノ點ハ初メ抵抗器ヲ調節スル時ニ同時ニ吟味スルコトニセヨ。即チイロイロナ部分ニワザト觸ツテ動カシテ見テ電流計ノ指針ガ不規則ニ動クコトノナイ様ニシテ置クガヨシ。

上ノ注意ハイツノ場合ニモ忘レヌ様ニセヨ。

次ニ充分大キナ器ニ水ヲ充シタモノヲ用意シテ置イテ、銅板Cヲ上ノ木片Dゴト持上グテ直ニソノ水ノ中ニ入レテ空氣ニ觸レナイ様ニシテ器ノ中ノ水ヲヨク換ヘ

テ(水流シ場デ行フガヨシ) 硫酸銅ノ微量モ殘ラヌ様ニシテカラ取出シテ吸取紙ニ挾ンテ速ニ水ヲ取ラセル。更ニヨク乾カシテカラ前ト同様ニ質量ヲ測レ。

充分キレイニ洗ツタ後速ニ水分ヲ取去ツタモノハ空氣中ニ置クモ殆ンド酸化セズニ新鮮ナ銅ノ色ヲ失ハナイ。洗ヒ方ノワルイノハチキニ茶褐色ニナル。

先ヅ電流計ヲ正シイモノトシテ電氣量ガ幾クーロン通ツタカヲ求メヨ。ソレニハ方眼紙ノ横ニ時間ヲ取り縦ニアンペア數ヲ取ツテ得タグラフノ下ノ面積ヲ求メレバヨシ。方眼紙ノ目ノ數ヲ取レバ面積ガ得ラレル。電流計ノ讀ミノ中カラ全時間中共通ナ部分ヲ除イタ圖ヲカクガヨシ。方眼紙ノ目ノ端數ノモノハスベテ目測デ加ヘ合ハセ。他ノ部分ハ適當ニイクツカノ部分ニ分ケテ勘定スレバ大シテ面倒ナコトハナシ。今數ヘ得タ目ノ數ガN個アリ。横ノ長サノ單位ガ10秒ヲアラハシ縦ノ長サノ單位ガ10maヲアラハストセバ1目ハ $\frac{1}{10}$ クーロンデアルカラ。電氣量ハ $\frac{N}{10}$ クーロンニナル。

一樣ナ厚サノ紙ニ圖ヲカケバソノ面積ヲ切抜イテ質量カラ求メテモヨシ(但シ知レタ面積ノヲ別ニ測ツテソレト比ベテ)。

前後ノ質量ノ差ヲmg單位デアラハシ0.3294(銅ノ電氣化學當量)デ割ツタモノヲ更ニ $\frac{N}{10}$ デ割レバアンメーターノアラハス1アンペアノ眞ノ値ヲ求メルコトガ出

來ル。

銅板ノ面積ニ對シテアマリ大キイ電流ヲ通スト銅ガ密着シナイ恐ガアル (25cm^2 ニ對シテ1A以下ニセヨトセラレテアルガ、コノ實驗デハ6cm角ノ極薄イ電氣分銅板ヲ用キル。但シ取附ケルタメニ中央カラ幅1.2cm長サ6cmダケ上ノ方ニ延バシテアル)

A, Bハ電氣分銅ノ稍厚イ板ヲ用キル。

新ニ液ヲ作ル時ハ純硫酸銅結晶ヲ五倍ノ蒸溜水ニ溶カシ少量ノ硫酸ヲ加ヘル。(比重約1.1)。

更ニ精密ニ測定スルニハ硝酸銀溶液(15乃至20ヲ蒸溜水100ニ溶カス)ト銀ノ陽極ヲ用キ陰極ナル白金板ノ中ニ入レテ實驗スレバ附着シタ銀ヲ洗ツテ乾カスコトガ樂ニ出來ル(空中デ酸化ノ恐レガナイカラ)。

銀ノ電氣化學當量ハ 1.118mg (1ターロンニ附)。

之ハ電流ノ實用單位ノ定義ニ使ハレル量デアアル。即チ1アンペアトハ硝酸銀溶液ノ中ヲ通ル時ニ一時間ニ 1.118mg ノ銀ヲ分ケル所ノ電流デアルト定義サレテキル。

[26] 熱ノ仕事當量

或抵抗ノ導線ニ或時間ノ間電流ヲ通シタ時生ズル熱量ヲ測ツテJヲ求メルコト。

抵抗Rオーム, 電流Aアンペア, 時間t秒ナル時生ズル

熱量ハ $H = \frac{RA^2t}{J}$ カロリー

Hノ測定法ハ混合ノ法デ比熱ヲ測ツタ時[21]ト同様。

熱量計ノ蓋ノ下面ニ銅ノ針金ヲ作ツタ框ヲ取附ケ。ソレニ極細イマンガニン線ヲ二重絹巻シテ螺旋形ニ細カク巻イタモノヲ卷附ケテソノ兩端ヲ銅線ニハンダ附ケニシテ。ソノ銅線ノ先ヲ蓋ノ中央ノ孔ニシエラツクテハリ附ケタ雲母板ノ孔ヲ通シテ外ニ出ス。線ノ表面ニハ無水アルコールヲ溶カシタシエラツクテ厚ク塗ツテカラ 120° 位ニ熱シテシエラツクテ充分堅ク附カセル。ソノ抵抗ハ200オーム位ニ作ツテ置ク。電源カラノ途中ノ抵抗ヲ調節シテ0.13アンペア位ノ電流ガ通ル様ニスル。(熱量計ハ150g位ノ水ヲ入レ得ルモノヲ用キル)。

電源カラノ導線ノ一方ハ開閉器電流計ヲ通ツテ抵抗線ノ一端ニツナギ。他ノ線ハ適當ナ抵抗ヲ經テ抵抗線ノ他ノ端ニツナグ。外ノ抵抗ヲ調節シテ適當ナ電流ガ通ル様ニスル。(此場合ニ電源ノ電壓ハ充分大キク取り外ノ抵抗が大キクナル様ニシテ置ク方ガ安全デアアル。即チ熱量計内ノ線其他ガ誤ツテ短絡サレタ場合ニ電流計ヲ焼切ツタリスル恐ノナイ様ニ)。

先ヅ熱量計(抵抗線ヲ取附ケタ蓋ヤ攪拌器モ一所ニ)ノ質量ヲ測リ($\frac{1}{10}\text{g}$ マデ)。次ニ蒸溜水ヲ入レテ測ル(攪拌ノタメニコボレル恐ナキ限リ多量ナルガヨシ)。

熱量計ヲ(水ヲ充シテ溫度ヲ不變ニ保ツ様ニシタ)外器ノ中ニ三本ノ絲デ釣ルス。

$\frac{1}{10}$ マデ度盛シタ寒暖計ヲ球ノ位置ガ水ノ高サノ中央ニナル様ニ支ヘル。

先ヅ1分置ニ五回溫度ヲ讀ミ(攪拌器ヲ休マズニ動か

スコトハ前ノ[21]ノ場合ニ説明シタ通り。

次ニ時刻ヲ秒マデ正シク注意シテ電流ヲツナグ。ソノ時刻ヲ記録スル。直ニ電流計ヲ讀ム。

次ニ1分毎ニ溫度ヲ讀ミ(レンズヲ用キテ視差ノタメノ誤ノナイ様ニ注意シテ目盛ノ $\frac{1}{10}$ 即チ $\frac{1}{100}$ マデ讀ム)。電流計ヲ讀ム。

溫度ガ5°位上ツタナラ、時刻ヲ秒マデ正シク注意シテ電流ヲ切ル。ソノ時刻ヲ記録スル。溫度ヲ讀ム。

ソノ後更ニ1分毎ニ溫度ヲ讀ム(時刻ヲ記入シツツ)。

ソノ間ニ最高溫度ニ達シタナラソレヲ讀ミ、ソノ時刻ヲ記入スル。

溫度ガ下リカケルマデ1分毎ノ觀測ヲツツケ。

其後更ニ5回讀ンデ終ル。

電流ニヨツテ生ジタ熱ガナルベク速ク熱量計全體ニヒロガル様ニシナケレバ正シイ結果ハ得ラレヌ。攪拌シカタガ充分デアレバ電流ヲ切ツタ後ニ溫度ノ上ルコトハ極僅デアル。攪拌スルコトハ電流ヲ切ツタ後モ止メテハナラナイ。

寒暖計ハ中ノ抵抗線ニ觸レテキナイ様ニ注意シナケレバナラス。

此場合ニ溫度ト時間トノグラフヲ畫イテ見ルト簡單ナ關係ニナツテキル。從テ冷却ニ對スル補正ハ[21]ノ場合ヨリ簡單ニナル。

先ヅ、最後ノ五回ノ讀ミカラ1分ニ對スル冷却ノ割合ヲ求メ。ソレノ $\frac{1}{2}$ ニ電流ヲ通ジ始メテカラ最高溫度ニナツタマデノ時間(分單位)ヲ掛ケタモノヲ最高溫度ニ加ヘル之ヲTトス。

電流ヲ通シ始メノ溫度(初メノ五回ノ讀ミカラ出ス)ヲT₀トス。

毎分ノ電流ノ平均ヲAアンペア

電流ヲ通シタ時間(秒單位)ヲt

熱量計ニ入レタ水ノ質量W

熱量計(附屬ノモノ共)及ビ寒暖計ノ水當量w

ナラバ $H=(W+w)(T-T_0)$

從テ $J = \frac{RA^2t}{(W+w)(T-T_0)}$

上ノTニ對スル補正ハ溫度ガ時ニ比例シテ上ルモノトシテ即チグラフガ直線ニナルトシテノ計算デアル。

ソノグラフノイロイロナ點ニ於ケル切線ヲ作り。ソレノ傾斜カラ溫度ノ上ル割合ヲ求メ。ソレニ對シテソノ溫度ニ於ケル冷却ノ割合(ソノ計算法ハ124頁ノ中央ニアリ)ヲ加ヘタモノヲ(時ノ單位ヲ秒ニ換算シテ)上ノ式ノ $\frac{T-T_0}{t}$ ノ代リニ入レテ計算シテ見ヨ。

此場合ニ用キル電流計ハ[25]ノシャントヲ除イタモノヲ用キレバヨシ。(熱量計ノ中ニ入レル抵抗ガ小サクテ大キイ電流ヲ要スル場合ニハシャントノアルママ)。

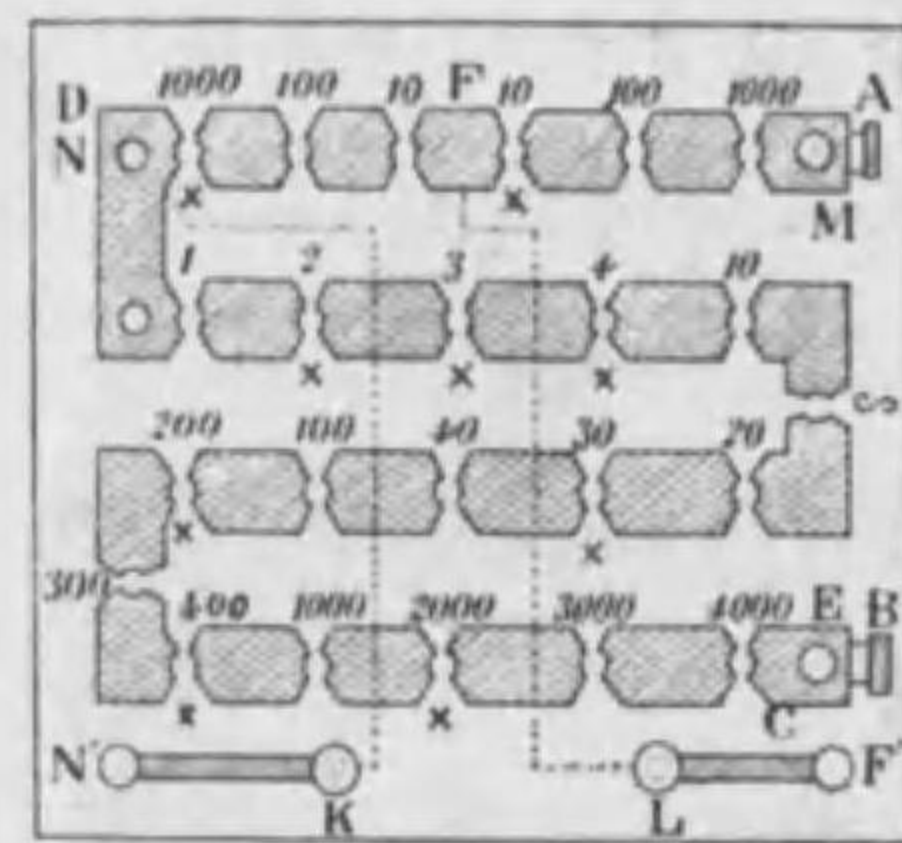
此實驗テハ測定法カライヘバ抵抗Rヲ測ルヨリモRAニ相當ス

ル電位差ヲ測ル方ガ適當デアルガ。ソレニハヴォルトメーター(或ハソレニ使ヒ得ル電流計)ヲ用キナケレバナラヌガ今ハ器械ヲ少クテ済マスタメ抵抗ヲ測ルコトニシタノデアアル。ヴォルトメーターヲ使フ場合ニハ前ニ記シタ接續法ハソノママニシテ熱量計カラ出タ二本ノ銅線ニ一本ツツノ線ヲツナイアソノ先ヲヴォルトメーターノ兩端ニツナゲバヨシ。電流計ヲ讀ムト同時ニヴォルトメーターヲ讀ンテ記録シテ。計算ノ場合ニハ前ノ式ノ RA^2 ノ所ニ VA ヲ入レレバヨシ。 V ハヴォルト計ニヨリテ得タ電壓(ヴォルト單位)、 A ハ電流計ノ示ス電流カラヴォルト計ヲ通ル電流ヲ引イタモノ。

R ノ測定ハ[24]ノ方法ニヨツテモヨイガ、此機會ニ別ナ電橋ヲ用キテ見ル。

P. O. Box (電信局用箱型電橋)

第 4 1 圖



圖ノ場合ニハ AF, FD, DC ノ三ツノ部分ニ分ケテ考ヘルト AF, FD 間ノ一ツツツヲ用キレバ $\frac{AF}{FD}$ ノ比ヲ $100, 10, 1, \frac{1}{10}, \frac{1}{100}$ ノ五通ニ變ヘルコトガ出來ル。 DC 間ハ 11110 カラ 1 マデノスベテノ整数ニ變ヘ得ラル。

今 A, B ニ測ルベキ抵抗ノ兩端ヲツナギ。 E, F' ニ電池ノ兩極ヲツナギ。 M, N' ニ敏感ナ電流計ヲツナイデ (K, L ハ何レモ押セバツナガル key ニナツテキル) 中間ノイタクツカノ栓ヲヌキ。残りハスベテ栓ヲ挿シテ置イテ(圖ニハ畫キ易クスルタメスベテ栓ヲ除イテアル。ソノ場合ニハ數デアラハシタダケノオームノ抵抗線ヲ經テ隣

ノ間ガツナガツテキルノデアアル。モシソコニ金屬ノ栓ヲ挿セバソコノ抵抗ハ 0 ニナル) 先ヅ L ヲ押シ次ニソレヲ押シタママニシテ K ヲ押シタ時電流計ガ動カナケレバ $\frac{AB}{CD} = \frac{AF}{FD}$ ナル比例ガ成立ツ。(ココニ AB ハ A ト B トノ間ニツナイダ抵抗ヲアラハス。他ノモノモ同斷トス)。器械ニハ第41圖 M, N' ノ所ニ G ノ字ガ記シテアル。

(E, F' ノ所ニハ Z, C 字)。今 \times 印ノモノヲ除キ他ノ栓ハ挿シテアルトスレバ求ムル抵抗ハ $X = \frac{1}{100} \times 2639 = 26.39$

線型ノデハ R ガ位取リヲ與ヘ、線ノ長サノ比ガ數ノ組合ハセヲ與ヘタノデアアル。P. O. Box デハ上ノ側ノ兩組ノ抵抗ノ組合ハセニヨリ位取リヲ出シ残りノ抵抗ガ數ヲ與ヘル。[電池ト電流計トハツナギ所ヲ取換ヘテモヨシ。但シ其場合ニハ K ヲ先ニ押シテカラ L ヲ押セ]

實際ノ場合ニハ初メハ總ベテノ栓ガハメテアル。ソレヲ抜ク順序ハ先ヅ比ノ方ノ一ツツツヲ抜イテ次ニ CD 間ノヲ抜ク手順ハ丁度天秤ノ皿ニ分銅ヲ乗セル場合ト同ジ流儀ニスルノデアアル。(即チ一ツ抜ク毎ニ L ヲ押シ K ヲ押シテ電流計ガドチラニ動クカラ見テカラ次ニ移ツテ行クコトハ天秤ヲ一々下ロシテ指針ノ動ク向キヲ見テカラ次ノ分銅ニ移ツタノト全ク同様ニスルノデアアル)。比ノ抵抗ノ方ハ CD 間ノ出來ルダケ多クノ桁ノモノガ使ハレル様ニ選ブ方ガ精密ナ結果ヲ得ラレル。

P. O. Box ハ箱型電橋ノ中アハ一番簡單ナモノデア。使ヘル範圍ヲモツトヒロクシ。又モツト精密ニ測レル様ニ作ラレタモノガアル。

一般ニ箱型ノ方ガ線型ノヨリ確實ナル。線型ハ前ノ例ノ様ニ變化シツツアルモノヲ速ク追カケルニハ都合ガヨイガ、一ツノ弱點ハ M,N 間ニ張渡シタ線ノ太サガ一様アナイト長サノ比テ抵抗ノ比ヲアラハストイフ關係ガ正確アナル。又初メ正シイ線ヲ用キテモ使用スルタメニ磨滅シテ正シクナクナル恐ガアル。

線型ノモノアハ線ノ下ニ一様ナ物指ノ代リニ $\frac{S}{l-S}$ ノ比ヲアラハス所ノ目盛ヲ用キタノガアル(中央ニ 1, 左カラ $\frac{1}{3}$ ノ所ニ 0.5, $\frac{2}{3}$ ノ所ニ 2 トイフ様ニ) ソノ場合ニハソレガアラハス數ニ位取ダケ掛ケレバヨイノデアアルカラ極メテ便利ナル。

箱ノ中ニアル抵抗線ハ通常絹絲ノコラナイモノヲ一重カニ重巻イテ絶縁シタモノヲ全體ノ長サヲ中央カラニツニ折曲ゲテ往復ノ二本ガナルマク近イ所ニアル様ニ木ノ巻框ニ巻イテアルノデアアル。表面ヲ絶縁物ヲ被フタ金屬ノ框ニ巻イタ方ガ温度ヲ一様ニ保ツ點カラ更ニヨイノデアアル。

非常ニ速ク變化スル電流ノ場合ニハ往復線ガ接近シテキルト困ルノテ特別ナ形ニワザワザ離シテ巻クコトガアル。高周波ノ場合ナドガソレデアアル。サモナイ限上ノ様ニシテ巻ケバ線ガ面積ヲ圍マナイカラ電流ノ變化ガアツテモ感應動電力ガ起ライアスムノデア都合ガヨイノデアアル。シカシソレアハ往復線ガ互ニ近クニアルタメニ電氣容量ガ大キイカラ高周波ノ場合ニハ抵抗ガ違フ知クナル。

コールラウシュ万能電橋

電解質ノ抵抗ヲ測ル場合ニハソノモノヲ適當ナ器(絶縁物ヲ作ラネバナラヌ通常ガラス)ニ入レテ電解質ノタメニ作用ヲ受ケヌ様ナ物質(大抵ノ場合ニハ白金)ヲ作ツタ電極二個ヲ適當ナ位置ニ置イテ。ソレカラノ導線ヲ電橋ノ測ルベキ抵抗ヲツナグネチニツナイア電池ノ代リニ方向ガ毎秒數十回交代スル様ナ電源ヲ用キル(ソノ目的ニ作ラレタ小サナ感應コイルガアル)。一定ノ方向ノ電位差ヲ與ヘタノデアハ中ニ電氣分解ガ起ツテソノタメニ逆ノ動電力ガ出來テ電橋ノ釣合ノ關係ガ成立タナクナル(ホキートストーン電橋ノ關係ハ抵抗ノ中ニハ動電力ガナイトイフ條件ヲ本トスル)。ソノ影

響ガナクナル様ニスルニハ電位差ノ向キヲ速ク交代サセレバヨイ。所ガ此場合ニハ電位差ノ向キガ速ク交代スルタメニ釣合ノ條件ガ成立タナイ時ニモ普通ノ電流計アハ動カナイ。ソレニ使ヒ得ル特別ナ電流計モアルガ。通例ハ感ジノヨイ電話器(受話器)ヲ用キル。受話器ニ音ノ聞コエナクナツタ時ハ即チ釣合ガ成立ツタノデアアル。

Kohlrauschノ萬能電橋ト稱ヘル器械アハ小サイ感應コイルガ器械ノ中ニ仕掛ケテアツテ電池ト電話器ヲツナグバスダ間ニ合フヤウニ組立テラレテアル。

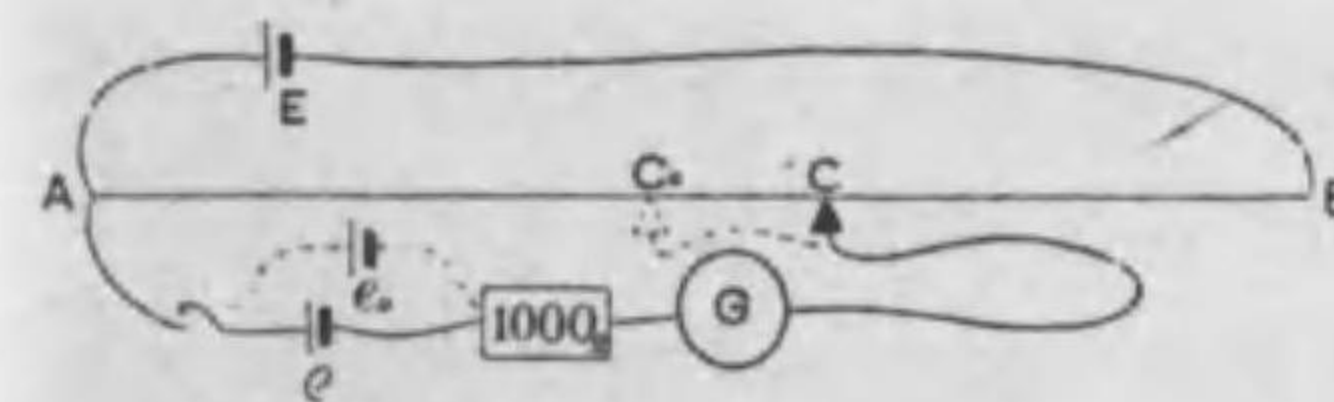
面積ヲ圍マヌ様ニ巻カレタ導線ノ抵抗ハ同ジ流儀ヲ測ルコトガ出來ルガ。然ラザル場合即チ感應係數ノ 0 アナイ場合ニハ交流アハ測ルコトガ出來ナイ。變ハラヌ電源ヲ使ハナケレバナラス。

[27] ポテンシオメーターニヨリ

電池ノ動電力

抵抗ノ大キイ導線ノ兩端 AB ノ間ニ動電力ノナルベ

第 42 圖



ク不變ナ電池例ヘバ蓄電池 E ノ兩極ヲツナグバ、ソコニ通ル電流ハカナリ

不變デアアル。ソレヲ c amp. トスル。

今標準電池(Westonノ電池即チ Cadmium 電池)ノ+極カラノ導線ヲ key ヲ經テ A ニツナギ、他ノ極カラノ導線ハ 1000 ohm ノ抵抗ヲ經テ更ニ感ジノヨイ電流計ヲ經テソノ先ヲ AB ノ上ノイロイロナ位置ニ觸レテ見テ key ヲツナイダ時電流計ノ動ク向キガ反對ニナル様ナ二點ヲ

探シ。更ニ其間ヲ探シテ key ヲ押シテモ電流計ノ動カ
ス様ナ點ヲ求メル。ソレヲ C。トスレバ AC。間ノ抵抗
 R_0 ohm トスレバ標準電池ノ動電力ハ $e_0 = R_0 e$ volt

e_0 ノ代リニ他ノ電池 e ヲ用キテ同様ノコトヲ行ツテ
得タ點ヲ C トスレバ AC 間ノ抵抗 R ohm ナラソレノ動
電力ハ

$$e = R e \text{ volt.}$$

e ハ未知デアツテモ二ツノ場合ニ不變デアルナラ
此二ツノ式カラ e ヲ消シテ

$$e = e_0 \frac{R}{R_0}$$

ヲ得ルカラ e_0 ガ既知デアレバ R_0, R ヲ測ルコトニヨ
リ e ヲ求メルコトガ出來ル。此方法ヲ potentiometer ノ
法トイフ。

測ルベキ電池ノ輪道ノ中ニ大キナ抵抗ヲ入レテ置ク
ノハ標準電池ノ中ニ或ル程度以上ノ電流が通ラナイ様
ニ保護スルタメデアル。

標準電池ハ電流ノ通ラナイ様ニシテ使フベキモノデ
アル。アル程度以上ニ電流が通ツテ中ニ用キテアル薬
品ガ變化シテシマフト、動電力ガ變ハル様ニナル。

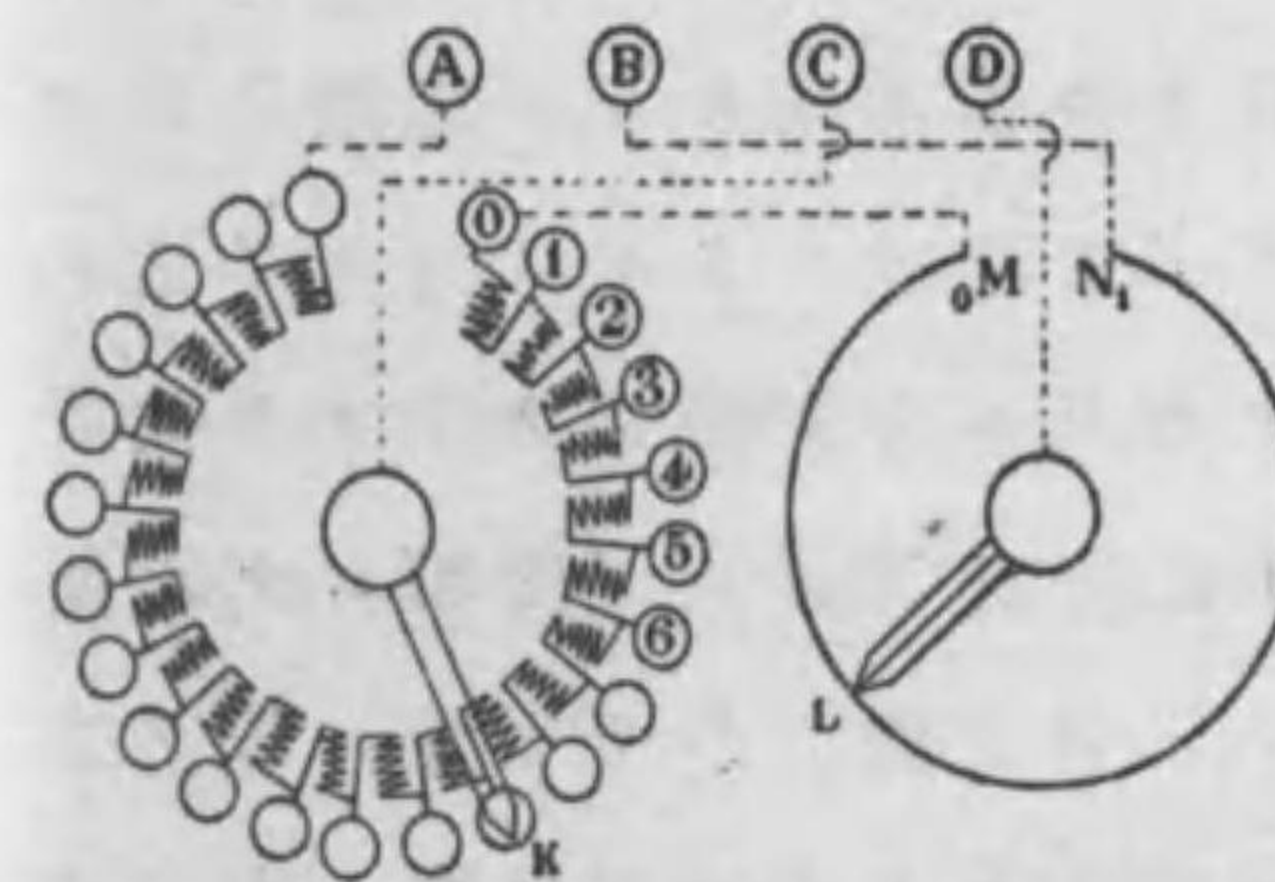
電流計ノ動キ高ガ極僅ニナツテ見分ケ難イ様ニナツ
タ後ニハ、ソノ抵抗ヲ短絡シテ、更ニ C。ノ位置ヲ僅ヅツ動
カス様ニスルト、ソノ位置ヲ精密ニ定メルコトガ出來ル。

他ノ電池ノ場合ニモ同様ニシテ使へ。

精密ナ結果ヲ得ルタメニハ AB ハ充分長クシナケレ
バナラス。長イモノヲ直線ニ張ツテ置イタノデハ取扱
ニ不便デアルカラ之ヲ coil ノ形ニ卷イテ箱ノ中ニ入レ
テ使ヒ易イ様ニ作ツタモノガアル。

ソノ構造ハ次ノ圖ニ示ス通り抵抗ノ等シイ coil 二十
數個トソノ一ツノ coil ト抵抗ノ等シイ線ヲ大キナ圓板

第 43 圖



ノ側面ニ張ツタモノ
ガアル。圖ノ左ノ方
ノ 0,1,2 等ト記シテア
ル丸ハ K ノ先ヲツナ
グタメノボタンデソ
ノ間々ニアルノガ抵
抗コイルデ、右ノ方ノ
MLN ノ圓ガ圓形ニ

張ラレタ抵抗線デアル。ソレヲノツナギ方ハ A カラ始
マツテ多數ノコイルヲ經テ M ニツナガリ N ヲ經テ B ニ
終ル。K, L ノコンタクトノ位置ヲ變ヘレバ C, D ノ間ニ
含マレルコイルノ數トソレノ端數トヲ任意ニ變ヘルコ
トガ出來ル。効能ハ一本ノ線ノ上デ C。ノ點ヲズラセタ
ノト同ジコトニナル。

L ニ對スル目盛ハソレガ M 端ニアル時 0, N 端ニアル
時 1 ナル様ニソノ間ヲ等分シテ置ケバ K ノ所ノ數ニ續
ケテコンマ以下ヲ L ノ所ノ數カラ讀ムコトガ出來ル。

今上ノ coil 一ツノ抵抗ヲ 100 ohm トシテ、外ノ電源カラノ途中ニ調節シ得ル抵抗ヲ入レテ AB 間ノ電流ガ丁度 1ma ナル様ニナシ得タトスレバ、上ノ讀ミハ直ニ 0.1 volt ヲ單位トシタ値ヲアラハスコトニナル。

此 potentiometer ヲ使用スルニハ一個ノ蓄電池ノ陽極カラノ線ヲ key ヲ經テ A ニツナギ陰極カラノ線ヲ B ニツナギ、測ルベキ電池ノ陽極カラ key ヲ經テ C ニツナギ陰極カラハ鋭感電流計ト 1000 ohm 抵抗トヲ經テ D ニツナグ。先ヅ L ヲ 0 ニシテ K ヲ中程ニ置キ A ノ電路ヲツナイデカラ C ノ方ヲツナイデ電流計ノフレノ向キヲ見ル、K ヲ動かシテ、フレノ小サクナル方ニ移シテ行クト位置ヲ一ツ變ヘルコトニヨリ電流計ノフレガ反對ニナル所ガアル。ソノ境目ノ二ツノ中デ數ノ小サイ方ニ K ヲ止メテ、次ニ L ノ位置ヲ變ヘテ行クトフレガ次第ニ小サクナリ、アル位置デハ 0 ニナリソレカラ先デハ反對ニナル所ガアル。ソノ 0 ニナル位置ヲ精密ニ求メテ讀取ヲスル。次ニソノ電池ノ位置ニ標準電池ヲ置イテ同様ノコトヲ行ツタ時ノ讀ミヲ取ル。ソノ二ツノ比ハ前ノ式ノ $\frac{R}{R_0}$ ニ相當スル。

Wcston 電池ノ動電力ハ溫度ニ對スル變化ノ少ナイコトガ都合ノヨイ點デアルガ、溫度 t ノ時ノ値ハ

$$1.0183 - 0.0000406(t-20) - 0.0,95(t-20)^2 + 0.0,1(t-20)^3$$

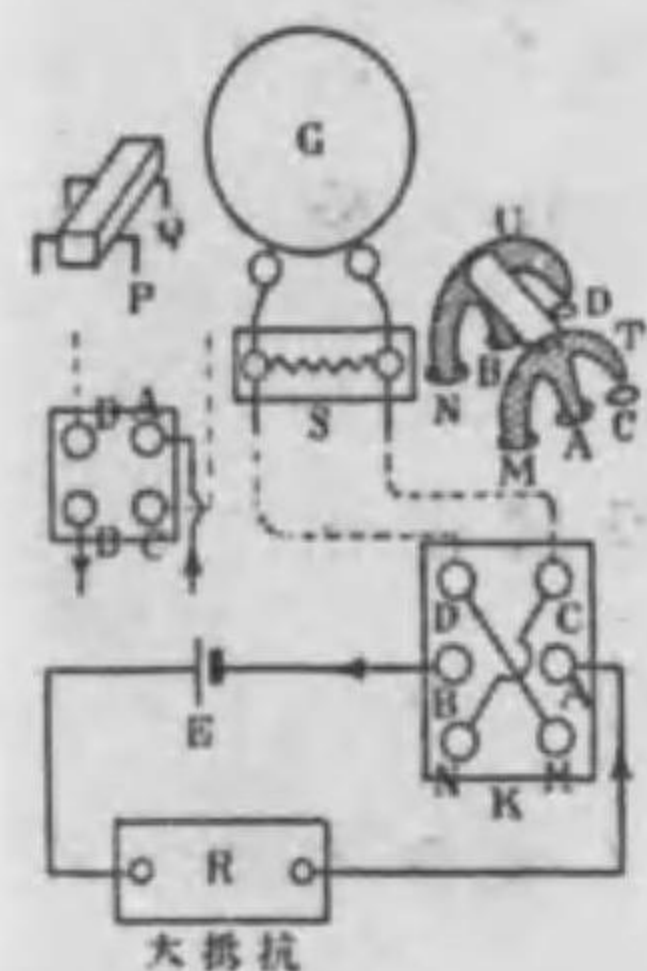
ニヨリ與ヘラル。(volt 單位)。

此器械ハ取扱方ガ簡單デアルカラ多數ノモノヲ比較スルノニ便利デアル。小サイ器ヲ用キテ硫酸亞鉛ノ種々ナ濃サノ溶液ヲ入レテ重力電池ヲ作ツテソノ濃サト動電力ノ關係トノグラフヲ畫イテ見ヨ。

[28] 電流計ノ感度

感ジノヨイ電流計ノ感度ヲアラハスニハ、指針ヲ用キタノデハソレガ一目盛動クニ要スル電流ノ大サデアラハセバヨイガ、鏡附ノモノデハ物指ヲ 1m ノ距離ニ置イタ時 1mm 動カスニ要スル電流デアラハセバ比較ニ便利デアル。感ジノヨイ程大キナ數デアラハサレル様ニスルタメニ上ニ記シタ電流ハ 1 volt ノ電位差ヲ幾 ohm ノ抵抗ニ作用サセタ時ノニ相當スルカトイフ、ソノ抵抗ノ大サデイヒ表ハスコトモアル。例ヘバ感度 100 meg トイ

第 44 圖



ヘバ電流ノ大サデアラハセバ 10^{-8} amp トイフノト同シ。

測定ノ方法ハ圖ノ様ニツナイデ電流計ノフレヲ讀ム。

G ハ電流計。S ハシヤント。E ハ電位差ノ一定ナ電池。R ハ特ニ大ナル抵抗。

K ハ電流計ノ方ニ行ク電流ノ向

キヲ換ヘルタメノモノ。

實驗中ネチアツナギ直スコトナシニ或ル部分ノ電流ノ向キヲ變ヘタイ場合ガ起ル。ソノタメニ作ラレタ裝置ヲ commutator ト稱ヘル。ソレノ一番簡單ナノハ圖ノ左ノ方ニ示シタ様ニ板ニ四ツノ穴ガアリ。ソレニ水銀ガ入レテアル。A, B ヲ電源ノ方ニツナギ C, D ヲ受ケル方ニツナグ。二本ノ針金 P, Q ヲ上ノ圖ノ様ニ曲ゲタモノヲ板ニ取附ケテ。ソノ四ツノ先ヲ穴ニ入レレバ電路ガツナガル。針金ニ縱ノ位置ヲ與ヘレバ A カラ C ニ至リ D カラ B ニ戻ル。横ノ位置ヲ與ヘレバ A カラ D ニ至リ C カラ B ニ戻ル。即チ上ニ示シタモノヲ持上ゲテ 90° 廻シテハメレバ C, D ニ對スル電流ノ向キガ反對ニナル。シカシコレヲハ速ク出來ナイ。ソノタメニ六穴ノモノガアル。今 A, B ニ電源ヲツナギ C, D ヲ受ケル方ニツナギ M, N, O, P, Q, R トテ圖ノ様ニツナイテ置ク。T, U ノ様ナ形ノ銅ノ厚板ヲ木片ヲ結ビ合ハセタモノヲ六ツノ穴ニ對シテ圖ノ様ニ置ク時ニ電流ハ A カラ M ヲ經テ D ニ至リ C, N ヲ經テ B ニ歸ル。木ヲ持テ C, D ノ方ニ倒セバ C, D カラ先ノ電流ハ反對ニナル。之ヲラバ速ク動カスニ便利アル。

G, S, R ノ抵抗ガソレソレ G, S, R ohm アルトスル。電池ノ動電力 E volt ナラ G ヲ通ル電流ハ

$$\frac{E}{R + \frac{SG}{S+G}} \times \frac{S}{G+S} \text{ 即チ } \frac{ES}{R(G+S)+SG} \div \frac{ES}{R(G+S)} \text{ amp.}$$

電流計ノ鏡ト物指トノ距離 D cm ノ時 1mm ガ c amp. ニ相當スルナラ 100 cm ニ換算スレバ $c \times \frac{D}{100}$ トナル。

上ノ測定ノ時物指ノ上デ n mm 動イタナラ感度ハ

$$\frac{ES \times D}{R(G+S)n100} \text{ amp. デアル。}$$

n ヲ測ルニハ commutator ニヨリ電流ノ向キヲ變ヘタ時右左ニ等シイ目盛ダケ動ク様ニ直シテカラ測ラネバ

ナラス。直シ方ハ後ニ記ス。サヤウニ直シタ後ニモ零點ガ變ハルカモ知レヌカラ電流ノ向キヲ變ヘテ右カラ左マデノ總フレ高ノ $\frac{1}{2}$ ヲ取ツテ計算スベキデアル。(物指ハ鏡ニ平行ニ長サノ方向ヲ水平ニスル)。

コイルノ動ク電流計ノ場合

d'Arsonval
ダルソングアル電流計(強イ磁石ノ極ノ間デ coil ノ動ク型ノモノ) ノ場合ナラ取扱ヒ易イ。方位ニ關係ナク只 coil ガ自由ニ動キ得ル様ニ据附ケレバヨイノデアル。水準器ガ取附ケテアルナラ、ソレニ從テ脚ノネチヲ調節スレバヨシ(但シ水準器ノ取附方ガ正シクナイコトモアルカラ考ヘネバナラス)。感ジノヨイ電流計デハ極細イモノデ coil ガ釣ツテアルカラ、持運ビスルニハ必ズ coil ヲ支ヘテカラニセネバ釣絲ヲ切ル恐レガアル。coil ヲ支ヘルタメノ仕掛ハ種々アルガ實物ニツイテ考ヘルガヨシ。

coil ガ磁場ニ對シテ對稱的ニ釣ラレテナイ時ハ電流ノ向キニヨリフレ方ガ違フ。ソノ時ハ coil ヲ釣ル上ノ部分ヲ適當ニ廻シテ直ス。

此式ノ電流計ニシヤントヲ附ケルト止マルベキ位置デナイノニ動カナクナル場合ガアル。(ソレハ coil ガ動カウトシテ場磁石ノ力線ヲ切ル時ニ出來ル感應動電力ノタメニ電流計トシヤントデ作ラレタ輪道ノ中ニ大キナ電流ガ出來テ。ソノタメニ、動クコトニ反對スル力ガ

出來ルカラデアアル)。ソレヲ避ケルニハ電流計ノコイルカラスグニツナグズニ充分大キナ抵抗ヲ經テシヤントニツナゲバヨシ。

上ニ記シタ様ニ振止メ作用ガ甚シクテハ使用ニ差支ヘルガ其作用ヲ適度ニ殘シテ置ケバ振動ガ速ク衰ヘテ靜止點ニ速ク達スルカラ便利デアアル。上ノ方ア電流計ノフレト名ケタノハ靜止點ト零點トノ讀ミノ差デアアル。振動ノ振幅デハナイ。

磁針ノ動ク電流計ノ場合

coil ガ固定シテキテ磁針ノフレニヨツテ測ル電流計デハ coil ハ磁氣子午線ニ平行ニ置カネバナラス。

据附方。磁針ガ自由ニ動キ得ル様ニ器械ノ傾キヲ直シテカラ coil ノ面ガ大體磁針ニ平行ト見エル様ニスル。(磁針ガ外カラ見えヌ場合ニハ別ノ磁針ト比ベテ見レバヨシ)。物指ヲ鏡ニ平行ニ長サノ方向ガ水平ニナル様ニ置ク。望遠鏡ハ鏡ノ法線ヲ含ム面内ニ据附ケル(ソノ場合ノ方法ハ[14]ニ詳シ)。近所ニ鐵製ノ物ガアツテハコマル。望遠鏡ノ臺其他ハ磁力ニ影響ヲ及ボサナイ材料デ作ラネバナラス。

先ヅ抵抗ヤシヤントヲ調節シテ物指ノ端ニ近クマデニフレル(前ニモ記シタ通り此フレトイフノハ振動ノタメノ動キ高デハナイ。靜止點ト零點トノ讀ミノ差ヲイフ)位ノ電流ヲ通ズ。次ニソノ向キヲ變ヘル。ソノニツノフレガ違フナラ coil ノ面ヲフレノ少ナイ方ニ少シ向ケ直シテカラ、前ト同様ノコトヲクリカヘス。ソノ時

ノ兩側ノ差ヲ前ノ場合ノト比ベテ(何レモ記錄シツツ進行セヨ)。次ニ直スベキ方針ヲ定メル。前ノ種々ナ場合ニ記シタ様ニヤハリ始メハ餘計ニ動カシテ差ガ反對ニナル様ニシテカラ戻ス流儀ニシナイト時間ヲ空費スルコトニナル。考ヘテ實行スレバ四五回目ニハ兩方ガ殆ンド等シクナル様ニ出來ル。之デ据附方ハ正サレタ。

controlling magnet ノ附屬スル器械デハ先ヅソレヲ取去ツテ遠方ニヤツテカラ上ノ調整ヲスベキデアアル。

[地磁力ノ作用ヲ遮ル装置ヲシテ(例ヘバ鐵ノ箱デ幾重カニ包ンデ)磁針ガ位置ヲ保ツカハ釣絲(水晶絲ノ様ニ彈性ノ完全ナルモノヲ用キテ)ノ力ノミニヨル場合ニハ磁氣子午線ニハ殆ンド關係ナクナル]

磁氣子午線ニ coil ヲ平行ニ直シタ後 controlling magnet ヲ元ノ位置ニ戻シテソレノ方位ヲ直シテ零點ノ讀ミガソレノナイ時ト同ジニナル様ニスル。(controlling magnet ノ位置ハ器械ノ中心ニ對シテナルベク近イ所ニ持來シテ見ヨ。ナルベクトイフノハアル距離以內ニ近附ケルト、ソレノ及ボス磁力ガ地磁力ヨリ大キクナツテソノ場所ノ磁力ノ方向ガ反對ニナリ磁針ハ裏向ニナツテシマフカラ、ソノ有様ニナラス程度デ、ソコノ合力ガナルベク小サクナル様ニトイフ意味デアアル)。

始メ磁氣子午線ニ合セルタメニナルベク大キイ電流ヲ使フ様ニシタノハ左右ノフレノ差ヲナルベク大キク

現ハレサセルタメデアル。

controlling magnet が無い場合ノ感度ヲ測リ、次ニ出來ル
ダケ感ジヲヨクシタ場合ニツイテ測レ。

方位角ノ變化ニ伴ヒ磁針ノ靜止スル方向ガ變ハル。
ソレ故電流計ノ零點ハ時ト共ニ變ハルカラ電流ヲ通ス
前ニ零點ヲ測リ次ニ電流ノ向キヲ變ヘテ測ツタ後再ビ
零點ヲ測ル様ニセネバナラス。

此型ノ方テハ振動ヲ速ク止メルタメニハ磁氣能率ノ大キナ磁針
ヲ用キナケレバナラス。シカモ振動ノ週期ヲ小サクスルタメニ磁
針ノ慣性能率ハナルベク小サクセネバナラス。ソノニツノ條件ヲ
同時ニ充スタメニ工夫サレタ磁針ハ鐘形ト稱ヘルモノデアアル。丸
棒ノ中ヲ下カラ上端ニ近イ所マアクリ抜イテ更ニ下ノ方ヲ縱ニニ
ツニ切り離ス所ノ溝ヲ作ツタ形ノモノアツマリ馬蹄形ノ磁石ノ外
形ヲ圓筒形ニシタ様ナモノデアアル。ソレヲ縱ニツルシテ純粹ナ銅
ノ塊ノ中ニ細長イ圓筒形ノ穴ヲアケタモノノ中テ振動サセルトソ
ノ銅ノ中ニ起ル感應電流ノタメニ振動ハ速ニ止ム。此銅ノ塊ノ兩
側ニ coil ヲ取附ケタ形ノ場合ニハ振動ガ一番ヨク止メラレル。
弱イ磁針ヲ用キタモノテハ鐵ニ對スル空氣ノ抵抗ガ振止メノ力ヲ
供給スルノテソノ作用ハ極鈍イモノデアアル。(配電盤用其他實用ノ
電氣測定器テハ振止メニスルタメノ部分ノ方ニ餘計ナ費用ガカ
ツテキルノモアル。磁針ガ油ノ中ニ入レテアルノハ最も簡單ナ場
合デアアル)。

短イ磁針ガ coil ノ中デアアル角ダケ廻ハサレタ時ニハ
ソノ角ノ正切ガ電流ニ比例スルノデアアルカラ。角ノ大
キイ場合ニハソノ關係ヲ用キネバナラス。角ガ小サイ
間ハソレガ物指上ノ動キ高ト比例スルト見ラレル。

電流計ニハ上ノニツ以外ノ型ノモノモアルガ特別ナ
場合ニ應ズル事柄ノ外ハ上ノ例ニ從ヘバヨシ。

[29] 熱 電 流

熱電流ヲ利用シテ溫度ヲ測ルタメニハ先ヅ既知ノ溫
度差ニ對スル熱動電力ヲ測ツテ表ヲ作ツテ置クガヨシ。

今銅線ト洋銀線トノ熱電對ヲ作ツテ一方ノツナギ目
ノ溫度ヲ一定ニ保チ他ノ方ノ溫度ヲ變ヘテ生ズル動電
力ヲ測ル。

長サ 1m ノ洋銀線ノ兩端ニ各長サ 1m ノ銅線ヲツナ
ギ、ソノ銅線ニハ長サ 15cm 位ノ細イガラス管ヲハメル。

針金ノツナギ目ノ所ヲ寒暖計ノ球ニ絲デシバリツケ
ソコマデ前ノガラス管ヲハメコミ、ソレヲ更ニ底ノアル
ガラス管ニ入レテ、ソノ一ツハ第 6 圖ノ中ノ管ニ深サ
5cm 程水ヲ入レタ中ニ入レ、モーツハ第 34 圖ノ様ニ裝置
シタ熱量計 E ノ中ニ水ヲ充シタモノノ中ニ入レテ置ク。
(此場合ニハ更ニ上ニ木ノ蓋ヲシテナルベク溫度ノ變ハ
ラス様ニスル。熱スル器ノ方カラハ出來ルダケ遠ザケ
テ置ク)。

二本ノ銅線ノ先ハ commutator ヲ經テ電流計ニツナグ。
先ヅ兩方ノ溫度ヲ讀ミ。電流計ヲ讀ム。次ニ 6 圖ノ
器ヲ熱シ始メル。溫度ハ極徐々ニ上ル様ニスル。5° 置

位ニ合圖ヲシアツテ同時ニ電流計ト溫度ノ讀ミヲ取ル。

電流計ノ讀ミヲ取ツタ後毎ニ commutator ノ接續片ヲ取去ツテ電流計ノ零點ヲ讀ム。他ノツナギ目ノ溫度モソノ度毎ニ讀ム。適宜ノ溫度マデ上ゲタ後ニハ冷ヤシテ初メノ溫度ノ近クマデ下ゲツツ測ル。

次ニ電流計ノ一目盛ノ値ヲ測リ ([28]ノ方法ニヨル) 銅線ト洋銀線ノ抵抗ヲ測リ(之ヲ R_{ohm} トス)電流計ノ抵抗 G_{ohm} , シヤントノ抵抗 S_{ohm} ガ既知トスレバ電流計ガ N 目盛フレタ時(1目ノ値 C_{amp} トスレバ)ノ動電力ハ

$$NC \left(G + \frac{G+S}{S} R \right) \text{ volt デアル。}$$

電流計ノ讀ミト兩方ノ溫度ノ差トノ間ノグラフヲ畫キ。ソレニ近イ直線ヲ引イテソレノ傾斜カラ溫度差 1° ニ對スル動電力ノ差ヲ計算セヨ。

鐵線ト銅線トニツイテ、グラフヲ畫キ、ソノ曲線ノイロイロナ點ニ於テ切線ヲ引キソレノ傾斜ト溫度トノグラフヲ畫テ見ヨ。

potentiometer ヲ用キテ測レバ抵抗ニ無關係ニ動電力ヲ測ルコトガ出來ルワケデアルガ熱動電力ハ極小サナモノデアルカラ第43圖ノママノモノヲ用キルトスレバ電池ト A, B トノ間ニ大キナ抵抗ヲ入レテ $\frac{1}{100}$ m.a 位ノ電流ガ通ル様ニシナケレバナラス。ソレデハ標準電池ト直接ニ比ベルコトガ出來ナイ。

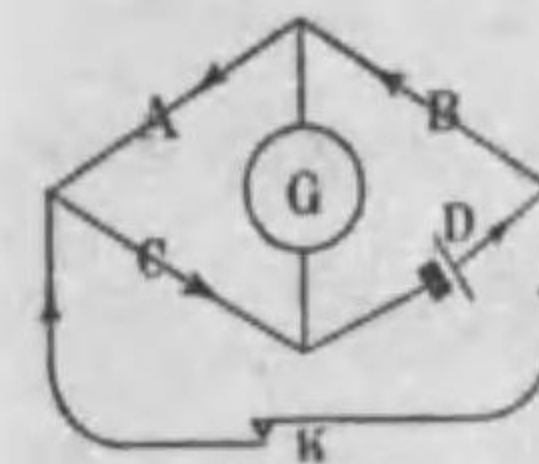
抵抗 1 乃至 2 ohm ノ線ヲ直線ニ張ツタモノヲ蓄電池

カラ B ニ至ル間ニ入レテ蓄電池ノ他ノ極ト A トヲツナギ、熱電對ノ一端カラ電流計ヲ經テ來タ線ヲソノ直線ノ一端ニツナギ熱電對ノ他ノ端カラノ線ノ先ヲソノ直線ノ上デ動かセバ電流計ノ動カヌ位置ヲ求メルコトガ出來ル(但シ適當ナ端ヲ用キネバナラス)。標準電池ハ[27]ノ通ニシテ用キテ直線ノ部分ノ長サト抵抗ノ關係ガ知レテキレバ 152 頁中央ノ式デ熱動電力ガ求メラレル。

[30] 電池ノ内抵抗

電池ノ内抵抗ガ大キイ場合ニハ、マンシノ法ヲ用キテモヨイ。ソノ方法ノ原理ハ測ルベキ

第 45 圖



電池 D ト三ツノ抵抗 A, B, C トヲ圖ニ示ス様ニ一ツノ輪ニツナギ A, B ノツナギ目ト C, D ノツナギ目トノ間ニ電流計ヲツナグ時モシ $\frac{A}{B} = \frac{C}{D}$ ナル比

例ガ成立ツナラバ

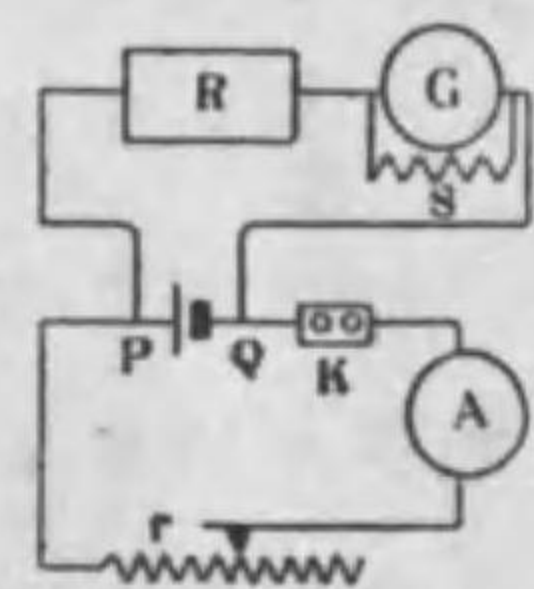
A, C ノツギ目ト B, D ノツギ目トノ間ヲ導線デツナイデモ電流計ノ中ヲ通ル電流ハ變ハラナイ、トイフ關係ヲ利用シタノデアアル。即チ圖ノ様ニツナイデ K ヲツナイデモ切ツテモ電流計ノフレガ變ハラヌ様ナ三ツノ抵抗ヲ探シ出スノデアアル。ソレカラ上ノ式ヲ使ツテ D ヲ計算スルノデアアル。

此方法デハ内抵抗ノ極小サナ電池ノ場合ニハ都合ガ
ワルイ。電池ノ中ヲ始メカラ引續イテ電流ガ通ルノデ
アルカラ、ソレガアマリ大キクナラス様ニスルタメニ
A,B,C ヲ適當ニ選マナケレバナラス。Kヲツナイダ時
ニモ大キクナラス様ニスルニハCヲ充分大キク取ラネ
バナラス、從テAモ大キク、電流計ノ抵抗モ大キクナケレ
バナラス。シカモアマリ感ジノヨイ電流計ハ使フコト
ガ出來ス。

抵抗ヤ電流計ヲ燒キ切ラス様ニスルニハドノ位ノ程
度ノモノヲ使フベキカヲ豫メ充分ニ計算シテカラツナ
ガナケレバナラス。ソノ關係ニ於テ電流ノ計算ニ對ス
ルヨイ練習問題トナルノデアアルガ

蓄電池ノ様ニ内抵抗ノ小サイ電池デハ上ノ方法デハ

第46圖



測ルコトガ出來ナイ。ソノ場合ニハ
次ノ方法ニヨル。

電池ノ兩極 P,Q ノ間ニ十萬 ohm 位
ノ大抵抗 R ト電流計 G トヲツナグ。

(電流計ガアマリ鋭感過ギルナラバソ
ノ兩端ノ間ニ適當ナ抵抗 S ヲツナイ

デシヤントトセヨ) 此時電流計ガ目盛ノ極端ニ近クナ
ルマデフレル位ニナルノガヨイ。

此時電流計ノ一目盛ノ値ガ k amp デ(ソレノ測リ方ハ
[28]) 電流計ノフレガ p 目盛ナラバソレヲ通ル電流ハ

kp amp デ、電池ノ兩極間ノ電位差ハ kpR volt デアル。(電
流計ノ抵抗ハ R ニ比シ無視シ得ラレルトス。此場合ニ
ハ電流計 G ハ抵抗 R ト合ハセテ抵抗ノ極大キナ voltmeter
トシテ使ハレテキルノデアアル)。

次ニ P,Q 間ニ ammeter A ト調節シ得ル抵抗 r トヲツ
ナグ。

r ヲイロイロニ變ヘテ K ヲツナギ A ヲ讀ミ同時ニ G
ヲ讀ム。A ノ電流 A amp ナル時ノ G ノフレガ q ナル時
ハ、ソノ時ノ PQ 間ノ電位差ハ kqR volt デアル。電池ノ
内抵抗 b ohm トスレバ Ohm ノ法則ニヨリ

$$kqR + bA = \text{電池ノ動電力} = kpR + kpb$$

R ハ大キク b ハ小サイカラ $\doteq kpR$

$$\text{故ニ} \quad b = kR \frac{p-q}{A}$$

A ヲイロイロニ變ヘテ b ヲ求メヨ。

b ガ極小サイ場合ニハ A ガ大キクナイト $p-q$ ハ極小
サイ、即チ K ヲツナグモ電流計ノ讀ミハ殆ント變ハラス。
指針電流計デ目盛ノ數ガ多クナイ型ノモノデハ p ガ小
サイカラ $p-q$ ハ極小サクテ肉眼デハ測ルコトガ出來ナ
イ。ソノ場合ニハ倍率ノアマリ大キクナイ顯微鏡(二十
倍位デ接眼鏡ノ中ニガラスノ物指ガ入レテアルモノ——
ソノ物指ハ接眼レンズノ焦點近クニアル) ヲ用キテ K
ガツナガレス時ノ指針ノ位置ヲソノ物指ノ目盛ニ對シ
テ讀ンデ置イテカラ K ヲツナグバ指針ノ位置ハ物指ニ

對シテ動イテキルコトヲ認メルコトガ出來ル。ソノ時電流計ノ一目盛ガ物指ノ幾目ニ相當スルカラ測レバ物指上デ認メラレタ動キ高ハ電流計ノ目盛ニ直ストイクラニナルカガ知レル、即チ $p-q$ ガ測ラレルコトニナル。

此流儀ニ指針電流計ヲ使フトカナリ感ジノヨイモノニナル。尤モ指針ヲ支ヘル所ニ摩擦ノアル型ノモノデハフレノ極細カイ部分ハ不規則ニナルノデ大キクシテ見テモ役ニ立タナイ(針ノ先端デ支ヘラレテキルモノナド取扱方ノヨクナイタメニ摩擦ノ大キクナツテキルモノデハ電流ノ極僅ノ差ニ對シテハ感ジナクナツテキルコトガアル。即チ平常ノ取扱方如何ニヨリ器械ノ有効サガ全く違ツテシマフノデアアル)。

指針ガコイル或ハ磁針ト共ニリボン或ハ絲デ釣ルサレタ型ノモノノ方ガ此點カラ考ヘルト都合ガヨイ。

(I) 主ナル金屬ノ種々ナ常數

	比 重	膨脹係數	比 熱	比 抵抗	ヤ ン グ 弾 性 率	剛 性 率
アルミニウム	2.7	0.0000 23	0.21	2.9×10^{-6}	70×10^{10}	27×10^{10}
アンチモン	6.6	12	0.51	41 "	—	—
亜鉛	7.1	29	0.92	6.1 "	87 "	38 "
錫	7.3	22	0.54	11 "	54 "	20 "
鐵	7.8	11	0.105	9-15 "	90-200 "	77-83 "
鋼	7.6-7.8	13	0.11	15-50 "	210 "	81 "
鑄鐵	7.0-7.7	11	—	—	100-130 "	35-53 "
眞鍮	8.1-8.6	19	0.93	7-8 "	90-100 "	35 "
洋銀	8.5	18	0.95	16-45 "	120 "	—
ニッケル	8.8	13	0.11	12 "	200 "	77 "
銅	8.9	17	0.91	1.8 "	120 "	46 "
ビスマス	9.8	13	0.30	119 "	32 "	12 "
銀	10.5	19	0.56	1.7 "	79 "	29 "
鉛	11.3	29	0.30	21 "	16 "	5.6 "
金	19.3	14	0.30	2.4 "	80 "	28 "
白金	21.4	09	0.32	11 "	170 "	61 "
水銀 (0°C)	13.596	0.000 (體)1818	0.33	94.1 "	—	—

(II) 種々ナ物ノ比重 *印ハ15°Cノ時他ノ液體ハ0°C

ガソリン0.66-0.69	97%硫酸 1.841*	水 晶 2.65	0°C, 1氣壓, 1立ノ質量
エーテル 0.736	30%硫酸 1.222*	セメント 2.7-3.0	空氣 1.2928
アルコール 0.807	ガラス 2.4-2.6	パラフィン0.87-0.91	酸素 1.4290
石油0.79-0.88*	フリントガラス 2.9-5.9	木炭0.28-0.57	窒素 1.2507
テレピン油 0.873*	水 0.916	檜 0.4-0.6	水素 0.08987
ベンゼン 0.899	コルク0.22-0.26	松 0.5-0.7	二酸化炭素 1.9768
グリセリン 1.26	ゴ 1.0-1.0-1.0	樅 0.7-0.8	ヘリウム 0.1786
二酸化炭素 1.29	砂 糝 1.61	黒 檀 1.1-1.33	100°ノ水蒸氣 0.598

(III) 太陽スペクトルノ主ナ線ノ波長 (單位 10^{-8} cm)

H 3969	Ca F(Hβ) 4862	H D ₃ 5876	He B 6870	O
(Hδ) 4102	H b ₂ 5173	Mg D ₂ 5890	Na A 7621	O
G 4308	Fe b ₁ 5184	Mg D ₁ 5896	Na	
(Hγ) 4340	H E 5270	Fe C(Hα) 6563	H	