

国际海洋学常用表

(选编)

-64

978

4084

山东海洋学院编译

1978

前 言

用电导法测定海水的盐度，在国际上已被公认为精确的方法而普遍应用。经典的氯度滴定法正迅速地被这一方法所取代。我国海水电导盐度计研制成功以来，用电导法测定海水盐度正在推广，这就需要有关海水电导与盐度的资料。为此，我们根据《国际海洋学常用表》作了选编，选用了其中的表 I_a 和表 I_b，并介绍了有关的定义，基本关系和例题。

1964年在一些国际海洋学组织共同委托下，成立了一个“海洋学常用表和规范联合专家小组”，负责编制一些国际的海洋学常用表和规范。他们首先研究了海水的电导率和氯度之间的关系，对由世界各大洋采来的135个海水样品进行了精确的测定和数据处理。该小组认为，测定海水盐度最精确的方法是电导率，因此盐度应该作为电导率的函数来定义。1966年英国国家海洋研究所和联合国教科文组织联合发表了作为盐度定义的基本公式，并按照公式给出了《国际海洋学常用表》的表 I 和 II。

施正铿 吴葆仁

56.38074
05
2:

目 录

一、基础知识.....	(3)
1、海水的电导率和相对电导率.....	(3)
2、基本关系.....	(3)
3、查算举例.....	(4)
二、由 R_{20} 查盐度 $S‰$ 用表(表 I _a).....	(6)
三、由 R_t 和 t 查订正值 Δ_{20} 用表(表 I _b).....	(28)
四、由氯度换算盐度用表.....	(34)
五、附录: 参考资料.....	(35)
1、海水实际电导率的计算.....	(35)
2、压力对海水电导率的影响.....	(38)
3、关于由现场温度、电导率和压力计算盐度.....	(38)

一 基础知识

1、海水的电导率和相对电导率

海水的电导率就是单位体积 (1 cm^3) 的立方体海水所具有的电导。以下用符号 X 表示。海水电导率常用的单位是：毫姆欧/厘米，简写为 $\text{m}\Omega/\text{cm}$ 。

海水的电导率是盐度、温度和压力的函数。它随着盐度或温度的上升而显著上升。压力的增加也会使海水的电导率上升，但变化比较不显著。例如10个大气压或水深100米处的压力，对电导率的相对影响仅千分之一左右。在一个大气压下，海水电导率的范围通常在 $10\sim 65\text{ m}\Omega/\text{cm}$ 之间。

虽然目前的测量技术可以很精确地测定某个电导池中海水样品的电导值，然而在换算为电导率时却迁到了确定边界条件和有效尺寸的困难。因此，就同一盐度的海水在同一温度下的电导率而言，不同的研究单位和不同的研究者所得的结果就不够一致。以盐度精确为35‰的海水在 20°C 的电导率为例，华盛顿大学提出的数值是 $47.818\text{ m}\Omega/\text{cm}$ ；英国学者 $R.A.Cox$ 提出的数值是 $47.882\text{ m}\Omega/\text{cm}$ ；美国伯塞特——伯曼公司提出的则是 $47.890\text{ m}\Omega/\text{cm}$ 。

采用相对电导率的概念，能够避免测定实际电导率所迁到的困难。这样，就能利用已有的测量技术得到公认的精确的结果。

相对电导率又称为电导率比值，我国文献中也有的简称为电导比。相对电导率 R_t 是在温度 $t^\circ\text{C}$ 和一个标准大气压的条件下，样品海水的电导率 X_t 与盐度精确为35‰的标准海水的电导率 $X_{n,t}$ 之比：

$$R_t = \frac{X_t}{X_{n,t}} \quad (1)$$

R_{15} 指的是样品海水在 15°C 的相对电导率：

$$R_{15} = \frac{X_{t,15}}{X_{n,15}} \quad (2)$$

R_{20} 指的是样品海水在 20°C 的相对电导率：

$$R_{20} = \frac{X_{t,20}}{X_{n,20}} \quad (3)$$

盐度精确为35‰这个词是从国际海洋学常用表的说明中沿用的。其意义是测量采用的标准应比较理想。

2、基本关系

海洋学常用表和规范联合小组推荐的盐度定义是：

$$S_{\text{‰}} = -0.08996 + 28.29720R_{15} + 12.80832R_{15}^2 - 10.67869R_{15}^3 + 5.98624R_{15}^4 - 1.32311R_{15}^5 \quad (4)$$

式中 R_{15} 是海水在 15°C 的相对电导率。如果测量是在 $t^{\circ}\text{C}$ 进行的,则得到的相对电导率为 R_t ,它相对于 R_{15} 应有一订正值 Δ_{15} 。

$$R_{15} = R_t + \Delta_{15} \quad (5)$$

订正值的计算公式如下:

$$\Delta_{15}(t) = 10^{-5} R_t (R_t - 1) (t - 15) \{ 96.7 - 72.0 R_t + 37.3 R_t^2 - (0.63 + 0.21 R_t^2) (t - 15) \} \quad (6)$$

按照上述定义确定的盐度除以1.80655即可求得相应的氯度值。这样求得的氯度近似值与真正的氯度值之间,对于盐度大于15‰的海水其均方差为0.002‰;对于更淡的海水,例如波罗的海海水,这种换算的误差约0.005‰,这是海水中盐分的组成略有差异所致。与此相仿,把氯度换算为盐度只乘以1.80655。

直接按照式(4)和式(6)计算,即得到国际海洋学常用表中的表I_a和I_b。

表I_a和表I_b是根据同一定义编制的。此表专供不带恒温水浴的盐度计使用,它对在 20°C 测定的相对电导率是准确的。这就是说,在温带区域订正值(表I_b)一般是很小的,在求近似结果时通常可以忽略不计。但是,如果忽略了订正,其小数点后第三位数字将是不可靠的,盐度值只能用到小数点后的第二位。对于盐度为30‰~39‰的海水,这样做带来的误差将不超过0.02‰,却能显著地简化换算。

表I_a是以 R_{20} 为自变量给出的,仍用公式(4)进行计算,只需引用 20°C 的温度订正值即可。

$$R_{15} = R_{20} + (R_{15} - R_{20}) = R_{20} + \Delta_{15}(20^{\circ}) \quad (7)$$

对于温度不为 20°C 时所测的相对电导率 R_t ,可用表I_b给出的 Δ_{20} 进行订正。

$$R_{20} = R_t + \Delta_{20} \quad (8)$$

编制此表所用的公式是由编制表I_b用的公式直接得出来的。

$$\Delta_{20}(t) = 10^{-5} R_t (R_t - 1) (t - 20) \{ 90.4 - 72.0 R_t + 35.2 R_t^2 - (0.63 + 0.21 R_t^2) (t - 20) \} \quad (9)$$

注意,表I_b中给出的 Δ_{20} 均属省略乘 10^{-5} 之数值,在使用时应将其个位数放到小数点后的第五位。

3、查算举例

下面举几个在实际工作中常遇到的例子。其中例1~例3在对电导盐度计进行定位校准时用到;例4和例5则在取得测量结果时用到。

前节提到只需近似结果时可以不考虑温度订正,即不管实际温度是多少都当做 20°C 来处理。这就是说,只使用标准海水的 R_{20} 值对电导盐度计进行定位校准;测量水样所得的结果也就直接作为水样的 R_{20} ,用表I_a查得相应的盐度。这时,只用到例2和例4所述的步骤。

〔例 1〕某标准海水瓶签标注的氯度值为 $Cl\% = 19.372$ ，求它的盐度值。

$$\begin{aligned} \text{〔解〕 } S\% &= Cl\% \times 1.80655 \\ &= 19.372 \times 1.80655 = 34.997 \end{aligned}$$

〔例 2〕求例 1 海水的相对电导率 R_{20} 值。

〔解〕由表 I_a 只能查得与已知 $S\%$ 相近的 34.996 和 35.000，相应的 R_{20} 值为 0.9999 和 1.0000，通过内插即可确定此份海水的 $R_{20} = 0.99993$ 。

〔例 3〕某标准海水瓶签标注的氯度值为 $Cl\% = 19.001$ ，求它盐度值和在 16°C 的相对电导率 R_t 值。

$$\begin{aligned} \text{〔解〕 } S\% &= Cl\% \times 1.80655 \\ &= 34.326 \end{aligned}$$

查表 I_a 得到它的 $R_{20} = 0.98283$ ，根据式 (8)，

$$R_t = R_{20} - \Delta_{20}$$

给出温度订正值 Δ_{20} 的表 I_b 要求已知 t 和 R_t 。然而在表 I_b 中只用到 R_t 的两位小数，在此范围内 R_t 的数值与 R_{20} 的数值并没有差别。因此，可由表 I_b 查得

$$\begin{aligned} \Delta_{20} &= 4 \times 10^{-5} \\ R_t &= 0.98283 - 0.00004 = 0.98279 \end{aligned}$$

〔例 4〕盐度计在 20°C 测得某海水样品的相对电导率 $R_{20} = 0.95032$ ，求相应的盐度。

〔解〕查表 I_a 即得 $S\% = 33.056$ 。

〔例 5〕盐度计在 24°C 时测得一海水样品的相对电导率 $R_t = 0.86541$ ，求相应的盐度。

〔解〕从表 I_b 查得 $\Delta_{20} = -24 \times 10^{-5}$

$$\begin{aligned} R_{20} &= R_t + \Delta_{20} \\ &= 0.86541 - 0.00024 = 0.86517 \end{aligned}$$

由表 I_a 查得 $S\% = 29.763$ 。

二 由R₂₀ 查盐度S‰用表 (表I_a)

20°

R₂₀ → S ‰

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.10 0	2. 846	849	852	855	858	861	864	867	870	873
1	876	879	882	885	888	892	895	898	901	904
2	907	910	913	916	919	922	925	928	931	934
3	937	940	943	946	949	953	956	959	962	965
4	968	971	974	977	980	983	986	989	992	995
5	998	001	004	008	011	014	017	020	023	026
6	3. 029	032	035	038	041	044	047	050	053	056
7	060	063	066	069	072	075	078	081	084	087
8	090	093	096	099	102	105	108	112	115	118
9	121	124	127	130	133	136	139	142	145	148
0.11 0	151	154	158	161	164	167	170	173	176	179
1	182	185	188	191	194	197	200	204	207	210
2	213	216	219	222	225	228	231	234	237	240
3	243	247	250	253	256	259	262	265	268	271
4	274	277	280	283	286	290	293	296	299	302
5	305	308	311	314	317	320	323	326	330	333
6	336	339	342	345	348	351	354	357	360	363
7	366	370	373	376	379	382	385	388	391	394
8	397	400	403	407	410	413	416	419	422	425
9	428	431	434	437	440	444	447	450	453	456
0.12 0	459	462	465	468	471	474	477	481	484	487
1	490	493	496	499	502	505	508	511	515	518
2	521	524	527	530	533	536	539	542	545	548
3	551	555	558	561	564	567	570	573	576	579
4	582	586	589	592	595	598	601	604	607	610
5	613	617	620	623	626	629	632	635	638	641
6	644	647	651	654	657	660	663	666	669	672
7	675	678	682	685	688	691	694	697	700	703
8	706	709	713	716	719	722	725	728	731	734
9	737	740	744	747	750	753	756	759	762	765
0.13 0	768	772	775	778	781	784	787	790	793	796
1	799	803	806	809	812	815	818	821	824	827
2	831	834	837	840	843	846	849	852	855	859
3	862	865	868	871	874	877	880	883	886	890
4	893	896	899	902	905	908	911	915	918	921
5	924	927	930	933	936	939	943	946	949	952
6	955	958	961	964	967	971	974	977	980	983
7	986	989	992	996	999	002	005	008	011	014
8	4. 017	020	024	027	030	033	036	039	042	045
9	049	052	055	058	061	064	067	070	074	077
0.14 0	080	083	086	089	092	095	098	102	105	108
1	111	114	117	120	123	127	130	133	136	139
2	142	145	148	152	155	158	161	164	167	170
3	174	177	180	183	186	189	192	195	199	202
4	205	208	211	214	217	220	224	227	230	233
5	236	239	242	246	249	252	255	258	261	264
6	267	271	274	277	280	283	286	289	293	296
7	299	302	305	308	311	314	318	321	324	327
8	330	333	336	340	343	346	349	352	355	358
9	362	365	368	371	374	377	380	383	387	390

表I_a

20°

 $R_{20} \longrightarrow S\%$

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.15 0	4. 393	396	399	402	405	409	412	415	418	421
1	424	427	431	434	437	440	443	446	449	453
2	456	459	462	465	468	471	475	478	481	484
3	487	490	494	497	500	503	506	509	512	516
4	519	522	525	528	531	534	538	541	544	547
5	550	553	556	560	563	566	569	572	575	579
6	582	585	588	591	594	597	601	604	607	610
7	613	616	620	623	626	629	632	635	638	642
8	645	648	651	654	657	661	664	667	670	673
9	676	679	683	686	689	692	695	698	702	705
0.16 0	708	711	714	717	721	724	727	730	733	736
1	739	743	746	749	752	755	758	762	765	768
2	771	774	777	781	784	787	790	793	796	800
3	803	806	809	812	815	819	822	825	828	831
4	834	838	841	844	847	850	853	857	860	863
5	866	869	872	876	879	882	885	888	891	895
6	898	901	904	907	910	914	917	920	923	926
7	929	933	936	939	942	945	948	952	955	958
8	961	964	967	971	974	977	980	983	986	990
9	993	996	999	002	006	009	012	015	018	021
0.17 0	5. 025	028	031	034	037	040	044	047	050	053
1	056	060	063	066	069	072	075	079	082	085
2	088	091	094	098	101	104	107	110	114	117
3	120	123	126	129	133	136	139	142	145	149
4	152	155	158	161	164	168	171	174	177	180
5	184	187	190	193	196	199	203	206	209	212
6	215	219	222	225	228	231	235	238	241	244
7	247	250	254	257	260	263	266	270	273	276
8	279	282	286	289	292	295	298	301	305	308
9	311	314	317	321	324	327	330	333	337	340
0.18 0	343	346	349	353	356	359	362	365	369	372
1	375	378	381	384	388	391	394	397	400	404
2	407	410	413	416	420	423	426	429	432	436
3	439	442	445	448	452	455	458	461	464	468
4	471	474	477	480	484	487	490	493	496	500
5	503	506	509	512	516	519	522	525	528	532
6	535	538	541	544	548	551	554	557	560	564
7	567	570	573	576	580	583	586	589	592	596
8	599	602	605	609	612	615	618	621	625	628
9	631	634	637	641	644	647	650	653	657	660
0.19 0	663	666	669	673	676	679	682	685	689	692
1	695	698	702	705	708	711	714	718	721	724
2	727	730	734	737	740	743	747	750	753	756
3	759	763	766	769	772	775	779	782	785	788
4	792	795	798	801	804	808	811	814	817	820
5	824	827	830	833	837	840	843	846	849	853
6	856	859	862	865	869	872	875	878	882	885
7	888	891	894	898	901	904	907	911	914	917
8	920	923	927	930	933	936	940	943	946	949
9	952	956	959	962	965	969	972	975	978	981

20°

R₂₀ → S‰表 I_a

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.20 0	5. 985	988	991	994	998	001	004	007	011	014
1	6. 017	020	023	027	030	033	036	040	043	046
2	049	052	056	059	062	065	069	072	075	078
3	082	085	088	091	094	098	101	104	107	111
4	114	117	120	124	127	130	133	136	140	143
5	146	149	153	156	159	162	166	169	172	175
6	178	182	185	188	191	195	198	201	204	208
7	211	214	217	221	224	227	230	233	237	240
8	243	246	250	253	256	259	263	266	269	272
9	276	279	282	285	289	292	295	298	301	305
0.21 0	308	311	314	318	321	324	327	331	334	337
1	340	344	347	350	353	357	360	363	366	370
2	373	376	379	383	386	389	392	395	399	402
3	405	408	412	415	418	421	425	428	431	434
4	438	441	444	447	451	454	457	460	464	467
5	470	473	477	480	483	486	490	493	496	499
6	503	506	509	512	516	519	522	525	529	532
7	535	538	542	545	548	551	555	558	561	564
8	568	571	574	577	581	584	587	590	594	597
9	600	603	607	610	613	616	620	623	626	629
0.22 0	633	636	639	643	646	649	652	656	659	662
1	665	669	672	675	678	682	685	688	691	695
2	698	701	704	708	711	714	717	721	724	727
3	730	734	737	740	744	747	750	753	757	760
4	763	766	770	773	776	779	783	786	789	792
5	796	799	802	805	809	812	815	819	822	825
6	828	832	835	838	841	845	848	851	854	858
7	861	864	868	871	874	877	881	884	887	890
8	894	897	900	903	907	910	913	917	920	923
9	926	930	933	936	939	943	946	949	952	956
0.23 0	959	962	966	969	972	975	979	982	985	988
1	992	995	998	002	005	008	011	015	018	021
2	7. 024	028	031	034	038	041	044	047	051	054
3	057	060	064	067	070	074	077	080	083	087
4	090	093	097	100	103	106	110	113	116	119
5	123	126	129	133	136	139	142	146	149	152
6	156	159	162	165	169	172	175	178	182	185
7	188	192	195	198	201	205	208	211	215	218
8	221	224	228	231	234	238	241	244	247	251
9	254	257	261	264	267	270	274	277	280	284
0.24 0	287	290	293	297	300	303	307	310	313	316
1	320	323	326	330	333	336	339	343	346	349
2	353	356	359	362	366	369	372	376	379	382
3	385	389	392	395	399	402	405	408	412	415
4	418	422	425	428	431	435	438	441	445	448
5	451	455	458	461	464	468	471	474	478	481
6	484	487	491	494	497	501	504	507	510	514
7	517	520	524	527	530	534	537	540	543	547
8	550	553	557	560	563	567	570	573	576	580
9	583	586	590	593	596	599	603	606	609	613

20°

R₂₀ → S ‰表 I_a

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.25 0	7. 616	619	623	626	629	632	636	639	642	646
1	649	652	656	659	662	665	669	672	675	679
2	682	685	689	692	695	699	702	705	708	712
3	715	718	722	725	728	732	735	738	741	745
4	748	751	755	758	761	765	768	771	775	778
5	781	784	788	791	794	798	801	804	808	811
6	814	817	821	824	827	831	834	837	841	844
7	847	851	854	857	860	864	867	870	874	877
8	880	884	887	890	894	897	900	904	907	910
9	913	917	920	923	927	930	933	937	940	943
0.26 0	947	950	953	957	960	963	966	970	973	976
1	980	983	986	990	993	996	000	003	006	010
2	8. 013	016	019	023	026	029	033	036	039	043
3	046	049	053	056	059	063	066	069	073	076
4	079	083	086	089	092	096	099	102	106	109
5	112	116	119	122	126	129	132	136	139	142
6	146	149	152	156	159	162	166	169	172	175
7	179	182	185	189	192	195	199	202	205	209
8	212	215	219	222	225	229	232	235	239	242
9	245	249	252	255	259	262	265	269	272	275
0.27 0	279	282	285	289	292	295	299	302	305	308
1	312	315	318	322	325	328	332	335	338	342
2	345	348	352	355	358	362	365	368	372	375
3	378	382	385	388	392	395	398	402	405	408
4	412	415	418	422	425	428	432	435	438	442
5	445	448	452	455	458	462	465	468	472	475
6	478	482	485	488	492	495	498	502	505	508
7	512	515	518	522	525	528	532	535	538	542
8	545	548	552	555	558	562	565	568	572	575
9	578	582	585	588	592	595	598	602	605	608
0.28 0	612	615	619	622	625	629	632	635	639	642
1	645	649	652	655	659	662	665	669	672	675
2	679	682	685	689	692	695	699	702	705	709
3	712	715	719	722	725	729	732	735	739	742
4	746	749	752	756	759	762	766	769	772	776
5	779	782	786	789	792	796	799	802	806	809
6	812	816	819	822	826	829	833	836	839	843
7	846	849	853	856	859	863	866	869	873	876
8	879	883	886	889	893	896	900	903	906	910
9	913	916	920	923	926	930	933	936	940	943
0.29 0	946	950	953	956	960	963	967	970	973	977
1	980	983	987	990	993	997	000	003	007	010
2	9. 013	017	020	024	027	030	034	037	040	044
3	047	050	054	057	060	064	067	071	074	077
4	081	084	087	091	094	097	101	104	107	111
5	114	118	121	124	128	131	134	138	141	144
6	148	151	155	158	161	165	168	171	175	178
7	181	185	188	191	195	198	202	205	208	212
8	215	218	222	225	228	232	235	239	242	245
9	249	252	255	259	262	265	269	272	276	279

20°

 $R_{20} \rightarrow S\%$

表 I.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
0.30	0	9.	282	286	289	292	296	299	302	306	309	313
	1		316	319	323	326	329	333	336	340	343	346
	2		350	353	356	360	363	366	370	373	377	380
	3		383	387	390	393	397	400	404	407	410	414
	4		417	420	424	427	430	434	437	441	444	447
	5		451	454	457	461	464	468	471	474	478	481
	6		484	488	491	495	498	501	505	508	511	515
	7		518	522	525	528	532	535	538	542	545	549
	8		552	555	559	562	565	569	572	576	579	582
	9		586	589	592	596	599	603	606	609	613	616
0.31	0		619	623	626	630	633	636	640	643	646	650
	1		653	657	660	663	667	670	673	677	680	684
	2		687	690	694	697	700	704	707	711	714	717
	3		721	724	728	731	734	738	741	744	748	751
	4		755	758	761	765	768	772	775	778	782	785
	5		788	792	795	799	802	805	809	812	815	819
	6		822	826	829	832	836	839	843	846	849	853
	7		856	859	863	866	870	873	876	880	883	887
	8		890	893	897	900	904	907	910	914	917	920
	9		924	927	931	934	937	941	944	948	951	954
0.32	0		958	961	965	968	971	975	978	981	985	988
	1		992	995	998	002	005	009	012	015	019	022
	2	10.	026	029	032	036	039	043	046	049	053	056
	3		059	063	066	070	073	076	080	083	087	090
	4		093	097	100	104	107	110	114	117	121	124
	5		127	131	134	138	141	144	148	151	155	158
	6		161	165	168	171	175	178	182	185	188	192
	7		195	199	202	205	209	212	216	219	222	226
	8		229	233	236	239	243	246	250	253	256	260
	9		263	267	270	273	277	280	284	287	290	294
0.33	0		297	301	304	307	311	314	318	321	324	328
	1		331	335	338	341	345	348	352	355	358	362
	2		365	369	372	376	379	382	386	389	393	396
	3		399	403	406	410	413	416	420	423	427	430
	4		433	437	440	444	447	450	454	457	461	464
	5		467	471	474	478	481	484	488	491	495	498
	6		502	505	508	512	515	519	522	525	529	532
	7		536	539	542	546	549	553	556	559	563	566
	8		570	573	577	580	583	587	590	594	597	600
	9		604	607	611	614	617	621	624	628	631	635
0.34	0		638	641	645	648	652	655	658	662	665	669
	1		672	675	679	682	686	689	693	696	699	703
	2		706	710	713	716	720	723	727	730	734	737
	3		740	744	747	751	754	757	761	764	768	771
	4		775	778	781	785	788	792	795	798	802	805
	5		809	812	816	819	822	826	829	833	836	839
	6		843	846	850	853	857	860	863	867	870	874
	7		877	881	884	887	891	894	898	901	904	908
	8		911	915	918	922	925	928	932	935	939	942
	9		946	949	952	956	959	963	966	969	973	976

表 I a

20°

R₂₀ → S‰

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.35 0	10. 980	983	987	990	993	997	000	004	007	011
1	11. 014	017	021	024	028	031	035	038	041	045
2	048	052	055	059	062	065	069	072	076	079
3	083	086	089	093	096	100	103	106	110	113
4	117	120	124	127	130	134	137	141	144	148
5	151	155	158	161	165	168	172	175	179	182
6	185	189	192	196	199	203	206	209	213	216
7	220	223	227	230	233	237	240	244	247	251
8	254	257	261	264	268	271	275	278	281	285
9	288	292	295	299	302	306	309	312	316	319
0.36 0	323	326	330	333	336	340	343	347	350	354
1	357	360	364	367	371	374	378	381	385	388
2	391	395	398	402	405	409	412	415	419	422
3	426	429	433	436	440	443	446	450	453	457
4	460	464	467	470	474	477	481	484	488	491
5	495	498	501	505	508	512	515	519	522	526
6	529	532	536	539	543	546	550	553	556	560
7	563	567	570	574	577	581	584	587	591	594
8	598	601	605	608	612	615	618	622	625	629
9	632	636	639	643	646	649	653	656	660	663
0.37 0	667	670	674	677	680	684	687	691	694	698
1	701	705	708	711	715	718	722	725	729	732
2	736	739	743	746	749	753	756	760	763	767
3	770	774	777	780	784	787	791	794	798	801
4	805	808	812	815	818	822	825	829	832	836
5	839	843	846	849	853	856	860	863	867	870
6	874	877	881	884	887	891	894	898	901	905
7	908	912	915	919	922	925	929	932	936	939
8	943	946	950	953	956	960	963	967	970	974
9	977	981	984	988	991	995	998	001	005	008
0.38 0	12. 012	015	019	022	026	029	033	036	039	043
1	046	050	053	057	060	064	067	071	074	077
2	081	084	088	091	095	098	102	105	109	112
3	116	119	122	126	129	133	136	140	143	147
4	150	154	157	160	164	167	171	174	178	181
5	185	188	192	195	199	202	205	209	212	216
6	219	223	226	230	233	237	240	244	247	251
7	254	257	261	264	268	271	275	278	282	285
8	289	292	296	299	302	306	309	313	316	320
9	323	327	330	334	337	341	344	348	351	354
0.39 0	358	361	365	368	372	375	379	382	386	389
1	393	396	400	403	406	410	413	417	420	424
2	427	431	434	438	441	445	448	452	455	458
3	462	465	469	472	476	479	483	486	490	493
4	497	500	504	507	511	514	517	521	524	528
5	531	535	538	542	545	549	552	556	559	563
6	566	570	573	577	580	583	587	590	594	597
7	601	604	608	611	615	618	622	625	629	632
8	636	639	643	646	649	653	656	660	663	667
9	670	674	677	681	684	688	691	695	698	702

20°

R₂₀ → S ‰

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0.40	0	12. 705	709	712	716	719	722	726	729	733	736
	1	740	743	747	750	754	757	761	764	768	771
	2	775	778	782	785	789	792	795	799	802	806
	3	809	813	816	820	823	827	830	834	837	841
	4	844	848	851	855	858	862	865	869	872	876
	5	879	883	886	889	893	896	900	903	907	910
	6	914	917	921	924	928	931	935	938	942	945
	7	949	952	956	959	963	966	970	973	977	980
	8	984	987	990	994	997	001	004	008	011	015
	9	13. 018	022	025	029	032	036	039	043	046	050
0.41	0	053	057	060	064	067	071	074	078	081	085
	1	088	092	095	099	102	106	109	113	116	119
	2	123	126	130	133	137	140	144	147	151	154
	3	158	161	165	168	172	175	179	182	186	189
	4	193	196	200	203	207	210	214	217	221	224
	5	228	231	235	238	242	245	249	252	256	259
	6	263	266	270	273	277	280	284	287	291	294
	7	298	301	305	308	312	315	318	322	325	329
	8	332	336	339	343	346	350	353	357	360	364
	9	367	371	374	378	381	385	388	392	395	399
0.42	0	402	406	409	413	416	420	423	427	430	434
	1	437	441	444	448	451	455	458	462	465	469
	2	472	476	479	483	486	490	493	497	500	504
	3	507	511	514	518	521	525	528	532	535	539
	4	542	546	549	553	556	560	563	567	570	574
	5	577	581	584	588	592	595	598	602	605	609
	6	612	616	619	623	626	630	633	637	640	644
	7	647	651	654	658	661	665	668	672	675	679
	8	682	686	689	693	696	700	703	707	710	714
	9	717	721	724	728	731	735	738	742	745	749
0.43	0	752	756	760	763	767	770	774	777	781	784
	1	788	791	795	798	802	805	809	812	816	819
	2	823	826	830	833	837	840	844	847	851	854
	3	858	861	865	868	872	875	879	882	886	889
	4	893	896	900	903	907	910	914	917	921	924
	5	928	931	935	938	942	945	949	952	956	960
	6	963	967	970	974	977	981	984	988	991	995
	7	998	002	005	009	012	016	019	023	026	030
	8	14. 033	037	040	044	047	052	054	058	061	065
	9	068	072	075	079	082	086	089	093	097	100
0.44	0	104	107	111	114	118	121	125	128	132	135
	1	139	142	146	149	153	156	160	163	167	170
	2	174	177	181	184	188	191	195	199	202	206
	3	209	213	216	220	223	227	230	234	237	241
	4	244	248	251	255	258	262	265	269	272	276
	5	279	283	286	290	294	297	301	304	308	311
	6	315	318	322	325	329	332	336	339	343	346
	7	350	353	357	360	364	367	371	375	378	382
	8	385	389	392	396	399	403	406	410	413	417
	9	420	424	427	431	434	438	441	445	449	452

20°

R₂₀ → S‰

表 Ia

		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.45	0	14. 456	459	463	466	470	473	477	480	484	487
	1	491	494	498	501	505	508	512	515	519	523
	2	526	530	533	537	540	544	547	551	554	558
	3	561	565	568	572	575	579	582	586	590	593
	4	597	600	604	607	611	614	618	621	625	628
	5	632	635	639	642	646	650	653	657	660	664
	6	667	671	674	678	681	685	688	692	695	699
	7	702	706	710	713	717	720	724	727	731	734
	8	738	741	745	748	752	755	759	763	766	770
	9	773	777	780	784	787	791	794	798	801	805
0.46	0	808	812	816	819	823	826	830	833	837	840
	1	844	847	851	854	858	861	865	869	872	876
	2	879	883	886	890	893	897	900	904	907	911
	3	915	918	922	925	929	932	936	939	943	946
	4	950	953	957	960	964	968	971	975	978	982
	5	985	989	992	996	999	003	006	010	014	017
	6	15. 021	024	028	031	035	038	042	045	049	053
	7	056	060	063	067	070	074	077	081	084	088
	8	091	095	099	102	106	109	113	116	120	123
	9	127	130	134	137	141	145	148	152	155	159
0.47	0	162	166	169	173	176	180	184	187	191	194
	1	198	201	205	208	212	215	219	223	226	230
	2	233	237	240	244	247	251	254	258	262	265
	3	269	272	276	279	283	286	290	293	297	301
	4	304	308	311	315	318	322	325	329	332	336
	5	340	343	347	350	354	357	361	364	368	371
	6	375	379	382	386	389	393	396	400	403	407
	7	410	414	418	421	425	428	432	435	439	442
	8	446	450	453	457	460	464	467	471	474	478
	9	481	485	489	492	496	499	503	506	510	513
0.48	0	517	521	524	528	531	535	538	542	545	549
	1	552	556	560	563	567	570	574	577	581	584
	2	588	592	595	599	602	606	609	613	616	620
	3	624	627	631	634	638	641	645	648	652	656
	4	659	663	666	670	673	677	680	684	688	691
	5	695	698	702	705	709	712	716	720	723	727
	6	730	734	737	741	744	748	752	755	759	762
	7	766	769	773	776	780	784	787	791	794	798
	8	801	805	808	812	816	819	823	826	830	833
	9	837	841	844	848	851	855	858	862	865	869
0.49	0	873	876	880	883	887	890	894	897	901	905
	1	908	912	915	919	922	926	930	933	937	940
	2	944	947	951	954	958	962	965	969	972	976
	3	979	983	987	990	994	997	001	004	008	011
	4	16. 015	019	022	026	029	033	036	040	044	047
	5	051	054	058	061	065	068	072	076	079	083
	6	086	090	093	097	101	104	108	111	115	118
	7	122	126	129	133	136	140	143	147	150	154
	8	158	161	165	168	172	175	179	183	186	190
	9	193	197	200	204	208	211	215	218	222	225

20°

R₂₀ → S ‰表 I_a

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
0.50	0	16.	229	233	236	240	243	247	250	254	258	261
	1		265	268	272	275	279	283	286	290	293	297
	2		300	304	308	311	315	318	322	325	329	332
	3		336	340	343	347	350	354	357	361	365	368
	4		372	375	379	382	386	390	393	397	400	404
	5		408	411	415	418	422	425	429	433	436	440
	6		443	447	450	454	458	461	465	468	472	475
	7		479	483	486	490	493	497	500	504	508	511
	8		515	518	522	525	529	533	536	540	543	547
	9		550	554	558	561	565	568	572	576	579	583
0.51	0		586	590	593	597	601	604	608	611	615	618
	1		622	626	629	633	636	640	643	647	651	654
	2		658	661	665	669	672	676	679	683	686	690
	3		694	697	701	704	708	711	715	719	722	726
	4		729	733	737	740	744	747	751	754	758	762
	5		765	769	772	776	780	783	787	790	794	797
	6		801	805	808	812	815	819	823	826	830	833
	7		837	840	844	848	851	855	858	862	865	869
	8		873	876	880	883	887	891	894	898	901	905
	9		909	912	916	919	923	926	930	934	937	941
0.52	0		944	948	952	955	959	962	966	969	973	977
	1		980	984	987	991	995	998	002	005	009	012
	2	17.	016	020	023	027	030	034	038	041	045	048
	3		052	056	059	063	066	070	073	077	081	084
	4		088	091	095	099	102	106	109	113	117	120
	5		124	127	131	134	138	142	145	149	152	156
	6		160	163	167	170	174	178	181	185	188	192
	7		196	199	203	206	210	213	217	221	224	228
	8		231	235	239	242	246	249	253	257	260	264
	9		267	271	275	278	282	285	289	293	296	300
0.53	0		303	307	310	314	318	321	325	328	332	336
	1		339	343	346	350	354	357	361	364	368	372
	2		375	379	382	386	390	393	397	400	404	408
	3		411	415	418	422	426	429	433	436	440	443
	4		447	451	454	458	461	465	469	472	476	479
	5		483	487	490	494	497	501	505	508	512	515
	6		519	523	526	530	533	537	541	544	548	551
	7		555	559	562	566	569	573	577	580	584	587
	8		591	595	598	602	605	609	613	616	620	623
	9		627	631	634	638	641	645	649	652	656	659
0.54	0		663	667	670	674	677	681	685	688	692	695
	1		699	703	706	710	713	717	721	724	728	731
	2		735	739	742	746	749	753	757	760	764	767
	3		771	775	778	782	786	789	793	796	800	804
	4		807	811	814	818	822	825	829	832	836	840
	5		843	847	850	854	858	861	865	868	872	876
	6		879	883	886	890	894	897	901	904	908	912
	7		915	919	923	926	930	933	937	941	944	948
	8		951	955	959	962	966	969	973	977	980	984
	9		987	991	995	998	002	006	009	013	016	020

20°

R₂₀ → S ‰

表 I a

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
0.55	0	18.	024	027	031	034	038	042	045	049	052	056
	1		060	063	067	070	074	078	081	085	089	092
	2		096	099	103	107	110	114	117	121	125	128
	3		132	135	139	143	146	150	154	157	161	164
	4		168	172	175	179	182	186	190	193	197	201
	5		204	208	211	215	219	222	226	229	233	237
	6		240	244	247	251	255	258	262	266	269	273
	7		276	280	284	287	291	294	298	302	305	309
	8		313	316	320	323	327	331	334	338	341	345
	9		349	352	356	360	363	367	370	374	378	381
0.56	0		385	389	392	396	399	403	407	410	414	417
	1		421	425	428	432	436	439	443	446	450	454
	2		457	461	464	468	472	475	479	483	486	490
	3		493	497	501	504	508	512	515	519	522	526
	4		530	533	537	541	544	548	551	555	559	562
	5		566	569	573	577	580	584	588	591	595	598
	6		602	606	609	613	617	620	624	627	631	635
	7		638	642	646	649	653	656	660	664	667	671
	8		675	678	682	685	689	693	696	700	704	707
	9		711	714	718	722	725	729	733	736	740	743
0.57	0		747	751	754	758	762	765	769	772	776	780
	1		783	787	791	794	798	801	805	809	812	816
	2		820	823	827	830	834	838	841	845	849	852
	3		856	859	863	867	870	874	878	881	885	888
	4		892	896	899	903	907	910	914	917	921	925
	5		928	932	936	939	943	947	950	954	957	961
	6		965	968	972	976	979	983	986	990	994	997
	7	19.	001	005	008	012	015	019	023	026	030	034
	8		037	041	045	048	052	055	059	063	066	070
	9		074	077	081	084	088	092	095	099	103	106
0.58	0		110	114	117	121	124	128	132	135	139	143
	1		146	150	153	157	161	164	168	172	175	179
	2		183	186	190	193	197	201	204	208	212	215
	3		219	223	226	230	233	237	241	244	248	252
	4		255	259	263	266	270	273	277	281	284	288
	5		292	295	299	303	306	310	313	317	321	324
	6		328	332	335	339	343	346	350	353	357	361
	7		364	368	372	375	379	383	386	390	393	397
	8		401	404	408	412	415	419	423	426	430	434
	9		437	441	444	448	452	455	459	463	466	470
0.59	0		474	477	481	484	488	492	495	499	503	506
	1		510	514	517	521	525	528	532	535	539	543
	2		546	550	554	557	561	565	568	572	576	579
	3		583	586	590	594	597	601	605	608	612	616
	4		619	623	627	630	634	637	641	645	648	652
	5		656	659	663	667	670	674	678	681	685	688
	6		692	696	699	703	707	710	714	718	721	725
	7		729	732	736	739	743	747	750	754	758	761
	8		765	769	772	776	780	783	787	791	794	798
	9		801	805	809	812	816	820	823	827	831	834

20°

R₂₀ → S %表 I_a

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0.60	0	19. 833	842	845	849	853	856	860	863	867	871
	1	874	878	882	885	889	893	896	900	904	907
	2	911	915	918	922	926	929	933	936	940	944
	3	947	951	955	958	962	966	969	973	977	980
	4	984	988	991	995	999	002	006	009	013	017
	5	20. 020	024	028	031	035	039	042	046	050	053
	6	057	061	064	068	072	075	079	083	086	090
	7	093	097	101	104	108	112	115	119	123	126
	8	130	134	137	141	145	148	152	156	159	163
	9	167	170	174	178	181	185	189	192	196	199
0.61	0	203	207	210	214	218	221	225	229	232	236
	1	240	243	247	251	254	258	262	265	269	273
	2	276	280	284	287	291	295	298	302	306	309
	3	313	316	320	324	327	331	335	338	342	346
	4	349	353	357	360	364	368	371	375	379	382
	5	386	390	393	397	401	404	408	412	415	419
	6	423	426	430	434	437	441	445	448	452	456
	7	459	463	467	470	474	477	481	485	488	492
	8	496	499	503	507	510	514	518	521	525	529
	9	532	536	540	543	547	551	554	558	562	565
0.62	0	569	573	576	580	584	587	591	595	598	602
	1	606	609	613	617	620	624	628	631	635	639
	2	642	646	650	653	657	661	664	668	672	675
	3	679	683	686	690	694	697	701	705	708	712
	4	716	719	723	727	730	734	738	741	745	749
	5	752	756	760	763	767	771	774	778	782	785
	6	789	793	796	800	804	807	811	815	818	822
	7	826	829	833	837	840	844	848	851	855	859
	8	862	866	870	873	877	881	884	888	892	895
	9	899	903	906	910	914	917	921	925	928	932
0.63	0	936	939	943	947	950	954	958	961	965	969
	1	972	970	980	983	987	991	994	998	002	005
	2	21. 009	013	016	020	024	027	031	035	038	042
	3	046	049	053	057	061	064	068	072	075	079
	4	083	086	090	094	097	101	105	108	112	116
	5	119	123	127	130	134	138	141	145	149	152
	6	156	160	163	167	171	174	178	182	185	189
	7	193	196	200	204	207	211	215	219	222	226
	8	230	233	237	241	244	248	252	255	259	263
	9	266	270	274	277	281	285	288	292	296	299
0.64	0	303	307	310	314	318	321	325	329	332	336
	1	340	344	347	351	355	358	362	366	369	373
	2	377	380	384	388	391	395	399	402	406	410
	3	413	417	421	424	428	432	436	439	443	447
	4	450	454	458	461	465	469	472	476	480	483
	5	487	491	494	498	502	505	509	513	516	520
	6	514	518	521	525	529	532	536	540	543	547
	7	551	554	558	562	565	569	573	576	580	584
	8	597	601	605	609	612	616	620	623	627	631
	9	634	638	642	645	649	653	656	660	664	667