

**UNIVERSITI SAINS MALAYSIA**

**Peperiksaan Semester Kedua  
Sidang Akademik 1997/98**

**Februari 1998**

**BOI 109/4 & BOO 284/4 Biostatistik**

**Masa : [3 jam]**

---

---

Jawab mana-mana **LIMA** soalan. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.

---

BO1109/14  
Feb 1998

- 2 -

(BOI 109/4 & BOO 284/4)

1. Luas permukaan daun ( $\text{mm}^2$ ) untuk dua varieti padi (A dan B) telah dikaji. Daun dipungut daripada tumbuhan yang diberi dua jenis perlakuan baja 20 kg atau 40 kg. Ini dilakukan untuk melihat pengaruh jumlah baja pada luas permukaan daun serta interaksi di antara baja dengan varieti (jika ada). Rekabentuk rawak lengkap dengan tiga replikasi telah digunakan. Jalankan analisis yang sewajarnya pada data eksperimen tersebut ( $p = 0.05$ ).

Varieti A		Varieti B	
20 kg	40 kg	20 kg	40 kg
10	16	7	12
13	18	9	12
14	18	10	14

(20 markah)

2. Penentuan bilangan sel darah merah dengan menggunakan hemositometer memakan masa. Untuk menjimatkan masa telah dicadangkan menggunakan isipadu sel kelompok untuk meramalkan bilangan sel darah merah. Untuk menguji ketepatan kaedah baru ini, data yang berikut telah diperolehi.

Isipadu sel kelompok ( $\text{mm}^3$ )	Bilangan sel darah merah
45	653
42	630
56	952
48	750
35	590
57	949
40	620

- a) Adakah terdapat korelasi yang bererti di antara isipadu sel kelompok dengan bilangan sel darah merah pada paras keertian 5%?
- b) Tuliskan satu persamaan yang mengaitkan dua variabel tersebut dan gunakan persamaan itu untuk meramalkan bilangan sel darah merah jika isipadu sel kelompok adalah  $50 \text{ mm}^3$ .

(20 markah)

(BOI 109/4 & BOO 284/4)

3. (i) Berat kering (g) cendawan suatu jenama yang dipasarkan telah ditentukan dengan memperolehi satu sampel rawak bersaiz lapan. Keputusan yang diperolehi adalah seperti berikut:

12.1, 11.9, 12.4, 12.3, 11.9, 12.1, 12.4, 12.1

- a) Hitungkan selang keyakinan (99%) untuk min berat kering cendawan itu.
- b) Berdasarkan keputusan bahagian (a), adakah pengeluar cendawan jenama itu menepati piawai pengeluaran yang didakwakan, iaitu purata berat kering sebanyak 12.35 g? Jelaskan.

(8 markah)

- (ii) Satu kajian telah dijalankan untuk menguji sama ada dua lokasi berlainan mempengaruhi kandungan protein (mg/kg) kacang buncis. Keputusan seperti berikut telah diperolehi:

Lokasi A: 12.6, 13.4, 11.9, 12.8, 13.0  
Lokasi B: 13.1, 13.4, 12.8, 13.5, 13.3, 12.7, 12.4

Jalankan ujian hipotesis untuk data tersebut ( $p = 0.05$ ) dengan , andaikan varians dua populasi itu adalah sama. Hitungkan selang keyakinan untuk perbezaan di antara dua min (95%). Adakah selang keyakinan itu menyokong keputusan ujian hipotesis? Jelaskan.

(12 markah)

4. Untuk membandingkan daya hasil (t/ha) empat varieti padi, suatu sawah telah dibahagikan kepada tiga bahagian. Setiap bahagian itu dibahagikan pula kepada empat plot dan setiap plot ditanam dengan varieti berlainan. Keputusan seperti berikut telah diperolehi:

	Varieti			
Bahagian	A	B	C	D
1	2.8	3.0	2.2	2.0
2	2.5	2.4	2.1	2.0
3	2.5	2.9	2.1	1.7

- a) Apakah rekabentuk eksperimen yang telah digunakan? Gambarkan agihan perlakuan untuk rekabentuk tersebut.
- b) Jalankan analisis varians ( $p = 0.05$ ) data tersebut dan bandingkan min varieti dengan menggunakan kaedah l.s.d. ( $p = 0.05$ ).
- c) Adakah bahagian sawah itu mempengaruhi hasil padi dan jika ada kesan bahagian, lakukan perbandingan dengan menggunakan kaedah l.s.d. ( $p = 0.05$ ).

(20 markah)

5. a) "Ujian hipotesis sering dilakukan pada paras keertian samada 5% atau 1%. Selang keyakinan untuk min pula lazimnya dihitung pada paras 95% atau 99%.

Jelaskan apa yang dimaksudkan oleh dua kenyataan tersebut.

(4 markah)

- b) Adalah disyaki lebih daripada 60% pekerja loji nuklear telah terdedah kepada dos radiasi yang melebihi had yang selamat. Untuk menguji dakwaan tersebut, satu sampel 20 orang pekerja telah diperolehi dan ditentukan tahap radiasi yang mereka telah alami.

Tuliskan hipotesis nol dan alternatif yang sewajarnya.

Seandainya hipotesis nol adalah benar berapakah orang daripada 20 itu yang telah dijangkakan terdedah kepada dos radiasi yang berlebihan. Seandainya hipotesis nol ditolak apabila sekurang-kurangnya 14 orang melebihi dos radiasi yang selamat, apakah paras keertian yang telah digunakan?

(10 markah)

- c) Jelaskan secara ringkas apa yang dimaksudkan oleh **Teorem Had Memusat** dan kepentingan kepada analisis statistik.

(6 markah)

(BOI 109/4 & BOO 284/4)

6. a) Taburan tanaman berbagai jenis sayur-sayuran di Cameron Highlands telah dikaji pada tahun 1985 dan didapati taburan seperti berikut:

Kobis	35%
Brokoli	15%
Cili	20%
Pelbagai	30%

Kajian semula dijalankan pada tahun 1996 dan daripada 1,000 kebun sayur yang dikaji diperolehi keputusan yang berikut:

Kobis	385
Brokoli	140
Cili	215
Pelbagai	260

Lakukan analisis statistik ( $p = 0.01$ ) untuk menguji samada terdapat perubahan taburan tanaman sayur-sayuran pada tahun 1996.

(10 markah)

(BOI 109/4 & BOO 284/4)

- b) Suhu optimum air kolam penternakan ikan ditetapkan sebagai 27.5°C. Suhu air suatu kolam telah ditentukan untuk 15 hari berturut-turut. Berdasarkan keputusan di bawah, jalankan analisis statistik untuk menentukan sama ada perubahan suhu melebihi atau kurang daripada suhu optimum berlaku secara rawak ( $p = 0.05$ ).

Hari	Suhu
1	28.0
2	27.7
3	26.9
4	27.8
5	26.8
6	28.1
7	27.4
8	27.7
9	26.9
10	27.6
11	26.5
12	27.4
13	27.8
14	28.2
15	28.0

(10 markah)

-ooo0ooo-

**LAMPIRAN 1**

**Formula-Formula Panduan**

1. Anggaran pekali korelasi Pearson

$$r = \frac{n\sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{\sqrt{[n\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2][n\sum y_i^2 - (\sum y_i)^2]}}$$

Ralat piawai untuk  $r = \frac{\sqrt{1-r^2}}{n-2}$  ;  $t = r/s_r$

2. Analisis regresi linear

$$\hat{b} = \frac{n\sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

$$\hat{a} = \bar{y} - \hat{b}\bar{x}$$

3. Selang keyakinan untuk min

$$\bar{x} \pm t (s/\sqrt{n})$$

$$4. S_p^2 = \frac{(n_1-1) S_1^2 + (n_2-1) S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

$$S_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}^2 = \frac{S_p^2 (n_1 + n_2)}{n_1 n_2}$$

Selang keyakinan perbezaan antara dua min

$$(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) \pm t \sqrt{S_p^2 (1/n_1 + 1/n_2)}$$

$$5. L.S.D. = t \sqrt{2s^2/n}$$

$$6. \text{Chi Kuasa Dua} = \frac{\sum (O_i - E_i)^2}{E_i}$$

TABLE F. TABLE OF CRITICAL VALUES OF  $r$  IN THE RUNS TEST\*

Given in the bodies of Table  $F_I$  and Table  $F_{II}$  are various critical values of  $r$  for various values of  $n_1$  and  $n_2$ . For the one-sample runs test, any value of  $r$  which is equal to or smaller than that shown in Table  $F_I$  or equal to or larger than that shown in Table  $F_{II}$  is significant at the .05 level. For the Wald-Wolfowitz two-sample runs test, any value of  $r$  which is equal to or smaller than that shown in Table  $F_I$  is significant at the .05 level.

Table  $F_I$

$n_1 \backslash n_2$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2											2	2	2	2	2	2	2	2	2
3				2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
4				2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4
5				2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5
6				2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6
7				2	2	3	3	3	4	4	5	5	5	5	6	6	6	6	6
8				2	3	3	3	4	4	5	5	5	6	6	6	6	7	7	7
9				2	3	3	4	4	5	5	5	6	6	6	7	7	7	8	8
10				2	3	3	4	5	5	5	6	6	7	7	7	8	8	8	9
11				2	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	8	9	9	9
12				2	3	4	4	5	6	6	7	7	8	8	8	9	9	10	10
13				2	3	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	10
14				2	3	4	5	5	6	7	7	8	8	9	9	10	10	11	11
15				2	3	4	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10	11	11	12
16				2	3	4	5	6	6	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12
17				2	3	4	5	6	7	7	8	9	9	10	10	11	11	12	13
18				2	3	4	5	6	7	8	8	9	9	10	10	11	12	12	13
19				2	3	4	5	6	7	8	8	9	10	10	11	11	12	13	13
20				2	3	4	5	6	7	8	9	9	10	10	11	12	13	13	14

\* Adapted from Swed, Frieda S., and Eisenhart, C. 1943. Tables for testing randomness of grouping in a sequence of alternatives. *Ann. Math. Statist.*, 14, 83-86, with the kind permission of the authors and publisher.



TABLE F. TABLE OF CRITICAL VALUES OF  $r$  IN THE RUNS TEST\* (Continued)  
Table FII

$n_1$	$n_2$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
2																					
3																					
4				9	9																
5			9	10	10	11	11														
6			9	10	11	12	12	13	13	13	13										
7				11	12	13	13	14	14	14	14	14	15	15	15						
8				11	12	13	14	14	15	15	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	
9					13	14	14	15	16	16	16	17	17	18	18	18	18	18	18	18	
10					13	14	15	16	16	17	17	18	18	18	19	19	19	20	20	20	
11					13	14	15	16	17	17	18	19	19	19	20	20	20	21	21	21	
12					13	14	16	16	17	18	19	19	20	20	21	21	22	22	23	23	
13						15	16	17	18	19	19	20	20	21	21	22	22	23	23	23	
14						15	16	17	18	19	20	20	21	22	22	23	23	24	24	24	
15						15	16	18	18	19	20	21	22	22	23	23	24	24	24	25	
16							17	18	19	20	21	21	22	23	23	24	25	25	25	25	
17							17	18	19	20	21	22	23	23	24	25	25	26	26	26	
18							17	18	19	20	21	22	23	24	25	25	26	26	27	27	
19							17	18	20	21	22	23	23	24	25	26	26	27	27	27	
20							17	18	20	21	22	23	24	25	25	26	27	27	28	28	

\* Adapted from Swed, Frieda B., and Eisenhart, C. 1943. Tables for testing randomness of grouping in a sequence of alternatives. *Ann. Math. Statist.*, 14, 83-86, with the kind permission of the authors and publisher.

TABLES OF PROBABILITY DISTRIBUTIONS

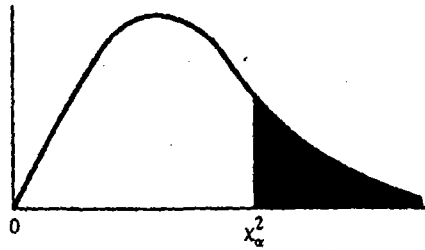
TABLE I. CUMULATIVE BINOMIAL DISTRIBUTION

$$F_x(t) = P[X \leq t] = \sum_{z \leq t} \binom{n}{z} p^z (1-p)^{n-z}$$

n	r	p									
		0.10	0.20	0.25	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90
5	0	0.5905	0.3277	0.2373	0.1681	0.0778	0.0312	0.0102	0.0024	0.0003	0.0000
	1	0.9185	0.7373	0.6328	0.5282	0.3370	0.1875	0.0870	0.0308	0.0067	0.0005
	2	0.9914	0.9421	0.8965	0.8369	0.6826	0.5000	0.3174	0.1631	0.0579	0.0086
	3	0.9995	0.9933	0.9844	0.9692	0.9130	0.8125	0.6630	0.4718	0.2627	0.0815
	4	1.0000	0.9997	0.9990	0.9976	0.9898	0.9688	0.9222	0.8319	0.6723	0.4095
	5	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
10	0	0.3487	0.1074	0.0563	0.0282	0.0060	0.0010	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
	1	0.7361	0.3758	0.2440	0.1493	0.0464	0.0107	0.0017	0.0001	0.0000	0.0000
	2	0.9298	0.6778	0.5256	0.3828	0.1673	0.0547	0.0123	0.0016	0.0001	0.0000
	3	0.9872	0.8791	0.7759	0.6496	0.3823	0.1719	0.0548	0.0106	0.0009	0.0000
	4	0.9984	0.9672	0.9219	0.8497	0.6331	0.3770	0.1662	0.0474	0.0064	0.0002
	5	0.9999	0.9936	0.9803	0.9527	0.8338	0.6230	0.3669	0.1503	0.0328	0.0016
	6	1.0000	0.9991	0.9965	0.9894	0.9452	0.8281	0.6177	0.3504	0.1209	0.0128
	7	1.0000	0.9999	0.9996	0.9984	0.9877	0.9453	0.8327	0.6172	0.3222	0.0702
	8	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9983	0.9893	0.9536	0.8507	0.6242	0.2639
	9	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9990	0.9940	0.9718	0.8926	0.6513
	10	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
15	0	0.2059	0.0352	0.0134	0.0047	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	1	0.5490	0.1671	0.0802	0.0353	0.0052	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2	0.8159	0.3980	0.2361	0.1268	0.0271	0.0037	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000
	3	0.9444	0.6482	0.4613	0.2969	0.0905	0.0176	0.0019	0.0001	0.0000	0.0000
	4	0.9873	0.8358	0.6865	0.5155	0.2173	0.0592	0.0094	0.0007	0.0000	0.0000
	5	0.9978	0.9389	0.8516	0.7216	0.4032	0.1509	0.0338	0.0037	0.0001	0.0000
	6	0.9997	0.9819	0.9434	0.8689	0.6098	0.3036	0.0951	0.0152	0.0008	0.0000
	7	1.0000	0.9958	0.9827	0.9500	0.7869	0.5000	0.2131	0.0500	0.0042	0.0000
	8	1.0000	0.9992	0.9958	0.9848	0.9050	0.6964	0.3902	0.1311	0.0181	0.0003
	9	1.0000	0.9999	0.9992	0.9963	0.9662	0.8491	0.5968	0.2784	0.0611	0.0023
	10	1.0000	1.0000	0.9999	0.9993	0.9907	0.9408	0.7827	0.4845	0.1642	0.0127
	11	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9981	0.9824	0.9095	0.7031	0.3518	0.0556
	12	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9997	0.9963	0.9729	0.8732	0.6020	0.1841
	13	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9995	0.9948	0.9647	0.8329	0.4510
	14	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9995	0.9953	0.9648	0.7941
	15	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
20	0	0.1216	0.0115	0.0032	0.0008	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	1	0.3917	0.0692	0.0243	0.0076	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2	0.6769	0.2061	0.0913	0.0355	0.0036	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	3	0.8670	0.4114	0.2252	0.1071	0.0160	0.0013	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
	4	0.9368	0.6296	0.4148	0.2375	0.0510	0.0059	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000
	5	0.9887	0.8042	0.6172	0.4164	0.1256	0.0207	0.0016	0.0000	0.0000	0.0000
	6	0.9976	0.9133	0.7858	0.6080	0.2500	0.0577	0.0065	0.0003	0.0000	0.0000
	7	0.9996	0.9679	0.8982	0.7723	0.4159	0.1316	0.0210	0.0013	0.0000	0.0000
	8	0.9999	0.9900	0.9391	0.8867	0.5956	0.2517	0.0565	0.0051	0.0001	0.0000
	9	1.0000	0.9974	0.9861	0.9520	0.7553	0.4119	0.1275	0.0171	0.0006	0.0000
	10	1.0000	0.9994	0.9961	0.9829	0.8725	0.5881	0.2447	0.0480	0.0026	0.0000
	11	1.0000	0.9999	0.9991	0.9949	0.9435	0.7483	0.4044	0.1133	0.0100	0.0001
	12	1.0000	1.0000	0.9998	0.9987	0.9790	0.8684	0.5841	0.2277	0.0321	0.0004
	13	1.0000	1.0000	1.0000	0.9997	0.9935	0.9423	0.7500	0.3920	0.0867	0.0024
	14	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9984	0.9793	0.8744	0.5836	0.1958	0.0113
	15	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9997	0.9941	0.9490	0.7625	0.3704	0.0432
	16	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9987	0.9840	0.8929	0.5886	0.1330
	17	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9998	0.9964	0.9645	0.7939	0.3231
	18	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9995	0.9924	0.9308	0.6083
	19	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9992	0.9885	0.8784
	20	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

Reprinted with permission of Macmillan Publishing Company, Inc., from Ronald Walpole and Raymond Myers. *Probability and Statistics for Engineers and Scientists*, 2d ed., 1978, p. 509.

**Table A.6\***  
Critical Values of the Chi-square Distribution



$\nu$	$\alpha$							
	0.995	0.99	0.975	0.95	0.05	0.025	0.01	0.005
1	0.0 <sup>0</sup> 393	0.0 <sup>1</sup> 157	0.0 <sup>3</sup> 982	0.0 <sup>5</sup> 393	3.841	5.024	6.635	7.879
2	0.0100	0.0201	0.0506	0.103	5.991	7.378	9.210	10.597
3	0.0717	0.115	0.216	0.352	7.815	9.348	11.345	12.838
4	0.207	0.297	0.484	0.711	9.488	11.143	13.277	14.860
5	0.412	0.554	0.831	1.145	11.070	12.832	15.086	16.750
6	0.676	0.872	1.237	1.635	12.592	14.449	16.812	18.548
7	0.989	1.239	1.690	2.167	14.067	16.013	18.475	20.278
8	1.344	1.646	2.180	2.733	15.507	17.535	20.090	21.955
9	1.735	2.088	2.700	3.325	16.919	19.023	21.666	23.589
10	2.156	2.558	3.247	3.940	18.307	20.483	23.209	25.188
11	2.603	3.053	3.816	4.575	19.675	21.920	24.725	26.757
12	3.074	3.571	4.404	5.226	21.026	23.337	26.217	28.300
13	3.565	4.107	5.009	5.892	22.362	24.736	27.688	29.819
14	4.075	4.660	5.629	6.571	23.685	26.119	29.141	31.319
15	4.601	5.229	6.262	7.261	24.996	27.488	30.578	32.801
16	5.142	5.812	6.908	7.962	26.296	28.845	32.009	34.267
17	5.697	6.408	7.564	8.672	27.587	30.191	33.409	35.718
18	6.265	7.015	8.231	9.390	28.869	31.526	34.805	37.156
19	6.844	7.633	8.907	10.117	30.144	32.852	36.191	38.582
20	7.434	8.260	9.591	10.851	31.410	34.170	37.566	39.997
21	8.034	8.897	10.283	11.591	32.671	35.479	38.932	41.401
22	8.643	9.542	10.982	12.338	33.924	36.781	40.289	42.796
23	9.260	10.196	11.689	13.091	35.172	38.076	41.638	44.181
24	9.886	10.856	12.401	13.848	36.415	39.364	42.980	45.558
25	10.520	11.524	13.120	14.611	37.652	40.646	44.314	46.928
26	11.160	12.198	13.844	15.379	38.885	41.923	45.642	48.290
27	11.808	12.879	14.573	16.151	40.113	43.194	46.963	49.645
28	12.461	13.565	15.308	16.928	41.337	44.461	48.278	50.993
29	13.121	14.256	16.047	17.708	42.557	45.722	49.588	52.336
30	13.787	14.953	16.791	18.493	43.773	46.979	50.892	53.672

\* Abridged from Table 8 of *Biometrika Tables for Statisticians*, Vol. I, by permission of E. S. Pearson and the Biometrika Trustees.

TABLE B. TABLE OF CRITICAL VALUES OF  $t^*$

df	Level of significance for one-tailed test					
	.10	.05	.025	.01	.005	.0005
	Level of significance for two-tailed test					
	.20	.10	.05	.02	.01	.001
1	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	636.619
2	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	31.598
3	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	12.941
4	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	8.610
5	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	6.859
6	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.959
7	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	5.405
8	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	5.041
9	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.781
10	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.587
11	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.437
12	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	4.318
13	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	4.221
14	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	4.140
15	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	4.073
16	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	4.015
17	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.965
18	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.922
19	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.883
20	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.850
21	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.819
22	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.792
23	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.767
24	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.745
25	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.725
26	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.707
27	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.690
28	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.674
29	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.659
30	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.646
40	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.551
60	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	3.460
120	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617	3.373
$\infty$	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.291

\* Table B is abridged from Table III of Fisher and Yates: *Statistical tables for biological, agricultural, and medical research*, published by Oliver and Boyd Ltd., Edinburgh, by permission of the authors and publishers.

TABLE A 14, Part I  
5% (ROMAN TYPE) AND 1% (BOLD FACE TYPE) POINTS FOR THE DISTRIBUTION OF F

f <sub>1</sub>	f <sub>2</sub> , Degrees of Freedom (for greater mean square)													∞											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14		16	20	24	30	40	50	75	100	200	500	
1	161 4.023	200 4.999	216 5.403	225 5.628	230 5.764	234 5.859	237 5.928	239 5.981	241 6.023	242 6.066	243 6.102	244 6.143	245 6.189	246 6.234	248 6.308	249 6.354	250 6.381	251 6.406	252 6.432	253 6.458	253 6.534	254 6.561	254 6.561	254 6.566	
2	18.51 98.49	19.00 99.00	19.16 99.17	19.25 99.25	19.30 99.30	19.33 99.33	19.36 99.36	19.37 99.37	19.38 99.39	19.39 99.40	19.40 99.41	19.41 99.42	19.42 99.43	19.43 99.44	19.44 99.45	19.45 99.46	19.46 99.47	19.47 99.48	19.47 99.48	19.48 99.49	19.48 99.49	19.49 99.49	19.50 99.50	19.50 99.50	19.50 99.50
3	10.13 34.12	9.55 30.82	9.28 29.46	9.12 28.71	9.01 28.24	8.94 27.91	8.88 27.67	8.84 27.49	8.81 27.34	8.78 27.23	8.76 27.13	8.74 27.05	8.71 26.92	8.69 26.83	8.66 26.69	8.64 26.60	8.62 26.50	8.60 26.41	8.58 26.35	8.57 26.27	8.56 26.23	8.56 26.18	8.54 26.14	8.54 26.12	8.53 26.12
4	7.71 21.20	6.94 18.00	6.59 16.69	6.39 15.98	6.26 15.52	6.16 15.21	6.09 14.98	6.04 14.80	6.00 14.66	5.96 14.54	5.93 14.45	5.91 14.37	5.87 14.24	5.84 14.15	5.80 14.02	5.77 13.93	5.74 13.83	5.71 13.74	5.70 13.69	5.68 13.61	5.66 13.57	5.65 13.52	5.64 13.48	5.63 13.46	5.63 13.46
5	6.61 16.26	5.79 13.27	5.41 12.06	5.19 11.39	5.05 10.97	4.95 10.67	4.88 10.45	4.82 10.29	4.78 10.15	4.74 10.05	4.70 9.96	4.68 9.89	4.64 9.77	4.60 9.68	4.56 9.55	4.53 9.47	4.50 9.38	4.46 9.29	4.44 9.24	4.42 9.17	4.40 9.13	4.40 9.07	4.37 9.04	4.36 9.02	4.36 9.02
6	5.99 13.74	5.14 10.92	4.76 9.78	4.53 9.15	4.39 8.75	4.28 8.47	4.21 8.26	4.15 8.10	4.10 7.98	4.06 7.87	4.03 7.79	4.00 7.72	3.96 7.60	3.92 7.52	3.87 7.39	3.84 7.31	3.81 7.23	3.77 7.14	3.75 7.09	3.72 7.02	3.71 6.99	3.71 6.94	3.68 6.90	3.67 6.88	3.67 6.88
7	5.59 12.25	4.74 9.55	4.35 8.45	4.12 7.85	3.97 7.46	3.87 7.19	3.79 7.00	3.73 6.84	3.68 6.71	3.63 6.62	3.60 6.54	3.57 6.47	3.52 6.35	3.49 6.27	3.44 6.15	3.41 6.07	3.38 5.98	3.34 5.90	3.32 5.85	3.29 5.78	3.28 5.75	3.25 5.70	3.24 5.67	3.23 5.65	3.23 5.65
8	5.32 11.26	4.46 8.65	4.07 7.59	3.84 7.01	3.69 6.63	3.58 6.37	3.50 6.19	3.44 6.03	3.39 5.91	3.34 5.82	3.31 5.74	3.28 5.67	3.23 5.56	3.20 5.48	3.15 5.36	3.12 5.28	3.08 5.20	3.05 5.11	3.03 5.06	3.00 5.00	2.98 4.96	2.96 4.91	2.94 4.88	2.93 4.86	2.93 4.86
9	5.12 10.86	4.26 8.02	3.86 6.99	3.63 6.41	3.48 6.06	3.37 5.80	3.29 5.62	3.23 5.47	3.18 5.35	3.13 5.26	3.10 5.18	3.07 5.11	3.02 5.00	2.98 4.92	2.93 4.80	2.90 4.73	2.86 4.64	2.82 4.56	2.80 4.51	2.77 4.45	2.76 4.41	2.73 4.36	2.72 4.33	2.71 4.31	2.71 4.31
10	4.96 10.04	4.10 7.56	3.71 6.55	3.48 5.99	3.33 5.64	3.22 5.39	3.14 5.21	3.07 5.06	3.02 4.95	2.97 4.85	2.94 4.78	2.91 4.71	2.86 4.60	2.82 4.52	2.77 4.41	2.74 4.33	2.70 4.25	2.67 4.17	2.64 4.12	2.61 4.05	2.59 4.01	2.56 3.96	2.55 3.93	2.54 3.91	2.54 3.91
11	4.84 9.65	3.98 7.20	3.59 6.22	3.36 5.67	3.20 5.32	3.09 5.07	3.01 4.88	2.95 4.74	2.90 4.63	2.86 4.54	2.82 4.46	2.79 4.40	2.74 4.29	2.70 4.21	2.65 4.10	2.61 4.02	2.57 3.94	2.53 3.86	2.50 3.80	2.47 3.74	2.45 3.70	2.42 3.66	2.41 3.62	2.40 3.60	2.40 3.60
12	4.75 9.33	3.88 6.93	3.49 5.95	3.26 5.41	3.11 5.06	3.00 4.82	2.92 4.65	2.85 4.50	2.80 4.39	2.76 4.30	2.72 4.22	2.69 4.16	2.64 4.05	2.60 3.98	2.54 3.86	2.50 3.78	2.46 3.70	2.42 3.61	2.40 3.56	2.36 3.49	2.35 3.46	2.32 3.41	2.31 3.38	2.30 3.36	2.30 3.36
13	4.67 9.07	3.80 6.70	3.41 5.74	3.18 5.20	3.02 4.86	2.92 4.62	2.84 4.44	2.77 4.30	2.72 4.19	2.67 4.10	2.63 4.02	2.60 3.96	2.55 3.85	2.51 3.78	2.46 3.67	2.42 3.59	2.38 3.51	2.34 3.42	2.32 3.37	2.28 3.30	2.26 3.27	2.24 3.21	2.22 3.18	2.21 3.16	2.21 3.16

TABLE A 14, Part I—(Continued)

$f_2$	$f_1$ Degrees of Freedom (for greater mean square)																						$f_2$		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200		500	$\infty$
14	4.60 8.86	3.74 6.51	3.34 5.56	3.11 5.03	2.96 4.69	2.85 4.46	2.77 4.28	2.70 4.14	2.65 4.03	2.60 3.94	2.56 3.86	2.53 3.80	2.48 3.70	2.44 3.62	2.39 3.51	2.35 3.43	2.31 3.34	2.27 3.26	2.24 3.21	2.21 3.14	2.19 3.11	2.16 3.06	2.14 3.02	2.13 3.00	14
15	4.54 8.68	3.68 6.36	3.29 5.42	3.06 4.89	2.90 4.56	2.79 4.32	2.70 4.14	2.64 4.00	2.59 3.89	2.55 3.80	2.51 3.73	2.48 3.67	2.43 3.56	2.39 3.48	2.33 3.36	2.29 3.29	2.25 3.20	2.21 3.12	2.18 3.07	2.15 3.00	2.12 2.97	2.10 2.92	2.08 2.89	2.07 2.87	15
16	4.49 8.53	3.63 6.23	3.24 5.29	3.01 4.77	2.85 4.44	2.74 4.20	2.66 4.03	2.59 3.89	2.54 3.78	2.49 3.69	2.45 3.61	2.42 3.55	2.37 3.45	2.33 3.37	2.28 3.25	2.24 3.18	2.20 3.10	2.16 3.01	2.13 2.96	2.09 2.98	2.07 2.86	2.04 2.80	2.02 2.77	2.01 2.75	16
17	4.45 8.40	3.59 6.11	3.20 5.18	2.96 4.67	2.81 4.34	2.70 4.10	2.62 3.93	2.55 3.79	2.50 3.68	2.45 3.59	2.41 3.52	2.38 3.45	2.33 3.35	2.29 3.27	2.23 3.16	2.19 3.08	2.15 3.00	2.11 2.92	2.08 2.86	2.04 2.79	2.02 2.76	1.99 2.70	1.97 2.67	1.96 2.65	17
18	4.41 8.28	3.55 6.01	3.16 5.09	2.93 4.58	2.77 4.25	2.66 4.01	2.58 3.85	2.51 3.71	2.46 3.60	2.41 3.51	2.37 3.44	2.34 3.37	2.29 3.27	2.25 3.19	2.19 3.07	2.15 3.00	2.11 2.91	2.07 2.83	2.04 2.78	2.00 2.71	1.98 2.68	1.95 2.62	1.93 2.59	1.92 2.57	18
19	4.38 8.18	3.52 5.93	3.13 5.01	2.90 4.50	2.74 4.17	2.63 3.94	2.55 3.77	2.48 3.63	2.43 3.52	2.38 3.43	2.34 3.36	2.31 3.30	2.26 3.19	2.21 3.12	2.15 3.00	2.11 2.92	2.07 2.84	2.02 2.76	2.00 2.70	1.96 2.63	1.94 2.60	1.91 2.54	1.90 2.51	1.88 2.49	19
20	4.35 8.10	3.49 5.85	3.10 4.94	2.87 4.43	2.71 4.10	2.60 3.87	2.52 3.71	2.45 3.56	2.40 3.45	2.35 3.37	2.31 3.30	2.28 3.23	2.23 3.13	2.18 3.05	2.12 2.94	2.08 2.86	2.04 2.77	1.99 2.69	1.96 2.63	1.92 2.56	1.90 2.53	1.87 2.47	1.85 2.44	1.84 2.42	20
21	4.32 8.02	3.47 5.78	3.07 4.87	2.84 4.37	2.68 4.04	2.57 3.81	2.49 3.65	2.42 3.51	2.37 3.40	2.32 3.31	2.28 3.24	2.25 3.17	2.20 3.07	2.15 2.99	2.09 2.88	2.05 2.80	2.00 2.72	1.96 2.63	1.93 2.58	1.89 2.51	1.87 2.47	1.84 2.42	1.82 2.38	1.81 2.36	21
22	4.30 7.94	3.44 5.72	3.05 4.82	2.82 4.31	2.66 3.99	2.55 3.76	2.47 3.59	2.40 3.45	2.35 3.35	2.30 3.26	2.26 3.18	2.23 3.12	2.18 3.02	2.13 2.94	2.07 2.83	2.03 2.75	1.98 2.67	1.93 2.58	1.91 2.53	1.87 2.46	1.84 2.42	1.81 2.37	1.80 2.33	1.78 2.31	22
23	4.28 7.88	3.42 5.66	3.03 4.76	2.80 4.26	2.64 3.94	2.53 3.71	2.45 3.54	2.38 3.41	2.32 3.30	2.28 3.21	2.24 3.14	2.20 3.07	2.14 2.97	2.10 2.89	2.04 2.78	2.00 2.70	1.96 2.62	1.91 2.53	1.88 2.48	1.84 2.41	1.82 2.37	1.79 2.32	1.77 2.28	1.76 2.26	23
24	4.26 7.82	3.40 5.61	3.01 4.72	2.78 4.22	2.62 3.90	2.51 3.67	2.43 3.50	2.36 3.36	2.30 3.25	2.26 3.17	2.22 3.09	2.18 3.03	2.13 2.93	2.09 2.85	2.02 2.74	1.98 2.66	1.94 2.58	1.89 2.49	1.86 2.44	1.82 2.36	1.80 2.33	1.76 2.27	1.74 2.23	1.73 2.21	24
25	4.24 7.77	3.38 5.57	2.99 4.68	2.76 4.18	2.60 3.86	2.49 3.63	2.41 3.46	2.34 3.32	2.28 3.21	2.24 3.13	2.20 3.05	2.16 2.99	2.11 2.89	2.06 2.81	2.00 2.70	1.96 2.62	1.92 2.54	1.87 2.45	1.84 2.40	1.80 2.32	1.77 2.29	1.74 2.23	1.72 2.19	1.71 2.17	25
26	4.22 7.72	3.37 5.53	2.98 4.64	2.74 4.14	2.59 3.82	2.47 3.59	2.39 3.42	2.32 3.29	2.27 3.17	2.22 3.09	2.18 3.02	2.15 2.96	2.10 2.86	2.05 2.77	1.99 2.66	1.95 2.58	1.90 2.50	1.85 2.41	1.82 2.36	1.78 2.28	1.76 2.25	1.72 2.19	1.70 2.15	1.69 2.13	26

The function,  $F = e$  with exponent  $2z$ , is computed in part from Fisher's table VI (7). Additional entries are by interpolation, mostly graphical.