

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua  
Sidang 1991/92

Mac/April, 1992

ATP103 - STATISTIK ASAS

Masa: [ 3 jam ]

---

**ARAHAN**

-----  
Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **TIGA BELAS** muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab **EMPAT** soalan. Soalan 1 adalah **WAJIB** dan pilih **TIGA** soalan yang lain.

1. Jawab **BENAR (B)** atau **PALSU (P)** dalam buku skrip jawapan. Setiap jawapan yang betul diberi 5 markah dan jawapan yang salah ditolak 2 markah.
  - (a) Kelas-kelas dalam jadual kekerapan relatif adalah saling eksklusif dan menyeluruh.
  - (b) Suatu histogram sentiasa boleh diperolehi dari poligon kerapan.
  - (c) Lebar (panjang) kelas-kelas jadual kekerapan mesti sama.
  - (d) Median adalah sukatan lokasi yang lebih baik daripada min bagi taburan yang pencong.
  - (e) Data ekstrim menjejaskan nilai mod.
  - (f) Pekali variasi adalah sukatan penyerakan mutlak.
  - (g) Sukatan penyerakan memberikan gambaran tentang kebolehpercayaan (reliabiliti) sukatan lokasi.

...2/-

- (h) Teorem Bayes membolehkan kita mengubahsuai kebarangkalian berlakunya sesuatu peristiwa dengan adanya maklumat baru.
- (i) Kebarangkalian bersyarat adalah kebarangkalian sut.
- (j) Kalau A dan B mewakili dua peristiwa saling eksklusif kebarangkalian tercantum  $P(AB) = P(A) \times P(B)$ .
- (k) Taburan Binomial berbentuk simetri jika  $P$  (kejayaan) = 0.5.
- (l) Pendapatan penduduk suatu populasi boleh diwakilkan dengan suatu taburan Poisson.
- (m) Taburan di mana min tidak sama dengan median tidak mungkin Normal.
- (n) Pelan pensampelan di mana unit-unit sampel dipilih setiap selang tertentu dinamakan pensampelan berstratum.
- (o) Aras keyakinan yang lebih tinggi menghasilkan selang keyakinan yang lebih lebar jika saiz sampel tetap.
- (p) Median sampel sentiasa menghasilkan anggaran terbaik bagi median populasi.
- (q) Suatu penganggar dikatakan berkesan jika ia menghampiri parameter yang dianggarkan dengan bertambahnya saiz sampel.
- (r) Ralat jenis I ialah kesilapan kerana menolak hipotesis nol sedangkan hipotesis itu benar.
- (s) Sekiranya selang keyakinan 95% bagi min populasi  $\mu$  ialah [54.3, 64.3] hipotesis nol  $H_0 : \mu = 53$  tidak mungkin ditolak pada aras keertian 0.05.
- (t) Jika kedua-dua faktor jadual kekontingensian adalah pembolehubah selanjar yang dikategorikan, ujian khi kuasa dua boleh digunakan untuk menguji hipotesis satu hujung.

[100/100 markah]

...3/-

2. (a) Baru-baru ini juruaudit USM telah mendapati 35 item dalam akaun sebuah jabatan yang nilai (\$) tercatat berbeza dengan nilai dalam resit asal. Perbezaannya (\$) adalah seperti berikut:

5.50	15.20	25.00	45.05	21.75	19.10	51.25
16.37	23.79	43.20	20.15	17.82	29.19	40.05
33.41	15.15	18.27	22.20	14.20	17.93	53.27
43.21	15.93	25.30	37.23	38.40	24.53	9.32
11.32	7.82	16.60	22.41	28.65	38.25	8.75

*bilik*  
*-6*  
*leh...*

*kekerapan*

*bilik*

*bilik 3*

- (i) Bina jadual kekerapan dan kekerapan relatif dengan mengguna 6 kelas,
- (ii) Berdasarkan jadual kekerapan (i) hitung min, median dan mod bagi taburan ini.
- (iii) Hitung sisihan piawai serta julat antara kuartil,
- (iv) Adakah min atau median yang sesuai mewakili sukatan lokasi bagi data ini? Mengapa?

*3/10*

[70/100 markah]

- (b) Seorang jurutera berpendapat yang kebarangkalian alat pendarat bagi sebuah pesawat rosak adalah 0.12. Jika alat ini rosak, kebarangkalian nahas ialah 0.55. Sebaliknya jika alat itu tidak rosak, kebarangkalian nahas berlaku ialah 0.06.

*bilik 4*

- (i) Apakah kebarangkalian berlakunya nahas pesawat?
- (ii) Sekiranya sebuah pesawat nahas, apakah kebarangkalian yang nahas itu disebabkan oleh kerosakan alat pendarat?

*1/100 = 0.01*  
*0.12 \* 0.55 = 0.066*  
*0.12 \* 0.06 = 0.0072*  
*0.066 + 0.0072 = 0.0732*

[30/100 markah]

3. (a) Dunlop M Sdn. Bhd. menghasilkan bulu tangkis. Kawalan mutu menetapkan bulu tangkis yang baik tidak mempunyai kecacatan bulu dan asas (cork). Rekod lampau menunjukkan yang peratusan kecacatan bulu adalah 12%, kecacatan asas ialah 10% dan 50% yang mempunyai

*Handwritten notes and calculations related to the quality control problem.*

ATP103

kecacatan bulu juga mempunyai kecacatan asas. Dari sebuah kotak yang mengandungi 144 bulu tangkis berapakah yang dijangka

- Rwb 4*
- (i) cacat bulu?
  - (ii) tiada cacat asas?
  - (iii) cacat bulu tetapi tidak asas?
  - (iv) tiada cacat langsung?

[30/100 markah]

(b) Seorang usahawan ingin mendapatkan pinjaman sebanyak \$50,000 dari bank BBMB. Dia diberitahu yang kebarangkalian BBMB meluluskan sesuatu pinjaman ialah 0.8 dan puratanya bank ini menerima 1450 permohonan pinjaman setahun.

- M = 0.8*  
*nyok-p*
- (i) Katakan usahawan ini ingin tahu purata dan sisihan piawai bagi bilangan pinjaman yang diluluskan. Apakah kedua-dua nilai ini?
  - (ii) Baru-baru ini BBMB mengumumkan yang ia akan meluluskan permohonan yang mempunyai asas kewangan yang baik sahaja. Usahawan ini menganggarkan yang 3 daripada setiap 5 permohonan pinjaman mempunyai asas kewangan yang baik. Jika tanggapan dia benar, apakah kebarangkalian yang dalam 10 permohonan yang berikutnya lebih daripada 2 tetapi tidak lebih daripada 6 permohonan akan diluluskan?
- PL*

[30/100 markah]

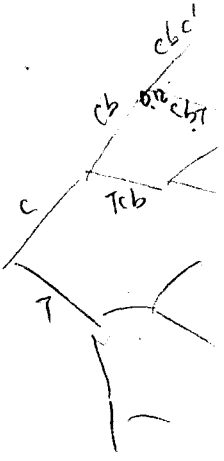
(c) 'Tie shop', sebuah kedai khusus menjual tali leher ingin mendapatkan anggaran bagi peratusan eksekutif (pelanggan utama tali leher) yang akan menggemari sejenis tali leher baru yang akan dipasarkan.

- (i) Terangkan dengan ringkas suatu cara bagaimana dia boleh mendapatkan suatu sampel ringkas.

*PL*

$$P(\text{bulu}) = 0.12$$
$$P(\text{asas}) = 0.10$$
$$P(\text{bulu dan asas}) = 0.5$$

...5/-



- (ii) Katakan dia inginkan anggaran yang terjamin berbeza tidak melebihi 0.05 dengan nilai peratusan sebenar, dengan keyakinan 95%. Apakah saiz sampel yang diperlukan?

[40/100 markah]

4. (a) Dalam suatu kajian untuk memodenkan khidmat pengangkutan awam di Kuala Lumpur, DBKL telah mengumpul data dari 60 bas awam dan mendapati min bagi bilangan penumpang per km. adalah 4.1 orang. Andaikan sisihan piawai sebenar diketahui sebagai 1.2 orang.

- (i) Cari ralat piawai min sampel ini.
- (ii) Binakan selang keyakinan 95% bagi min sebenar.
- (iii) Katakan min sampel ingin digunakan sebagai anggaran bagi min sebenar. Apakah saiz sampel yang dapat menjamin dengan keyakinan 99% yang perbezaan anggaran dengan min sebenar tidak melebihi 0.5?

[50/100 markah]

Bab 7

2-12  
1-11-11

(b) AAIM, Kesatuan Industri Automobil Malaysia ingin mengkaji sama ada terdapat kaitan antara jenis kereta dan jenama di antara pembelian kereta-kereta baru. Dari suatu sampel rawak 1000 pembelian baru jadual kekointingensian berikut diperolehi:

Jenis	Jenama			Jumlah
	Toyota	Nissan	Honda	
Kecil	210	200	90	500
Sederhana	90	100	150	340
Mewah	20	70	70	160
Jumlah	320	370	310	1000

Adakah wujud sebarang perkaitan antara jenis dan jenama? Guna aras keertian  $\alpha = 0.01$ . Apakah kesimpulan yang boleh dibuat berdasarkan data di atas?

[50/100 markah]

$$E_{11} = \frac{500 \times 320}{1000}$$

...6/-

ATP103

5. (a) Dalam kawalan mutu, hipotesis ujian boleh disebutkan seperti:

$H_0$  : Proses pengeluaran memuaskan

$H_a$  : Proses pengeluaran tidak memuaskan.

Oleh itu  $\alpha$  = aras keertian boleh dirujuk sebagai risiko pengeluar sementara  $\beta$  sebagai risiko pengguna.

Suatu proses pengeluaran direkabentuk untuk menghasilkan bola golf seberat 45 gm. Suatu ujian ke atas 49 bola golf yang dipilih secara rawak menghasilkan data berikut:

$$\bar{x} = 47 \text{ gm. } s = 8.2 \text{ gm.}$$

- (i) Adakah proses pengeluaran memuaskan? Gunakan  $\alpha = 0.05$
- (ii) Dalam konteks masalah ini terangkan mengapa  $\alpha$  boleh ditafsirkan sebagai risiko pengeluar dan  $\beta$  sebagai risiko pengguna.
- (iii) Katakan proses dianggap memuaskan jika purata berat bola golf tidak melebihi 45 gm. Apakah aras keertian yang tercapai oleh data di atas? Berdasarkan aras keertian tercapai ini apakah kesimpulan anda jika  $\alpha = 0.05$ .

[70/100 markah]

- (b) Pengurus besar sebuah syarikat ingin membuat iklan melalui TV tetapi ingin memilih saluran yang patut digunakan, sama ada TV1, TV2 atau TV3. Syarikat iklan yang menasihati pengurus ini mengesyorkan dia memilih TV3 kerana kadaran bilangan yang menonton TV1, TV2, TV3 adalah 2 : 1 : 3 (yang setara dengan  $2/6$  bagi TV1,  $1/6$  bagi TV2 dan  $3/6$  bagi TV3). Pengurus ini memerlukan

...7/-

bukti dan suatu sampel rawak yang  
syarikat iklan menunjukkan bilangan  
untuk TV1, 25 bagi TV2 dan 35 bagi

Adakah data ini menyokong dakwaan s  
Gunakan  $\alpha = 0.05$ .

[30/100 markah]

...8/-

LAMPIRAN

RUMUS

1.  $\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$  atau  $\bar{X} = \frac{\sum fx}{\sum f}$

2.  $s^2 = \frac{\sum x^2 - n(\bar{X})^2}{n - 1}$  atau  $s^2 = \frac{\sum f x^2 - n(\bar{X})^2}{\sum f - 1}$

3.  $\bar{X} \approx N(\mu, \sigma^2/n)$

4.  $\hat{p} = \frac{X}{n} \approx N(p, \frac{p(1-p)}{n})$

5.  $\chi^2 = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$



Table 1

LAMPIRAN

CUMULATIVE BINOMIAL PROBABILITIES

p = probability of success in a single trial; n = number of trials. The table gives the probability of obtaining r or more successes in n independent trials. i. e.

$$\sum_{x=r}^n \binom{n}{x} p^x (1-p)^{n-x}$$

When there is no entry for a particular pair of values of r and p, this indicates that the appropriate probability is less than 0.000 05. Similarly, except for the case r = 0, when the entry is exact, a tabulated value of 1.0000 represents a probability greater than 0.999 95.

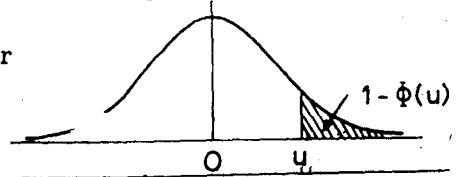
p=		0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
n=2	r=0	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
	1	.1900	.2775	.3600	.4375	.5100	.5775	.6400	.6975	.7500
	2	.0100	.0225	.0400	.0625	.0900	.1225	.1600	.2025	.2500
n=5	r=0	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
	1	.4095	.5563	.6723	.7627	.8319	.8840	.9222	.9497	.9688
	2	.0815	.1648	.2627	.3672	.4718	.5716	.6630	.7438	.8125
	3	.0086	.0266	.0579	.1035	.1631	.2352	.3174	.4069	.5000
	4	.0005	.0022	.0067	.0156	.0308	.0540	.0870	.1312	.1875
	5		.0001	.0003	.0010	.0024	.0053	.0102	.0185	.0313
n=10	r=0	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
	1	.6513	.8031	.8926	.9437	.9718	.9865	.9940	.9975	.9990
	2	.2639	.4557	.6242	.7560	.8507	.9140	.9536	.9767	.9893
	3	.0702	.1798	.3222	.4744	.6172	.7384	.8327	.9004	.9453
	4	.0128	.0500	.1209	.2241	.3504	.4862	.6177	.7430	.8281
	5	.0016	.0099	.0328	.0781	.1503	.2485	.3669	.4956	.6230
	6	.0001	.0014	.0064	.0197	.0473	.0949	.1662	.2616	.3770
	7		.0001	.0009	.0035	.0106	.0260	.0548	.1020	.1719
	8			.0001	.0004	.0016	.0048	.0123	.0274	.0547
	9					.0001	.0005	.0017	.0045	.0107
	10							.0001	.0003	.0010
n=20	r=0	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
	1	.8784	.9612	.9885	.9968	.9992	.9998	1.0000	1.0000	1.0000
	2	.6083	.8244	.9308	.9757	.9924	.9979	.9995	.9999	1.0000
	3	.3231	.5951	.7939	.9087	.9645	.9879	.9964	.9991	.9998
	4	.1330	.3523	.5886	.7748	.8929	.9556	.9840	.9951	.9987
	5	.0432	.1702	.3704	.5852	.7625	.8818	.9490	.9811	.9941
	6	.0113	.0673	.1958	.3828	.5836	.7546	.8744	.9447	.9793
	7	.0024	.0219	.0867	.2142	.3920	.5834	.7500	.8701	.9423
	8	.0004	.0059	.0321	.1018	.2277	.3990	.5841	.7480	.8684
	9	.0001	.0013	.0100	.0409	.1133	.2376	.4044	.5857	.7483
	10		.0002	.0026	.0139	.0480	.1218	.2447	.4086	.5881
	11			.0006	.0039	.0171	.0532	.1275	.2493	.4119
	12			.0001	.0009	.0051	.0196	.0565	.1308	.2517
	13				.0002	.0013	.0060	.0210	.0580	.1316
	14					.0003	.0015	.0065	.0214	.0577
	15						.0003	.0016	.0064	.0207
	16							.0003	.0015	.0059
	17								.0003	.0013
18									.0002	

**Table 3**

LAMPIRAN

**AREAS IN TAIL OF THE NORMAL DISTRIBUTION**

The function tabulated is  $1 - \Phi(u)$  where  $\Phi(u)$  is the cumulative distribution function of a standardised Normal variable  $u$ . Thus  $1 - \Phi(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_u^\infty e^{-x^2/2} dx$  is the probability that a standardised Normal variable selected at random will be greater than a value of  $u$  ( $= \frac{x-\mu}{\sigma}$ ).



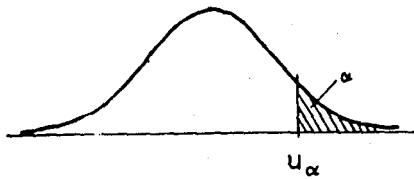
$\frac{(x - \mu)}{\sigma}$	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.5000	.4960	.4920	.4880	.4840	.4801	.4761	.4721	.4681	.4641
0.1	.4602	.4562	.4522	.4483	.4443	.4404	.4364	.4325	.4286	.4247
0.2	.4207	.4168	.4129	.4090	.4052	.4013	.3974	.3936	.3897	.3859
0.3	.3821	.3783	.3745	.3707	.3669	.3632	.3594	.3557	.3520	.3483
0.4	.3446	.3409	.3372	.3336	.3300	.3264	.3228	.3192	.3156	.3121
0.5	.3085	.3050	.3015	.2981	.2946	.2912	.2877	.2843	.2810	.2776
0.6	.2743	.2709	.2676	.2643	.2611	.2578	.2546	.2514	.2483	.2451
0.7	.2420	.2389	.2358	.2327	.2296	.2266	.2236	.2206	.2177	.2148
0.8	.2119	.2090	.2061	.2033	.2005	.1977	.1949	.1922	.1894	.1867
0.9	.1841	.1814	.1788	.1762	.1736	.1711	.1685	.1660	.1635	.1611
1.0	.1587	.1562	.1539	.1515	.1492	.1469	.1446	.1423	.1401	.1379
1.1	.1357	.1335	.1314	.1292	.1271	.1251	.1230	.1210	.1190	.1170
1.2	.1151	.1131	.1112	.1093	.1075	.1056	.1038	.1020	.1003	.0985
1.3	.0968	.0951	.0934	.0918	.0901	.0885	.0869	.0853	.0838	.0823
1.4	.0808	.0793	.0778	.0764	.0749	.0735	.0721	.0708	.0694	.0681
1.5	.0668	.0655	.0643	.0630	.0618	.0606	.0594	.0582	.0571	.0559
1.6	.0548	.0537	.0526	.0516	.0505	.0495	.0485	.0475	.0465	.0455
1.7	.0446	.0436	.0427	.0418	.0409	.0401	.0392	.0384	.0375	.0367
1.8	.0359	.0351	.0344	.0336	.0329	.0322	.0314	.0307	.0301	.0294
1.9	.0287	.0281	.0274	.0268	.0262	.0256	.0250	.0244	.0239	.0233
2.0	.02275	.02222	.02169	.02118	.02068	.02018	.01970	.01923	.01876	.01831
2.1	.01786	.01743	.01700	.01659	.01618	.01578	.01539	.01500	.01463	.01426
2.2	.01390	.01355	.01321	.01287	.01255	.01222	.01191	.01160	.01130	.01101
2.3	.01072	.01044	.01017	.00990	.00964	.00939	.00914	.00889	.00866	.00842
2.4	.00820	.00798	.00776	.00755	.00734	.00714	.00695	.00676	.00657	.00639
2.5	.00621	.00604	.00587	.00570	.00554	.00539	.00523	.00508	.00494	.00480
2.6	.00466	.00453	.00440	.00427	.00415	.00402	.00391	.00379	.00368	.00357
2.7	.00347	.00336	.00326	.00317	.00307	.00298	.00289	.00280	.00272	.00264
2.8	.00256	.00248	.00240	.00233	.00226	.00219	.00212	.00205	.00199	.00193
2.9	.00187	.00181	.00175	.00169	.00164	.00159	.00154	.00149	.00144	.00139
3.0	.00135									
3.1	.00097									
3.2	.00069									
3.3	.00048									
3.4	.00034									
3.5	.00023									
3.6	.00016									
3.7	.00011									
3.8	.00007									
3.9	.00005									
4.0	.00003									

LAMPIRAN

**Table 4**

**PERCENTAGE POINTS OF THE NORMAL DISTRIBUTION**

The table gives the  $100\alpha$  percentage points,  $u_\alpha$ , of a standardised Normal distribution where  $\alpha = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{u_\alpha}^{\infty} e^{-x^2/2} dx$ . Thus  $u_\alpha$  is the value of a standardised Normal variate which has probability  $\alpha$  of being exceeded.



$\alpha$	$u_\alpha$	$\alpha$	$u_\alpha$	$\alpha$	$u_\alpha$	$\alpha$	$u_\alpha$	$\alpha$	$u_\alpha$	$\alpha$	$u_\alpha$
.50	0.0000	.050	1.6449	.030	1.8808	.020	2.0537	.010	2.3263	.050	1.6449
.45	0.1257	.048	1.6646	.029	1.8957	.019	2.0749	.009	2.3656	.010	2.3263
.40	0.2533	.046	1.6849	.028	1.9110	.018	2.0969	.008	2.4089	.001	3.0902
.35	0.3853	.044	1.7060	.027	1.9268	.017	2.1201	.007	2.4573	.0001	3.7190
.30	0.5244	.042	1.7279	.026	1.9431	.016	2.1444	.006	2.5121	.00001	4.2649
.25	0.6745	.040	1.7507	.025	1.9600	.015	2.1701	.005	2.5758	.025	1.9600
.20	0.8416	.038	1.7744	.024	1.9774	.014	2.1973	.004	2.6521	.005	2.5758
.15	1.0364	.036	1.7991	.023	1.9954	.013	2.2262	.003	2.7478	.0005	3.2905
.10	1.2816	.034	1.8250	.022	2.0141	.012	2.2571	.002	2.8782	.00005	3.8906
.05	1.6449	.032	1.8522	.021	2.0335	.011	2.2904	.001	3.0902	.000005	4.4172

**Table 7**

**PERCENTAGE POINTS OF THE t DISTRIBUTION**

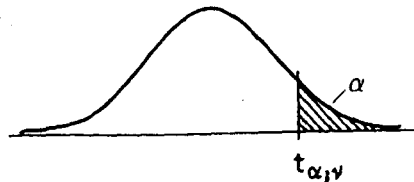
LAMPIRAN

The table gives the value of  $t_{\alpha;\nu}$  — the  $100\alpha$  percentage point of the t distribution for  $\nu$  degrees of freedom.

The values of  $t$  are obtained by solution of the equation:-

$$\alpha = \Gamma\{1/2(\nu+1)\} \{\Gamma(1/2\nu)\}^{-1} (\nu\pi)^{-1/2} \int_t^{\infty} (1 + x^2/\nu)^{-(\nu + 1)/2} dx$$

Note. The tabulation is for one tail only i.e. for positive values of  $t$ . For  $|t|$  the column headings for  $\alpha$  must be doubled.



$\alpha =$	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005	0.001	0.0005
$\nu = 1$	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	318.31	636.62
2	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	22.326	31.598
3	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	10.213	12.924
4	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	7.173	8.610
5	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	5.893	6.869
6	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.208	5.959
7	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.785	5.408
8	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	4.501	5.041
9	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.297	4.781
10	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.144	4.587
11	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.025	4.437
12	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.930	4.318
13	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.852	4.221
14	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.787	4.140
15	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.733	4.073
16	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.686	4.015
17	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.646	3.965
18	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.610	3.922
19	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.579	3.883
20	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.552	3.850
21	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.527	3.819
22	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.505	3.792
23	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.485	3.767
24	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.467	3.745
25	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.450	3.725
26	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.435	3.707
27	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.421	3.690
28	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.408	3.674
29	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.396	3.659
30	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.385	3.646
40	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.307	3.551
60	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	3.232	3.460
120	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617	3.160	3.373
$\infty$	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.090	3.291

This table is taken from Table III of Fisher & Yates: Statistical Tables for Biological, Agricultural and Medical Research, published by Oliver & Boyd Ltd., Edinburgh, and by permission of the authors and publishers and also from Table 12 of Biometrika Tables for Statisticians, Volume 1, by permission of the Biometrika Trustees.

Table 8

PERCENTAGE POINTS OF THE  $\chi^2$  DISTRIBUTION

Table of  $\chi^2_{\alpha; \nu}$  - the 100  $\alpha$  percentage point of the  $\chi^2$  distribution for  $\nu$  degrees of freedom



$\alpha =$	.995	.99	.98	.975	.95	.90	.80	.75	.70	.50	.30	.25	.20	.10	.05	.025	.02	.01	.005	.001	$\nu =$
1	0.4393	0.3157	0.2628	0.2382	0.0393	0.158	0.642	1.02	1.48	4.55	1.074	1.323	1.642	2.706	3.841	5.024	5.412	6.635	7.879	10.827	1
2	0.100	0.201	0.404	0.506	1.03	2.11	4.46	5.75	7.13	1.386	2.408	2.773	3.219	4.605	5.991	7.378	7.824	9.210	10.597	13.815	2
3	0.717	1.15	1.85	2.16	3.52	5.84	1.005	1.213	1.424	3.366	4.108	4.642	5.251	6.251	7.815	9.348	9.837	11.345	12.838	16.268	3
4	2.07	2.97	4.29	4.84	7.11	1.064	1.649	1.923	2.195	3.357	4.078	4.585	5.199	6.179	7.779	9.488	11.143	12.777	14.465	18.465	4
5	4.12	5.54	7.52	8.31	1.145	1.610	2.343	2.675	3.000	4.351	5.064	5.626	6.289	7.236	8.923	10.682	12.423	14.168	15.914	20.517	5
6	6.76	8.72	1.134	1.237	1.635	2.204	3.070	3.455	3.828	5.348	6.031	6.636	7.291	8.242	10.013	11.867	13.713	15.559	17.406	22.457	6
7	9.89	1.239	1.564	1.690	2.167	2.833	3.822	4.253	4.671	6.346	7.037	7.642	8.297	9.248	11.019	12.865	14.706	16.542	18.379	23.522	7
8	1.344	1.646	2.032	2.180	2.733	3.490	4.594	5.071	5.527	7.344	8.035	8.640	9.245	10.206	12.052	13.893	15.729	17.566	19.403	24.652	8
9	1.735	2.088	2.532	2.700	3.325	4.168	5.380	5.899	6.393	8.343	9.034	9.639	10.244	11.205	13.051	14.892	16.728	18.564	20.401	25.551	9
10	2.156	2.558	3.059	3.247	3.940	4.865	6.179	6.737	7.267	9.342	10.033	10.638	11.243	12.204	14.050	15.891	17.727	19.563	21.400	26.550	10
11	2.603	3.053	3.609	3.816	4.575	5.578	6.989	7.584	8.148	10.341	11.032	11.637	12.242	13.203	15.050	16.891	18.727	20.563	22.400	27.550	11
12	3.074	3.571	4.178	4.404	5.226	6.304	7.807	8.438	9.034	11.340	12.031	12.636	13.241	14.202	16.049	17.890	19.726	21.562	23.400	28.550	12
13	3.565	4.107	4.765	5.009	5.892	7.042	8.634	9.299	9.926	12.340	13.031	13.636	14.241	15.202	17.049	18.890	20.726	22.562	24.400	29.550	13
14	4.075	4.684	5.368	5.629	6.571	7.790	9.467	10.165	10.821	13.339	14.030	14.635	15.240	16.201	18.048	19.889	21.725	23.561	25.400	30.550	14
15	4.601	5.229	5.985	6.262	7.261	8.547	10.307	11.036	11.721	14.339	15.030	15.635	16.240	17.201	19.048	20.889	22.725	24.561	26.400	31.550	15
16	5.142	5.812	6.614	6.908	7.962	9.312	11.152	11.912	12.624	15.338	16.039	16.644	17.249	18.210	20.057	21.898	23.734	25.570	27.400	32.550	16
17	5.697	6.408	7.255	7.564	8.672	10.085	12.002	12.792	13.531	16.338	17.039	17.644	18.249	19.210	21.057	22.898	24.734	26.570	28.400	33.550	17
18	6.265	7.015	7.906	8.231	9.390	10.865	12.857	13.675	14.440	17.338	18.039	18.644	19.249	20.210	22.057	23.898	25.734	27.570	29.400	34.550	18
19	6.844	7.633	8.567	8.907	10.117	11.651	13.716	14.562	15.352	18.338	19.039	19.644	20.249	21.210	23.057	24.898	26.734	28.570	30.400	35.550	19
20	7.434	8.260	9.237	9.591	10.851	12.443	14.578	15.452	16.266	19.337	20.038	20.643	21.248	22.209	24.057	25.898	27.734	29.570	31.400	36.550	20
21	8.034	8.897	9.915	10.283	11.591	13.240	15.445	16.344	17.182	20.337	21.038	21.643	22.248	23.209	25.057	26.898	28.734	30.570	31.400	37.550	21
22	8.643	9.542	10.600	10.982	12.338	14.041	16.314	17.240	18.101	21.337	22.038	22.643	23.248	24.209	26.057	27.898	29.734	31.570	32.400	38.550	22
23	9.260	10.196	11.293	11.688	13.091	14.848	17.187	18.137	19.021	22.337	23.038	23.643	24.248	25.209	27.057	28.898	30.734	32.570	33.400	39.550	23
24	9.886	10.856	11.992	12.401	13.848	15.659	18.062	19.037	19.943	23.337	24.038	24.643	25.248	26.209	28.057	29.898	31.734	33.570	34.400	40.550	24
25	10.520	11.524	12.697	13.120	14.611	16.473	18.940	19.939	20.867	24.337	25.038	25.643	26.248	27.209	29.057	30.898	32.734	34.570	35.400	41.550	25
26	11.160	12.198	13.409	13.844	15.379	17.292	19.820	20.843	21.792	25.336	26.037	26.642	27.247	28.208	30.057	31.898	33.734	35.570	36.400	42.550	26
27	11.808	12.879	14.125	14.573	16.151	18.114	20.703	21.749	22.719	26.335	27.036	27.641	28.246	29.207	31.057	32.898	34.734	36.570	37.400	43.550	27
28	12.461	13.565	14.847	15.308	16.928	18.939	21.588	22.567	23.647	27.336	28.037	28.642	29.247	30.208	32.057	33.898	35.734	37.570	38.400	44.550	28
29	13.121	14.256	15.574	16.047	17.708	19.768	22.475	23.567	24.577	28.336	29.037	29.642	30.247	31.208	33.057	34.898	36.734	38.570	39.400	45.550	29
30	13.787	14.953	16.306	16.791	18.493	20.599	23.364	24.478	25.508	29.336	30.037	30.642	31.247	32.208	34.057	35.898	37.734	39.570	40.400	46.550	30
40	20.706	22.164	23.838	24.433	26.509	29.051	32.345	33.660	34.872	39.335	44.165	45.616	47.269	51.805	55.759	59.342	60.436	63.691	66.766	73.402	40
50	27.991	29.707	31.664	32.357	34.764	37.689	41.449	42.942	44.313	49.335	54.723	56.334	58.164	63.167	67.505	71.420	72.613	76.154	79.490	86.661	50
60	35.535	37.485	39.699	40.482	43.188	46.459	50.641	52.294	53.809	59.335	65.227	66.881	68.972	74.327	79.082	83.298	84.560	88.379	91.952	99.607	60
70	43.275	45.442	47.893	48.758	51.739	55.329	59.898	61.698	63.346	69.334	75.689	77.577	79.715	85.527	90.523	95.023	96.388	100.425	104.215	112.317	70
80	51.171	53.539	56.213	57.153	60.391	64.278	69.207	71.145	72.915	79.334	86.120	88.130	90.405	96.578	101.880	106.629	108.069	112.329	116.321	124.839	80
90	59.196	61.754	64.634	65.646	69.126	73.291	78.558	80.625	82.511	89.334	96.524	98.650	101.054	107.565	113.145	118.136	119.648	124.116	128.299	137.208	90
100	67.327	70.065	73.142	74.222	77.929	82.338	87.945	90.133	92.129	99.334	106.906	109.141	111.667	118.498	124.342	129.561	131.142	135.807	140.170	149.449	100

For values of  $\nu > 30$ , approximate values for  $\chi^2$  may be obtained from the expression  $\nu \left[ 1 - \frac{\chi^2}{2\nu} + \frac{\chi^4}{8\nu^2} \right]^{3/2}$ , where  $\frac{\chi^2}{\nu}$  is the normal deviate cutting off the corresponding tails of a normal distribution. If  $\frac{\chi^2}{\nu}$  is taken at the 0.02 level, so that 0.01 of the normal distribution is in each tail, the expression yields  $\chi^2$  at the 0.99 and 0.01 points. For very large values of  $\nu$  it is sufficiently accurate to compute  $\sqrt{2\nu}$  the distribution of which is approximately normal around a mean of  $\sqrt{2\nu} - 1$  and with a standard deviation of 1. This table is taken by consent from Statistical Tables for Biological, Agricultural, and Medical Research, by R. A. Fisher and F. Yates, published by Oliver and Boyd, Edinburgh, and from Table 8 of Biometrika Tables for Statisticians, Vol. 1, by permission of the Biometrika Trustees.

