

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama

Sidang 1993/94

Oktober - November, 1993

ASP 300 - STATISTIK PERNIAGAAN

Masa: [3 jam]

ARAHAN

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

Ada **TUJUH** soalan. Bahagian A adalah **WAJIB**. Pilih **DUA** soalan Bahagian B. Tunjukkan jalan kerja anda di dalam kertas jawapan.

BAHAGIAN A

1. (a) Jay Ronald, ketua eksekutif Syarikat Jay & Ronalds, risau tentang pengambilan staf jualan yang lebih baik. Suatu cara untuk membuat keputusan tentang staf jualan ialah melalui analisis prestasi ujian cenderung-cergas (aptitude test) yang diambil semasa mereka diambil. Ronalds mengumpul data jualan bagi setiap 25 staf jualan bersama dengan keputusan bagi empat ujian cenderung-cergas (daya cipta, kemampuan mekanikal, pemikiran abstrak dan kemampuan beranalisis). Suatu analisis regresi berbilang telah dijalankan dengan keputusan berikut:

DEP VARIABLE: GROWTH

ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F VALUE	PROB > F
MODEL	4	1050.786	262.697	62.640	0.0001
ERROR	20	83.875250	4.193763		
C TOTAL	24	1134.662			
ROOT MSE		2.047868	R-SQUARE	0.9261	

VARIABLE	DF	PARAMETER ESTIMATE	STANDARD ERROR	T FOR HO: PARAMETER = 0	PROB >  T
INTERCEP	1	70.065659	2.130314	32.890	0.0001
CREAT	1	0.421601	0.171915	2.452	0.0235
MECH	1	0.271403	0.218402	1.243	0.2284
ABST	1	0.745042	0.289818	2.571	0.0182
MATH	1	0.419545	0.068712	6.106	0.0001

...2/-

- (i) Beri persamaan regresi untuk meramalkan pertumbuhan jualan staf jualan.
- (ii) Berapakah perubahan dalam perkembangan jualan yang diterangkan melalui empat pembolehubah di atas?
- (iii) Pada  $\alpha = 0.05$ , ujian cenderung-cerdas manakah yang merupakan penjelasan yang bererti untuk pertumbuhan jualan?
- (iv) Adakah model ini bererti secara keseluruhan?
- (v) John mendapat skor untuk 4 ujian seperti berikut:

$$\text{MATH} = 30, \text{ ABST} = 18, \text{ MECH} = 14, \text{ CREAT} = 12$$

Berapakah ramalan pertumbuhan jualanannya?

[8 markah]

- (b) Suatu syarikat pembinaan perumahan berminat mengkaji nilai apartmen dan bilangan bilik yang disediakan dalam apartment tersebut. Syarikat mengumpul data dari sampel sebanyak 11 apartmen berdasarkan nilai apartmen (dalam RM'000) dan bilangan bilik yang disediakan.

Nilai (dalam RM'000)	230	280	190	450	310	218	185	340	245	125	350
Bilangan bilik	2	2	1	3	2	2	2	2	1	1	2

- (i) Bentukkan satu persamaan regresi linear.
- (ii) Kirakan koefisien penentuan.
- (iii) Ramalkan nilai untuk apartmen yang mempunyai 2 bilik.

[12 markah]

- 2. (a) Pengurus sebuah kedai kasut ingin mengkaji sama ada pelanggan lelaki (L) dan wanita (W) memasuki kedai secara rawak. Jantina 20 orang pelanggan pertama yang memasuki kedai dicatat dan keputusan berikut didapati:

LLLWLWWLLLLLWWLWWWLL

Apakah yang boleh disimpulkan oleh pengurus tersebut dari data di atas?

[5 markah]

...3/-

- (b) Seorang pengurus menyelidiki pasaran bagi suatu jenama kopi ingin membandingkan 4 pengiklanan televisyen selama seminit yang menunjukkan barangan tersebut. 20 orang suri rumahtangga telah dipilih secara rambang untuk melihat satu dari empat pengiklanan. Pada akhir pengiklanan, setiap suri rumahtangga diberi suatu ujian untuk mengukur daya ingatan tentang kandungan pengiklanan. Keputusannya ialah seperti berikut:-

Pengiklanan			
A	B	C	D
43	28	53	41
28	53	33	38
48	53	48	50
48	48	43	46
33	58	38	43

Dengan menggunakan suatu ujian tak berparameter yang sesuai, beri kesimpulan anda. Gunakan  $\alpha = 0.05$ .

[9 markah]

- (c) Seorang pengurus pengeluaran ingin menguji hipotesis bahawa min hayat bagi 2 jenama mesin adalah sama. Hayat diukur melalui bilangan jam beroperasi diantara 2 overhaul. Suatu sampel rawak 15 mesin setiap jenama memberi keputusan seperti berikut:

Jenama A: 1050, 1150, 850, 800, 1000, 1350, 1100, 1300, 1450  
900, 1200, 1250, 1550, 825, 650

Jenama B: 1170, 970, 880, 1410, 700, 775, 940, 1650, 950, 1190  
600, 1600, 975, 450, 1290

Dengan menggunakan ujian Mann-Whitney, adakah anda akan membuat kesimpulan bahawa hayat bagi 2 jenama adalah sama?

[6 markah]

3. (a) Bahagian pembelian sebuah firma menggunakan cat yang banyak untuk menjalankan ujian untuk membandingkan ketahanan dua jenis jenama cat A dan B. 10 sampel bagi setiap produk dipilih secara rawak dari gudang penjual dan digunakan ke atas permukaan yang serupa. Selepas itu, suatu skor ketahanan ditentukan bagi setiap sampel dengan keputusan seperti berikut:

Jenama	Skor Ketahanan	
	Min	Sisihan Piawai
A	10.5	+9.00
B	7.5	6.25

...4/-

Sekiranya skor lebih tinggi menunjukkan ketahanan yang lebih adakah keputusan sampel di atas menunjukkan bukti yang mencukupi untuk membuat kesimpulan bahawa Jenama A adalah lebih tahan, secara purata, dari Jenama B? Gunakan  $\alpha = 0.01$ .

[6 markah]

- (b) Suatu organisasi sedang menilai polisi promosinya. Pengurus Besar telah memberitahu pihak pengurusan atasan bahawa 40% dari kakitangan adalah dalam kategori "cemerlang" dan ini dianggap sebagai luar biasa. Pihak pengurusan atasan menjalankan analisis terperinci terhadap 150 kakitangan yang terpilih dan mendapati bahawa 50 dari mereka adalah dalam kategori "cemerlang". Pihak pengurusan atasan mahu anda menguji dakwaan pengurus besar dengan menggunakan paras keertian 10%.

[6 markah]

4. (a) Sebuah pengilang kereta tempatan ingin mengetahui sama ada ia boleh membuat kesimpulan bahawa, pemilikan jenis kereta boleh dikaitkan dengan pekerjaan. Satu sampel rawak 500 pemilik telah ditemuduga untuk menentukan jenis kereta yang dimiliki dan pekerjaan mereka. Keputusan temuduga diberi di bawah:

Kategori Pekerjaan	Jenis Kereta		
	A	B	C
1	52	64	24
2	60	59	92
3	50	65	74

Buat satu analisis dan beri kesimpulan anda.

[5 markah]

- (b) Seorang pengurus pengeluaran ingin menganalisis prestasi 4 operator kanan untuk tujuan kenaikan pangkat. Beliau ingin juga tahu sama ada output mereka bergantung secara bererti kepada jenama mesin yang mereka kendalikan. Sampel data (output harian) yang dikumpul adalah seperti di bawah:

Jenama Mesin	Pengendali			
	A	B	C	D
X	174.0	173.0	171.5	173.5
Y	173.0	172.0	171.0	171.0
Z	173.5	173.0	173.0	172.5

Bolehkah anda buat kesimpulan bahawa prestasi kesemua operator adalah sama dan setiap mesin memberi output yang sama?

[8 markah]

...5/-

- (c) Seorang pengurus sedang menimbangkan sama ada hendak membeli mesin baru untuk menjalankan sesuatu operasi pemasangan. Mesin tersebut, setelah digunakan 10 kali untuk menjalankan operasi tersebut, menyempurnakan kerja dalam masa seperti di bawah (dalam saat): 63.3, 58.7, 55.2, 51.5, 52.8, 52.3, 62.3, 57.7, 56.2, 53.5. Andaikan pengurus membeli mesin tersebut, apakah jangkaan pengurus mengenai min masa yang diperlukan untuk menyempurnakan kerja selang keyakinan 95%? Bagaimanakah ia berubah sekiranya, selang keyakinan 90%?

[5 markah]

## BAHAGIAN B

5. (a) Pada 5 tahun yang lepas, secara purata sahaja 3% dari cek yang dimasukkan oleh pelanggan sesuatu bank tempatan adalah cek tak laku. Sepanjang minggu ini, bank tersebut telah menerima 200 cek. Apakah kebarangkalian bahawa
- Tepat 10 dari cek tersebut tak laku?
  - Paling banyak 5 dari cek tersebut tak laku?
  - Apakah nilai dijangka dan sisihan piawai  $X$ , di mana  $X$  ialah bilangan cek tak laku sepanjang minggu?

[7 markah]

- (b) Dalam permainan, "Taxation and Evasion", seorang pemain melontar sepasang dadu. Sekiranya setiap kali jumlah ialah 7, 11 atau 12, pemain akan diaudit. Selain dari ini, beliau akan mengelakkan dari percubaian. Andaikan seorang pemain melontar dadu sebanyak 5 kali.
- Apakah kebarangkalian bahawa beliau tidak akan diaudit?
  - Apakah kebarangkalian bahawa beliau akan diaudit sekurang-kurangnya sekali?
  - Apakah kebarangkalian bahawa beliau akan diaudit paling banyak dua kali?
  - Apakah sisihan piawai bilangan kali beliau akan diaudit?

[8 markah]

6. (a) Syarikat Federal Cooperative membeli buah oren dari ahlinya. Jumlah jus yang diperolehi dari buah oren tersebut menghampiri taburan normal dengan min 4.7 oz dan varian 0.1225 oz<sup>2</sup>.
- Apakah bahagian oren yang akan memberi jus diantara 4.6 dan 5.2 oz?
  - Apakah bahagian oren yang akan memberi jus kurang dari 3.75 oz atau lebih dari 5.75 oz?
  - Apakah jumlah jus oren yang boleh didapati jika 84.13% dari kesemua oren boleh ditekan untuk mendapat jus yang lebih?

...6/-

- (iv) Oren dengan kurang dari 4.15 oz auns jus oren dianggap sebagai kualiti rendah. Jika 2 biji oren dipilih secara rawak dari lot apakah kebarangkalian bahawa kedua-dua adalah berkualiti rendah?

[8 markah]

- (b) Andaikan bahawa sejarah menunjukkan bahawa 80% pelajar universiti memilih Coke. Sampel sebanyak 100 pelajar dipilih secara rawak.

- (i) Apakah kebarangkalian bahawa tepat 85 pelajar memilih Coke?
- (ii) Apakah kebarangkalian sama ada tepat 84 atau 85 pelajar memilih Coke?
- (iii) Apakah kebarangkalian bahawa diantara 82 dan 85 (termasuk kedua-duanya) memilih Coke?

[7 markah]

7. (a) Sejenis bateri kereta didapati mempunyai tempoh hayat yang mengikut taburan normal dengan min 1110 hari dan sisihan piawai 80 hari. Jika 400 bateri dipilih secara rawak, apakah probabiliti bahawa purata tempoh usia bateri yang dipilih berada di antara 1097 dan 1104 hari? Apakah tempoh hayat minimum 90% pengeluaran? Tentukan sisihan kuartil/taburan tersebut.

[7 markah]

- (b) Jumlah masa yang diperlukan untuk pertukaran minyak pelincir ke atas sebuah kereta mengikut taburan normal dengan min 45 minit dan sisihan piawai 10 minit. Satu sampel rawak ke atas 10 kereta dipilih.

- (i) Apakah probabiliti bahawa min sampel diantara 45 dan 52 minit?
- (ii) Apakah probabiliti bahawa min sampel kurang dari 45 minit?
- (iii) Tentukan tahap 90% dan 95% bagi semua min sampel.
- (iv) 90% min sampel akan melebihi nilai apa?

[8 markah]

...7/-

LAMPIRAN 1

$$r = \frac{\frac{1}{n} \Sigma xy - \bar{x}\bar{y}}{\sigma_x \sigma_y}, \quad r_s = 1 - \frac{6\Sigma d^2}{n(n^2 - 1)}$$

$$\hat{b} = \frac{\Sigma xy - n\bar{x}\bar{y}}{\Sigma x^2 - n\bar{x}^2}$$

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

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\frac{\Sigma(y - \hat{y})^2}{n-2}}$$

$$R^2 = 1 - \frac{\Sigma(y - \hat{y})^2}{\Sigma(y - \bar{y})^2}$$

$$S_b^2 = \frac{\hat{\sigma}^2}{\Sigma x^2 - n\bar{x}^2}$$

$$P = \sum_{i=0}^x \binom{n}{i} p^i q^{n-i}$$

$$\chi^2 = \sum_{i=0}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad \text{or} \quad \chi^2 = \frac{(|B-C| - 1)^2}{B + C}$$

$$D = \max \{ |F_o(x) - S_n(X)| \}$$

$$D^* = \frac{1.36}{\sqrt{n}}$$

$$E(r) = \frac{2n_1 n_2}{n_1 + n_2} + 1$$

LAMPIRAN 1

$$\text{Var}(r) = \frac{2n_1n_2(2n_1n_2 - n_1 - n_2)}{(n_1 + n_2)^2(n_1 + n_2 - 1)}$$

$$U = \frac{n_1n_2}{2} + \frac{n_1(n_1 + 1)}{2} - R_1$$

$$E(u) = \frac{n_1n_2}{2}$$

$$\text{Var}(U) = \frac{n_1n_2(n_1 + n_2 + 1)}{12}$$

$$H = \frac{12}{n(n+1)} \sum_{i=1}^k \frac{r_i^2}{n_i} - 3(n+1)$$

$$Z = \frac{x - E(x)}{\text{SD}(x)}$$

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\sigma/\sqrt{n}}$$

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}}$$



**Binomial Distribution ( $n = 4$ )**

		$n = 4$										
$x$	$p$	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	
0		9606	9224	8853	8493	8145	7807	7481	7164	6857	6561	4
1		0388	0753	1095	1416	1715	1993	2252	2492	2713	2916	3
2		0006	0023	0051	0088	0135	0191	0254	0325	0402	0486	2
3		0000	0000	0001	0002	0005	0008	0013	0019	0027	0036	1
4		0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0001	0001	0
		99	98	97	96	95	94	93	92	91	90	$p$ $x$
$x$	$p$	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
0		6274	5997	5729	5470	5220	4979	4746	4521	4305	4096	4
1		3102	3271	3424	3562	3685	3793	3888	3970	4039	4096	3
2		0575	0669	0767	0870	0975	1084	1195	1307	1421	1536	2
3		0047	0061	0076	0094	0115	0138	0163	0191	0222	0256	1
4		0001	0002	0003	0004	0005	0007	0008	0010	0013	0016	0
		89	88	87	86	85	84	83	82	81	80	$p$ $x$
$x$	$p$	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
0		3895	3702	3515	3336	3164	2999	2840	2687	2541	2401	4
1		4142	4176	4200	4214	4219	4214	4201	4180	4152	4116	3
2		1651	1767	1882	1996	2109	2221	2331	2439	2544	2646	2
3		0293	0332	0375	0420	0469	0520	0575	0632	0693	0756	1
4		0019	0023	0028	0033	0039	0046	0053	0061	0071	0081	0
		79	78	77	76	75	74	73	72	71	70	$p$ $x$
$x$	$p$	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
0		2267	2138	2015	1897	1785	1678	1575	1478	1385	1296	4
1		4074	4025	3970	3910	3845	3775	3701	3623	3541	3456	3
2		2745	2841	2933	3021	3105	3185	3260	3330	3396	3456	2
3		0822	0891	0963	1038	1115	1194	1276	1361	1447	1536	1
4		0092	0105	0119	0134	0150	0168	0187	0209	0231	0256	0
		69	68	67	66	65	64	63	62	61	60	$p$ $x$
$x$	$p$	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	
0		1212	1132	1056	0983	0915	0850	0789	0731	0677	0625	4
1		3368	3278	3185	3091	2995	2897	2799	2700	2600	2500	3
2		3511	3560	3604	3643	3675	3702	3723	3738	3747	3750	2
3		1627	1719	1813	1908	2005	2102	2201	2300	2400	2500	1
4		0283	0311	0342	0375	0410	0448	0488	0531	0576	0625	0
		59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	$p$ $x$

(Continued)

**Binomial Distribution ( $n = 5$ )**

		$n = 5$										
$x$	$p$	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	
0		9510	9039	8587	8154	7738	7339	6957	6591	6240	5905	5
1		0480	0922	1328	1699	2036	2342	2618	2866	3086	3280	4
2		0010	0038	0082	0142	0214	0299	0394	0498	0610	0729	3
3		0000	0001	0003	0006	0011	0019	0030	0043	0060	0081	2
4		0000	0000	0000	0000	0000	0001	0001	0002	0003	0004	1
		99	98	97	96	95	94	93	92	91	90	$p$ $x$
$x$	$p$	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
0		5584	5277	4984	4704	4437	4182	3939	3707	3487	3277	5
1		3451	3598	3724	3829	3915	3983	4034	4069	4089	4096	4
2		0853	0981	1113	1247	1382	1517	1652	1786	1919	2048	3
3		0105	0134	0166	0203	0244	0289	0338	0392	0450	0512	2
4		0007	0009	0012	0017	0022	0028	0035	0043	0053	0064	1
5		0000	0000	0000	0001	0001	0001	0001	0002	0002	0003	0
		89	88	87	86	85	84	83	82	81	80	$p$ $x$
$x$	$p$	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
0		3077	2887	2707	2536	2373	2219	2073	1935	1804	1681	5
1		4090	4072	4043	4003	3955	3898	3834	3762	3685	3601	4
2		2174	2297	2415	2529	2637	2739	2836	2926	3010	3087	3
3		0578	0648	0721	0798	0879	0962	1049	1138	1229	1323	2
4		0077	0091	0108	0126	0146	0169	0194	0221	0251	0283	1
5		0004	0005	0006	0008	0010	0012	0014	0017	0021	0024	0
		79	78	77	76	75	74	73	72	71	70	$p$ $x$
$x$	$p$	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
0		1564	1454	1350	1252	1160	1074	0992	0916	0845	0778	5
1		3513	3421	3325	3226	3124	3020	2914	2808	2700	2592	4
2		3157	3220	3275	3323	3364	3397	3423	3441	3452	3456	3
3		1418	1515	1613	1712	1811	1911	2010	2109	2207	2304	2
4		0319	0357	0397	0441	0488	0537	0590	0646	0706	0768	1
5		0029	0034	0039	0045	0053	0060	0069	0079	0090	0102	0
		69	68	67	66	65	64	63	62	61	60	$p$ $x$
$x$	$p$	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	
0		0715	0656	0602	0551	0503	0459	0418	0380	0345	0313	5
1		2484	2376	2270	2164	2059	1956	1854	1755	1657	1562	4
2		3452	3442	3424	3400	3369	3332	3289	3240	3185	3125	3
3		2399	2492	2583	2671	2757	2838	2916	2990	3060	3125	2
4		0834	0902	0974	1049	1128	1209	1293	1380	1470	1562	1
5		0116	0131	0147	0165	0185	0206	0229	0255	0282	0312	0
		59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	$p$ $x$

(Continued)

**Binomial Distribution ( $n = 6$ )**

		$n = 6$										
$x$	$p$	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	
0		9415	8858	8330	7828	7351	6899	6470	6064	5679	5314	6
1		0571	1085	1546	1957	2321	2642	2922	3164	3370	3543	5
2		0014	0055	0120	0204	0305	0422	0550	0688	0833	0984	4
3		0000	0002	0005	0011	0021	0036	0055	0080	0110	0146	3
4		0000	0000	0000	0000	0001	0002	0003	0005	0008	0012	2
5		0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0001	1
		99	98	97	96	95	94	93	92	91	90	$p$ $x$

$x$	$p$	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
0		4970	4644	4336	4046	3771	3513	3269	3040	2824	2621	6
1		3685	3800	3888	3952	3993	4015	4018	4004	3975	3932	5
2		1139	1295	1452	1608	1762	1912	2057	2197	2331	2458	4
3		0188	0236	0289	0349	0415	0486	0562	0643	0729	0819	3
4		0017	0024	0032	0043	0055	0069	0086	0106	0128	0154	2
5		0001	0001	0002	0003	0004	0005	0007	0009	0012	0015	1
6		0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0001	0
		89	88	87	86	85	84	83	82	81	80	$p$ $x$

$x$	$p$	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
0		2431	2252	2084	1927	1780	1642	1513	1393	1281	1176	6
1		3877	3811	3735	3651	3560	3462	3358	3251	3139	3025	5
2		2577	2687	2789	2882	2966	3041	3105	3160	3206	3241	4
3		0913	1011	1111	1214	1318	1424	1531	1639	1746	1852	3
4		0182	0214	0249	0287	0330	0375	0425	0478	0535	0595	2
5		0019	0024	0030	0036	0044	0053	0063	0074	0087	0102	1
6		0001	0001	0001	0002	0002	0003	0004	0005	0006	0007	0
		79	78	77	76	75	74	73	72	71	70	$p$ $x$

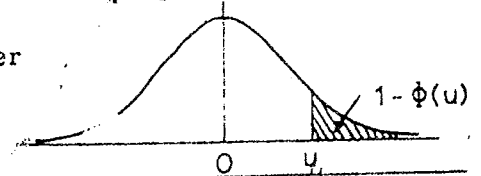
$x$	$p$	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
0		1079	0989	0905	0827	0754	0687	0625	0568	0515	0467	6
1		2909	2792	2673	2555	2437	2319	2203	2089	1976	1866	5
2		3267	3284	3292	3290	3280	3261	3235	3201	3159	3110	4
3		1957	2061	2162	2260	2355	2446	2533	2616	2693	2765	3
4		0660	0727	0799	0873	0951	1032	1116	1202	1291	1382	2
5		0119	0137	0157	0180	0205	0232	0262	0295	0330	0369	1
6		0009	0011	0013	0015	0018	0022	0026	0030	0035	0041	0
		69	68	67	66	65	64	63	62	61	60	$p$ $x$

$x$	$p$	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	
0		0422	0381	0343	0308	0277	0248	0222	0198	0176	0156	6
1		1759	1654	1552	1454	1359	1267	1179	1095	1014	0937	5
2		3055	2994	2928	2856	2780	2699	2615	2527	2436	2344	4
3		2831	2891	2945	2992	3032	3065	3091	3110	3121	3125	3
4		1475	1570	1666	1763	1861	1958	2056	2153	2249	2344	2
5		0410	0455	0503	0554	0609	0667	0729	0795	0864	0937	1
6		0048	0055	0063	0073	0083	0095	0108	0122	0138	0156	0
		59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	$p$ $x$

...12/-

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									

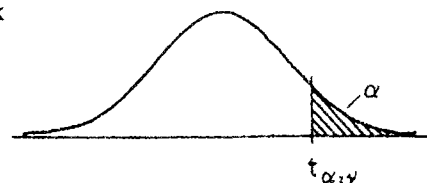
PERCENTAGE POINTS OF THE t DISTRIBUTION

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:-

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

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.

ASP300

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



$\nu$	.995	.99	.98	.975	.95	.90	.80	.75	.70	.50	.30	.25	.20	10	05	025	02	01	.005	001
1	0.00433	0.0157	0.0328	0.0982	0.0303	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
2	0.0100	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
3	0.0717	1.15	1.85	2.16	3.52	5.84	1.005	1.213	1.424	2.366	3.665	4.108	4.642	6.251	7.815	9.348	9.837	11.345	12.838	16.268
4	0.207	2.97	4.29	4.84	7.11	10.64	1.649	1.923	2.195	3.57	4.878	5.385	5.989	7.779	9.488	11.143	11.668	13.277	14.860	18.465
5	0.412	5.54	7.52	8.31	11.45	16.10	2.343	2.675	3.000	4.351	6.064	6.626	7.289	9.236	11.070	12.832	13.388	15.086	16.750	20.517
6	0.676	8.72	11.34	1.237	1.635	2.204	3.070	3.455	3.828	5.348	7.231	7.841	8.558	10.645	12.592	14.449	15.033	16.812	18.548	22.457
7	0.989	1.239	1.564	1.690	2.167	2.833	3.822	4.255	4.671	6.346	8.383	9.037	9.803	12.017	14.067	16.013	16.622	18.475	20.278	24.322
8	1.344	1.646	2.032	2.180	2.733	3.490	4.594	5.071	5.527	7.344	9.524	10.219	11.030	13.362	15.507	17.535	18.168	20.090	21.955	26.125
9	1.735	2.088	2.532	2.700	3.325	4.168	5.389	5.899	6.393	8.343	10.656	11.389	12.242	14.684	16.919	19.023	19.679	21.666	23.589	27.877
10	2.156	2.558	3.059	3.247	3.940	4.865	6.179	6.737	7.267	9.342	11.781	12.549	13.442	15.987	18.307	20.483	21.161	23.209	25.188	29.588
11	2.603	3.053	3.609	3.816	4.578	5.578	6.989	7.584	8.148	10.341	12.899	13.701	14.631	17.275	19.675	21.920	22.618	24.725	26.757	31.264
12	3.074	3.571	4.178	4.404	5.226	6.304	7.807	8.438	9.034	11.340	14.011	14.845	15.812	18.549	21.026	23.337	24.054	26.217	28.300	32.909
13	3.565	4.107	4.765	5.009	5.892	7.042	8.634	9.299	9.926	12.340	15.119	15.984	16.985	19.812	22.362	24.736	25.472	27.688	29.819	34.528
14	4.075	4.660	5.368	5.629	6.571	7.790	9.467	10.165	10.821	13.339	16.222	17.117	18.151	21.064	23.685	26.119	26.873	29.141	31.319	36.123
15	4.601	5.229	5.985	6.262	7.261	8.547	10.307	11.036	11.721	14.339	17.322	18.245	19.311	22.307	24.996	27.468	28.259	30.578	32.801	37.697
16	5.142	5.812	6.614	6.908	7.962	9.312	11.152	11.912	12.624	15.338	18.418	19.369	20.465	23.542	26.296	28.845	29.633	32.000	34.267	39.252
17	5.697	6.408	7.255	7.564	8.672	10.085	12.002	12.782	13.531	16.338	19.511	20.489	21.615	24.769	27.587	30.191	30.995	33.409	35.718	40.790
18	6.265	7.015	7.906	8.231	9.390	10.865	12.857	13.712	14.440	17.338	20.601	21.605	22.760	25.989	28.869	31.526	32.346	34.805	37.156	42.312
19	6.844	7.633	8.567	8.907	10.117	11.651	13.716	14.562	15.352	18.338	21.689	22.718	23.900	27.204	30.144	32.852	33.687	36.191	38.582	43.820
20	7.434	8.260	9.237	9.591	10.851	12.443	14.578	15.452	16.266	19.337	22.775	23.828	25.038	28.412	31.410	34.170	35.020	37.566	39.997	45.315
21	8.034	8.897	9.915	10.283	11.591	13.240	15.445	16.344	17.182	20.337	23.858	24.935	26.171	29.615	32.671	35.479	36.343	38.932	41.401	46.797
22	8.643	9.542	10.600	10.982	12.338	14.041	16.314	17.240	18.101	21.337	24.939	26.039	27.301	30.813	33.924	36.781	37.659	40.289	42.796	48.268
23	9.260	10.196	11.293	11.688	13.091	14.848	17.187	18.137	19.021	22.337	26.018	27.141	28.429	31.912	35.172	38.076	38.968	41.638	44.181	49.728
24	9.886	10.856	11.992	12.401	13.848	15.659	18.062	19.037	19.943	23.337	27.096	28.241	29.553	33.000	36.415	39.364	40.270	42.980	45.558	51.179
25	10.520	11.524	12.697	13.120	14.611	16.473	18.940	19.939	20.867	24.337	28.172	29.339	30.675	34.382	37.652	40.646	41.566	44.314	46.928	52.620
26	11.160	12.198	13.409	13.844	15.379	17.292	19.820	20.843	21.792	25.336	29.246	30.434	31.795	35.563	38.885	41.923	42.856	45.642	48.290	54.052
27	11.808	12.879	14.125	14.573	16.151	18.114	20.703	21.749	22.719	26.336	30.319	31.528	32.912	36.741	40.113	43.194	44.140	46.963	49.645	55.476
28	12.461	13.565	14.847	15.308	16.928	18.939	21.588	22.657	23.588	27.336	31.391	32.620	34.027	37.916	41.337	44.461	45.419	48.278	50.993	56.893
29	13.121	14.256	15.574	16.047	17.708	19.768	22.475	23.567	24.577	28.336	32.461	33.711	35.139	39.087	42.557	45.722	46.653	49.588	52.336	58.302
30	13.787	14.953	16.306	16.793	18.493	20.599	23.364	24.478	25.508	29.335	33.530	34.800	36.250	40.256	43.773	46.979	47.992	50.892	53.672	60.703
40	20.706	22.164	23.838	24.433	26.509	29.051	32.345	33.660	34.872	38.872	44.165	45.616	47.269	51.805	55.759	59.342	60.436	63.691	66.766	73.402
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	58.184	63.167	67.505	71.420	72.613	74.940	78.566	86.661
60	35.535	37.485	39.699	40.482	43.188	46.459	50.641	52.294	53.935	59.335	65.227	66.981	68.972	74.397	79.082	83.298	84.560	88.379	91.952	99.607
70	43.275	47.893	51.442	52.739	55.329	59.898	64.698	66.198	67.836	73.889	79.889	81.534	83.327	89.175	94.527	98.531	99.523	103.368	107.425	112.317
80	51.171	55.359	59.613	60.391	64.278	69.207	74.145	75.915	77.834	84.120	90.405	92.300	94.340	100.578	106.800	111.880	112.759	118.069	123.521	129.839
90	59.196	61.754	64.634	65.046	69.126	73.291	78.558	80.625	82.511	89.334	96.524	98.524	100.650	107.054	113.445	118.498	124.342	129.561	135.131	141.170
100	67.327	70.065	73.142	74.222	77.929	82.358	87.945	90.133	92.129	99.334	106.906	109.141	111.607	118.498	124.342	129.561	135.131	141.170	147.199	153.789

For values of  $\nu > 30$ , approximate values for  $\chi^2$  may be obtained from the expression  $\nu \left[ 1 - \frac{2}{9\nu} + \frac{\chi^2/2}{9\nu} \right]^3$ , where  $\frac{\chi^2}{2}$  is the normal deviate cutting off the corresponding tails of a normal distribution. If  $\frac{\chi^2}{2}$  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  $\sqrt{\frac{\chi^2}{2}}$  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.

PERCENTAGE POINTS OF THE F DISTRIBUTION

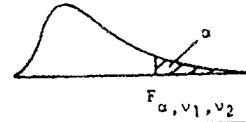
The table gives the values of  $F_{\alpha; \nu_1, \nu_2}$  the 100 $\alpha$  percentage point of the F distribution having  $\nu_1$  degrees of freedom in the numerator and  $\nu_2$  degrees of freedom in the denominator.

For each pair of values of  $\nu_1$  and  $\nu_2$ ,  $F_{\alpha; \nu_1, \nu_2}$  is tabulated for  $\alpha = 0.05, 0.025, 0.01, 0.001$ , the 0.025 values being bracketed.

The lower percentage points of the distribution may be obtained from the relation:-

$$F_{1-\alpha; \nu_1, \nu_2} = 1/F_{\alpha; \nu_2, \nu_1}$$

e.g.  $F_{.95; 12, 8} = 1/F_{.05; 8, 12} = 1/2.85 = 0.351$



$\nu_2 \backslash \nu_1$	1	2	3	4	5	6	7	8	10	12	24	$\infty$
1	161.4 (648) 4052 4053*	199.5 (800) 5000 5000*	215.7 (864) 5403 5404*	224.6 (900) 5625 5625*	230.2 (922) 5764 5764*	234.0 (937) 5859 5859*	236.8 (948) 5928 5929*	238.9 (957) 5981 5981*	241.9 (969) 6056 6056*	243.9 (977) 6106 6107*	249.0 (997) 6235 6235*	254.3 (1018) 6368 6368*
2	18.5 (38.5) 98.5 998.5	19.0 (39.0) 99.0 999.0	19.2 (39.2) 99.2 999.2	19.2 (39.2) 99.2 999.2	19.3 (39.3) 99.3 999.3	19.3 (39.3) 99.3 999.3	19.4 (39.4) 99.4 999.4	19.4 (39.4) 99.4 999.4	19.4 (39.4) 99.4 999.4	19.4 (39.4) 99.4 999.4	19.5 (39.5) 99.5 999.5	19.5 (39.5) 99.5 999.5
3	10.13 (17.4) 34.1 167.0	9.55 (16.0) 30.8 148.5	9.28 (15.4) 29.5 141.1	9.12 (15.1) 28.7 137.1	9.01 (14.9) 28.2 134.6	8.94 (14.7) 27.9 132.8	8.89 (14.6) 27.7 131.5	8.85 (14.5) 27.5 130.6	8.79 (14.4) 27.2 129.2	8.74 (14.3) 27.1 128.3	8.64 (14.1) 26.6 125.9	8.53 (13.9) 26.1 123.5
4	7.71 (12.22) 21.2 74.14	6.94 (10.65) 18.0 61.25	6.59 (9.98) 16.7 58.18	6.39 (9.60) 16.0 53.44	6.26 (9.36) 15.5 51.71	6.16 (9.20) 15.2 50.53	6.09 (9.07) 15.0 49.66	6.04 (8.98) 14.8 49.00	5.96 (8.84) 14.5 48.05	5.91 (8.75) 14.4 47.41	5.77 (8.51) 13.9 45.77	5.63 (8.26) 13.5 44.05
5	6.81 (10.01) 16.26 47.18	5.79 (8.43) 13.27 37.12	5.41 (7.76) 12.06 33.20	5.19 (7.39) 11.39 31.09	5.05 (7.15) 10.97 29.75	4.95 (6.98) 10.87 28.83	4.88 (6.85) 10.46 28.16	4.82 (6.76) 10.29 27.65	4.74 (6.62) 10.05 26.92	4.68 (6.52) 9.89 26.42	4.53 (6.28) 9.47 25.14	4.36 (6.02) 9.02 23.79
6	5.99 (8.81) 13.74 35.51	5.14 (7.26) 10.92 27.00	4.76 (6.60) 9.78 23.70	4.53 (6.23) 9.15 21.92	4.39 (5.99) 8.75 20.80	4.28 (5.82) 8.47 20.03	4.21 (5.70) 8.26 19.46	4.15 (5.60) 8.10 19.03	4.06 (5.46) 7.87 18.41	4.00 (5.37) 7.72 17.99	3.84 (5.12) 7.31 16.90	3.67 (4.85) 6.88 15.75
7	5.59 (8.07) 12.25 29.25	4.74 (6.54) 9.55 21.69	4.35 (5.89) 8.45 18.77	4.12 (5.52) 7.85 17.20	3.97 (5.29) 7.46 16.21	3.87 (5.12) 7.19 15.52	3.79 (4.99) 6.99 15.02	3.73 (4.90) 6.84 14.63	3.64 (4.76) 6.62 14.08	3.57 (4.67) 6.47 13.71	3.41 (4.42) 6.07 12.73	3.23 (4.14) 5.65 11.70
8	5.32 (7.57) 11.26 25.42	4.46 (6.06) 8.65 18.49	4.07 (5.42) 7.59 15.83	3.84 (5.05) 7.01 14.39	3.69 (4.82) 6.63 13.48	3.58 (4.65) 6.37 12.86	3.50 (4.53) 6.18 12.40	3.44 (4.43) 6.03 12.05	3.35 (4.30) 5.81 11.54	3.28 (4.20) 5.67 11.19	3.12 (3.95) 5.28 10.30	2.93 (3.67) 4.86 9.34
9	5.12 (7.21) 10.58 22.86	4.26 (5.71) 8.02 16.39	3.86 (5.08) 6.99 13.90	3.63 (4.72) 6.42 12.56	3.48 (4.48) 6.06 11.71	3.37 (4.32) 5.80 11.13	3.29 (4.20) 5.61 10.69	3.23 (4.10) 5.47 10.37	3.14 (3.96) 5.26 9.87	3.07 (3.87) 5.11 9.57	2.90 (3.61) 4.73 8.72	2.71 (3.33) 4.31 7.81
10	4.96 (6.94) 10.04 21.04	4.10 (5.46) 7.56 14.91	3.71 (4.83) 6.55 12.55	3.48 (4.47) 5.99 11.28	3.33 (4.24) 5.64 10.48	3.22 (4.07) 5.39 9.93	3.14 (3.95) 5.20 9.52	3.07 (3.85) 5.06 9.20	2.98 (3.72) 4.85 8.74	2.91 (3.62) 4.71 8.44	2.74 (3.37) 4.33 7.64	2.54 (3.08) 3.91 6.76
11	4.84 (6.72) 9.65 19.69	3.98 (5.26) 7.21 13.81	3.59 (4.63) 6.22 11.56	3.36 (4.28) 5.67 10.35	3.20 (4.04) 5.32 9.58	3.09 (3.88) 5.07 9.05	3.01 (3.76) 4.89 8.66	2.95 (3.66) 4.74 8.35	2.85 (3.53) 4.54 7.92	2.79 (3.43) 4.40 7.63	2.61 (3.17) 4.02 6.85	2.40 (2.88) 3.60 6.00
12	4.75 (6.55) 9.33 18.64	3.89 (5.10) 6.93 12.97	3.49 (4.47) 5.95 10.80	3.26 (4.12) 5.41 9.63	3.11 (3.89) 5.06 8.89	3.00 (3.73) 4.82 8.38	2.91 (3.61) 4.64 8.00	2.85 (3.51) 4.50 7.71	2.75 (3.37) 4.30 7.29	2.69 (3.28) 4.16 7.00	2.51 (3.02) 3.78 6.25	2.30 (2.72) 3.36 5.42
13	4.67 (6.41) 9.07 17.82	3.81 (4.97) 6.70 12.31	3.41 (4.35) 5.74 10.21	3.18 (4.00) 5.21 9.07	3.03 (3.77) 4.86 8.35	2.92 (3.60) 4.62 7.86	2.83 (3.48) 4.44 7.49	2.77 (3.39) 4.30 7.21	2.67 (3.25) 4.10 6.80	2.60 (3.15) 3.96 6.52	2.42 (2.89) 3.59 5.78	2.21 (2.60) 3.17 4.97

\* Entries marked thus must be multiplied by 100

ASP300

$\nu_2 \backslash \nu_1$	1	2	3	4	5	6	7	8	10	12	24	$\infty$
14	4.60 (6.30) 8.86 17.14	3.74 (4.86) 6.51 11.78	3.34 (4.24) 5.56 9.73	3.11 (3.89) 5.04 8.62	2.96 (3.66) 4.70 7.92	2.85 (3.50) 4.46 7.44	2.76 (3.38) 4.28 7.08	2.70 (3.29) 4.14 6.80	2.60 (3.15) 3.94 6.40	2.53 (3.05) 3.80 6.13	2.35 (2.79) 3.43 5.41	2.13 (2.49) 3.00 4.60
16	4.49 (6.12) 8.53 16.12	3.63 (4.69) 6.23 10.97	3.24 (4.08) 5.29 9.01	3.01 (3.73) 4.77 7.94	2.85 (3.50) 4.44 7.27	2.74 (3.34) 4.20 6.80	2.66 (3.22) 4.03 6.46	2.59 (3.12) 3.89 6.19	2.49 (2.99) 3.69 5.81	2.42 (2.89) 3.55 5.55	2.24 (2.63) 3.18 4.85	2.01 (2.32) 2.75 4.06
18	4.41 (5.98) 8.29 15.38	3.55 (4.56) 6.01 10.39	3.16 (3.95) 5.09 8.49	2.93 (3.61) 4.58 7.46	2.77 (3.38) 4.25 6.81	2.66 (3.22) 4.01 6.35	2.58 (3.10) 3.84 6.02	2.51 (3.01) 3.71 5.76	2.41 (2.87) 3.51 5.39	2.34 (2.77) 3.37 5.13	2.15 (2.50) 3.00 4.45	1.92 (2.19) 2.57 3.67
20	4.35 (5.87) 8.10 14.82	3.49 (4.46) 5.85 9.95	3.10 (3.86) 4.94 8.10	2.87 (3.51) 4.43 7.10	2.71 (3.29) 4.10 6.46	2.60 (3.13) 3.87 6.02	2.51 (3.01) 3.70 5.69	2.45 (2.91) 3.56 5.44	2.35 (2.77) 3.37 5.08	2.28 (2.68) 3.23 4.82	2.08 (2.41) 2.86 4.15	1.84 (2.09) 2.42 3.38
22	4.30 (5.79) 7.95 14.38	3.44 (4.38) 5.72 9.61	3.05 (3.78) 4.82 7.80	2.82 (3.44) 4.31 6.81	2.66 (3.22) 3.99 6.19	2.55 (3.05) 3.76 5.76	2.46 (2.93) 3.59 5.44	2.40 (2.84) 3.45 5.19	2.30 (2.70) 3.26 4.83	2.23 (2.60) 3.12 4.58	2.03 (2.33) 2.75 3.92	1.78 (2.00) 2.31 3.15
24	4.26 (5.72) 7.82 14.03	3.40 (4.32) 5.61 9.34	3.01 (3.72) 4.72 7.55	2.78 (3.38) 4.22 6.59	2.62 (3.15) 3.90 5.98	2.51 (2.99) 3.67 5.55	2.42 (2.87) 3.50 5.23	2.36 (2.78) 3.36 4.99	2.25 (2.64) 3.17 4.64	2.18 (2.54) 3.03 4.39	1.98 (2.27) 2.66 3.74	1.73 (1.94) 2.21 2.97
26	4.23 (5.66) 7.72 13.74	3.37 (4.27) 5.53 9.12	2.98 (3.67) 4.64 7.36	2.74 (3.33) 4.14 6.41	2.59 (3.10) 3.82 5.80	2.47 (2.94) 3.59 5.38	2.39 (2.82) 3.42 5.07	2.32 (2.73) 3.29 4.83	2.22 (2.59) 3.09 4.48	2.15 (2.49) 2.96 4.24	1.95 (2.22) 2.58 3.59	1.69 (1.88) 2.13 2.82
28	4.20 (5.61) 7.64 13.50	3.34 (4.22) 5.45 8.93	2.95 (3.63) 4.57 7.19	2.71 (3.29) 4.07 6.25	2.56 (3.06) 3.75 5.66	2.45 (2.90) 3.53 5.24	2.36 (2.78) 3.36 4.93	2.29 (2.69) 3.23 4.69	2.19 (2.55) 3.03 4.35	2.12 (2.45) 2.90 4.11	1.91 (2.17) 2.52 3.46	1.65 (1.83) 2.06 2.69
30	4.17 (5.57) 7.56 13.29	3.32 (4.18) 5.39 8.77	2.92 (3.59) 4.51 7.05	2.69 (3.25) 4.02 6.12	2.53 (3.03) 3.70 5.53	2.42 (2.87) 3.47 5.12	2.33 (2.75) 3.30 4.82	2.27 (2.65) 3.17 4.58	2.16 (2.51) 2.98 4.24	2.09 (2.41) 2.84 4.00	1.89 (2.14) 2.47 3.36	1.62 (1.79) 2.01 2.59
40	4.08 (5.42) 7.31 12.61	3.23 (4.05) 5.18 8.25	2.84 (3.46) 4.31 6.59	2.61 (3.13) 3.83 5.70	2.45 (2.90) 3.51 5.13	2.34 (2.74) 3.29 4.73	2.25 (2.62) 3.12 4.44	2.18 (2.53) 2.99 4.21	2.08 (2.39) 2.80 3.87	2.00 (2.29) 2.66 3.64	1.79 (2.01) 2.29 3.01	1.51 (1.64) 1.80 2.23
60	4.00 (5.29) 7.08 11.97	3.15 (3.93) 4.98 7.77	2.76 (3.34) 4.13 6.17	2.53 (3.01) 3.65 5.31	2.37 (2.79) 3.34 4.76	2.25 (2.63) 3.12 4.37	2.17 (2.51) 2.95 4.09	2.10 (2.41) 2.82 3.86	1.99 (2.27) 2.63 3.54	1.92 (2.17) 2.50 3.32	1.70 (1.88) 2.12 2.69	1.39 (1.48) 1.60 1.89
120	3.92 (5.15) 6.85 11.38	3.07 (3.80) 4.79 7.32	2.68 (3.23) 3.95 5.78	2.45 (2.89) 3.48 4.95	2.29 (2.67) 3.17 4.42	2.18 (2.52) 2.96 4.04	2.09 (2.39) 2.79 3.77	2.02 (2.30) 2.66 3.55	1.91 (2.16) 2.47 3.24	1.83 (2.05) 2.34 3.02	1.61 (1.76) 1.95 2.40	1.25 (1.31) 1.38 1.54
$\infty$	3.84 (5.02) 6.63 10.83	3.00 (3.69) 4.61 6.91	2.60 (3.12) 3.78 5.42	2.37 (2.79) 3.32 4.62	2.21 (2.57) 3.02 4.10	2.10 (2.41) 2.80 3.74	2.01 (2.29) 2.64 3.47	1.94 (2.19) 2.51 3.27	1.83 (2.05) 2.32 2.96	1.75 (1.94) 2.18 2.74	1.52 (1.64) 1.79 2.13	1.00 (1.00) 1.00 1.00

This table is taken from Table V 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 18 of Biometrika Tables for Statisticians, Volume 1, by permission of the Biometrika Trustees.



TABLE K. TABLE OF CRITICAL VALUES OF U IN THE MANN-WHITNEY TEST\*

Table Ki. Critical Values of U for a One-tailed Test at  $\alpha = .001$  or for a Two-tailed Test at  $\alpha = .002$

$n_2 \backslash n_1$	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												

\* Adapted and abridged from Tables 1, 3, 5, and 7 of Aulbe, D. 1953. Extended tables for the Mann-Whitney statistic. *Bulletin of the Institute of Educational Research at Indiana University*, 1, No. 2, with the kind permission of the author and the publisher.

TABLE K. TABLE OF CRITICAL VALUES OF U IN THE MANN-WHITNEY TEST\*

Test\* (Continued)

Table Ki. Critical Values of U for a One-tailed Test at  $\alpha = .01$  or for a Two-tailed Test at  $\alpha = .02$

$n_2 \backslash n_1$	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												

\* Adapted and abridged from Tables 1, 3, 5, and 7 of Aulbe, D. 1953. Extended tables for the Mann-Whitney statistic. *Bulletin of the Institute of Educational Research at Indiana University*, 1, No. 2, with the kind permission of the author and the publisher.

