

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

**Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 1994/95**

Oktober/November 1994

FMS 161 Matematik Dan Statistik Untuk Farmasi

Masa: (3 jam)

Kertas ini mengandungi **LIMA (5)** soalan dan 33 muka surat yang bertaip.

Jawab **EMPAT (4)** soalan sahaja.

Soalan 1 adalah wajib dan mesti dijawab di atas skrip yang disediakan.

Semua soalan mesti dijawab di dalam Bahasa Malaysia.

ANGKA GILIRAN:

1. Soalan Pilihan Berganda. Jawab semua soalan dengan menandakan (✓) pada ruang yang dikhaskan bertentangan dengan jawapan atau pernyataan yang BETUL ATAU PALING SESUAI bagi sesuatu soalan. Hanya SATU jawapan/pernyataan sahaja yang betul atau paling sesuai bagi tiap-tiap soalan. Sebahagian markah akan ditolak bagi jawapan yang salah.

1. Yang manakah di antara graf berikut merupakan reputan bereksponen?

- (A) $y = e^x$
- (B) $y = (1/2)^{-x}$
- (C) $y = (0.1)^{-x}$
- (D) $y = e^{-x}$

2. Jika $y = \frac{e^{2x}}{e^{2x} + 1}$, tentukan $\frac{dy}{dx}$

- (A) $\frac{e^{2x}}{e^{4x} + 1}$
- (B) $\frac{2e^{2x}}{(e^{2x} + 1)^2}$
- (C) 1
- (D) $\frac{2e^{4x}}{e^{4x} + 1}$

ANGKA GILIRAN:

3. Selesaikan $\int x \ln 3x \, dx$

.... (A) $\frac{x^2}{2} \ln 3x - \frac{x^2}{12} + C$

.... (B) $\frac{x^2}{2} \ln 3x - \frac{x^2}{4} + C$

.... (C) $x^2 \ln 3x - x \ln 3x + C$

.... (D) $\frac{x^2}{2} (x \ln 3x - x) + C$

4. Dengan menggunakan Hukum Trapezium untuk menganggarkan $\int_1^2 x^3 \, dx$ dengan $n = 4$, $X_0 = 1$, dan $X_4 = 2$, nilai X_2 adalah

bersamaan dengan

.... (A) $3/2$

.... (B) $5/4$

.... (C) $7/4$

.... (D) $5/2$

5. Penyelesaian persamaan terbitan untuk $\frac{dy}{dx} = 5-4x$ dengan $y = 10$

apabila $x = 1$ ialah

.... (A) $y = -2x^2 + 5x + 1$

.... (B) $y = -2x^2 + 5x + 10$

.... (C) $y = -4x^2 + 5x + 9$

.... (D) $y = -2x^2 + 5x + 7$

ANGKA GILIRAN:

6. Apabila 358 mg garam $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ yang berberat molekul 358 dilarutkan di dalam 1 liter air, akan memberi

- (i) ~~1~~ mEq ion fosfat dan 1 mEq ion natrium.
- (ii) 2 mEq ion natrium dan 1 mEq ion fosfat.
- (iii) 1 mmol ion fosfat dan 2 mmol ion natrium.
- (iv) 2 mEq ion fosfat dan 2 mEq ion natrium.

- (A) (i) dan (ii)
- (B) (iii)
- (C) (iv)
- (D) (iii) dan (iv)

7. Yang manakah di antara pernyataan-pernyataan berikut adalah tidak benar?

Kebaikan pensampelan rawak ialah

- (A) ia boleh digunakan bagi sebarang populasi
- (B) ralat yang mungkin berlaku boleh dianggar
- (C) ia mudah dilakukan
- (D) ia tidak berat sebelah (biased)

ANGKA GILIRAN:

8. Yang mana di antara kaedah-kaedah berikut boleh digunakan bagi menunjukkan hubungkait di antara dua pembolehubah?
- (i) Carta "pie"
 - (ii) Histogram
 - (iii) Carta "bar"
- (A) (i)
.... (B) (ii)
.... (C) (iii)
.... (D) (i), (ii) dan (iii)
9. Jika varians digandadukan, kita akan mendapat
- (A) sisihan piawai
 - (B) ralat piawai
 - (C) sisihan purata
 - (D) tiada jawapan yang betul
10. Yang mana di antara pernyataan-pernyataan berikut adalah tidak benar?
- (A) Ujian seperti ujian-t, Chi-Square dan Wilcoxon adalah ujian parametrik.
 - (B) Ujian seperti Wilcoxon boleh digunakan apabila taburan data adalah tak normal.
 - (C) Statistik inferensial termasuk ujian seperti ujian-t dan ANOVA.
 - (D) Sekiranya varians yang diperolehi adalah tak homogenus, ujian tak parametrik lebih sesuai digunakan.

ANGKA GILIRAN:

11. Kemungkinan ralat "Type I" berlaku dapat diperkecilkan dengan menggunakan

- (i) rekabentuk kajian yang sesuai.
- (ii) bilangan subjek (n) yang lebih besar.
- (iii) ujian-ujian parametrik.

- (A) (i) dan (ii)
- (B) (i) dan (iii)
- (C) (ii) dan (iii)
- (D) (i), (ii) dan (iii)

12. Kemungkinan ralat "Type II" berlaku dapat diperkecilkan dengan menggunakan

- (i) rekabentuk kajian yang sesuai.
- (ii) bilangan subjek (n) yang lebih besar.
- (iii) ujian-ujian parametrik.

- (A) (i) dan (ii)
- (B) (i) dan (iii)
- (C) (ii) dan (iii)
- (D) (i), (ii) dan (iii)

ANGKA GILIRAN:

13. Yang mana di antara pernyataan-pernyataan berikut adalah benar?
- (i) Sekiranya ujian ANOVA mencapai $P > 0.05$, ujian posteriori seperti Ujian Tukey tidak perlu dilakukan.
 - (ii) Ujian "t-paired" boleh digantikan oleh ujian Wilcoxon sekiranya taburan data adalah tak normal.
 - (iii) Ujian Chi-Square adalah lebih sesuai bagi rekabentuk kajian bersilang jika dibandingkan dengan ujian "t-paired".
- (A) (i)
.... (B) (i) dan (ii)
.... (C) (i) dan (iii)
.... (D) (ii) dan (iii)
14. Yang mana di antara pernyataan-pernyataan berikut tentang kadar prevalens adalah benar?
- (A) Ia akan meningkat dengan pertambahan kes baru.
 - (B) Ia boleh digunakan untuk meramalkan masa hadapan sesuatu penyakit.
 - (C) Ia mempunyai hubungan dengan nilai ramalan sesuatu ujian diagnostik.
 - (D) Ia dapat menunjukkan urutan sesuatu peristiwa penyakit yang berlaku dalam tempoh tertentu.
15. Pengukuran risiko dapat
- (A) menentukan kebarangkalian seseorang untuk mendapat sesuatu penyakit
 - (B) dinyatakan oleh prevalens sesuatu penyakit
 - (C) dilakukan dengan kajian eksperimen
 - (D) meramalkan prognosis sesuatu penyakit

ANGKA GILIRAN:

16. Yang mana di antara kajian-kajian berikut yang tidak dapat mengukur insidens sesuatu penyakit?

- (A) Keratan rentas
- (B) Kes kawalan
- (C) Kohort
- (D) Cubaan klinikal

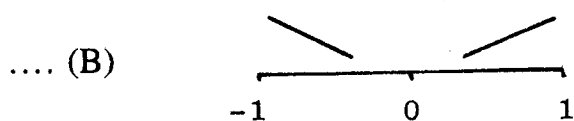
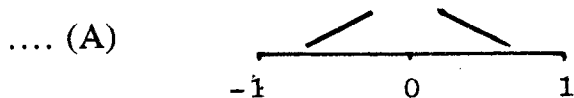
17. Yang mana di antara kajian-kajian berikut yang tidak dapat membuat inferens penyebab sesuatu penyakit?

- (A) Keratan rentas
- (B) Kes kawalan
- (C) Kohort
- (D) Cubaan klinikal

18. Dengan menggunakan simbol (/) sebagai menonjol dan (\) sebagai menyusut, tunjukkan perubahan fungsi dalam selang $-1 \leq S \leq 1$

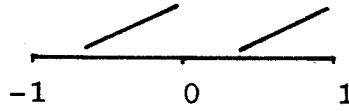
S

bagi fungsi $h(s) = \frac{S}{S^2 + 1}$

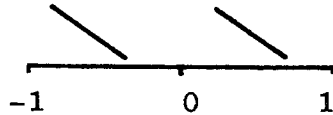


ANGKA GILIRAN:

.... (C)



.... (D)



19. Tentukan keselanjaran fungsi-fungsi berikut:

- (i) $f(x) = 8 - 2x$
- (ii) $f(x) = 3x - x^2$
- (iii) $f(x) = \begin{cases} x & x < 0 \\ x + 1 & x \geq 0 \end{cases}$

Keselanjaran adalah wujud di semua titik bagi fungsi:

- (A) (i) dan (ii)
- (B) (ii) dan (iii)
- (C) (i) dan (iii)
- (D) (i), (ii) dan (iii)

ANGKA GILIRAN:

20. Keterbezaan boleh berlaku di semua titik dalam selang yang tertakrif oleh fungsi berikut kecuali

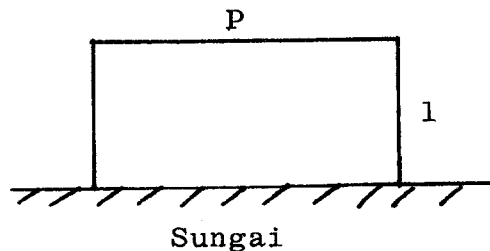
.... (A) $f(x) = \begin{cases} x & x \leq 0 \\ x + 1 & x > 0 \end{cases}$

.... (B) $f(x) = x^3 - 3x^2 + x + 4$

.... (C) $f(x) = 3x - x^2$

.... (D) $f(x) = \begin{cases} x^2 + 2x & x \leq 0 \\ \sqrt{x} & x > 0 \end{cases}$

21. Seorang peladang bercadang membuat kandang lembu di sepanjang sebatang sungai. Panjang pagarnya ialah 1200 ela dan tebing sungai itu boleh dijadikan satu dari empat bahagian kandangnya. Apakah ukuran 3 bahagian kandang yang menggunakan pagar itu untuk menentukan peladang ini mendapat keluasan padang yang maksimum untuk kandangnya?



- (A) Jika P = 700 ela dan l = 250 ela
- (B) Jika P = 600 ela dan l = 300 ela
- (C) Jika P = 500 ela dan l = 350 ela
- (D) Jika P = 450 ela dan l = 375 ela

ANGKA GILIRAN:

22. Lapisan 'Data Link' dalam model OSI merujuk kepada
- (A) kabel dan penghubung
 - (B) protokol aplikasi
 - (C) kad 'interface' rangkaian
 - (D) rangkaian LAN
23. Topologi laluan linear ('bus')
- (A) mempunyai transmisi data melebihi 4 Mbit/s
 - (B) merupakan asas bagi rangkaian Ethernet
 - (C) merujuk kepada arkitektur 'token-ring'
 - (D) sesuai dengan semua spesifikasi IEEE
24. Kesemua perkara berikut diperlukan untuk melaksanakan LAN kecuali
- (A) sistem operasi rangkaian
 - (B) kad 'interface' rangkaian
 - (C) kad grafik
 - (D) memori (RAM)
25. Pengkomputeran maklumat adalah bagi tujuan
- (A) penyelarasan dan penyebaran
 - (B) mengumpul data
 - (C) memadatkan maklumat
 - (D) mengkategorikan maklumat

(25 markah)

2. (A) (i) Definisikan LAN dan WAN.
(ii) Bandingkan topologi rangkaian LAN dan WAN.
(iii) Beri dua contoh bagi kegunaan LAN dan WAN.

(13 markah)

(B). (i) Selesaikan

(a)
$$\int \frac{dx}{\sqrt{x} + x}$$

(b)
$$\int 3x^2 (x^3 + 1)^5 dx$$

(c)
$$\int \frac{x^2 e^x}{2} dx$$

(3 markah)

- (ii) Dengan menggunakan Petua Simpson atau Trapezium, anggarkan nilai kamiran wajar berikut

$$\int_0^2 (4 - x^2) dx, n = 8.$$

(3 markah)

...13/-

(c) Anda diberikan formula berikut:

		Berat Molekul
R _x		
	Kalium klorida	74.5
	2.0 g	
	Natrium fosfat	358.0
	1.5 g	
	Natrium klorida	58.5
	3.0 g	
	Air untuk injeksi q.s. ad.	500 ml

Kirakan mmol/L dan mEq/L untuk setiap jenis ion tersebut.

(6 markah)

3. (A) Jadual M: Bilangan pesakit di Hospital Seri Minda menurut diagnosis.

Diagnosis	Bilangan Pesakit
Skizofrenia	474
Depresi	277
Epilepsi	405
Ketagihan dadah	58
Ketagihan alkohol	57
Lain-lain	196

Persembahkan data di atas dalam bentuk graf.

(4 markah)

(B) Jadual L: Kemasukan mingguan pesakit tua ke Hospital Daerah Muda Indah bagi tahun 1992 dan 1993 di antara bulan-bulan Mei dan September.

Minggu	1992	1993	Minggu	1992	1993
1	24	20	12	11	25
2	22	17	13	6	22
3	21	21	14	10	26
4	22	17	15	13	12
5	24	22	16	19	33
6	15	23	17	13	19
7	23	20	18	17	21
8	21	16	19	10	28
9	18	24	20	16	19
10	21	21	21	24	13
11	17	20	22	15	29

Carikan min, sisihan purata, sisihan piawai, ralat piawai dan julat bagi kedua-dua tahun yang terlibat. Pada pendapat anda, adakah sebarang perbezaan yang nyata tentang kemasukan pesakit bagi kedua-dua tahun ini?

(8 markah)

(C) Satu borang soal-selidik (mengandungi 6 soalan) telah digubal untuk mengukur komplians pesakit terhadap pengambilan ubat-ubatan. Kajian prospektif dilakukan dengan membandingkan skor yang diperolehi daripada borang tersebut dengan skor sukatan piawai yang menggunakan pengiraan pil di kalangan pesakit luar untuk menilai kesahihan borang tersebut.

Kriteria komplians:

	Komplians	Tak-komplians
Pengiraan pil	> 80%	< 80%
Borang soal-selidik (skor)	> 3	< 3

Keputusan:

Jumlah pesakit: 104 orang

		Pengiraan Pil		
		> 80%	< 80%	
Skor yang diperolehi	> 3	46	30	76
	< 3	2	26	28
		48	56	104

Soalan:

(i) Berasas kepada keputusan yang diperolehi, tentukan

- (a) kepekaan
- (b) kekhususan

(5 markah)

(ii) Anda sebagai ahli farmasi ingin mengguna borang soal-selidik tersebut untuk menilai komplians pesakit terhadap terapi ubat, apakah pertimbangan lain yang anda harus lakukan sebelum mengguna kaedah tersebut dalam praktis harian anda?

(8 markah)

4. Suatu kajian telah dikendalikan untuk membandingkan kepekatan puncak yang dicapai oleh dua sediaan paracetamol yang dikeluarkan oleh kilang yang berbeza. Untuk tujuan ini, 12 subjek manusia sihat dipilih dan dibahagikan secara rawak kepada dua kumpulan. Satu kumpulan diberikan sediaan I dan satu lagi sediaan II. Berikut ialah data yang diperolehi:

Paras Puncak ($\mu\text{g/ml}$)	
Sediaan I	Sediaan II
25.1	23.6
29.3	38.8
34.2	34.2
28.3	45.5
40.1	48.5
35.5	50.5

- (A) Pilih satu ujian statistik yang sesuai dan tentukan sama ada kepekatan puncak yang dicapai oleh dua sediaan tersebut adalah berbeza secara statistik.

(14 markah)

- (B) Apakah kelemahan-kelemahan rekabentuk kajian tersebut, dan terangkan bagaimana kajian tersebut dapat diperbaiki?

(6 markah)

- (C) Apakah yang dimaksudkan oleh ralat "Type I" dan terangkan dengan memberikan contoh bagaimana ralat sebegini boleh berlaku?

(5 markah)

5. (A) Dengan menggunakan pembezaan, carikan

(i) $\sqrt{36.4}$

(ii) $f(9.99)$ jika $f(x) = 4x^2$

(5 markah)

(B) Cari fungsi terbitan bagi fungsi berikut:

(i) $f(x) = \left[\frac{x^2 + 3}{2x + 1} \right]^2$

(ii) $f(x) = (x^2 + 3x - 5)^3$

(iii) $f(x) = \frac{2x}{x^2 + 5x + 3}$

(iv) $f(x) = (2x^2 + 3)(4x - 1)$

(v) $f(x) = \sqrt{2x^2 + 3}$

(10 markah)

(C) Dengan menggunakan ujian terbitan pertama, tentukan di mana titik ekstremum relatif berlaku dan tentukan selang di mana fungsi menokok atau menyusut bagi:

$$f(x) = x^5 - 5x^3 - 10x + 2$$

(5 markah)

(D) Nyatakan jadual petunjuk dan lakarkan graf berikut:

$$(a) \quad y = \frac{x}{x - 3}$$

$$(b) \quad y = x^4 + 3x^3 + 6x^2$$

(5 markah)

...19/-

FORMULA

1. Median (m) = $b + c \times \frac{d}{f}$

2. $u_i = Ax_i + B$

3. $\bar{x} = \frac{1}{A} (\bar{u} - B)$

4. $S_x^2 = \frac{1}{A^2} S_u^2$

5. $S_u^2 = \frac{\sum u_i^2 f_i - n\bar{u}^2}{n - 1}$

6. Trimean = $\frac{\text{kuartil atas} + (2 \times \text{median}) + \text{kuartil bawah}}{4}$

7. Ujian-t

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{S/\sqrt{n}}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n - 1}}$$

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{S\sqrt{1/n_1 + 1/n_2}}$$

$$s = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

$$t = \frac{\bar{D}}{S/\sqrt{n}}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum D^2 - \frac{(\sum D)^2}{n}}{n - 1}}$$

8. Ujian Wilcoxon (independent samples)

$$U = n_1 n_2 + \frac{n_2(n_2 + 1)}{2} - \Sigma R$$

$$U' = n_1 n_2 - U$$

9. Ujian Sign

$$P (s \geq k) = 1 - P (s \geq k-1)$$

10. ANOVA (1-way)

$$SS_{Total} = \Sigma X^2 - \frac{(\Sigma X)^2}{n_T}$$

$$SS_{Treatments} = \frac{(\Sigma X_A)^2}{n_A} + \frac{(\Sigma X_B)^2}{n_B} \dots \dots - \frac{(\Sigma X)^2}{n_T}$$

$$SS_{Error} = SS_{Total} - SS_{Treatments}$$

$$d.f. (Total) = (n_T - 1)$$

$$d.f. (Treatment) = (k - 1)$$

$$d.f. (Error) = (n_1 + n_2 \dots \dots + n_k - k)$$

$$HSD = \frac{q \sqrt{MS_{error}}}{\sqrt{n}}$$

$$n_{nm} = \frac{2 n_1 n_2}{n_1 + n_2}$$

11. Ujian Kruskal-Wallis

$$H = \frac{12}{N(N + 1)} \left(\frac{R_1^2}{n_1} + \frac{R_2^2}{n_2} + \dots + \frac{R_k^2}{n_k} \right) - 3 (N + 1)$$

$$N = n_1 + n_2 + \dots + n_k$$

$$\text{d.f.} = k - 1$$

Ujian perbandingan berganda:

$$\Delta R = Z_{(\alpha/k (k-1))} \sqrt{\frac{N(N + 1)}{12} \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)}$$

12. Ujian Friedman

$$Q = \frac{12}{n_k(k + 1)} (R_1^2 + R_2^2 + \dots + R_k^2) - 3 n (k + 1)$$

$$\text{d.f.} = k - 1$$

Ujian perbandingan berganda:

$$\Delta R = Z_{(\alpha/k (k-1))} \sqrt{\frac{b k (K + 1)}{6}}$$

13. Formula Sturges

$$k = 1 + 3.3 \log_{10} n$$

14. Ujian Korelasi

$$R = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \sqrt{n \sum y^2 - (\sum y)^2}}$$

15. Analisis Regresi

$$y = mx + c$$

$$\sum xy - \frac{\sum x \sum y}{n}$$

$$m = \frac{\sum xy - \frac{\sum x \sum y}{n}}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}$$

$$c = \frac{\sum y - m(\sum x)}{n}$$

$$SS_E = \sum y^2 - m \sum xy - \frac{(\sum y)^2}{n} + \frac{m \sum x \sum y}{n}$$

$$S_{yx} = \sqrt{\frac{SS_E}{n-2}}$$

$$16. \chi^2 = \frac{N(AD - BC)^2}{(A+B)(C+D)(A+C)(B+D)}$$

$$17. 99\% \text{ CI } \mu = \bar{X} \pm \left(t \times \frac{s}{\sqrt{n}} \right)$$

$$18. 99\% \text{ CI } \mu = \bar{X} \pm \left(z \times \frac{s}{\sqrt{n}} \right)$$

$$19. Z = \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma/\sqrt{n}}$$

$$20. \chi^2 = \sum \frac{(O-E)^2}{E}$$

THE CORRELATION COEFFICIENT

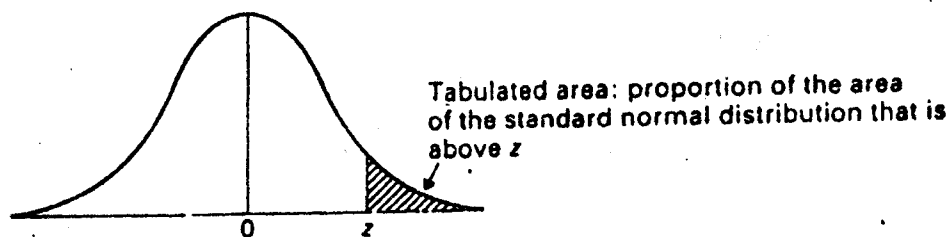
Values of the correlation Coefficient for Different Levels of Significance (2 tail)

d.f.	.1	.05	.02	.01	.001
1.	.98769	.99692	.999507	.999877	.9999988
2.	.90000	.95000	.98000	.990000	.99900
3.	.8054	.8783	.93433	.98873	.99116
4.	.7293	.8114	.8822	.91720	.97406
5.	.6694	.7545	.8329	.8745	.95074
6.	.6215	.7067	.7887	.8343	.92493
7.	.5822	.6664	.7498	.7977	.8982
8.	.5494	.6319	.7155	.7646	.8721
9.	.5214	.6021	.6851	.7348	.8471
10.	.4973	.5760	.6581	.7079	.8233
11.	.4762	.5529	.6339	.6835	.8010
12.	.4575	.5324	.6120	.6614	.7800
13.	.4409	.5139	.5923	.6411	.7603
14.	.4259	.4973	.5742	.6226	.7420
15.	.4124	.4821	.5577	.6055	.7246

d.f. = degrees of freedom

Table A1 Areas in tail of the standard normal distribution.

Adapted from Table 3 of White *et al.* (1979) with permission of the authors and publishers.



z	Second decimal place of z								
	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08
0.0	0.5000	0.4960	0.4920	0.4880	0.4840	0.4801	0.4761	0.4721	0.4681
0.1	0.4602	0.4562	0.4522	0.4483	0.4443	0.4404	0.4364	0.4325	0.4286
0.2	0.4207	0.4168	0.4129	0.4090	0.4052	0.4013	0.3974	0.3936	0.3897
0.3	0.3821	0.3783	0.3745	0.3707	0.3669	0.3632	0.3594	0.3557	0.3520
0.4	0.3446	0.3409	0.3372	0.3336	0.3300	0.3264	0.3228	0.3192	0.3156
0.5	0.3085	0.3050	0.3015	0.2981	0.2946	0.2912	0.2877	0.2843	0.2810
0.6	0.2743	0.2709	0.2676	0.2643	0.2611	0.2578	0.2546	0.2514	0.2483
0.7	0.2420	0.2389	0.2358	0.2327	0.2296	0.2266	0.2236	0.2206	0.2177
0.8	0.2119	0.2090	0.2061	0.2033	0.2005	0.1977	0.1949	0.1922	0.1894
0.9	0.1841	0.1814	0.1788	0.1762	0.1736	0.1711	0.1685	0.1660	0.1635
1.0	0.1587	0.1562	0.1539	0.1515	0.1492	0.1469	0.1446	0.1423	0.1401
1.1	0.1357	0.1335	0.1314	0.1292	0.1271	0.1251	0.1230	0.1210	0.1190
1.2	0.1151	0.1131	0.1112	0.1093	0.1075	0.1056	0.1038	0.1020	0.1003
1.3	0.0968	0.0951	0.0934	0.0918	0.0901	0.0885	0.0869	0.0853	0.0838
1.4	0.0808	0.0793	0.0778	0.0764	0.0749	0.0735	0.0721	0.0708	0.0694
1.5	0.0668	0.0655	0.0643	0.0630	0.0618	0.0606	0.0594	0.0582	0.0571
1.6	0.0548	0.0537	0.0526	0.0516	0.0505	0.0495	0.0485	0.0475	0.0465
1.7	0.0446	0.0436	0.0427	0.0418	0.0409	0.0401	0.0392	0.0384	0.0375
1.8	0.0359	0.0351	0.0344	0.0336	0.0329	0.0322	0.0314	0.0307	0.0301
1.9	0.0287	0.0281	0.0274	0.0268	0.0262	0.0256	0.0250	0.0244	0.0239
2.0	0.02275	0.02222	0.02169	0.02118	0.02068	0.02018	0.01970	0.01923	0.01877
2.1	0.01786	0.01743	0.01700	0.01659	0.01618	0.01578	0.01539	0.01500	0.01461
2.2	0.01390	0.01355	0.01321	0.01287	0.01255	0.01222	0.01191	0.01160	0.01130
2.3	0.01072	0.01044	0.01017	0.00990	0.00964	0.00939	0.00914	0.00889	0.00866
2.4	0.00820	0.00798	0.00776	0.00755	0.00734	0.00714	0.00695	0.00676	0.00658
2.5	0.00621	0.00604	0.00587	0.00570	0.00554	0.00539	0.00523	0.00508	0.00494
2.6	0.00466	0.00453	0.00440	0.00427	0.00415	0.00402	0.00391	0.00379	0.00368
2.7	0.00347	0.00336	0.00326	0.00317	0.00307	0.00298	0.00289	0.00280	0.00272
2.8	0.00256	0.00248	0.00240	0.00233	0.00226	0.00219	0.00212	0.00205	0.00199
2.9	0.00187	0.00181	0.00175	0.00169	0.00164	0.00159	0.00154	0.00149	0.00144
3.0	0.00135	0.00131	0.00126	0.00122	0.00118	0.00114	0.00111	0.00107	0.00103
3.1	0.00097	0.00094	0.00090	0.00087	0.00084	0.00082	0.00079	0.00076	0.00073
3.2	0.00069	0.00066	0.00064	0.00062	0.00060	0.00058	0.00056	0.00054	0.00052
3.3	0.00048	0.00047	0.00045	0.00043	0.00042	0.00040	0.00039	0.00038	0.00037
3.4	0.00034	0.00032	0.00031	0.00030	0.00029	0.00028	0.00027	0.00026	0.00025
3.5	0.00023	0.00022	0.00022	0.00021	0.00020	0.00019	0.00019	0.00018	0.00017
3.6	0.00016	0.00015	0.00015	0.00014	0.00014	0.00013	0.00013	0.00012	0.00011
3.7	0.00011	0.00010	0.00010	0.00010	0.00009	0.00009	0.00008	0.00008	0.00007
3.8	0.00007	0.00007	0.00007	0.00006	0.00006	0.00006	0.00006	0.00005	0.00005
3.9	0.00005	0.00005	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00003

Table A3 Percentage points of the *t* distribution.

Adapted from Table 7 of White *et al.* (1979) with permission of authors and publishers.

d.f.	One-sided <i>P</i> value								
	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005	0.0025	0.001	0.0005
	Two-sided <i>P</i> value								
	0.5	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01	0.005	0.002	0.001
1	1.00	3.08	6.31	12.71	31.82	63.66	127.32	318.31	636.62
2	0.82	1.89	2.92	4.30	6.96	9.92	14.09	22.33	31.60
3	0.76	1.64	2.35	3.18	4.54	5.84	7.45	10.21	12.92
4	0.74	1.53	2.13	2.78	3.75	4.60	5.60	7.17	8.61
5	0.73	1.48	2.02	2.57	3.36	4.03	4.77	5.89	6.87
6	0.72	1.44	1.94	2.45	3.14	3.71	4.32	5.21	5.96
7	0.71	1.42	1.90	2.36	3.00	3.50	4.03	4.78	5.41
8	0.71	1.40	1.86	2.31	2.90	3.36	3.83	4.50	5.04
9	0.70	1.38	1.83	2.26	2.82	3.25	3.69	4.30	4.78
10	0.70	1.37	1.81	2.23	2.76	3.17	3.58	4.14	4.59
11	0.70	1.36	1.80	2.20	2.72	3.11	3.50	4.02	4.44
12	0.70	1.36	1.78	2.18	2.68	3.06	3.43	3.93	4.32
13	0.69	1.35	1.77	2.16	2.65	3.01	3.37	3.85	4.22
14	0.69	1.34	1.76	2.14	2.62	2.98	3.33	3.79	4.14
15	0.69	1.34	1.75	2.13	2.60	2.95	3.29	3.73	4.07
16	0.69	1.34	1.75	2.12	2.58	2.92	3.25	3.69	4.02
17	0.69	1.33	1.74	2.11	2.57	2.90	3.22	3.65	3.96
18	0.69	1.33	1.73	2.10	2.55	2.88	3.20	3.61	3.92
19	0.69	1.33	1.73	2.09	2.54	2.86	3.17	3.58	3.88
20	0.69	1.32	1.72	2.09	2.53	2.84	3.15	3.55	3.85
21	0.69	1.32	1.72	2.08	2.52	2.83	3.14	3.53	3.82
22	0.69	1.32	1.72	2.07	2.51	2.82	3.12	3.50	3.79
23	0.68	1.32	1.71	2.07	2.50	2.81	3.10	3.48	3.77
24	0.68	1.32	1.71	2.06	2.49	2.80	3.09	3.47	3.74
25	0.68	1.32	1.71	2.06	2.48	2.79	3.08	3.45	3.72
26	0.68	1.32	1.71	2.06	2.48	2.78	3.07	3.44	3.71
27	0.68	1.31	1.70	2.05	2.47	2.77	3.06	3.42	3.69
28	0.68	1.31	1.70	2.05	2.47	2.76	3.05	3.41	3.67
29	0.68	1.31	1.70	2.04	2.46	2.76	3.04	3.40	3.66
30	0.68	1.31	1.70	2.04	2.46	2.75	3.03	3.38	3.65
40	0.68	1.30	1.68	2.02	2.42	2.70	2.97	3.31	3.55
60	0.68	1.30	1.67	2.00	2.39	2.66	2.92	3.23	3.46
120	0.68	1.29	1.66	1.98	2.36	2.62	2.86	3.16	3.37
∞	0.67	1.28	1.65	1.96	2.33	2.58	2.81	3.09	3.29

TABLE IV Normal curve areas

Z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.0000	.0040	.0080	.0120	.0160	.0199	.0239	.0279	.0319	.0359
0.1	.0398	.0438	.0478	.0517	.0557	.0596	.0636	.0675	.0714	.0753
0.2	.0793	.0832	.0871	.0910	.0948	.0987	.1026	.1064	.1103	.1141
0.3	.1179	.1217	.1255	.1293	.1331	.1368	.1406	.1443	.1480	.1517
0.4	.1554	.1591	.1628	.1664	.1700	.1736	.1772	.1808	.1844	.1879
0.5	.1915	.1950	.1985	.2019	.2054	.2088	.2123	.2157	.2190	.2224
0.6	.2257	.2291	.2324	.2357	.2389	.2422	.2454	.2486	.2517	.2549
0.7	.2580	.2611	.2642	.2673	.2704	.2734	.2764	.2794	.2823	.2852
0.8	.2881	.2910	.2939	.2967	.2995	.3023	.3051	.3078	.3106	.3133
0.9	.3159	.3186	.3212	.3238	.3264	.3289	.3315	.3340	.3365	.3389
1.0	.3413	.3438	.3461	.3485	.3508	.3531	.3554	.3577	.3599	.3621
1.1	.3643	.3665	.3686	.3708	.3729	.3749	.3770	.3790	.3810	.3830
1.2	.3849	.3869	.3888	.3907	.3925	.3944	.3962	.3980	.3997	.4015
1.3	.4032	.4049	.4066	.4082	.4099	.4115	.4131	.4147	.4162	.4177
1.4	.4192	.4207	.4222	.4236	.4251	.4265	.4279	.4292	.4306	.4319
1.5	.4332	.4345	.4357	.4370	.4382	.4394	.4406	.4418	.4429	.4441
1.6	.4452	.4463	.4474	.4484	.4495	.4505	.4515	.4525	.4535	.4545
1.7	.4554	.4564	.4573	.4582	.4591	.4599	.4608	.4616	.4625	.4633
1.8	.4641	.4649	.4656	.4664	.4671	.4678	.4686	.4693	.4699	.4706
1.9	.4713	.4719	.4726	.4732	.4738	.4744	.4750	.4756	.4761	.4767
2.0	.4772	.4778	.4783	.4788	.4793	.4798	.4803	.4808	.4812	.4817
2.1	.4821	.4826	.4830	.4834	.4838	.4842	.4846	.4850	.4854	.4857
2.2	.4861	.4864	.4868	.4871	.4875	.4878	.4881	.4884	.4887	.4890
2.3	.4893	.4896	.4898	.4901	.4904	.4906	.4909	.4911	.4913	.4916
2.4	.4918	.4920	.4922	.4925	.4927	.4929	.4931	.4932	.4934	.4936
2.5	.4938	.4940	.4941	.4943	.4945	.4946	.4948	.4949	.4951	.4952
2.6	.4953	.4955	.4956	.4957	.4959	.4960	.4961	.4962	.4963	.4964
2.7	.4965	.4966	.4967	.4968	.4969	.4970	.4971	.4972	.4973	.4974
2.8	.4974	.4975	.4976	.4977	.4977	.4978	.4979	.4979	.4980	.4981
2.9	.4981	.4982	.4982	.4983	.4984	.4984	.4985	.4985	.4986	.4986
3.0	.4987	.4987	.4987	.4988	.4988	.4989	.4989	.4989	.4990	.4990
3.1	.49903									
3.2	.49931									
3.3	.49952									
3.4	.49966									
3.5	.49977									
3.6	.49984									
3.7	.49989									
3.8	.49993									
3.9	.49995									
4.0	.50000									

TABLE V Chi square

Column headings indicate probability of chance deviation between O and E.

D.F. \ P	0.25	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005
1.	1.323	2.706	3.841	5.024	6.635	7.879
2.	2.773	4.605	5.991	7.378	9.210	10.597
3.	4.108	6.251	7.815	9.348	11.345	12.838
4.	5.385	7.779	9.488	11.143	13.277	14.860
5.	6.626	9.236	11.071	12.833	15.086	16.750
6.	7.841	10.645	12.592	14.449	16.812	18.548
7.	9.037	12.017	14.067	16.013	18.475	20.278
8.	10.219	13.362	15.507	17.535	20.090	21.955
9.	11.389	14.684	16.919	19.023	21.666	23.589
10.	12.549	15.987	18.307	20.483	23.209	25.188
11.	13.701	17.275	19.675	21.920	24.725	26.757
12.	14.845	18.549	21.026	23.337	26.217	28.299
13.	15.984	19.812	22.362	24.736	27.688	29.819
14.	17.117	21.064	23.685	26.119	29.141	31.319
15.	18.245	22.307	24.996	27.488	30.578	32.801

Adapted from table of χ^2 appearing in *Handbook of Statistical Tables* by D. B. Owen, Addison-Wesley, 1962, p. 50. Reprinted by permission of the U.S. Atomic Energy Commission.

TABLE VII Critical Values of F

The obtained F is significant at a given level if it is equal to or greater than the value shown in the table. 0.05 (light row) and 0.01 (dark row) points for the distribution of F

Table with 20 columns for degrees of freedom for greater mean square and 15 rows for degrees of freedom for lesser mean square. Values range from 1.61 to 3.89.

01-V

TABLE VII (continued)

0.05 (light row) and 0.01 (dark row) points for the distribution of F

Table with 20 columns for degrees of freedom for greater mean square and 15 rows for degrees of freedom for lesser mean square. Values range from 1.47 to 3.89.

V-01

Wilcoxon table

This table gives the significance probabilities for the Wilcoxon signed-rank test for paired comparisons, for various selected values of the test statistic $W = \text{sum of all signed ranks}$. The significance probabilities included in the table are the ones closest to the commonly used levels of significance $\alpha = .10$, $\alpha = .05$, and $\alpha = .01$. Thus the table may be used to obtain the appropriate critical value of W for a given value of α , the level of significance.

The critical values c in the table correspond to the critical value for a one-sided test which rejects for large values of W . If the test is one-sided, and rejects for small (negative) values of W , then the critical value is $-c$, where c is the value in the table for which $P(W \geq c) = \alpha$. If the test is two-sided, then the critical value c is determined by finding the value in the table for which $P(W \geq c) = 1/2 \alpha$, where α is the desired level of significance. In this case the test is to reject H_0 if $W \leq -c$ or $W \geq c$.

Examples

- (a) The test is one-sided and rejects for large values of W . Suppose $\alpha = .05$ and $n = 8$. Then the critical value is $c = 24$, since $P(W \geq c) = .055$, and $.055$ is closest to the desired level $\alpha = .05$. Thus, the test rejects H_0 if $W \geq 24$, and accepts otherwise.
- (b) The test is one-sided and rejects for small (negative) values of W . Suppose $\alpha = .10$ and $n = 12$. The critical value is -34 , since $P(W \geq 34) = .102$, and $.102$ is the value closest to $.10$. Thus the test rejects H_0 if $W \leq -34$.
- (c) The test is two-sided. Suppose $\alpha = .05$ and $n = 20$. Then the critical values are 106 and -106 , since $P(W \geq 106) = .024$, and $.024$ is the value closest to $.025 (= 1/2\alpha)$. Thus the test rejects H_0 if $W \leq -106$ or $W \geq 106$.

n c P(W ≥ c)			n c P(W ≥ c)			n c P(W ≥ c)			n c P(W ≥ c)		
1	1	.500	8	32	.012	12	38	.010	16	88	.011
2	3	.250	28	28	.027	50	30	.026	76	76	.025
3	6	.125	24	24	.055	44	44	.046	64	64	.052
4	10	.062	20	20	.098	34	34	.102	52	52	.096
5	15	.031	15	39	.010	13	65	.011	17	97	.010
6	21	.016	11	45	.010	13	65	.011	17	97	.010
7	28	.008	10	45	.010	14	73	.010	18	105	.010
8	36	.004	9	39	.027	14	73	.010	18	105	.010
9	45	.002	8	28	.049	14	73	.010	18	105	.010
10	54	.001	7	29	.102	14	73	.010	18	105	.010
11	63	.000	6	23	.097	14	73	.010	18	105	.010
12	72	.000	5	15	.031	14	73	.010	18	105	.010
13	81	.000	4	11	.094	14	73	.010	18	105	.010
14	90	.000	3	8	.125	14	73	.010	18	105	.010
15	100	.000	2	6	.175	14	73	.010	18	105	.010
16	110	.000	1	5	.250	14	73	.010	18	105	.010
17	120	.000	1	4	.375	14	73	.010	18	105	.010
18	130	.000	1	3	.500	14	73	.010	18	105	.010
19	140	.000	1	2	.625	14	73	.010	18	105	.010
20	150	.000	1	1	.750	14	73	.010	18	105	.010
21	160	.000	1	1	.875	14	73	.010	18	105	.010
22	170	.000	1	1	1.000	14	73	.010	18	105	.010
23	180	.000	1	1	1.000	14	73	.010	18	105	.010
24	190	.000	1	1	1.000	14	73	.010	18	105	.010
25	200	.000	1	1	1.000	14	73	.010	18	105	.010
26	210	.000	1	1	1.000	14	73	.010	18	105	.010
27	220	.000	1	1	1.000	14	73	.010	18	105	.010
28	230	.000	1	1	1.000	14	73	.010	18	105	.010
29	240	.000	1	1	1.000	14	73	.010	18	105	.010
30	250	.000	1	1	1.000	14	73	.010	18	105	.010
31	260	.000	1	1	1.000	14	73	.010	18	105	.010
32	270	.000	1	1	1.000	14	73	.010	18	105	.010
33	280	.000	1	1	1.000	14	73	.010	18	105	.010
34	290	.000	1	1	1.000	14	73	.010	18	105	.010
35	300	.000	1	1	1.000	14	73	.010	18	105	.010
36	310	.000	1	1	1.000	14	73	.010	18	105	.010
37	320	.000	1	1	1.000	14	73	.010	18	105	.010
38	330	.000	1	1	1.000	14	73	.010	18	105	.010
39	340	.000	1	1	1.000	14	73	.010	18	105	.010
40	350	.000	1	1	1.000	14	73	.010	18	105	.010

TABLE III Critical values of *t*

For any given *df*, the table shows the values of *t* corresponding to various levels of probability. Obtained *t* is significant at a given level if it is equal to or greater than the value shown in the table.

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
∞	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.291

From R. A. Fisher and F. Yates, *Statistical Tables for Biological, Agricultural and Medical Research*, published by Longman Group Ltd., London (previously published by Oliver and Boyd Ltd., Edinburgh) and by permission of the authors and publishers.

TABLE X Critical values of F_{max}

p	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	39.0 199.	87.5 448.	142. 729.	202. 1036.	266. 1362.	333. 1705.	403. 2063.	475. 2432.	550. 2813.	626. 3204.	704. 3605.
3	15.4 47.5	27.8 85.	39.2 120.	50.7 151.	62.0 184.	72.9 21(6)	83.5 24(9)	93.9 28(1)	104. 31(0)	114. 33(7)	124. 36(1)
4	9.60 23.2	15.5 37.	20.6 49.	25.2 59.	29.5 69.	33.6 79.	37.5 89.	41.1 97.	44.6 106.	48.0 113.	51.4 120.
5	7.15 14.9	10.8 22.	13.7 28.	16.3 33.	18.7 38.	20.8 42.	22.9 46.	24.7 50.	26.5 54.	28.2 57.	29.9 60.
6	5.82 11.1	8.38 15.5	10.4 19.1	12.1 22.	13.7 25.	15.0 27.	16.3 30.	17.5 32.	18.6 34.	19.7 36.	20.7 37.
7	4.99 8.89	6.94 12.1	8.44 14.5	9.70 16.5	10.8 18.4	11.8 20.	12.7 22.	13.5 23.	14.3 24.	15.1 26.	15.8 27.
8	4.43 7.50	6.00 9.9	7.18 11.7	8.12 13.2	9.03 14.5	9.78 15.8	10.5 16.9	11.1 17.9	11.7 18.9	12.2 19.8	12.7 21.
9	4.03 6.54	5.34 8.5	6.31 9.9	7.11 11.1	7.80 12.1	8.41 13.1	8.95 13.9	9.45 14.7	9.91 15.3	10.3 16.0	10.7 16.6
10	3.72 5.85	4.85 7.4	5.67 8.6	6.34 9.6	6.92 10.4	7.42 11.1	7.87 11.8	8.28 12.4	8.66 12.9	9.01 13.4	9.34 13.9
12	3.28 4.91	4.16 6.1	4.79 6.9	5.30 7.6	5.72 8.2	6.09 8.7	6.42 9.1	6.72 9.5	7.00 9.9	7.25 10.2	7.48 10.6
15	2.86 4.07	3.54 4.9	4.01 5.5	4.37 6.0	4.68 6.4	4.95 6.7	5.19 7.1	5.40 7.3	5.59 7.5	5.77 7.8	5.93 8.0
20	2.46 3.32	2.95 3.8	3.29 4.3	3.54 4.6	3.76 4.9	3.94 5.1	4.10 5.3	4.24 5.5	4.37 5.6	4.49 5.8	4.59 5.9
30	2.07 2.63	2.40 3.0	2.61 3.3	2.78 3.4	2.91 3.6	3.02 3.7	3.12 3.8	3.21 3.9	3.29 4.0	3.36 4.1	3.39 4.2
60	1.67 1.96	1.85 2.2	1.96 2.3	2.04 2.4	2.11 2.4	2.17 2.5	2.22 2.5	2.26 2.6	2.30 2.6	2.33 2.7	2.36 2.7
∞	1.00 1.00	1.00 1.00	1.00 1.00	1.00 1.00	1.00 1.00	1.00 1.00	1.00 1.00	1.00 1.00	1.00 1.00	1.00 1.00	1.00 1.00

From H. A. David, *Biometrika*, 39, 422-4. Reprinted by permission of the Biometrika trustees.

-ooOoo-