



UNIVERSITETET I  
NORDLAND

## SKOLEEKSAMEN

### UNIVERSITETET I NORDLAND

Side 1 av 12  
Page 1 of 12  
Norsk side 1–4  
Nynorsk side 5–8  
English page 9–12

---

Fakultet:	Fakultet for biovitenskap og akvakultur
Emnekode og emnenavn:	MA116F Matematikk og statistikk for biologer
Dato:	6/5–2014
Tid:	09.00–15.00
Sensurfrist:	27/5-2014
Fagansvarlig:	Petter Pettersen, tlf: 755 17 267      990 38 066
Hjelpemidler:	Blyant, penn, linjal, enkel kalkulator og tospråklige ordbøker.
Karakter:	Bokstavkarakter A–F.
Begrunnelse:	Jf. § 10 2 i Forskrift om studier og eksamener ved UiN kan en kandidat kreve begrunnelse for sensurvedtak.
Vedlegg:	Formel og tabellsamling på totalt 10 sider.

Alle 20 deloppgavene teller likt.

## Matematikkdelen

### Oppgave M–1

Løs likningene.

$$x^2 - 8x + 12 = 0 \text{ og } x + \frac{12}{x} = 8.$$

### Oppgave M–2

Skriv  $\frac{5}{\sqrt[3]{n}}$  ved hjelp av brøkeksponent. Skriv  $y^{-\frac{4}{7}}$  ved hjelp av rottegn.

### Oppgave M–3

Gitt funksjonen

$$y = 3 \cos(4t) - 2.$$

Finn amplituden, perioden og middelverdien. Finn også maksimum og minimum av  $y$ .

### Oppgave M–4

Bruk Newtons metode med  $x_1 = 1$  for å finne en tilnærmet løsning til  $3x^3 + 2x - 7 = 0$ .

### Oppgave M–5

Bruk lineær approksimasjon for å finne en tilnæringsverdi til  $\sqrt{47}$ .

### Oppgave M–6

Finn likninga til linja med stigningstall  $-\frac{1}{4}$ , som går gjennom punktet  $(2, -8)$ .

Finn også stigningstallet til linja som går gjennom punktene  $(-1, 1)$  og  $(2, -8)$ .

### Oppgave M–7

Gitt

$$f(x) = x^2 + 5x.$$

Beregn

$$\frac{f(x+h) - f(x)}{h}.$$

Hva skjer med dette uttrykket når  $h \rightarrow 0$ ?

## Oppgave M–8

Gitt funksjonen

$$f(x) = x^3 + 3x^2 - 9x + 2.$$

- (a) Finn lokale ekstremalpunkt til funksjonen. Angi svaret som ordnede tallpar.
- (b) Hvor er  $f$  konkav opp og hvor er den konkav ned?

## Oppgave M–9

Gitt funksjonene

$$f(x) = e^x - x^3$$

og

$$g(x) = x^2 e^{2x}.$$

Finn  $f'(x)$  og  $g'(x)$ .

## Statistikkdelen

### Oppgave S–1

I et vitenskaplig eksperiment er det slik at gjennomsnittlig antall radioaktive partikler som passerer gjennom et telleverk er 4 per millisekund. Bruk Poissonfordelingen for å besvare følgende.

- (a) Finn sannsynligheten for at seks partikler går gjennom telleverket i løpet av et gitt millisekund.
- (b) Finn sannsynligheten for at maksimalt tre partikler går gjennom telleverket i løpet av et gitt millisekund.

### Oppgave S–2

Vi har notert ned vektøkningen (kg) i løpet av fem uker for 6 lam.

5.5 6.5 9.5 5 3 4.5

- (a) Beregn gjennomsnitt og standardavvik.
- (b) Anta at tallene over er et tilfeldig utvalg fra en normalfordelt populasjon. Konstruer et 95 % konfidensintervall for populasjonens forventning.

### Oppgave S–3

Behandlingen med en gitt medisin kurerer 90 % av pasientene med en bestemt sykdom. Anta at 20 pasienter med denne sykdommen får behandling med denne medisinen. Finn sannsynligheten for at alle 20 vil bli kurert. Finn også sannsynligheten for at minst 18 blir kurert.

### Oppgave S–4

Veksten til solsikkeblomster, i en 5 dagers periode, er normalfordelt med forventning 3.18 cm og standardavvik 0.53 cm.

- (a) Hvor stor andel av blomstene vokser 4 cm eller mindre? Hvor stor andel av blomstene vokser mellom 2.5 cm og 3.5 cm?
- (b) Finn en verdi  $k$  slik at 25 % av blomstene vokser kortere enn  $k$  cm.

### Oppgave S–5

Vi studerer en type orm, ni voksne ormer fanges og måles. Deres lengde og vekt finner du i tabellen under:

Lengde $x$ cm	60	69	66	64	54	67	59	65	63
Vekt $y$ g	136	198	194	140	93	172	116	174	145

Regnehjelp:  $\sum xy = 87\,421$ ,  $\sum x^2 = 35\,893$  og  $\sum y^2 = 217\,926$

- (a) Tegn spredningsdiagram. Beregn korrelasjonskoeffisienten.
- (b) Finn regresjonslikninga. Tegn linja inn i spredningsdiagrammet. Finn predikert vekt til en orm som er 57 cm lang.

### Oppgave S–6

Med signifikansnivå på 0.05 skal du, ut fra følgende tall fra Kina, teste påstanden om at røyking og utdanningsnivå er uavhengige.

	Grunnskole	Videregående skole	Høyere utdanning
Røyker	606	1 234	100
Røyker ikke	205	505	137



## SKULEEKSAMEN

### UNIVERSITETET I NORDLAND

---

Fakultet:	Fakultet for biovitenskap og akvakultur
Emnekode og emnenamn:	MA116F Matematikk og statistikk for biologar
Dato:	6/5–2014
Tid:	09.00–15.00
Sensurfrist:	27/5-2014
Fagansvarleg:	Petter Pettersen, tlf: 755 17 267      990 38 066
Hjelpemidlar:	Blyant, penn, linjal, enkel kalkulator og tospråklege ordbøker.
Karakter:	Bokstavkarakter A–F.
Grunngjeving:	Jf. § 10 2 i Forskrift om studie og eksamenar ved UiN kan ein kandidat krevje grunngjeving for sensurvedtak.
Vedlegg:	Formel og tabellsamling på totalt 10 sider.

Alle 20 deloppgåvene tel likt.

## Matematikkdelen

### Oppgave M–1

Løys likningane.

$$x^2 - 8x + 12 = 0 \text{ og } x + \frac{12}{x} = 8.$$

### Oppgave M–2

Skriv  $\frac{5}{\sqrt[3]{n}}$  ved hjelp av brøkeksponent. Skriv  $y^{-\frac{4}{7}}$  ved hjelp av rotteikn.

### Oppgave M–3

Gitt funksjonen

$$y = 3 \cos(4t) - 2.$$

Finn amplituden, perioden og middelverdien. Finn også maksimum og minimum av  $y$ .

### Oppgave M–4

Bruk Newtons metode med  $x_1 = 1$  for å finne ei tilnærma løysing til  $3x^3 + 2x - 7 = 0$ .

### Oppgave M–5

Bruk lineær approksimasjon for å finne ein tilnæringsverdi til  $\sqrt{47}$ .

### Oppgave M–6

Finn likninga til lina med stigningstal  $-\frac{1}{4}$ , som går gjennom punktet  $(2, -8)$ .

Finn også stigningstalet til lina som går gjennom punkta  $(-1, 1)$  og  $(2, -8)$ .

### Oppgave M–7

Gitt

$$f(x) = x^2 + 5x.$$

Rekn ut

$$\frac{f(x+h) - f(x)}{h}.$$

Kva skjer med dette uttrykket når  $h \rightarrow 0$ ?

## Oppgåve M–8

Gitt funksjonen

$$f(x) = x^3 + 3x^2 - 9x + 2.$$

- (a) Finn lokale ekstremalpunkt til funksjonen. Gje svaret som ordna talpar.
- (b) Kvar er  $f$  konkav opp og kvar er den konkav ned?

## Oppgåve M–9

Gitt funksjonane

$$f(x) = e^x - x^3$$

og

$$g(x) = x^2 e^{2x}.$$

Finn  $f'(x)$  og  $g'(x)$ .

## Statistikkdelen

### Oppgåve S–1

I eit vitenskapleg eksperiment er det slik at gjennomsnittleg tal av radioaktive partiklar som passerer gjennom eit telleverk er 4 per millisekund. Bruk Poissonfordelinga for å svare på følgjande.

- (a) Finn sannsynet for at seks partiklar går gjennom telleverket i løpet av eit gitt millisekund.
- (b) Finn sannsynet for at maksimalt tre partiklar går gjennom telleverket i løpet av eit gitt millisekund.

### Oppgåve S–2

Vi har notert ned vektauka (kg) i løpet av fem veker for 6 lam.

5.5 6.5 9.5 5 3 4.5

- (a) Rekn ut gjennomsnitt og standardavvik.
- (b) Gå ut frå at tala over er eit tilfeldig utval frå ein normalfordelt populasjon. Konstruer eit 95 % konfidensintervall for forventninga til populasjonen.

### Oppgåve S–3

Behandlinga med ein gitt medisin kurerer 90 % av pasientane med ein bestemt sjukdom. Anta at 20 pasientar med denne sjukdommen får behandling med denne medisinen. Finn sannsynet for at alle 20 vil bli kurert. Finn også sannsynet for at minst 18 blir kurert.

### Oppgåve S–4

Veksten til solsikkeblomar, i ein 5 dagars periode, er normalfordelt med forventning 3.18 cm og standardavvik 0.53 cm.

- (a) Kor stor del av blomane veks 4 cm eller mindre? Kor stor del av blomane veks mellom 2.5 cm og 3.5 cm?
- (b) Finn ein verdi  $k$  slik at 25 % av blomane veks kortare enn  $k$  cm.

### Oppgåve S–5

Vi studerer ein type orm, ni vaksne ormar blir fanga og målt. Lengde og vekt finn du i tabellen under:

Lengde $x$ cm	60	69	66	64	54	67	59	65	63
Vekt $y$ g	136	198	194	140	93	172	116	174	145

Reknehjelp:  $\sum xy = 87\,421$ ,  $\sum x^2 = 35\,893$  og  $\sum y^2 = 217\,926$

- (a) Teikn spreingsdiagram. Rekn ut korrelasjonskoeffisienten.
- (b) Finn regresjonslikninga. Teikn lina inn i spreingsdiagrammet. Finn predikert vekt til ein orm som er 57 cm lang.

### Oppgåve S–6

Med signifikansnivå på 0.05 skal du, ut frå følgjande tal frå Kina, teste påstanden om at røyking og utdanningsnivå er uavhengige.

	Grunnskule	Videregående skule	Høgare utdanning
Røyker	606	1 234	100
Røyker ikkje	205	505	137





## SCHOOL EXAM

### UNIVERSITY OF NORDLAND

---

Faculty:	Faculty of Biosciences and Aquaculture
Subject code and subject name:	MA116F Mathematics and Statistics for Biologists
Date:	6th May 2014
Time:	09.00–15.00
Examination result:	Not later than 27th May 2014
Academic responsible:	Petter Pettersen, phone: 755 17 267      990 38 066
Allowed aids:	Pen, pencil, ruler, bilingual dictionary and a simple calculator.
Grading system:	Letters A–F.
Justification:	According to Regulations concerning studies and examination at UiN § 10 2, a candidate is entitled to ask for a justification of his or her examination result.
Attachment:	Formulas and statistics tables, 10 pages.

All 20 questions count as equal.

## Mathematics part

### Problem M–1

Solve the equations.

$$x^2 - 8x + 12 = 0 \text{ and } x + \frac{12}{x} = 8.$$

### Problem M–2

Convert  $\frac{5}{\sqrt[3]{n}}$  using rational exponents. Then convert  $y^{-\frac{4}{7}}$  into radical notation.

### Problem M–3

Given the function

$$y = 3 \cos(4t) - 2.$$

Find the amplitude, period, and midline. Find also the maximum and minimum of  $y$ .

### Problem M–4

Use Newton's method and  $x_1 = 1$  to find an approximate solution of  $3x^3 + 2x - 7 = 0$ .

### Problem M–5

Use linear approximation to approximate  $\sqrt{47}$ .

### Problem M–6

Find the equation of the line with slope  $-\frac{1}{4}$ , containing the point  $(2, -8)$ .  
Find also the slope of the line containing the points  $(-1, 1)$  and  $(2, -8)$ .

### Problem M–7

Given

$$f(x) = x^2 + 5x.$$

Compute

$$\frac{f(x+h) - f(x)}{h}.$$

What happens with this expression when  $h \rightarrow 0$ ?

**Problem M–8**

Given the function

$$f(x) = x^3 + 3x^2 - 9x + 2.$$

- (a) Find the relative extrema of the function. List your answers in terms of ordered pairs.
- (b) Where is  $f$  concave up and where is it concave down?

**Problem M–9**

Given the functions

$$f(x) = e^x - x^3$$

and

$$g(x) = x^2 e^{2x}.$$

Find  $f'(x)$  and  $g'(x)$ .

**Statistics part****Problem S–1**

For a science laboratory experiment, the average number of radioactive particles passing through a counter in a millisecond is four. Use the Poisson distribution and answer the following.

- (a) Find the probability that six particles pass through the counter in a given millisecond.
- (b) Find the probability that at most three particles pass through the counter in a given millisecond.

**Problem S–2**

The following are the five-week weight gains (kg) of six young lambs:

5.5 6.5 9.5 5 3 4.5

- (a) Compute the mean and the standard deviation.
- (b) We assume that the sample above is a random sample from a normal distributed population. Construct a 95 % confidence interval for the population mean.

**Problem S–3**

A certain drug treatment cures 90 % of all patients with a particular disease. Suppose that 20 patients with this disease are to be treated with the drug. Find the probability that all 20 will be cured. Find also the probability that at least 18 will be cured.

### Problem S–4

The amount of growth, in an 5–day period, for a population of sunflower plants was found to follow a normal distribution with mean 3.18 cm and standard deviation 0.53 cm.

- (a) What percentage of plants grow 4 cm or less? What percentage of plants grow between 2.5 cm and 3.5 cm?
- (b) Find a value  $k$  such that 25 % of the plants grow less than  $k$  cm.

### Problem S–5

In a study of a particular specie of snakes, nine adults are caught and measured. Their body lengths and weights are shown in the array:

Length $x$ cm	60	69	66	64	54	67	59	65	63
Weight $y$ kg	136	198	194	140	93	172	116	174	145

Computation help:  $\sum xy = 87\,421$ ,  $\sum x^2 = 35\,893$  and  $\sum y^2 = 217\,926$

- (a) Draw a scatter plot. Compute the correlation coefficient.
- (b) Find the equation of the regression line. Draw the line in the scatter plot. Find the predicted weight of a snake that is 57 cm long.

### Problem S–6

At a 0.05 significance level, using the following data from China, test the claim that smoking is independent of education level.

	Primary school	Middle school	College
Smoking	606	1 234	100
Not smoking	205	505	137

## Formulas – Mathematics

### Algebra

$$a^2 - b^2 = (a + b)(a - b)$$

$$a^2 + 2ab + b^2 = (a + b)^2$$

$$a^2 - 2ab + b^2 = (a - b)^2$$

### Lines in the plane

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{\Delta y}{\Delta x} \quad \text{Slope}$$

$$y - y_1 = m(x - x_1) \quad \text{Point – slope form}$$

$$y = mx + b \quad \text{Slope – intercept form}$$

### Exponentials

$$a^r a^s = a^{r+s}$$

$$\frac{a^r}{a^s} = a^{r-s}$$

$$a^{-r} = \frac{1}{a^r}$$

$$(ab)^r = a^r b^r$$

$$\left(\frac{a}{b}\right)^r = \frac{a^r}{b^r}$$

$$(a^r)^s = a^{rs}$$

$$a^{\frac{m}{n}} = \sqrt[n]{a^m} = (\sqrt[n]{a})^m$$

### Logarithms

$$x = \log_a y \text{ is equivalent to } y = a^x$$

$$\log(xy) = \log(x) + \log(y)$$

$$\log\left(\frac{x}{y}\right) = \log(x) - \log(y)$$

$$\log(x^r) = r \log(x)$$

## Quadratic formula

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

## Composite function

$$(f \circ g)(x) = f[g(x)]$$

## Trigonometric functions

$$\sin(t) = \frac{\text{opposite leg}}{\text{hypotenuse}}$$

$$\cos(t) = \frac{\text{adjacent leg}}{\text{hypotenuse}}$$

$$\tan(t) = \frac{\text{opposite leg}}{\text{adjacent leg}}$$

$$y = a \sin(bt) + k \text{ and } y = a \cos(bt) + k$$

The amplitude  $a$ , the period  $p = \frac{2\pi}{b}$ , midline  $y = k$ , maximum  $y = k + a$  and minimum  $y = k - a$ .

## Transformations of Functions

$y = f(x) + a$  is a vertical translation  $a$  units up of the graph of  $y = f(x)$ .

$y = f(x - c)$  is a horizontal translation  $c$  units to the right of the graph of  $y = f(x)$

$y = -f(x)$  is a reflection about the  $x$  axis of the graph of  $y = f(x)$ .

$y = f(-x)$  is a reflection about the  $y$  axis of the graph of  $y = f(x)$ .

## Differentiation

$$\frac{\Delta f}{\Delta x} = \frac{f(x+h) - f(x)}{h} \quad \text{Average growth rate}$$

$$\lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h} = f'(x) \quad \text{Instantaneous growth rate}$$

$$(x^n)' = nx^{n-1} \quad \text{Power rule}$$

$$(af(x))' = af'(x)$$

$$(f(x) + g(x))' = f'(x) + g'(x)$$

$$(uv)' = u'v + uv'$$

Product rule

$$\left(\frac{u}{v}\right)' = \frac{u'v - uv'}{v^2}$$

Quotient rule

$$(f \circ g)'(x) = f'[g(x)]g'(x)$$

Chain rule

$$(\sin(x))' = \cos(x)$$

$$(\cos(x))' = -\sin(x)$$

$$(e^x)' = e^x$$

$$(e^{kx})' = ke^{kx}$$

$$(e^{g(x)})' = g'(x)e^{g(x)}$$

$$(a^x)' = \ln(a)a^x$$

$$(a^{kx})' = k \ln(a)a^{kx}$$

$$(\ln(x))' = \frac{1}{x}$$

$$L(x) = f(a) + f'(a)(x - a)$$

Linearisation of  $f(x)$  at  $x = a$

$$x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{f'(x_n)}$$

Newton's method

## Formulas – Statistics

### Descriptive statistics

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad \text{Mean}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad \text{Standard deviation}$$

$$s = \sqrt{\frac{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}{n(n - 1)}} \quad \text{Standard deviation (shortcut)}$$

$$\text{variance} = s^2$$

$$L = \frac{k}{100}n \quad \text{Locator, } n = \text{number of values, } k = \text{percentile in question}$$

### Probability

$$P(A \text{ or } B) = P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(A \cap B)$$

$$P(A \text{ and } B) = P(A \cap B) = P(A) \cdot P(B|A)$$

$$P(A|B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)} \quad \text{Conditional probability}$$

$$P(A \cap B) = P(A) \cdot P(B) \quad \text{If } A \text{ and } B \text{ are independent}$$

$$P(\bar{A}) = 1 - P(A) \quad \text{Complement rule}$$

$${}_n P_r = \frac{n!}{(n - r)!} \quad \text{Permutations (no elements alike)}$$

$${}_n C_r = \binom{n}{r} = \frac{n!}{(n - r)!r!} \quad \text{Combinations}$$

### Probability Distributions

$$\mu = \sum x \cdot P(x) \quad \text{Mean (prob. dist.)}$$

$$\sigma = \sqrt{[\sum x^2 \cdot P(x)] - \mu^2} \quad \text{Standard deviation (prob. dist.)}$$

$$P(x) = {}_n C_x \cdot p^x \cdot q^{n-x} \quad \text{Binomial probability}$$

$$\mu = n \cdot p \quad \text{Mean (binomial)}$$



$$\sigma^2 = n \cdot p \cdot q \quad \text{Variance (binomial)}$$

$$\sigma = \sqrt{n \cdot p \cdot q} \quad \text{Standard deviation (binomial)}$$

$$P(x) = \frac{\mu^x \cdot e^{-\mu}}{x!} \quad \text{Poisson distribution where } e = 2.71828\dots$$

### Normal distribution

$$z = \frac{x - \bar{x}}{s} \text{ or } \frac{x - \mu}{\sigma} \quad \text{Standard score}$$

$$x = \mu + z\sigma$$

$$\mu_{\bar{x}} = \mu \quad \text{Central limit theorem}$$

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad \text{Central limit theorem (Standard error)}$$

### Normal as approximation to binomial

$$P(x \leq k) = P\left(z \leq \frac{k + 0.5 - np}{\sqrt{npq}}\right)$$

### Confidence intervals (one population)

$$\hat{p} - E < p < \hat{p} + E \quad \text{Proportion}$$

$$\text{where } \hat{p} = \frac{x}{n} \text{ and } E = z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\hat{p}\hat{q}}{n}}$$

$$\bar{x} - E < \mu < \bar{x} + E \quad \text{Mean}$$

$$\text{where } E = z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (\sigma \text{ known})$$

$$\text{where } E = t_{\alpha/2} \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (\sigma \text{ unknown})$$

### Test Statistics (one population)

$$z = \frac{\hat{p} - p}{\sqrt{\frac{pq}{n}}} \quad \text{Proportion}$$

$$z = \frac{\bar{x} - \mu}{\sigma/\sqrt{n}} \quad \text{Mean } (\sigma \text{ known})$$

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{s/\sqrt{n}} \quad \text{Mean } (\sigma \text{ unknown})$$

### Linear Correlation / Regression

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

$$b_1 = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

$$b_0 = \bar{y} - b_1 \bar{x}$$

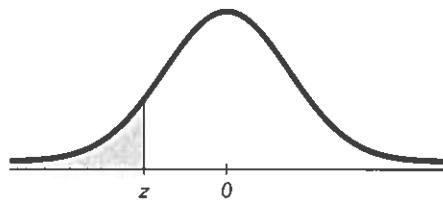
$$\hat{y} = b_0 + b_1 x \quad \text{Estimated eq. of regression line}$$

### Multinomial and Contingency tables

$$\chi^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E} \quad \text{Multinomial (df = } k - 1)$$

$$\chi^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E} \quad \text{Contingency table [df = } (r - 1)(c - 1)]$$

$$\text{where } E = \frac{(\text{row total})(\text{column total})}{(\text{grand total})}$$



# NEGATIVE z Scores

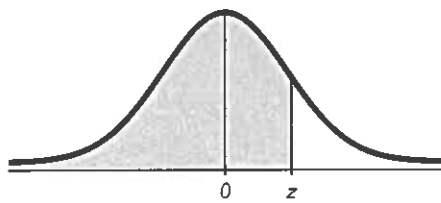
**TABLE A-2** Standard Normal (z) Distribution: Cumulative Area from the LEFT

z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
-3.50 and lower	.0001									
-3.4	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0002
-3.3	.0005	.0005	.0005	.0004	.0004	.0004	.0004	.0004	.0004	.0003
-3.2	.0007	.0007	.0006	.0006	.0006	.0006	.0006	.0005	.0005	.0005
-3.1	.0010	.0009	.0009	.0009	.0008	.0008	.0008	.0008	.0007	.0007
-3.0	.0013	.0013	.0013	.0012	.0012	.0011	.0011	.0011	.0010	.0010
-2.9	.0019	.0018	.0018	.0017	.0016	.0016	.0015	.0015	.0014	.0014
-2.8	.0026	.0025	.0024	.0023	.0023	.0022	.0021	.0021	.0020	.0019
-2.7	.0035	.0034	.0033	.0032	.0031	.0030	.0029	.0028	.0027	.0026
-2.6	.0047	.0045	.0044	.0043	.0041	.0040	.0039	.0038	.0037	.0036
-2.5	.0062	.0060	.0059	.0057	.0055	.0054	.0052	.0051	*.0049	.0048
-2.4	.0082	.0080	.0078	.0075	.0073	.0071	.0069	.0068	↑.0066	.0064
-2.3	.0107	.0104	.0102	.0099	.0096	.0094	.0091	.0089	↑.0087	.0084
-2.2	.0139	.0136	.0132	.0129	.0125	.0122	.0119	.0116	↑.0113	.0110
-2.1	.0179	.0174	.0170	.0166	.0162	.0158	.0154	.0150	↑.0146	.0143
-2.0	.0228	.0222	.0217	.0212	.0207	.0202	.0197	.0192	↑.0188	.0183
-1.9	.0287	.0281	.0274	.0268	.0262	.0256	.0250	.0244	↑.0239	.0233
-1.8	.0359	.0351	.0344	.0336	.0329	.0322	.0314	.0307	↑.0301	.0294
-1.7	.0446	.0436	.0427	.0418	.0409	.0401	.0392	.0384	↑.0375	.0367
-1.6	.0548	.0537	.0526	.0516	.0505	*.0495	.0485	.0475	↑.0465	.0455
-1.5	.0668	.0655	.0643	.0630	.0618	↑.0606	.0594	.0582	↑.0571	.0559
-1.4	.0808	.0793	.0778	.0764	.0749	↑.0735	.0721	.0708	↑.0694	.0681
-1.3	.0968	.0951	.0934	.0918	.0901	↑.0885	.0869	.0853	↑.0838	.0823
-1.2	.1151	.1131	.1112	.1093	.1075	↑.1056	.1038	.1020	↑.1003	.0985
-1.1	.1357	.1335	.1314	.1292	.1271	↑.1251	.1230	.1210	↑.1190	.1170
-1.0	.1587	.1562	.1539	.1515	.1492	↑.1469	.1446	.1423	↑.1401	.1379
-0.9	.1841	.1814	.1788	.1762	.1736	↑.1711	.1685	.1660	↑.1635	.1611
-0.8	.2119	.2090	.2061	.2033	.2005	↑.1977	.1949	.1922	↑.1894	.1867
-0.7	.2420	.2389	.2358	.2327	.2296	↑.2266	.2236	.2206	↑.2177	.2148
-0.6	.2743	.2709	.2676	.2643	.2611	↑.2578	.2546	.2514	↑.2483	.2451
-0.5	.3085	.3050	.3015	.2981	.2946	↑.2912	.2877	.2843	↑.2810	.2776
-0.4	.3446	.3409	.3372	.3336	.3300	↑.3264	.3228	.3192	↑.3156	.3121
-0.3	.3821	.3783	.3745	.3707	.3669	↑.3632	.3594	.3557	↑.3520	.3483
-0.2	.4207	.4168	.4129	.4090	.4052	↑.4013	.3974	.3936	↑.3897	.3859
-0.1	.4602	.4562	.4522	.4483	.4443	↑.4404	.4364	.4325	↑.4286	.4247
-0.0	.5000	.4960	.4920	.4880	.4840	↑.4801	.4761	.4721	↑.4681	.4641

NOTE: For values of z below -3.49, use 0.0001 for the area.

\*Use these common values that result from interpolation:

z score	Area
-1.645	0.0500
-2.575	0.0050



# POSITIVE z Scores

**TABLE A-2** (continued) Cumulative Area from the LEFT

z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.5000	.5040	.5080	.5120	.5160	.5199	.5239	.5279	.5319	.5359
0.1	.5398	.5438	.5478	.5517	.5557	.5596	.5636	.5675	.5714	.5753
0.2	.5793	.5832	.5871	.5910	.5948	.5987	.6026	.6064	.6103	.6141
0.3	.6179	.6217	.6255	.6293	.6331	.6368	.6406	.6443	.6480	.6517
0.4	.6554	.6591	.6628	.6664	.6700	.6736	.6772	.6808	.6844	.6879
0.5	.6915	.6950	.6985	.7019	.7054	.7088	.7123	.7157	.7190	.7224
0.6	.7257	.7291	.7324	.7357	.7389	.7422	.7454	.7486	.7517	.7549
0.7	.7580	.7611	.7642	.7673	.7704	.7734	.7764	.7794	.7823	.7852
0.8	.7881	.7910	.7939	.7967	.7995	.8023	.8051	.8078	.8106	.8133
0.9	.8159	.8186	.8212	.8238	.8264	.8289	.8315	.8340	.8365	.8389
1.0	.8413	.8438	.8461	.8485	.8508	.8531	.8554	.8577	.8599	.8621
1.1	.8643	.8665	.8686	.8708	.8729	.8749	.8770	.8790	.8810	.8830
1.2	.8849	.8869	.8888	.8907	.8925	.8944	.8962	.8980	.8997	.9015
1.3	.9032	.9049	.9066	.9082	.9099	.9115	.9131	.9147	.9162	.9177
1.4	.9192	.9207	.9222	.9236	.9251	.9265	.9279	.9292	.9306	.9319
1.5	.9332	.9345	.9357	.9370	.9382	.9394	.9406	.9418	.9429	.9441
1.6	.9452	.9463	.9474	.9484	.9495	*.9505	.9515	.9525	.9535	.9545
1.7	.9554	.9564	.9573	.9582	.9591	*.9599	.9608	.9616	.9625	.9633
1.8	.9641	.9649	.9656	.9664	.9671	.9678	.9686	.9693	.9699	.9706
1.9	.9713	.9719	.9726	.9732	.9738	.9744	.9750	.9756	.9761	.9767
2.0	.9772	.9778	.9783	.9788	.9793	.9798	.9803	.9808	.9812	.9817
2.1	.9821	.9826	.9830	.9834	.9838	.9842	.9846	.9850	.9854	.9857
2.2	.9861	.9864	.9868	.9871	.9875	.9878	.9881	.9884	.9887	.9890
2.3	.9893	.9896	.9898	.9901	.9904	.9906	.9909	.9911	.9913	.9916
2.4	.9918	.9920	.9922	.9925	.9927	.9929	.9931	.9932	.9934	.9936
2.5	.9938	.9940	.9941	.9943	.9945	.9946	.9948	.9949	*.9951	.9952
2.6	.9953	.9955	.9956	.9957	.9959	.9960	.9961	.9962	*.9963	.9964
2.7	.9965	.9966	.9967	.9968	.9969	.9970	.9971	.9972	.9973	.9974
2.8	.9974	.9975	.9976	.9977	.9977	.9978	.9979	.9979	.9980	.9981
2.9	.9981	.9982	.9982	.9983	.9984	.9984	.9985	.9985	.9986	.9986
3.0	.9987	.9987	.9987	.9988	.9988	.9989	.9989	.9989	.9990	.9990
3.1	.9990	.9991	.9991	.9991	.9992	.9992	.9992	.9992	.9993	.9993
3.2	.9993	.9993	.9994	.9994	.9994	.9994	.9994	.9995	.9995	.9995
3.3	.9995	.9995	.9995	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9997
3.4	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9998
3.50 and up	.9999									

NOTE: For values of z above 3.49, use 0.9999 for the area.

\*Use these common values that result from interpolation:

z score	Area
1.645	0.9500
2.575	0.9950

**Common Critical Values**

Confidence Level	Critical Value
0.90	1.645
0.95	1.96
0.99	2.575

TABLE A-3

t Distribution: Critical t Values

Degrees of Freedom	Area in One Tail				
	0.005	0.01	0.025	0.05	0.10
Degrees of Freedom	Area in Two Tails				
	0.01	0.02	0.05	0.10	0.20
1	63.657	31.821	12.706	6.314	3.078
2	9.925	6.965	4.303	2.920	1.886
3	5.841	4.541	3.182	2.353	1.638
4	4.604	3.747	2.776	2.132	1.533
5	4.032	3.365	2.571	2.015	1.476
6	3.707	3.143	2.447	1.943	1.440
7	3.499	2.998	2.365	1.895	1.415
8	3.355	2.896	2.306	1.860	1.397
9	3.250	2.821	2.262	1.833	1.383
10	3.169	2.764	2.228	1.812	1.372
11	3.106	2.718	2.201	1.796	1.363
12	3.055	2.681	2.179	1.782	1.356
13	3.012	2.650	2.160	1.771	1.350
14	2.977	2.624	2.145	1.761	1.345
15	2.947	2.602	2.131	1.753	1.341
16	2.921	2.583	2.120	1.746	1.337
17	2.898	2.567	2.110	1.740	1.333
18	2.878	2.552	2.101	1.734	1.330
19	2.861	2.539	2.093	1.729	1.328
20	2.845	2.528	2.086	1.725	1.325
21	2.831	2.518	2.080	1.721	1.323
22	2.819	2.508	2.074	1.717	1.321
23	2.807	2.500	2.069	1.714	1.319
24	2.797	2.492	2.064	1.711	1.318
25	2.787	2.485	2.060	1.708	1.316
26	2.779	2.479	2.056	1.706	1.315
27	2.771	2.473	2.052	1.703	1.314
28	2.763	2.467	2.048	1.701	1.313
29	2.756	2.462	2.045	1.699	1.311
30	2.750	2.457	2.042	1.697	1.310
31	2.744	2.453	2.040	1.696	1.309
32	2.738	2.449	2.037	1.694	1.309
34	2.728	2.441	2.032	1.691	1.307
36	2.719	2.434	2.028	1.688	1.306
38	2.712	2.429	2.024	1.686	1.304
40	2.704	2.423	2.021	1.684	1.303
45	2.690	2.412	2.014	1.679	1.301
50	2.678	2.403	2.009	1.676	1.299
55	2.668	2.396	2.004	1.673	1.297
60	2.660	2.390	2.000	1.671	1.296
65	2.654	2.385	1.997	1.669	1.295
70	2.648	2.381	1.994	1.667	1.294
75	2.643	2.377	1.992	1.665	1.293
80	2.639	2.374	1.990	1.664	1.292
90	2.632	2.368	1.987	1.662	1.291
100	2.626	2.364	1.984	1.660	1.290
200	2.601	2.345	1.972	1.653	1.286
300	2.592	2.339	1.968	1.650	1.284
400	2.588	2.336	1.966	1.649	1.284
500	2.586	2.334	1.965	1.648	1.283
750	2.582	2.331	1.963	1.647	1.283
1000	2.581	2.330	1.962	1.646	1.282
2000	2.578	2.328	1.961	1.646	1.282
Large	2.576	2.326	1.960	1.645	1.282

**Formulas and Tables**  
*Biostatistics for the Biological and Health Sciences,*  
 by Marc M. Triola, M.D. and Mario F. Triola  
 Copyright 2006 Pearson Education, Inc.

<b>TABLE A-4</b> Chi-Square ( $\chi^2$ ) Distribution										
Degrees of Freedom	Area to the Right of the Critical Value									
	0.995	0.99	0.975	0.95	0.90	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005
1	—	—	0.001	0.004	0.016	2.706	3.841	5.024	6.635	7.879
2	0.010	0.020	0.051	0.103	0.211	4.605	5.991	7.378	9.210	10.597
3	0.072	0.115	0.216	0.352	0.584	6.251	7.815	9.348	11.345	12.838
4	0.207	0.297	0.484	0.711	1.064	7.779	9.488	11.143	13.277	14.860
5	0.412	0.554	0.831	1.145	1.610	9.236	11.071	12.833	15.086	16.750
6	0.676	0.872	1.237	1.635	2.204	10.645	12.592	14.449	16.812	18.548
7	0.989	1.239	1.690	2.167	2.833	12.017	14.067	16.013	18.475	20.278
8	1.344	1.646	2.180	2.733	3.490	13.362	15.507	17.535	20.090	21.955
9	1.735	2.088	2.700	3.325	4.168	14.684	16.919	19.023	21.666	23.589
10	2.156	2.558	3.247	3.940	4.865	15.987	18.307	20.483	23.209	25.188
11	2.603	3.053	3.816	4.575	5.578	17.275	19.675	21.920	24.725	26.757
12	3.074	3.571	4.404	5.226	6.304	18.549	21.026	23.337	26.217	28.299
13	3.565	4.107	5.009	5.892	7.042	19.812	22.362	24.736	27.688	29.819
14	4.075	4.660	5.629	6.571	7.790	21.064	23.685	26.119	29.141	31.319
15	4.601	5.229	6.262	7.261	8.547	22.307	24.996	27.488	30.578	32.801
16	5.142	5.812	6.908	7.962	9.312	23.542	26.296	28.845	32.000	34.267
17	5.697	6.408	7.564	8.672	10.085	24.769	27.587	30.191	33.409	35.718
18	6.265	7.015	8.231	9.390	10.865	25.989	28.869	31.526	34.805	37.156
19	6.844	7.633	8.907	10.117	11.651	27.204	30.144	32.852	36.191	38.582
20	7.434	8.260	9.591	10.851	12.443	28.412	31.410	34.170	37.566	39.997
21	8.034	8.897	10.283	11.591	13.240	29.615	32.671	35.479	38.932	41.401
22	8.643	9.542	10.982	12.338	14.042	30.813	33.924	36.781	40.289	42.796
23	9.260	10.196	11.689	13.091	14.848	32.007	35.172	38.076	41.638	44.181
24	9.886	10.856	12.401	13.848	15.659	33.196	36.415	39.364	42.980	45.559
25	10.520	11.524	13.120	14.611	16.473	34.382	37.652	40.646	44.314	46.928
26	11.160	12.198	13.844	15.379	17.292	35.563	38.885	41.923	45.642	48.290
27	11.808	12.879	14.573	16.151	18.114	36.741	40.113	43.194	46.963	49.645
28	12.461	13.565	15.308	16.928	18.939	37.916	41.337	44.461	48.278	50.993
29	13.121	14.257	16.047	17.708	19.768	39.087	42.557	45.722	49.588	52.336
30	13.787	14.954	16.791	18.493	20.599	40.256	43.773	46.979	50.892	53.672
40	20.707	22.164	24.433	26.509	29.051	51.805	55.758	59.342	63.691	66.766
50	27.991	29.707	32.357	34.764	37.689	63.167	67.505	71.420	76.154	79.490
60	35.534	37.485	40.482	43.188	46.459	74.397	79.082	83.298	88.379	91.952
70	43.275	45.442	48.758	51.739	55.329	85.527	90.531	95.023	100.425	104.215
80	51.172	53.540	57.153	60.391	64.278	96.578	101.879	106.629	112.329	116.321
90	59.196	61.754	65.647	69.126	73.291	107.565	113.145	118.136	124.116	128.299
100	67.328	70.065	74.222	77.929	82.358	118.498	124.342	129.561	135.807	140.169

From Donald B. Owen, *Handbook of Statistical Tables*, ©1962 Addison-Wesley Publishing Co., Reading, MA. Reprinted with permission of the publisher.