# කැලණිය විශ්වවිද්‍යාලය - ශ්‍රී ලංකාව

# දූරස්ථ සහ අඛණ්ඩ අධ්‍යාපන කේන්ද්‍රය

## ශාස්ත්‍රවේදී (සාමාන්‍ය) උපාධි තෙවන පරීක්ෂණය (බාහිර) - 2021
## 2024 සැප්තැම්බර්

### සමාජීය විද්‍යා පීඨය

### සමාජ සංඛ්‍යානය (පැරණි නිර්දේශය)
### (අධ්‍යයන වර්ෂ 2012/13 සිට 2016 දක්වා)

### සංඛ්‍යාන අනුමිතිය සහ ව්‍යාපාර සංඛ්‍යානය SOST – E3015

ඕනෑම ප්‍රශ්න **පහකට (05)** පිළිතුරු සපයන්න.

**ප්‍රශ්න සංඛ්‍යාව : 08 යි.** | **කාලය : පැය 03 යි.**

---

**01** (i) ප්‍රාන්තර නිමානය සහ ලක්ෂමය නිමානය අතර වෙනස විස්තරාත්මකව විමසන්න. (ලකුණු 08)

(ii) හොඳ ලක්ෂමය නිමානයක තිබිය යුතු අභිප්‍රේත ගුණ මොනවාද? (ලකුණු 04)

(ii) නගරයක් හරහා ගමන් කරන අධිවේගී දුම්රියවල වේගය ප්‍රමතව ව්‍යාප්ත වන අතර මධ්‍යන්‍යය නොදන්නා අගයක් වේ. මෙම නගරය හරහා ගමන් කරන අධිවේගී දුම්රිය 50 ක නියැදියක් පරීක්ෂා කළ විට එහි සාමාන්‍ය වේගය පැයට කිලෝමීටර් 120 ක් හා සම්මත අපගමනය පැයට කිලෝමීටර් 40 ක් වේ. මෙම නගරය හරහා ගමන් කරන සියලුම දුම්රියවල සාමාන්‍ය වේගය සඳහා 95% ක විශ්‍රම්භ ප්‍රාන්තර ලබාගන්න. (ලකුණු 08)

**02** (i) වල්ග පරීක්ෂා යනු මොනවාදැයි හඳුන්වා උදාහරණ සහිතව විස්තර කරන්න. (ලකුණු 07)

(ii) යම් සංඛ්‍යාන විශ්ලේෂණයක් සඳහා t සහ z ව්‍යාප්ති දෙකෙන් කුමන ව්‍යාප්තිය සුදුසු දැයි තීරණය වන සාධක විස්තර කරන්න. (ලකුණු 06)

(iii) එක්තරා නගරයක් හරහා ගමන් කරන දෛනික බයිසිකල් සංඛ්‍යාව 1500 ක් බව සොයාගෙන ඇත. දින 20ක සසම්භාවී නියැදියක් පරීක්ෂා කළ විට දෛනික බයිසිකල් සංඛ්‍යාව 1300 ක් බවත් සම්මත අපගමනය 120 ක් බවත් පෙනී ගියේය. මෙම ප්‍රකාශය පිළිගත හැකිද යන්න 90% ක වෙසෙසියා මට්ටමින් පරීක්ෂා කරන්න. (ලකුණු 07)

**03** (i) අප්‍රතිෂ්ඨ්‍ය කල්පිතය සහ වෛකල්පිත කල්පිතය පහදන්න (ලකුණු 05)

(ii) සංඛ්‍යාන කල්පිත පරීක්ෂාවක පියවර පිළිවෙලින් ලියා දක්වන්න (ලකුණු 05)

(iii) රටවල් දෙකක නිෂ්පාදිත විදුලිපංකා දෙකක ක්ෂය වීමේ ගුණය අතර වෙනසක් පවතී ද යන්න පරීක්ෂා කිරීම සඳහා එවැනි විදුලිපංකා 220 ක නියැදියක් පරීක්ෂා කරන ලදී. විදුලිපංකා දෙකේම ක්ෂය වීමේ ගුණය ප්‍රමථව ව්‍යාප්ත වන අතර පළමු වර්ගයේ විදුලිපංකාවක ජීව කාලය වසර 05 ක් බවත් දෙවන වර්ගයේ විදුලිපංකාවක ජීව කාලය වසර 8 ක් බවත් පෙනී ගියේය. විදුලිපංකා දෙකේම සම්මත අපගමනයන් පිළිවෙලින් වසර 04 ක් සහ වසර 06 ක් වේ. පළමු වර්ගයේ විදුලිපංකාවක ගෙවීයාමේ ගුණය දෙවන වර්ගයේ විදුලිපංකාවක ගෙවීයාමේ ගුණයට සමානද යන්න 5% ක වෙසෙසියා මට්ටමෙන් පරීක්ෂා කරන්න. (ලකුණු 10)

04 (i) පළමු ප්‍රරූප දෝෂය සහ දෙවන ප්‍රරූප දෝෂය යනු කුමක්දැයි හඳුන්වා උදාහරණ සපයමින් විස්තර කරන්න.

(ලකුණු 08)

(ii) බිම්මල් නිපදවන ආයතනයක් ඔවුන් නිපදවන බිම්මල් පැකට්ටුවක සාමාන්‍ය බර ග්‍රෑම් 100 ක් හා සම්මත අපගමනය ග්‍රෑම් 40 ක් සහිතව ප්‍රමතව ව්‍යාප්ත වන බව අනාවරණය කරයි. මෙයින් සසම්භාවී ලෙස බිම්මල් පැකට් 200 නියැදියක් ගත් විට ඒවායේ සාමාන්‍ය බර

අ. ග්‍රෑම් 110ට වැඩි වීමේ

(ලකුණු 04)

ආ. ග්‍රෑම් 90ට අඩු වීමේ

(ලකුණු 04)

ඇ. ග්‍රෑම් 100 ත් 110 ත් අතර වීමේ සම්භාවිතාව සොයන්න.

(ලකුණු 04)

05 (i) "KG" යනු ප්‍රසිද්ධ LED බල්බ නිෂ්පාදකයෙකි. එම ආයතනයේ සිටින තත්ත්ව පාලක අධීක්ෂකවරයා සෑම පැයකටම බල්බ 150ක් අහඹු ලෙස තෝරා ගන්නා ලද අතර එහිදී එක් එක් තොගය සඳහා දෝෂ සහිත බල්බ ගණන වාර්තා කළේය. ලබා දී ඇති දත්ත මත පදනම්ව, දෝෂ සහිත බල්බ සංඛ්‍යාව සඳහා උපලාක්ෂණික පාලන සටහන (NP සටහන) නිර්මාණය කර ක්‍රියාවලිය පාලනයේ තිබේද යන්න තීරණය කරන්න.

(ලකුණු 10)

| තොගය | දෝෂ සහිත බල්බ සංඛ්‍යාව |
|---|---|
| 1 | 3 |
| 2 | 9 |
| 3 | 6 |
| 4 | 2 |
| 5 | 4 |
| 6 | 8 |
| 7 | 2 |
| 8 | 1 |
| 9 | 9 |
| 10 | 6 |
| 11 | 8 |
| 12 | 1 |
| 13 | 2 |
| 14 | 9 |
| 15 | 4 |

(ii) පිලිගැනුම් නියැදීම සහ නිවාරණ පිරික්සීම යනු කුමක්දැයි හඳුන්වා උදාහරණ සපයමින් විස්තර කරන්න.

(ලකුණු 10)

06 (i) සංඛ්‍යාන තත්ත්ව පාලනයේ දී පාලන සටහන් පවත්වාගෙන යාමේ වාසි අවාසි විස්තර කරන්න.

(ලකුණු 05)

(ii) ජංගම දුරකථන නිෂ්පාදන ආයතනයක් නියමිත ප්‍රමිතියට අනුව ජංගම දුරකථන නිෂ්පාදනය වී ඇත්දැයි පරීක්ෂා කිරීම සඳහා තරම 04ක් වන නියැදි 15 ක් තත්ත්ව පාලක විසින් නිරීක්ෂණය කරන ලදී. එහිදී සටහන් කර ගත් දත්ත පහත වගුවේ දිස්වේ. එම දත්ත භාවිතා කොට මධ්‍ය පාලන සටහන සහ පරාස පාලන සටහන නිර්මාණය කර මෙම ජංගම දුරකථන නියමිත ප්‍රමිතියට අනුව පවතීද යන්න තීරණය කර තත්ත්ව පාලන ක්‍රියාවලිය සම්බන්ධයෙන් ඔබගේ අදහස් දක්වන්න.

(ලකුණු 15)

| නියැදි අංක | **1** | **2** | **3** | **4** |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 9 | 12 | 10 | 9 |
| 2 | 10 | 12 | 8 | 10 |
| 3 | 11 | 11 | 3 | 12 |
| 4 | 12 | 12 | 4 | 4 |
| 5 | 12 | 10 | 5 | 2 |
| 6 | 9 | 8 | 5 | 7 |
| 7 | 10 | 9 | 6 | 12 |
| 8 | 10 | 9 | 7 | 11 |
| 9 | 5 | 8 | 8 | 10 |
| 10 | 11 | 7 | 6 | 3 |
| 11 | 12 | 6 | 5 | 4 |
| 12 | 10 | 5 | 4 | 5 |
| 13 | 6 | 4 | 3 | 6 |
| 14 | 7 | 10 | 12 | 7 |
| 15 | 8 | 11 | 12 | 8 |

07 (i) කාරක ලාක්ෂණික වක්‍රය (Operational Characteristics Curve – OC curve) යනු කුමක්දැයි හඳුන්වන්න. (ලකුණු 05)

(ii) නියැදි තරම වෙනස් වනවිට OC වක්‍රයේ ඇති වන වෙනස්කම් පිළිබඳව රූප සටහන් භාවිතයෙන් විස්තර කරන්න. (ලකුණු 05)

(iii) පාරිභෝගික අවධානම සහ නිෂ්පාදක අවධානම යනු කුමක්දැයි පහදන්න. (ලකුණු 05)

(iv) පිළිගත හැකි ගුණාත්මක මට්ටම සහ තොග සහන සදොස් සමානුපාතය විස්තර කරන්න. (ලකුණු 05)

08 (i) කයි වර්ග පරීක්ෂාව යනු කුමක්දැයි හඳුන්වා එහි අරමුණු විමසන්න. (ලකුණු 08)

(ii) රටක දළ දේශීය නිෂ්පාදිතය එම රටේ විදේශ ආයෝජන මත රඳා පවතී දැයි පරීක්ෂා කිරීමට ආර්ථික විශ්ලේෂකයන් අදහස් කරයි. මේ සඳහා රටවල් 150 ක නියැදියක් පදනම් කර සකස් කළ ආපතිකතා වගුවක් පහත දැක්වේ. මෙම දත්තවලට අනුව දළ දේශීය නිෂ්පාදිතය සහ විදේශ ආයෝජන යන ප්‍රවර්ග දෙක සංඛ්‍යානමය වශයෙන් පරායත්ත වේ දැයි $\alpha = 0.05$ මට්ටමින් පරීක්ෂා කරන්න. (ලකුණු 12)

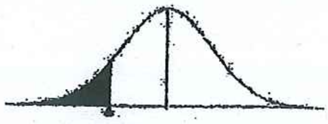
| දළ දේශීය නිෂ්පාදිතය ($ මිලියන) / විදේශ ආයෝජන ($ මිලියන) | 100-150 | 151-200 | 200 ට වැඩි |
|---|---|---|---|
| 50-100 | 14 | 13 | 17 |
| 101-150 | 12 | 11 | 15 |
| 151-200 | 14 | 15 | 18 |
| 200 ට වැඩි | 16 | 10 | 19 |

************************************

## Quality Control Chart

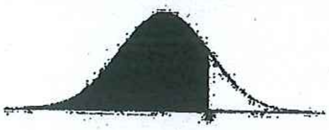
| Number of observations in Sample, $n$ | Chart for Mean ($\bar{x}$) | | | Chart for standard deviation ($s$) | | | | | | Chart for ranges ($R$) | | | | | | | Chart for observations | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Factors for control Limits | | | Factors for Central Line | | Factors for control Limits | | | | Factors for central Line | | | Factors for control Limits | | | | Factors for control Limits | |
| | $A$ | $A_1$ | $A_2$ | $C_2$ | $1/C_2$ | $B_1$ | $B_2$ | $B_3$ | $B_4$ | $d_2$ | $1/d_2$ | $d_3$ | $D_1$ | $D_2$ | $D_3$ | $D_4$ | $E_1$ | $E_2$ |
| | 2.121 | 3.760 | 1.880 | 0.5642 | 1.7725 | 0 | 1.843 | 0 | 3.267 | 1.128 | 0.8865 | 0.853 | 0 | 3.686 | 0 | 3.267 | 5.318 | 2.660 |
| 3 | 1.732 | 2.394 | 1.023 | 0.7236 | 1.3820 | 0 | 1.858 | 0 | 2.568 | 1.693 | 0.5907 | 0.888 | 0 | 4.358 | 0 | 2.575 | 4.146 | 1.772 |
| 4 | 1.500 | 1.880 | 0.729 | 0.7979 | 1.2533 | 0 | 1.808 | 0 | 2.266 | 2.059 | 0.4857 | 0.880 | 0 | 4.698 | 0 | 2.282 | 3.760 | 1.457 |
| 5 | 1.342 | 1.596 | 0.577 | 0.8407 | 1.1894 | 0 | 1.756 | 0 | 2.089 | 2.326 | 0.4299 | 0.864 | 0 | 4.918 | 0 | 2.115 | 3.568 | 1.290 |
| 6 | 1.225 | 1.410 | 0.483 | 0.8686 | 1.1512 | 0.026 | 1.711 | 0.030 | 1.970 | 2.534 | 0.3946 | 0.848 | 0 | 5.078 | 0 | 2.004 | 3.454 | 1.184 |
| 7 | 1.134 | 1.277 | 0.419 | 0.8882 | 1.1259 | 0.105 | 1.672 | 0.118 | 1.882 | 2.704 | 0.3698 | 0.833 | 0.205 | 5.203 | 0.076 | 1.924 | 3.378 | 1.109 |
| 8 | 1.061 | 1.175 | 0.373 | 0.9027 | 1.1078 | 0.167 | 1.638 | 0.185 | 1.815 | 2.847 | 0.3512 | 0.820 | 0.387 | 5.307 | 0.136 | 1.864 | 3.323 | 1.054 |
| 9 | 1.000 | 1.094 | 0.337 | 0.9139 | 1.0942 | 0.219 | 1.609 | 0.239 | 1.761 | 2.970 | 0.3367 | 0.808 | 0.546 | 5.394 | 0.184 | 1.816 | 3.283 | 1.010 |
| 10 | 0.949 | 1.028 | 0.308 | 0.9227 | 1.0837 | 0.262 | 1.584 | 0.284 | 1.716 | 3.078 | 0.3249 | 0.797 | 0.687 | 5.469 | 0.223 | 1.777 | 3.251 | 0.975 |
| 11 | 0.905 | 0.973 | 0.285 | 0.9300 | 1.0753 | 0.299 | 1.561 | 0.321 | 1.679 | 3.173 | 0.3152 | 0.787 | 0.812 | 5.534 | 0.256 | 1.744 | 3.226 | 0.946 |
| 12 | 0.866 | 0.925 | 0.266 | 0.9359 | 1.0684 | 0.331 | 1.541 | 0.354 | 1.646 | 3.258 | 0.3069 | 0.778 | 0.924 | 5.592 | 0.284 | 1.716 | 3.205 | 0.921 |
| 13 | 0.832 | 0.884 | 0.249 | 0.9410 | 1.0627 | 0.359 | 1.523 | 0.382 | 1.618 | 3.336 | 0.2998 | 0.770 | 1.026 | 5.646 | 0.308 | 1.692 | 3.188 | 0.899 |
| 14 | 0.802 | 0.848 | 0.235 | 0.9453 | 1.0579 | 0.384 | 1.507 | 0.406 | 1.594 | 3.407 | 0.2935 | 0.762 | 1.121 | 5.693 | 0.329 | 1.671 | 3.174 | 0.881 |
| 15 | 0.775 | 0.816 | 0.223 | 0.9490 | 1.0537 | 0.406 | 1.492 | 0.428 | 1.572 | 3.472 | 0.2880 | 0.755 | 1.207 | 5.737 | 0.348 | 1.652 | 3.161 | 0.864 |
| 16 | 0.750 | 0.788 | 0.212 | 0.9523 | 1.0501 | 0.427 | 1.478 | 0.448 | 1.552 | 3.532 | 0.2831 | 0.749 | 1.285 | 5.779 | 0.364 | 1.636 | 3.150 | 0.849 |
| 17 | 0.728 | 0.762 | 0.203 | 0.9551 | 1.0470 | 0.445 | 1.465 | 0.466 | 1.534 | 3.588 | 0.2787 | 0.743 | 1.359 | 5.817 | 0.379 | 1.621 | 3.141 | 0.836 |
| 18 | 0.707 | 0.738 | 0.194 | 0.9576 | 1.0442 | 0.461 | 1.454 | 0.482 | 1.518 | 3.640 | 0.2747 | 0.738 | 1.426 | 5.854 | 0.392 | 1.608 | 3.133 | 0.824 |
| 19 | 0.688 | 0.717 | 0.187 | 0.9599 | 1.0418 | 0.477 | 1.443 | 0.497 | 1.503 | 3.689 | 0.2711 | 0.733 | 1.490 | 5.888 | 0.404 | 1.596 | 3.125 | 0.813 |
| 20 | 0.671 | 0.697 | 0.180 | 0.9619 | 1.0396 | 0.491 | 1.433 | 0.510 | 1.490 | 3.735 | 0.2677 | 0.729 | 1.548 | 5.922 | 0.414 | 1.586 | 3.119 | 0.803 |
| 21 | 0.655 | 0.679 | 0.173 | 0.9638 | 1.0376 | 0.504 | 1.424 | 0.523 | 1.477 | 3.778 | 0.2647 | 0.724 | 1.606 | 5.950 | 0.425 | 1.575 | 3.113 | 0.794 |
| 22 | 0.640 | 0.662 | 0.167 | 0.9655 | 1.0358 | 0.516 | 1.415 | 0.534 | 1.466 | 3.819 | 0.2618 | 0.720 | 1.659 | 5.979 | 0.434 | 1.566 | 3.107 | 0.785 |
| 23 | 0.626 | 0.647 | 0.162 | 0.9670 | 1.0342 | 0.527 | 1.407 | 0.545 | 1.455 | 3.858 | 0.2592 | 0.716 | 1.710 | 6.006 | 0.443 | 1.557 | 3.103 | 0.778 |
| 24 | 0.612 | 0.632 | 0.157 | 0.9684 | 1.0327 | 0.538 | 1.399 | 0.555 | 1.445 | 3.895 | 0.2567 | 0.712 | 1.759 | 6.031 | 0.452 | 1.548 | 3.098 | 0.770 |
| 25 | 0.600 | 0.619 | 0.153 | 0.9696 | 1.0313 | 0.548 | 1.392 | 0.565 | 1.435 | 3.931 | 0.2544 | 0.709 | 1.804 | 6.058 | 0.459 | 1.541 | 3.094 | 0.763 |
| Over 25 | $\frac{3}{\sqrt{n}}$ | $\frac{3}{\sqrt{n}}$ | | | | $1-\frac{3}{\sqrt{n}}$ | $1+\frac{3}{\sqrt{n}}$ | $1-\frac{3}{\sqrt{n}}$ | $1+\frac{3}{\sqrt{n}}$ | | | | | | | | 3 | $\frac{3}{d_2}$ |

## Standard Normal Distribution Table



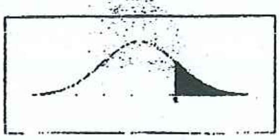
| z | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.06 | 0.07 | 0.08 | 0.09 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -3.4 | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 | 0.0002 |
| -3.3 | 0.0005 | 0.0005 | 0.0005 | 0.0004 | 0.0004 | 0.0004 | 0.0004 | 0.0004 | 0.0004 | 0.0003 |
| -3.2 | 0.0007 | 0.0007 | 0.0006 | 0.0006 | 0.0006 | 0.0006 | 0.0006 | 0.0005 | 0.0005 | 0.0005 |
| -3.1 | 0.0010 | 0.0009 | 0.0009 | 0.0009 | 0.0008 | 0.0008 | 0.0008 | 0.0008 | 0.0007 | 0.0007 |
| -3.0 | 0.0013 | 0.0013 | 0.0013 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0010 |
| -2.9 | 0.0019 | 0.0018 | 0.0018 | 0.0017 | 0.0016 | 0.0016 | 0.0015 | 0.0015 | 0.0014 | 0.0014 |
| -2.8 | 0.0026 | 0.0025 | 0.0024 | 0.0023 | 0.0023 | 0.0022 | 0.0021 | 0.0021 | 0.0020 | 0.0019 |
| -2.7 | 0.0035 | 0.0034 | 0.0033 | 0.0032 | 0.0031 | 0.0030 | 0.0029 | 0.0028 | 0.0027 | 0.0026 |
| -2.6 | 0.0047 | 0.0045 | 0.0044 | 0.0043 | 0.0041 | 0.0040 | 0.0039 | 0.0038 | 0.0037 | 0.0036 |
| -2.5 | 0.0062 | 0.0060 | 0.0059 | 0.0057 | 0.0055 | 0.0054 | 0.0052 | 0.0051 | 0.0049 | 0.0048 |
| -2.4 | 0.0082 | 0.0080 | 0.0078 | 0.0075 | 0.0073 | 0.0071 | 0.0069 | 0.0068 | 0.0066 | 0.0064 |
| -2.3 | 0.0107 | 0.0104 | 0.0102 | 0.0099 | 0.0096 | 0.0094 | 0.0091 | 0.0089 | 0.0087 | 0.0084 |
| -2.2 | 0.0139 | 0.0136 | 0.0132 | 0.0129 | 0.0125 | 0.0122 | 0.0119 | 0.0116 | 0.0113 | 0.0110 |
| -2.1 | 0.0179 | 0.0174 | 0.0170 | 0.0166 | 0.0162 | 0.0158 | 0.0154 | 0.0150 | 0.0146 | 0.0143 |
| -2.0 | 0.0228 | 0.0222 | 0.0217 | 0.0212 | 0.0207 | 0.0202 | 0.0197 | 0.0192 | 0.0188 | 0.0183 |
| -1.9 | 0.0287 | 0.0281 | 0.0274 | 0.0268 | 0.0262 | 0.0256 | 0.0250 | 0.0244 | 0.0239 | 0.0233 |
| -1.8 | 0.0359 | 0.0351 | 0.0344 | 0.0336 | 0.0329 | 0.0322 | 0.0314 | 0.0307 | 0.0301 | 0.0294 |
| -1.7 | 0.0446 | 0.0436 | 0.0427 | 0.0418 | 0.0409 | 0.0401 | 0.0392 | 0.0384 | 0.0375 | 0.0367 |
| -1.6 | 0.0548 | 0.0537 | 0.0526 | 0.0516 | 0.0505 | 0.0495 | 0.0485 | 0.0475 | 0.0465 | 0.0455 |
| -1.5 | 0.0668 | 0.0655 | 0.0643 | 0.0630 | 0.0618 | 0.0606 | 0.0594 | 0.0582 | 0.0571 | 0.0559 |
| -1.4 | 0.0808 | 0.0793 | 0.0778 | 0.0764 | 0.0749 | 0.0735 | 0.0721 | 0.0708 | 0.0694 | 0.0681 |
| -1.3 | 0.0968 | 0.0951 | 0.0934 | 0.0918 | 0.0901 | 0.0885 | 0.0869 | 0.0853 | 0.0838 | 0.0823 |
| -1.2 | 0.1151 | 0.1131 | 0.1112 | 0.1093 | 0.1075 | 0.1056 | 0.1038 | 0.1020 | 0.1003 | 0.0985 |
| -1.1 | 0.1357 | 0.1335 | 0.1314 | 0.1292 | 0.1271 | 0.1251 | 0.1230 | 0.1210 | 0.1190 | 0.1170 |
| -1.0 | 0.1587 | 0.1562 | 0.1539 | 0.1515 | 0.1492 | 0.1469 | 0.1446 | 0.1423 | 0.1401 | 0.1379 |
| -0.9 | 0.1841 | 0.1814 | 0.1788 | 0.1762 | 0.1736 | 0.1711 | 0.1685 | 0.1660 | 0.1635 | 0.1611 |
| -0.8 | 0.2119 | 0.2090 | 0.2061 | 0.2033 | 0.2005 | 0.1977 | 0.1949 | 0.1922 | 0.1894 | 0.1867 |
| -0.7 | 0.2420 | 0.2389 | 0.2358 | 0.2327 | 0.2296 | 0.2266 | 0.2236 | 0.2206 | 0.2177 | 0.2148 |
| -0.6 | 0.2743 | 0.2709 | 0.2676 | 0.2643 | 0.2611 | 0.2578 | 0.2546 | 0.2514 | 0.2483 | 0.2451 |
| -0.5 | 0.3085 | 0.3050 | 0.3015 | 0.2981 | 0.2946 | 0.2912 | 0.2877 | 0.2843 | 0.2810 | 0.2776 |
| -0.4 | 0.3446 | 0.3409 | 0.3372 | 0.3336 | 0.3300 | 0.3264 | 0.3228 | 0.3192 | 0.3156 | 0.3121 |
| -0.3 | 0.3821 | 0.3783 | 0.3745 | 0.3707 | 0.3669 | 0.3632 | 0.3594 | 0.3557 | 0.3520 | 0.3483 |
| -0.2 | 0.4207 | 0.4168 | 0.4129 | 0.4090 | 0.4052 | 0.4013 | 0.3974 | 0.3936 | 0.3897 | 0.3859 |
| -0.1 | 0.4602 | 0.4562 | 0.4522 | 0.4483 | 0.4443 | 0.4404 | 0.4364 | 0.4325 | 0.4286 | 0.4247 |
| 0.0 | 0.5000 | 0.4960 | 0.4920 | 0.4880 | 0.4840 | 0.4801 | 0.4761 | 0.4721 | 0.4681 | 0.4641 |

## Standard Normal Distribution Table



| z | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.06 | 0.07 | 0.08 | 0.09 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.0 | 0.5000 | 0.5040 | 0.5080 | 0.5120 | 0.5160 | 0.5199 | 0.5239 | 0.5279 | 0.5319 | 0.5359 |
| 0.1 | 0.5398 | 0.5438 | 0.5478 | 0.5517 | 0.5557 | 0.5596 | 0.5636 | 0.5675 | 0.5714 | 0.5753 |
| 0.2 | 0.5793 | 0.5832 | 0.5871 | 0.5910 | 0.5948 | 0.5987 | 0.6026 | 0.6064 | 0.6103 | 0.6141 |
| 0.3 | 0.6179 | 0.6217 | 0.6255 | 0.6293 | 0.6331 | 0.6368 | 0.6406 | 0.6443 | 0.6480 | 0.6517 |
| 0.4 | 0.6554 | 0.6591 | 0.6628 | 0.6664 | 0.6700 | 0.6736 | 0.6772 | 0.6808 | 0.6844 | 0.6879 |
| 0.5 | 0.6915 | 0.6950 | 0.6985 | 0.7019 | 0.7054 | 0.7088 | 0.7123 | 0.7157 | 0.7190 | 0.7224 |
| 0.6 | 0.7257 | 0.7291 | 0.7324 | 0.7357 | 0.7389 | 0.7422 | 0.7454 | 0.7486 | 0.7517 | 0.7549 |
| 0.7 | 0.7580 | 0.7611 | 0.7642 | 0.7673 | 0.7704 | 0.7734 | 0.7764 | 0.7794 | 0.7823 | 0.7852 |
| 0.8 | 0.7881 | 0.7910 | 0.7939 | 0.7967 | 0.7995 | 0.8023 | 0.8051 | 0.8078 | 0.8106 | 0.8133 |
| 0.9 | 0.8159 | 0.8186 | 0.8212 | 0.8238 | 0.8264 | 0.8289 | 0.8315 | 0.8340 | 0.8365 | 0.8389 |
| 1.0 | 0.8413 | 0.8438 | 0.8461 | 0.8485 | 0.8508 | 0.8531 | 0.8554 | 0.8577 | 0.8599 | 0.8621 |
| 1.1 | 0.8643 | 0.8665 | 0.8686 | 0.8708 | 0.8729 | 0.8749 | 0.8770 | 0.8790 | 0.8810 | 0.8830 |
| 1.2 | 0.8849 | 0.8869 | 0.8888 | 0.8907 | 0.8925 | 0.8944 | 0.8962 | 0.8980 | 0.8997 | 0.9015 |
| 1.3 | 0.9032 | 0.9049 | 0.9066 | 0.9082 | 0.9099 | 0.9115 | 0.9131 | 0.9147 | 0.9162 | 0.9177 |
| 1.4 | 0.9192 | 0.9207 | 0.9222 | 0.9236 | 0.9251 | 0.9265 | 0.9279 | 0.9292 | 0.9306 | 0.9319 |
| 1.5 | 0.9332 | 0.9345 | 0.9357 | 0.9370 | 0.9382 | 0.9394 | 0.9406 | 0.9418 | 0.9429 | 0.9441 |
| 1.6 | 0.9452 | 0.9463 | 0.9474 | 0.9484 | 0.9495 | 0.9505 | 0.9515 | 0.9525 | 0.9535 | 0.9545 |
| 1.7 | 0.9554 | 0.9564 | 0.9573 | 0.9582 | 0.9591 | 0.9599 | 0.9608 | 0.9616 | 0.9625 | 0.9633 |
| 1.8 | 0.9641 | 0.9649 | 0.9656 | 0.9664 | 0.9671 | 0.9678 | 0.9686 | 0.9693 | 0.9699 | 0.9706 |
| 1.9 | 0.9713 | 0.9719 | 0.9726 | 0.9732 | 0.9738 | 0.9744 | 0.9750 | 0.9756 | 0.9761 | 0.9767 |
| 2.0 | 0.9772 | 0.9778 | 0.9783 | 0.9788 | 0.9793 | 0.9798 | 0.9803 | 0.9808 | 0.9812 | 0.9817 |
| 2.1 | 0.9821 | 0.9826 | 0.9830 | 0.9834 | 0.9838 | 0.9842 | 0.9846 | 0.9850 | 0.9854 | 0.9857 |
| 2.2 | 0.9861 | 0.9864 | 0.9868 | 0.9871 | 0.9875 | 0.9878 | 0.9881 | 0.9884 | 0.9887 | 0.9890 |
| 2.3 | 0.9893 | 0.9896 | 0.9898 | 0.9901 | 0.9904 | 0.9906 | 0.9909 | 0.9911 | 0.9913 | 0.9916 |
| 2.4 | 0.9918 | 0.9920 | 0.9922 | 0.9925 | 0.9927 | 0.9929 | 0.9931 | 0.9932 | 0.9934 | 0.9936 |
| 2.5 | 0.9938 | 0.9940 | 0.9941 | 0.9943 | 0.9945 | 0.9946 | 0.9948 | 0.9949 | 0.9951 | 0.9952 |
| 2.6 | 0.9953 | 0.9955 | 0.9956 | 0.9957 | 0.9959 | 0.9960 | 0.9961 | 0.9962 | 0.9963 | 0.9964 |
| 2.7 | 0.9965 | 0.9966 | 0.9967 | 0.9968 | 0.9969 | 0.9970 | 0.9971 | 0.9972 | 0.9973 | 0.9974 |
| 2.8 | 0.9974 | 0.9975 | 0.9976 | 0.9977 | 0.9977 | 0.9978 | 0.9979 | 0.9979 | 0.9980 | 0.9981 |
| 2.9 | 0.9981 | 0.9982 | 0.9982 | 0.9983 | 0.9984 | 0.9984 | 0.9985 | 0.9985 | 0.9986 | 0.9986 |
| 3.0 | 0.9987 | 0.9987 | 0.9987 | 0.9988 | 0.9988 | 0.9989 | 0.9989 | 0.9989 | 0.9990 | 0.9990 |
| 3.1 | 0.9990 | 0.9991 | 0.9991 | 0.9991 | 0.9992 | 0.9992 | 0.9992 | 0.9992 | 0.9993 | 0.9993 |
| 3.2 | 0.9993 | 0.9993 | 0.9994 | 0.9994 | 0.9994 | 0.9994 | 0.9994 | 0.9995 | 0.9995 | 0.9995 |
| 3.3 | 0.9995 | 0.9995 | 0.9995 | 0.9996 | 0.9996 | 0.9996 | 0.9996 | 0.9996 | 0.9996 | 0.9997 |
| 3.4 | 0.9997 | 0.9997 | 0.9997 | 0.9997 | 0.9997 | 0.9997 | 0.9997 | 0.9997 | 0.9997 | 0.9998 |

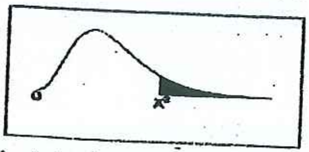
## Student's t Distribution Table



The shaded area is equal to $\alpha$ for $t = t_{\alpha}$.

| df | $t_{.100}$ | $t_{.050}$ | $t_{.025}$ | $t_{.010}$ | $t_{.005}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 3.078 | 6.314 | 12.706 | 31.821 | 63.657 |
| 2 | 1.886 | 2.920 | 4.303 | 6.965 | 9.925 |
| 3 | 1.638 | 2.353 | 3.182 | 4.541 | 5.841 |
| 4 | 1.533 | 2.132 | 2.776 | 3.747 | 4.604 |
| 5 | 1.476 | 2.015 | 2.571 | 3.365 | 4.032 |
| 6 | 1.440 | 1.943 | 2.447 | 3.143 | 3.707 |
| 7 | 1.415 | 1.895 | 2.365 | 2.998 | 3.499 |
| 8 | 1.397 | 1.860 | 2.306 | 2.896 | 3.355 |
| 9 | 1.383 | 1.833 | 2.262 | 2.821 | 3.250 |
| 10 | 1.372 | 1.812 | 2.228 | 2.764 | 3.169 |
| 11 | 1.363 | 1.796 | 2.201 | 2.718 | 3.106 |
| 12 | 1.356 | 1.782 | 2.179 | 2.681 | 3.055 |
| 13 | 1.350 | 1.771 | 2.160 | 2.650 | 3.012 |
| 14 | 1.345 | 1.761 | 2.145 | 2.624 | 2.977 |
| 15 | 1.341 | 1.753 | 2.131 | 2.602 | 2.947 |
| 16 | 1.337 | 1.746 | 2.120 | 2.583 | 2.921 |
| 17 | 1.333 | 1.740 | 2.110 | 2.567 | 2.898 |
| 18 | 1.330 | 1.734 | 2.101 | 2.552 | 2.878 |
| 19 | 1.328 | 1.729 | 2.093 | 2.539 | 2.861 |
| 20 | 1.325 | 1.725 | 2.086 | 2.528 | 2.845 |
| 21 | 1.323 | 1.721 | 2.080 | 2.518 | 2.831 |
| 22 | 1.321 | 1.717 | 2.074 | 2.508 | 2.819 |
| 23 | 1.319 | 1.714 | 2.069 | 2.500 | 2.807 |
| 24 | 1.318 | 1.711 | 2.064 | 2.492 | 2.797 |
| 25 | 1.316 | 1.708 | 2.060 | 2.485 | 2.787 |
| 26 | 1.315 | 1.706 | 2.056 | 2.479 | 2.779 |
| 27 | 1.314 | 1.703 | 2.052 | 2.473 | 2.771 |
| 28 | 1.313 | 1.701 | 2.048 | 2.467 | 2.763 |
| 29 | 1.311 | 1.699 | 2.045 | 2.462 | 2.756 |
| 30 | 1.310 | 1.697 | 2.042 | 2.457 | 2.750 |
| 32 | 1.309 | 1.694 | 2.037 | 2.449 | 2.738 |
| 34 | 1.307 | 1.691 | 2.032 | 2.441 | 2.728 |
| 36 | 1.306 | 1.688 | 2.028 | 2.434 | 2.719 |
| 38 | 1.304 | 1.686 | 2.024 | 2.429 | 2.712 |
| ∞ | 1.282 | 1.645 | 1.960 | 2.326 | 2.576 |

## Chi Square Distribution




The shaded area is equal to $\alpha$ for $\chi^2 = \chi^2_\alpha$.

| df | $\chi^2_{.995}$ | $\chi^2_{.990}$ | $\chi^2_{.975}$ | $\chi^2_{.950}$ | $\chi^2_{.900}$ | $\chi^2_{.100}$ | $\chi^2_{.050}$ | $\chi^2_{.025}$ | $\chi^2_{.010}$ | $\chi^2_{.005}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.000 | 0.000 | 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 | 11.070 | 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 | 28.300 |
| 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 | 14.041 | 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 | 43.195 | 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 | 14.256 | 16.047 | 17.708 | 19.768 | 39.087 | 42.557 | 45.722 | 49.588 | 52.336 |
| 30 | 13.787 | 14.953 | 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 |