

Bias of Monte Carlo methods in Standard Normal Distribution

Abstract

It is hard to calculate distribution function of $N(0,1)$.

$$\Phi(t) = \int_{-\infty}^t \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-y^2/2} dy$$

Instead, we can use Monte Carlo methods to estimate its value:

$$\hat{\Phi}(t) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I(X_i \leq t)$$

In this experiment, we calculate when

$$t \in 0.0, 0.67, 0.84, 1.28, 1.65, 2.32, 2.58, 3.09, 3.72$$

n times(

$$n \in 10^2, 10^3, 10^4$$

)

Code

I use `rnorm` to get a random number “a” according to Normal Distribution. The proportion of a which is smaller than t is similar to the number we want. Repeat the experiment 100 times and store all data in one array.

```
T=array(0,dim=c(9,3,100),dimnames=list(c("0.0","0.67","0.84","1.28","1.65","2.32","2.58","3.09","3.72"))
for(i in 1:100){
  #n=10^2 t=0
  n=10^2
  t=0
  for(value in 1:n)
    {a <- rnorm(1, mean=0, sd=1)
  if(a<=t)
    {b=1}
  else
    {b=0}
  T[1,1,i]=T[1,1,i]+b
}
T[1,1,i]=T[1,1,i]/n

#n=10^3 t=0
n=10^3
t=0
for(value in 1:n)
  {a <- rnorm(1, mean=0, sd=1)
if(a<=t)
```

```

    {b=1}
  else
    {b=0}
  T[1,2,i]=T[1,2,i]+b
}
T[1,2,i]=T[1,2,i]/n

#n=104 t=0
n=104
t=0
for(value in 1:n)
  {a <- rnorm(1, mean=0, sd=1)
  if(a<=t)
    {b=1}
  else
    {b=0}
  T[1,3,i]=T[1,3,i]+b
}
T[1,3,i]=T[1,3,i]/n

#n=102 t=0.67
n=102
t=0.67
for(value in 1:n)
  {a <- rnorm(1, mean=0, sd=1)
  if(a<=t)
    {b=1}
  else
    {b=0}
  T[2,1,i]=T[2,1,i]+b
}
T[2,1,i]=T[2,1,i]/n

#n=103 t=0.67
n=103
t=0.67
for(value in 1:n)
  {a <- rnorm(1, mean=0, sd=1)
  if(a<=t)
    {b=1}
  else
    {b=0}
  T[2,2,i]=T[2,2,i]+b
}
T[2,2,i]=T[2,2,i]/n

#n=104 t=0.67
n=104
t=0.67
for(value in 1:n)
  {a <- rnorm(1, mean=0, sd=1)
  if(a<=t)
    {b=1}

```

```

    else
      {b=0}
T[2,3,i]=T[2,3,i]+b
}
T[2,3,i]=T[2,3,i]/n

#n=102 t=0.84
n=102
t=0.84
for(value in 1:n)
  {a <- rnorm(1, mean=0, sd=1)
if(a<=t)
  {b=1}
  else
    {b=0}
T[3,1,i]=T[3,1,i]+b
}
T[3,1,i]=T[3,1,i]/n

#n=103 t=0.84
n=103
t=0.84
for(value in 1:n)
  {a <- rnorm(1, mean=0, sd=1)
if(a<=t)
  {b=1}
  else
    {b=0}
T[3,2,i]=T[3,2,i]+b
}
T[3,2,i]=T[3,2,i]/n

#n=104 t=0.84
n=104
t=0.84
for(value in 1:n)
  {a <- rnorm(1, mean=0, sd=1)
if(a<=t)
  {b=1}
  else
    {b=0}
T[3,3,i]=T[3,3,i]+b
}
T[3,3,i]=T[3,3,i]/n

#n=102 t=1.28
n=102
t=1.28
for(value in 1:n)
  {a <- rnorm(1, mean=0, sd=1)
if(a<=t)
  {b=1}
  else

```

```

    {b=0}
T[4,1,i]=T[4,1,i]+b
}
T[4,1,i]=T[4,1,i]/n

#n=103 t=1.28
n=103
t=1.28
for(value in 1:n)
  {a <- rnorm(1, mean=0, sd=1)
if(a<=t)
  {b=1}
  else
    {b=0}
T[4,2,i]=T[4,2,i]+b
}
T[4,2,i]=T[4,2,i]/n

#n=104 t=1.28
n=104
t=1.28
for(value in 1:n)
  {a <- rnorm(1, mean=0, sd=1)
if(a<=t)
  {b=1}
  else
    {b=0}
T[4,3,i]=T[4,3,i]+b
}
T[4,3,i]=T[4,3,i]/n

#n=102 t=1.65
n=102
t=1.65
for(value in 1:n)
  {a <- rnorm(1, mean=0, sd=1)
if(a<=t)
  {b=1}
  else
    {b=0}
T[5,1,i]=T[5,1,i]+b
}
T[5,1,i]=T[5,1,i]/n

#n=103 t=1.65
n=103
t=1.65
for(value in 1:n)
  {a <- rnorm(1, mean=0, sd=1)
if(a<=t)
  {b=1}
  else
    {b=0}

```

```

T[5,2,i]=T[5,2,i]+b
}
T[5,2,i]=T[5,2,i]/n

#n=104 t=1.65
n=104
t=1.65
for(value in 1:n)
  {a <- rnorm(1, mean=0, sd=1)
if(a<=t)
  {b=1}
  else
    {b=0}
T[5,3,i]=T[5,3,i]+b
}
T[5,3,i]=T[5,3,i]/n

#n=102 t=2.32
n=102
t=2.32
for(value in 1:n)
  {a <- rnorm(1, mean=0, sd=1)
if(a<=t)
  {b=1}
  else
    {b=0}
T[6,1,i]=T[6,1,i]+b
}
T[6,1,i]=T[6,1,i]/n

#n=103 t=2.32
n=103
t=2.32
for(value in 1:n)
  {a <- rnorm(1, mean=0, sd=1)
if(a<=t)
  {b=1}
  else
    {b=0}
T[6,2,i]=T[6,2,i]+b
}
T[6,2,i]=T[6,2,i]/n

#n=104 t=2.32
n=104
t=2.32
for(value in 1:n)
  {a <- rnorm(1, mean=0, sd=1)
if(a<=t)
  {b=1}
  else
    {b=0}
T[6,3,i]=T[6,3,i]+b

```

```

}
T[6,3,i]=T[6,3,i]/n

#n=10^2 t=2.58
n=10^2
t=2.58
for(value in 1:n)
  {a <- rnorm(1, mean=0, sd=1)
  if(a<=t)
    {b=1}
  else
    {b=0}
  T[7,1,i]=T[7,1,i]+b
}
T[7,1,i]=T[7,1,i]/n

#n=10^3 t=2.58
n=10^3
t=2.58
for(value in 1:n)
  {a <- rnorm(1, mean=0, sd=1)
  if(a<=t)
    {b=1}
  else
    {b=0}
  T[7,2,i]=T[7,2,i]+b
}
T[7,2,i]=T[7,2,i]/n

#n=10^4 t=2.58
n=10^4
t=2.58
for(value in 1:n)
  {a <- rnorm(1, mean=0, sd=1)
  if(a<=t)
    {b=1}
  else
    {b=0}
  T[7,3,i]=T[7,3,i]+b
}
T[7,3,i]=T[7,3,i]/n

#n=10^2 t=3.09
n=10^2
t=3.09
for(value in 1:n)
  {a <- rnorm(1, mean=0, sd=1)
  if(a<=t)
    {b=1}
  else
    {b=0}
  T[8,1,i]=T[8,1,i]+b
}

```

```

T[8,1,i]=T[8,1,i]/n

#n=10^3 t=3.09
n=10^3
t=3.09
for(value in 1:n)
  {a <- rnorm(1, mean=0, sd=1)
  if(a<=t)
    {b=1}
    else
      {b=0}
  T[8,2,i]=T[8,2,i]+b
  }
T[8,2,i]=T[8,2,i]/n

#n=10^4 t=3.09
n=10^4
t=3.09
for(value in 1:n)
  {a <- rnorm(1, mean=0, sd=1)
  if(a<=t)
    {b=1}
    else
      {b=0}
  T[8,3,i]=T[8,3,i]+b
  }
T[8,3,i]=T[8,3,i]/n

#n=10^2 t=3.72
n=10^2
t=3.72
for(value in 1:n)
  {a <- rnorm(1, mean=0, sd=1)
  if(a<=t)
    {b=1}
    else
      {b=0}
  T[9,1,i]=T[9,1,i]+b
  }
T[9,1,i]=T[9,1,i]/n

#n=10^3 t=3.72
n=10^3
t=3.72
for(value in 1:n)
  {a <- rnorm(1, mean=0, sd=1)
  if(a<=t)
    {b=1}
    else
      {b=0}
  T[9,2,i]=T[9,2,i]+b
  }
T[9,2,i]=T[9,2,i]/n

```

```

#n=10^4 t=3.72
n=10^4
t=3.72
for(value in 1:n)
  {a <- rnorm(1, mean=0, sd=1)
  if(a<=t)
    {b=1}
  else
    {b=0}
  T[9,3,i]=T[9,3,i]+b
}
T[9,3,i]=T[9,3,i]/n
}
print(T)

```

```

## , , 1
##
##      10^2  10^3  10^4
## 0.0  0.53 0.521 0.5054
## 0.67 0.77 0.744 0.7510
## 0.84 0.79 0.802 0.8002
## 1.28 0.94 0.900 0.9012
## 1.65 0.95 0.950 0.9515
## 2.32 0.99 0.989 0.9910
## 2.58 0.99 0.995 0.9941
## 3.09 1.00 1.000 0.9991
## 3.72 1.00 1.000 1.0000
##
## , , 2
##
##      10^2  10^3  10^4
## 0.0  0.47 0.477 0.4967
## 0.67 0.71 0.752 0.7469
## 0.84 0.86 0.822 0.7913
## 1.28 0.93 0.903 0.9010
## 1.65 0.95 0.958 0.9491
## 2.32 1.00 0.989 0.9899
## 2.58 1.00 0.997 0.9938
## 3.09 1.00 0.998 0.9990
## 3.72 1.00 1.000 1.0000
##
## , , 3
##
##      10^2  10^3  10^4
## 0.0  0.58 0.488 0.5030
## 0.67 0.79 0.738 0.7465
## 0.84 0.85 0.820 0.8027
## 1.28 0.90 0.896 0.8943
## 1.65 0.97 0.952 0.9497
## 2.32 0.99 0.990 0.9916
## 2.58 1.00 0.997 0.9950
## 3.09 1.00 0.999 0.9986
## 3.72 1.00 1.000 0.9998

```



```

##
## , , 4
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.53 0.479 0.4976
## 0.67 0.75 0.738 0.7467
## 0.84 0.76 0.783 0.7949
## 1.28 0.90 0.907 0.9000
## 1.65 0.95 0.948 0.9538
## 2.32 1.00 0.987 0.9890
## 2.58 1.00 0.990 0.9942
## 3.09 1.00 0.999 0.9984
## 3.72 1.00 1.000 0.9997
##
## , , 5
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.61 0.490 0.5008
## 0.67 0.73 0.735 0.7495
## 0.84 0.81 0.799 0.7956
## 1.28 0.91 0.900 0.9009
## 1.65 0.95 0.952 0.9504
## 2.32 1.00 0.988 0.9879
## 2.58 0.99 0.996 0.9947
## 3.09 1.00 1.000 0.9991
## 3.72 1.00 1.000 0.9999
##
## , , 6
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.39 0.503 0.5061
## 0.67 0.77 0.715 0.7563
## 0.84 0.86 0.784 0.7992
## 1.28 0.91 0.889 0.8998
## 1.65 0.96 0.959 0.9471
## 2.32 0.99 0.990 0.9904
## 2.58 0.98 0.995 0.9953
## 3.09 1.00 0.999 0.9990
## 3.72 1.00 1.000 0.9997
##
## , , 7
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.53 0.505 0.4966
## 0.67 0.78 0.760 0.7522
## 0.84 0.76 0.793 0.7963
## 1.28 0.92 0.902 0.8952
## 1.65 0.97 0.952 0.9500
## 2.32 0.98 0.986 0.9902
## 2.58 1.00 0.994 0.9948
## 3.09 1.00 1.000 0.9988
## 3.72 1.00 1.000 0.9999
##
## , , 8

```

```

##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.47 0.514 0.4968
## 0.67 0.71 0.747 0.7448
## 0.84 0.90 0.810 0.8044
## 1.28 0.97 0.899 0.9008
## 1.65 0.97 0.941 0.9508
## 2.32 0.99 0.982 0.9925
## 2.58 0.99 0.990 0.9934
## 3.09 1.00 0.999 0.9988
## 3.72 1.00 1.000 0.9999
##
## , , 9
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.38 0.481 0.4944
## 0.67 0.76 0.737 0.7452
## 0.84 0.87 0.824 0.7984
## 1.28 0.90 0.905 0.9021
## 1.65 0.94 0.953 0.9554
## 2.32 1.00 0.996 0.9894
## 2.58 0.99 0.993 0.9939
## 3.09 0.99 1.000 0.9995
## 3.72 1.00 1.000 0.9999
##
## , , 10
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.51 0.490 0.4951
## 0.67 0.72 0.756 0.7414
## 0.84 0.85 0.789 0.8010
## 1.28 0.91 0.893 0.8975
## 1.65 0.93 0.948 0.9525
## 2.32 0.99 0.993 0.9908
## 2.58 1.00 0.993 0.9952
## 3.09 1.00 0.999 0.9991
## 3.72 1.00 1.000 0.9999
##
## , , 11
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.52 0.503 0.5046
## 0.67 0.72 0.753 0.7549
## 0.84 0.80 0.786 0.8039
## 1.28 0.93 0.895 0.8957
## 1.65 0.96 0.951 0.9510
## 2.32 0.99 0.988 0.9903
## 2.58 0.98 0.996 0.9942
## 3.09 1.00 0.998 0.9993
## 3.72 1.00 1.000 0.9998
##
## , , 12
##
##      10^2  10^3   10^4

```

```

## 0.0 0.50 0.517 0.5003
## 0.67 0.77 0.761 0.7479
## 0.84 0.82 0.794 0.8054
## 1.28 0.88 0.894 0.8993
## 1.65 0.94 0.956 0.9450
## 2.32 0.99 0.992 0.9909
## 2.58 1.00 0.997 0.9948
## 3.09 0.98 0.997 0.9991
## 3.72 1.00 1.000 0.9997
##
## , , 13
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0 0.51 0.521 0.4886
## 0.67 0.83 0.749 0.7530
## 0.84 0.83 0.810 0.7997
## 1.28 0.94 0.894 0.8990
## 1.65 0.93 0.954 0.9495
## 2.32 0.98 0.991 0.9907
## 2.58 0.99 0.997 0.9953
## 3.09 1.00 1.000 0.9984
## 3.72 1.00 1.000 0.9999
##
## , , 14
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0 0.49 0.503 0.5017
## 0.67 0.74 0.749 0.7505
## 0.84 0.89 0.801 0.8009
## 1.28 0.94 0.894 0.9015
## 1.65 0.96 0.961 0.9481
## 2.32 1.00 0.993 0.9893
## 2.58 1.00 0.993 0.9949
## 3.09 1.00 0.999 0.9990
## 3.72 1.00 1.000 0.9999
##
## , , 15
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0 0.48 0.520 0.5110
## 0.67 0.73 0.728 0.7474
## 0.84 0.86 0.810 0.7910
## 1.28 0.92 0.902 0.8998
## 1.65 0.92 0.955 0.9481
## 2.32 0.99 0.993 0.9886
## 2.58 0.99 0.994 0.9958
## 3.09 1.00 1.000 0.9992
## 3.72 1.00 0.999 0.9999
##
## , , 16
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0 0.51 0.483 0.5109
## 0.67 0.81 0.749 0.7416

```

```

## 0.84 0.77 0.789 0.7998
## 1.28 0.87 0.899 0.9003
## 1.65 0.94 0.961 0.9493
## 2.32 1.00 0.992 0.9910
## 2.58 1.00 0.993 0.9937
## 3.09 1.00 0.999 0.9989
## 3.72 1.00 1.000 1.0000
##
## , , 17
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.50 0.497 0.5024
## 0.67 0.72 0.745 0.7506
## 0.84 0.77 0.798 0.8074
## 1.28 0.91 0.916 0.9017
## 1.65 0.97 0.944 0.9525
## 2.32 1.00 0.991 0.9893
## 2.58 1.00 0.996 0.9951
## 3.09 1.00 0.998 0.9993
## 3.72 1.00 1.000 0.9998
##
## , , 18
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.48 0.504 0.4998
## 0.67 0.80 0.743 0.7514
## 0.84 0.78 0.789 0.7968
## 1.28 0.95 0.915 0.8959
## 1.65 0.92 0.957 0.9533
## 2.32 0.99 0.988 0.9888
## 2.58 0.99 0.994 0.9948
## 3.09 0.99 1.000 0.9989
## 3.72 1.00 1.000 0.9998
##
## , , 19
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.59 0.493 0.5011
## 0.67 0.70 0.755 0.7490
## 0.84 0.80 0.820 0.7982
## 1.28 0.96 0.879 0.8984
## 1.65 0.96 0.958 0.9488
## 2.32 0.99 0.991 0.9898
## 2.58 0.98 0.997 0.9955
## 3.09 1.00 1.000 0.9988
## 3.72 1.00 1.000 1.0000
##
## , , 20
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.53 0.497 0.5042
## 0.67 0.78 0.746 0.7381
## 0.84 0.84 0.779 0.7982
## 1.28 0.94 0.881 0.9072

```

```

## 1.65 0.95 0.949 0.9514
## 2.32 1.00 0.988 0.9903
## 2.58 1.00 0.991 0.9962
## 3.09 1.00 0.999 0.9993
## 3.72 1.00 1.000 0.9999
##
## , , 21
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.48 0.507 0.4930
## 0.67 0.82 0.739 0.7343
## 0.84 0.78 0.802 0.8031
## 1.28 0.92 0.914 0.8978
## 1.65 0.93 0.956 0.9515
## 2.32 0.99 0.992 0.9902
## 2.58 1.00 0.993 0.9952
## 3.09 1.00 0.998 0.9993
## 3.72 1.00 1.000 0.9997
##
## , , 22
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.58 0.505 0.4930
## 0.67 0.70 0.725 0.7478
## 0.84 0.85 0.800 0.7950
## 1.28 0.90 0.893 0.9008
## 1.65 0.97 0.959 0.9468
## 2.32 0.99 0.994 0.9894
## 2.58 1.00 0.995 0.9941
## 3.09 1.00 0.999 0.9992
## 3.72 1.00 1.000 0.9999
##
## , , 23
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.52 0.497 0.4997
## 0.67 0.70 0.749 0.7418
## 0.84 0.78 0.800 0.8015
## 1.28 0.89 0.895 0.8953
## 1.65 0.95 0.955 0.9498
## 2.32 0.97 0.994 0.9884
## 2.58 0.99 0.998 0.9958
## 3.09 1.00 1.000 0.9991
## 3.72 1.00 1.000 0.9999
##
## , , 24
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.57 0.511 0.5023
## 0.67 0.74 0.751 0.7451
## 0.84 0.77 0.785 0.8025
## 1.28 0.96 0.908 0.8995
## 1.65 0.94 0.944 0.9486
## 2.32 1.00 0.990 0.9893

```

```

## 2.58 1.00 0.998 0.9954
## 3.09 0.98 0.999 0.9991
## 3.72 1.00 1.000 1.0000
##
## , , 25
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.45 0.515 0.4975
## 0.67 0.69 0.703 0.7493
## 0.84 0.73 0.804 0.7985
## 1.28 0.88 0.891 0.9005
## 1.65 0.92 0.951 0.9488
## 2.32 1.00 0.990 0.9897
## 2.58 1.00 0.993 0.9949
## 3.09 0.99 0.999 0.9986
## 3.72 1.00 1.000 0.9999
##
## , , 26
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.57 0.524 0.5025
## 0.67 0.67 0.751 0.7443
## 0.84 0.81 0.790 0.7997
## 1.28 0.84 0.892 0.9025
## 1.65 0.94 0.961 0.9512
## 2.32 0.98 0.992 0.9900
## 2.58 0.99 0.993 0.9953
## 3.09 0.99 1.000 0.9994
## 3.72 1.00 1.000 1.0000
##
## , , 27
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.51 0.512 0.4981
## 0.67 0.69 0.743 0.7448
## 0.84 0.84 0.816 0.7989
## 1.28 0.88 0.898 0.9052
## 1.65 0.92 0.950 0.9516
## 2.32 1.00 0.989 0.9904
## 2.58 0.98 0.992 0.9942
## 3.09 1.00 0.999 0.9998
## 3.72 1.00 1.000 0.9998
##
## , , 28
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.57 0.469 0.5009
## 0.67 0.70 0.740 0.7512
## 0.84 0.81 0.805 0.7975
## 1.28 0.89 0.887 0.9045
## 1.65 0.94 0.945 0.9515
## 2.32 1.00 0.993 0.9898
## 2.58 1.00 0.997 0.9950
## 3.09 1.00 1.000 0.9990

```

```

## 3.72 1.00 1.000 1.0000
##
## , , 29
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.52 0.519 0.4978
## 0.67 0.76 0.769 0.7500
## 0.84 0.92 0.813 0.8007
## 1.28 0.95 0.912 0.8969
## 1.65 0.95 0.948 0.9521
## 2.32 0.99 0.988 0.9899
## 2.58 0.99 0.996 0.9966
## 3.09 1.00 0.999 0.9994
## 3.72 1.00 1.000 1.0000
##
## , , 30
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.51 0.525 0.5028
## 0.67 0.72 0.772 0.7452
## 0.84 0.77 0.788 0.8022
## 1.28 0.93 0.903 0.9011
## 1.65 0.92 0.947 0.9522
## 2.32 0.98 0.986 0.9887
## 2.58 0.98 0.992 0.9958
## 3.09 1.00 0.999 0.9991
## 3.72 1.00 1.000 0.9997
##
## , , 31
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.52 0.502 0.5038
## 0.67 0.83 0.731 0.7496
## 0.84 0.77 0.800 0.8017
## 1.28 0.90 0.909 0.8969
## 1.65 0.94 0.946 0.9493
## 2.32 0.98 0.993 0.9917
## 2.58 1.00 0.998 0.9950
## 3.09 1.00 0.999 0.9992
## 3.72 1.00 1.000 1.0000
##
## , , 32
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.52 0.527 0.4995
## 0.67 0.79 0.765 0.7504
## 0.84 0.86 0.807 0.8016
## 1.28 0.93 0.901 0.8993
## 1.65 0.99 0.958 0.9535
## 2.32 0.99 0.994 0.9920
## 2.58 1.00 0.995 0.9957
## 3.09 1.00 0.999 0.9992
## 3.72 1.00 0.999 1.0000
##

```

```

## , , 33
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.48 0.492 0.5016
## 0.67 0.73 0.769 0.7493
## 0.84 0.79 0.788 0.8037
## 1.28 0.90 0.900 0.9028
## 1.65 0.99 0.953 0.9534
## 2.32 0.99 0.989 0.9883
## 2.58 1.00 0.998 0.9943
## 3.09 1.00 0.997 0.9992
## 3.72 1.00 1.000 0.9998
##
## , , 34
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.57 0.489 0.4982
## 0.67 0.74 0.736 0.7482
## 0.84 0.76 0.796 0.7971
## 1.28 0.88 0.883 0.8986
## 1.65 0.97 0.956 0.9471
## 2.32 0.97 0.988 0.9888
## 2.58 0.98 0.995 0.9956
## 3.09 1.00 1.000 0.9994
## 3.72 1.00 1.000 0.9998
##
## , , 35
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.53 0.491 0.5064
## 0.67 0.81 0.744 0.7496
## 0.84 0.85 0.799 0.8027
## 1.28 0.89 0.921 0.9022
## 1.65 0.99 0.947 0.9513
## 2.32 1.00 0.985 0.9906
## 2.58 0.99 0.991 0.9944
## 3.09 1.00 1.000 0.9990
## 3.72 1.00 1.000 0.9999
##
## , , 36
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.53 0.500 0.5061
## 0.67 0.78 0.751 0.7597
## 0.84 0.77 0.790 0.7964
## 1.28 0.88 0.900 0.9061
## 1.65 0.97 0.947 0.9467
## 2.32 1.00 0.991 0.9896
## 2.58 1.00 0.993 0.9953
## 3.09 1.00 0.999 0.9993
## 3.72 1.00 1.000 0.9999
##
## , , 37
##

```



```

##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.52 0.478 0.4943
## 0.67 0.77 0.741 0.7489
## 0.84 0.82 0.775 0.7949
## 1.28 0.90 0.913 0.8999
## 1.65 0.94 0.964 0.9469
## 2.32 0.99 0.995 0.9917
## 2.58 0.99 0.995 0.9947
## 3.09 0.99 0.998 0.9989
## 3.72 1.00 1.000 0.9998
##
## , , 38
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.55 0.507 0.4992
## 0.67 0.79 0.737 0.7463
## 0.84 0.84 0.816 0.8026
## 1.28 0.93 0.888 0.8978
## 1.65 0.92 0.950 0.9477
## 2.32 0.99 0.991 0.9902
## 2.58 1.00 0.997 0.9947
## 3.09 1.00 1.000 0.9987
## 3.72 1.00 1.000 0.9999
##
## , , 39
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.42 0.492 0.5010
## 0.67 0.80 0.762 0.7557
## 0.84 0.85 0.791 0.8020
## 1.28 0.91 0.911 0.9030
## 1.65 0.92 0.954 0.9510
## 2.32 0.99 0.991 0.9919
## 2.58 1.00 0.997 0.9955
## 3.09 1.00 0.998 0.9994
## 3.72 1.00 0.999 0.9997
##
## , , 40
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.46 0.511 0.5145
## 0.67 0.79 0.753 0.7527
## 0.84 0.77 0.808 0.7941
## 1.28 0.87 0.921 0.8979
## 1.65 0.91 0.953 0.9519
## 2.32 1.00 0.988 0.9896
## 2.58 1.00 0.992 0.9952
## 3.09 1.00 0.998 0.9989
## 3.72 1.00 1.000 0.9999
##
## , , 41
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.46 0.486 0.5035

```

```

## 0.67 0.72 0.741 0.7473
## 0.84 0.75 0.787 0.8033
## 1.28 0.95 0.907 0.9022
## 1.65 0.93 0.944 0.9479
## 2.32 0.99 0.987 0.9890
## 2.58 0.98 0.998 0.9947
## 3.09 1.00 0.999 0.9995
## 3.72 1.00 1.000 1.0000
##
## , , 42
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.53 0.497 0.5000
## 0.67 0.74 0.770 0.7532
## 0.84 0.80 0.793 0.8006
## 1.28 0.92 0.909 0.8986
## 1.65 0.97 0.962 0.9532
## 2.32 0.99 0.987 0.9902
## 2.58 1.00 0.986 0.9939
## 3.09 1.00 0.999 0.9994
## 3.72 1.00 1.000 0.9998
##
## , , 43
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.61 0.493 0.4946
## 0.67 0.68 0.762 0.7470
## 0.84 0.86 0.809 0.8062
## 1.28 0.83 0.908 0.8972
## 1.65 0.97 0.951 0.9520
## 2.32 0.99 0.992 0.9895
## 2.58 0.99 0.998 0.9962
## 3.09 1.00 1.000 0.9987
## 3.72 1.00 1.000 0.9997
##
## , , 44
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.50 0.498 0.4971
## 0.67 0.74 0.765 0.7500
## 0.84 0.83 0.786 0.7972
## 1.28 0.89 0.907 0.8974
## 1.65 0.93 0.942 0.9504
## 2.32 0.98 0.987 0.9908
## 2.58 1.00 0.998 0.9962
## 3.09 1.00 1.000 0.9989
## 3.72 1.00 1.000 0.9999
##
## , , 45
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.53 0.504 0.5027
## 0.67 0.75 0.759 0.7447
## 0.84 0.82 0.815 0.7989

```

```

## 1.28 0.92 0.901 0.8971
## 1.65 0.99 0.951 0.9478
## 2.32 0.99 0.994 0.9892
## 2.58 1.00 0.995 0.9951
## 3.09 1.00 0.999 0.9991
## 3.72 1.00 1.000 1.0000
##
## , , 46
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.53 0.517 0.5005
## 0.67 0.77 0.749 0.7463
## 0.84 0.86 0.792 0.8028
## 1.28 0.86 0.908 0.8975
## 1.65 0.93 0.958 0.9527
## 2.32 0.98 0.986 0.9893
## 2.58 0.98 0.998 0.9952
## 3.09 1.00 1.000 0.9986
## 3.72 1.00 1.000 0.9998
##
## , , 47
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.52 0.500 0.4954
## 0.67 0.77 0.751 0.7425
## 0.84 0.74 0.777 0.8004
## 1.28 0.92 0.890 0.9046
## 1.65 0.95 0.952 0.9500
## 2.32 0.98 0.988 0.9894
## 2.58 1.00 0.994 0.9953
## 3.09 0.99 1.000 0.9984
## 3.72 1.00 1.000 1.0000
##
## , , 48
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.48 0.494 0.4982
## 0.67 0.78 0.748 0.7510
## 0.84 0.81 0.796 0.8005
## 1.28 0.89 0.916 0.9027
## 1.65 0.94 0.957 0.9488
## 2.32 0.98 0.989 0.9898
## 2.58 1.00 0.994 0.9951
## 3.09 1.00 0.998 0.9987
## 3.72 1.00 1.000 0.9999
##
## , , 49
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.55 0.485 0.4981
## 0.67 0.81 0.741 0.7507
## 0.84 0.79 0.834 0.7962
## 1.28 0.88 0.899 0.8988
## 1.65 0.97 0.954 0.9496

```

```

## 2.32 1.00 0.993 0.9907
## 2.58 1.00 0.996 0.9941
## 3.09 0.99 0.999 0.9993
## 3.72 1.00 0.999 1.0000
##
## , , 50
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.52 0.502 0.4969
## 0.67 0.77 0.747 0.7422
## 0.84 0.81 0.828 0.8074
## 1.28 0.90 0.896 0.9032
## 1.65 0.96 0.937 0.9505
## 2.32 1.00 0.991 0.9901
## 2.58 1.00 0.995 0.9957
## 3.09 0.99 0.998 0.9988
## 3.72 1.00 1.000 1.0000
##
## , , 51
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.53 0.498 0.4998
## 0.67 0.75 0.773 0.7508
## 0.84 0.74 0.789 0.7964
## 1.28 0.87 0.885 0.8953
## 1.65 0.90 0.949 0.9520
## 2.32 0.95 0.989 0.9906
## 2.58 0.99 0.992 0.9945
## 3.09 1.00 1.000 0.9995
## 3.72 1.00 1.000 0.9999
##
## , , 52
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.53 0.512 0.5004
## 0.67 0.71 0.746 0.7506
## 0.84 0.82 0.810 0.7990
## 1.28 0.89 0.905 0.8973
## 1.65 0.94 0.958 0.9508
## 2.32 0.98 0.988 0.9912
## 2.58 1.00 0.997 0.9954
## 3.09 0.99 0.999 0.9988
## 3.72 1.00 1.000 0.9997
##
## , , 53
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.51 0.473 0.4979
## 0.67 0.68 0.747 0.7535
## 0.84 0.79 0.802 0.8048
## 1.28 0.90 0.900 0.8951
## 1.65 0.98 0.942 0.9523
## 2.32 0.99 0.988 0.9899
## 2.58 0.99 0.997 0.9955

```

```

## 3.09 1.00 0.997 0.9990
## 3.72 1.00 1.000 0.9999
##
## , , 54
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.50 0.507 0.5057
## 0.67 0.68 0.741 0.7468
## 0.84 0.79 0.777 0.7912
## 1.28 0.92 0.893 0.9008
## 1.65 0.98 0.946 0.9520
## 2.32 0.99 0.984 0.9906
## 2.58 1.00 0.991 0.9950
## 3.09 1.00 0.999 0.9991
## 3.72 1.00 1.000 0.9999
##
## , , 55
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.51 0.523 0.4991
## 0.67 0.74 0.735 0.7531
## 0.84 0.78 0.783 0.7921
## 1.28 0.81 0.914 0.8962
## 1.65 0.93 0.945 0.9563
## 2.32 1.00 0.984 0.9891
## 2.58 1.00 0.992 0.9952
## 3.09 0.99 0.999 0.9986
## 3.72 1.00 1.000 1.0000
##
## , , 56
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.51 0.507 0.4987
## 0.67 0.71 0.741 0.7423
## 0.84 0.81 0.804 0.7949
## 1.28 0.92 0.912 0.8986
## 1.65 0.90 0.949 0.9533
## 2.32 0.99 0.985 0.9895
## 2.58 0.99 0.995 0.9942
## 3.09 1.00 1.000 0.9990
## 3.72 1.00 1.000 0.9999
##
## , , 57
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.54 0.519 0.4950
## 0.67 0.75 0.748 0.7454
## 0.84 0.77 0.828 0.8022
## 1.28 0.85 0.897 0.8985
## 1.65 0.97 0.959 0.9479
## 2.32 0.98 0.991 0.9895
## 2.58 0.99 0.995 0.9956
## 3.09 1.00 1.000 0.9988
## 3.72 1.00 1.000 1.0000

```

```

##
## , , 58
##
##      10^2  10^3  10^4
## 0.0  0.46 0.547 0.4993
## 0.67 0.74 0.747 0.7502
## 0.84 0.77 0.784 0.7977
## 1.28 0.93 0.895 0.9025
## 1.65 0.93 0.947 0.9542
## 2.32 0.98 0.992 0.9908
## 2.58 0.99 0.992 0.9942
## 3.09 0.99 0.999 0.9990
## 3.72 1.00 1.000 0.9996
##
## , , 59
##
##      10^2  10^3  10^4
## 0.0  0.53 0.502 0.5076
## 0.67 0.68 0.741 0.7466
## 0.84 0.87 0.808 0.7898
## 1.28 0.88 0.882 0.8996
## 1.65 0.95 0.953 0.9542
## 2.32 0.97 0.988 0.9915
## 2.58 1.00 0.993 0.9952
## 3.09 1.00 1.000 0.9992
## 3.72 1.00 0.999 0.9999
##
## , , 60
##
##      10^2  10^3  10^4
## 0.0  0.49 0.535 0.4985
## 0.67 0.78 0.735 0.7514
## 0.84 0.83 0.793 0.7978
## 1.28 0.90 0.889 0.8977
## 1.65 0.92 0.948 0.9484
## 2.32 0.96 0.984 0.9899
## 2.58 0.98 0.995 0.9948
## 3.09 1.00 0.998 0.9989
## 3.72 1.00 1.000 0.9998
##
## , , 61
##
##      10^2  10^3  10^4
## 0.0  0.64 0.526 0.5002
## 0.67 0.76 0.736 0.7438
## 0.84 0.81 0.783 0.7965
## 1.28 0.87 0.892 0.9005
## 1.65 0.96 0.942 0.9471
## 2.32 1.00 0.988 0.9895
## 2.58 1.00 0.996 0.9959
## 3.09 1.00 0.999 0.9989
## 3.72 1.00 1.000 0.9999
##
## , , 62

```

```

##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.49 0.486 0.5009
## 0.67 0.75 0.752 0.7461
## 0.84 0.79 0.823 0.7933
## 1.28 0.88 0.894 0.8987
## 1.65 0.93 0.952 0.9511
## 2.32 1.00 0.990 0.9895
## 2.58 0.99 0.995 0.9949
## 3.09 1.00 0.999 0.9991
## 3.72 1.00 1.000 0.9999
##
## , , 63
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.46 0.518 0.5044
## 0.67 0.70 0.748 0.7448
## 0.84 0.82 0.786 0.8014
## 1.28 0.85 0.896 0.8996
## 1.65 0.92 0.961 0.9525
## 2.32 1.00 0.990 0.9873
## 2.58 1.00 0.995 0.9946
## 3.09 1.00 0.999 0.9995
## 3.72 1.00 1.000 1.0000
##
## , , 64
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.54 0.490 0.5012
## 0.67 0.74 0.734 0.7477
## 0.84 0.73 0.758 0.8094
## 1.28 0.89 0.910 0.9012
## 1.65 0.93 0.956 0.9502
## 2.32 0.99 0.990 0.9900
## 2.58 0.99 0.997 0.9945
## 3.09 1.00 0.998 0.9990
## 3.72 1.00 1.000 0.9999
##
## , , 65
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.52 0.487 0.4933
## 0.67 0.68 0.726 0.7522
## 0.84 0.84 0.779 0.8046
## 1.28 0.89 0.894 0.9022
## 1.65 0.94 0.958 0.9508
## 2.32 0.98 0.986 0.9881
## 2.58 0.99 0.993 0.9935
## 3.09 1.00 0.999 0.9990
## 3.72 1.00 1.000 0.9998
##
## , , 66
##
##      10^2  10^3   10^4

```

```

## 0.0 0.49 0.511 0.5016
## 0.67 0.79 0.759 0.7508
## 0.84 0.82 0.798 0.7957
## 1.28 0.91 0.886 0.8942
## 1.65 0.93 0.951 0.9486
## 2.32 1.00 0.990 0.9883
## 2.58 1.00 0.998 0.9966
## 3.09 1.00 0.999 0.9989
## 3.72 1.00 1.000 1.0000
##
## , , 67
##
##      10^2 10^3 10^4
## 0.0 0.44 0.496 0.4974
## 0.67 0.82 0.749 0.7473
## 0.84 0.74 0.798 0.7961
## 1.28 0.89 0.908 0.9006
## 1.65 0.95 0.959 0.9520
## 2.32 0.99 0.989 0.9901
## 2.58 0.99 0.998 0.9950
## 3.09 1.00 0.998 0.9985
## 3.72 1.00 1.000 1.0000
##
## , , 68
##
##      10^2 10^3 10^4
## 0.0 0.59 0.489 0.5048
## 0.67 0.74 0.734 0.7464
## 0.84 0.82 0.793 0.7951
## 1.28 0.91 0.917 0.8992
## 1.65 0.96 0.949 0.9521
## 2.32 0.99 0.987 0.9894
## 2.58 1.00 0.992 0.9937
## 3.09 1.00 0.998 0.9991
## 3.72 1.00 1.000 0.9999
##
## , , 69
##
##      10^2 10^3 10^4
## 0.0 0.44 0.493 0.5026
## 0.67 0.71 0.751 0.7441
## 0.84 0.79 0.788 0.7996
## 1.28 0.90 0.901 0.8995
## 1.65 0.99 0.953 0.9501
## 2.32 0.98 0.989 0.9916
## 2.58 0.99 0.996 0.9943
## 3.09 1.00 1.000 0.9991
## 3.72 0.99 1.000 1.0000
##
## , , 70
##
##      10^2 10^3 10^4
## 0.0 0.64 0.477 0.5021
## 0.67 0.71 0.739 0.7482

```



```

## 0.84 0.84 0.816 0.7986
## 1.28 0.91 0.887 0.8996
## 1.65 0.94 0.943 0.9488
## 2.32 1.00 0.988 0.9907
## 2.58 1.00 0.994 0.9950
## 3.09 1.00 1.000 0.9987
## 3.72 1.00 0.999 1.0000
##
## , , 71
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.50 0.504 0.4950
## 0.67 0.76 0.756 0.7510
## 0.84 0.90 0.811 0.7959
## 1.28 0.88 0.902 0.9006
## 1.65 0.95 0.955 0.9530
## 2.32 1.00 0.993 0.9891
## 2.58 1.00 0.995 0.9960
## 3.09 1.00 0.999 0.9983
## 3.72 1.00 1.000 0.9998
##
## , , 72
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.55 0.486 0.4987
## 0.67 0.78 0.750 0.7522
## 0.84 0.72 0.799 0.8024
## 1.28 0.91 0.891 0.8991
## 1.65 0.97 0.949 0.9532
## 2.32 1.00 0.991 0.9898
## 2.58 1.00 0.998 0.9939
## 3.09 1.00 0.999 0.9985
## 3.72 1.00 1.000 0.9997
##
## , , 73
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.49 0.507 0.4990
## 0.67 0.67 0.752 0.7486
## 0.84 0.85 0.813 0.8004
## 1.28 0.88 0.897 0.8967
## 1.65 0.94 0.944 0.9513
## 2.32 0.99 0.991 0.9933
## 2.58 1.00 0.998 0.9946
## 3.09 1.00 0.999 0.9993
## 3.72 1.00 1.000 0.9999
##
## , , 74
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.59 0.487 0.5013
## 0.67 0.69 0.751 0.7491
## 0.84 0.80 0.806 0.8003
## 1.28 0.89 0.893 0.8987

```

```

## 1.65 0.96 0.952 0.9517
## 2.32 0.99 0.985 0.9896
## 2.58 1.00 0.997 0.9951
## 3.09 0.99 0.998 0.9988
## 3.72 1.00 1.000 1.0000
##
## , , 75
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.58 0.508 0.4950
## 0.67 0.83 0.737 0.7508
## 0.84 0.79 0.798 0.8002
## 1.28 0.88 0.905 0.8994
## 1.65 0.95 0.950 0.9498
## 2.32 0.99 0.984 0.9913
## 2.58 0.99 0.996 0.9938
## 3.09 1.00 0.999 0.9988
## 3.72 1.00 1.000 0.9998
##
## , , 76
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.52 0.519 0.5053
## 0.67 0.73 0.765 0.7591
## 0.84 0.80 0.798 0.7987
## 1.28 0.88 0.896 0.9024
## 1.65 0.99 0.950 0.9505
## 2.32 1.00 0.990 0.9891
## 2.58 1.00 0.995 0.9947
## 3.09 1.00 1.000 0.9994
## 3.72 1.00 1.000 1.0000
##
## , , 77
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.50 0.502 0.4998
## 0.67 0.80 0.783 0.7479
## 0.84 0.80 0.779 0.8005
## 1.28 0.86 0.896 0.8969
## 1.65 0.98 0.946 0.9535
## 2.32 0.98 0.989 0.9882
## 2.58 1.00 0.996 0.9942
## 3.09 0.99 1.000 0.9989
## 3.72 1.00 1.000 0.9999
##
## , , 78
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.48 0.492 0.5066
## 0.67 0.73 0.741 0.7518
## 0.84 0.77 0.807 0.7979
## 1.28 0.85 0.885 0.8990
## 1.65 0.93 0.952 0.9545
## 2.32 0.99 0.995 0.9898

```

```

## 2.58 0.99 0.995 0.9948
## 3.09 1.00 0.999 0.9989
## 3.72 1.00 1.000 0.9999
##
## , , 79
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.45 0.493 0.5050
## 0.67 0.75 0.739 0.7490
## 0.84 0.86 0.801 0.7988
## 1.28 0.89 0.918 0.8974
## 1.65 0.92 0.956 0.9488
## 2.32 0.98 0.989 0.9893
## 2.58 1.00 0.995 0.9947
## 3.09 0.99 0.999 0.9993
## 3.72 1.00 0.999 1.0000
##
## , , 80
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.49 0.492 0.4999
## 0.67 0.67 0.742 0.7447
## 0.84 0.83 0.812 0.8025
## 1.28 0.87 0.917 0.9049
## 1.65 0.92 0.958 0.9494
## 2.32 0.98 0.989 0.9901
## 2.58 1.00 0.995 0.9952
## 3.09 1.00 1.000 0.9988
## 3.72 1.00 1.000 0.9999
##
## , , 81
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.51 0.503 0.5038
## 0.67 0.69 0.739 0.7454
## 0.84 0.82 0.795 0.8044
## 1.28 0.93 0.882 0.8982
## 1.65 0.96 0.948 0.9517
## 2.32 0.98 0.984 0.9890
## 2.58 1.00 0.996 0.9938
## 3.09 1.00 0.998 0.9991
## 3.72 0.99 1.000 0.9997
##
## , , 82
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.59 0.513 0.4972
## 0.67 0.71 0.757 0.7486
## 0.84 0.74 0.799 0.8052
## 1.28 0.92 0.901 0.8970
## 1.65 0.94 0.949 0.9538
## 2.32 0.99 0.991 0.9898
## 2.58 1.00 0.993 0.9940
## 3.09 1.00 1.000 0.9991

```

```

## 3.72 1.00 0.999 0.9999
##
## , , 83
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.53 0.479 0.5030
## 0.67 0.78 0.754 0.7447
## 0.84 0.93 0.807 0.7945
## 1.28 0.84 0.870 0.9016
## 1.65 0.96 0.951 0.9531
## 2.32 0.99 0.994 0.9906
## 2.58 0.99 0.995 0.9943
## 3.09 1.00 0.999 0.9984
## 3.72 1.00 0.999 1.0000
##
## , , 84
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.55 0.515 0.5013
## 0.67 0.72 0.751 0.7541
## 0.84 0.77 0.795 0.8002
## 1.28 0.90 0.893 0.9032
## 1.65 0.91 0.949 0.9516
## 2.32 1.00 0.994 0.9911
## 2.58 1.00 0.994 0.9949
## 3.09 1.00 0.997 0.9992
## 3.72 1.00 1.000 1.0000
##
## , , 85
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.48 0.499 0.5019
## 0.67 0.70 0.758 0.7403
## 0.84 0.74 0.814 0.8021
## 1.28 0.93 0.925 0.9055
## 1.65 0.97 0.956 0.9496
## 2.32 0.97 0.994 0.9890
## 2.58 0.99 0.997 0.9953
## 3.09 1.00 1.000 0.9990
## 3.72 1.00 1.000 1.0000
##
## , , 86
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.49 0.489 0.4982
## 0.67 0.71 0.734 0.7529
## 0.84 0.82 0.820 0.7968
## 1.28 0.87 0.903 0.9032
## 1.65 0.94 0.957 0.9522
## 2.32 1.00 0.992 0.9898
## 2.58 0.99 0.996 0.9949
## 3.09 1.00 0.998 0.9992
## 3.72 1.00 1.000 0.9996
##

```

```

## , , 87
##
##      10^2  10^3  10^4
## 0.0  0.47 0.496 0.5118
## 0.67 0.78 0.755 0.7497
## 0.84 0.76 0.814 0.7942
## 1.28 0.94 0.894 0.8984
## 1.65 0.96 0.948 0.9523
## 2.32 0.99 0.986 0.9899
## 2.58 0.99 0.993 0.9933
## 3.09 1.00 0.999 0.9990
## 3.72 1.00 1.000 0.9999
##
## , , 88
##
##      10^2  10^3  10^4
## 0.0  0.47 0.535 0.4960
## 0.67 0.75 0.746 0.7496
## 0.84 0.68 0.800 0.7933
## 1.28 0.88 0.909 0.8970
## 1.65 0.90 0.957 0.9492
## 2.32 0.99 0.994 0.9887
## 2.58 1.00 0.993 0.9955
## 3.09 1.00 0.998 0.9995
## 3.72 1.00 1.000 0.9999
##
## , , 89
##
##      10^2  10^3  10^4
## 0.0  0.45 0.507 0.5039
## 0.67 0.78 0.764 0.7535
## 0.84 0.74 0.789 0.7972
## 1.28 0.89 0.891 0.9015
## 1.65 0.95 0.949 0.9494
## 2.32 0.98 0.991 0.9892
## 2.58 0.99 0.995 0.9944
## 3.09 1.00 0.999 0.9994
## 3.72 1.00 1.000 0.9999
##
## , , 90
##
##      10^2  10^3  10^4
## 0.0  0.52 0.494 0.4962
## 0.67 0.73 0.745 0.7532
## 0.84 0.81 0.791 0.8015
## 1.28 0.86 0.925 0.9077
## 1.65 0.96 0.949 0.9521
## 2.32 0.99 0.988 0.9906
## 2.58 1.00 0.996 0.9954
## 3.09 1.00 0.998 0.9989
## 3.72 1.00 1.000 0.9998
##
## , , 91
##

```

```

##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.55 0.495 0.4963
## 0.67 0.76 0.755 0.7475
## 0.84 0.83 0.806 0.8058
## 1.28 0.85 0.894 0.8961
## 1.65 0.96 0.952 0.9510
## 2.32 0.99 0.985 0.9907
## 2.58 0.99 0.996 0.9946
## 3.09 1.00 0.999 0.9992
## 3.72 1.00 1.000 1.0000
##
## , , 92
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.60 0.484 0.5032
## 0.67 0.75 0.757 0.7475
## 0.84 0.80 0.788 0.8024
## 1.28 0.85 0.904 0.8986
## 1.65 0.94 0.951 0.9523
## 2.32 0.99 0.991 0.9900
## 2.58 1.00 0.995 0.9950
## 3.09 1.00 1.000 0.9987
## 3.72 1.00 1.000 0.9997
##
## , , 93
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.54 0.509 0.5056
## 0.67 0.74 0.744 0.7434
## 0.84 0.80 0.771 0.7979
## 1.28 0.91 0.914 0.8991
## 1.65 0.95 0.932 0.9537
## 2.32 1.00 0.994 0.9895
## 2.58 0.99 0.993 0.9944
## 3.09 1.00 1.000 0.9989
## 3.72 1.00 1.000 0.9998
##
## , , 94
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.57 0.492 0.4965
## 0.67 0.75 0.743 0.7546
## 0.84 0.76 0.808 0.8047
## 1.28 0.95 0.905 0.8936
## 1.65 0.95 0.961 0.9522
## 2.32 0.97 0.992 0.9904
## 2.58 1.00 0.995 0.9954
## 3.09 1.00 0.999 0.9984
## 3.72 1.00 1.000 0.9999
##
## , , 95
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.57 0.513 0.5060

```

```

## 0.67 0.75 0.754 0.7457
## 0.84 0.81 0.795 0.7983
## 1.28 0.84 0.906 0.9037
## 1.65 0.96 0.951 0.9508
## 2.32 1.00 0.990 0.9894
## 2.58 1.00 0.996 0.9936
## 3.09 1.00 0.999 0.9990
## 3.72 1.00 1.000 1.0000
##
## , , 96
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.52 0.524 0.4998
## 0.67 0.72 0.735 0.7481
## 0.84 0.79 0.802 0.8006
## 1.28 0.89 0.902 0.8972
## 1.65 0.96 0.944 0.9499
## 2.32 0.99 0.989 0.9887
## 2.58 1.00 0.997 0.9942
## 3.09 1.00 0.996 0.9991
## 3.72 1.00 1.000 0.9999
##
## , , 97
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.45 0.465 0.4904
## 0.67 0.70 0.742 0.7475
## 0.84 0.82 0.810 0.8056
## 1.28 0.93 0.920 0.8958
## 1.65 0.97 0.953 0.9526
## 2.32 1.00 0.987 0.9895
## 2.58 1.00 0.993 0.9946
## 3.09 1.00 0.999 0.9992
## 3.72 1.00 1.000 0.9999
##
## , , 98
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.45 0.495 0.4988
## 0.67 0.71 0.753 0.7537
## 0.84 0.77 0.797 0.8091
## 1.28 0.95 0.892 0.9002
## 1.65 0.93 0.939 0.9464
## 2.32 0.99 0.995 0.9892
## 2.58 1.00 0.993 0.9939
## 3.09 1.00 1.000 0.9986
## 3.72 1.00 1.000 1.0000
##
## , , 99
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.58 0.508 0.4991
## 0.67 0.77 0.758 0.7503
## 0.84 0.78 0.793 0.7968

```

```
## 1.28 0.88 0.897 0.8956
## 1.65 0.93 0.943 0.9506
## 2.32 0.99 0.989 0.9898
## 2.58 1.00 0.997 0.9940
## 3.09 1.00 0.998 0.9989
## 3.72 1.00 1.000 1.0000
##
## , , 100
##
##      10^2  10^3   10^4
## 0.0  0.54 0.498 0.5028
## 0.67 0.62 0.739 0.7487
## 0.84 0.82 0.807 0.8017
## 1.28 0.93 0.906 0.9017
## 1.65 0.91 0.945 0.9474
## 2.32 0.98 0.993 0.9900
## 2.58 1.00 0.995 0.9953
## 3.09 1.00 0.997 0.9991
## 3.72 1.00 1.000 0.9999
```

true value

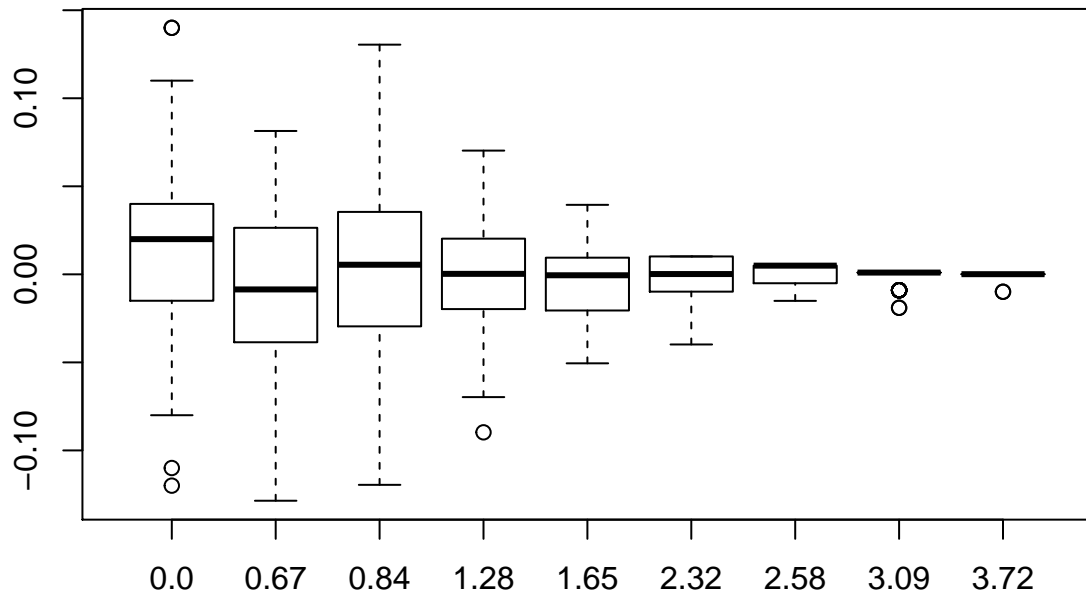
```
V=array(0,dim=c(9,1),dimname=list(c("0.0","0.67","0.84","1.28","1.65","2.32","2.58","3.09","3.72"),
                                   c("true")))
V[1]=pnorm(0)
V[2]=pnorm(0.67)
V[3]=pnorm(0.84)
V[4]=pnorm(1.28)
V[5]=pnorm(1.65)
V[6]=pnorm(2.32)
V[7]=pnorm(2.58)
V[8]=pnorm(3.09)
V[9]=pnorm(3.72)
print(V)
```

```
##      true
## 0.0 0.5000000
## 0.67 0.7485711
## 0.84 0.7995458
## 1.28 0.8997274
## 1.65 0.9505285
## 2.32 0.9898296
## 2.58 0.9950600
## 3.09 0.9989992
## 3.72 0.9999004
```


boxplot of bias

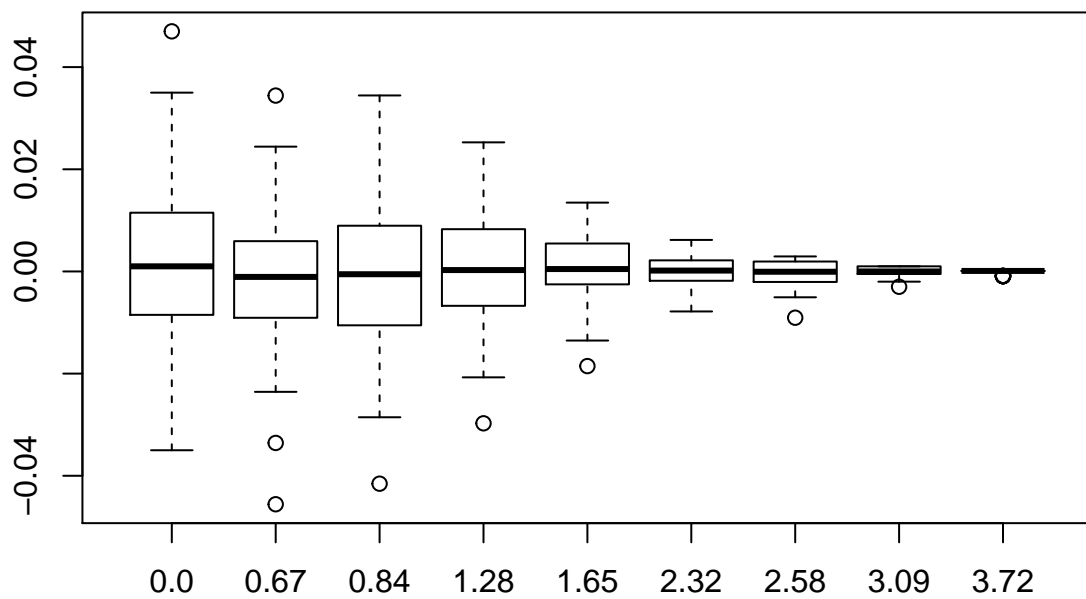
$n=10^2$

```
boxplot(T[1,1, ]-V[1],T[2,1, ]-V[2],T[3,1, ]-V[3],T[4,1, ]-V[4],T[5,1, ]-V[5],T[6,1, ]-V[6],  
        T[7,1, ]-V[7],T[8,1, ]-V[8],T[9,1, ]-V[9],  
        names = c("0.0","0.67","0.84","1.28","1.65","2.32","2.58","3.09","3.72"))
```



$n=10^3$

```
boxplot(T[1,2, ]-V[1],T[2,2, ]-V[2],T[3,2, ]-V[3],T[4,2, ]-V[4],T[5,2, ]-V[5],T[6,2, ]-V[6],  
        T[7,2, ]-V[7],T[8,2, ]-V[8],T[9,2, ]-V[9],  
        names = c("0.0","0.67","0.84","1.28","1.65","2.32","2.58","3.09","3.72"))
```



$n=10^4$

```
boxplot(T[1,3, ]-V[1],T[2,3, ]-V[2],T[3,3, ]-V[3],T[4,3, ]-V[4],T[5,3, ]-V[5],T[6,3, ]-V[6],
        T[7,3, ]-V[7],T[8,3, ]-V[8],T[9,3, ]-V[9],
        names = c("0.0","0.67","0.84","1.28","1.65","2.32","2.58","3.09","3.72"))
```

