

In[1]:= (*片持ちはり大たわみ計算 Fig2-3, Fig2-4 *)

In[2]:= (*楕円積分を利用*)

In[3]:= (*第1種完全楕円積分EllipticK[p*p], 第1種不完全楕円積分EllipticF[]*)

In[4]:= EllipticK[0.25]

└第1種完全楕円積分

Out[4]= 1.68575

(*楕円関数K を数値積分によって評価した結果*)

In[5]:= Do[

└反復指定

p = N[i] / 10; p2 = p * p;

└数値

ans1 = EllipticK[p2] - NIntegrate[1 / (1 - p * p * (Sin[th]) ^ 2) ^ (1 / 2), {th, 0, Pi / 2}];

└第1種完全楕円積分

└数値積分

└正弦

└円周率

Print[p, " ", ans1], {i, 1, 9}]

└出力表示

0.1 , -1.77636×10⁻¹⁵

0.2 , -1.55431×10⁻¹⁵

0.3 , -2.22045×10⁻¹⁶

0.4 , 3.10862×10⁻¹⁵

0.5 , -2.18048×10⁻¹³

0.6 , -3.50853×10⁻¹²

0.7 , 6.66134×10⁻¹⁶

0.8 , -6.28386×10⁻¹⁴

0.9 , -1.33227×10⁻¹⁵

In[6]:= (*Mathematica の楕円積分の引数の定義がFayの本と違っているので注意*)

In[7]:= EllipticK[0.25]

└第1種完全楕円積分

Out[7]= 1.68575

In[8]:= (*EllipticK[p*p]]<-->E[p] (Fay)とすればよい*)

└第1種完全楕円積分

└自然対数の底

In[9]:= (*なお, Mathematica の楕円積分の引数は, たとえば,

EllipticF[phi,p2] となっていることに注意(角度が先で, pがあと*)

└楕円積分F

```

In[10]:= Print["psi0      p      q^2      delta/L      (L-Delta)/L      sigma0" ];
          出力表示
Do[
          反復指定
    psi0 = N[psi00*Pi/180]; p = ((1 + Sin[psi0])/2)^(1/2); p2 = p*p;
          数値      円周率      正弦
    phi1 = ArcSin[1/Sqrt[2]/p];
          逆正弦      平方根
    q = Re[EllipticK[p2] - EllipticF[phi1, p2]];
          ...      第1種完全楕円積分      楕円積分F
    deltaL = Re[1/q*(EllipticK[p2] - EllipticF[phi1, p2]
          実部      第1種完全楕円積分      楕円積分F
              - 2*EllipticE[p2]
              楕円積分E
              + 2*EllipticE[phi1, p2])];
              楕円積分E
    LdeltaL = Sqrt[2]/q*(Sin[psi0])^(1/2);
          平方根      正弦
    sigma0 = Sqrt[2]*q*(Sin[psi0])^(1/2);
          平方根      正弦
    Print[psi00, " , " , p, " , " , q*q, " , " , deltaL, " , " , LdeltaL, " , " , sigma0],
          出力表示
    {psi00, 0, 85, 2.5}]

```

psi0	p	q^2	delta/L	(L-Delta)/L	sigma0
0.	0.707107	8.88178×10^{-16}	7.45058×10^{-9}	0.	0.
2.5	0.722364	0.0873274	0.0290838	0.999492	0.0872831
5.	0.737277	0.175021	0.0581376	0.99797	0.174666
7.5	0.75184	0.263453	0.0871313	0.995433	0.26225
10.	0.766044	0.353003	0.116035	0.991884	0.350138
12.5	0.779884	0.444065	0.14482	0.987325	0.438437
15.	0.793353	0.537053	0.173455	0.981758	0.527256
17.5	0.806445	0.632405	0.201913	0.975188	0.616714
20.	0.819152	0.730592	0.230164	0.967617	0.706933
22.5	0.83147	0.832121	0.25818	0.959051	0.798046
25.	0.843391	0.937551	0.285935	0.949493	0.890198
27.5	0.854912	1.0475	0.3134	0.938948	0.983544
30.	0.866025	1.16264	0.340551	0.927422	1.07826
32.5	0.876727	1.28375	0.367362	0.914919	1.17453
35.	0.887011	1.41171	0.393808	0.901442	1.27257
37.5	0.896873	1.54751	0.419867	0.886997	1.37263
40.	0.906308	1.6923	0.445517	0.871586	1.47498
42.5	0.915311	1.84742	0.470738	0.855211	1.57994
45.	0.92388	2.01447	0.495511	0.837871	1.68786
47.5	0.932008	2.1953	0.51982	0.819565	1.79919
50.	0.939693	2.39217	0.543651	0.800287	1.91442
52.5	0.94693	2.60781	0.566993	0.780028	2.03417
55.	0.953717	2.84559	0.589836	0.758772	2.15915
57.5	0.96005	3.10968	0.612178	0.736498	2.29027
60.	0.965926	3.40541	0.63402	0.713174	2.42865
62.5	0.971342	3.73963	0.655369	0.688756	2.57569
65.	0.976296	4.12138	0.676242	0.66318	2.73322
67.5	0.980785	4.56289	0.696667	0.63636	2.90364
70.	0.984808	5.0812	0.716688	0.60817	3.09023
72.5	0.988362	5.70096	0.736375	0.57843	3.29761
75.	0.991445	6.45953	0.755834	0.546873	3.53254
77.5	0.994056	7.41706	0.775232	0.513086	3.80559
80.	0.996195	8.67877	0.794849	0.476389	4.13447
82.5	0.997859	10.4521	0.815193	0.435559	4.55252
85.	0.999048	13.2333	0.837329	0.38802	5.13477

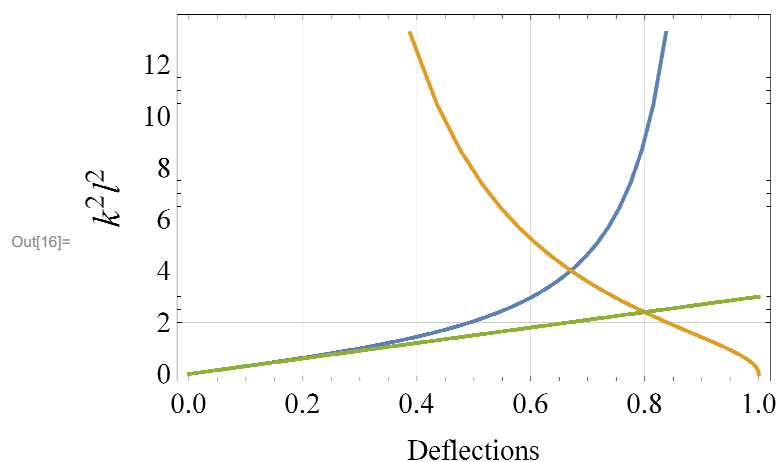
(* 楕円関数を利用しないで直接, 数値積分する. => 数値積分結果は楕円関数解とほぼ等しい. *)

```

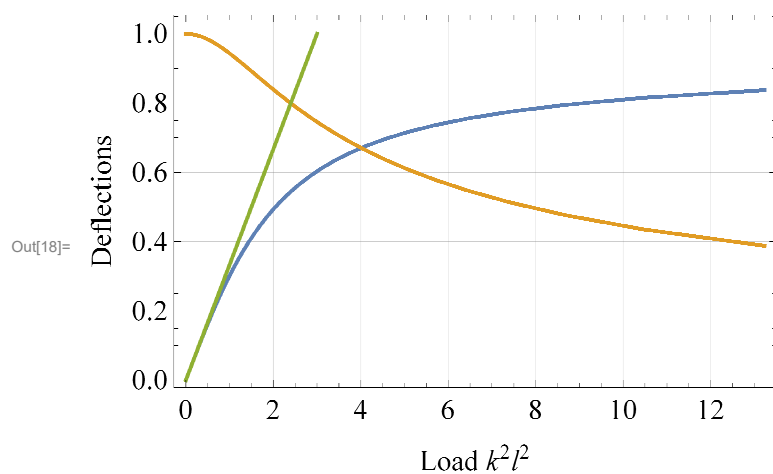
In[13]:= Print[" psi0      q^2      delta/L      (L-delta)/L"];
出力表示
tabdeltaL = {}; tabLdL = {}; tabLinear = {{0, 0}, {1, 3}};
Do[
反復指定
  psi0 = N[psideg * Pi / 180];
  数値      円周率
  If[psi0 == 0,
  If文
    q = 0; deltaL = 0; LdeltaL = 1;;
    q = 1 / Sqrt[2] * NIntegrate[1 / (Sin[psi0] - Sin[psi]) ^ (1/2),
    平方根      数値積分      正弦      正弦
      {psi, 0, psi0}];
    deltaL = 1 / (Sqrt[2] * q) * NIntegrate[Sin[psi] / (Sin[psi0] - Sin[psi]) ^ (1/2),
    平方根      数値積分      正弦      正弦      正弦
      {psi, 0, psi0}];
    LdeltaL = Sqrt[2] / q * Sqrt[Sin[psi0]];
    平方根      ...      正弦
  Print[psideg, " ", q*q, " ", deltaL, " ", LdeltaL];
  出力表示
  (*結果のテーブルへの追加*)
  tabdeltaL = Append[tabdeltaL, {deltaL, q*q}];
  追加
  tabLdL = Append[tabLdL, {LdeltaL, q*q}];
  追加
  , {psideg, 0, 85, 2.5}]
(*繰り返し終了*)
(*結果のプロット*)
ListPlot[{tabdeltaL, tabLdL, tabLinear}, Frame -> True,
リストプロット      枠      真
  GridLines -> Automatic, Joined -> True, PlotStyle -> {Thick},
  格子線      自動      点の結合      真      プロットスタイル      太い
  FrameLabel -> {"Deflections", Style["k^2 l^2", FontSize -> 20]}, LabelStyle -> FontSize -> 15]
  枠ラベル      スタイル      フォントサイズ      ラベルスタイル      フォントサイズ

```

psi0	q^2	delta/L	(L-delta)/L
0.	0	0	1
2.5	0.0873274	0.0290838	0.999492
5.	0.175021	0.0581376	0.99797
7.5	0.263453	0.0871313	0.995433
10.	0.353003	0.116035	0.991884
12.5	0.444065	0.14482	0.987325
15.	0.537053	0.173455	0.981758
17.5	0.632405	0.201913	0.975188
20.	0.730592	0.230164	0.967617
22.5	0.832121	0.25818	0.959051
25.	0.937551	0.285935	0.949493
27.5	1.0475	0.3134	0.938948
30.	1.16264	0.340551	0.927422
32.5	1.28375	0.367362	0.914919
35.	1.41171	0.393808	0.901442
37.5	1.54751	0.419867	0.886997
40.	1.6923	0.445517	0.871586
42.5	1.84742	0.470738	0.855211
45.	2.01447	0.495511	0.837871
47.5	2.1953	0.51982	0.819565
50.	2.39217	0.543651	0.800287
52.5	2.60781	0.566993	0.780028
55.	2.84559	0.589836	0.758772
57.5	3.10968	0.612178	0.736498
60.	3.40541	0.63402	0.713174
62.5	3.73963	0.655369	0.688756
65.	4.12138	0.676242	0.66318
67.5	4.56289	0.696667	0.63636
70.	5.0812	0.716688	0.60817
72.5	5.70096	0.736375	0.57843
75.	6.45953	0.755834	0.546873
77.5	7.41706	0.775232	0.513086
80.	8.67877	0.794849	0.476389
82.5	10.4521	0.815193	0.435559
85.	13.2333	0.837329	0.38802



```
In[17]:= TtabdeltaL = Table[{tabdeltaL[[i]][[2]], tabdeltaL[[i]][[1]]}, {i, Length[tabdeltaL]}];
           ↳リストを作成                                  ↳長さ
TtabLdL = Table[{tabLdL[[i]][[2]], tabLdL[[i]][[1]]}, {i, Length[tabLdL]}];
           ↳リストを作成                                  ↳長さ
TtabLinear = Table[{tabLinear[[i]][[2]], tabLinear[[i]][[1]]}, {i, Length[tabLinear]}];
            ↳リストを作成                                  ↳長さ
ListPlot[{TtabdeltaL, TtabLdL, TtabLinear}, Frame → True,
          ↳枠      ↳真
          GridLines → Automatic, Joined → True, PlotStyle → {Thick},
          ↳自動   ↳点の結合   ↳真   ↳プロットスタイル   ↳太い
          FrameLabel → {Style["Load  $k^2 l^2$ ", FontSize → 15], "Deflections"}, LabelStyle → FontSize → 15}
          ↳スタイル   ↳フォントサイズ   ↳ラベルスタイル   ↳フォントサイズ
```



```
In[19]:= (*変形座標(x,y)の計算*)
```

```

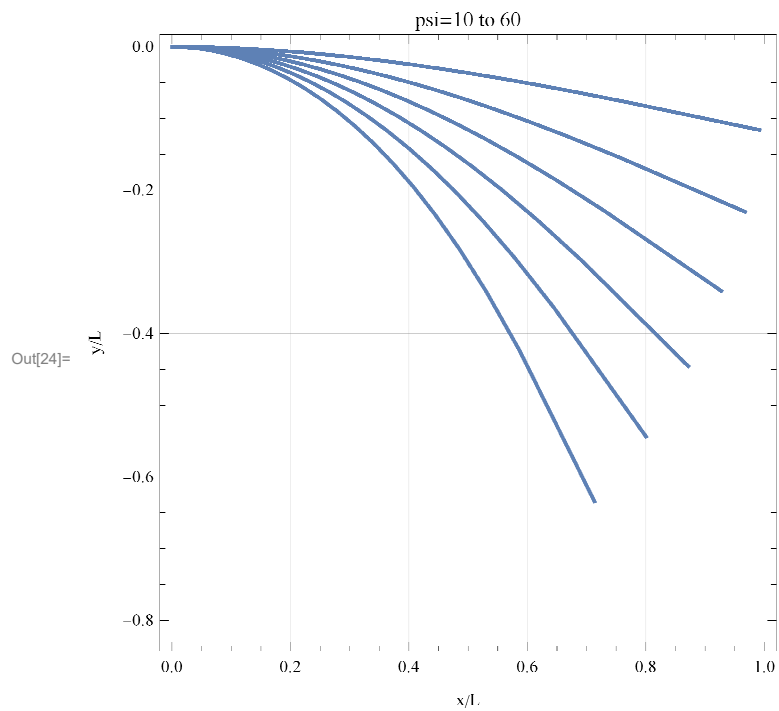
In[20]:= Print[" psi0      x      y"];
出力表示
grtable {};
Do[
反復指定
  tabxy = {};
  psi0 = N[psideg * Pi / 180];
  数値      円周率
  If[psi0 == 0,
  If文
    q = 0;,
    q = 1 / Sqrt[2] * NIntegrate[1 / (Sin[psi0] - Sin[psi]) ^ (1 / 2),
    平方根      数値積分      正弦      正弦
      {psi, 0, psi0}]];

  Do[
  反復指定
    xx = 1 / (Sqrt[2] * q) * NIntegrate[Cos[psi] / (Sin[psi0] - Sin[psi]) ^ (1 / 2),
    平方根      数値積分      余弦      正弦      正弦
      {psi, 0, psi1}]];
    yy = -1 / (Sqrt[2] * q) * NIntegrate[Sin[psi] / (Sin[psi0] - Sin[psi]) ^ (1 / 2),
    平方根      数値積分      正弦      正弦      正弦
      {psi, 0, psi1}]];
    (*結果のテーブルへの追加*)
    tabxy = Append[tabxy, {xx, yy}];
    追加
    , {psi1, 0, psi0, psi0 / 20}];

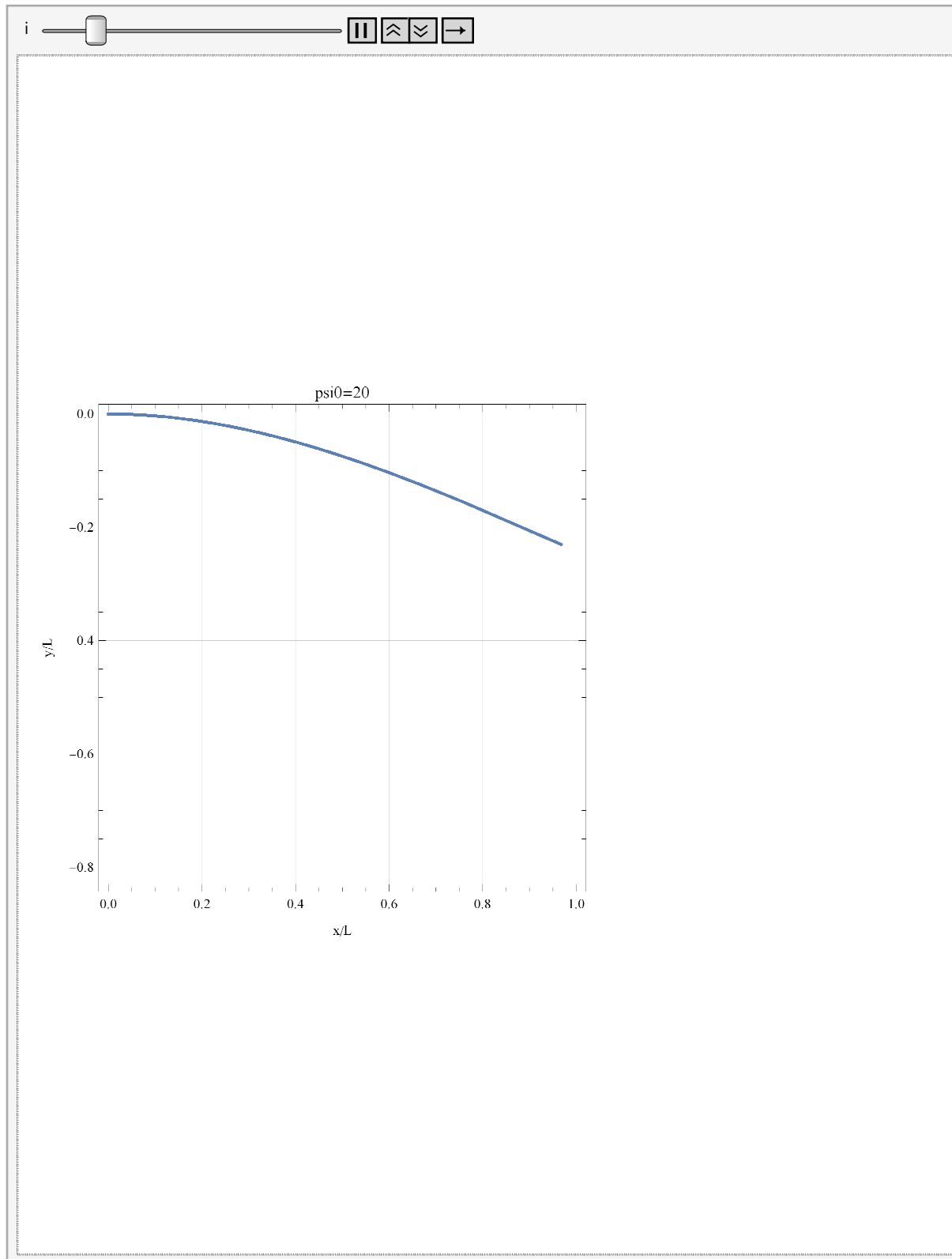
graph[psideg] = ListPlot[tabxy, Frame -> True, GridLines -> Automatic, Joined -> True,
  リストプロット      枠      真      格子線      自動      点の結合      真
  PlotStyle -> {Thick}, FrameLabel -> {"x/L", "y/L"}, PlotLabel -> "psi0=" <> ToString[psideg]];
  太い      枠ラベル      プロットラベル      文字列にする
  (*grtable=Append[grtable,graph[psideg]]];*)
  追加
  , {psideg, 10, 85, 10}]
  (*繰り返し終了*)
  (*結果のプロット*)

```

In[24]:= Show[{graph[60], graph[50], graph[40], graph[30], graph[20], graph[10]},
[示す
AspectRatio → 1, PlotRange → {{0, 1}, {0, -0.8}}, PlotLabel → "psi=10 to 60"]
[縦横比 [プロット範囲 [プロットラベル



In[25]:= **g2 = Animate[Show[graph[i], AspectRatio → 1, PlotRange → {{0, 1}, {0, -0.8}}], {i, 10, 85, 10}]**
 アニメシ… 示す 縦横比 プロット範囲



In[26]:= **Export["fig2-3-animation.avi", g2]**
 エクスポート

Out[26]= fig2-3-animation.avi

(*無次元曲げ応力 σ_B の計算, 長さ方向分布計算*)

```

In[28]:= Print[" s/L      Dimensionless Stress"];
出力表示
grtableM {};
Do[
反復指定
  tabxyM = {};
  psi0 = N[psideg*Pi/180]; (*Degree → Rad*)
  数値 円周率 度
  q = 1/Sqrt[2] * NIntegrate[1/(Sin[psi0] - Sin[psi])^(1/2),
平方根 数値積分 正弦 正弦
    {psi, 0, psi0}];
  Print["q=", q, " ", " ", "(psi_0=", psideg, ")"];
出力表示
  Do[
反復指定
    ss = 1/(Sqrt[2] * q) * NIntegrate[1/(Sin[psi0] - Sin[psi])^(1/2),
平方根 数値積分 正弦 正弦
      {psi, 0, psi1}];
    sigmaB = 2^(1/2) * q * (Sin[psi0] - Sin[psi1])^(1/2);
    正弦 正弦
    (*結果のテーブルへの追加*)
    tabxyM = Append[tabxyM, {ss, sigmaB}]; Print[ss, " ", " ", sigmaB];
    追加 出力表示
    , {psi1, 0, psi0, psi0/10}];

graphM[psideg] =
  ListPlot[tabxyM, Frame → True, GridLines → Automatic, Joined → True, PlotStyle → {Thick},
  枠 真 格子線 自動 点の結合 真 プロットスタイル 太い
    FrameLabel → {"s/L", "sigma_B"}, PlotLabel → "psi0=" <> ToString[psideg]];
    プロットラベル 文字列にする
  (*grtable=Append[grtable,graph[psideg]]];*)
  追加
  , {psideg, 20, 85, 20}]
(*繰り返し終了*)
(*結果のプロット*)
Show[{graphM[60], graphM[40], graphM[20]}, AspectRatio → 1, PlotRange → Automatic]
示す 縦横比 プロット範囲 自動

s/L      Dimensionless Stress

q=0.854747 , (psi_0=20)

0. , 0.706933

0.0507059 , 0.669895

0.104383 , 0.630735

0.161616 , 0.589083

0.223208 , 0.544423

0.290312 , 0.496006

0.36469 , 0.44267

0.449309 , 0.382442

0.549937 , 0.311444

0.681442 , 0.219599

1. , 0.

q=1.30088 , (psi_0=40)

```

```

0. , 1.47498
0.048691 , 1.39265
0.10044 , 1.30558
0.155879 , 1.21321
0.215864 , 1.11474
0.281623 , 1.00895
0.355025 , 0.893833
0.439187 , 0.765901
0.540148 , 0.618072
0.67337 , 0.431463
1. , 0.
q=1.84538 , (psi_0=60)
0. , 2.42865
0.0445059 , 2.27737
0.09217 , 2.11714
0.143704 , 1.94774
0.200078 , 1.76865
0.262675 , 1.5789
0.333594 , 1.37661
0.416326 , 1.15802
0.517573 , 0.914832
0.654316 , 0.623116
1. , 0.
q=2.94597 , (psi_0=80)
0. , 4.13447
0.0350592 , 3.83121
0.0731144 , 3.50848
0.114961 , 3.16763
0.161713 , 2.80994
0.215004 , 2.43652
0.277395 , 2.04809
0.353272 , 1.64432
0.451288 , 1.22188
0.593715 , 0.765401
1. , 0.

```

