

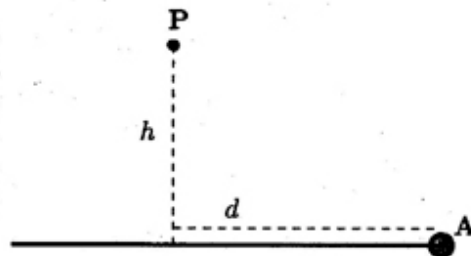
# Aerodinamica

23 gennaio 2003

**Legenda:**  $N$  = 1<sup>a</sup> lettera del nome=...  
 $C$  = 3<sup>a</sup> lettera del cognome=...

**E1** (fluidi in condizioni standard)

Calcolare il campo di moto prodotto da una sorgente ( $P$ ) di intensità  $q = 500 \text{ m}^2/\text{s}$  posta a distanza  $h = C$  da una parete piana indefinita. Determinare il valore della velocità e della pressione nel punto  $A$  ( $d = 2h$ ) sapendo che la pressione all'infinito vale  $3000 \text{ Pa}$ . Ipotesi: flusso bidimensionale e incomprimibile, fluido non viscoso, moto irrotazionale.



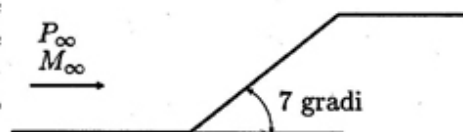
**E2** Una lastra piana di lunghezza  $l = (20 + N) \text{ cm}$  è posta a  $(2 + 0.2C)$  gradi di incidenza rispetto ad una corrente d'aria. Calcolare la portanza per unità di apertura della lastra quando la velocità asintotica assume i valori di:

- a) 30 m/s
- b) 200 m/s
- c) 600 m/s.

Fare riferimento a condizioni standard al livello del mare, e trascurare gli effetti tridimensionali.

**E3**

Una corrente uniforme con  $M_\infty = 1.6 + 0.02N$  e  $P_\infty = 1 \text{ bar}$  scorre parallela ad una parete piana che presenta una deflessione di 7 gradi e poi torna ad essere rettilinea. Determinare velocità e pressione dopo gli spigoli. (Usare le tabelle allegate)

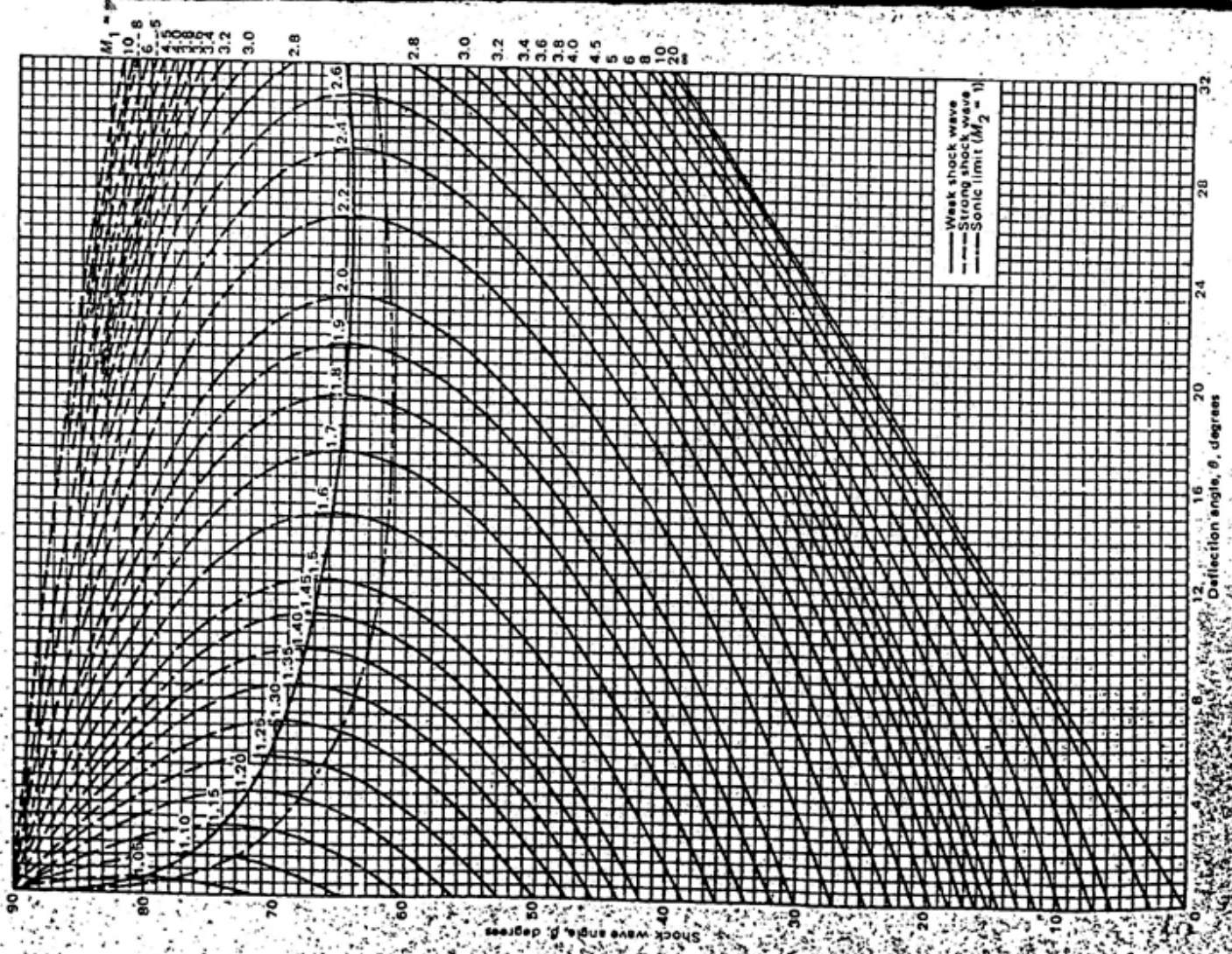


**D1** Discutere l'utilità e l'importanza dell'equazione di Laplace alla luce del fatto che tutti i fluidi reali sono viscosi.

**D2** Che cosa significa "urto realizzabile"?

**D3** Per un flusso bidimensionale, viscoso e incomprimibile, determinare l'andamento dello spessore dello strato limite laminare che si sviluppa su una lastra piana investita da una corrente uniforme. Discutere le differenze qualitative con il caso turbolento.

OBLIQUE SHOCK PROPERTIES:  $\gamma = 1.4$



OBLIQUE SHOCK PROPERTIES:  $\gamma = 1.4$

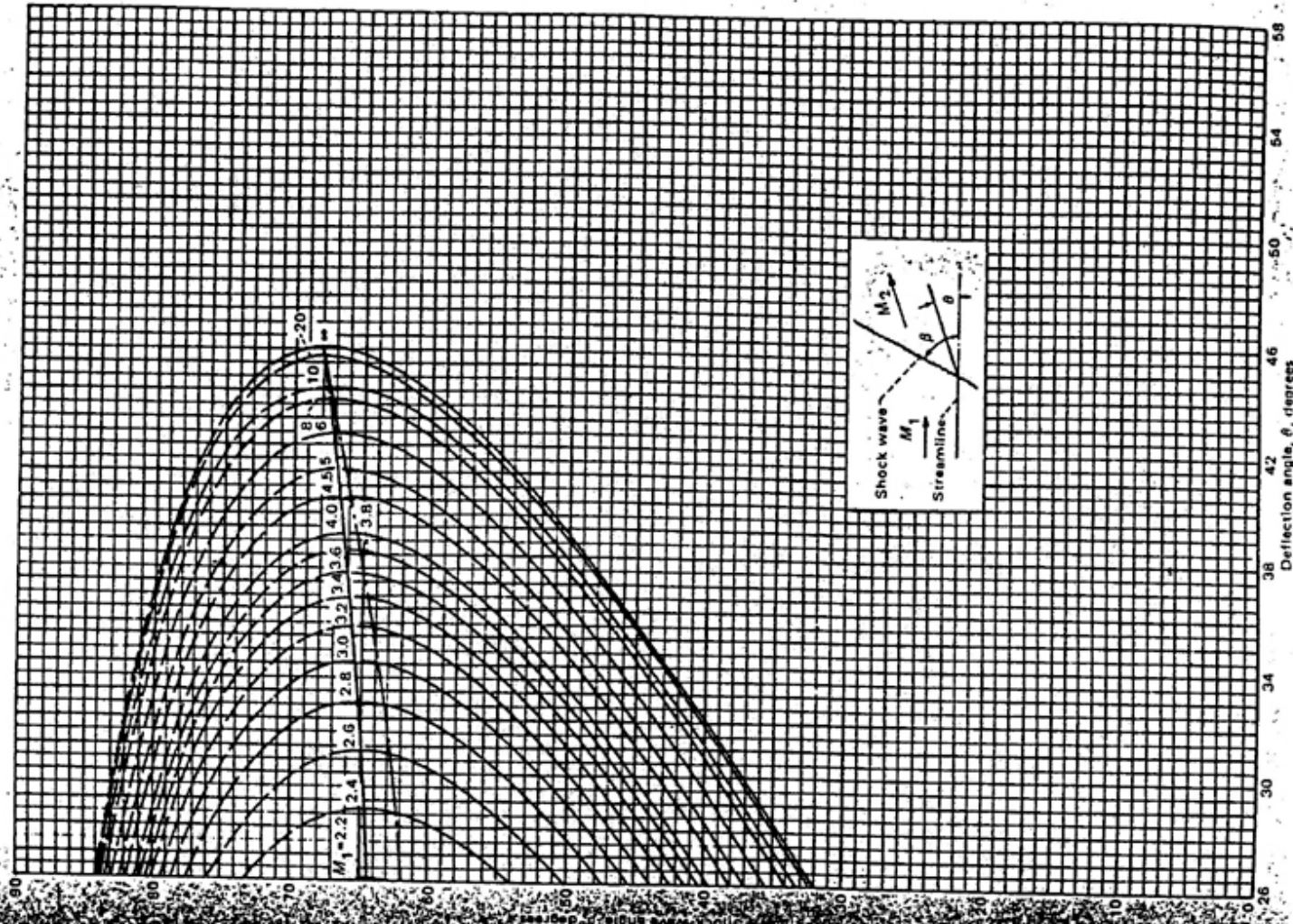


Tabella A.2 - Urto Normale,  $\gamma = 1.4$

$M_1$	$M_2$	$\frac{a_2}{a_1} = \frac{V_2}{V_1}$	$\frac{T_2}{T_1}$	$\frac{P_2}{P_1}$	$\frac{P_{02}}{P_{01}} = \frac{A_1^*}{A_2^*}$	$\frac{a_2}{a_1}$
1.00	1.00000	1.0000E+01	1.0000E+01	1.0000E+01	1.0000E+01	1.0000E+01
1.01	99013	1.0167E+01	1.0066E+01	1.0234E+01	1.0000E+01	1.0033E+01
1.02	98052	1.0334E+01	1.0132E+01	1.0471E+01	99999E+00	1.0066E+01
1.03	97115	1.0502E+01	1.0198E+01	1.0710E+01	99997E+00	1.0099E+01
1.04	96203	1.0671E+01	1.0263E+01	1.0952E+01	99992E+00	1.0131E+01
1.05	95313	1.0840E+01	1.0328E+01	1.1196E+01	99985E+00	1.0163E+01
1.06	94445	1.1009E+01	1.0393E+01	1.1442E+01	99975E+00	1.0195E+01
1.07	93598	1.1179E+01	1.0458E+01	1.1690E+01	99961E+00	1.0226E+01
1.08	92771	1.1349E+01	1.0522E+01	1.1941E+01	99943E+00	1.0258E+01
1.09	91965	1.1520E+01	1.0586E+01	1.2194E+01	99920E+00	1.0289E+01
1.10	91177	1.1691E+01	1.0649E+01	1.2450E+01	99893E+00	1.0320E+01
1.11	90408	1.1862E+01	1.0713E+01	1.2708E+01	99860E+00	1.0350E+01
1.12	89656	1.2034E+01	1.0776E+01	1.2968E+01	99821E+00	1.0381E+01
1.13	88922	1.2206E+01	1.0840E+01	1.3230E+01	99777E+00	1.0411E+01
1.14	88204	1.2378E+01	1.0903E+01	1.3495E+01	99726E+00	1.0442E+01
1.15	87502	1.2550E+01	1.0966E+01	1.3762E+01	99669E+00	1.0472E+01
1.16	86816	1.2723E+01	1.1029E+01	1.4032E+01	99603E+00	1.0502E+01
1.17	86145	1.2896E+01	1.1092E+01	1.4304E+01	99535E+00	1.0532E+01
1.18	85488	1.3069E+01	1.1154E+01	1.4578E+01	99457E+00	1.0561E+01
1.19	84846	1.3243E+01	1.1217E+01	1.4854E+01	99372E+00	1.0591E+01
1.20	84217	1.3416E+01	1.1280E+01	1.5133E+01	99280E+00	1.0621E+01
1.21	83601	1.3590E+01	1.1343E+01	1.5414E+01	99180E+00	1.0650E+01
1.22	82999	1.3764E+01	1.1405E+01	1.5698E+01	99073E+00	1.0680E+01
1.23	82408	1.3938E+01	1.1468E+01	1.5984E+01	98958E+00	1.0709E+01
1.24	81830	1.4112E+01	1.1531E+01	1.6272E+01	98836E+00	1.0738E+01
1.25	81264	1.4286E+01	1.1594E+01	1.6562E+01	98706E+00	1.0767E+01
1.26	80709	1.4460E+01	1.1657E+01	1.6855E+01	98568E+00	1.0797E+01
1.27	80165	1.4634E+01	1.1720E+01	1.7150E+01	98422E+00	1.0826E+01
1.28	79631	1.4808E+01	1.1783E+01	1.7448E+01	98268E+00	1.0855E+01
1.29	79108	1.4983E+01	1.1846E+01	1.7748E+01	98107E+00	1.0884E+01
1.30	78596	1.5157E+01	1.1909E+01	1.8050E+01	97937E+00	1.0913E+01
1.31	78093	1.5331E+01	1.1972E+01	1.8354E+01	97760E+00	1.0942E+01
1.32	77600	1.5505E+01	1.2035E+01	1.8661E+01	97575E+00	1.0971E+01
1.33	77116	1.5680E+01	1.2099E+01	1.8970E+01	97382E+00	1.0999E+01
1.34	76641	1.5854E+01	1.2162E+01	1.9282E+01	97182E+00	1.1028E+01
1.35	76175	1.6028E+01	1.2226E+01	1.9596E+01	96974E+00	1.1057E+01
1.36	75718	1.6202E+01	1.2290E+01	1.9912E+01	96758E+00	1.1086E+01
1.37	75269	1.6376E+01	1.2354E+01	2.0230E+01	96534E+00	1.1115E+01
1.38	74829	1.6549E+01	1.2418E+01	2.0551E+01	96304E+00	1.1144E+01
1.39	74396	1.6723E+01	1.2482E+01	2.0874E+01	96065E+00	1.1172E+01
1.40	73971	1.6897E+01	1.2547E+01	2.1200E+01	95819E+00	1.1201E+01
1.41	73554	1.7070E+01	1.2612E+01	2.1528E+01	95566E+00	1.1230E+01
1.42	73144	1.7243E+01	1.2676E+01	2.1858E+01	95306E+00	1.1259E+01
1.43	72741	1.7416E+01	1.2741E+01	2.2190E+01	95039E+00	1.1288E+01
1.44	72345	1.7589E+01	1.2807E+01	2.2525E+01	94765E+00	1.1317E+01
1.45	71956	1.7761E+01	1.2872E+01	2.2862E+01	94484E+00	1.1346E+01
1.46	71574	1.7934E+01	1.2938E+01	2.3202E+01	94196E+00	1.1374E+01
1.47	71198	1.8106E+01	1.3003E+01	2.3544E+01	93901E+00	1.1403E+01
1.48	70829	1.8278E+01	1.3069E+01	2.3888E+01	93600E+00	1.1432E+01
1.49	70466	1.8449E+01	1.3136E+01	2.4234E+01	93293E+00	1.1461E+01

Tabella A.2 - Urto Normale,  $\gamma = 1.4$

$M_1$	$M_2$	$\frac{a_2}{a_1} = \frac{V_2}{V_1}$	$\frac{T_2}{T_1}$	$\frac{P_2}{P_1}$	$\frac{P_{02}}{P_{01}} = \frac{A_1^*}{A_2^*}$	$\frac{a_2}{a_1}$
1.50	70109	1.8621E+01	1.3202E+01	2.4583E+01	92979E+00	1.1490E+01
1.51	69758	1.8792E+01	1.3269E+01	2.4934E+01	92659E+00	1.1519E+01
1.52	69413	1.8963E+01	1.3336E+01	2.5288E+01	92332E+00	1.1548E+01
1.53	69073	1.9133E+01	1.3403E+01	2.5644E+01	92000E+00	1.1577E+01
1.54	68739	1.9303E+01	1.3470E+01	2.6002E+01	91662E+00	1.1606E+01
1.55	68410	1.9473E+01	1.3538E+01	2.6362E+01	91319E+00	1.1635E+01
1.56	68087	1.9643E+01	1.3606E+01	2.6725E+01	90970E+00	1.1664E+01
1.57	67769	1.9812E+01	1.3674E+01	2.7090E+01	90615E+00	1.1694E+01
1.58	67455	1.9981E+01	1.3742E+01	2.7458E+01	90255E+00	1.1723E+01
1.59	67147	2.0149E+01	1.3811E+01	2.7828E+01	89890E+00	1.1752E+01
1.60	66844	2.0317E+01	1.3880E+01	2.8200E+01	89520E+00	1.1781E+01
1.61	66545	2.0485E+01	1.3949E+01	2.8574E+01	89145E+00	1.1811E+01
1.62	66251	2.0653E+01	1.4018E+01	2.8951E+01	88765E+00	1.1840E+01
1.63	65962	2.0820E+01	1.4088E+01	2.9330E+01	88381E+00	1.1869E+01
1.64	65677	2.0986E+01	1.4158E+01	2.9712E+01	87992E+00	1.1899E+01
1.65	65396	2.1152E+01	1.4228E+01	3.0096E+01	87599E+00	1.1928E+01
1.66	65119	2.1318E+01	1.4299E+01	3.0482E+01	87201E+00	1.1958E+01
1.67	64847	2.1484E+01	1.4369E+01	3.0870E+01	86800E+00	1.1987E+01
1.68	64579	2.1649E+01	1.4440E+01	3.1261E+01	86394E+00	1.2017E+01
1.69	64315	2.1813E+01	1.4512E+01	3.1654E+01	85985E+00	1.2046E+01
1.70	64054	2.1977E+01	1.4583E+01	3.2050E+01	85572E+00	1.2076E+01
1.71	63798	2.2141E+01	1.4655E+01	3.2448E+01	85156E+00	1.2106E+01
1.72	63545	2.2304E+01	1.4727E+01	3.2848E+01	84736E+00	1.2136E+01
1.73	63296	2.2467E+01	1.4800E+01	3.3250E+01	84312E+00	1.2165E+01
1.74	63051	2.2629E+01	1.4873E+01	3.3655E+01	83886E+00	1.2195E+01
1.75	62809	2.2791E+01	1.4946E+01	3.4062E+01	83457E+00	1.2225E+01
1.76	62570	2.2952E+01	1.5019E+01	3.4472E+01	83024E+00	1.2255E+01
1.77	62335	2.3113E+01	1.5093E+01	3.4884E+01	82589E+00	1.2285E+01
1.78	62104	2.3273E+01	1.5167E+01	3.5298E+01	82151E+00	1.2315E+01
1.79	61875	2.3433E+01	1.5241E+01	3.5714E+01	81711E+00	1.2346E+01
1.80	61650	2.3592E+01	1.5316E+01	3.6133E+01	81268E+00	1.2376E+01
1.81	61428	2.3751E+01	1.5391E+01	3.6554E+01	80824E+00	1.2406E+01
1.82	61209	2.3909E+01	1.5466E+01	3.6978E+01	80376E+00	1.2436E+01
1.83	60993	2.4067E+01	1.5541E+01	3.7404E+01	79927E+00	1.2467E+01
1.84	60780	2.4224E+01	1.5617E+01	3.7832E+01	79476E+00	1.2497E+01
1.85	60570	2.4381E+01	1.5693E+01	3.8262E+01	79023E+00	1.2527E+01
1.86	60363	2.4537E+01	1.5770E+01	3.8695E+01	78569E+00	1.2558E+01
1.87	60159	2.4693E+01	1.5847E+01	3.9130E+01	78113E+00	1.2588E+01
1.88	59957	2.4848E+01	1.5924E+01	3.9568E+01	77655E+00	1.2619E+01
1.89	59758	2.5003E+01	1.6001E+01	4.0008E+01	77196E+00	1.2650E+01
1.90	59562	2.5157E+01	1.6079E+01	4.0450E+01	76736E+00	1.2680E+01
1.91	59368	2.5310E+01	1.6157E+01	4.0894E+01	76274E+00	1.2711E+01
1.92	59177	2.5463E+01	1.6236E+01	4.1341E+01	75812E+00	1.2742E+01
1.93	58988	2.5616E+01	1.6314E+01	4.1790E+01	75349E+00	1.2773E+01
1.94	58802	2.5767E+01	1.6394E+01	4.2242E+01	74884E+00	1.2804E+01
1.95	58619	2.5919E+01	1.6473E+01	4.2696E+01	74420E+00	1.2835E+01
1.96	58437	2.6069E+01	1.6553E+01	4.3152E+01	73954E+00	1.2866E+01
1.97	58258	2.6220E+01	1.6633E+01	4.3610E+01	73488E+00	1.2897E+01
1.98	58082	2.6369E+01	1.6713E+01	4.4071E+01	73021E+00	1.2928E+01
1.99	57907	2.6518E+01	1.6794E+01	4.4534E+01	72554E+00	1.2959E+01

**Prandtl-Meyer function and Mach angle**

<i>M</i>	<i>v</i>	$\mu$	<i>M</i>	<i>v</i>	$\mu$
0.1000+01	0.0000	0.9000+02	0.2000+01	0.2638+02	0.3000+02
0.1020+01	0.1257+00	0.7864+02	0.2050+01	0.2775+02	0.2920+02
0.1040+01	0.3510+00	0.7406+02	0.2100+01	0.2910+02	0.2844+02
0.1060+01	0.6367+00	0.7063+02	0.2150+01	0.3043+02	0.2772+02
0.1080+01	0.9680+00	0.6781+02	0.2200+01	0.3173+02	0.2704+02
0.1100+01	0.1336+01	0.6538+02	0.2250+01	0.3302+02	0.2639+02
0.1120+01	0.1735+01	0.6323+02	0.2300+01	0.3428+02	0.2577+02
0.1140+01	0.2160+01	0.6131+02	0.2350+01	0.3553+02	0.2518+02
0.1160+01	0.2607+01	0.5955+02	0.2400+01	0.3675+02	0.2462+02
0.1180+01	0.3074+01	0.5794+02	0.2450+01	0.3795+02	0.2409+02
0.1200+01	0.3558+01	0.5644+02	0.2500+01	0.3912+02	0.2358+02
0.1220+01	0.4057+01	0.5505+02	0.2550+01	0.4028+02	0.2309+02
0.1240+01	0.4569+01	0.5375+02	0.2600+01	0.4141+02	0.2262+02
0.1260+01	0.5093+01	0.5253+02	0.2650+01	0.4253+02	0.2217+02
0.1280+01	0.5627+01	0.5138+02	0.2700+01	0.4362+02	0.2174+02
0.1300+01	0.6170+01	0.5028+02	0.2750+01	0.4469+02	0.2132+02
0.1320+01	0.6721+01	0.4925+02	0.2800+01	0.4575+02	0.2092+02
0.1340+01	0.7279+01	0.4827+02	0.2850+01	0.4678+02	0.2054+02
0.1360+01	0.7844+01	0.4733+02	0.2900+01	0.4779+02	0.2017+02
0.1380+01	0.8413+01	0.4644+02	0.2950+01	0.4878+02	0.1981+02
0.1400+01	0.8987+01	0.4558+02	0.3000+01	0.4976+02	0.1947+02
0.1420+01	0.9565+01	0.4477+02	0.3050+01	0.5071+02	0.1914+02
0.1440+01	0.1015+02	0.4398+02	0.3100+01	0.5165+02	0.1882+02
0.1460+01	0.1073+02	0.4323+02	0.3150+01	0.5257+02	0.1851+02
0.1480+01	0.1132+02	0.4251+02	0.3200+01	0.5347+02	0.1821+02
0.1500+01	0.1191+02	0.4181+02	0.3250+01	0.5435+02	0.1792+02
0.1520+01	0.1249+02	0.4114+02	0.3300+01	0.5522+02	0.1764+02
0.1540+01	0.1309+02	0.4049+02	0.3350+01	0.5607+02	0.1737+02
0.1560+01	0.1368+02	0.3987+02	0.3400+01	0.5691+02	0.1710+02
0.1580+01	0.1427+02	0.3927+02	0.3450+01	0.5773+02	0.1685+02
0.1600+01	0.1486+02	0.3868+02	0.3500+01	0.5853+02	0.1660+02
0.1620+01	0.1545+02	0.3812+02	0.3550+01	0.5932+02	0.1636+02
0.1640+01	0.1604+02	0.3757+02	0.3600+01	0.6009+02	0.1613+02
0.1660+01	0.1663+02	0.3704+02	0.3650+01	0.6085+02	0.1590+02
0.1680+01	0.1722+02	0.3653+02	0.3700+01	0.6160+02	0.1568+02
0.1700+01	0.1781+02	0.3603+02	0.3750+01	0.6233+02	0.1547+02
0.1720+01	0.1840+02	0.3555+02	0.3800+01	0.6304+02	0.1526+02
0.1740+01	0.1898+02	0.3508+02	0.3850+01	0.6375+02	0.1505+02
0.1760+01	0.1956+02	0.3462+02	0.3900+01	0.6444+02	0.1486+02
0.1780+01	0.2015+02	0.3418+02	0.3950+01	0.6512+02	0.1466+02
0.1800+01	0.2073+02	0.3375+02	0.4000+01	0.6578+02	0.1448+02
0.1820+01	0.2130+02	0.3333+02	0.4050+01	0.6644+02	0.1429+02
0.1840+01	0.2188+02	0.3292+02	0.4100+01	0.6708+02	0.1412+02
0.1860+01	0.2245+02	0.3252+02	0.4150+01	0.6771+02	0.1394+02
0.1880+01	0.2302+02	0.3213+02	0.4200+01	0.6833+02	0.1377+02
0.1900+01	0.2359+02	0.3176+02	0.4250+01	0.6894+02	0.1361+02
0.1920+01	0.2415+02	0.3139+02	0.4300+01	0.6954+02	0.1345+02
0.1940+01	0.2471+02	0.3103+02	0.4350+01	0.7013+02	0.1329+02
0.1960+01	0.2527+02	0.3068+02	0.4400+01	0.7071+02	0.1314+02
0.1980+01	0.2583+02	0.3033+02	0.4450+01	0.7127+02	0.1299+02