Prof. Dr.-Ing. Holger Foysi
Lehrstuhl Strömungsmechanik

SS2012/2

Name:..... ....Vorname:..... .....Punkte:....

Matr.-Nr.: ....MB-DI / MB-DII / IP-DII / WIW-DII
BSc-MB / BSc-MBD / BSc-BIBME

KLAUSUR STRÖMUNGSLEHRE

Fragenteil

Bitte direkt auf die Angabe schreiben, Blatt wenden!

1) Wie ist die Prandtl-Zahl definiert und wie kann man sie interpretieren? (2P)

2) Welchen Wert nimmt die Reynoldszahl für kriechende und für reibungsfreie Strömungen an? (2P)

3) Skizzieren Sie eine Prandtl-Sonde und geben Sie die zu messenden Größen an. Wie kann daraus die Strömungsgeschwindigkeit in inkompressibler Strömung bestimmt werden? (5P)

4) Wie lautet der Prandtl'sche Mischungswegansatz? (1P)

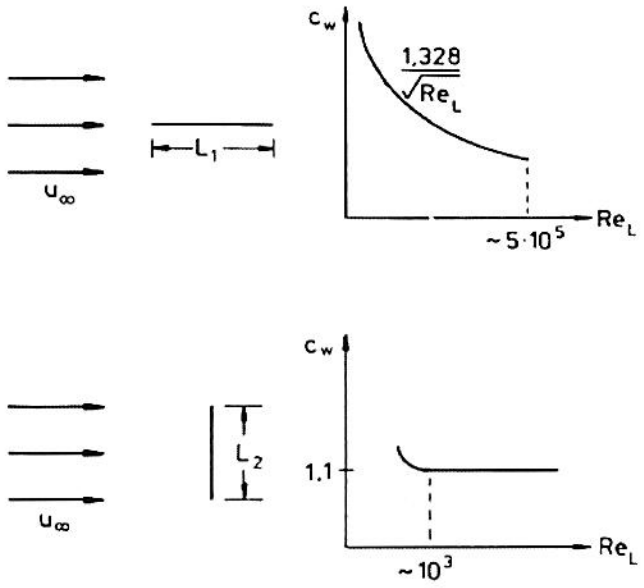
5) Ein geschlossener Körper wird inkompressibel, reibungsfrei und eben umströmt.

a) Welche Richtung hat die auf den Körper wirkende Kraft? (1P)

b) Hat der Körper einen Widerstand? (1P)

c) Was besagt der Satz von Kutta-Jukowski? (1P)

6) Von zwei quadratischen Platten wird die eine senkrecht, die andere parallel angeströmt. Die Abbildung zeigt den Widerstandsbeiwert über der Reynoldszahl gebildet mit der jeweiligen Plattenlänge und der Anströmgeschwindigkeit.



$u_\infty = 5$ m/s $\quad L_1 = 1$ m $\quad \rho = 1{,}25$ kg/m^3

$\nu = 15 \cdot 10^{-6}$ m^2/s

a) Erläutern Sie den Unterschied zwischen Reibungs- und Druckwiderstand? (2P)

b) Wie groß muss L_2 sein, damit die Widerstände gleich groß sind (Ann. $Re_2 > 1000$) (5P)?

c) Wie skaliert (näherungsweise) der Widerstand mit der Anströmgeschwindigkeit (2P)?

3) Nachdenkfrage: Die kritische Machzahl Ma_c in der Umströmung eines Körpers ist definiert als diejenige Machzahl, bei der erstmals eine supersonische Strömung an einem Punkt an der Körperkontur erreicht wird (wir nehmen Reibungsfreiheit an). Was denken Sie, hat ein unendlich ausgedehnter Zylinder oder eine Kugel (angeströmt in radialer Richtung) eine höhere Ma_c? Kurze Begründung. (3P)

Total 25 Punkte

Prof. Dr.-Ing. Holger Foysi
Lehrstuhl Strömungsmechanik

SS2012 (2)

Aufg.	Punkte
1	
2	
3	
Σ	

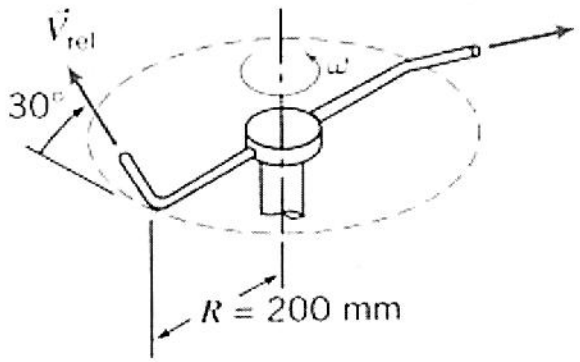
Name: .....
Vorname:.....
Matr.-Nr.: .....

MB-DI / MB-DII / IP-DII / WIW-DII
BSc-MB / BSc-MBD / BSc-BIBME

KLAUSUR STRÖMUNGSLEHRE

Achtung: nicht alle Angaben sind zur Bearbeitung der Teilaufgaben notwendig!

1) Gegeben ist der folgende, abgebildete Rasensprenger. Er operiert bei einem Einlass-Überdruck von 140kPa und der gesamte Volumenstrom ist 4.0L/min. Jeder Freistrahl aus den Enden besitzt eine Anfangsgeschwindigkeit von 17m/s (relativ zum Sprinklerarm) in eine Richtung, die gegenüber der horizontalen um 30 Grad nach oben geneigt ist. Er rotiert um eine vertikale Achse und die Reibung erzeugt ein Drehmoment von 0.18Nm *entgegen* der Drehrichtung.
Annahme: stationär, uniforme Strömung, laminar



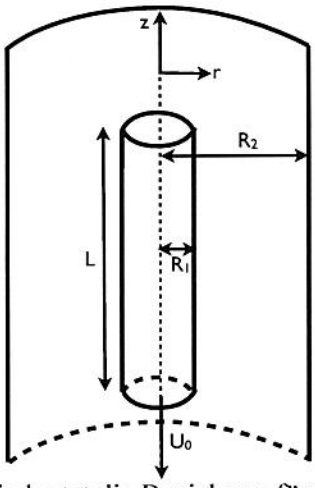
a) Geben Sie zuerst die Geschwindigkeitskomponenten am Rohraustritt in und senkrecht zur Rotationsebene, sowie den Massenfluss durch ein Rohrende an.

b) Wie groß ist die stationäre Rotationsgeschwindigkeit ω?

c) Wie groß ist das Moment, sollte der Sprinkler festgehalten werden?

d) Wie groß ist die von dem Wasserspray benetzte Fläche für Aufgabe b)?

2) In einem senkrecht stehenden Rohr (Radius R_2), gefüllt mit einem homogenen Fluid (Dichte ρ_F=const., Viskosität μ=const.) bewegt sich ein zylindrischer Stift (Radius R_1, Länge L, Dichte ρ_k=const.,) mit konstanter Geschwindigkeit U_0. Für eine näherungsweise Berechnung sollen folgende Annahmen gemacht werden:



- Im Ringspalt liegt eine über die gesamte Stiftlänge L **laminare, inkompressible** und **stationäre** Strömung vor
- Der Druckgradient $\partial p/\partial x_i$ ist **nur** von der Vertikalkomponente z abhängig und kann aus der *hydrostatischen* Grundgleichung berechnet werden. Er ist konstant.
- Für das Gewicht des Stiftes ist L die relevante Abmessung
- Sämtliche Strömungsgrößen ausser dem Druck sind eine Funktion von r allein **(voll entwickelt)**
- Gegeben: R_2, L, $x=R_1/R_2$, U_0, ρ_k, ρ_F, g, μ

a) Wie lautet die Beziehung für den Druckgradienten im vorliegenden Fall?

b) Welche Randbedingung erfüllen die Geschwindigkeiten? Zeigen Sie anhand der Konti-Gleichung, dass u_r=0 ist: $\frac{\partial u_z}{\partial z} + \frac{1}{r}\frac{\partial r u_r}{\partial r} + \frac{1}{r}\frac{\partial u_\varphi}{\partial \varphi}$ =0. (Tipp: Nutzen Sie die Randbedingung)

c) Gegeben ist die NS-Gleichung in z-Richtung

$$\frac{\partial \rho u_z}{\partial t} = -\frac{\partial \rho u_z u_z}{\partial z} - \frac{1}{r}\frac{\partial \rho u_z u_\varphi}{\partial \varphi} - \frac{1}{r}\frac{\partial r \rho u_z u_r}{\partial r} - \frac{\partial p}{\partial z} + V_z$$

mit

$$V_z = \frac{\partial \tau_{zz}}{\partial z} + \frac{1}{r}\frac{\partial \tau_{z\varphi}}{\partial \varphi} + \frac{1}{r}\frac{\partial r \tau_{zr}}{\partial r} - \rho_F \cdot g \quad \text{und} \quad \tau_{zr} = \mu \frac{\partial u_z}{\partial r}$$

Vereinfachen Sie die Gleichung so weit wie möglich, unter Verwendung der oben genannten Annahmen, sowie a) und b), so dass sie eine gewöhnliche Differentialgleichung für $\tau_{zr}(r)$ erhalten.

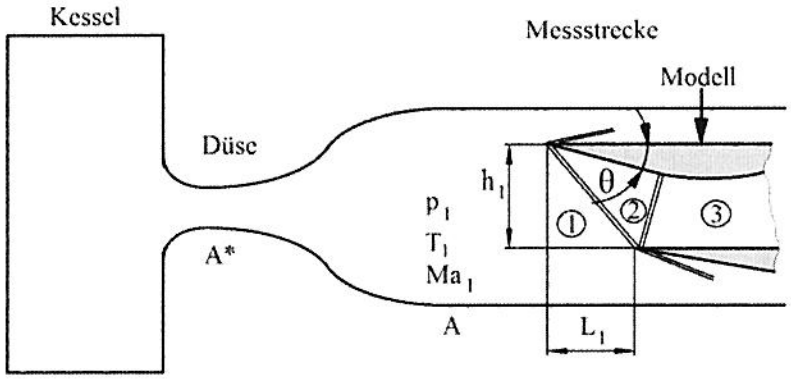
d) Ermitteln Sie die Schubspannung $\tau_{zr}(r)$ sowie die Geschwindigkeit $u_z(r)$ durch Integration unter Verwendung der Randbedingungen.

e) Für welches Radienverhältnis gibt es an der Stiftwand die geringste Wandschubspannung?

(Rechnen Sie mit $\tau_{zr} = const\frac{U_0}{r\ln(R_1/R_2)}$ falls Sie d) nicht lösen konnten)

f) Skizzieren Sie Geschwindigkeit und Schubspannung für U_0 >0 und U_0<0 (Hinweis: sollten Sie Teilaufgabe d) nicht gelöst haben nutzen Sie auch hier die Angabe in e))

3) Der Einlass des Strahltriebwerks eines Überschallflugzeugs hat die Aufgabe, mit einer Kombination schräger und ebener Verdichtungsstöße die angesaugte Luft zu komprimieren, um der nachfolgenden Brennkammer eine subsonische Strömung bereitzustellen. Ein maßstäbliches Modell eines solchen Triebwerkseinlasses soll in einem Überschallwindkanal untersucht werden. Die Überschallströmung in der Messtrecke wird durch eine Laval-Düse erzeugt, die an einem sehr großen Kessel angeschlossen ist. Der Druck und die Temperatur der Überschallströmung in der Messtrecke sollen den realen Umgebungsbedingungen einer Flughöhe von H= 12km entsprechen.
Im Triebwerkseinlass bilden sich ein schräger und ein ebener Verdichtungsstoß. Die Luft strömt nach dem zweiten Stoß subsonisch weiter. Der Massenstrom der in das Triebwerk angesaugten Luft ist $\dot{m}$.



Gegeben sind: Ma_1=3; p_1=0,2bar, T_1=217K; γ=1,4; R=287J/(Kg K); A_1/A^*=4,23; b=0,1m; $\dot{m}$=6kg/s; θ=25°, H=12km

a) Wie hoch muss der Druck p_0 im Kessel sein, damit für Ma_1 der Druck p_1 erreicht wird?

b) Auf welche Temperatur T_0 muss die Luft im Kessel vorgewärmt werden, damit T_1 erreicht wird?

c) Berechnen Sie die Luftdichte ρ_0 im Kessel und ρ_1 in der Messtrecke.

d) Das Modell des Triebwerkseinlasses habe die Tiefe b zur Zeichenebene. Wie groß muss die Höhe h_1 des Einlasses sein, damit der erforderliche Massenstrom $\dot{m}$ angesaugt werden kann?

e) Die Position der unteren Einlasslippe kann verstellt werden, um den Triebwerkseinlass auf verschiedene Anströmmachzahlen einzustellen. Wie groß muss der horizontale Abstand L_1 bei dem gegebenen Ablenkwinkel θ und der Einlasshöhe h_1 gewählt werden, damit der erste Stoß genau an den beiden Einlasslippen anliegt (Hinweis: Wenn Sie d) nicht lösen konnten, rechnen Sie mit h_1=0,03m weiter)?

f) Wie groß sind die Mach-Zahl Ma_3 und der Druck p_3 hinter dem zweiten Stoß?

g) Bestimmen Sie den Totaldruckverlust im Triebwerkseinlass.

TABLE I.—SUBSONIC FLOW

$\gamma=7/5$

M	$\frac{p}{p_t}$	$\frac{\rho}{\rho_t}$	$\frac{T}{T_t}$	β	$\frac{q}{p_t}$	$\frac{A}{A_*}$	$\frac{V}{a_*}$
0	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0	∞	0
.01	.9999	1.0000	1.0000	1.0000	.7000 −4	57.8738	.01095
.02	.9997	.9998	.9999	.9998	.2799 −3	28.9421	.02191
.03	.9994	.9996	.9998	.9995	.6296 −3	19.3005	.03286
.04	.9989	.9992	.9997	.9992	.1119 −2	14.4815	.04381
.05	.9983	.9988	.9995	.9987	.1747 −2	11.5914	.05476
.06	.9975	.9982	.9993	.9982	.2514 −2	9.6659	.06570
.07	.9966	.9976	.9990	.9975	.3418 −2	8.2915	.07664
.08	.9955	.9968	.9987	.9968	.4460 −2	7.2616	.08758
.09	.9944	.9960	.9984	.9959	.5638 −2	6.4613	.09851
.10	.9930	.9950	.9980	.9950	.6951 −2	5.8218	.10944
.11	.9916	.9940	.9976	.9939	.8399 −2	5.2992	.12035
.12	.9900	.9928	.9971	.9928	.9979 −2	4.8643	.13126
.13	.9883	.9916	.9966	.9915	.1169 −1	4.4969	.14217
.14	.9864	.9903	.9961	.9902	.1353 −1	4.1824	.15306
.15	.9844	.9888	.9955	.9887	.1550 −1	3.9103	.16395
.16	.9823	.9873	.9949	.9871	.1760 −1	3.6727	.17482
.17	.9800	.9857	.9943	.9854	.1983 −1	3.4635	.18569
.18	.9776	.9840	.9936	.9837	.2217 −1	3.2779	.19654
.19	.9751	.9822	.9928	.9818	.2464 −1	3.1123	.20739
.20	.9725	.9803	.9921	.9798	.2723 −1	2.9635	.21822
.21	.9697	.9783	.9913	.9777	.2994 −1	2.8293	.22904
.22	.9668	.9762	.9904	.9755	.3276 −1	2.7076	.23984
.23	.9638	.9740	.9895	.9732	.3569 −1	2.5968	.25063
.24	.9607	.9718	.9886	.9708	.3874 −1	2.4956	.26141
.25	.9575	.9694	.9877	.9682	.4189 −1	2.4027	.27217
.26	.9541	.9670	.9867	.9656	.4515 −1	2.3173	.28291
.27	.9506	.9645	.9856	.9629	.4851 −1	2.2385	.29364
.28	.9470	.9619	.9846	.9600	.5197 −1	2.1656	.30435
.29	.9433	.9592	.9835	.9570	.5553 −1	2.0979	.31504
.30	.9395	.9564	.9823	.9539	.5919 −1	2.0351	.32572
.31	.9355	.9535	.9811	.9507	.6293 −1	1.9765	.33637
.32	.9315	.9506	.9799	.9474	.6677 −1	1.9219	.34701
.33	.9274	.9476	.9787	.9440	.7069 −1	1.8707	.35762
.34	.9231	.9445	.9774	.9404	.7470 −1	1.8229	.36822
.35	.9188	.9413	.9761	.9367	.7879 −1	1.7780	.37879
.36	.9143	.9380	.9747	.9330	.8295 −1	1.7358	.38935
.37	.9098	.9347	.9733	.9290	.8719 −1	1.6961	.39988
.38	.9052	.9313	.9719	.9250	.9149 −1	1.6587	.41039
.39	.9004	.9278	.9705	.9208	.9587 −1	1.6234	.42087
.40	.8956	.9243	.9690	.9165	.1003	1.5901	.43133
.41	.8907	.9207	.9675	.9121	.1048	1.5587	.44177
.42	.8857	.9170	.9659	.9075	.1094	1.5289	.45218
.43	.8807	.9132	.9643	.9028	.1140	1.5007	.46257
.44	.8755	.9094	.9627	.8980	.1187	1.4740	.47293
.45	.8703	.9055	.9611	.8930	.1234	1.4487	.48326
.46	.8650	.9016	.9594	.8879	.1281	1.4246	.49357
.47	.8596	.8976	.9577	.8827	.1329	1.4018	.50385
.48	.8541	.8935	.9560	.8773	.1378	1.3801	.51410
.49	.8486	.8894	.9542	.8717	.1426	1.3595	.52433
0.50	0.8430	0.8852	0.9524	0.8660	0.1475	1.3398	0.53452
.51	.8374	.8809	.9506	.8602	.1525	1.3212	.54469
.52	.8317	.8766	.9487	.8542	.1574	1.3034	.55483
.53	.8259	.8723	.9468	.8480	.1624	1.2865	.56493
.54	.8201	.8679	.9449	.8417	.1674	1.2703	.57501
.55	.8142	.8634	.9430	.8352	.1724	1.2550	.58506
.56	.8082	.8589	.9410	.8285	.1774	1.2403	.59507
.57	.8022	.8544	.9390	.8216	.1825	1.2263	.60505
.58	.7962	.8498	.9370	.8146	.1875	1.2130	.61501
.59	.7901	.8451	.9349	.8074	.1925	1.2003	.62492
.60	.7840	.8405	.9328	.8000	.1976	1.1882	.63481
.61	.7778	.8357	.9307	.7924	.2026	1.1767	.64466
.62	.7716	.8310	.9286	.7846	.2076	1.1657	.65448
.63	.7654	.8262	.9265	.7766	.2127	1.1552	.66427
.64	.7591	.8213	.9243	.7684	.2177	1.1452	.67402
.65	.7528	.8164	.9221	.7599	.2227	1.1356	.68374
.66	.7465	.8115	.9199	.7513	.2276	1.1265	.69342
.67	.7401	.8066	.9176	.7424	.2326	1.1179	.70307
.68	.7338	.8016	.9153	.7332	.2375	1.1097	.71268
.69	.7274	.7966	.9131	.7238	.2424	1.1018	.72225
.70	.7209	.7916	.9107	.7141	.2473	1.0944	.73179
.71	.7145	.7865	.9084	.7042	.2521	1.0873	.74129
.72	.7080	.7814	.9061	.6940	.2569	1.0806	.75076
.73	.7016	.7763	.9037	.6834	.2617	1.0742	.76019
.74	.6951	.7712	.9013	.6726	.2664	1.0681	.76958
.75	.6886	.7660	.8989	.6614	.2711	1.0624	.77894
.76	.6821	.7609	.8964	.6499	.2758	1.0570	.78825
.77	.6756	.7557	.8940	.6380	.2804	1.0519	.79753
.78	.6691	.7505	.8915	.6258	.2849	1.0471	.80677
.79	.6625	.7452	.8890	.6131	.2894	1.0425	.81597
.80	.6560	.7400	.8865	.6000	.2939	1.0382	.82514
.81	.6495	.7347	.8840	.5864	.2983	1.0342	.83426
.82	.6430	.7295	.8815	.5724	.3027	1.0305	.84335
.83	.6365	.7242	.8789	.5578	.3069	1.0270	.85239
.84	.6300	.7189	.8763	.5426	.3112	1.0237	.86140
.85	.6235	.7136	.8737	.5268	.3153	1.0207	.87037
.86	.6170	.7083	.8711	.5103	.3195	1.0179	.87929
.87	.6106	.7030	.8685	.4931	.3235	1.0153	.88818
.88	.6041	.6977	.8659	.4750	.3275	1.0129	.89703
.89	.5977	.6924	.8632	.4560	.3314	1.0108	.90583
.90	.5913	.6870	.8606	.4359	.3352	1.0089	.91460
.91	.5849	.6817	.8579	.4146	.3390	1.0071	.92332
.92	.5785	.6764	.8552	.3919	.3427	1.0056	.93201
.93	.5721	.6711	.8525	.3676	.3464	1.0043	.94065
.94	.5658	.6658	.8498	.3412	.3500	1.0031	.94925
.95	.5595	.6604	.8471	.3122	.3534	1.0022	.95781
.96	.5532	.6551	.8444	.2800	.3569	1.0014	.96633
.97	.5469	.6498	.8416	.2431	.3602	1.0008	.97481
.98	.5407	.6445	.8389	.1990	.3635	1.0003	.98325
.99	.5345	.6392	.8361	.1411	.3667	1.0001	.99165
1.00	.5283	.6339	.8333	0	.3698	1.0000	1.00000

TABLE II.—SUPERSONIC FLOW

$\gamma=7/5$

M or M_1	$\frac{p}{p_t}$	$\frac{\rho}{\rho_t}$	$\frac{T}{T_t}$	β	$\frac{q}{p_t}$	$\frac{A}{A_*}$	$\frac{V}{a_*}$	ν	μ	M_2	$\frac{p_2}{p_1}$	$\frac{\rho_2}{\rho_1}$	$\frac{T_2}{T_1}$	$\frac{p_{t_2}}{p_{t_1}}$	$\frac{p_1}{p_{t_2}}$
1.00	0.5283	0.6339	0.8333	0	0.3698	1.000	1.00000	0	90.00	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.5283
1.01	.5221	.6287	.8306	.1418	.3728	1.000	1.00831	.04473	81.93	.9901	1.023	1.017	1.007	1.000	.5221
1.02	.5160	.6234	.8278	.2010	.3758	1.000	1.01658	.1257	78.64	.9805	1.047	1.033	1.013	1.000	.5160
1.03	.5099	.6181	.8250	.2468	.3787	1.001	1.02481	.2294	76.14	.9712	1.071	1.050	1.020	1.000	.5100
1.04	.5039	.6129	.8222	.2857	.3815	1.001	1.03300	.3510	74.06	.9620	1.095	1.067	1.026	.9999	.5039
1.05	.4979	.6077	.8193	.3202	.3842	1.002	1.04114	.4874	72.25	.9531	1.120	1.084	1.033	.9999	.4980
1.06	.4919	.6024	.8165	.3516	.3869	1.003	1.04925	.6367	70.63	.9444	1.144	1.101	1.039	.9997	.4920
1.07	.4860	.5972	.8137	.3807	.3895	1.004	1.05731	.7973	69.16	.9360	1.169	1.118	1.046	.9996	.4861
1.08	.4800	.5920	.8108	.4079	.3919	1.005	1.06533	.9680	67.81	.9277	1.194	1.135	1.052	.9994	.4803
1.09	.4742	.5869	.8080	.4337	.3944	1.006	1.07331	1.148	66.55	.9196	1.219	1.152	1.059	.9992	.4746
1.10	.4684	.5817	.8052	.4583	.3967	1.008	1.08124	1.336	65.38	.9118	1.245	1.169	1.065	.9989	.4689
1.11	.4626	.5766	.8023	.4818	.3990	1.010	1.08913	1.532	64.28	.9041	1.271	1.186	1.071	.9986	.4632
1.12	.4568	.5714	.7994	.5044	.4011	1.011	1.09699	1.735	63.23	.8966	1.297	1.203	1.078	.9982	.4576
1.13	.4511	.5663	.7966	.5262	.4032	1.013	1.10479	1.944	62.25	.8892	1.323	1.221	1.084	.9978	.4521
1.14	.4455	.5612	.7937	.5474	.4052	1.015	1.11256	2.160	61.31	.8820	1.350	1.238	1.090	.9973	.4467
1.15	.4398	.5562	.7908	.5679	.4072	1.017	1.12029	2.381	60.41	.8750	1.376	1.255	1.097	.9967	.4413
1.16	.4343	.5511	.7879	.5879	.4090	1.020	1.12797	2.607	59.55	.8682	1.403	1.272	1.103	.9961	.4360
1.17	.4287	.5461	.7851	.6074	.4108	1.022	1.13561	2.839	58.73	.8615	1.430	1.290	1.109	.9953	.4307
1.18	.4232	.5411	.7822	.6264	.4125	1.025	1.14321	3.074	57.94	.8549	1.458	1.307	1.115	.9946	.4255
1.19	.4178	.5361	.7793	.6451	.4141	1.026	1.15077	3.314	57.18	.8485	1.485	1.324	1.122	.9937	.4204
1.20	.4124	.5311	.7764	.6633	.4157	1.030	1.15828	3.558	56.44	.8422	1.513	1.342	1.128	.9928	.4154
1.21	.4070	.5262	.7735	.6812	.4171	1.033	1.16575	3.806	55.74	.8360	1.541	1.359	1.134	.9918	.4104
1.22	.4017	.5213	.7706	.6989	.4185	1.037	1.17319	4.057	55.05	.8300	1.570	1.376	1.141	.9907	.4055
1.23	.3964	.5164	.7677	.7162	.4198	1.040	1.18057	4.312	54.39	.8241	1.598	1.394	1.147	.9896	.4006
1.24	.3912	.5115	.7648	.7332	.4211	1.043	1.18792	4.569	53.75	.8183	1.627	1.411	1.153	.9884	.3958

TABLE II.—SUPERSONIC FLOW—Continued

$\gamma=7/5$

M or M_1	$\frac{p}{p_t}$	$\frac{\rho}{\rho_t}$	$\frac{T}{T_t}$	β	$\frac{q}{p_t}$	$\frac{A}{A_*}$	$\frac{V}{a_*}$	ν	μ	M_2	$\frac{p_2}{p_1}$	$\frac{\rho_2}{\rho_1}$	$\frac{T_2}{T_1}$	$\frac{p_{t_2}}{p_{t_1}}$	$\frac{p_1}{p_{t_2}}$
1.25	.3861	.5067	.7619	.7500	.4223	1.047	1.19523	4.830	53.13	.8126	1.656	1.429	1.159	.9871	.3911
1.26	.3809	.5019	.7590	.7666	.4233	1.050	1.20249	5.093	52.53	.8071	1.686	1.446	1.166	.9857	.3865
1.27	.3759	.4971	.7561	.7829	.4244	1.054	1.20972	5.359	51.94	.8016	1.715	1.463	1.172	.9842	.3819
1.28	.3708	.4923	.7532	.7990	.4253	1.058	1.21690	5.627	51.38	.7963	1.745	1.481	1.178	.9827	.3774
1.29	.3658	.4876	.7503	.8149	.4262	1.062	1.22404	5.898	50.82	.7911	1.775	1.498	1.185	.9811	.3729
1.30	.3609	.4829	.7474	.8307	.4270	1.066	1.23114	6.170	50.28	.7860	1.805	1.516	1.191	.9794	.3685
1.31	.3560	.4782	.7445	.8462	.4277	1.071	1.23819	6.445	49.76	.7809	1.835	1.533	1.197	.9776	.3642
1.32	.3512	.4736	.7416	.8616	.4283	1.075	1.24521	6.721	49.25	.7760	1.866	1.551	1.204	.9758	.3599
1.33	.3464	.4690	.7387	.8769	.4289	1.080	1.25218	7.000	48.75	.7712	1.897	1.568	1.210	.9738	.3557
1.34	.3417	.4644	.7358	.8920	.4294	1.084	1.25912	7.280	48.27	.7664	1.928	1.585	1.216	.9718	.3516
1.35	.3370	.4598	.7329	.9069	.4299	1.089	1.26601	7.561	47.79	.7618	1.960	1.603	1.223	.9697	.3475
1.36	.3323	.4553	.7300	.9217	.4303	1.094	1.27286	7.844	47.33	.7572	1.991	1.620	1.229	.9676	.3435
1.37	.3277	.4508	.7271	.9364	.4306	1.099	1.27968	8.128	46.88	.7527	2.023	1.638	1.235	.9653	.3395
1.38	.3232	.4463	.7242	.9510	.4308	1.104	1.28645	8.413	46.44	.7483	2.055	1.655	1.242	.9630	.3356
1.39	.3187	.4418	.7213	.9655	.4310	1.109	1.29318	8.699	46.01	.7440	2.087	1.672	1.248	.9607	.3317
1.40	.3142	.4374	.7184	.9798	.4311	1.115	1.29987	8.987	45.58	.7397	2.120	1.690	1.255	.9582	.3280
1.41	.3098	.4330	.7155	.9940	.4312	1.120	1.30652	9.276	45.17	.7355	2.153	1.707	1.261	.9557	.3242
1.42	.3055	.4287	.7126	1.008	.4312	1.126	1.31313	9.565	44.77	.7314	2.186	1.724	1.268	.9531	.3205
1.43	.3012	.4244	.7097	1.022	.4311	1.132	1.31970	9.855	44.37	.7274	2.219	1.742	1.274	.9504	.3169
1.44	.2969	.4201	.7069	1.036	.4310	1.138	1.32623	10.146	43.98	.7235	2.253	1.759	1.281	.9476	.3133
1.45	.2927	.4158	.7040	1.050	.4308	1.144	1.33272	10.438	43.60	.7196	2.286	1.776	1.287	.9448	.3098
1.46	.2886	.4116	.7011	1.064	.4306	1.150	1.33917	10.731	43.23	.7157	2.320	1.793	1.294	.9420	.3063
1.47	.2845	.4074	.6982	1.077	.4303	1.156	1.34558	11.023	42.86	.7120	2.354	1.811	1.300	.9390	.3029
1.48	.2804	.4032	.6954	1.091	.4299	1.163	1.35195	11.317	42.51	.7083	2.389	1.828	1.307	.9360	.2996
1.49	.2764	.3991	.6925	1.105	.4295	1.169	1.35828	11.611	42.16	.7047	2.423	1.845	1.314	.9329	.2962
1.50	.2724	.3950	.6897	1.118	.4290	1.176	1.36458	11.905	41.81	.7011	2.458	1.862	1.320	.9298	.2930
1.51	.2685	.3909	.6868	1.131	.4285	1.183	1.37083	12.200	41.47	.6976	2.493	1.879	1.327	.9266	.2898
1.52	.2646	.3869	.6840	1.145	.4279	1.190	1.37705	12.495	41.14	.6941	2.529	1.896	1.334	.9233	.2866
1.53	.2608	.3829	.6811	1.158	.4273	1.197	1.38322	12.790	40.81	.6907	2.564	1.913	1.340	.9200	.2835
1.54	.2570	.3789	.6783	1.171	.4266	1.204	1.38936	13.086	40.49	.6874	2.600	1.930	1.347	.9166	.2804
1.55	.2533	.3750	.6754	1.184	.4259	1.212	1.39546	13.381	40.18	.6841	2.636	1.947	1.354	.9132	.2773
1.56	.2496	.3710	.6726	1.197	.4252	1.219	1.40152	13.677	39.87	.6809	2.673	1.964	1.361	.9097	.2744
1.57	.2459	.3672	.6698	1.210	.4243	1.227	1.40755	13.973	39.56	.6777	2.709	1.981	1.367	.9061	.2714
1.58	.2423	.3633	.6670	1.223	.4235	1.234	1.41353	14.269	39.27	.6746	2.746	1.998	1.374	.9026	.2685
1.59	.2388	.3595	.6642	1.236	.4226	1.242	1.41948	14.564	38.97	.6715	2.783	2.015	1.381	.8989	.2656
1.60	.2353	.3557	.6614	1.249	.4216	1.250	1.42539	14.861	38.68	.6684	2.820	2.032	1.388	.8952	.2628
1.61	.2318	.3520	.6586	1.262	.4206	1.258	1.43127	15.156	38.40	.6655	2.857	2.049	1.395	.8915	.2600
1.62	.2284	.3483	.6558	1.275	.4196	1.267	1.43710	15.452	38.12	.6625	2.895	2.065	1.402	.8877	.2573
1.63	.2250	.3446	.6530	1.287	.4185	1.275	1.44290	15.747	37.84	.6596	2.933	2.082	1.409	.8838	.2546
1.64	.2217	.3409	.6502	1.300	.4174	1.284	1.44866	16.043	37.57	.6568	2.971	2.099	1.416	.8799	.2519
1.65	.2184	.3373	.6475	1.312	.4162	1.292	1.45439	16.338	37.31	.6540	3.010	2.115	1.423	.8760	.2493
1.66	.2151	.3337	.6447	1.325	.4150	1.301	1.46008	16.633	37.04	.6512	3.048	2.132	1.430	.8720	.2467
1.67	.2119	.3302	.6419	1.337	.4138	1.310	1.46573	16.928	36.78	.6485	3.087	2.148	1.437	.8680	.2442
1.68	.2088	.3266	.6392	1.350	.4125	1.319	1.47135	17.222	36.53	.6458	3.126	2.165	1.444	.8640	.2417
1.69	.2057	.3232	.6364	1.362	.4112	1.328	1.47693	17.516	36.28	.6431	3.165	2.181	1.451	.8598	.2392
1.70	.2026	.3197	.6337	1.375	.4098	1.338	1.48247	17.810	36.03	.6405	3.205	2.198	1.458	.8557	.2368
1.71	.1996	.3163	.6310	1.387	.4085	1.347	1.48798	18.103	35.79	.6380	3.245	2.214	1.466	.8516	.2344
1.72	.1966	.3129	.6283	1.399	.4071	1.357	1.49345	18.397	35.55	.6355	3.285	2.230	1.473	.8474	.2320
1.73	.1936	.3095	.6256	1.412	.4056	1.367	1.49889	18.689	35.31	.6330	3.325	2.247	1.480	.8431	.2296
1.74	.1907	.3062	.6229	1.424	.4041	1.376	1.50429	18.981	35.08	.6305	3.366	2.263	1.487	.8389	.2273
1.75	.1878	.3029	.6202	1.436	.4026	1.386	1.50966	19.273	34.85	.6281	3.406	2.279	1.495	.8346	.2251
1.76	.1850	.2996	.6175	1.448	.4011	1.397	1.51499	19.565	34.62	.6257	3.447	2.295	1.502	.8302	.2228
1.77	.1822	.2964	.6148	1.460	.3996	1.407	1.52029	19.855	34.40	.6234	3.488	2.311	1.509	.8259	.2206
1.78	.1794	.2931	.6121	1.473	.3980	1.418	1.52555	20.146	34.18	.6210	3.530	2.327	1.517	.8215	.2184
1.79	.1767	.2900	.6095	1.485	.3964	1.428	1.53078	20.436	33.96	.6188	3.571	2.343	1.524	.8171	.2163
1.80	.1740	.2868	.6068	1.497	.3947	1.439	1.53598	20.725	33.75	.6165	3.613	2.359	1.532	.8127	.2142
1.81	.1714	.2837	.6041	1.509	.3931	1.450	1.54114	21.014	33.54	.6143	3.655	2.375	1.539	.8082	.2121
1.82	.1688	.2806	.6015	1.521	.3914	1.461	1.54626	21.302	33.33	.6121	3.698	2.391	1.547	.8038	.2100
1.83	.1662	.2776	.5989	1.533	.3897	1.472	1.55136	21.590	33.12	.6099	3.740	2.407	1.554	.7993	.2080
1.84	.1637	.2745	.5963	1.545	.3879	1.484	1.55642	21.877	32.92	.6078	3.783	2.422	1.562	.7948	.2060
1.85	.1612	.2715	.5936	1.556	.3862	1.495	1.56145	22.163	32.72	.6057	3.826	2.438	1.569	.7902	.2040
1.86	.1587	.2686	.5910	1.568	.3844	1.507	1.56644	22.449	32.52	.6036	3.870	2.454	1.577	.7857	.2020
1.87	.1563	.2656	.5884	1.580	.3826	1.519	1.57140	22.735	32.33	.6016	3.913	2.469	1.585	.7811	.2001
1.88	.1539	.2627	.5859	1.592	.3808	1.531	1.57633	23.019	32.13	.5996	3.957	2.485	1.592	.7765	.1982
1.89	.1516	.2598	.5833	1.604	.3790	1.543	1.58123	23.303	31.94	.5976	4.001	2.500	1.600	.7720	.1963
1.90	.1492	.2570	.5807	1.616	.3771	1.555	1.58609	23.586	31.76	.5956	4.045	2.516	1.608	.7674	.1945
1.91	.1470	.2542	.5782	1.627	.3753	1.568	1.59092	23.869	31.57	.5937	4.089	2.531	1.616	.7627	.1927
1.92	.1447	.2514	.5756	1.639	.3734	1.580	1.59572	24.151	31.39	.5918	4.134	2.546	1.624	.7581	.1909
1.93	.1425	.2486	.5731	1.651	.3715	1.593	1.60049	24.432	31.21	.5899	4.179	2.562	1.631	.7535	.1891
1.94	.1403	.2459	.5705	1.662	.3696	1.606	1.60523	24.712	31.03	.5880	4.224	2.577	1.639	.7488	.1873
1.95	.1381	.2432	.5680	1.674	.3677	1.619	1.60993	24.992	30.85	.5862	4.270	2.592	1.647	.7442	.1856
1.96	.1360	.2405	.5655	1.686	.3657	1.633	1.61460	25.271	30.68	.5844	4.315	2.607	1.655	.7395	.1839
1.97	.1339	.2378	.5630	1.697	.3638	1.646	1.61925	25.549	30.51	.5826	4.361	2.622	1.663	.7349	.1822
1.98	.1318	.2352	.5605	1.709	.3618	1.660	1.62386	25.827	30.33	.5808	4.407	2.637	1.671	.7302	.1806
1.99	.1298	.2326	.5580	1.720	.3598	1.674	1.62844	26.104	30.17	.5791	4.453	2.652	1.679	.7255	.1789
2.00	.1278	.2300	.5556	1.732	.3579	1.688	1.63299	26.380	30.00	.5774	4.500	2.667	1.688	.7209	.1773
2.01	.1258	.2275	.5531	1.744	.3559	1.702	1.63751	26.655	29.84	.5757	4.547	2.681	1.696	.7162	.1757
2.02	.1239	.2250	.5506	1.755	.3539	1.716	1.64201	26.929	29.67	.5740	4.594	2.696	1.704	.7115	.1741
2.03	.1220	.2225	.5482	1.767	.3518	1.730	1.64647	27.203	29.51	.5723	4.641	2.711	1.712	.7069	.1726
2.04	.1201	.2200	.5458	1.778	.3498	1.745	1.65090	27.476	29.35	.5707	4.689	2.725	1.720	.7022	.1710
2.05	.1182	.2176	.5433	1.790	.3478	1.760	1.65530	27.748	29.20	.5691	4.736	2.740	1.729	.6975	.1695
2.06	.1164	.2152	.5409	1.801	.3458	1.775	1.65967	28.020	29.04	.5675	4.784	2.755	1.737	.6928	.1680
2.07	.1146	.2128	.5385	1.812	.3437	1.790	1.66402	28.290	28.89	.5659	4.832	2.769	1.745	.6882	.1665
2.08	.1128	.2104	.5361	1.824	.3417	1.806	1.66833	28.560	28.74	.5643	4.881	2.783	1.754	.6835	.1651
2.09	.1111	.2081	.5337	1.835	.3396	1.821	1.67262	28.829	28.59	.5628	4.929	2.798	1.762	.6789	.1636
2.10	.1094	.2058	.5313	1.847	.3376	1.837	1.67687	29.097	28.44	.5613	4.978	2.812	1.770	.6742	.1622
2.11	.1077	.2035	.5290	1.858	.3355	1.853	1.68110	29.364	28.29	.5598	5.027	2.826	1.779	.6696	.1608
2.12	.1060	.2013	.5266	1.869	.3334	1.869	1.68530	29.631	28.14	.5583	5.077	2.840	1.787	.6649	.1594
2.13	.1043	.1990	.5243	1.881	.3314	1.885	1.68947	29.897	28.00	.5568	5.126	2.854	1.796	.6603	.1580
2.14	.1027	.1968	.5219	1.892	.3293	1.902	1.69362	30.161	27.86	.5554	5.176	2.868	1.805	.6557	.1567

TABLE II.—SUPERSONIC FLOW—Continued

$\gamma = 7/5$

M or M_1	$\frac{p}{p_t}$	$\frac{\rho}{\rho_t}$	$\frac{T}{T_t}$	β	$\frac{q}{p_t}$	$\frac{A}{A_*}$	$\frac{V}{a_*}$	ν	μ	M_2	$\frac{p_2}{p_1}$	$\frac{\rho_2}{\rho_1}$	$\frac{T_2}{T_1}$	$\frac{p_{t_2}}{p_{t_1}}$	$\frac{p_1}{p_{t_2}}$
2.15	.1011 -1	.1946	.5196	1.903	.3272	1.919	1.69774	30.425	27.72	.5540	5.226	2.882	1.813	.6511	.1553
2.16	.9956 -1	.1925	.5173	1.915	.3252	1.935	1.70183	30.689	27.58	.5525	5.277	2.896	1.822	.6464	.1540
2.17	.9802 -1	.1903	.5150	1.926	.3231	1.953	1.70589	30.951	27.44	.5511	5.327	2.910	1.831	.6419	.1527
2.18	.9649 -1	.1882	.5127	1.937	.3210	1.970	1.70992	31.212	27.30	.5498	5.378	2.924	1.839	.6373	.1514
2.19	.9500 -1	.1861	.5104	1.948	.3189	1.987	1.71393	31.473	27.17	.5484	5.429	2.938	1.848	.6327	.1502
2.20	.9352 -1	.1841	.5081	1.960	.3169	2.005	1.71791	31.732	27.04	.5471	5.480	2.951	1.857	.6281	.1489
2.21	.9207 -1	.1820	.5059	1.971	.3148	2.023	1.72187	31.991	26.90	.5457	5.531	2.965	1.866	.6236	.1476
2.22	.9064 -1	.1800	.5036	1.982	.3127	2.041	1.72579	32.250	26.77	.5444	5.583	2.978	1.875	.6191	.1464
2.23	.8923 -1	.1780	.5014	1.993	.3106	2.059	1.72970	32.507	26.64	.5431	5.636	2.992	1.883	.6145	.1452
2.24	.8785 -1	.1760	.4991	2.004	.3085	2.078	1.73357	32.763	26.51	.5418	5.687	3.005	1.892	.6100	.1440
2.25	.8648 -1	.1740	.4969	2.016	.3065	2.096	1.73742	33.018	26.39	.5405	5.740	3.019	1.901	.6055	.1428
2.26	.8514 -1	.1721	.4947	2.027	.3044	2.115	1.74125	33.273	26.26	.5393	5.792	3.032	1.910	.6011	.1417
2.27	.8382 -1	.1702	.4925	2.038	.3023	2.134	1.74504	33.527	26.14	.5381	5.845	3.045	1.919	.5966	.1405
2.28	.8251 -1	.1683	.4903	2.049	.3003	2.154	1.74882	33.780	26.01	.5368	5.898	3.058	1.928	.5921	.1394
2.29	.8123 -1	.1664	.4881	2.060	.2982	2.173	1.75257	34.032	25.89	.5356	5.951	3.071	1.938	.5877	.1382
2.30	.7997 -1	.1646	.4859	2.071	.2963	2.193	1.75629	34.283	25.77	.5344	6.005	3.085	1.947	.5833	.1371
2.31	.7873 -1	.1628	.4837	2.082	.2941	2.213	1.75999	34.533	25.65	.5332	6.059	3.098	1.956	.5789	.1360
2.32	.7751 -1	.1609	.4816	2.093	.2920	2.233	1.76366	34.783	25.53	.5321	6.113	3.110	1.965	.5745	.1349
2.33	.7631 -1	.1592	.4794	2.104	.2900	2.254	1.76731	35.031	25.42	.5309	6.167	3.123	1.974	.5702	.1338
2.34	.7512 -1	.1574	.4773	2.116	.2879	2.274	1.77093	35.279	25.30	.5297	6.222	3.136	1.984	.5658	.1328
2.35	.7396 -1	.1556	.4752	2.127	.2859	2.295	1.77453	35.526	25.18	.5286	6.276	3.149	1.993	.5615	.1317
2.36	.7281 -1	.1539	.4731	2.138	.2839	2.316	1.77811	35.771	25.07	.5275	6.331	3.162	2.002	.5572	.1307
2.37	.7168 -1	.1522	.4709	2.149	.2818	2.338	1.78166	36.017	24.96	.5264	6.386	3.174	2.012	.5529	.1297
2.38	.7057 -1	.1505	.4688	2.160	.2798	2.359	1.78519	36.261	24.85	.5253	6.442	3.187	2.021	.5486	.1286
2.39	.6948 -1	.1488	.4668	2.171	.2778	2.381	1.78869	36.504	24.73	.5242	6.497	3.199	2.031	.5444	.1276
2.40	.6840 -1	.1472	.4647	2.182	.2758	2.403	1.79218	36.746	24.62	.5231	6.553	3.212	2.040	.5401	.1266
2.41	.6734 -1	.1456	.4626	2.193	.2738	2.425	1.79563	36.988	24.52	.5221	6.609	3.224	2.050	.5359	.1257
2.42	.6630 -1	.1439	.4606	2.204	.2718	2.448	1.79907	37.229	24.41	.5210	6.666	3.237	2.059	.5317	.1247
2.43	.6527 -1	.1424	.4585	2.215	.2698	2.471	1.80248	37.469	24.30	.5200	6.722	3.249	2.069	.5276	.1237
2.44	.6426 -1	.1408	.4565	2.226	.2678	2.494	1.80587	37.708	24.19	.5189	6.779	3.261	2.079	.5234	.1228
2.45	.6327 -1	.1392	.4544	2.237	.2658	2.517	1.80924	37.946	24.09	.5179	6.836	3.273	2.088	.5193	.1218
2.46	.6229 -1	.1377	.4524	2.248	.2639	2.540	1.81258	38.183	23.99	.5169	6.894	3.285	2.098	.5152	.1209
2.47	.6133 -1	.1362	.4504	2.259	.2619	2.564	1.81591	38.420	23.88	.5159	6.951	3.298	2.108	.5111	.1200
2.48	.6038 -1	.1346	.4484	2.269	.2599	2.588	1.81921	38.655	23.78	.5149	7.009	3.310	2.118	.5071	.1191
2.49	.5945 -1	.1332	.4464	2.280	.2580	2.612	1.82249	38.890	23.68	.5140	7.067	3.321	2.128	.5030	.1182
2.50	.5853 -1	.1317	.4444	2.291	.2561	2.637	1.82574	39.124	23.58	.5130	7.125	3.333	2.138	.4990	.1173
2.51	.5762 -1	.1302	.4425	2.302	.2541	2.661	1.82898	39.357	23.48	.5120	7.183	3.345	2.147	.4950	.1164
2.52	.5674 -1	.1288	.4405	2.313	.2522	2.686	1.83219	39.589	23.38	.5111	7.242	3.357	2.157	.4911	.1155
2.53	.5586 -1	.1274	.4386	2.324	.2503	2.712	1.83538	39.820	23.28	.5102	7.301	3.369	2.167	.4871	.1147
2.54	.5500 -1	.1260	.4366	2.335	.2484	2.737	1.83855	40.050	23.18	.5092	7.360	3.380	2.177	.4832	.1138
2.55	.5415 -1	.1246	.4347	2.346	.2465	2.763	1.84170	40.280	23.09	.5083	7.420	3.392	2.187	.4793	.1130
2.56	.5332 -1	.1232	.4328	2.357	.2448	2.789	1.84483	40.509	22.99	.5074	7.479	3.403	2.198	.4754	.1122
2.57	.5250 -1	.1218	.4309	2.367	.2427	2.815	1.84794	40.736	22.91	.5065	7.539	3.415	2.208	.4715	.1113
2.58	.5169 -1	.1205	.4289	2.378	.2409	2.842	1.85103	40.963	22.81	.5056	7.599	3.426	2.218	.4677	.1105
2.59	.5090 -1	.1192	.4271	2.389	.2390	2.869	1.85410	41.189	22.71	.5047	7.659	3.438	2.228	.4639	.1097
2.60	.5012 -1	.1179	.4252	2.400	.2371	2.896	1.85714	41.415	22.62	.5039	7.720	3.449	2.238	.4601	.1089
2.61	.4935 -1	.1166	.4233	2.411	.2353	2.923	1.86017	41.639	22.53	.5030	7.781	3.460	2.249	.4564	.1081
2.62	.4859 -1	.1153	.4214	2.422	.2335	2.951	1.86318	41.863	22.44	.5022	7.842	3.471	2.259	.4526	.1074
2.63	.4784 -1	.1140	.4196	2.432	.2317	2.979	1.86616	42.086	22.35	.5013	7.903	3.483	2.269	.4489	.1066
2.64	.4711 -1	.1128	.4177	2.443	.2298	3.007	1.86913	42.307	22.26	.5005	7.965	3.494	2.280	.4452	.1058
2.65	.4639 -1	.1115	.4159	2.454	.2280	3.036	1.87208	42.529	22.17	.4996	8.026	3.505	2.290	.4416	.1051
2.66	.4568 -1	.1103	.4141	2.465	.2262	3.065	1.87501	42.749	22.08	.4988	8.088	3.516	2.301	.4379	.1043
2.67	.4498 -1	.1091	.4122	2.476	.2245	3.094	1.87792	42.968	22.00	.4980	8.150	3.527	2.311	.4343	.1036
2.68	.4429 -1	.1079	.4104	2.486	.2227	3.123	1.88081	43.187	21.91	.4972	8.213	3.537	2.322	.4307	.1028
2.69	.4362 -1	.1067	.4086	2.497	.2209	3.153	1.88368	43.405	21.82	.4964	8.275	3.548	2.332	.4271	.1021
2.70	.4295 -1	.1056	.4068	2.508	.2192	3.183	1.88653	43.621	21.74	.4956	8.338	3.559	2.343	.4236	.1014
2.71	.4229 -1	.1044	.4051	2.519	.2174	3.213	1.88936	43.838	21.65	.4949	8.401	3.570	2.354	.4201	.1007
2.72	.4165 -1	.1033	.4033	2.530	.2157	3.244	1.89218	44.053	21.57	.4941	8.465	3.580	2.364	.4166	.9998 -1
2.73	.4102 -1	.1022	.4015	2.540	.2140	3.275	1.89497	44.267	21.49	.4933	8.528	3.591	2.375	.4131	.9929 -1
2.74	.4039 -1	.1010	.3998	2.551	.2124	3.306	1.89775	44.481	21.41	.4926	8.592	3.601	2.386	.4097	.9860 -1
2.75	.3978 -1	.9994 -1	.3980	2.562	.2106	3.338	1.90051	44.694	21.32	.4918	8.656	3.612	2.397	.4062	.9792 -1
2.76	.3917 -1	.9885 -1	.3963	2.572	.2089	3.370	1.90325	44.906	21.24	.4911	8.721	3.622	2.407	.4028	.9724 -1
2.77	.3858 -1	.9778 -1	.3945	2.583	.2072	3.402	1.90598	45.117	21.16	.4903	8.785	3.633	2.418	.3994	.9658 -1
2.78	.3799 -1	.9671 -1	.3928	2.594	.2055	3.434	1.90868	45.327	21.08	.4896	8.850	3.643	2.429	.3961	.9591 -1
2.79	.3742 -1	.9566 -1	.3911	2.605	.2039	3.467	1.91137	45.537	21.00	.4889	8.915	3.653	2.440	.3928	.9526 -1
2.80	.3685 -1	.9463 -1	.3894	2.615	.2022	3.500	1.91404	45.746	20.92	.4882	8.980	3.664	2.451	.3895	.9461 -1
2.81	.3629 -1	.9360 -1	.3877	2.626	.2006	3.534	1.91669	45.954	20.85	.4875	9.045	3.674	2.462	.3862	.9397 -1
2.82	.3574 -1	.9259 -1	.3860	2.637	.1990	3.567	1.91933	46.161	20.77	.4868	9.111	3.684	2.473	.3829	.9334 -1
2.83	.3520 -1	.9158 -1	.3844	2.647	.1973	3.601	1.92195	46.368	20.69	.4861	9.177	3.694	2.484	.3797	.9271 -1
2.84	.3467 -1	.9059 -1	.3827	2.658	.1957	3.636	1.92455	46.573	20.62	.4854	9.243	3.704	2.495	.3765	.9209 -1
2.85	.3415 -1	.8962 -1	.3810	2.669	.1941	3.671	1.92714	46.778	20.54	.4847	9.310	3.714	2.507	.3733	.9147 -1
2.86	.3363 -1	.8865 -1	.3794	2.679	.1926	3.706	1.92970	46.982	20.47	.4840	9.376	3.724	2.518	.3701	.9086 -1
2.87	.3312 -1	.8769 -1	.3777	2.690	.1910	3.741	1.93225	47.185	20.39	.4833	9.443	3.734	2.529	.3670	.9026 -1
2.88	.3263 -1	.8675 -1	.3761	2.701	.1894	3.777	1.93479	47.388	20.32	.4827	9.510	3.743	2.540	.3639	.8966 -1
2.89	.3213 -1	.8581 -1	.3745	2.711	.1879	3.813	1.93731	47.589	20.24	.4820	9.577	3.753	2.552	.3608	.8906 -1
2.90	.3165 -1	.8489 -1	.3729	2.722	.1863	3.850	1.93981	47.790	20.17	.4814	9.645	3.763	2.563	.3577	.8848 -1
2.91	.3118 -1	.8398 -1	.3712	2.733	.1848	3.887	1.94230	47.990	20.10	.4807	9.713	3.773	2.575	.3547	.8790 -1
2.92	.3071 -1	.8307 -1	.3696	2.743	.1833	3.924	1.94477	48.190	20.03	.4801	9.781	3.782	2.586	.3517	.8732 -1
2.93	.3025 -1	.8218 -1	.3681	2.754	.1818	3.961	1.94722	48.388	19.96	.4795	9.849	3.792	2.598	.3487	.8675 -1
2.94	.2980 -1	.8130 -1	.3665	2.765	.1803	3.999	1.94966	48.586	19.89	.4788	9.918	3.801	2.609	.3457	.8619 -1
2.95	.2935 -1	.8043 -1	.3649	2.775	.1788	4.038	1.95208	48.783	19.81	.4782	9.986	3.811	2.621	.3428	.8563 -1
2.96	.2891 -1	.7957 -1	.3633	2.786	.1773	4.076	1.95449	48.980	19.75	.4776	10.06	3.820	2.632	.3398	.8507 -1
2.97	.2848 -1	.7872 -1	.3618	2.797	.1758	4.115	1.95688	49.175	19.68	.4770	10.12	3.829	2.644	.3369	.8453 -1
2.98	.2805 -1	.7788 -1	.3602	2.807	.1744	4.155	1.95925	49.370	19.61	.4764	10.19	3.839	2.656	.3340	.8398 -1
2.99	.2764 -1	.7705 -1	.3587	2.818	.1729	4.194	1.96162	49.564	19.54	.4758	10.26	3.848	2.667	.3312	.8345 -1
3.00	.2722 -1	.7623 -1	.3571	2.828	.1715	4.235	1.96396	49.757	19.47	.4752	10.33	3.857	2.679	.3283	.8291 -1
3.01	.2682 -1	.7541 -1	.3556	2.839	.1701	4.275	1.96629	49.950	19.40	.4746	10.40	3.866	2.691	.3255	.8238 -1
3.02	.2642 -1	.7461 -1	.3541	2.850	.1687	4.316	1.96861	50.142	19.34	.4740	10.47	3.875	2.703	.3227	.8186 -1
3.03	.2603 -1	.7382 -1	.3526	2.860	.1673	4.357	1.97091	50.333	19.27	.4734	10.54	3.884	2.714	.3200	.8134 -1
3.04	.2564 -1	.7303 -1	.3511	2.871	.1659	4.399	1.97319	50.523	19.20	.4729	10.62	3.893	2.726	.3172	.8083 -1

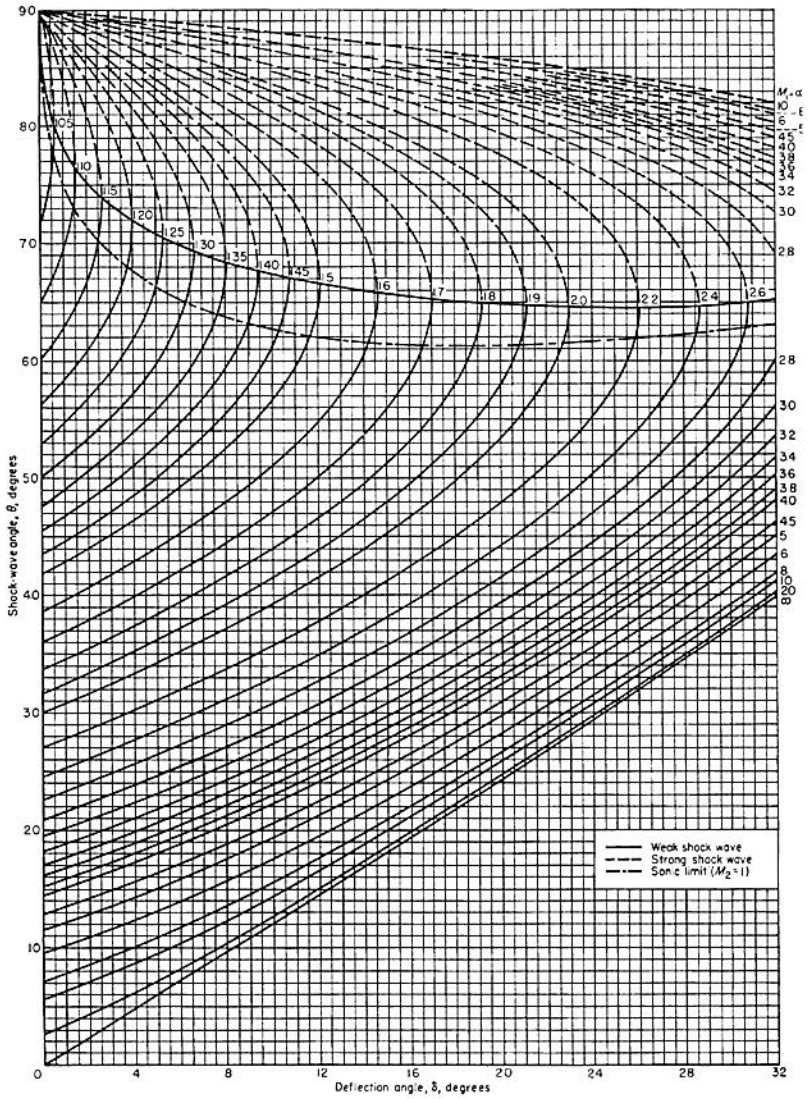


CHART 2.—Variation of shock-wave angle with flow-deflection angle for various upstream Mach numbers. Perfect gas, $\gamma = 1.4$.

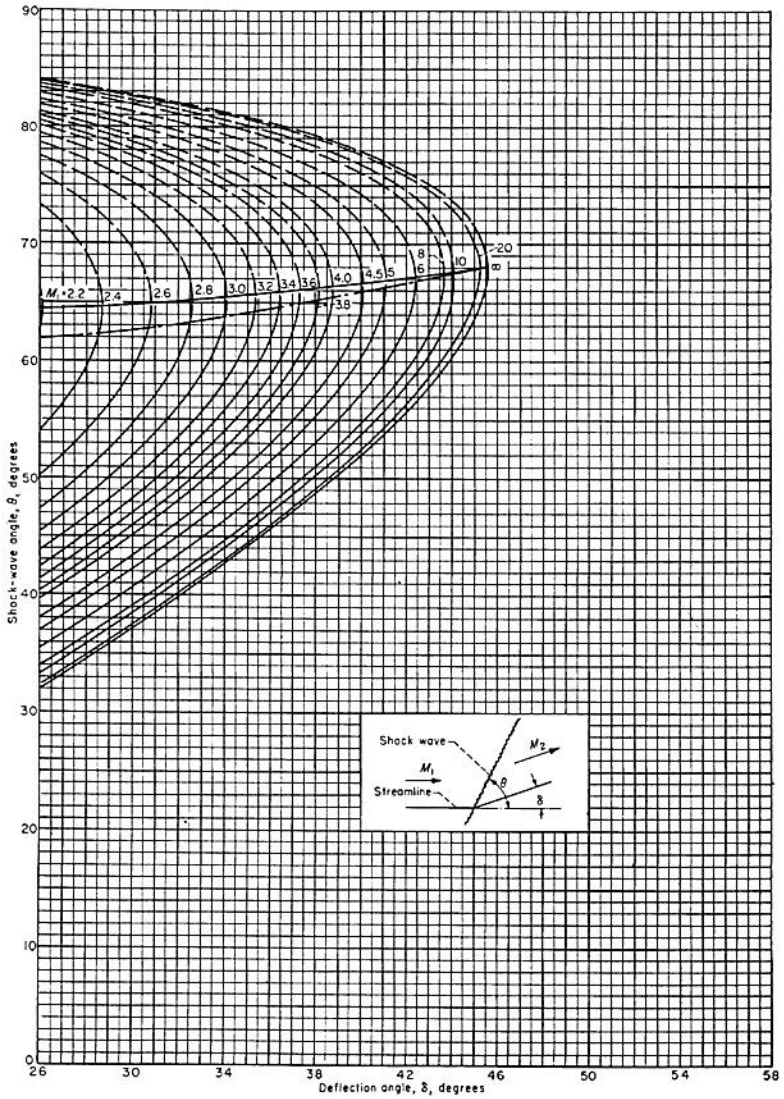


CHART 2.—Concluded