

APPENDIX F

CYLINDER NATURAL FREQUENCIES FOR CASES 1-7

CASE # 1: $E = 5.0895e+010$ Pa, $h = 0.00558$ m, $\rho = 512.5448$ kg/m³

Table F.1 Structural natural frequencies and modal indices for Case 1

Mode	fn(Hz)	n	m
1.0000	75.0200	3.0000	1.0000
2.0000	76.5829	4.0000	1.0000
3.0000	108.9778	5.0000	1.0000
4.0000	134.7737	2.0000	1.0000
5.0000	146.9790	5.0000	2.0000
6.0000	155.9109	6.0000	1.0000
7.0000	162.2668	4.0000	2.0000
8.0000	173.3793	6.0000	2.0000
9.0000	213.1026	7.0000	1.0000
10.0000	222.8622	7.0000	2.0000
11.0000	223.0227	6.0000	3.0000
12.0000	237.2651	5.0000	3.0000
13.0000	243.0289	3.0000	2.0000
14.0000	250.3100	7.0000	3.0000
15.0000	279.5803	8.0000	1.0000
16.0000	286.3371	8.0000	2.0000
17.0000	301.7509	7.0000	4.0000
18.0000	303.3465	8.0000	3.0000
19.0000	305.9150	6.0000	4.0000
20.0000	310.8677	4.0000	3.0000
21.0000	335.7050	8.0000	4.0000
22.0000	339.9996	1.0000	1.0000
23.0000	355.0853	9.0000	1.0000
24.0000	360.5684	9.0000	2.0000
25.0000	362.5430	5.0000	4.0000
26.0000	372.7444	9.0000	3.0000
27.0000	375.4203	7.0000	5.0000
28.0000	385.4371	8.0000	5.0000
29.0000	394.8604	9.0000	4.0000
30.0000	411.3710	6.0000	5.0000
31.0000	429.2861	9.0000	5.0000
32.0000	439.0318	2.0000	2.0000
33.0000	439.5363	10.0000	1.0000
34.0000	444.4330	10.0000	2.0000
35.0000	450.8743	8.0000	6.0000
36.0000	454.2759	10.0000	3.0000
37.0000	465.0678	7.0000	6.0000
38.0000	469.9517	3.0000	3.0000
39.0000	471.0414	10.0000	4.0000
40.0000	476.5691	9.0000	6.0000
41.0000	486.9688	4.0000	4.0000
42.0000	496.5411	10.0000	5.0000

Table F.2 Cylinder acoustic natural frequencies and modal indices for Case 1

Mode	fn(Hz)	i	j	k
1.0000	0	0	0	0
2.0000	39.7801	1.0000	0	0
3.0000	79.5602	2.0000	0	0
4.0000	119.3403	3.0000	0	0
5.0000	129.9923	0	1.0000	0
6.0000	135.9429	1.0000	1.0000	0
7.0000	152.4068	2.0000	1.0000	0
8.0000	159.1204	4.0000	0	0
9.0000	176.4656	3.0000	1.0000	0
10.0000	198.9005	5.0000	0	0
11.0000	205.4685	4.0000	1.0000	0
12.0000	215.6325	0	2.0000	0
13.0000	219.2712	1.0000	2.0000	0
14.0000	229.8417	2.0000	2.0000	0
15.0000	237.6119	5.0000	1.0000	0
16.0000	238.6806	6.0000	0	0
17.0000	246.4538	3.0000	2.0000	0
18.0000	267.9864	4.0000	2.0000	0
19.0000	270.5255	0	0	1.0000
20.0000	271.7838	6.0000	1.0000	0
21.0000	273.4347	1.0000	0	1.0000
22.0000	278.4608	7.0000	0	0
23.0000	281.9821	2.0000	0	1.0000
24.0000	293.3578	5.0000	2.0000	0
25.0000	295.6792	3.0000	0	1.0000
26.0000	296.6130	0	3.0000	0
27.0000	299.2686	1.0000	3.0000	0
28.0000	307.0978	2.0000	3.0000	0
29.0000	307.3083	7.0000	1.0000	0
30.0000	313.8525	4.0000	0	1.0000
31.0000	318.2409	8.0000	0	0
32.0000	319.7208	3.0000	3.0000	0
33.0000	321.6611	6.0000	2.0000	0
34.0000	335.7760	5.0000	0	1.0000
35.0000	336.5985	4.0000	3.0000	0
36.0000	343.7663	8.0000	1.0000	0
37.0000	352.1900	7.0000	2.0000	0
38.0000	357.1284	5.0000	3.0000	0
39.0000	360.7666	6.0000	0	1.0000
40.0000	375.4330	0	4.0000	0
41.0000	376.4073	0	1.0000	1.0000
42.0000	377.5346	1.0000	4.0000	0
43.0000	378.5035	1.0000	1.0000	1.0000
44.0000	380.7200	6.0000	3.0000	0
45.0000	383.7705	2.0000	4.0000	0
46.0000	384.4147	8.0000	2.0000	0
47.0000	384.7237	2.0000	1.0000	1.0000
48.0000	388.2325	7.0000	0	1.0000
49.0000	393.9442	3.0000	4.0000	0

50.0000	394.8729	3.0000	1.0000	1.0000
51.0000	406.8411	7.0000	3.0000	0
52.0000	407.7613	4.0000	4.0000	0
53.0000	408.6585	4.0000	1.0000	1.0000
54.0000	417.6857	8.0000	0	1.0000
55.0000	424.8663	5.0000	4.0000	0
56.0000	425.7275	5.0000	1.0000	1.0000
57.0000	435.0362	8.0000	3.0000	0
58.0000	444.8802	6.0000	4.0000	0
59.0000	445.7027	6.0000	1.0000	1.0000
60.0000	452.9540	0	5.0000	0
61.0000	454.6974	1.0000	5.0000	0
62.0000	459.8882	2.0000	5.0000	0
63.0000	467.4295	7.0000	4.0000	0
64.0000	468.2124	7.0000	1.0000	1.0000
65.0000	468.4116	3.0000	5.0000	0
66.0000	473.4638	0	2.0000	1.0000
67.0000	475.1320	1.0000	2.0000	1.0000
68.0000	480.0902	4.0000	5.0000	0
69.0000	480.1019	2.0000	2.0000	1.0000
70.0000	488.2726	3.0000	2.0000	1.0000
71.0000	492.1658	8.0000	4.0000	0
72.0000	492.9094	8.0000	1.0000	1.0000
73.0000	494.7006	5.0000	5.0000	0
74.0000	495.3151	0	0	2.0000
75.0000	496.9100	1.0000	0	2.0000
76.0000	499.4871	4.0000	2.0000	1.0000

CASE # 2: $E = 7.0895e+010$ Pa, $h = 0.004784$ m, $\rho = 597.8261$ kg/m³

Table F.3 Structural natural frequencies and modal indices for Case 2

Mode	fn(Hz)	n	m
1.0000	75.0013	4.0000	1.0000
2.0000	79.5867	3.0000	1.0000
3.0000	103.0915	5.0000	1.0000
4.0000	146.4181	6.0000	1.0000
5.0000	147.1006	2.0000	1.0000
6.0000	148.2124	5.0000	2.0000
7.0000	167.0327	6.0000	2.0000
8.0000	172.9024	4.0000	2.0000
9.0000	199.7983	7.0000	1.0000
10.0000	210.8022	7.0000	2.0000
11.0000	225.1503	6.0000	3.0000
12.0000	242.8605	7.0000	3.0000
13.0000	250.8111	5.0000	3.0000
14.0000	262.0083	8.0000	1.0000
15.0000	264.6860	3.0000	2.0000
16.0000	269.2066	8.0000	2.0000
17.0000	288.4186	8.0000	3.0000
18.0000	302.4632	7.0000	4.0000
19.0000	319.3782	6.0000	4.0000
20.0000	325.6554	8.0000	4.0000
21.0000	332.7201	9.0000	1.0000
22.0000	336.9646	4.0000	3.0000
23.0000	338.2936	9.0000	2.0000
24.0000	351.4274	9.0000	3.0000
25.0000	371.5577	1.0000	1.0000
26.0000	376.1271	9.0000	4.0000
27.0000	382.6634	8.0000	5.0000
28.0000	386.1942	7.0000	5.0000
29.0000	389.7386	5.0000	4.0000
30.0000	411.8305	10.0000	1.0000
31.0000	415.0849	9.0000	5.0000
32.0000	416.6527	10.0000	2.0000
33.0000	426.8251	10.0000	3.0000
34.0000	436.9033	6.0000	5.0000
35.0000	444.8286	10.0000	4.0000
36.0000	456.7746	8.0000	6.0000
37.0000	468.5721	9.0000	6.0000
38.0000	472.8611	10.0000	5.0000
39.0000	479.6893	2.0000	2.0000
40.0000	486.4549	7.0000	6.0000
41.0000	499.3023	11.0000	1.0000

CASE # 3: E = 9.0895e+010 Pa, h = 0.0043 m, rho = 665.1163 kg/m³

Table F.4 Structural natural frequencies and modal indices for Case 3

Mode	fn(Hz)	n	m
1.0000	75.0699	4.0000	1.0000
2.0000	84.0327	3.0000	1.0000
3.0000	100.3191	5.0000	1.0000
4.0000	141.5720	6.0000	1.0000
5.0000	151.5283	5.0000	2.0000
6.0000	157.8074	2.0000	1.0000
7.0000	165.0409	6.0000	2.0000
8.0000	183.0276	4.0000	2.0000
9.0000	192.9017	7.0000	1.0000
10.0000	205.1145	7.0000	2.0000
11.0000	230.3680	6.0000	3.0000
12.0000	241.3259	7.0000	3.0000
13.0000	252.8628	8.0000	1.0000
14.0000	260.5572	8.0000	2.0000
15.0000	264.2672	5.0000	3.0000
16.0000	281.8839	8.0000	3.0000
17.0000	283.6229	3.0000	2.0000
18.0000	307.9396	7.0000	4.0000
19.0000	321.0652	9.0000	1.0000
20.0000	323.5517	8.0000	4.0000
21.0000	326.8202	9.0000	2.0000
22.0000	333.9946	6.0000	4.0000
23.0000	340.9766	9.0000	3.0000
24.0000	360.1426	4.0000	3.0000
25.0000	368.1836	9.0000	4.0000
26.0000	386.9289	8.0000	5.0000
27.0000	397.3859	10.0000	1.0000
28.0000	398.8656	1.0000	1.0000
29.0000	400.1247	7.0000	5.0000
30.0000	402.2416	10.0000	2.0000
31.0000	411.3411	9.0000	5.0000
32.0000	412.8772	10.0000	3.0000
33.0000	414.6424	5.0000	4.0000
34.0000	432.2165	10.0000	4.0000
35.0000	461.6132	6.0000	5.0000
36.0000	462.7733	10.0000	5.0000
37.0000	468.4816	8.0000	6.0000
38.0000	470.4053	9.0000	6.0000
39.0000	481.7807	11.0000	1.0000
40.0000	486.1897	11.0000	2.0000
41.0000	495.0167	11.0000	3.0000

CASE # 4: E = 1.1090e+011 Pa, h = 0.00393 m, rho = 727.7354

Table F.5 Structural natural frequencies and modal indices for Case 4

Mode	fn(Hz)	n	m
1.0000	75.0318	4.0000	1.0000
2.0000	87.6943	3.0000	1.0000
3.0000	97.6499	5.0000	1.0000
4.0000	136.9221	6.0000	1.0000
5.0000	154.2233	5.0000	2.0000
6.0000	163.0276	6.0000	2.0000
7.0000	166.5619	2.0000	1.0000
8.0000	186.2862	7.0000	1.0000
9.0000	191.3585	4.0000	2.0000
10.0000	199.6387	7.0000	2.0000
11.0000	234.6161	6.0000	3.0000
12.0000	239.6315	7.0000	3.0000
13.0000	244.0906	8.0000	1.0000
14.0000	252.2557	8.0000	2.0000
15.0000	275.3565	5.0000	3.0000
16.0000	275.5579	8.0000	3.0000
17.0000	299.1163	3.0000	2.0000
18.0000	309.8861	9.0000	1.0000
19.0000	312.3326	7.0000	4.0000
20.0000	315.8134	9.0000	2.0000
21.0000	321.2382	8.0000	4.0000
22.0000	330.9355	9.0000	3.0000
23.0000	346.0597	6.0000	4.0000
24.0000	360.4714	9.0000	4.0000
25.0000	379.1311	4.0000	3.0000
26.0000	383.5311	10.0000	1.0000
27.0000	388.4181	10.0000	2.0000
28.0000	390.1800	8.0000	5.0000
29.0000	399.4925	10.0000	3.0000
30.0000	407.4329	9.0000	5.0000
31.0000	411.6138	7.0000	5.0000
32.0000	420.0879	10.0000	4.0000
33.0000	421.1863	1.0000	1.0000
34.0000	435.0895	5.0000	4.0000
35.0000	452.9835	10.0000	5.0000
36.0000	464.9745	11.0000	1.0000
37.0000	469.3439	11.0000	2.0000
38.0000	471.4120	9.0000	6.0000
39.0000	478.0545	8.0000	6.0000
40.0000	478.3317	11.0000	3.0000
41.0000	481.9584	6.0000	5.0000
42.0000	494.0243	11.0000	4.0000
43.0000	499.3649	10.0000	6.0000

Case # 5: $E = 1.3090 \times 10^{11}$ Pa, $h = 0.00364$ m, $\rho = 785.7143$ kg/m³

Table F.6 Structural natural frequencies and modal indices for Case 5

Mode	f_n (Hz)	n	m
1.0000	75.0948	4.0000	1.0000
2.0000	90.8991	3.0000	1.0000
3.0000	95.3709	5.0000	1.0000
4.0000	132.8825	6.0000	1.0000
5.0000	156.7486	5.0000	2.0000
6.0000	161.4491	6.0000	2.0000
7.0000	174.0971	2.0000	1.0000
8.0000	180.5192	7.0000	1.0000
9.0000	194.9621	7.0000	2.0000
10.0000	198.6285	4.0000	2.0000
11.0000	236.4364	8.0000	1.0000
12.0000	238.4421	7.0000	3.0000
13.0000	238.5835	6.0000	3.0000
14.0000	245.0615	8.0000	2.0000
15.0000	270.2372	8.0000	3.0000
16.0000	285.0880	5.0000	3.0000
17.0000	300.1289	9.0000	1.0000
18.0000	306.2321	9.0000	2.0000
19.0000	312.4663	3.0000	2.0000
20.0000	316.5392	7.0000	4.0000
21.0000	319.6064	8.0000	4.0000
22.0000	322.2893	9.0000	3.0000
23.0000	354.0266	9.0000	4.0000
24.0000	356.7574	6.0000	4.0000
25.0000	371.4372	10.0000	1.0000
26.0000	376.3655	10.0000	2.0000
27.0000	387.8770	10.0000	3.0000
28.0000	393.5124	8.0000	5.0000
29.0000	395.5333	4.0000	3.0000
30.0000	404.4946	9.0000	5.0000
31.0000	409.6859	10.0000	4.0000
32.0000	421.9686	7.0000	5.0000
33.0000	440.3865	1.0000	1.0000
34.0000	444.7949	10.0000	5.0000
35.0000	450.3038	11.0000	1.0000
36.0000	452.8342	5.0000	4.0000
37.0000	454.6465	11.0000	2.0000
38.0000	463.8067	11.0000	3.0000
39.0000	472.8991	9.0000	6.0000
40.0000	480.1242	11.0000	4.0000
41.0000	486.9155	8.0000	6.0000
42.0000	494.3365	10.0000	6.0000
43.0000	499.7521	6.0000	5.0000

Case 6: $E = 1.5090e+011$ Pa, $h = 0.0034$ m, $\rho = 843.6578$ kg/m³

Table F.7 Structural natural frequencies and modal indices for Case 6

Mode	fn(Hz)	n	m
1.0000	74.9084	4.0000	1.0000
2.0000	92.8592	5.0000	1.0000
3.0000	93.5228	3.0000	1.0000
4.0000	128.5236	6.0000	1.0000
5.0000	158.5797	5.0000	2.0000
6.0000	159.4186	6.0000	2.0000
7.0000	174.3174	7.0000	1.0000
8.0000	180.3437	2.0000	1.0000
9.0000	189.8102	7.0000	2.0000
10.0000	204.5964	4.0000	2.0000
11.0000	228.2124	8.0000	1.0000
12.0000	236.5353	7.0000	3.0000
13.0000	237.2782	8.0000	2.0000
14.0000	241.4838	6.0000	3.0000
15.0000	264.2392	8.0000	3.0000
16.0000	289.6483	9.0000	1.0000
17.0000	293.0343	5.0000	3.0000
18.0000	295.9141	9.0000	2.0000
19.0000	312.8656	9.0000	3.0000
20.0000	317.0147	8.0000	4.0000
21.0000	319.4188	7.0000	4.0000
22.0000	323.5266	3.0000	2.0000
23.0000	346.6832	9.0000	4.0000
24.0000	358.4478	10.0000	1.0000
25.0000	363.4064	10.0000	2.0000
26.0000	365.3894	6.0000	4.0000
27.0000	375.3291	10.0000	3.0000
28.0000	395.3411	8.0000	5.0000
29.0000	398.2911	10.0000	4.0000
30.0000	400.3816	9.0000	5.0000
31.0000	409.1019	4.0000	3.0000
32.0000	430.1224	7.0000	5.0000
33.0000	434.5473	11.0000	1.0000
34.0000	435.4793	10.0000	5.0000
35.0000	438.8535	11.0000	2.0000
36.0000	448.1658	11.0000	3.0000
37.0000	456.3088	1.0000	1.0000
38.0000	465.0697	11.0000	4.0000
39.0000	467.4662	5.0000	4.0000
40.0000	472.7498	9.0000	6.0000
41.0000	487.9314	10.0000	6.0000
42.0000	492.0362	11.0000	5.0000
43.0000	493.5309	8.0000	6.0000

Case 7: $E = 1.7090e+011$ Pa, $h = 0.0032$ m, $\rho = 896.5517$ kg/m³

Table F.8 Structural natural frequencies and modal indices for Case 7

Mode	fn(Hz)	n	m
1.0000	75.0098	4.0000	1.0000
2.0000	90.9833	5.0000	1.0000
3.0000	96.0318	3.0000	1.0000
4.0000	125.1292	6.0000	1.0000
5.0000	158.2195	6.0000	2.0000
6.0000	160.6789	5.0000	2.0000
7.0000	169.4497	7.0000	1.0000
8.0000	185.9595	7.0000	2.0000
9.0000	186.1390	2.0000	1.0000
10.0000	210.2700	4.0000	2.0000
11.0000	221.7439	8.0000	1.0000
12.0000	231.2518	8.0000	2.0000
13.0000	235.7189	7.0000	3.0000
14.0000	244.7738	6.0000	3.0000
15.0000	259.9288	8.0000	3.0000
16.0000	281.3995	9.0000	1.0000
17.0000	287.8423	9.0000	2.0000
18.0000	300.6729	5.0000	3.0000
19.0000	305.6791	9.0000	3.0000
20.0000	315.8892	8.0000	4.0000
21.0000	322.9694	7.0000	4.0000
22.0000	333.8060	3.0000	2.0000
23.0000	341.4958	9.0000	4.0000
24.0000	348.2221	10.0000	1.0000
25.0000	353.2311	10.0000	2.0000
26.0000	365.5818	10.0000	3.0000
27.0000	373.8738	6.0000	4.0000
28.0000	389.6854	10.0000	4.0000
29.0000	398.2307	9.0000	5.0000
30.0000	398.2726	8.0000	5.0000
31.0000	421.7653	4.0000	3.0000
32.0000	422.1421	11.0000	1.0000
33.0000	426.4346	11.0000	2.0000
34.0000	428.8821	10.0000	5.0000
35.0000	435.9280	11.0000	3.0000
36.0000	438.4618	7.0000	5.0000
37.0000	453.4399	11.0000	4.0000
38.0000	471.0656	1.0000	1.0000
39.0000	474.2688	9.0000	6.0000
40.0000	481.2342	5.0000	4.0000
41.0000	481.6237	11.0000	5.0000
42.0000	484.0950	10.0000	6.0000
43.0000	500.8285	8.0000	6.0000

Table F.9 Cylinder acoustic natural frequencies and modal indices for Case 7

Mode	fn(Hz)	i	j	k
1.0000	0	0	0	0
2.0000	39.7801	1.0000	0	0
3.0000	79.5602	2.0000	0	0
4.0000	119.3403	3.0000	0	0
5.0000	129.7917	0	1.0000	0
6.0000	135.7511	1.0000	1.0000	0
7.0000	152.2358	2.0000	1.0000	0
8.0000	159.1204	4.0000	0	0
9.0000	176.3179	3.0000	1.0000	0
10.0000	198.9005	5.0000	0	0
11.0000	205.3417	4.0000	1.0000	0
12.0000	215.2998	0	2.0000	0
13.0000	218.9439	1.0000	2.0000	0
14.0000	229.5296	2.0000	2.0000	0
15.0000	237.5023	5.0000	1.0000	0
16.0000	238.6806	6.0000	0	0
17.0000	246.1628	3.0000	2.0000	0
18.0000	267.7187	4.0000	2.0000	0
19.0000	270.1081	0	0	1.0000
20.0000	271.6880	6.0000	1.0000	0
21.0000	273.0217	1.0000	0	1.0000
22.0000	278.4608	7.0000	0	0
23.0000	281.5816	2.0000	0	1.0000
24.0000	293.1133	5.0000	2.0000	0
25.0000	295.2973	3.0000	0	1.0000
26.0000	296.1553	0	3.0000	0
27.0000	298.8150	1.0000	3.0000	0
28.0000	306.6558	2.0000	3.0000	0
29.0000	307.2235	7.0000	1.0000	0
30.0000	313.4927	4.0000	0	1.0000
31.0000	318.2409	8.0000	0	0
32.0000	319.2962	3.0000	3.0000	0
33.0000	321.4381	6.0000	2.0000	0
34.0000	335.4397	5.0000	0	1.0000
35.0000	336.1953	4.0000	3.0000	0
36.0000	343.6905	8.0000	1.0000	0
37.0000	351.9863	7.0000	2.0000	0
38.0000	356.7483	5.0000	3.0000	0
39.0000	360.4537	6.0000	0	1.0000
40.0000	374.8537	0	4.0000	0
41.0000	375.8265	0	1.0000	1.0000
42.0000	376.9585	1.0000	4.0000	0
43.0000	377.9259	1.0000	1.0000	1.0000
44.0000	380.3635	6.0000	3.0000	0
45.0000	383.2037	2.0000	4.0000	0
46.0000	384.1554	2.0000	1.0000	1.0000
47.0000	384.2281	8.0000	2.0000	0
48.0000	387.9417	7.0000	0	1.0000
49.0000	393.3922	3.0000	4.0000	0

50.0000	394.3192	3.0000	1.0000	1.0000
51.0000	406.5075	7.0000	3.0000	0
52.0000	407.2279	4.0000	4.0000	0
53.0000	408.1236	4.0000	1.0000	1.0000
54.0000	417.4154	8.0000	0	1.0000
55.0000	424.3544	5.0000	4.0000	0
56.0000	425.2140	5.0000	1.0000	1.0000
57.0000	434.7243	8.0000	3.0000	0
58.0000	444.3914	6.0000	4.0000	0
59.0000	445.2123	6.0000	1.0000	1.0000
60.0000	452.2550	0	5.0000	0
61.0000	454.0012	1.0000	5.0000	0
62.0000	459.1998	2.0000	5.0000	0
63.0000	466.9643	7.0000	4.0000	0
64.0000	467.7357	3.0000	5.0000	0
65.0000	467.7456	7.0000	1.0000	1.0000
66.0000	472.7332	0	2.0000	1.0000
67.0000	474.4040	1.0000	2.0000	1.0000
68.0000	479.3814	2.0000	2.0000	1.0000
69.0000	479.4308	4.0000	5.0000	0
70.0000	487.5642	3.0000	2.0000	1.0000
71.0000	491.7240	8.0000	4.0000	0
72.0000	492.4660	8.0000	1.0000	1.0000
73.0000	494.0607	5.0000	5.0000	0
74.0000	494.5508	0	0	2.0000
75.0000	496.1481	1.0000	0	2.0000
76.0000	498.7946	4.0000	2.0000	1.0000
77.0000	500.9095	2.0000	0	2.0000