

ESERCITAZIONE 2

La pressione atmosferica in un aeroporto alla quota di 400 ft è pari a 1006 mbar e la temperatura esterna è di 27°C.

Si richiede di:

- stimare pressione e temperatura esistenti in quel momento a livello del mare, assumendo che il gradiente termico abbia un valore medio pari a quello standard;
- riportare, in funzione della quota effettiva da 0 a 8000 ft, gli errori altimetrici nei 3 casi di regolazione QFE, QNH e QNE.

Per stimare la pressione a quota zero si ricorre al modello dell'aria standard, per il quale si ha:

$$\frac{p_h}{p_0} = \left(\frac{T_h}{T_0} \right)^{\frac{g}{R\alpha}}$$

dove

$g = 9.81 \text{ m/s}^2$ (accelerazione di gravità, supposta costante con la quota)

$\alpha = 6.5 \text{ K/km}$ (gradiente termico standard)

$R = 287 \text{ J/(kg K)}$ costante dell'aria

Per cui, supponendo di conoscere la pressione alla quota di 400 ft (= 121.92 m) si ricava la temperatura a quota zero:

$$T_0 = T_h + \alpha h \cong 300.942 \text{ K}$$

e quindi si ottiene la pressione stimata a quota zero:

$$p_0 = p_h \left(\frac{T_0}{T_h} \right)^{\frac{g}{R\alpha}} = 1006 \text{ mbar} \left(\frac{300.942 \text{ K}}{300.15 \text{ K}} \right)^{5.25} \cong 1020.0 \text{ mbar}$$

QNE, QFE e QNH si ricavano tutti dalla formula:

$$h = \frac{T_0}{\alpha} \left(1 - \left(\frac{p}{p_0} \right)^{\frac{1}{5.25}} \right)$$

fissando diversi valori per le costanti:

<p>QNE:</p> <p>$p_0 = 1013.25 \text{ mbar}$ (valore standard)</p> <p>$T_0 = 15^\circ\text{C} = 288.15 \text{ K}$</p>	<p>QFE:</p> <p>$p_0 = 1006 \text{ mbar}$ (pressione reale sull'aeroporto)</p> <p>$T_0 = 15^\circ\text{C} = 288.15 \text{ K}$</p>	<p>QNH:</p> <p>$p_0 = 1020.651 \text{ mbar}$ (valore presunto a quota zero, ricavato con il valore standard di $T_0 = 15^\circ\text{C}$)</p> <p>$T_0 = 15^\circ\text{C} = 288.15 \text{ K}$</p> $p_0 = \frac{p_h}{\left(1 - \frac{h\alpha}{T_0} \right)^{5.25}} \cong 1020.651 \text{ mbar}$
--	--	--

Quota reale (ft)	Pressione reale (mbar)	QNE (ft)	Errore sul QNE (ft)	QFE (ft)	Errore sul QFE (ft)	QNH (ft)	Errore sul QNH (ft)
0	1020.02	-184.68	-184.68	-384.01	-384.01	17.05	17.05
100	1016.50	-88.81	-188.81	-288.01	-388.01	112.79	12.79
200	1012.99	7.06	-192.94	-192.00	-392.00	208.52	8.52
300	1009.49	102.93	-197.07	-96.00	-396.00	304.26	4.26
400	1006.00	198.80	-201.20	0.00	-400.00	400.00	0.00
500	1002.52	294.67	-205.33	96.00	-404.00	495.74	-4.26
600	999.05	390.54	-209.46	192.00	-408.00	591.48	-8.52
700	995.59	486.41	-213.59	288.01	-411.99	687.21	-12.79
800	992.13	582.28	-217.72	384.01	-415.99	782.95	-17.05
900	988.69	678.15	-221.85	480.01	-419.99	878.69	-21.31
1000	985.26	774.02	-225.98	576.01	-423.99	974.43	-25.57
1100	981.84	869.89	-230.11	672.01	-427.99	1070.16	-29.84
1200	978.42	965.77	-234.23	768.02	-431.98	1165.90	-34.10
1300	975.02	1061.64	-238.36	864.02	-435.98	1261.64	-38.36
1400	971.62	1157.51	-242.49	960.02	-439.98	1357.38	-42.62
1500	968.24	1253.38	-246.62	1056.02	-443.98	1453.12	-46.88
1600	964.86	1349.25	-250.75	1152.02	-447.98	1548.85	-51.15
1700	961.50	1445.12	-254.88	1248.03	-451.97	1644.59	-55.41
1800	958.14	1540.99	-259.01	1344.03	-455.97	1740.33	-59.67
1900	954.80	1636.86	-263.14	1440.03	-459.97	1836.07	-63.93
2000	951.46	1732.73	-267.27	1536.03	-463.97	1931.81	-68.19
2100	948.13	1828.60	-271.40	1632.03	-467.97	2027.54	-72.46
2200	944.81	1924.47	-275.53	1728.04	-471.96	2123.28	-76.72
2300	941.50	2020.34	-279.66	1824.04	-475.96	2219.02	-80.98
2400	938.20	2116.21	-283.79	1920.04	-479.96	2314.76	-85.24
2500	934.91	2212.09	-287.91	2016.04	-483.96	2410.50	-89.50
2600	931.63	2307.96	-292.04	2112.04	-487.96	2506.23	-93.77
2700	928.36	2403.83	-296.17	2208.05	-491.95	2601.97	-98.03
2800	925.10	2499.70	-300.30	2304.05	-495.95	2697.71	-102.29
2900	921.85	2595.57	-304.43	2400.05	-499.95	2793.45	-106.55
3000	918.60	2691.44	-308.56	2496.05	-503.95	2889.19	-110.81
3100	915.37	2787.31	-312.69	2592.05	-507.95	2984.92	-115.08
3200	912.15	2883.18	-316.82	2688.06	-511.94	3080.66	-119.34
3300	908.93	2979.05	-320.95	2784.06	-515.94	3176.40	-123.60
3400	905.72	3074.92	-325.08	2880.06	-519.94	3272.14	-127.86
3500	902.53	3170.79	-329.21	2976.06	-523.94	3367.88	-132.12
3600	899.34	3266.66	-333.34	3072.06	-527.94	3463.61	-136.39
3700	896.16	3362.53	-337.47	3168.07	-531.93	3559.35	-140.65
3800	892.99	3458.41	-341.59	3264.07	-535.93	3655.09	-144.91
3900	889.83	3554.28	-345.72	3360.07	-539.93	3750.83	-149.17
4000	886.67	3650.15	-349.85	3456.07	-543.93	3846.57	-153.43
4100	883.53	3746.02	-353.98	3552.07	-547.93	3942.30	-157.70
4200	880.40	3841.89	-358.11	3648.08	-551.92	4038.04	-161.96
4300	877.27	3937.76	-362.24	3744.08	-555.92	4133.78	-166.22
4400	874.16	4033.63	-366.37	3840.08	-559.92	4229.52	-170.48
4500	871.05	4129.50	-370.50	3936.08	-563.92	4325.26	-174.74
4600	867.95	4225.37	-374.63	4032.08	-567.92	4420.99	-179.01
4700	864.86	4321.24	-378.76	4128.09	-571.91	4516.73	-183.27
4800	861.78	4417.11	-382.89	4224.09	-575.91	4612.47	-187.53
4900	858.71	4512.98	-387.02	4320.09	-579.91	4708.21	-191.79
5000	855.65	4608.85	-391.15	4416.09	-583.91	4803.95	-196.05
5100	852.60	4704.73	-395.27	4512.09	-587.91	4899.68	-200.32
5200	849.55	4800.60	-399.40	4608.10	-591.90	4995.42	-204.58
5300	846.51	4896.47	-403.53	4704.10	-595.90	5091.16	-208.84
5400	843.49	4992.34	-407.66	4800.10	-599.90	5186.90	-213.10
5500	840.47	5088.21	-411.79	4896.10	-603.90	5282.64	-217.36
5600	837.46	5184.08	-415.92	4992.10	-607.90	5378.37	-221.63
5700	834.46	5279.95	-420.05	5088.11	-611.89	5474.11	-225.89
5800	831.47	5375.82	-424.18	5184.11	-615.89	5569.85	-230.15
5900	828.48	5471.69	-428.31	5280.11	-619.89	5665.59	-234.41
6000	825.51	5567.56	-432.44	5376.11	-623.89	5761.33	-238.67
6100	822.54	5663.43	-436.57	5472.11	-627.89	5857.06	-242.94
6200	819.58	5759.30	-440.70	5568.12	-631.88	5952.80	-247.20
6300	816.64	5855.17	-444.83	5664.12	-635.88	6048.54	-251.46
6400	813.70	5951.05	-448.95	5760.12	-639.88	6144.28	-255.72
6500	810.76	6046.92	-453.08	5856.12	-643.88	6240.02	-259.98
6600	807.84	6142.79	-457.21	5952.12	-647.88	6335.75	-264.25
6700	804.93	6238.66	-461.34	6048.13	-651.87	6431.49	-268.51
6800	802.02	6334.53	-465.47	6144.13	-655.87	6527.23	-272.77
6900	799.12	6430.40	-469.60	6240.13	-659.87	6622.97	-277.03

Quota reale (ft)	Pressione reale (mbar)	QNE (ft)	Errore sul QNE (ft)	QFE (ft)	Errore sul QFE (ft)	QNH (ft)	Errore sul QNH (ft)
7000	796.23	6526.27	-473.73	6336.13	-663.87	6718.71	-281.29
7100	793.35	6622.14	-477.86	6432.13	-667.87	6814.44	-285.56
7200	790.48	6718.01	-481.99	6528.14	-671.86	6910.18	-289.82
7300	787.62	6813.88	-486.12	6624.14	-675.86	7005.92	-294.08
7400	784.76	6909.75	-490.25	6720.14	-679.86	7101.66	-298.34
7500	781.91	7005.62	-494.38	6816.14	-683.86	7197.40	-302.60
7600	779.07	7101.49	-498.51	6912.14	-687.86	7293.13	-306.87
7700	776.24	7197.37	-502.63	7008.15	-691.85	7388.87	-311.13
7800	773.42	7293.24	-506.76	7104.15	-695.85	7484.61	-315.39
7900	770.61	7389.11	-510.89	7200.15	-699.85	7580.35	-319.65
8000	767.80	7484.98	-515.02	7296.15	-703.85	7676.08	-323.92

disponibile in rete all'indirizzo <http://pmassio.altervista.org>