

演習問題 1.1

気体の音速 a は、 $a = \sqrt{\gamma RT} = \sqrt{\gamma \frac{R_u}{M} T}$ で求めることができる。ここで γ , R , R_u , T はそれぞれ気体の比熱比, ガス定数, 一般ガス定数, 静温度 (絶対温度) である。よって, 空気の場合

$$\begin{aligned} a &= \sqrt{\gamma \frac{R_u}{M} T} = \sqrt{1.4 \times \frac{8.3144621 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}}{28.966 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} (15 + 273.15\text{K})} \\ &= \sqrt{115.80 \frac{\text{J}}{\text{g}}} = \sqrt{115.80 \times 10^3} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 340.3 \frac{\text{m}}{\text{s}} \end{aligned}$$

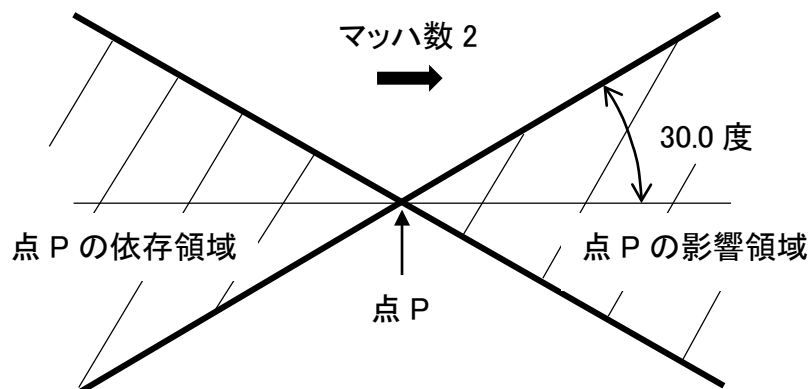
演習問題 1.2

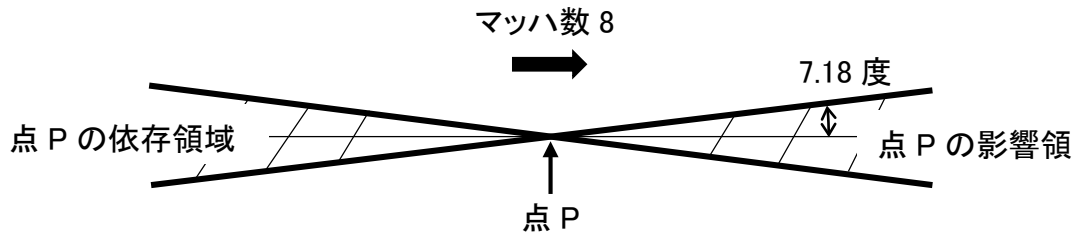
- ・ 空気中, 水中の音の伝搬
- ・ 衝撃波やソニックブームの発生
- ・ 膨張波の発生

など

演習問題 1.3

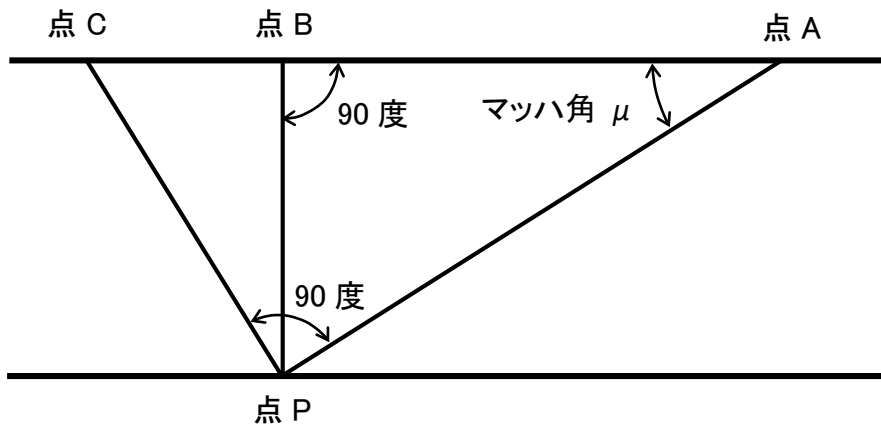
マッハ角は, マッハ数 2 の時は $\mu = \sin^{-1} \frac{1}{M}$ より $\mu = 30$ 度, マッハ数 8 の時が $\mu = 7.18$ 度である。よって下図のようになる。





演習問題 1.4

点 P にいる人がこの飛行機の音を聞いたときは点 C で発生した音が点 P に到達した時である。この時、飛行機はすでに点 A に達している。点 A と点 P の距離が求める距離である。よって線分 $AP = \text{線分 } BP / \sin \mu$ 。今、マッハ数 2 の時は $\mu = \sin^{-1} \frac{1}{M}$ より $\mu = 30$ 度であり、線分 $BP = 18,000\text{m}$ であるから、線分 $AP = 18,000\text{m} / 0.5 = 36,000\text{m}$ 。よって飛行機は観測者から $36,000\text{m}$ 離れている。



演習問題 1.5

$d\rho = \beta \rho dp$ (式(1.1.8))より $dp = \frac{d\rho}{\beta \rho} = \frac{1}{\beta} \frac{d\rho}{\rho}$ が得られる。いま、流体が漏れて流体の密度が

0.01% 減少しているので $\frac{d\rho}{\rho} = 0.0001$ である

空気の場合、 $\beta = 0.987 \times 10^{-5} \text{ 1/Pa}$ であるから $dp = \frac{0.0001}{0.987 \times 10^{-5} \text{ 1/Pa}} = 10.13 \text{ Pa}$

水の場合, $\beta = 4.5 \times 10^{-10} \text{ 1/Pa}$ であるから $dp = \frac{0.0001}{4.5 \times 10^{-10} \text{ 1/Pa}} = 2.22 \times 10^5 \text{ Pa}$

このようにわずかな漏れで流体の密度が 0.01%減少した場合でも, 水の場合は空気の場合と比べて $2.22 \times 10^5 \text{ Pa} \sim$ 約 0.2 MPa だけ急激に圧力が下がるので, 容器の破壊が進行しにくいという利点がある.