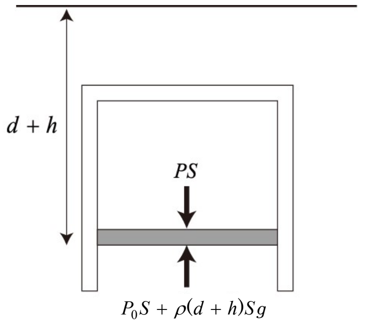
1 浮力と気体の状態変化

(1)① ピストンにはたらく水圧は，大気圧も考慮して，$P_0+\rho(d+h)g$ である。シリンダーのピストンにはたらく力のつり合いより，

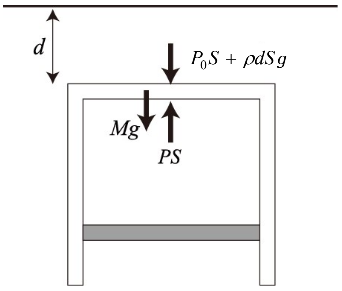


$$PS=P_0S+\rho(d+h)Sg \qquad \therefore P=P_0+\rho(d+h)g$$

気体の状態方程式より，

$$PSh=nRT \qquad T=\frac{\{P_0+\rho(d+h)g\}Sh}{nR}$$

② シリンダーの上面にはたらく水圧は，$P_0+\rho dg$ である。シリンダーの底にはたらく力のつり合いより，



$$PS=P_0S+\rho dSg+Mg \qquad \therefore M=\rho Sh$$

(2)① シリンダーの底が液面下 d_1，シリンダーのピストンが液面下 h_1 になったとすると，(1)と同様に，シリンダーのピストンまたは底にはたらく力のつり合いより，

$$P_0S+\frac{Wg}{S_0}S+\rho(d_1+h_1)Sg=P_1S$$

$$P_0S+\frac{Wg}{S_0}S+\rho d_1Sg+Mg=P_1S$$

２式より，

$$\rho h_1Sg=Mg \qquad \therefore h_1=h$$

よって，シリンダー内の気体の体積は，

$$V_1=Sh$$

また，状態方程式より，

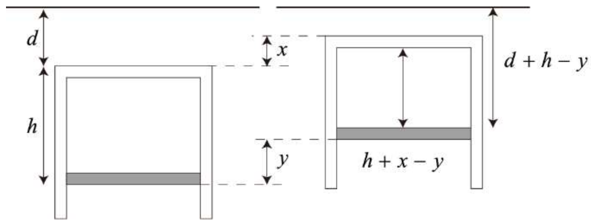
$$P_1=\frac{nRT_1}{Sh}$$

② ①の式より，

$$\frac{nRT_1}{Sh}=\frac{Wg}{S_0}+P_0+\rho(d+h)g$$

$$\therefore W=\frac{S_0}{g}\left\{\frac{nRT_1}{Sh}-P_0-\rho(d+h)g\right\}$$

(3)



① シリンダーのピストンにはたらく力のつり合いより，$P_2S=P_0S+\rho(d+h-y)Sg$

(1)より，

$$P_2S=PS-\rho ySg$$

また，気体の温度は一定なので，ボイルの法則より，

$$PSh=P_2S(h+x-y)$$

$$PSh=(PS-\rho ySg)(h+x-y)$$

$$=PS(h+x-y)-\rho hySg-\rho xySg+\rho y^2Sg$$

$$\fallingdotseq PS(h+x-y)-\rho hySg$$

$$\therefore x=\frac{P+\rho hg}{P}y$$

② シリンダーのピストンにはたらく力は，

$$F_1=P_0S+\rho(d+h-y)Sg-P_2S$$

シリンダーの底にはたらく力は，

$$F_2=P_2S-P_0S-\rho(d-x)Sg-Mg$$

よって，シリンダーにはたらく合力は，

$$F=F_1+F_2=\rho(x-y)Sg$$

①の結果より，

$$F=\frac{\rho^2Shg^2}{P+\rho hg}x$$

理由：合力 F は変位 x に対して同符号をもち，正比例するので，復元力とならず不安定。

2 混合気体の状態変化

(1) コックを開く前のAの温度をT_0として，状態方程式より，

$$P_0V_0 = nRT_0 \quad \therefore T_0 = \frac{P_0V_0}{nR}$$

コックを開けたとき，断熱自由膨張なので，温度変化はない。よって，$T_1 = T_0 = \dfrac{P_0V_0}{nR}$

また，状態Z_1での状態方程式より，

$$P_1 \times 2V_0 = nRT_1 \quad \therefore P_1 = \frac{1}{2}P_0$$

(2) 断熱板にはたらく力のつり合いより，

$$P_2S = mg \quad \therefore P_2 = \frac{mg}{S}$$

状態方程式より，

$$P_2 \times 2V_0 = nRT_2 \quad \therefore T_2 = \frac{2P_2V_0}{nR} = \frac{2V_0mg}{nRS}$$

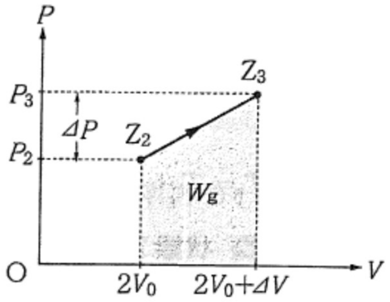
(3) ① 状態Z_3の圧力をP_3とする。ばねの縮みは$\dfrac{\Delta V}{S}$なので，力のつり合いより，

$$P_3S = mg + k\frac{\Delta V}{S} \quad P_3 = \frac{mg}{S} + k\frac{\Delta V}{S^2}$$

よって，求めるΔPは，

$$\Delta P = P_3 - P_2 = k\frac{\Delta V}{S^2}$$

② ①より，$P-V$図を描くと以下のようになる。



グラフより，

$$W_g = \frac{1}{2}(P_2 + P_3)\Delta V = \left(P_2 + \frac{1}{2}\Delta P\right)\Delta V$$

③ 熱力学第1法則より，

$$Q_h = \frac{3}{2}nR(T_3 - T_2) + W_g$$

$$= 3V_0\Delta P + \frac{3}{2}(P_2 + \Delta P)\Delta V + W_g$$

$$= \frac{5}{2}P_2\Delta V + 3V_0\Delta P + 2\Delta P\Delta V$$

④ コックを閉めたので，気体のモル数は$\dfrac{n}{2}$になっている。熱力学第1法則より，

$$0 = \frac{3}{2} \times \frac{n}{2}R(T_4 - T_2) + (-W_m)$$

$$\therefore T_4 = T_2 + \frac{4W_m}{3nR}$$

(5) 共に，状態Z_2から最終的に同じ状態となるので，(3)③で加えた熱量Q_hと(4)で加えた仕事W_mは，等しくならなければならない。よって，

$$W_m = Q_h$$

3 断熱変化を含む熱サイクル

(1)

ア. 等温変化の状態方程式より，$pV = nRT_L$ より，

$$p = \frac{nRT_L}{V}$$

題意より，

$$W_{12} = \int_{V_1}^{V_2} pdV = nRT_L \log_e \frac{2V_1}{V_1}$$

$$= nRT_L \log_e 2$$

イ. $\Delta U = 0$ なので，熱力学第 1 法則より，

$$Q_{12} = W_{12}$$

ウ. 定積変化なので，

$$Q_{23} = nC_v \Delta T_{23} = \frac{3}{2} nR(T_H - T_L)$$

(2)

エ. $p = \dfrac{nRT_H}{V}$ なので，(ア)と同様にして，

$$W_{34} = nRT_H \log_e \frac{V_1}{2V_1} = -nRT_H \log_e 2$$

等温変化なので，$\Delta U = 0$ なので，熱力学第 1 法則より，

$$Q_{34} = W_{34} = -nRT_H \log_e 2$$

オ. 定積変化なので，

$$Q_{41} = nC_v \Delta T_{41} = \frac{3}{2} nR(T_L - T_H)$$

(3)

カ. $W_X = -(W_{12} + W_{34}) = nR(T_H - T_L)\log_e 2$

キ. $Q_{34} < 0$ であり，$T_L < T_H$ なので，$Q_{41} < 0$

よって，

$$Q_H = Q_{34} + Q_{41} < 0$$

ク. $Q_{12} > 0$ であり，$T_L < T_H$ なので，$Q_{23} > 0$

よって，

$$Q_L = Q_{12} + Q_{23} > 0$$

シ. $Q_L = Q_{12} + Q_{23}$

$$= nR\left\{T_L \log_e 2 + \frac{3}{2}(T_H - T_L)\right\}$$

$$\therefore \left|\frac{Q_L}{W_X}\right| = \frac{T_L \log_e 2 + \frac{3}{2}(T_H - T_L)}{(T_H - T_L)\log_e 2}$$

$$= \frac{T_L}{T_H - T_L} + \frac{3}{2\log_e 2}$$

4 断熱微小振動

イ．状態１から状態２への変化は断熱圧縮なので，温度は上昇する。$\therefore T_1 < T_2$

状態２から状態３への変化は定圧膨張なので，ボイルシャルルの法則より，温度は上昇する。$\therefore T_2 < T_3$

以上より，$T_1 < T_2 < T_3$

ロ．②

ハ．状態２から状態３への変化は定圧変化なので，

$$W_{23} = p\Delta V = nR\Delta T = R(T_3 - T_2)$$

ニ．①

ホ．状態１から状態２への変化は断熱変化なので，熱力学第１法則より，

$$0 = W_{12} + \Delta U_{12} \qquad \therefore W_{12} = -\Delta U_{12}$$

よって，$|W_{12}| = |\Delta U_{12}| = C_V(T_2 - T_1)$

ヘ．球が静止位置から y 下がったときの圧力を $p + \Delta p$ とすると，体積は $V - Ay$ なので，

$$pV^{\gamma} = (p + \Delta p)(V - Ay)^{\gamma}$$

$$\therefore \Delta p = p\left(\frac{V}{V - Ay}\right)^{\gamma} - p$$

よって，球にはたらく力は，大気圧を p_0 とすると，

$$F = mg + p_0A - (p + \Delta p)A$$

ここで，始めの静止状態より，$pA = mg + p_0A$ なので，

$$F = \left\{1 - \left(\frac{V}{V - Ay}\right)^{\gamma}\right\}pA$$

ト．状態方程式より，

静止状態のとき：$pV = nRT_0$

y 下がったとき：$(p + \Delta p)(V - Ay) = nRT$

$$\therefore T - T_0 = \frac{\Delta p(V - Ay) - pAy}{nR}$$

$$= \frac{pV}{nR}\left\{\left(\frac{V}{V - Ay}\right)^{\gamma - 1} - 1\right\}$$

チ．(ヘ)より，

$$F = \left\{1 - \left(1 - \frac{Ay}{V}\right)^{-\gamma}\right\}pA \fallingdotseq \left\{1 - \left(1 + \gamma\frac{Ay}{V}\right)\right\}pA$$

$$= -\frac{\gamma pA^2}{V}y$$

リ．(チ)より，単振動の角振動数は，$\omega = \sqrt{\dfrac{\gamma pA^2}{mV}}$ なので，周期は，

$$t = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{mV}{\gamma pA^2}} \qquad \therefore \gamma = \frac{4\pi^2 mV}{A^2pt^2}$$

ヌ．$t = 2\pi\sqrt{\dfrac{mV}{\gamma pA^2}}$

$$= \frac{2\pi}{\pi \times (6.0 \times 10^{-3})^2}\sqrt{\frac{1.0 \times 10^2 \times 5.6 \times 10^{-3}}{1.4 \times 1.0 \times 10^5}} \fallingdotseq 1.1[\mathrm{s}]$$

ル．気体がなされた仕事は，(ホ)と同様にして，

$$W = nC_V(T - T_0) = \frac{C_V pV}{R}\left\{\left(\frac{V}{V - Ay}\right)^{\gamma - 1} - 1\right\}$$

$$= \frac{C_V pV}{R}\left\{\left(1 - \frac{Ay}{V}\right)^{-(\gamma - 1)} - 1\right\}$$

$$\fallingdotseq \frac{C_V pV}{R}\left\{\left(1 + (\gamma - 1)\frac{Ay}{V}\right) - 1\right\}$$

$$= \frac{C_V(\gamma - 1)Ap}{R}y$$

ヲ．題意より，

$$pAy = \frac{C_V(\gamma - 1)Ap}{R}y \qquad \therefore \gamma = 1 + \frac{R}{C_V}$$

5 平面波の干渉

(1)

(a) (エ)

(b) プリズム中の屈折率が 1 より大きいので，プリズム中の波長が空気中より短くなるように，屈折するから。

(2)

(a) $\lambda_{\mathrm{P}} = \dfrac{\lambda}{n_{\mathrm{P}}}$

(b) 屈折の法則より，

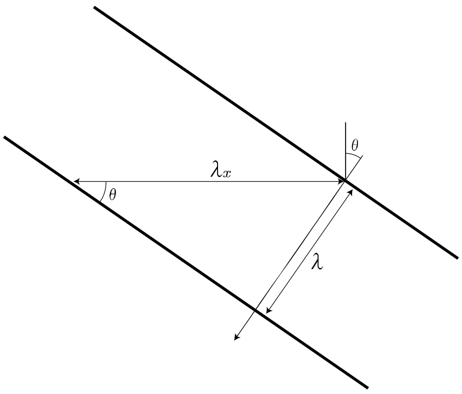
$$n_{\mathrm{P}} \sin\alpha = \sin(\alpha + \theta)$$

与えられた近似より，

$$n_{\mathrm{P}}\alpha = \alpha + \theta$$

$$\therefore \theta = (n_{\mathrm{P}} - 1)\alpha$$

(c) 平面波のスクリーンに平行方向の波長は，

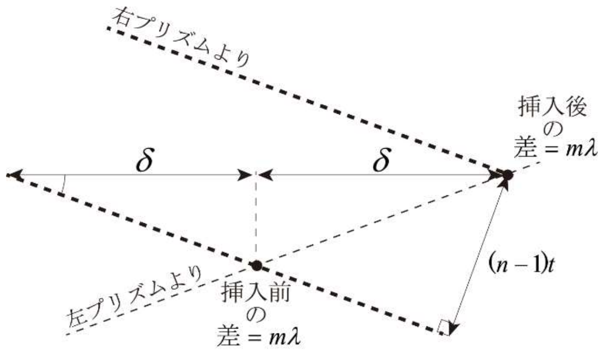


$$\lambda_x = \frac{\lambda}{\sin\theta} \fallingdotseq \frac{\lambda}{\theta}$$

スクリーン上では，右プリズムを通った波面は左向きに，左プリズムを通った波面は右向きに動き，定常波が生じる。求める距離はこの定常波の腹から腹までの距離なので，

$$l = k \times \frac{\lambda_x}{2} = \frac{k\lambda}{2\theta}$$

(d)



右プリズムから進む光は，挿入前の光路長に比べて、薄膜を挿入後の光路長は $(n-1)t$ だけ長くなる。つまり，挿入前に干渉条件 $|差| = m\lambda$ を満たす点は，挿入後，図のような位置にずれることになる。よって，ずれの方向は，紙面に向かって右側。

また，図より

$$2\delta \sin\theta = (n-1)t$$

近似して，

$$2\delta\theta = (n-1)t \qquad \therefore n = \frac{2\delta\theta}{t} + 1$$

ここで，隣り合う干渉縞を考えているので，(b)より，$k = 1$ として，

$$2\theta = \frac{\lambda}{d}$$

なので，

$$n = \frac{\delta\lambda}{dt} + 1$$

6 位相差による干渉

Ⅰ　問１　$\theta = \omega t = 2\pi ft$

問２　レーザー光が A，B を進む時間は，$\dfrac{x}{c}$

問１より，２点の位相差は，

$$\phi = 2\pi f \times \frac{x}{c} = \frac{2\pi f}{c}x$$

Ⅱ

問３　M_1 へ向かう光と M_2 へ向かう光の光路差は，$2|L_1 - L_2|$ なので，問２より

$$\phi = \frac{4\pi f}{c}|L_1 - L_2|$$

問４　M_1 に向かう光の光路長が $2(n-1)d$ だけ長くなるので，位相の変化は，

$$\Delta\phi = \frac{4\pi(n-1)df}{c}$$

Ⅲ　問５

光源から出た光が M_1 に達する時刻を t_1，その後 M_1 で反射した光が検出器 D に達する時刻を t とすると，

$$c(t - t_1) = L_1 - vt_1 + L_\mathrm{D} \qquad \therefore t_1 = \frac{L_1 + L_\mathrm{D} - ct}{v - c}$$

よって，M_1 で反射する光の光路長は，$L_1 \to L_1 - vt_1$ と考えて，

$$L_1 - vt_1 = \frac{-cL_1 - vL_\mathrm{D} + cvt}{v - c} = \frac{-L_1 - \dfrac{v}{c}L_\mathrm{D} + vt}{\dfrac{v}{c} - 1} \fallingdotseq L_1 - vt$$

$$\therefore \phi = \frac{4\pi f}{c}|L_1 - L_2 - vt|$$

【別解】M_1 に向かう光の光路長が，$2(L_1 - vt)$ になるので，問３より，

$$\phi = \frac{4\pi f}{c}|L_1 - L_2 - vt|$$

問６　問５より位相の変化は，$\Delta\phi = \dfrac{4\pi f}{c}vt$

なので，$t \to T$ のとき，$\Delta\phi \to 2\pi$ より，

$$2\pi = \frac{4\pi f}{c}vT \qquad \therefore T = \frac{c}{2fv}$$

$$\therefore b = \frac{1}{T} = \frac{2fv}{c}$$

7 単スリットの原理

問１

スリットの上半分と，下半分から出た光が打ち消し合うので，

$$\frac{D}{2}\sin\theta_0 = \frac{\lambda}{2}$$

$$\therefore \sin\theta_0 = \frac{\lambda}{D}$$

問２　$D\sin\theta = \frac{\lambda}{2}\times 2m$ のとき，D を $2m$ 個の部分に等分すると，それぞれ隣り合う部分を通る光が問１の関係を満たして打ち消し合うから。

問３

２本の光の光路差は，

$$a(\sin\theta - \sin\phi)$$

なので，

$$a(\sin\theta - \sin\phi) = n\lambda \quad (n = 1, 2, \ldots)$$

問４

問３において，$n = 2$ のとき，

$$a(\sin\theta - \sin\phi) = 2\lambda \cdots ①$$

また，単スリットとして打ち消し合う条件は，

$$D(\sin\theta - \sin\phi) = m\lambda \cdots ②$$

①より，

$$\sin\theta - \sin\phi = \frac{2\lambda}{a}$$

①かつ②を満たせばよいので，

$$D = \frac{m\lambda}{\sin\theta - \sin\phi} = \frac{ma}{2}$$

ここで，$D < a$ なので，

$$D = \frac{a}{2}$$

$\boxed{8}$回折格子

〔1〕

(1) 回折格子の干渉条件より，

$$d\sin\theta = m\lambda$$

$m=1$，$\sin\theta \fallingdotseq \tan\theta$ として，

$$d\tan\theta = \frac{dy}{L} = \lambda \qquad \therefore y = \frac{L\lambda}{d}$$

(2) $y = \dfrac{1000\times 600\times 10^{-6}}{30\times 10^{-3}} = 20[\mathrm{mm}]$

(3) 干渉条件 $d\sin\theta = m\lambda$ より，

$$\sin\theta = \frac{m\lambda}{d}$$

$\sin\theta \leqq 1$ なので，

$$\frac{m\lambda}{d} \leqq 1$$

つまり，$d<\lambda$ であれば，$m=0$ 以外では成立しない。よって，求める d は，

$$d=\lambda=600[\mathrm{nm}]=0.6[\mu\mathrm{m}]$$

(4) すべての可視光線が強め合うので，白

(5) 波長が短いほど明線間隔が狭いので，紫

(6) +1 次光の干渉条件は，$d\sin\theta=\lambda$ であり，

$$380[\mathrm{nm}] \leqq \lambda \leqq 780[\mathrm{nm}]$$

+2 次光では，$d\sin\theta = 2\lambda$ なので，

$$760[\mathrm{nm}] \leqq 2\lambda \leqq 1560[\mathrm{nm}]$$

よって，重複する範囲は $760\sim 780[\mathrm{nm}]$ なので，

+1 次光は $760\sim 780[\mathrm{nm}]$

+2 次光は $380\sim 390[\mathrm{nm}]$

〔2〕

(1) $ct-\lambda$

(2) 余弦定理より，

$$(ct-\lambda)^2 = d^2 + (ct)^2 - 2cdt\cos\phi$$

$$\therefore \cos\phi = \frac{d^2+(ct)^2-(ct-\lambda)^2}{2cdt}$$

$$= \frac{\lambda}{d} + \frac{1}{t}\times\frac{d^2-\lambda^2}{2cd}$$

(3) $\sin\theta_{i1} = \cos\left(\dfrac{\pi}{2}-\theta_{i1}\right)$

$$= \frac{(id)^2+(ct)^2-(ct-i\lambda)^2}{2c\times(id)t} = \frac{\lambda}{d}+\frac{1}{t}\times\frac{i(d^2-\lambda^2)}{2cd}$$

(4) $\displaystyle\lim_{t\to\infty}\left\{\frac{\lambda}{d}+\frac{1}{t}\times\frac{i(d^2-\lambda^2)}{2cd}\right\} = \frac{\lambda}{d}$

(5) $\sin\theta_{ij} = \dfrac{(id)^2+c^2t^2-(ct-ij\lambda)^2}{2c\times(id)t}$

$$= \frac{j\lambda}{d}+\frac{1}{t}\times\frac{i(d^2-j^2\lambda^2)}{2cd}$$

(6) $\displaystyle\lim_{t\to\infty}\left\{\frac{j\lambda}{d}+\frac{1}{t}\times\frac{i(d^2-j^2\lambda^2)}{2cd}\right\} = \frac{j\lambda}{d}$

よって，

$$d\sin\theta_{ij} = d\times\frac{j\lambda}{d} = j\lambda$$

より，$m=j$

9 波の式とドップラー効果

(1) (a)

ア．イ．問題の④式に③式を代入して，

$$A_1\sin\left\{2\pi\left(ft+\frac{L}{\lambda}\right)\right\}+A_1\sin\left\{2\pi\left(ft-\frac{L}{\lambda}\right)\right\}=0$$

加法定理より，

$$2A_1\sin(2\pi ft)\cos\left(2\pi\frac{L}{\lambda}\right)=0$$

ウ．任意の t に対して上式が成立するためには，

$$\cos\left(\frac{2\pi L}{\lambda}\right)=0$$

すなわち，$\dfrac{2\pi L}{\lambda}=\dfrac{2m-1}{2}\pi \quad \therefore \lambda=\dfrac{4L}{2m-1}$

エ．オ．題意より，

$$F(t,x)=$$

$$A_1\sin\left\{2\pi\left(ft+\frac{x}{\lambda}\right)\right\}-A_1\sin\left\{2\pi\left(ft-\frac{x}{\lambda}\right)\right\}$$

加法定理を用いて，$\lambda=\dfrac{4L}{2m-1}$ とすると，

$$F(t,x)=2A_1\sin\frac{2\pi x}{\lambda}\cos 2\pi ft$$

$$=2A_1\sin\left(\frac{2m-1}{2L}\pi x\right)\cos(2\pi ft)$$

(b) $m=3$ のとき，問題の⑦式より，

$$\lambda=\frac{4L}{2\times3-1}=\frac{4}{5}L$$

固定端反射する $x=0$ には節ができ，$x=0$ から $\dfrac{\lambda}{2}$ ごとに節ができるので，管の長さは L であるから，$x=0$，$\dfrac{2}{5}L$，$\dfrac{4}{5}L$

(c) 開管の場合 $A_1=A_2$ となるから，

$$A_1\sin\left\{2\pi\left(ft+\frac{L}{\lambda}\right)\right\}-A_1\sin\left\{2\pi\left(ft-\frac{L}{\lambda}\right)\right\}=0$$

加法定理より，

$$2A_1\sin\left(\frac{2\pi L}{\lambda}\right)\cos(2\pi ft)=0$$

任意の t に対して上式が成立するためには，

$$\sin\left(\frac{2\pi L}{\lambda}\right)=0$$

すなわち，$\dfrac{2\pi L}{\lambda}=n\pi \quad \therefore \lambda=\dfrac{2L}{n}$

開管内の波全体に関して，

$$F(t,x)=$$

$$A_1\sin\left\{2\pi\left(ft+\frac{x}{\lambda}\right)\right\}+A_1\sin\left\{2\pi\left(ft-\frac{x}{\lambda}\right)\right\}$$

$$=2A_1\sin(2\pi ft)\cos\left(\frac{2\pi x}{\lambda}\right)$$

$$=2A_1\sin(2\pi ft)\cos\left(\frac{\pi nx}{L}\right)$$

(2) (a) 音源が円筒管から遠ざかるときの波長を λ_1 とすると，$\lambda_1=\dfrac{V+v_s}{f_s}$ であり，閉管に m 個の節をもつ定常波が生じて共鳴が起きたことにより，

$$\frac{V+v_s}{f_s}=\frac{4L}{2m-1}$$

音源が円筒管に近づくときの波長を λ_2 とすると，$\lambda_2=\dfrac{V-v_s}{f_s}$ であり，開管に n 個の節をもつ定常波が生じて共鳴が起きたことより，

$$\frac{V-v_s}{f_s}=\frac{2L}{n}$$

以上２式より，

$$\frac{v_s}{V}=\frac{2(n-m)+1}{2(n+m)-1}$$

(b) $300\text{Hz}\leqq f_s\leqq 400\text{Hz}$ と $V=340\text{m/s}$ より，

$$\frac{340}{400}\leqq\frac{V}{f_s}\leqq\frac{340}{300}$$

よって，波長 $\lambda_1=\dfrac{V}{f_s}+\dfrac{v_s}{f_s}$ の範囲は，

$v_s\leqq\dfrac{1}{3}V$ も考慮して，

$$\frac{340}{400}\leqq\lambda_1\leqq\frac{340}{300}\left(1+\frac{1}{3}\right)$$

一方，共鳴が起きたことから，$\lambda_1=\dfrac{4L}{2m-1}$ で，$L=1\text{m}$ より，$\lambda_1=\dfrac{4}{2m-1}$ なので，

$$0.85 \leqq \frac{4}{2m-1} \leqq 1.51$$

$$\frac{4}{1.51} \leqq 2m-1 \leqq \frac{4}{0.85}$$

この式を満たすのは，$m = 2$

(c) $m = 2$ のとき，(2) (a) と $v_s \leqq \frac{1}{3}V$ より，

$$\frac{v_s}{V} = \frac{2(n-2)+1}{2(n+2)-1} = \frac{2n-3}{2n+3} \leqq \frac{1}{3}$$

よって，$n \leqq 3$

一方，波長 $\lambda_2 = \frac{V}{f_s} - \frac{v_s}{f_s}$ の範囲は $v_s \leqq \frac{1}{3}V$ を用いて，

$$\frac{340}{400}\left(1-\frac{1}{3}\right) \leqq \lambda_2 \leqq \frac{340}{300}$$

ここで，共鳴が起きたことから，$\lambda_2 = \frac{2L}{n}$ で $L = 1\text{m}$ より，$\lambda_2 = \frac{2}{n}$ なので，

$$\frac{340}{400}\left(1-\frac{1}{3}\right) \leqq \frac{2}{n} \leqq \frac{340}{300} \quad \therefore 1.8 < n < 3.5$$

以上を満たす整数値は $n = 2$ および $n = 3$ である。

$n = 2$ のとき，$\lambda_2 = \frac{2}{2} = 1\text{m}$，$\frac{v_s}{V} = \frac{1}{7}$ なので，

$$f_s = V - v_s = \left(1-\frac{1}{7}\right)V = \frac{6}{7} \times 340 < 300\text{Hz}$$

となり，不適。

$n = 3$ のとき，$\lambda_2 = \frac{2}{3}\text{m}$，$\frac{v_s}{V} = \frac{1}{3}$ なので，

$$f_s = \frac{V - v_s}{\frac{2}{3}} = \frac{3}{2}\left(1-\frac{1}{3}\right)V = 340\text{Hz}$$