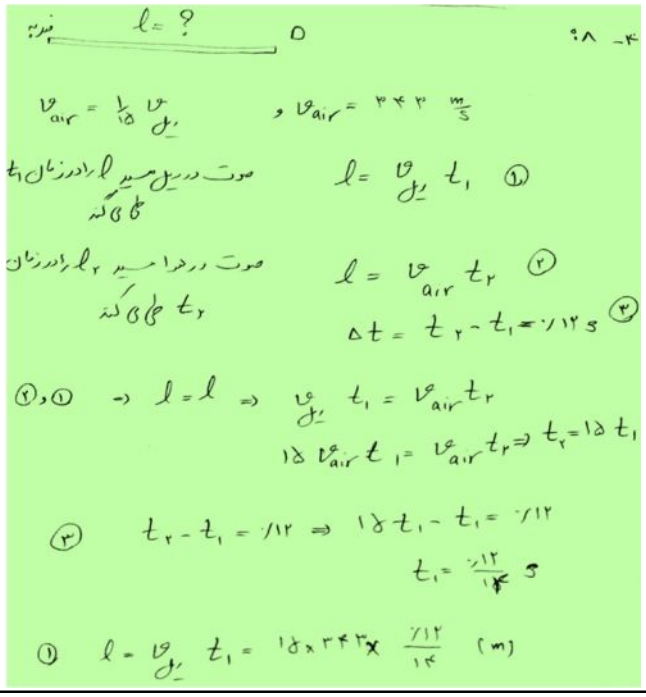
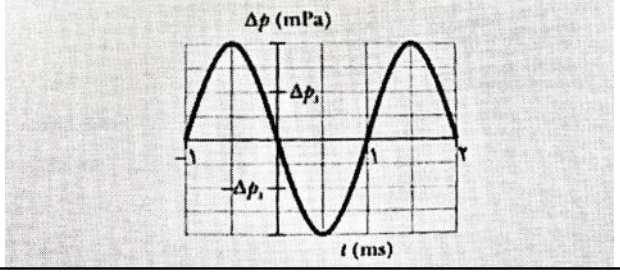
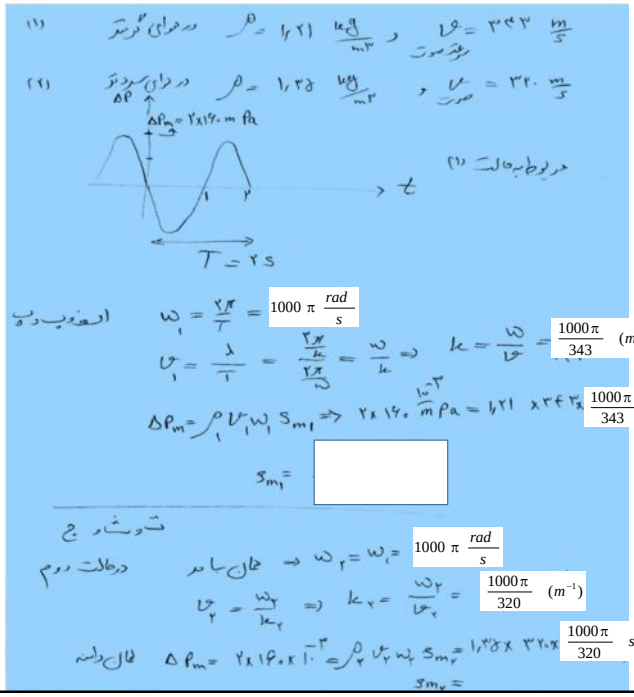
حل مسائل آخر فصل ۴

۸۰۰- شخصی با چکش به انتهای یک میلهٔ نازک ضربه‌ای می‌زند. تندی صوت در میله ۱۵ برابر تندی صوت در هواست. فرد دیگری که گوشش را نزدیک به انتهای دیگر میله نگه داشته است دو صدا را با بازهٔ زمانی ۰/۱۲s می‌شنود: یکی از طریق میله می‌آید و دیگری از طریق هوای مجاور میله. اگر تندی صوت در هوا ۳۴۳ m/s باشد، طول میله چقدر است؟

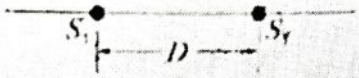


۱۴۰۰- شکل ۳۳-۳۳ خروجی از یک نشان‌دهندهٔ فشار را نشان می‌دهد که در نقطه‌ای در مسیر گذر یک موج صوتی تک بسامد که در هوایی با چگالی یکنواخت $1/21\ kg/m^3$ و با تندی $343\ m/s$ حرکت می‌کند، قرار دارد. مقیاس محور عمودی با $\Delta p = 16.0\ mPa$ مشخص شده است. اگر تابع جابه‌جایی موج به صورت $s(x,t) = s_m \cos(kx - \omega t)$ نوشته شده باشد، (الف) s_m، (ب) k و (پ) ω چقدرند؟ سپس هوا را سرد می‌کنیم تا چگالی آن برابر $1/35\ kg/m^3$ و تندی موج صوتی در آن برابر $320\ m/s$ باشد. چشمهٔ صوتی دوباره یک موج صوتی را با همان بسامد و همان دامنهٔ فشار گسیل می‌کند. اکنون (ت) s_m، (ث) k و (ج) ω چقدرند.

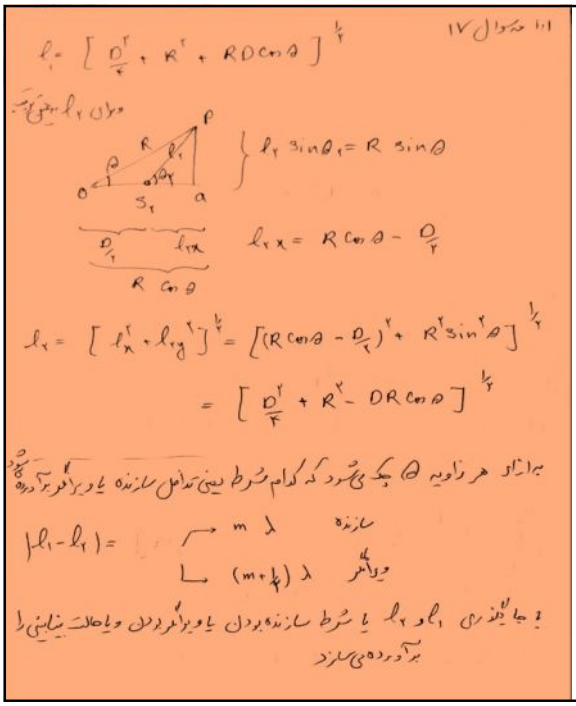


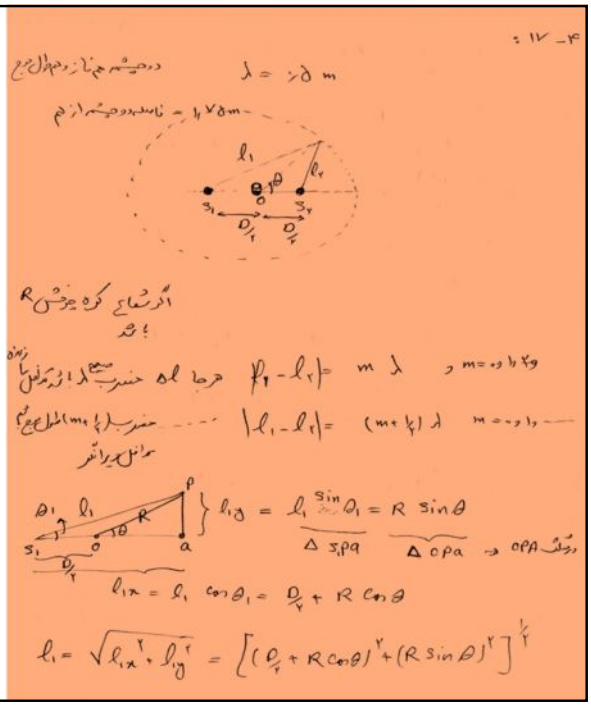


●●۱۷- شکل ۳۳-۳۴ دو چشمهٔ صوتی نقطه‌ای و همسانگرد S_1 و S_2 را نشان می‌دهد. چشمه‌ها موجهایی با طول موج ۰/۵۰m به طور همفاز گسیل می‌کنند؛ فاصلهٔ چشمه‌ها $D = 1/75m$ است. اگر یک آشکار ساز صوتی را روی دایرهٔ بزرگی که مرکز آن در وسط دو چشمه قرار دارد حرکت دهیم، در چند نقطه موجها (الف) دقیقاً همفاز و (ب) دقیقاً ناهمفاز به آشکارساز می‌رسند؟

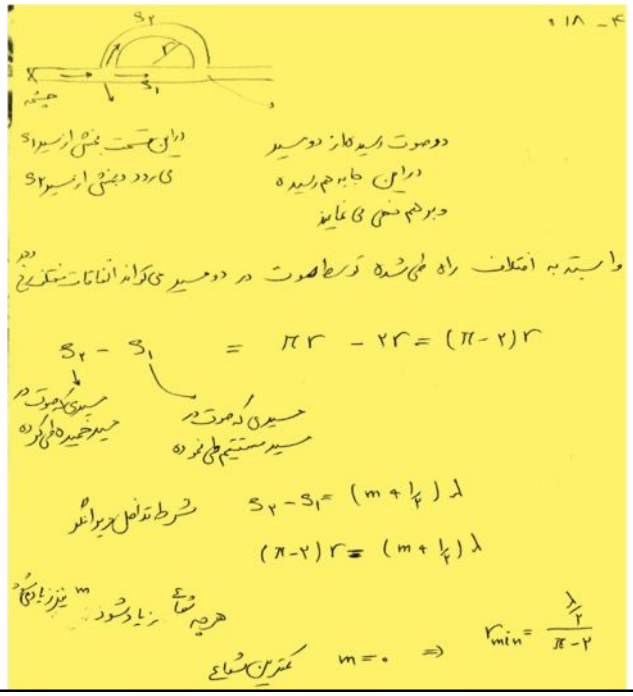


شکل ۳۳-۳۴ مسئلهٔ ۱۷





۱۸۰۰- در شکل ۳۳-۳۵، صوتی با طول موج ۴۰/۰cm از چشمه‌ای به سمت راست لوله‌ای که شامل یک قسمت مستقیم و یک نیمدایره است حرکت می‌کند. قسمتی از موج صوتی پس از عبور از قسمت نیمدایره به بقیهٔ موج که مستقیماً از قسمت مستقیم می‌گذرد، می‌پیوندد. این بهم پیوستن منجر به تداخل می‌شود. کوچکترین شعاع r که باعث ایجاد کمینهٔ شدت در آشکارساز می‌شود، چقدر است؟



۲۹۰- تراز صوتی یک چشمهٔ صوتی معین تا ۳۰dB افزایش می‌یابد. با چه ضریبی (الف) شدت آن و (ب) دامنهٔ فشار آن افزایش می‌یابد؟ SSM WWW

۲۹ - ۴ :

$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$ ، $I = \frac{1}{2}\rho v \omega^2 s_m^2$ (*)

$\Delta p_m = \rho v \omega s_m$ (**)

$\beta_2 - \beta_1 = 30\ dB$

$10 \log \frac{I_2}{I_0} - 10 \log \frac{I_1}{I_0} = 30 \Rightarrow 10 \log \frac{I_2}{I_1} = 30$

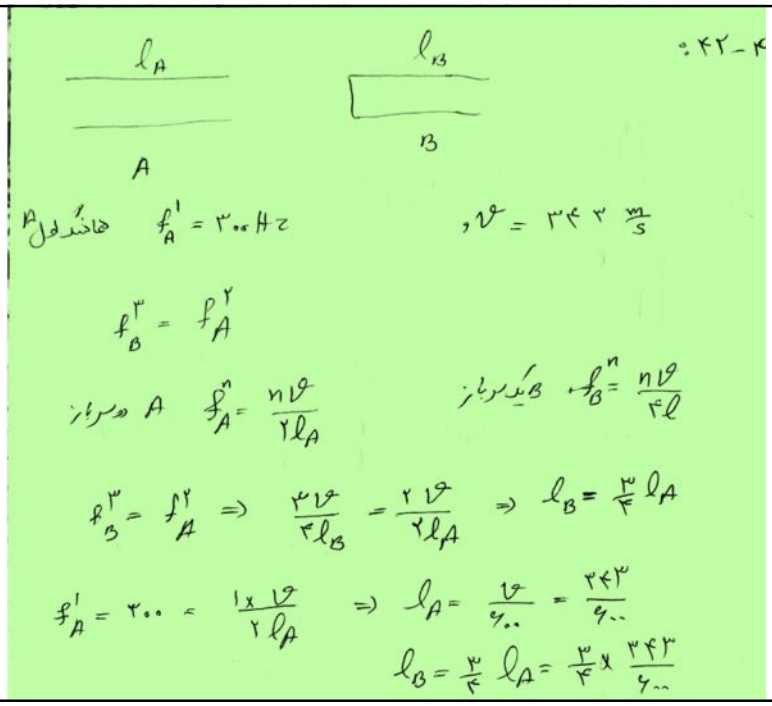
$\log \left(\frac{I_2}{I_1}\right) = 3 \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = 10^3$

(*) $\frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{s_{m2}}{s_{m1}}\right)^2 \Rightarrow \frac{s_{m2}}{s_{m1}} = \left(\frac{I_2}{I_1}\right)^{1/2} = (1000)^{1/2}$

(**) $\frac{\Delta p_{m2}}{\Delta p_{m1}} = \frac{s_{m2}}{s_{m1}} = \sqrt{1000}$

۴۲۰- لولهٔ A ارگی، با دو سر باز، دارای بسامد اصلی ۲۰۰Hz است. هماهنگ سوم لولهٔ B ارگ، با یک انتهای باز، دارای بسامدی برابر با بسامد هماهنگ دوم لولهٔ A است. طول (الف) لولهٔ A و (ب) لولهٔ B چقدر است؟

۴۲۰-



هماهنگ اول A $f'_A = ۳۰۰ Hz$ ، $v = ۳۴۲ \frac{m}{s}$

$f^۳_B = f^۲_A$

A دو سر باز $f^n_A = \frac{nv}{۲l_A}$ ، B یک سر باز $f^n_B = \frac{nv}{۴l}$

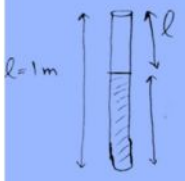
$f^۳_B = f^۲_A \Rightarrow \frac{۳v}{۴l_B} = \frac{۲v}{۲l_A} \Rightarrow l_B = \frac{۳}{۴} l_A$

$f'_A = ۳۰۰ = \frac{۱ \times v}{۲l_A} \Rightarrow l_A = \frac{v}{۶۰۰} = \frac{۳۴۳}{۶۰۰}$

$l_B = \frac{۳}{۴} l_A = \frac{۳}{۴} \times \frac{۳۴۳}{۶۰۰}$

۴۴۰- سطح آب در یک لولهٔ شیشه‌ای قائم به طول ۱/۰۰m تر هر نقطه می‌تواند تنظیم شود. یک دیاپازن که در ۶۸۶Hz ارتعاش می‌کند درست بالای قسمت باز لوله نگهداشته می‌شود تا در هوای قسمت بالای لوله موج ایستاده برقرار شود. (هوای قسمت بالای لوله مانند لوله‌ای عمل می‌کند که یک سر آن بسته و سر دیگر آن باز است.) (الف) سطح آب در چند مکان متفاوت برای صوت حاصل از دیاپازن در قسمت پر از هوای لوله، که مانند لوله‌ای است که یک سر آن بسته (توسط آب) و انتهای دیگرش باز است تشدید ایجاد می‌کند؟ مطلوب است تعیین (الف) کمترین و (ب) دومین کمترین ارتفاع در لوله برای اینکه تشدید ایجاد شود.

۴۴۰ :



فرکانس تشدید در لوله یک سر باز $\longrightarrow f = \frac{nv}{4l}$

$v = 343 \ \frac{m}{s}$

دیاپازون $f = 686 \ Hz$

$f = \frac{nv}{4l} \Rightarrow 686 = \frac{n}{l} \times \frac{343}{4} \Rightarrow \frac{n}{l} = 8$

$\Rightarrow l = \frac{n}{8}$

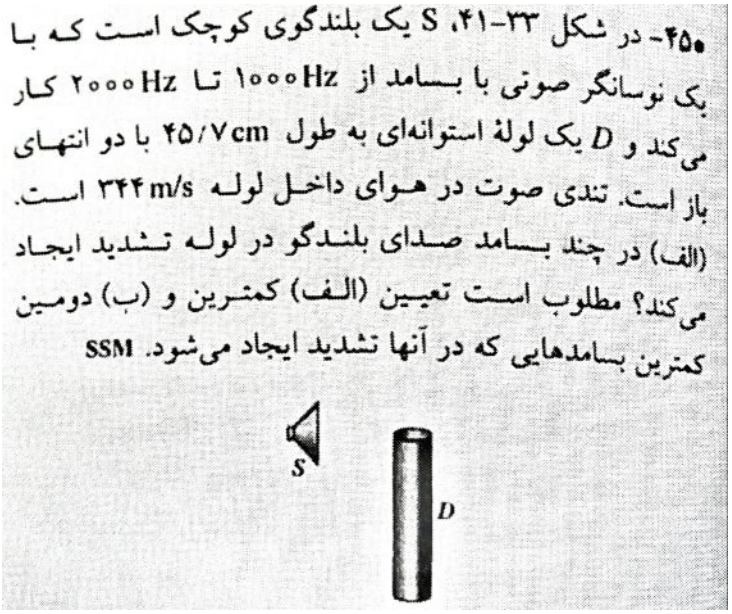
$l \leq 1 \Rightarrow \frac{n}{8} \leq 1$

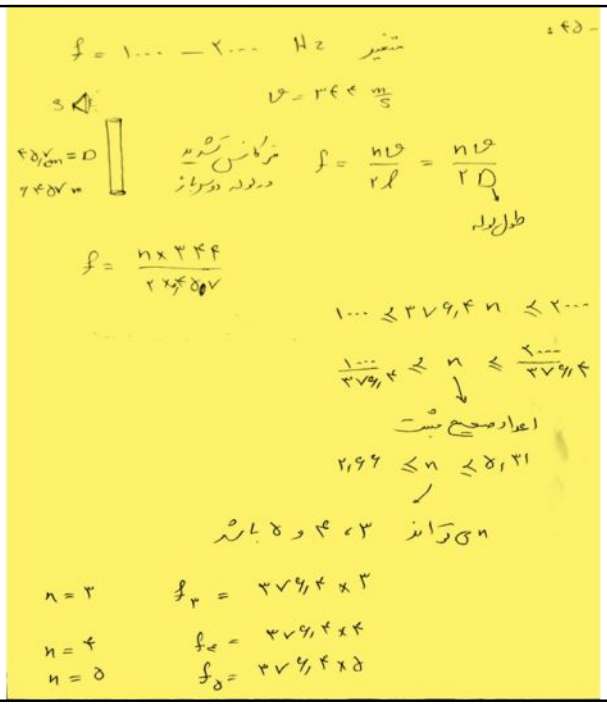
n توانند حداکثر $n=8$ باشد

$n=1 \Rightarrow l_1 = \frac{1}{8} \ (m)$ کمترین ارتفاع هوای بالای لوله که فاقد آب بوده و موج ایستاده تشکیل می‌شود

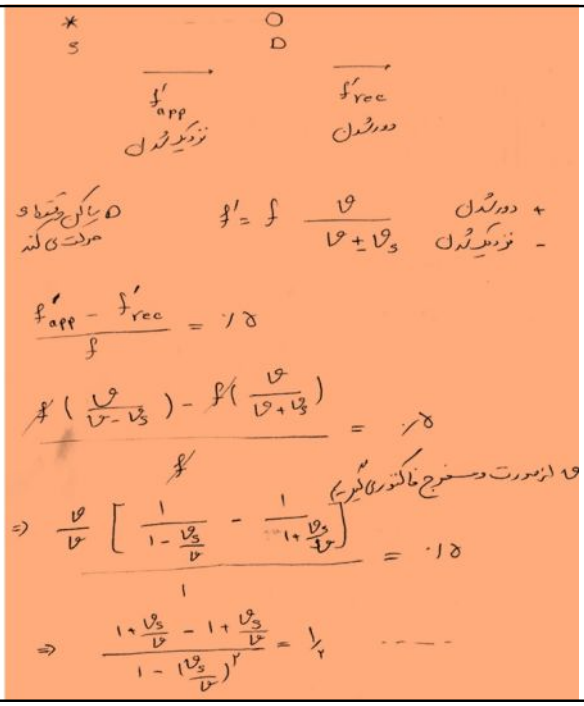
$n=2 \Rightarrow l_2 = \frac{2}{8} \ (m)$

۴۵۰- در شکل ۳۳-۴۱، S یک بلندگوی کوچک است که با یک نوسانگر صوتی با بسامد از ۱۰۰۰Hz تا ۲۰۰۰Hz کار می‌کند و D یک لولهٔ استوانه‌ای به طول ۴۵/۷cm با دو انتهای باز است. تندی صوت در هوای داخل لوله ۳۴۴m/s است. (الف) در چند بسامد صدای بلندگو در لوله تشدید ایجاد می‌کند؟ مطلوب است تعیین (الف) کمترین و (ب) دومین کمترین بسامدهایی که در آنها تشدید ایجاد می‌شود. SSM

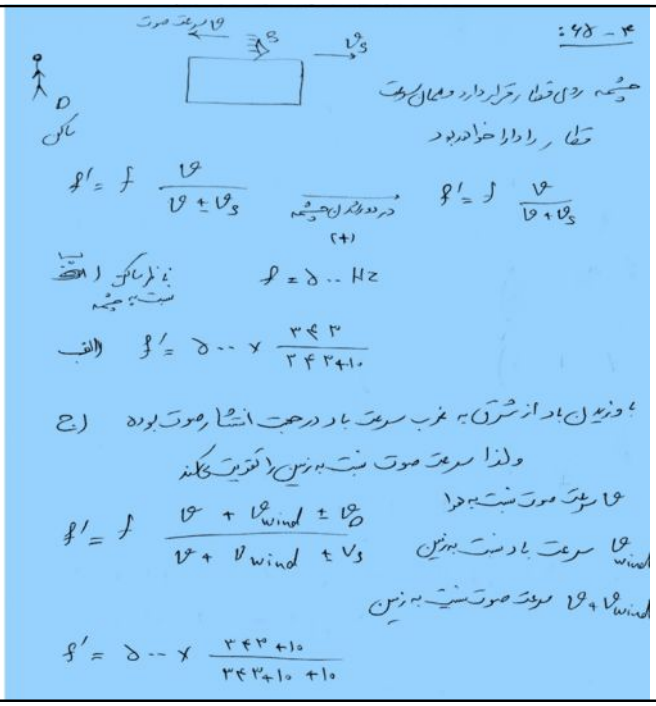




۶۲۰۰ آشکارساز ساکنی بسامد یک چشمهٔ صوتی را اندازه‌گیری می‌کند که در ابتدا مستقیماً با سرعت ثابت به طرف آشکارساز حرکت می‌کند و سپس (پس از رد شدن از آشکارساز) مستقیماً با سرعت ثابت از آن دور می‌شود. بسامد گسیل شده f است. وقتی چشمه به آشکارساز نزدیک می‌شود بسامد برابر f'_{app} و وقتی از آن دور می‌شود بسامد برابر f'_{rec} است. اگر $(f'_{app} - f'_{rec})/f = 0/500$ باشد، نسبت v_s/v (تندی چشمه به تندی صوت) چقدر است؟



●●●۶۵- شخصی در نزدیکی پنجرهٔ باز قطاری که با سرعت ۱۰/۰۰m/s به طرف شرق حرکت می‌کند نشسته است. شخص دیگری در نزدیکی خط آهن ایستاده و دور شدن قطار را مشاهده می‌کند. لوکوموتیو سوت خود را با بسامد ۵۰۰/۰Hz به صدا در می‌آورد. هوا آرام است. (الف) شخص بیرون چه بسامدی را می‌شنود؟ (ب) شخص درون قطار چه بسامدی را می‌شنود؟ باد از شرق با تندی ۱۰/۰۰m/s شروع به وزیدن می‌کند. (پ) اکنون شخص بیرون چه بسامدی را می‌شنود؟ (ت) شخصی درون قطار چه بسامدی را می‌شنود؟



۶۷۰۰۰- آزیری با بسامد ۲۰۰۰Hz و مأمور پدافند شهری هر دو نسبت به زمین ساکن هستند. مأمور چه بسامدی را می‌شنود اگر بادی با تندی ۱۲m/s (الف) از چشمه به مأمور و (ب) از مأمور به چشمه بوزد؟