

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

حل مسائل آخر فصل ۴

۸۰۰- شخصی با چکش به انتهای یک میله 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 بازه 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؟

$l = ?$

$v_{air} = \frac{1}{15} v_{steel}$ و $v_{air} = 343 \frac{m}{s}$

صوت در میله با در زمان t_1 $l = v_{steel} t_1$ ①

صوت در هوا با در زمان t_r $l = v_{air} t_r$ ②

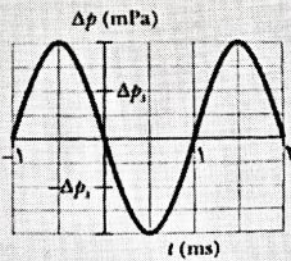
$\Delta t = t_r - t_1 = 0.12 s$ ③

① و ② $\rightarrow l = l \Rightarrow v_{steel} t_1 = v_{air} t_r$
 $15 v_{air} t_1 = v_{air} t_r \Rightarrow t_r = 15 t_1$

③ $t_r - t_1 = 0.12 \Rightarrow 15 t_1 - t_1 = 0.12$
 $t_1 = \frac{0.12}{14} s$

① $l = v_{steel} t_1 = 15 \times 343 \times \frac{0.12}{14} (m)$

۱۴۰۰- شکل ۳۳-۳۳ خروجی از یک نشان‌دهنده فشار را نشان می‌دهد که در نقطه‌ای در مسیر گذر یک موج صوتی تک بسامد که در هوایی با چگالی یکنواخت $1/21 \text{ kg/m}^3$ و با تندی 343 m/s حرکت می‌کند، قرار دارد. مقیاس محور عمودی با $\Delta p = 16 \text{ mPa}$ 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 $1/25 \text{ kg/m}^3$ و تندی موج صوتی در آن برابر 320 m/s باشد. چشمه صوتی دوباره یک موج صوتی را با همان بسامد و همان دامنه فشار گسیل می‌کند. اکنون (ت) s_m ، (ث) k و (ج) ω چقدرند.



۱) در هوای سرد $\rho = 1,21 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ و $v = 343 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

۲) در هوای سردتر $\rho = 1,25 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ و $v = 320 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

در رابطه اول $\Delta p_m = 2 \times 16 \text{ mPa}$

$T = 2 \text{ s}$

اضرایب ده $\omega_1 = \frac{2\pi}{T} = 1000 \pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$

$v_1 = \frac{\lambda}{T} = \frac{v}{k} \Rightarrow k = \frac{\omega}{v} = \frac{1000\pi}{343} \text{ (m}^{-1}\text{)}$

$\Delta p_m = \rho v_1 \omega_1 s_{m1} \Rightarrow 2 \times 16 \text{ mPa} = 1,21 \times 343 \times \frac{1000\pi}{343} s_{m1}$

$s_{m1} = \text{[]}$

توضیح

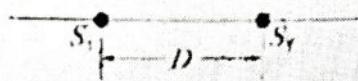
در حالت دوم $\omega_2 = \omega_1 = 1000 \pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$

$v_2 = \frac{\lambda_2}{T} \Rightarrow k_2 = \frac{\omega_2}{v_2} = \frac{1000\pi}{320} \text{ (m}^{-1}\text{)}$

حال رابطه $\Delta p_m = 2 \times 16 \text{ mPa} = \rho_2 v_2 \omega_2 s_{m2} = 1,25 \times 320 \times \frac{1000\pi}{320} s_{m2}$

$s_{m2} = \text{[]}$

۱۷۰۰- شکل ۲۳-۲۴ دو چشمه صوتی نقطه‌ای و همسانگرد S_1 و S_2 را نشان می‌دهد. چشمه‌ها موجهایی با طول موج 0.50m به طور همفاز گسیل می‌کنند؛ فاصله چشمه‌ها $D=1.75\text{m}$ است. اگر یک آشکار ساز صوتی را روی دایره بزرگی که مرکز آن در وسط دو چشمه قرار دارد حرکت دهیم، در چند نقطه موجها (الف) دقیقاً همفاز و (ب) دقیقاً ناهمفاز به آشکار ساز می‌رسند؟



شکل ۲۳-۲۴ مسئله ۱۷

۱۱ سوال ۱۷

$$l_1 = \left[\frac{D^2}{4} + R^2 + DR \cos \theta \right]^{\frac{1}{2}}$$

محل l_1 یعنی

$$l_1 \sin \theta = R \sin \theta$$

$$l_{1x} = R \cos \theta - \frac{D}{4}$$

$$l_1 = \left[l_{1x}^2 + l_{1y}^2 \right]^{\frac{1}{2}} = \left[\left(R \cos \theta - \frac{D}{4} \right)^2 + R^2 \sin^2 \theta \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$= \left[\frac{D^2}{4} + R^2 - DR \cos \theta \right]^{\frac{1}{2}}$$

به ازای هر زاویه θ یک شرط که کدام شرط یعنی همان سازنده یا ویرانگر است

سازنده $|l_1 - l_2| = m \lambda$

ویرانگر $|l_1 - l_2| = (m + \frac{1}{2}) \lambda$

یا جایگزینی l_1 و l_2 یا شرط سازنده بودن یا ویرانگر بودن و یا حالت میانی را برآورده می‌سازد

۱۷-۴

دو چشمه جناب همفاز $\lambda = 0.5\text{m}$

فاصله دو چشمه $D = 1.75\text{m}$

اگر شعاع که عرض R است

در θ

در θ $|l_1 - l_2| = m \lambda$ و $m = 0, 1, 2, \dots$

در θ $|l_1 - l_2| = (m + \frac{1}{2}) \lambda$ و $m = 0, 1, 2, \dots$

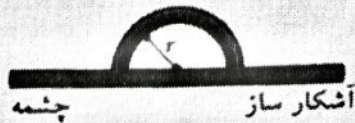
مقابل برآورد

$$l_{2y} = l_2 \sin \theta = R \sin \theta$$

در θ $l_{2x} = l_2 \cos \theta = \frac{D}{4} + R \cos \theta$

$$l_2 = \sqrt{l_{2x}^2 + l_{2y}^2} = \left[\left(\frac{D}{4} + R \cos \theta \right)^2 + \left(R \sin \theta \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

۱۸۰۰- در شکل ۲۳-۲۵، صوتی با طول موج $40/5 \text{ cm}$ 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 بقیه موج که مستقیماً از قسمت مستقیم می‌گذرد، می‌پیوندد. این بهم پیوستن منجر به تداخل می‌شود. کوچکترین شعاع r که باعث ایجاد کمینه شدت در آشکارساز می‌شود، چقدر است؟



۱۸۰۰-۴

دو صورت دیده‌کار دو مسیر
در این طریق هم رسیده
دو هم نفسی می‌مانند

در این قسمت نفس از مسیر S_1
کار در جهت از مسیر S_2

و البته به اختلاف راه می‌شود در صورت در دو مسیر می‌کرانه اتفاق می‌افتد

$$S_2 - S_1 = \pi r - 2r = (\pi - 2)r$$

مسیر مستقیم طول $2r$
مسیر دایره πr

شرط تداخل برابری
 $S_2 - S_1 = (m + \frac{1}{4})\lambda$
 $(\pi - 2)r = (m + \frac{1}{4})\lambda$

هر چه شعاع زیاد شود m نیز زیاد می‌شود

کوچکترین شعاع $m=0 \Rightarrow r_{\min} = \frac{\lambda}{\pi - 2}$

۲۹۰- تراز صوتی یک چشمه صوتی معین تا ۳۰dB افزایش می یابد. با چه ضریبی (الف) شدت آن و (ب) دامنه فشار آن افزایش می یابد؟ SSM WWW

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \quad , \quad I = \frac{1}{4} \rho v \omega^2 s_m^2 \quad (*)$$

$$\Delta P_m = \rho v \omega s_m \quad (**)$$

$$\beta_2 - \beta_1 = 30 \text{ dB}$$

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

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

$$(*) \quad \frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{s_{m2}}{s_{m1}} \right)^2 \Rightarrow \frac{s_{m2}}{s_{m1}} = \left(\frac{I_2}{I_1} \right)^{1/2} = (10^3)^{1/2}$$

$$(**) \quad \frac{\Delta P_{m2}}{\Delta P_{m1}} = \frac{s_{m2}}{s_{m1}} = \sqrt{10^3}$$

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

: ۴۲-۴

$$\frac{l_A}{A}$$

$$\frac{l_B}{B}$$

$f_A^1 = 200 \text{ Hz}$ $v = 343 \frac{m}{s}$
 هاشم اول A

$f_B^3 = f_A^2$
 A سر باز $f_A^2 = \frac{nv}{2l_A}$ B سر باز $f_B^3 = \frac{nv}{3l}$

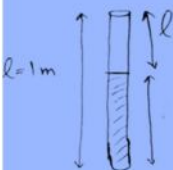
$f_B^3 = f_A^2 \Rightarrow \frac{3v}{3l_B} = \frac{2v}{2l_A} \Rightarrow l_B = \frac{3}{2} l_A$

$f_A^1 = 200 = \frac{1 \times v}{2l_A} \Rightarrow l_A = \frac{v}{400} = \frac{343}{400}$
 $l_B = \frac{3}{2} l_A = \frac{3}{2} \times \frac{343}{400}$

۴۴- سطح آب در یک لوله شیشه‌ای قائم به طول 1.00 m در هر نقطه می‌تواند تنظیم شود. یک دیابازن که در 686 Hz ارتعاش می‌کند درست بالای قسمت باز لوله نگهداشته می‌شود.

نا 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 دیابازن 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.

۴۴-۳



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

$v = 343 \text{ m/s}$

دیابازن $f = 686 \text{ Hz}$

$$f = \frac{nv}{4l} \Rightarrow 686 = \frac{n}{4} \times \frac{343}{1} \Rightarrow \frac{n}{4} = 8$$

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

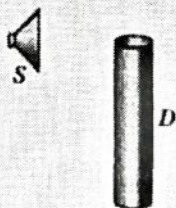
$l \leq 1 \Rightarrow \frac{n}{8} \leq 1$

$n=1$ و $n=2$ (کمترین و دومین کمترین ارتفاع برای تشدید است که فاصله آب برده و موج ایستاده تشکیل می‌شود)

$n=1 \Rightarrow l_1 = \frac{1}{8} \text{ (m)}$

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

۴۵۰- در شکل ۲۳-۴۱، S یک بلندگوی کوچک است که با یک نوسانگر صوتی با بسامد از ۱۰۰۰ Hz تا ۲۰۰۰ Hz کار می‌کند و D یک لوله استوانه‌ای به طول ۴۵/۷ cm با دو انتهای باز است. تندی صوت در هوای داخل لوله ۳۴۴ m/s است. (الف) در چند بسامد صدای بلندگو در لوله تشدید ایجاد می‌کند؟ (ب) کمترین (الف) و دومین (ب) کمترین بسامدهایی که در آنها تشدید ایجاد می‌شود. SSM



۴۵۰-
 تغییر ۱۰۰۰ - ۲۰۰۰ Hz
 $v = 344 \frac{m}{s}$
 $f_{\text{min}} = 1000$
 $f_{\text{max}} = 2000$
 $L = 45.7 \text{ cm} = 0.457 \text{ m}$
 $f = \frac{nv}{2L} = \frac{nv}{2 \times 0.457}$
 $f = \frac{nv \times 100}{91.4}$
 $1000 \leq \frac{nv \times 100}{91.4} \leq 2000$
 $\frac{1000 \times 91.4}{100} \leq n \leq \frac{2000 \times 91.4}{100}$
 $914 \leq n \leq 1828$
 اعداد صحیح مثبت
 $914 \leq n \leq 1828$
 ۳، ۴، ۵ و ۶
 $n = 3 \quad f_3 = 379.4 \times 3$
 $n = 4 \quad f_4 = 379.4 \times 4$
 $n = 5 \quad f_5 = 379.4 \times 5$

۶۲۰۰- آشکارساز ساکنی بسامد یک چشمه مسولوی
اندازه گیری می کند که در ابتدا مستقیماً با سرعت ثابت به طرف
آشکارساز حرکت می کند و سپس (پس از رد شدن از
آشکارساز) مستقیماً با سرعت ثابت از آن دور می شود بسامد
گسیل شده f است. وقتی چشمه به آشکارساز نزدیک می شود
بسامد برابر f_{app} و وقتی از آن دور می شود بسامد برابر f_{rec}
است. اگر $(f_{app} - f_{rec})/f = 0.500$ باشد، نسبت v_2/v_1
تندی چشمه به تندی صوت چقدر است؟

* S O
D

f'_{app} f'_{rec}
نزدیک شدن دور شدن

$f' = f \frac{v}{v \pm v_s}$ + دور شدن
- نزدیک شدن

$f_{app} - f_{rec} = 18$

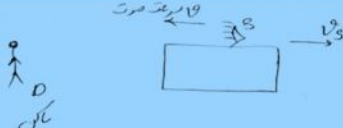
$f \left(\frac{v}{v - v_2} \right) - f \left(\frac{v}{v + v_1} \right) = 18$

$\Rightarrow \frac{v}{v} \left[\frac{1}{1 - \frac{v_2}{v}} - \frac{1}{1 + \frac{v_1}{v}} \right] = 18$ v از صورت و مسفرج فاکتورهای v

$\Rightarrow \frac{1 + \frac{v_1}{v} - 1 + \frac{v_2}{v}}{\left(1 - \frac{v_2}{v}\right)^2} = \frac{18}{f}$ -----

●●●●۶۵- شخصی در نزدیکی پنجرهٔ باز قطاری که با سرعت $10/00 \text{ m/s}$ 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 500 Hz 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 تنیدی $10/00 \text{ m/s}$ شروع به وزیدن می‌کند. (پ) اکنون شخص بیرون چه بسامدی را می‌شنود؟ (ت) شخصی درون قطار چه بسامدی را می‌شنود؟

۳-۶۵ =



شخص بیرون قطار را در حال حرکت مشاهده می‌کند. قطار را در حال دور شدن می‌بیند.

$$f' = f \frac{v}{v + v_s} \quad \text{در دور شدن جسم (۲)}$$

$$f' = 500 \times \frac{343}{343 + 10}$$

فرد بیرون باد از شرق را در جهت انتشار صوت می‌بیند. و لذا سرعت صوت نسبت به زمین را تقریباً کلان می‌داند. سرعت صوت نسبت به فرد $v + v_{\text{wind}}$ و سرعت باد نسبت به زمین v_{wind} است.

$$f' = f \frac{v + v_{\text{wind}} + v_s}{v + v_{\text{wind}} + v_s}$$

$$f' = 500 \times \frac{343 + 10}{343 + 10 + 10}$$

۶۷۰۰۰- آذیری با بسامد 2000 Hz و مأمور پدافند شهری هر دو نسبت به زمین ساکن هستند. مأمور چه بسامدی را می‌شود اگر بادی با تندی 12 m/s (الف) از چشمه به مأمور و (ب) از مأمور به چشمه بوزد؟

۲-۶۷ :

$v_{\text{air}} = 12 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
 $f = 2000 \text{ Hz}$
 $f' = ?$

دو نسبت به زمین ساکن و در جهت مخالف حرکت در حال تأثیر یکدیگر

حالت ۱: $t = 0$
 x
 $t = T$
 $x' = (v_s + v_{\text{air}})T$

$$f' = \frac{v'}{\lambda'} = \frac{(v_s + v_{\text{air}})}{(v_s + v_{\text{air}})T} = \frac{1}{T} = f \Rightarrow f' = f$$

بنابراین در حالتی که S و D ساکن هستند نقطه‌ی دید آنها هیچ‌وقت تغییر نمی‌کند و در هر دو حالت چشمه‌ها در همان مکان هستند

حالت ۱ : حالت ۲