سر شاخ شدن با کنکور
konkoori.blog.ir

سر شاخ شدن با کنکور

- خلاصه مطالب دروس
- جزوات برترین اساتید
- ارایه نکات کنکوری
- مشاوره کنکور
- اخبار کنکوری ها

«همه و همه از سر شاخ شدن با کنکور»

www.konkoori.blog.ir

۱- مثال‌هایی از انتشار صوت در مایع‌ها و جامدها ذکر کنید.

صدای حرکت قطار که از طریق ریل منتشر می‌شود و یا صدای افراد که از دیوار اتاق می‌گذرد و به‌گوش می‌رسد: انتشار صوت در جامدات.
انتشار صدای نهنگ نیز مثال انتشار صوت در مایعات است.

۲- مثال‌هایی ذکر کنید که نشان دهد امواج صوتی در هوا در تمام جهت‌ها منتشر می‌شوند.

هنگامی که یک‌نفر صحبت می‌کند صدای او در تمام جهات شنیده می‌شود. یا صدای انفجار که در همه مناطق شنیده می‌شود.

۳- با استفاده از اطلاعات جدول الف، سرعت صوت را در گازهای اکسیژن، نیتروژن و هلیم در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس محاسبه و نتیجه‌ی به‌دست آمده را با مقادیر جدول ب مقایسه کنید.

	گاز	C_{MV} J/mol. K	C_{MP} J/mol. K	γ	M g
تک اتمی	H_e	۱۲/۵	۲۰/۸	۱/۶۷	۴
	A_r	۱۲/۵	۲۰/۸	۱/۶۷	۴۰
دو اتمی	$H_۲$	۲۰/۴	۲۸/۸	۱/۴۱	۲
	$N_۲$	۲۰/۸	۲۹/۱	۱/۴۰	۲۸
	$O_۲$	۲۱/۱	۲۹/۴	۱/۳۹	۳۲

الف) ظرفیت گرمایی مولی در حجم و فشار ثابت **γ** و **M**

		دما C°	سرعت m/s
گازها	اکسیژن	۰	۳۱۶
	هوا	۰	۳۳۱
	هوا	۲۰	۳۴۳
	نیتروژن	۰	۳۳۴
	هلیم	۰	۹۶۵
مایع ها	جیوه	۲۵	۱۴۵۰
	آب	۲۵	۱۴۹۸
	آب دریا	۲۵	۱۵۳۱
جامدها	سرب	-	۲۱۰۰
	طلا	-	۳۰۰۰
	آهن	-	۵۰۰۰-۶۰۰۰
	شیشه	-	۵۰۰۰-۶۰۰۰

ب) سرعت صوت در ماده های مختلف

$$V_{O_۲} = \sqrt{۱/۳۹ \times \frac{۸/۳ \times ۲۷۳}{۰/۰۳۲}} = ۳۱۳/۷ \frac{m}{s}$$

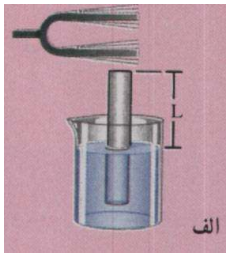
$$V_{N_۲} = \sqrt{۱/۴۰ \times \frac{۸/۳ \times ۲۷۳}{۰/۰۲۸}} = ۳۳۶/۶ \frac{m}{s}$$

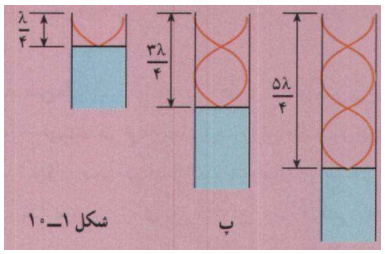
$$V_{H_e} = \sqrt{۱/۶۷ \times \frac{۸/۳ \times ۲۷۳}{۰/۰۰۴}} = ۹۷۲/۶ \frac{m}{s}$$

۴- بسامد صوت اصلی و هماهنگ دوم و سوم را در یک لوله‌ی صوتی به طول $۱\,m$ که هر دو انتهای آن باز است تعیین کنید. (سرعت صوت را در هوا $۳۴۰\,m/s$ فرض کنید)

$$\nu_۱ = \frac{V}{۲L} = \frac{۳۴۰}{۲} = ۱۷۰\,Hz$$
$$\nu_۲ = ۲\nu_۱ = ۳۴۰\,Hz$$
$$\nu_۳ = ۳\nu_۱ = ۵۱۰\,Hz$$

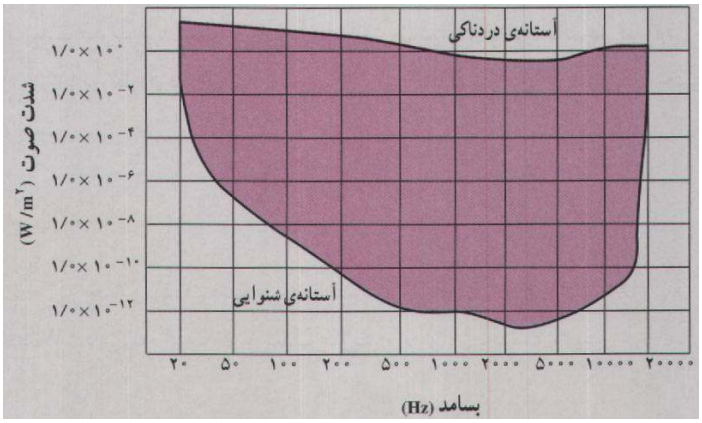
۵- در شکل الف و ب می‌توان با تغییر مکان لیوان یا لوله، طول لوله‌ی صوتی را تغییر داد. باتوجه به شکل پ توضیح دهید که در هریک از سه حالت شکل پ چگونه موج ایستاده تشکیل می‌شود؟





در این حالت با کاهش سطح آب از طریق شیر کنترل خروج آب که در انتهای لوله قرار دارد می‌توان موج ایستاده درست کرد.

۶- با استفاده از نمودار زیر تعیین کنید که آستانه‌ی شنوایی و دردناکی در بسامد ۱۰،۰۰۰ هرتز تقریبا چقدر است.



آستانه‌ی شنوایی حدوداً $۱۰^{-۱۱}\,\frac{w}{m^۲}$ و آستانه دردناکی حدوداً $۱\,\frac{w}{m^۲}$ است.

۷- یک خودروی پلیس در حالی که صوتی را با بسامد $۴۰۰۰\,Hz$ گسیل می‌کند با سرعت $۷۲\,km/h$ از یک عابر ساکن دور می‌شود، عابر چه بسامدی را می‌شنود؟

$$\nu_۰ = \frac{V}{V + V_s}\nu_s = \frac{۳۴۰}{۳۴۰ + ۲۰} \times ۴۰۰۰ = ۳۷۷۸\,Hz$$

۸- شخصی یک سوت را با بسامد ۷۰۰ هرتز به صدا درمی‌آورد. سرنشین خودرویی که با سرعت ۳۶ km/h، الف: به او نزدیک می‌شود. ب: از او دور می‌شود، چه بسامدی را می‌شنود؟

الف) $\nu_{\text{.}} = \frac{V + V_{\text{.}}}{V}\nu_s = \frac{۳۴۰ + ۱۰}{۳۴۰} \times ۷۰۰ = ۷۲۰\,Hz$

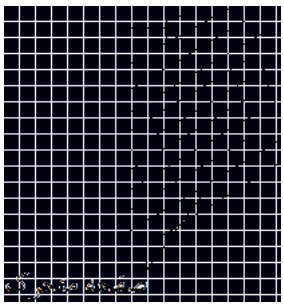
ب) $\nu_{\text{.}} = \frac{V - V_{\text{.}}}{V}\nu_s = \frac{۳۴۰ - ۱۰}{۳۴۰} \times ۷۰۰ = ۶۸۰\,Hz$

۹- کدام‌یک از عامل‌های زیر بر سرعت صوت در هوا موثر است؟

الف: شکل موج ب: دامنه‌ی موج پ: بسامد موج ت: دمای هوا

عامل ت. زیرا از ویژگی‌های محیط است.

۱۰- آزمایشی برای اندازه‌گیری سرعت صوت در آب طراحی کنید.



می‌توان از لوله صوتی پر از آب استفاده کرد. در این حالت دیاپازونی الکتریکی با بسامد را در مجاورت لوله بسته با طول متغیر (انتهای لوله صفحه‌ای فلزی و متحرک است) به صدا در می‌آوریم و طول لوله را آن‌قدر تغییر می‌دهیم تا صدا تقویت شود (موج ایستاده تشکیل شود.) سپس با استفاده از رابطه لوله بسته مقدار و طول موج سرعت انتشار به دست می‌آید.

۱۱- دلفین، مانند خفاش، از خود فراصوت گسیل می‌کند. طول موج صوت دلفین با بسامد $۴ \times ۱۰^{۵}\,Hz$ در آب چقدر است؟

$$\lambda = \frac{V}{\nu} = \frac{۱۵۰۰}{۴ \times ۱۰^{۵}} = ۳/۷۵ \times ۱۰^{-۳}\,m$$

۱۲- ناظری در سطح زمین ایستاده است، صدای رعد ۵ ثانیه پس از مشاهدی برق به گوش او می‌رسد. اگر دمای هوا $۲۷^{\circ}C$ باشد، فاصله‌ی ناظر از محل ایجاد رعد و برق چقدر است؟

$$V = \sqrt{\gamma\frac{RT}{M}}$$

$$\Delta x = V.t = \sqrt{۱/۳۹\frac{۸/۳ \times ۳۰۰}{۰/۰۳۲}} \times ۵ = ۱۶۴۵\,m$$

۱۳- دانش‌آموزی بین دو صخره قائم ایستاده است و فاصله‌ی او از صخره‌ی نزدیک‌تر ۴۸۰ متر است. دانش‌آموز فریاد می‌زند و اولین پژواک صدای خود را پس از ۳ ثانیه و صدای پژواک دوم را ۲ ثانیه بعد از پژواک اول می‌شنود.
الف: سرعت صوت را در هوا به‌دست آورید. ب: فاصله‌ی بین دو صخره را محاسبه کنید.

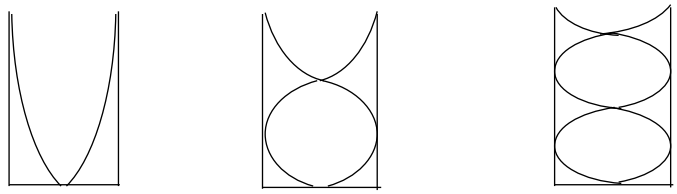
$$\Delta x_{۱} = V.t_{۱} \Rightarrow ۲ \times ۴۸۰ = V \times ۳ \Rightarrow V = ۳۲۰\,\frac{m}{s}$$

$$\Delta x_{۲} = V.t_{۲} \Rightarrow ۲ \times d_{۲} = ۳۲۰ \times ۵ \Rightarrow d_{۲} = ۸۰۰\,m \Rightarrow \text{کل}\,d = d_{۱} + d_{۲} = ۸۰۰ + ۴۸۰ = ۱۲۸۰\,m$$

۱۴- یک انتهای یک لوله‌ی صوتی، باز و انتهای دیگر بسته است. الف: طول لوله برای این که هوای داخل لوله در بسامد اصلی ۶۰ Hz به تشدید درآید چقدر است؟ ب: با رسم شکل، هماهنگ اصلی و هماهنگ سوم و پنجم آن را نمایش دهید. پ: طول موج صوت اصلی و هماهنگ‌های سوم و پنجم آن را تعیین کنید. (سرعت صوت را ۳۴۰ m/s در نظر بگیرید)

الف) $\nu_1 = \frac{V}{4L} \Rightarrow L = \frac{V}{4\nu_1} = \frac{۳۴۰}{۴ \times ۶۰} = ۱/۴۲\,m$

ب)



پ) $\lambda_1 = \frac{V}{\nu_1} = \frac{۳۴۰}{۶۰} = ۵/۶۷\,m \quad \lambda_3 = \frac{۳۴۰}{۱۸۰} = ۱/۸۹\,m \quad \lambda_5 = \frac{۳۴۰}{۳۰۰} = ۱/۱۳\,m$

۱۵- هر دو انتهای یک لوله‌ی صوتی باز است. الف: طول لوله برای این که هوای داخل لوله در بسامد اصلی ۶۰ Hz به تشدید درآید چقدر است؟ ب: با رسم شکل، هماهنگ اصلی و هماهنگ سوم و پنجم آن را نمایش دهید. پ: طول موج صوت اصلی و هماهنگ‌های سوم و پنجم آن را تعیین کنید. (سرعت صوت را ۳۴۰ m/s در نظر بگیرید)

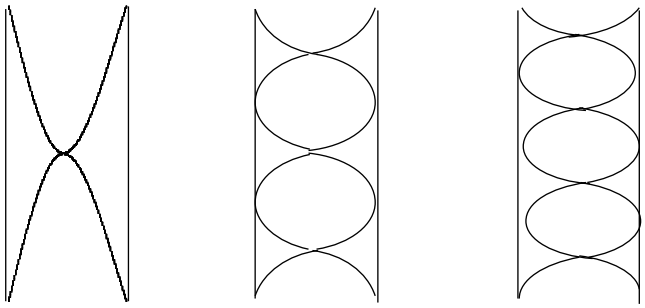
الف) $\nu_1 = \frac{V}{2L} \Rightarrow ۶۰ = \frac{۳۴۰}{2L} \Rightarrow L = \frac{۳۴۰}{۱۲۰} = ۲/۸۳\,m$

ب) $\lambda_1 = \frac{V}{\nu_1} = \frac{۳۴۰}{۶۰} = ۵/۶۷\,m$

$\lambda_3 = \frac{V}{\nu_3} = \frac{۳۴۰}{۱۸۰} = ۱/۸۹\,m$

$\lambda_5 = \frac{V}{\nu_5} = \frac{۳۴۰}{۳۰۰} = ۱/۱۳\,m$

پ)



۱۶- طول یک لوله‌ی صوتی که هر دو انتهای آن باز است ۱/۷m است. بسامد هماهنگ سوم این لوله را محاسبه کنید. سرعت صوت را ۳۴۰ m/s در نظر بگیرید.

$$\nu_{۳} = \frac{۳V}{۲L} = \frac{۳ \times ۳۴۰}{۲ \times ۱/۷} = ۳۰۰\,Hz$$

۱۷- یک چشمه‌ی صوت موج‌های کروی در هوا گسیل می‌کند. الف: نسبت شدت صوت در دو نقطه که فاصله‌ی آن‌ها از چشمه‌ی صوت $d_۱$ و $۲d_۱$ است چقدر است؟ ب: کاهش شدت صوت گسیل شده از چشمه‌عملاً بیش‌تر از آن است که در قسمت (الف) به‌دست می‌آید. علت چیست؟

الف) $\frac{I_۲}{I_۱} = \left(\frac{d_۱}{d_۲}\right)^{۲} = \frac{۱}{۴}$

ب) **علت جذب انرژی موج توسط محیط است.**

۱۸- دو نفر به فاصله‌های $d_۱$ و $d_۲$ از یک چشمه‌ی صوت ایستاده‌اند. تراز شدت صوت برای این دو نفر به ترتیب ۲۰ db و ۱۰ db است. نسبت $\frac{d_۲}{d_۱}$ را حساب کنید.

$$B_۱ - B_۲ = ۱۰\left(Log\frac{I_۱}{I_۰} - Log\frac{I_۲}{I_۰}\right)$$

$$۲۰ - ۱۰ = ۱۰\,Log\frac{I_۱}{I_۲} \Rightarrow Log\frac{I_۱}{I_۲} = ۱ \Rightarrow \frac{I_۱}{I_۲} = ۱۰ = \left(\frac{d_۲}{d_۱}\right)^{۲} \Rightarrow \frac{d_۲}{d_۱} = \sqrt{۱۰}$$

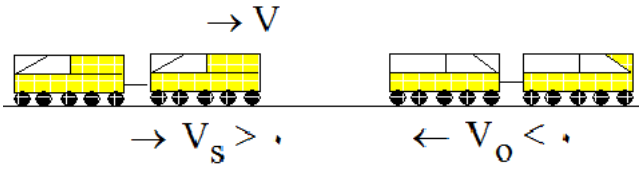
۱۹- در فاصله‌ی ۲۰ m از چشمه‌ی صوتی تراز شدت صوت ۶۰ db است. با این فرض که جذب صوت به‌وسیله‌ی هوا قابل چشم‌پوشی است، در چه فاصله‌ای از این چشمه می‌توان صوت را به زحمت شنید؟ آیا به‌نظر شما پاسخ به‌دست آمده منطقی است؟

$$B = ۱۰\,Log\frac{I_۱}{I_۰} \Rightarrow Log\frac{I_۱}{I_۰} = ۶ \Rightarrow I_۱ = ۱۰^{۶} I_۰$$

تا فاصله‌ای می‌توان صدا را شنید که شدت صوت برابر $I_۰$ شود.

$$I_۲ = I_۰ \Rightarrow \frac{I_۱}{I_۲} = \left(\frac{d_۲}{d_۱}\right)^{۲} = ۱۰^{۶} \Rightarrow d_۲ = ۱۰^{۳} d_۱ = ۲ \times ۱۰^{۴}\,m$$

۲۰- دو قطار با سرعت یکسان $۳۴\,m/s$ به طرف یکدیگر در حرکت‌اند، یکی از آن‌ها صوتی را با بسامد $۵۰۰\,Hz$ گسیل می‌کند. بسامد صوتی که مسافر قطار دیگر می‌شنود، چقدر است؟ سرعت صوت را $۳۳۴\,m/s$ فرض کنید.



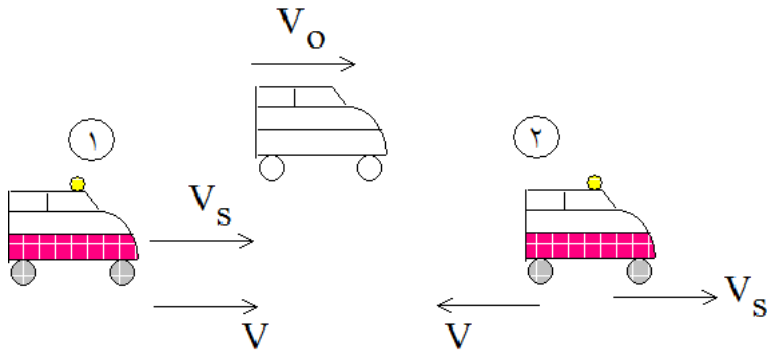
$$\nu_{۰} = \frac{V - V_{۰}}{V - V_s}\nu_s = \frac{V + V_{۰}}{V - V_s}\nu_s = \frac{۳۳۴ + ۳۴}{۳۳۴-۳۴} \times ۵۰۰$$

$$= \frac{۳۶۸}{۳۰۰} \times ۵۰۰ = ۶۱۳/۳\,Hz$$

۲۱- یک ماشین آتش‌نشانی با سرعت $۴۰\,m/s$ به یک اتومبیل که با سرعت $۲۰\,m/s$ در حرکت است نزدیک می‌شود و از آن سبقت می‌گیرد. بسامد صوتی را که راننده‌ی اتومبیل می‌شنود در دو حالت زیر حساب کنید:
الف: قبل از رسیدن ماشین آتش‌نشانی به اتومبیل ب: بعد از عبور ماشین آتش‌نشانی از آن. بسامد آژیر ماشین آتش‌نشانی $۸۵۵Hz$ و سرعت صوت در هوا $۳۴۰\,m/s$ است.

الف) $$\nu_{۰} = \frac{V - V_{۰}}{V - V_s}\nu_s = \frac{۳۴۰ - ۲۰}{۳۴۰ - ۴۰} \times ۸۵۵ = ۹۱۲\,Hz$$

ب) $$\nu_{۰} = \frac{V - V_{۰}}{V - V_{۰}}\nu_s = \frac{۳۴۰ + ۲۰}{۳۴۰ + ۴۰} \times ۸۵۵ = ۸۱۰\,Hz$$



۲۲- یک چشمه‌ی صوت با سرعت $۳۰\,m/s$ در حرکت است. بسامد چشمه‌ی صوت $۶۰۰\,Hz$ و سرعت صوت در هوا $۳۳۰\,m/s$ است. طول موج صوت را در جلو و عقب این چشمه حساب کنید.

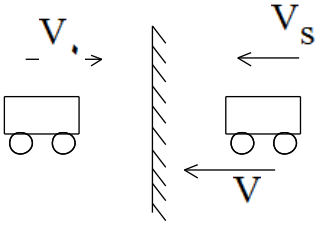
در جلو چشمه $= \lambda_o = \lambda_s - V_s T_s = \frac{۳۳۰}{۶۰۰} - ۳۰ \times \frac{۱}{۶۰۰} = ۰/۵\,m$

در عقب چشمه $= \lambda_o = \lambda_s + V_s T_s = \frac{۳۳۰}{۶۰۰} + \frac{۳۰}{۶۰۰} = ۰/۶\,m$

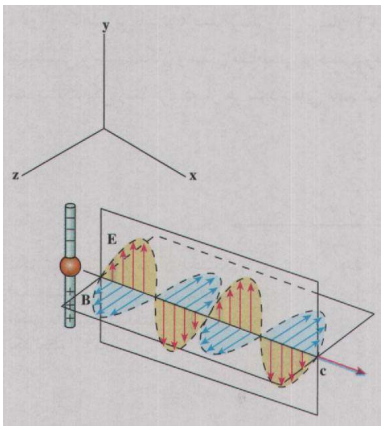
۲۳- خودرویی با سرعت $۷۲\ km/h$ در جاده‌ای در حال حرکت است. صدای آژیر خودرو، با بسامد $۶۸۰\ Hz$ به صخره‌ای واقع در جلوی مسیر خودرو برخورد می‌کند. صوت بازتاب شده با چه بسامدی به گوش راننده می‌رسد؟

می‌توان فرض کرد صدای بازتابیده از روی صخره از اتومبیل دیگری که با سرعت $۷۲ km/h$ به سمت اتومبیل‌های ناظر می‌آید، ارسال می‌شود.

$$\nu_{\text{ناظر}} = \frac{V - V_{\text{ناظر}}}{V - V_s}\nu_s = \frac{۳۴۰ + ۲۰}{۳۴۰ - ۲۰}۶۸۰ = ۷۶۵Hz$$



۲۴- باتوجه به شکل زیر توضیح دهید که موج‌های الکترومغناطیسی طولی‌اند یا عرضی؟



راستای تغییرات میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی محورهای y و z هستند و راستای انتشار موج محور x است که بر آن‌ها عمود است پس موج عرضی است.

۲۵- الف) نسبت بسامد اصلی لوله‌ی صوتی باز به بسامد اصلی لوله‌ی صوتی بسته چه قدر است؟

الف)

$$\begin{cases} \text{بسامد اصلی لوله باز } \nu_O = \dfrac{V}{۲L} \\ \text{بسامد اصلی لوله بسته } \nu_C = \dfrac{V}{۴L} \end{cases} \Rightarrow \frac{\nu_O}{\nu_C} = ۲$$

۲۶- ب) نسبت بسامد هماهنگ m ام لوله‌ی صوتی باز به بسامد هماهنگ m ام لوله‌ی صوتی بسته چه قدر است؟ (m طبیعی و فرد است)

ب) در هر نوع لوله‌ی صوتی بسامد هماهنگ m ام لوله‌ی صوتی m برابر بسامد هماهنگ اصلی آن است. در لوله‌ی صوتی باز این مطلب برای هر m طبیعی درست است. اما در لوله‌ی صوتی بسته این مطلب تنها برای m طبیعی و فرد درست است. زیرا در لوله‌ی صوتی بسته تنها هماهنگ‌های فرد صوت اصلی ایجاد می‌شود.

$$\begin{cases} \text{بسامد هماهنگ } m \text{ام لوله باز } \nu_{mO} = m\nu_O \\ \text{بسامد هماهنگ } m \text{ام لوله بسته } \nu_{mC} = m\nu_C \end{cases} \Rightarrow \frac{\nu_{mO}}{\nu_{mC}} = \frac{m\nu_O}{m\nu_C} = \frac{\nu_O}{\nu_C} = ۲$$

۲۷- پ) نسبت بسامد صوت m ام لوله‌ی صوتی باز به بسامد صوت m ام لوله‌ی صوتی بسته چه قدر است؟ (n طبیعی است)

پ) در لوله‌ی صوتی باز تمام هماهنگ‌های زوج و فرد صوت اصلی ایجاد می‌شود. در نتیجه بسامد صوت n ام لوله‌ی صوتی باز با بسامد هماهنگ n ام آن لوله یکسان است. اما در لوله‌ی صوتی بسته تنها هماهنگ‌های فرد صوت اصلی ایجاد می‌شود. در نتیجه بسامد صوت n ام لوله‌ی صوتی بسته با بسامد هماهنگ $۲n-۱$ ام آن لوله برابر است.

$$\begin{cases} \text{بسامد صوت } n \text{ ام لوله باز} : \nu_{nO} = n\nu_O \\ \text{بسامد صوت } n \text{ ام لوله بسته} : \nu_{(۲n-۱)C} = (۲n-۱)\nu_C \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{\nu_{nO}}{\nu_{(۲n-۱)C}} = \frac{n\nu_O}{(۲n-۱)\nu_C} = \frac{n}{۲n-۱}\frac{\nu_O}{\nu_C} = \frac{۲n}{۲n-۱}$$

۲۸- الف) طول موج صوت چشمه در امتداد حرکت آن و در جلوی آن نسبت به حالتی که چشمه در محیط ساکن است چند برابر می‌شود؟ $(\eta < ۱)$

الف) سرعت صوت را V ، دوره‌ی موج را T ، سرعت چشمه را V_S و طول موج صوت را وقتی چشمه ساکن است $\lambda_۰$ فرض می‌کنیم. برای طول موج چشمه‌ی صوت در جلوی آن داریم :

$$\begin{cases} \lambda = \lambda_۰ - V_S T \\ T = \dfrac{\lambda_۰}{V} \\ V_S = \eta V \end{cases} \Rightarrow \lambda = \lambda_۰ - (\eta V)\left(\frac{\lambda_۰}{V}\right) = \lambda_۰ - \eta\lambda_۰ \Rightarrow \frac{\lambda}{\lambda_۰} = ۱ - \eta$$

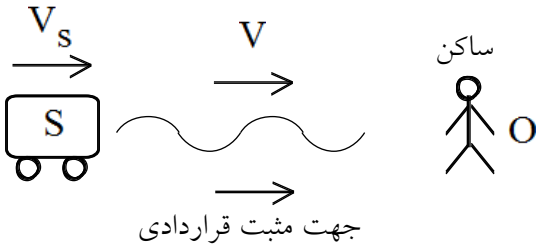
۲۹- ب) طول موج صوت چشمه در امتداد حرکت آن و در پشت آن نسبت به حالتی که چشمه در محیط ساکن است چند برابر می‌شود؟

ب) سرعت صوت را V ، دوره‌ی موج را T ، سرعت چشمه را V_S و طول موج صوت را وقتی چشمه ساکن است $\lambda_۰$ فرض می‌کنیم. برای طول موج چشمه‌ی صوت در پشت آن داریم :

$$\begin{cases} \lambda = \lambda_۰ + V_S T \\ T = \dfrac{\lambda_۰}{V} \\ V_S = \eta V \end{cases} \Rightarrow \lambda = \lambda_۰ + (\eta V)\left(\frac{\lambda_۰}{V}\right) = \lambda_۰ + \eta\lambda_۰ \Rightarrow \frac{\lambda}{\lambda_۰} = ۱ + \eta$$

۳۰- یک چشمه‌ی صوت با سرعتی η برابر سرعت صوت به یک شنونده‌ی ساکن نزدیک می‌شود $(\eta < ۱)$. بسامد صدایی که شنونده می‌شنود چند برابر بسامد واقعی چشمه است؟

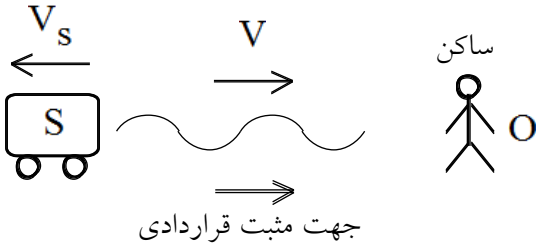
سرعت صوت را V ، سرعت چشمه را V_s و بسامد واقعی چشمه را $\nu_۰$ فرض می‌کنیم. با توجه به شکل داریم :



$$\frac{\nu_o}{(+V) - ۰} = \frac{\nu_۰}{(+V) - (+V_s)} \Rightarrow \frac{\nu_o}{V} = \frac{\nu_۰}{V - V_s} \Rightarrow \frac{\nu_o}{V} = \frac{\nu_۰}{V - \eta V} \Rightarrow \nu_o = \frac{\nu_۰}{۱ - \eta}$$

۳۱- یک چشمه‌ی صوت با سرعتی η برابر سرعت صوت از یک شنونده‌ی ساکن دور می‌شود. بسامد صدایی که شنونده می‌شنود چند برابر بسامد واقعی چشمه است؟

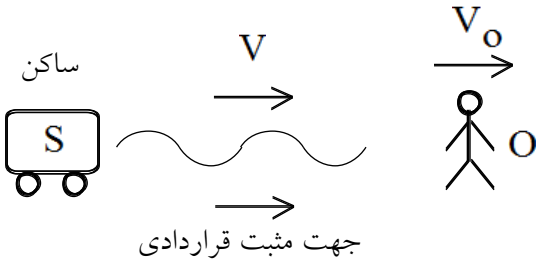
سرعت صوت را V ، سرعت چشمه را V_s و بسامد واقعی چشمه را $\nu_۰$ فرض می‌کنیم. با توجه به شکل داریم :



$$\frac{\nu_o}{(+V) - ۰} = \frac{\nu_۰}{(+V) - (-V_s)} \Rightarrow \frac{\nu_o}{V} = \frac{\nu_۰}{V + V_s} \Rightarrow \frac{\nu_o}{V} = \frac{\nu_۰}{V + \eta V} \Rightarrow \nu_o = \frac{\nu_۰}{۱ + \eta}$$

۳۲- یک شنونده با سرعتی η برابر سرعت صوت از یک چشمه‌ی صوت ساکن دور می‌شود $(\eta < ۱)$. بسامد صدایی که شنونده می‌شنود چند برابر بسامد واقعی چشمه است؟

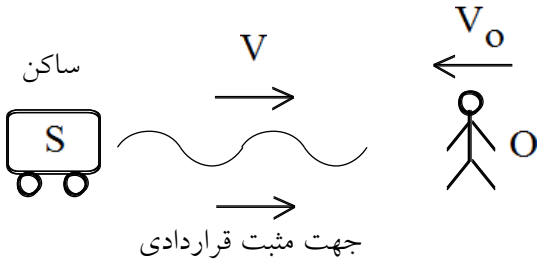
سرعت صوت را V ، سرعت شنونده را V_o و بسامد واقعی چشمه را $\nu_۰$ فرض می‌کنیم. با توجه به شکل داریم :



$$\frac{\nu_o}{(+V) - (+V_o)} = \frac{\nu_۰}{(+V) - ۰} \Rightarrow \frac{\nu_o}{V - V_o} = \frac{\nu_۰}{V} \Rightarrow \frac{\nu_o}{V - \eta V} = \frac{\nu_۰}{V} \Rightarrow \nu_o = (۱ - \eta)\,\nu_۰$$

۳۳- یک شنونده با سرعتی η برابر سرعت صوت به یک چشمه‌ی صوت ساکن نزدیک می‌شود. بسامد صدایی که شنونده می‌شنود چند برابر بسامد واقعی چشمه است؟

سرعت صوت را V ، سرعت شنونده را V_o و بسامد واقعی چشمه را $\nu_\circ$ فرض می‌کنیم. با توجه به شکل داریم :



$$\frac{\nu_o}{(+V)-(-V_o)}=\frac{\nu_\circ}{(+V)-\circ}\Rightarrow\frac{\nu_o}{V+V_o}=\frac{\nu_\circ}{V}\Rightarrow\frac{\nu_o}{V+\eta V}=\frac{\nu_\circ}{V}\Rightarrow\nu_o=(1+\eta)\,\nu_\circ$$

۳۴- اگر شدت صوتی را ۹ برابر کنیم تراز شدت صوت آن ۳ برابر می‌شود. شدت اولیه صوت چند برابر صوت مبنا است؟

$$\begin{cases}\beta=\text{Log}\,\frac{I}{I_\circ}\\ \beta'=\text{Log}\,\frac{I'}{I_\circ}\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}\beta=\text{Log}\,\frac{I}{I_\circ}\\ 3\beta=\text{Log}\,\frac{9I}{I_\circ}\end{cases}\Rightarrow\text{Log}\,\frac{9I}{I_\circ}=3\text{Log}\,\frac{I}{I_\circ}$$

$$\Rightarrow\text{Log}\,\frac{9I}{I_\circ}=\text{Log}\left(\frac{I}{I_\circ}\right)^3\Rightarrow\frac{9I}{I_\circ}=\left(\frac{I}{I_\circ}\right)^3\Rightarrow9=\left(\frac{I}{I_\circ}\right)^2$$

$$\Rightarrow\frac{I}{I_\circ}=3\Rightarrow I=3\,I_\circ$$

۳۵- اگر شدت صوتی را a برابر کنیم تراز شدت صوت آن b برابر می‌شود. شدت اولیه صوت چند برابر صوت مبنا است؟

$$\begin{cases}\beta=\text{Log}\,\frac{I}{I_\circ}\\ \beta'=\text{Log}\,\frac{I'}{I_\circ}\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}\beta=\text{Log}\,\frac{I}{I_\circ}\\ b\beta=\text{Log}\,\frac{aI}{I_\circ}\end{cases}\Rightarrow\text{Log}\,\frac{aI}{I_\circ}=b\text{Log}\,\frac{I}{I_\circ}$$

$$\Rightarrow\text{Log}\,\frac{aI}{I_\circ}=\text{Log}\left(\frac{I}{I_\circ}\right)^b\Rightarrow\frac{aI}{I_\circ}=\left(\frac{I}{I_\circ}\right)^b\Rightarrow a=\left(\frac{I}{I_\circ}\right)^{(b-1)}$$

$$\Rightarrow\frac{I}{I_\circ}=a^{\left(\frac{1}{b-1}\right)}$$

۳۶- اگر شدت صوتی را ۲ برابر کنیم تراز شدت صوت آن β اضافه می‌شود. شدت صوت چند برابر شود تا تراز شدت صوت ۳β اضافه شود؟

$$\begin{cases} \beta_{۰} = \text{Log}\ \dfrac{I}{I_{۰}} \\ \beta' = \text{Log}\ \dfrac{I'}{I_{۰}} \Rightarrow \beta + \beta_{۰} = \text{Log}\ \dfrac{۲I}{I_{۰}} = \text{Log}\ ۲ + \text{Log}\ \dfrac{I}{I_{۰}} \end{cases} \Rightarrow \beta = \text{Log}\ ۲$$

$$\beta'' = \text{Log}\ \frac{I''}{I_{۰}} \Rightarrow ۳\beta + \beta_{۰} = \text{Log}\ \frac{I''}{I_{۰}} \Rightarrow ۳\text{Log}\ ۲ + \text{Log}\ \frac{I}{I_{۰}} = \text{Log}\ \frac{I''}{I_{۰}}$$

$$\Rightarrow \text{Log}\left(۲^{۳}\ \frac{I}{I_{۰}}\right) = \text{Log}\ \frac{I''}{I_{۰}} \Rightarrow I'' = ۲^{۳}\ I \Rightarrow I'' = ۸\ I \Rightarrow$$ **شدت صوت باید ۸ برابر شود.**

۳۷- اگر شدت صوتی را ۴ برابر کنیم تراز شدت صوت آن β اضافه می‌شود. اگر شدت صوت ۳۲ برابر شود، تراز شدت صوت چند β اضافه می‌شود؟

$$\begin{cases} \beta_{۰} = \text{Log}\ \dfrac{I}{I_{۰}} \\ \beta' = \text{Log}\ \dfrac{I'}{I_{۰}} \Rightarrow \beta + \beta_{۰} = \text{Log}\ \dfrac{۴I}{I_{۰}} = \text{Log}\ ۴ + \text{Log}\ \dfrac{I}{I_{۰}} \end{cases} \Rightarrow \beta = \text{Log}\ ۴ = ۲\text{Log}\ ۲$$

$$\beta'' = \text{Log}\ \frac{I''}{I_{۰}} = \text{Log}\ \frac{۳۲I}{I_{۰}} = \text{Log}\ ۳۲ + \text{Log}\ \frac{I}{I_{۰}} = ۵\text{Log}\ ۲ + \beta$$

$$\frac{۵\text{Log}\ ۲}{۲\text{Log}\ ۲} = \frac{۵}{۲} = ۲/۵ \Rightarrow$$ **تراز شدت صوت $۲/۵\beta$ افزایش می‌یابد.**

۳۸- اگر شدت صوتی را a برابر کنیم تراز شدت صوت آن β اضافه می‌شود. شدت صوت چند برابر شود تا تراز شدت صوت $\eta\beta$ اضافه شود؟

$$\begin{cases} \beta_{۰} = \text{Log}\ \dfrac{I}{I_{۰}} \\ \beta' = \text{Log}\ \dfrac{I'}{I_{۰}} \Rightarrow \beta + \beta_{۰} = \text{Log}\ \dfrac{aI}{I_{۰}} = \text{Log}\ a + \text{Log}\ \dfrac{I}{I_{۰}} \end{cases} \Rightarrow \beta = \text{Log}\ a$$

$$\beta'' = \text{Log}\ \frac{I''}{I_{۰}} \Rightarrow \eta\beta + \beta_{۰} = \text{Log}\ \frac{I''}{I_{۰}} \Rightarrow \eta\,\text{Log}\ a + \text{Log}\ \frac{I}{I_{۰}} = \text{Log}\ \frac{I''}{I_{۰}}$$

$$\Rightarrow \text{Log}\left(a^{\eta}\ \frac{I}{I_{۰}}\right) = \text{Log}\ \frac{I''}{I_{۰}} \Rightarrow I'' = a^{\eta}\ I \Rightarrow$$ **شدت صوت باید a^{η} برابر شود.**

۳۹- آستانه‌ی شنوایی صوت با افزایش بسامد صوت چگونه تغییر می‌کند؟

با توجه به نمودار نشان داده شده در کتاب درسی، در بسامدهای پایین با افزایش بسامد آستانه‌ی شنوایی کاهش می‌یابد و هنگامی که بسامد از حدود ۲۰۰۰ تا ۵۰۰۰ هرتز بیش‌تر می‌شود با افزایش بسامد آستانه‌ی شنوایی افزایش می‌یابد.

۴۰- دو صوت با بسامدهای ۵۰ و ۵۰۰ هرتز شدت یکسان دارند و آستانه‌ی شنوایی برای این بسامدها به ترتیب برابر $۱۰^{-۷}$ و $۱۰^{-۱۲}$ وات بر متر مربع است. صوت با بسامد ۵۰۰ هرتز چند دسی‌بل بلندتر شنیده می‌شود؟

$$\begin{cases} \beta_۱ = \text{Log}\ \frac{I}{I_۱} = \text{Log}\ \frac{I}{۱۰^{-۷}} \\ \beta_۲ = \text{Log}\ \frac{I}{I_۲} = \text{Log}\ \frac{I}{۱۰^{-۱۲}} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \beta_۲ - \beta_۱ = ۱۰\,\text{Log}\ \frac{I}{۱۰^{-۱۲}} - ۱۰\,\text{Log}\ \frac{I}{۱۰^{-۷}} = ۱۰\,\text{Log}\ \frac{۱۰^{-۷}}{۱۰^{-۱۲}} = ۱۰\,\text{Log}\ ۱۰^{۵} = ۵۰\ \text{db}$$

۴۱- دو صوت با بسامدهای $\nu_۱$ و $\nu_۲$ شدت یکسان دارند و آستانه‌ی شنوایی برای این بسامدها به ترتیب برابر $I_۱$ و $I_۲$ است. اگر بسامد $\nu_۱$، ۲۱ دسی‌بل از بسامد $\nu_۲$ بلندتر شنیده شود، نسبت $I_۲$ به $I_۱$ تقریبا چه قدر است؟

$(\text{Log}\ ۲ \approx ۰/۳)$

$$\begin{cases} \beta_۱ = \text{Log}\ \frac{I}{I_۱} \\ \beta_۲ = \text{Log}\ \frac{I}{I_۲} \end{cases} \Rightarrow \beta_۱ - \beta_۲ = \text{Log}\ \frac{I}{I_۱} - \text{Log}\ \frac{I}{I_۲} \Rightarrow \beta_۱ - \beta_۲ = \text{Log}\ \frac{I_۲}{I_۱}$$

$$\beta_۱ - \beta_۲ = ۲۱\ \text{db} = ۲/۱\ \text{b}$$

$$\Rightarrow \text{Log}\ \frac{I_۲}{I_۱} = ۲/۱ = ۷(۰/۳) \approx ۷\,\text{Log}\ ۲ = \text{Log}\ ۲^{۷} \Rightarrow \frac{I_۲}{I_۱} \approx ۲^{۷} = ۱۲۸$$

۴۲- دو صوت با بسامدهای $\nu_۱$ و $\nu_۲$ شدت یکسان دارند و آستانه‌ی شنوایی برای این بسامدها به ترتیب برابر $I_۱$ و $I_۲$ است. اگر $I_۲ > I_۱$ کدام صوت بلندتر شنیده می‌شود؟

$$\begin{cases} \beta_۱ = \text{Log}\ \frac{I}{I_۱} \\ \beta_۲ = \text{Log}\ \frac{I}{I_۲} \end{cases} \Rightarrow \beta_۱ - \beta_۲ = \text{Log}\ \frac{I}{I_۱} - \text{Log}\ \frac{I}{I_۲} \Rightarrow \beta_۱ - \beta_۲ = \text{Log}\ \frac{I_۲}{I_۱}$$

$$I_۲ > I_۱ \Rightarrow \frac{I_۲}{I_۱} > ۱ \Rightarrow \text{Log}\ \frac{I_۲}{I_۱} > ۰ \Rightarrow \beta_۱ > \beta_۲$$

نتیجه می‌گیریم هرچه قدر آستانه‌ی شنوایی برای یک بسامد کوچک‌تر باشد، یک صوت با آن بسامد با شدت مشخص بلندتر شنیده می‌شود.

۴۳- اگر شدت صوت ۳۲۰ برابر شود تراز شدت صوت تقریبا چند دسی‌بل افزایش می‌یابد؟ $(\text{Log}\,۲ \approx ۰/۳)$

$$\begin{cases} \beta = \text{Log}\,\dfrac{I}{I_۰} \\ \beta' = \text{Log}\,\dfrac{I'}{I_۰} = \text{Log}\,\dfrac{۳۲۰I}{I_۰} = \text{Log}\,۳۲۰ + \text{Log}\,\dfrac{I}{I_۰} = \text{Log}\,۳۲۰ + \beta \end{cases}$$

$$\Rightarrow \Delta\beta = \beta' - \beta = \text{Log}\,۳۲۰ = \text{Log}\,۲^۵\times۱۰ = ۵\text{Log}\,۲ + \text{Log}\,۱۰ \approx ۵\times۰/۳ + ۱ = ۲/۵b = ۲۵db$$

۴۴- شدت صوت تقریبا چند برابر شود تا تراز شدت صوت ۳۳ دسی‌بل افزایش یابد؟ $(\text{Log}\,۲ \approx ۰/۳)$

فرض می‌کنیم شدت صوت η برابر شده است.

$$\begin{cases} \beta = \text{Log}\,\dfrac{I}{I_۰} \\ \beta' = \text{Log}\,\dfrac{I'}{I_۰} = \text{Log}\,\dfrac{\eta I}{I_۰} = \text{Log}\,\eta + \text{Log}\,\dfrac{I}{I_۰} = \text{Log}\,\eta + \beta \end{cases} \Rightarrow \Delta\beta = \beta' - \beta = \text{Log}\,\eta$$

$$\Delta\beta = ۳۳db = ۳/۳b \Rightarrow \text{Log}\,\eta = ۳/۳$$

روش اول.

$$\Rightarrow \text{Log}\,\eta = ۳/۳ = ۱۱\times۰/۳ \approx ۱۱\ \text{Log}\,۲ = \text{Log}\,۲^{۱۱} \Rightarrow \eta \approx ۲^{۱۱} = ۲۰۴۸$$

روش دوم.

$$\Rightarrow \text{Log}\,\eta = ۳/۳ = ۳ + ۰/۳ = ۳\text{Log}\,۱۰ + ۰/۳ \approx ۳\text{Log}\,۱۰ + \text{Log}\,۲ = \text{Log}\,۱۰^۳\times۲$$

$$\Rightarrow \eta \approx ۱۰^۳\times۲ = ۲۰۰۰$$

پاسخی که از روش دوم به دست آمده است دقیق‌تر است. زیرا از رابطه‌ی تقریبی $\text{Log}\,۲ \approx ۰/۳$ در روش اول با ضریب بزرگ‌تری استفاده شده است و خطا در روش اول بیش‌تر است.

۴۵- اگر هماهنگ چهارم یک لوله‌ی صوتی باز با هماهنگ هفتم یک لوله‌ی صوتی بسته هم‌صدا باشند، نسبت طول لوله‌ی صوتی باز به طول لوله‌ی صوتی بسته چه قدر است؟

اگر هماهنگ‌های دو لوله‌ی صوتی هم‌صدا باشند، بسامد و در نتیجه طول موج صوت تشکیل شده در آن‌ها یکسان است. طول لوله بر حسب طول موج برای هماهنگ n ام لوله‌ی صوتی باز برابر $L_O = n\dfrac{\lambda}{۲} = ۲n\dfrac{\lambda}{۴}$ و برای هماهنگ $۲m - ۱$ ام لوله‌ی صوتی بسته برابر $L_C = (۲m - ۱)\dfrac{\lambda}{۴}$ است.

$$\begin{cases} n = ۴ \Rightarrow L_O = ۲\lambda \\ ۲m - ۱ = ۷ \Rightarrow L_C = \dfrac{۷}{۴}\lambda \end{cases} \Rightarrow \frac{L_O}{L_C} = \frac{۸}{۷}$$

۴۶- اگر n ام یک لوله‌ی صوتی باز با هماهنگ m ام یک لوله‌ی صوتی بسته هم‌صدا باشند، نسبت طول لوله‌ی صوتی باز به طول لوله‌ی صوتی بسته چه قدر است؟ (n طبیعی و m فرد است.)

اگر هماهنگ‌های دو لوله‌ی صوتی هم‌صدا باشند، بسامد و در نتیجه طول موج صوت تشکیل شده در آن‌ها یکسان است. طول لوله بر حسب طول موج برای هماهنگ n ام لوله‌ی صوتی باز برابر $L_O = n\frac{\lambda}{۲} = ۲n\frac{\lambda}{۴}$ و برای هماهنگ m ام لوله‌ی صوتی بسته (m فرد است) برابر $L_C = m\frac{\lambda}{۴}$ است.

$$\begin{cases} L_O = ۲n\frac{\lambda}{۴} \\ L_C = m\frac{\lambda}{۴} \end{cases} \Rightarrow \frac{L_O}{L_C} = \frac{۲n}{m}$$

۴۷- طول یک لوله‌ی صوتی باز و یک لوله‌ی صوتی بسته به ترتیب برابر ۳۲ و ۵۰ سانتی‌متر است. کوچک‌ترین شماره‌ی هماهنگ‌های این لوله‌های صوتی را پیدا کنید که هم‌صدا هستند.

اگر هماهنگ‌های دو لوله‌ی صوتی هم‌صدا باشند، بسامد و در نتیجه طول موج صوت تشکیل شده در آن‌ها یکسان است. طول لوله بر حسب طول موج برای هماهنگ n ام لوله‌ی صوتی باز برابر $L_O = n\frac{\lambda}{۲} = ۲n\frac{\lambda}{۴}$ و برای هماهنگ $۲m - ۱$ ام لوله‌ی صوتی بسته برابر $L_C = (۲m - ۱)\frac{\lambda}{۴}$ است.

$$\begin{cases} L_O = ۲n\frac{\lambda}{۴} \\ L_C = (۲m - ۱)\frac{\lambda}{۴} \end{cases} \Rightarrow \frac{L_O}{L_C} = \frac{۲n}{۲m - ۱} \Rightarrow \frac{۲n}{۲m - ۱} = \frac{۳۲}{۵۰} \Rightarrow \frac{n}{۲m - ۱} = \frac{۸}{۲۵}$$

با توجه به رابطه‌ی به دست آمده و طبیعی بودن n و m کم‌ترین مقدار ممکن برای n و $۲m - ۱$ به ترتیب برابر ۸ و است. بنابراین هماهنگ هشتم لوله‌ی صوتی باز با هماهنگ بیست و پنجم لوله‌ی صوتی بسته هم‌صدا هستند.

۴۸- طول یک لوله‌ی صوتی باز و یک لوله‌ی صوتی بسته به ترتیب برابر ۱۴۰ و ۴۰ سانتی‌متر است. کوچک‌ترین شماره‌ی هماهنگ‌های این لوله‌های صوتی را پیدا کنید که هم‌صدا هستند.

اگر هماهنگ‌های دو لوله‌ی صوتی هم‌صدا باشند، بسامد و در نتیجه طول موج صوت تشکیل شده در آن‌ها یکسان است. طول لوله بر حسب طول موج برای هماهنگ n ام لوله‌ی صوتی باز برابر $L_O = n\frac{\lambda}{۲} = ۲n\frac{\lambda}{۴}$ و برای هماهنگ $۲m - ۱$ ام لوله‌ی صوتی بسته برابر $L_C = (۲m - ۱)\frac{\lambda}{۴}$ است.

$$\begin{cases} L_O = ۲n\frac{\lambda}{۴} \\ L_C = (۲m - ۱)\frac{\lambda}{۴} \end{cases} \Rightarrow \frac{L_O}{L_C} = \frac{۲n}{۲m - ۱} \Rightarrow \frac{۲n}{۲m - ۱} = \frac{۱۴۰}{۴۰} \Rightarrow \frac{n}{۲m - ۱} = \frac{۳۵}{۲۰}$$

با توجه به رابطه‌ی به دست آمده و طبیعی بودن n و فرد بودن $۲m - ۱$ ، هیچ مقدار طبیعی برای n و m وجود ندارد که این رابطه درست باشد. بنابراین هیچ کدام از هماهنگ‌های این دو لوله‌ی صوتی نمی‌توانند هم‌صدا باشند.

۴۹- صوت یک بلندگو به طور یکنواخت در فضا پخش می‌شود و شنونده‌ی A صدا را ۲۰ دسی‌بل بلندتر از شنونده‌ی B می‌شنود. فاصله‌ی شنونده‌ی B تا بلندگو چند برابر فاصله‌ی شنونده‌ی A تا آن است؟

(از جذب انرژی صوت توسط محیط صرف‌نظر شود)

$$\begin{cases}\beta_A = \text{Log}\,\dfrac{I_A}{I_\circ}\\ \beta_B = \text{Log}\,\dfrac{I_B}{I_\circ}\end{cases} \Rightarrow \beta_{AB} = \beta_A - \beta_B = \text{Log}\,\frac{I_A}{I_\circ} - \text{Log}\,\frac{I_B}{I_\circ} = \text{Log}\,\frac{I_A}{I_B}$$

$$\begin{cases} I_A = \dfrac{P}{۴\pi r_A^{۲}}\\ I_B = \dfrac{P}{۴\pi r_B^{۲}}\end{cases} \Rightarrow \frac{I_A}{I_B} = \left(\frac{r_B}{r_A}\right)^{۲}$$

$$\Rightarrow \beta_{AB} = \text{Log}\left(\frac{r_B}{r_A}\right)^{۲} = ۲\,\text{Log}\frac{r_B}{r_A}\ (\text{بر حسب بل}) = ۲۰\,\text{Log}\frac{r_B}{r_A}\ (\text{بر حسب دسی بل})$$

$$\Rightarrow \beta_{AB} = ۲۰\ \text{db} \Rightarrow ۲۰\,\text{Log}\frac{r_B}{r_A} = ۲۰ \Rightarrow \text{Log}\frac{r_B}{r_A} = ۱ \Rightarrow \frac{r_B}{r_A} = ۱۰ \Rightarrow r_B = ۱۰ r_A$$

۵۰- صوت یک بلندگو به طور یکنواخت در فضا پخش می‌شود و فاصله‌ی شنونده‌ی B تا بلندگو ۲۵ برابر فاصله‌ی شنونده‌ی A تا آن است. شنونده‌ی A صدا را چند دسی‌بل بلندتر از شنونده‌ی B می‌شنود؟ ($\text{Log}\,۲ = ۰/۳$)

(از جذب انرژی صوت توسط محیط صرف‌نظر شود)

$$\begin{cases}\beta_A = \text{Log}\,\dfrac{I_A}{I_\circ}\\ \beta_B = \text{Log}\,\dfrac{I_B}{I_\circ}\end{cases} \Rightarrow \beta_{AB} = \beta_A - \beta_B = \text{Log}\,\frac{I_A}{I_\circ} - \text{Log}\,\frac{I_B}{I_\circ} = \text{Log}\,\frac{I_A}{I_B}$$

$$\begin{cases} I_A = \dfrac{P}{۴\pi r_A^{۲}}\\ I_B = \dfrac{P}{۴\pi r_B^{۲}}\end{cases} \Rightarrow \frac{I_A}{I_B} = \left(\frac{r_B}{r_A}\right)^{۲}$$

$$\Rightarrow \beta_{AB} = \text{Log}\left(\frac{r_B}{r_A}\right)^{۲} = ۲\,\text{Log}\frac{r_B}{r_A}\ (\text{بر حسب بل}) = ۲۰\,\text{Log}\frac{r_B}{r_A}\ (\text{بر حسب دسی بل})$$

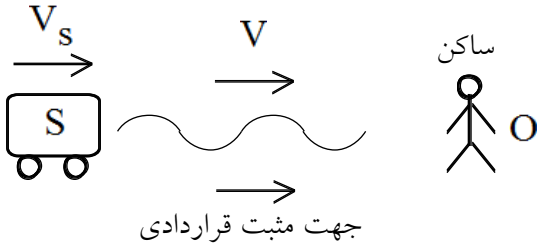
$$\Rightarrow \beta_{AB} = ۲۰\,\text{Log}\frac{r_B}{r_A} = ۲۰\,\text{Log}\ ۲۵ = ۲۰\,\text{Log}\ ۵^{۲} = ۴۰\,\text{Log}\ ۵$$

$$\Rightarrow \beta_{AB} = ۴۰\,\text{Log}\frac{۱۰}{۲} = ۴۰\,(\text{Log}\ ۱۰ - \text{Log}\ ۲) = ۴۰\,(۱ - ۰/۳) = ۴۰ \times ۰/۷ = ۲۸\ \text{db}$$

۵۱- شنونده‌ای در یک خیابان ساکن است و آمبولانسی آژیرکشان با سرعت ثابت از خیابان عبور می‌کند. هنگامی که آمبولانس به شنونده نزدیک می‌شود، شنونده بسامد آژیر آمبولانس را به اندازه‌ی ν_1 بیش‌تر از بسامد واقعی آن می‌شنود و هنگامی که آمبولانس از شنونده دور می‌شود، شنونده بسامد آژیر آمبولانس را به اندازه‌ی ν_2 کم‌تر از بسامد واقعی آن می‌شنود. ν_1 و ν_2 را مقایسه کنید.

سرعت صوت را V ، سرعت چشمه را V_s و بسامد واقعی چشمه را ν_0 فرض می‌کنیم.

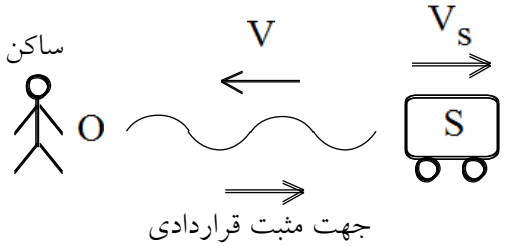
* با توجه به شکل زیر هنگامی که آمبولانس به شنونده نزدیک می‌شود داریم :



$$\frac{\nu_{o1}}{(+V)-0}=\frac{\nu_0}{(+V)-(+V_s)}\Rightarrow\frac{\nu_{o1}}{V}=\frac{\nu_0}{V-V_s}\Rightarrow\nu_{o1}=\frac{V}{V-V_s}\nu_0>\nu_0$$

$$\Rightarrow\nu_1=\nu_{o1}-\nu_0=\frac{V}{V-V_s}\nu_0-\nu_0=\frac{V_s}{V-V_s}\nu_0$$

* با توجه به شکل زیر هنگامی که آمبولانس از شنونده دور می‌شود داریم :



$$\frac{\nu_{o2}}{(-V)-0}=\frac{\nu_0}{(-V)-(+V_s)}\Rightarrow\frac{\nu_{o2}}{V}=\frac{\nu_0}{V+V_s}\Rightarrow\nu_{o2}=\frac{V}{V+V_s}\nu_0<\nu_0$$

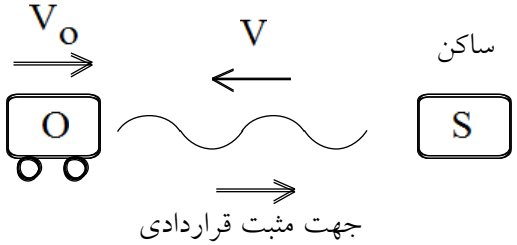
$$\Rightarrow\nu_2=\nu_0-\nu_{o2}=\nu_0-\frac{V}{V+V_s}\nu_0=\frac{V_s}{V+V_s}\nu_0$$

$$\begin{cases}\nu_1=\dfrac{V_s}{V-V_s}\nu_0\\ \nu_2=\dfrac{V_s}{V+V_s}\nu_0\end{cases}\Rightarrow\nu_1>\nu_2$$

۵۲- یک چشمه‌ی صوت در یک خیابان ساکن است و شنونده‌ای با سرعت ثابت از خیابان عبور می‌کند. هنگامی که شنونده به چشمه‌ی صوت نزدیک می‌شود، بسامد صوت چشمه را به اندازه‌ی ν_1 بیش‌تر از بسامد واقعی آن می‌شنود و هنگامی که شنونده از چشمه‌ی صوت دور می‌شود، بسامد صوت چشمه را به اندازه‌ی ν_2 کم‌تر از بسامد واقعی آن می‌شنود. ν_1 و ν_2 را مقایسه کنید.

سرعت صوت را V ، سرعت چشمه را V_s و بسامد واقعی چشمه را ν_0 فرض می‌کنیم.

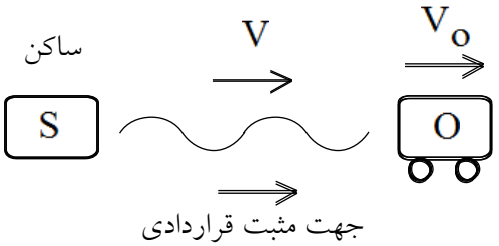
* با توجه به شکل زیر هنگامی که شنونده به چشمه صوت نزدیک می‌شود داریم :



$$\frac{\nu_{o1}}{(-V)-(+V_o)}=\frac{\nu_0}{(-V)-0}\Rightarrow\frac{\nu_{o1}}{V+V_o}=\frac{\nu_0}{V}\Rightarrow\nu_{o1}=\frac{V+V_o}{V}\nu_0>\nu_0$$

$$\Rightarrow\nu_1=\nu_{o1}-\nu_0=\frac{V+V_o}{V}\nu_0-\nu_0=\frac{V_o}{V}\nu_0$$

* با توجه به شکل زیر هنگامی که شنونده از چشمه صوت دور می‌شود داریم :



$$\frac{\nu_{o2}}{(+V)-(+V_o)}=\frac{\nu_0}{(+V)-0}\Rightarrow\frac{\nu_{o2}}{V-V_o}=\frac{\nu_0}{V}\Rightarrow\nu_{o2}=\frac{V-V_o}{V}\nu_0<\nu_0$$

$$\Rightarrow\nu_2=\nu_0-\nu_{o2}=\nu_0-\frac{V-V_o}{V}\nu_0=\frac{V_o}{V}\nu_0$$

$$\begin{cases}\nu_1=\dfrac{V_o}{V}\nu_0\\ \nu_2=\dfrac{V_o}{V}\nu_0\end{cases}\Rightarrow\nu_1=\nu_2$$

۵۳- یک لوله‌ی صوتی باز با هماهنگ اصلی ν_a را به یک لوله‌ی صوتی بسته با هماهنگ اصلی ν_b می‌چسبانیم و یک لوله‌ی صوتی بسته‌ی بلندتر می‌سازیم. بسامد هماهنگ اصلی لوله‌ی صوتی جدید را به دست آورید.

طول لوله‌ی صوتی بسته را L_a و طول لوله‌ی صوتی باز را L_b فرض می‌کنیم.

$$\begin{cases} \nu_a = \dfrac{V}{۲L_a} \Rightarrow L_a = \dfrac{V}{۲\nu_a} \\ \nu_b = \dfrac{V}{۴L_b} \Rightarrow L_b = \dfrac{V}{۴\nu_b} \end{cases} \Rightarrow \text{طول لوله صوتی جدید } L = L_a + L_b = \frac{V}{۲\nu_a} + \frac{V}{۴\nu_b}$$

$$\text{بسامد هماهنگ اصلی لوله صوتی جدید } \nu = \frac{V}{۲L} = \frac{V}{۲\left(\frac{V}{۲\nu_a} + \frac{V}{۴\nu_b}\right)} = \frac{۱}{\frac{۱}{\nu_a} + \frac{۱}{۲\nu_b}} = \frac{۲\nu_a\nu_b}{\nu_a + ۲\nu_b}$$

۵۴- دو لوله‌ی صوتی هم طول یکی باز و دیگری بسته را به هم می‌چسبانیم و لوله‌ی صوتی بسته‌ی بلندتری می‌سازیم.

الف) بسامد صوت اصلی این لوله چند برابر بسامد صوت اصلی لوله‌ی باز اولیه است؟

الف) بسامد صوت اصلی این لوله چند برابر بسامد صوت اصلی لوله‌ی بسته‌ی اولیه است؟

طول لوله‌های صوتی را L فرض می‌کنیم.

بسامد هماهنگ اصلی لوله‌ی صوتی باز $\nu_o = \dfrac{V}{۲L}$

بسامد هماهنگ اصلی لوله‌ی صوتی بسته $\nu_c = \dfrac{V}{۴L}$

بسامد هماهنگ اصلی لوله‌ی صوتی بسته‌ی جدید $\nu = \dfrac{V}{۴L'} = \dfrac{V}{۴(۲L)} = \dfrac{V}{۸L}$

$$\Rightarrow \frac{\nu}{\nu_o} = \frac{\left(\frac{V}{۸L}\right)}{\left(\frac{V}{۲L}\right)} = \frac{۱}{۴} \quad \text{و} \quad \frac{\nu}{\nu_c} = \frac{\left(\frac{V}{۸L}\right)}{\left(\frac{V}{۴L}\right)} = \frac{۱}{۲}$$

۵۵- یک لوله‌ی صوتی باز و یک لوله‌ی صوتی بسته با هماهنگ اصلی یکسان ν را به هم می‌چسبانیم و یک لوله‌ی صوتی بسته‌ی بلندتر می‌سازیم. بسامد هماهنگ اصلی لوله‌ی صوتی جدید را به دست آورید.

طول لوله‌های صوتی باز و بسته را به ترتیب L_o و L_c فرض می‌کنیم.

$$\begin{cases} \nu = \nu_o = \dfrac{V}{۲L_o} \Rightarrow L_o = \dfrac{V}{۲\nu} \\ \nu = \nu_c = \dfrac{V}{۴L_c} \Rightarrow L_c = \dfrac{V}{۴\nu} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \text{طول لوله صوتی بسته جدید } L = L_o + L_c = \frac{V}{۲\nu} + \frac{V}{۴\nu} = \frac{۳V}{۴\nu}$$

بسامد هماهنگ اصلی لوله صوتی بسته جدید $\nu' = \dfrac{V}{۴L} = \dfrac{V}{۴\left(\frac{۳V}{۴\nu}\right)} \Rightarrow \nu' = \dfrac{\nu}{۳}$

۵۶- الف) نسبت طول موج صوت چشمه در امتداد حرکتش و در جلوی آن به طول موج صوت چشمه در امتداد حرکتش و در پشت آن چه قدر است؟

الف) سرعت صوت را V ، دوره‌ی موج را T ، سرعت چشمه را V_S و طول موج صوت را وقتی چشمه ساکن است λ_0 فرض می‌کنیم.

برای طول موج چشمه‌ی صوت در جلوی آن داریم :

$$\begin{cases} \lambda_1 = \lambda_0 - V_S T \\ T = \dfrac{\lambda_0}{V} \\ V_S = \eta V \end{cases} \Rightarrow \lambda_1 = \lambda_0 - (\eta V)\left(\frac{\lambda_0}{V}\right) = \lambda_0 - \eta\lambda_0 = (1-\eta)\lambda_0$$

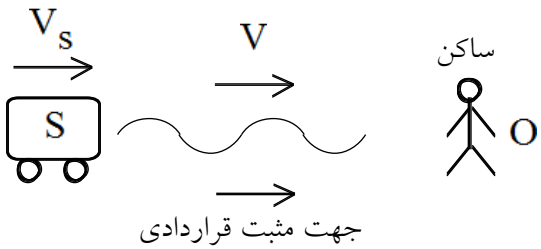
برای طول موج چشمه‌ی صوت در پشت آن داریم :

$$\begin{cases} \lambda_2 = \lambda_0 + V_S T \\ T = \dfrac{\lambda_0}{V} \\ V_S = \eta V \end{cases} \Rightarrow \lambda_2 = \lambda_0 + (\eta V)\left(\frac{\lambda_0}{V}\right) = \lambda_0 + \eta\lambda_0 = (1+\eta)\lambda_0$$

$$\Rightarrow \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{1-\eta}{1+\eta}$$

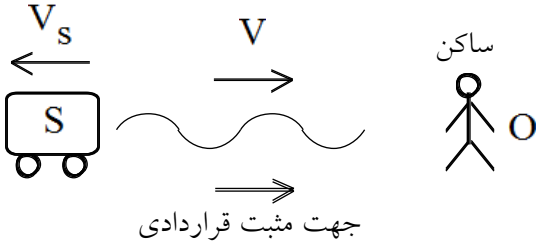
۵۷- ب) نسبت بسامد صوتی که یک شنونده‌ی ساکن در جلوی چشمه از آن می‌شنود به بسامد صوتی که یک شنونده‌ی ساکن در پشت چشمه از آن می‌شنود چه قدر است؟

ب) سرعت صوت را V ، سرعت چشمه را V_s و بسامد واقعی چشمه را ν_0 فرض می‌کنیم. با توجه به شکل‌های (۱) و (۲) داریم :



شکل (۱)

$$\frac{\nu_{o1}}{(+V)-0}=\frac{\nu_0}{(+V)-(+V_s)}\Rightarrow\frac{\nu_{o1}}{V}=\frac{\nu_0}{V-V_s}\Rightarrow\frac{\nu_{o1}}{V}=\frac{\nu_0}{V-\eta V}\Rightarrow\nu_{o1}=\frac{\nu_0}{1-\eta}$$



شکل (۲)

$$\frac{\nu_{o2}}{(+V)-0}=\frac{\nu_0}{(+V)-(-V_s)}\Rightarrow\frac{\nu_{o2}}{V}=\frac{\nu_0}{V+V_s}\Rightarrow\frac{\nu_{o2}}{V}=\frac{\nu_0}{V+\eta V}\Rightarrow\nu_{o2}=\frac{\nu_0}{1+\eta}$$

$$\Rightarrow\frac{\nu_{o1}}{\nu_{o2}}=\frac{\left(\frac{\nu_0}{1-\eta}\right)}{\left(\frac{\nu_0}{1+\eta}\right)}=\frac{1+\eta}{1-\eta}$$

۵۸- مفهوم «شدت صوت» را بنویسید.

شدت صوت عبارت است از مقدار انرژی‌ای که در واحد زمان به واحد سطح عمود بر راستای انتشار می‌رسد.

۵۹- آهسته‌ترین صدایی را که انسان می‌تواند بشنود، ..... گویند.

آستانه‌ی شنوایی

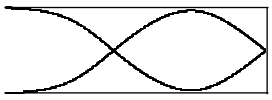
۶۰- نشان دهید شدت صوت با مربع فاصله از چشمه‌ی صوت نسبت وارون دارد.

$$I=\frac{P}{A}\Rightarrow I=\frac{P}{\pi r^2}\quad I=\frac{P}{\pi}\times\frac{1}{r^2}\Rightarrow I\propto\frac{1}{r^2}$$

I شدت صوت و r فاصله از چشمه‌ی صوت است.

در یک لوله‌ی صوتی با یک انتهای بسته و طول ۳۰ سانتی‌متر، موج ایستاده‌ای تشکیل شده که دارای ۲ گره در طول لوله است. به ۳ پرسش بعدی پاسخ دهید.

۶۱- با رسم شکل، چگونگی تشکیل این موج را نشان دهید.



۶۲- طول موج را در این حالت به‌دست آورید.

$$L = \frac{2n-1}{4}\lambda \Rightarrow 30 = \frac{2\times 2-1}{4}\times \lambda \Rightarrow \lambda = 40\,cm$$

۶۳- بسامد این هماهنگ و همچنین بسامد هماهنگ صوت اصلی چند هرتز است؟ $\left(V = 340\,\frac{m}{s}\right)$

$$f_3 = \frac{V}{\lambda} = \frac{340}{0/40} = 850\ Hz$$

$$f_3 = 3f_1 \Rightarrow f_1 = \frac{f_3}{3} = \frac{850}{3} \cong 283/3\ Hz$$

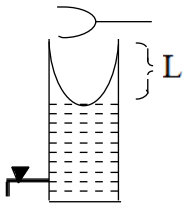
۶۴- اصطلاح «تراز شدت صوت» را تعریف کنید.

تراز شدت یک صوت عبارت است از لگاریتم (پایه‌ی ده) نسبت شدت آن صوت به شدت صوت مبنا.

۶۵- سرعت صوت به ویژگی‌های ..... بستگی دارد.

فیزیکی محیط انتشار صوت

۶۶- با استفاده از یک لوله‌ی صوتی، آزمایشی را برای اندازه‌گیری سرعت صوت در هوا طراحی کنید. (توضیح و رسم شکل)

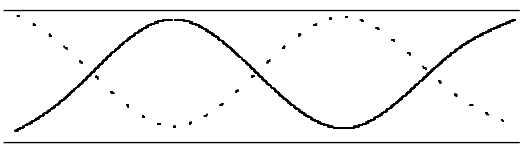


مانند شکل، یک لوله را از آب پر نموده و یک دیاپازون با بسامد معلوم υ را بالای آن به نوسان درمی‌آوریم. آن‌گاه شیر آب را باز می‌کنیم تا سطح آب در لوله پایین آید. هنگامی که برای اولین بار پدیده تشدید صورت گرفت، شیر آب را می‌بندیم.

در این حالت، L را اندازه می‌گیریم و سپس از رابطه‌ی $\upsilon = \frac{V}{4L}$، مقدار V را محاسبه می‌کنیم.

در یک لوله صوتی با دو انتهای باز، ۳ گره ایجاد شده و فاصله‌ی دو گره متوالی ۱۰ سانتی‌متر است. به ۲ پرسش بعدی پاسخ دهید.

۶۷- همراه با رسم شکل، طول لوله و طول موج را محاسبه کنید.



$$\frac{\lambda}{2} = 10\,cm \qquad \lambda = 20\,cm$$

$$L = 3\frac{\lambda}{2} = 3\times 10 = 30\ cm$$

۶۸- بسامد این هماهنگ چند هرتز است؟ $\left(V = ۳۴۰ \frac{m}{s}\right)$

$$\upsilon = \frac{V}{\lambda} = \frac{۳۴۰}{۰/۲} = ۱۷۰۰ \ Hz$$

۶۹- مفهوم «آستانه‌ی دردناکی» را بنویسید.

بلندترین صدایی (بیشینه‌ی شدت) که انسان می‌تواند بشنود بدون این‌که گوش او به درد آید، آستانه‌ی دردناکی می‌نامند.

۷۰- مفهوم «صوت اصلی در لوله‌های صوتی» را بنویسید.

در یک لوله‌ی صوتی موج ایستاده‌ای را که کم‌ترین بسامد را دارد، صوت اصلی می‌نامند.

۷۱- موج‌های صوتی با بسامد پایین‌تر از ۲۰ هرتز را ..... و بالاتر از ۲۰/۰۰۰ هرتز را ..... می‌نامند.

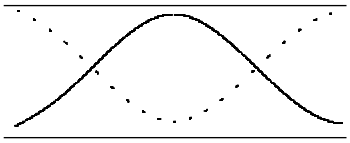
فروصوت، فراصوت

۷۲- با طراحی یک آزمایش ساده، نشان دهید که صوت در خلأ منتشر نمی‌شود. (توضیح کامل)

یک زنگ را در یک ظرف شیشه‌ای می‌آویزیم و با پمپ هوای داخل ظرف را تدریجاً تخلیه می‌کنیم. با کم شدن هوای داخل ظرف، صدای زنگ نیز به‌تدریج قطع می‌شود.

در لوله‌ای با دو انتهای باز و طول ۴۰ سانتی‌متر، موج ایستاده‌ای با ۲ گره در طول آن تشکیل شده است. به ۳ پرسش بعدی پاسخ دهید.

۷۳- با رسم شکل، چگونگی تشکیل این موج ایستاده را نمایش دهید.



۷۴- طول موج این هماهنگ را محاسبه کنید.

$$L = ۲\frac{\lambda}{۲} \qquad \lambda = L = ۴۰ \ cm$$

۷۵- بسامد این هماهنگ چند هرتز است؟ $\left(V = ۳۴۰ \frac{m}{s}\right)$

$$\upsilon = \frac{V}{\lambda} \qquad \upsilon = \frac{۳۴۰}{۰/۴} = ۸۵۰ \ Hz$$

۷۶- شدت صوت مربوط به همهمه در یک فروشگاه بزرگ در حدود $۱۰^{-۶}$ وات بر متر مربع است. تراز شدت این صوت چند دسی‌بل است؟ $\left(I_{۰} = ۱۰^{-۱۲}\frac{W}{m^{۲}}\right)$

$$\beta = ۱۰\,Log\frac{I}{I_{۰}} \qquad \beta = ۱۰\,Log\frac{۱۰^{-۶}}{۱۰^{-۱۲}} = ۱۰\,Log\,۱۰^{۶} \qquad \beta = ۶۰\,db$$

۷۷- سرعت انتشار صوت را در هوا در دمای $۲۷^{\circ}C$ به‌دست آورید.

$$\left(M = ۲۹\frac{g}{mol} \text{ و } \gamma = ۱/۴\,,\ R = ۸/۳\frac{J}{mol.k}\right)$$

$$v = \sqrt{\gamma\frac{RT}{M}} = \sqrt{\frac{۱/۴\ (۸/۳)(۲۷۳ + ۲۷)}{۲۹ \times ۱۰^{-۳}}} \cong ۳۴۷\frac{m}{s}$$

۷۸- گستره‌ی شنوایی انسان را مشخص کنید و مشخصه‌ی امواج فراصوت را بنویسید.

۲۰ هرتز - ۲۰۰۰۰ هرتز - امواجی که بسامد آن‌ها بیش‌تر از ۲۰۰۰۰ هرتز است را فراصوت می‌گویند.

۷۹- در یک لوله‌ی صوتی که یک انتهای آن بسته است، بسامد صوت اصلی $۳۴۰\,Hz$ است. طول لوله را حساب کنید. (سرعت صوت در هوای داخل لوله $۳۴۰\frac{m}{s}$)

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{۳۴۰}{۳۴۰} = ۱\,m$$

$$L_{۱} = \frac{\lambda}{۴} \Rightarrow L_{۱} = ۰/۲۵m$$

۸۰- اگر شدت صوت آستانه‌ی دردناکی برای بسامد ۱۰۰۰ هرتز، برابر $۱\frac{W}{m^{۲}}$ باشد، تراز شدت صوت را برای آن به‌دست آورید.

$$I_{۰} = ۱۰^{-۱۲}\frac{W}{m^{۲}}$$

$$\beta = ۱۰\,Log\frac{I}{I_{۰}} = ۱۰\,Log\frac{۱}{۱۰^{-۱۲}} = ۱۲۰\,db$$

۸۱- به سطح یک میکروفون به مساحت $۵\,cm^{۲}$، در مدت ۲ ثانیه $۱/۵ \times ۱۰^{-۱۱}\,J$ انرژی صوتی می‌رسد. شدت صوت در سطح میکروفون چه مقدار است؟ (سطح میکروفون عمود بر راستای انتشار صوت است.)

$$I = \frac{E}{At} \Rightarrow I = \frac{۱/۵ \times ۱۰^{-۱۱}}{۵ \times ۱۰^{-۴} \times ۲} = ۱/۵ \times ۱۰^{-۸}\frac{w}{m^{۲}}$$

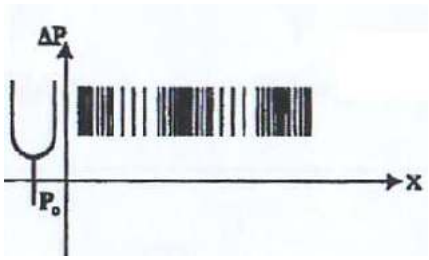
۸۲- «شدت صوت» را تعریف کنید.

مقدار انرژی که در واحد زمان به واحد سطح عمود بر راستای انتشار می‌رسد.

۸۳- از داخل پرانتز عبارت درست را انتخاب کنید.
معمولاً هرچه ماده‌ای متراکم‌تر باشد، سرعت انتشار صوت در آن (کم‌تر - بیش‌تر) است.

بیش‌تر

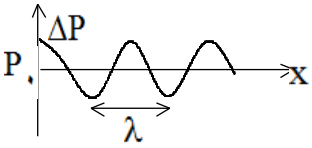
با توجه به آن‌چه در شکل مشاهده می‌کنید، به ۳ پرسش بعدی پاسخ دهید.



۸۴- توضیح دهید صوت حاصل از دیاپازون چگونه در هوا منتشر می‌شود؟

هنگامی که شاخه‌ی دیاپازون به طرف راست حرکت می‌کند، تپ تراکمی هنگامی که به طرف چپ حرکت برمی‌گردد، تپ انبساطی به وجود می‌آید. این تپ‌های تراکمی و انبساطی، در هوا منتشر می‌شوند.

۸۵- در محدوده‌ی نشان‌داده‌شده، نمودار تغییرات فشار محیط را بر حسب مکان (x) رسم کنید و روی نمودار رسم شده، طول موج را نشان دهید.



۸۶- طرح ساده‌ای ارائه کنید که نشان دهد صوت در خلأ منتشر نمی‌شود.

۸۷- اگر شخصی بگوید: «آستانه‌ی شنوایی و دردناکی‌اش در بسامد ۱۰۰۰ Hz به ترتیب ۲۰ db و ۸۰ db است»، شما به چه نتیجه‌ای در مورد چگونگی شنوایی این شخص می‌رسید؟

چون برای گوش سالم، آستانه‌ی شنوایی و دردناکی به ترتیب صفر و ۱۲۰ db است، نتیجه می‌گیریم که این شخص دچار کم‌شنوایی است و گوش او به صوت‌های بلند حساسیت غیرعادی دارد.

۸۸- یک آمبولانس با سرعت ۰/۱ V (V سرعت انتشار صوت در هوا) به شنونده‌ی ساکنی نزدیک می‌شود. اگر شنونده بسامد صوت آژیر آمبولانس را ۱۰۰۰ Hz دریافت کند، بسامد واقعی آژیر چند هرتز است؟

$$\frac{f_{\cdot}}{f_S} = \frac{V - V_{\cdot}}{V - V_S} \Rightarrow \frac{۱۰۰۰}{f_S} = \frac{V - ۰}{V - ۰/۱V} \Rightarrow f_S = ۹۰۰\,Hz$$

یک لوله‌ی صوتی با یک انتهای بسته، با بسامد ۶۸۰ Hz به حالت تشدید درآمده و در طول آن سه گره ایجاد شده است. اگر $V = ۳۴۰ \frac{m}{s}$ باشد، به ۳ پرسش بعدی پاسخ دهید.

۸۹- شکل موج ایجادشده را رسم کنید.

۹۰- طول لوله چند سانتی‌متر است؟

$$\nu_{(۲n-۱)} = \frac{(۲n - ۱)V}{۴L} \Rightarrow ۶۸۰ = \frac{۵ \times ۳۴۰}{۴L} \Rightarrow L = ۶۲/۵\,cm$$

۹۱- طول موج چند سانتی‌متر است؟

$$L = ۵\frac{\lambda_۵}{۴} \Rightarrow \lambda_۵ = \frac{۴ \times ۶۲/۵}{۵} = ۵۰\,cm$$

۹۲- موج‌های صوتی با بسامد کم‌تر از ۲۰ Hz را ..... می‌نامند.

فروصوت

۹۳- شدت صوت را تعریف کنید، رابطه و یکای آن را بنویسید.

مقدار انرژی که در واحد زمان به واحد سطح عمود بر راستای انتشار می‌رسد.

$$I = \frac{E}{At} = \frac{P}{A} \quad \frac{W}{m^۲}$$

۹۴- شدت صوت یک شخص در یک سالن در فاصله‌ی ۱۶ متری برابر با $۱۰^{-۶} \frac{W}{m^۲}$ است. شدت صوت او در فاصله‌ی ۲۰ متری چند $\frac{W}{m^۲}$ است؟

$$\frac{I_۲}{I_۱} = \left(\frac{r_۱}{r_۲}\right)^۲ \Rightarrow \frac{I_۲}{۱۰^{-۶}} = \left(\frac{۱۶}{۲۰}\right)^۲ \Rightarrow I_۲ = ۰/۶۴ \times ۱۰^{-۶} \frac{W}{m^۲}$$

۹۵- آزمایشی برای اندازه‌گیری سرعت صوت در آب، طراحی کنید.

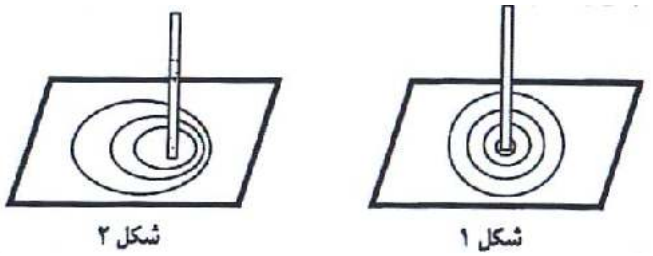
۹۶- طول یک لوله‌ی صوتی که هر دو انتهای آن باز است، ۸۵ cm است. بسامد هماهنگ دوم این لوله را حساب کنید. (سرعت انتشار صوت در لوله را $۳۴۰ \frac{m}{s}$ فرض کنید.)

$$\upsilon_n = \frac{nV}{۲L} \Rightarrow \upsilon = \frac{۲ \times ۳۴۰}{۲ \times ۰/۸۵} \Rightarrow \upsilon = ۴۰۰\,Hz$$

۹۷- از داخل پرانتز عبارت درست را انتخاب نمایید.
موج‌های صوتی با بسامد کم‌تر از ۲۰ Hz را (فراصوت - فروصوت) می‌نامند.

فروصوت

در شکل‌های زیر، نقش جبهه‌های موج را در اثر ضربه‌های تناوبی یک میله بر سطح اب مشاهده می‌کنید. به ۲ پرسش بعدی پاسخ دهید.



شکل ۱ شکل ۲

۹۸- استنباط خود را از این مشاهده بنویسید.

در شکل ۱) میله به سطح آب ضربه می‌زند و حرکت انتقالی ندارد.
در شکل ۲) میله ضمن ضربه زدن به سطح آب، به طرف راست در حال حرکت است.

۹۹- شکل (۲) چه موضوع مهمی را نشان می‌دهد و هدف آن توصیف کدام پدیده در فیزیک موج است؟

به حرکت میله به طرف راست، طول موج در طرف راست میله کاهش و در طرف چپ میله افزایش می‌یابد.

۱۰۰- اگر فاصله‌ی خود تا چشمه‌ی صوت را دو برابر کنیم، تراز شدت صوت چه‌قدر تغییر می‌کند؟ (Log ۲ = ۰/۳)

$$\Delta\beta = ۱۰\,\text{Log}\frac{I_۲}{I_۱} \Rightarrow \Delta\beta = ۱۰\,\text{Log}\left(\frac{r_۱}{r_۲}\right)^۲ = ۲۰\,\text{Log}\frac{۱}{۲} \Rightarrow \Delta\beta = -۶\,\text{db}$$

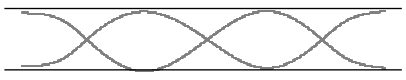
در یک لوله‌ی صوتی با دو انتهای باز، موج ایستاده‌ای با سه گره ایجاد شده است. فاصله‌ی دو گره‌ی متوالی ۱۰ cm است. به ۲ پرسش بعدی پاسخ دهید.

۱۰۱- طول لوله و بسامد صوتی که توسط لوله ایجاد شده، چه‌قدر است؟ $\left(v = ۳۴۰\,\frac{m}{s}\right)$

$$L = n\frac{\lambda_n}{۲} = ۳ \times ۱۰ = ۳۰\,\text{cm}$$

$$\nu_n = \frac{nv}{۲L} \Rightarrow \nu_۳ = \frac{۳ \times ۳۴۰}{۰/۶} = ۱۷۰۰\,\text{Hz}$$

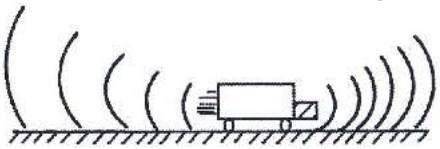
۱۰۲- شکل موج ایجادشده در لوله را رسم کنید.



۱۰۳- از داخل پرانتز عبارت درست را انتخاب نمایید.
آهسته‌ترین صدایی را که انسان می‌تواند بشنود (آستانه‌ی شنوایی - فروصوت) می‌نامند.

آستانه‌ی شنوایی

با توجه به آن‌چه در نقشه‌ی مفهومی روبه‌رو مشاهده می‌کنید، به ۲ پرسش بعدی پاسخ دهید.



۱۰۴- توصیف کدام پدیده در فیزیک صوت است؟

اثر دوپلر

۱۰۵- یک نتیجه‌ی مهم از این مشاهده را بنویسید.

وقتی فرستنده‌ی صوت (کامیون) حرکت می‌کند، طول موج‌های موج صوتی در جلوی آن، کوتاه‌تر از پشت آن است.

۱۰۶- دو عامل مؤثر در سرعت انتشار صوت در هوا را بنویسید.

دمای هوا و جرم مولکولی آن

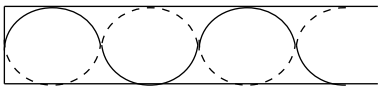
۱۰۷- دو نفر در فاصله‌های d_1 و d_2 از چشمه‌ی صوتی ایستاده‌اند و تراز شدت صوت برای آن‌ها به ترتیب، $20\ db$ و $10\ db$ است. $\frac{d_2}{d_1}$ را محاسبه کنید.

$$\Delta\beta = \beta_1 - \beta_2 = 10 \operatorname{Log} \frac{I_1}{I_2} = 10 \operatorname{Log} \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2$$

$$\Rightarrow 20 - 10 = 10 \operatorname{Log} \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{d_2}{d_1} = \sqrt{10}$$

۱۰۸- در یک لوله‌ی صوتی با یک انتهای بسته و طول $30\ cm$ موج ایستاده‌ای با چهار گره به وجود آمده است. شکل موج را رسم کنید و بسامد صوت حاصل از لوله را محاسبه کنید. $\left(V = 330 \frac{m}{s}\right)$

$$\nu_{(2n-1)} = \frac{(2n - 1)\, \nu}{4L} \Rightarrow \nu_7 = \frac{7 \times 330}{4 \times 0/3} \Rightarrow \nu_7 = 1925 Hz$$

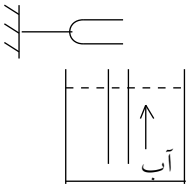


۱۰۹- «ضریب اتمیسیته‌ی گاز» را تعریف کنید.

نسبت ظرفیت گرمایی مولی گاز در فشار ثابت به ظرفیت گرمایی مولی آن در حجم ثابت را گویند.

$$\gamma = \frac{C_{MP}}{C_{MV}}$$

در شکل مقابل، یک لوله‌ی صوتی را به‌تدریج از آب خارج می‌کنیم. در بالای لوله‌ی دیاپازونی با بسامد ۱۰۰۰Hz در حال ارتعاش است.



۱۱۰- حساب کنید حداقل چه طولی از لوله باید از آب خارج شود تا در آن موج ایستاده ایجاد شود؟ $\left(V = ۳۴۰\frac{m}{s}\right)$

$$f = \frac{(۲n - ۱)V}{۴L} \Rightarrow ۱۰۰۰ = \frac{۳۴۰}{۴L} \Rightarrow L = \frac{۳۴۰}{۴۰۰۰} = ۰/۰۸۵m$$

۱۱۱- در این حالت طول موج این ارتعاشات چه‌قدر است؟

$$\frac{\lambda}{۴} = ۰/۰۸۵ \Rightarrow \lambda = ۰/۳۴m$$

۱۱۲- در فاصله‌ی ۲۰m از یک چشمه‌ی صوت، تراز شدت صوت ۴۰dB است. در چه فاصله‌ای از این چشمه می‌توان صوت را به زحمت شنید؟ (از جذب صوت به‌وسیله‌ی هوا چشم‌پوشی کنید.)

$$\Delta\beta = ۱۰Log\frac{I_۱}{I_۲} \Rightarrow ۴۰ - ۰ = ۱۰Log\left(\frac{d_۲}{d_۱}\right)^۲$$

$$\Rightarrow ۴۰ = ۲۰Log\frac{d_۲}{d_۱} \Rightarrow \frac{d_۲}{d_۱} = ۱۰^۲ \Rightarrow d_۲ = ۲۰۰۰m$$

۱۱۳- یک اتومبیل با سرعت $۲۰\frac{m}{s}$ در حال حرکت است. یک ماشین آتش‌نشانی با سرعت $۴۰\frac{m}{s}$ از آن سبقت می‌گیرد. اگر بسامد آژیر آتش‌نشانی ۷۶۰Hz باشد، پس از سبقت، راننده‌ی اتومبیل با چه بسامدی صوت آژیر را دریافت می‌کند؟ $\left(V = ۳۴۰\frac{m}{s}\right)$

$$f_o = \frac{V - V_o}{V - V_s}f_s \Rightarrow f_o = \frac{۳۴۰ + ۲۰}{۳۴۰ + ۴۰} \times ۷۶۰ \Rightarrow f_o = \frac{۳۶۰}{۳۸۰} \times ۷۶۰ = ۷۲۰Hz$$

۱۱۴- «آستانه‌ی دردناکی» تعریف کنید.

بلندترین صدایی که انسان می‌تواند بشنود بدون این که گوش او به درد آید.

۱۱۵- از داخل پرانتز، عبارت درست را انتخاب کنید و به پاسخ‌نامه انتقال دهید.
موج صوتی، از نوع موج‌های (طولی - عرضی) است.

طولی

۱۱۶- جای خالی را با عبارت مناسب کامل کنید.
هرچه ماده متراکم‌تر باشد، سرعت انتشار صوت در آن ..... است.

بیش‌تر

۱۱۷- آزمایشی برای اندازه‌گیری سرعت صوت در آب، طراحی کنید.

یک چشمه‌ی صوت را در سطح آب قرار داده و یک دستگاه گیرنده‌ی امواج صوتی را درون آب در فاصله‌ی x از سطح آب قرار می‌دهیم. یک تپ صوتی توسط چشمه ایجاد می‌کنیم و زمان رسیدن آن را به دستگاه گیرنده‌ی امواج صوتی اندازه می‌گیریم. با استفاده از رابطه‌ی $v = \frac{x}{t}$، سرعت صوت در آب را محاسبه می‌کنیم.

۱۱۸- شکل ارتعاش‌های هوای درون لوله را در این حالت رسم کنید.

۱۱۹- اگر فاصله‌ی دومین شکم تا انتهای بسته‌ی لوله برابر ۱۵cm باشد، طول موج صوت حاصل و طول لوله را حساب کنید.

$$۳\frac{\lambda}{۴} = ۱۵ \Rightarrow \lambda = ۲۰\,cm$$

$$L = (۲n - ۱)\frac{(\lambda_{۲n-۱})}{۴} \Rightarrow L = ۵ \times \frac{۲۰}{۴} = ۲۵\,m$$

۱۲۰- دو نفر به فاصله‌های $d_۱$ و $d_۲$ از یک چشمه‌ی صوت ایستاده‌اند. تراز شدت صوت برای این دو نفر، به‌ترتیب ۳۰ و ۱۰ دسی‌بل است. نسبت $\frac{d_۲}{d_۱}$ را حساب کنید.

$$\beta_۲ - \beta_۱ = ۱۰\,Log\frac{I_۲}{I_۱}$$

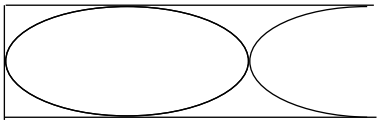
$$۱۰ - ۳۰ = ۱۰\,Log\frac{I_۲}{I_۱} \Rightarrow Log\frac{I_۲}{I_۱} = -۲ \Rightarrow \frac{I_۲}{I_۱} = ۱۰^{-۲}$$

$$\frac{I_۲}{I_۱} = \left(\frac{d_۱}{d_۲}\right)^۲ \Rightarrow ۱۰^{-۲} = \left(\frac{d_۱}{d_۲}\right)^۲ \Rightarrow \frac{d_۱}{d_۲} = ۱۰^{-۱} \Rightarrow \frac{d_۲}{d_۱} = ۱۰$$

۱۲۱- «شدت صوت» را تعریف کنید.

شدت صوت عبارت است از مقدار انرژی‌ای که در واحد زمان به واحد سطح عمود بر راستای انتشار می‌رسد. (۰/۵)

وضعیت ارتعاشی هوای یک لوله‌ی صوتی مطابق شکل است و طول لوله ۳۰ سانتی‌متر است. با توجه به این مطلب به دو سؤال زیر پاسخ دهید.



۱۲۲- این لوله هماهنگ چندم خود را می‌نوازد؟

هماهنگ سوم (۰/۲۵)

۱۲۳- طول موج و بسامد این هماهنگ را محاسبه کنید. $\left(V=۳۴۰\frac{m}{s}\right)$

$L=۳\frac{\lambda}{۴} \quad \lambda=۴۰cm$ (۰/۲۵)

$f_{(۲n-۱)}=\frac{(۲n-۱)v}{۴L}$ (۰/۲۵) $\quad f_۳=\frac{۳\times ۳۴۰}{۴\times ۰/۳}=۸۵۰Hz$ (۰/۲۵)

۱۲۴- دو نفر به فاصله‌های $d_۱$ و $d_۲$ از یک چشمه‌ی صوت ایستاده‌اند. تراز شدت صوت برای آنها به ترتیب $۳۰dB$ و $۱۰dB$ است. نسبت $\frac{d_۲}{d_۱}$ را حساب کنید.

$\Delta\beta=۱۰\ Log\frac{I_۱}{I_۲}$ (۰/۲۵)

$۳۰-۱۰=۱۰\ Log\left(\frac{d_۲}{d_۱}\right)^۲$ (۰/۲۵) $\quad ۲=۲\ Log\frac{d_۲}{d_۱} \Rightarrow \frac{d_۲}{d_۱}=۱۰$ (۰/۵)

۱۲۵- یک چشمه‌ی صوت با سرعت $۳۰\frac{m}{s}$ در حرکت است و بسامد صوت آن $۶۰۰Hz$ است. اگر سرعت صوت در هوا $۳۳۰\frac{m}{s}$ باشد، طول موج صوت در جلو چشمه را محاسبه کنید.

$f_o=\frac{V-V_o}{V-V_s}f_s$ (۰/۲۵) $\quad f_o=\frac{۳۳۰-۰}{۳۳۰-۳۰}\times ۶۰۰=۶۶۰Hz$ (۰/۲۵)

$\lambda_o=\frac{v}{f_o}$ (۰/۲۵) $\quad \lambda_o=\frac{۳۳۰}{۶۶۰}=۰/۵\ m$ (۰/۲۵)

۱۲۶- با استفاده از نمودار شدت صوت برحسب بسامد، چگونه می‌توان آستانه‌ی شنوایی و دردناکی را برای یک بسامد معین تعیین کرد؟

خط راستی را بر محور افقی (بسامد)، عمود می‌کنیم. محل برخورد این خط با دو نمودار به ترتیب، آستانه‌ی شنوایی و دردناکی را می‌دهد. (۰/۵)

۱۲۷- جدول زیر، سرعت انتشار صوت را نشان می‌دهد. این جدول را تفسیر کنید.
(۴ مورد بنویسید.)

حالت ماده	ماده	دما	سرعت
گازها	اکسیژن	۰	۳۱۶
	هوا	۲۰	۳۴۳
	نیتروژن	۰	۳۳۴
	هلیم	۰	۹۶۵
مایع ها	جیوه	۲۵	۱۴۵۰
	آب دریا	۲۵	۱۵۳۱
جامدها	سرب	-	۲۱۰۰
	طلا	-	۳۰۰۰

۱- سرعت انتشار صوت در جامدات > سرعت انتشار صوت در مایعات > سرعت انتشار صوت در گازها (۰/۲۵)

۲- سرعت انتشار صوت در جامدات، مستقل از دما است. (۰/۲۵)

۳- سرعت انتشار صوت در مایعات و گازها، به دما بستگی دارد. (۰/۲۵)

٤- در گازها در دمای یکسان، سرعت انتشار صوت، نسبت وارون با جرم مولکولی ماده دارد. (۰/۲۵)

۱۲۸- بسامد هماهنگ سوم را در یک لوله‌ی به طول ۱ متر که هر دو انتهای آن باز است، تعیین کنید. $V=۳۴۰\ \frac{m}{s}$

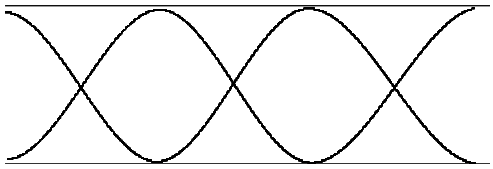
$f_n=\frac{nV}{۲L}$ (۰/۲۵) $f_۳=\frac{۳\times ۳۴۰}{۲\times ۱}$ (۰/۲۵) $f_۳=۵۱۰\ Hz$ (۰/۲۵)

۱۲۹- طول موج صوت ایجاد شده در همین لوله را برای هماهنگ چهارم، به دست آورید.

$\lambda_n=\frac{۲L}{n}$ (۰/۲۵) $\lambda_۴=\frac{۲\times ۱}{۴}$ (۰/۲۵) $\lambda_۴=۰/۵\ m$ (۰/۲۵)

۱۳۰- از داخل پرانتز گزینه‌ی درست را انتخاب کنید.
موج صوتی از نوع موج‌های (طولی، عرضی) است.
طولی (۰/۲۵)

مانند شکل،در یک لوله‌ی صوتی با دو انتهای باز به طول ۲۴cm موج ایستاده‌ای تشکیل شده است. با توجه به اطلاعات داده شده به سه سؤال زیر پاسخ دهید.



۱۳۱- این لوله هماهنگ چندم خود را می‌نوازد؟
هماهنگ سوم (۰/۲۵)

۱۳۲- طول موج ارتعاشات در لوله چه‌قدر است؟

$L=n\frac{\lambda}{۲}$ (۰/۲۵) $۲۴=۳\frac{\lambda}{۲}$ $\lambda=۱۶\ cm$ (۰/۲۵)

۱۳۳- بسامد صوت حاصل از لوله را محاسبه کنید.

$\left(V=۳۲۰\frac{m}{s}\right)$

$f_n=\frac{nV}{۲L}$ (۰/۲۵) $f_۳=\frac{۳\times ۳۲۰}{۲\times ۰/۲۴}$ $f_۳=۲۰۰۰Hz$ (۰/۵)

۱۳۴- شدت صوت دریافتی از یک چشمه برابر $۲\times ۱۰^{-۴}\frac{W}{m^۲}$ است. تراز شدت صوت دریافتی چند دسی‌بل است؟

$\left(I_۰=۱۰^{-۱۲}\frac{W}{m^۲} \quad و \quad Log ۲=۰/۳\right)$

$\beta=۱۰ Log\frac{I}{I_۰}$ (۰/۲۵) $\beta=۱۰ Log\frac{۲\times ۱۰^{-۴}}{۱۰^{-۱۲}}$ $\beta=۱۰ Log ۲\times ۱۰^{۸}$

$\beta=۱۰ Log ۲+۱۰ Log ۱۰^{۸}=۳+۸۰=۸۳ dB$ (۰/۷۵)

۱۳۵- شخصی که ایستاده است، سوتی را با بسامد ۶۸۰Hz به صدا درمی‌آورد. سرنشین خودرویی که با سرعت $۲۰\frac{m}{s}$ به او نزدیک می‌شود، این صوت را با چه بسامدی دریافت می‌کند؟ $\left(V=۳۴۰\frac{m}{s}\right)$

$f_o=\frac{V-V_o}{V-V_s}f_s$ (۰/۲۵)

$f_o=\frac{۳۴۰+۲۰}{۳۴۰-۰}\times ۶۸۰$ $f_o=\frac{۳۶۰}{۳۴۰}\times ۶۸۰$ $f_o=۷۲۰Hz$ (۰/۷۵)

۱۳۶- در انتشار صوت در هوا، ذرّه‌های هوا منتقل نمی‌شوند بلکه حول نقطه‌ی تعادل خود ..... می‌کند.

نوسان (۰/۲۵)

۱۳۷- شدت صوت را تعریف کنید و یکای آن را در SI بنویسید.

مقدار انرژی‌ای است که در واحد زمان به واحد سطح عمود بر راستای انتشار موج می‌رسد. (۰/۵)

وات بر متر مربع (۰/۲۵)

۱۳۸- چرا هرچه مادّه متراکم‌تر باشد، سرعت انتشار صوت در آن بیشتر است؟

در ماده‌ی متراکم، مولکول‌ها به یکدیگر نزدیک‌ترند و تپ ایجاد شده می‌تواند در مدت زمان کم‌تری به نقطه‌ی مجاور خود منتقل شود. (۰/۵)

۱۳۹- سرعت انتشار صوت، به چه عامل‌هایی بستگی دارد؟ (دو عامل را بنویسید)

دمای مطلق گاز (۰/۲۵) **جرم مولکولی گاز** (۰/۲۵)

۱۴۰- یک انتهای یک لوله‌ی صوتی، باز و انتهای دیگر آن، بسته است. طول لوله برای این که هوای داخلی لوله در بسامد اصلی ۶۰ Hz به تشدید درآید، چه‌قدر است؟ (سرعت انتشار صوت در هوا ۳۴۰ $\frac{m}{s}$)

$f_{۲n-۱}=\frac{(۲n-۱)V}{۴l}$ (۰/۲۵) $۶۰=\frac{۱\times ۳۴۰}{۴\times l}$ (۰/۲۵) $l\cong ۱/۴۲ m$ (۰/۲۵)

۱۴۱- طول موج هماهنگ هفتم لوله‌ی صوتی یک انتها بسته‌ای را که طول آن ۳/۵m است، به دست آورید.

$\lambda_{۲n-۱}=\frac{۴l}{۲n-۱}$ (۰/۲۵) $\lambda_{۷}=\frac{۴\times ۳/۵}{۷}$ (۰/۲۵) $\lambda_{۷}=۲m$ (۰/۲۵)

۱۴۲- مثالی ذکر کنید که نشان دهد صوت در مایع منتشر می‌شود.

مثلا وقتی در زیر آب شنا می‌کنیم، صداهای بیرون آب را می‌شنویم یا مثال‌های درست دیگر (۰/۵)

۱۴۳- چرا موج‌های صوتی در جامدها سریع‌تر از بقیه‌ی مواد انتشار می‌یابند؟

چون در جامدها، مولکول‌ها به هم نزدیک‌ترند و تپ ایجاد شده در زمان کمتری به نقطه‌ی مجاور خود می‌رسد. (۰/۵)

۱۴۴- گوش انسان توانایی شنیدن موج‌های صوتی با چه بسامدهایی را دارد؟

بسامدهای بین ۲۰ تا ۲۰۰۰۰ هرتز. (۰/۵)

۱۴۵- تراز شدت صوت را تعریف کرده و رابطه‌ی آن را بنویسید.

لگاریتم (در پایه‌ی ده) نسبت شدت یک صوت به صوت مبنا. (۰/۵)

$\beta=Log\ \frac{I}{I_{۰}}$ (۰/۲۵)

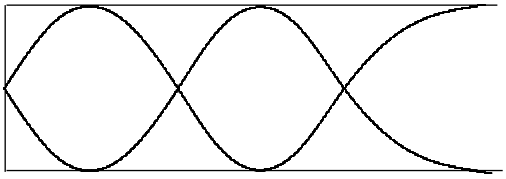
۱۴۶- طول موج صوت دلفین ۵۰۰۰μm است. بسامد صوتی را که دلفین در آب تولید می‌کند، به دست آورید. صوت با سرعت ۱۵۰۰ $\frac{m}{s}$ در آب منتشر شود.

$\lambda=۵۰۰۰\ \mu m=۵\times ۱۰^{-۳}\ m$ (۰/۲۵) $f=\frac{v}{\lambda}=\frac{۱۵۰۰}{۵\times ۱۰^{-۳}}=۳\times ۱۰^{۵}\ Hz$ (۰/۵)

۱۴۷- شدت صوت یک سخنران در یک سالن در فاصله‌ی ۴ متری از او برابر $۱۰^{-۸}\ \frac{W}{m^{۲}}$ است. شدت صوت سخنران در فاصله‌ی ۲۰ متری، چه‌قدر است؟ (از جذب انرژی صوتی در هوا چشم‌پوشی می‌شود)

$\frac{I_{۲}}{I_{۱}}=\left(\frac{d_{۱}}{d_{۲}}\right)^{۲}$ (۰/۲۵) $\frac{I_{۲}}{۱۰^{-۸}}=\left(\frac{۴}{۲۰}\right)^{۲}$ (۰/۲۵) $I_{۲}=۴\times ۱۰^{-۱۰}\ \frac{W}{m^{۲}}$ (۰/۲۵)

۱۴۸- با رسم شکل، موج ایستاده‌ی داخل لوله را نمایش دهید.



(۰/۲۵)

۱۴۹- طول موج را در این حالت به دست آورید.

$۵\frac{\lambda}{۴}=۵۰\ cm \qquad \lambda=۴۰\ cm$ (۰/۵)

۱۵۰- بسامد این هماهنگ و همچنین بسامد صوت اصلی چند هرتز است؟ $V=۳۴۰\frac{m}{s}$

$f_{(۲n-۱)}=\frac{(۲n-۱)v}{۴l}=\frac{۵\times ۳۴۰}{۴\times ۰/۵}=۸۵۰\ Hz$ (۰/۵) $f_۵=(۲n-۱)f_۱ \quad f_۱=۱۷۰\ \ Hz$ (۰/۵)

۱۵۱- درستی یا نادرستی عبارت زیر را با حروف (ص) یا (غ) مشخص کنید.
صوت یک موج طولی است که در فضا به صورت کروی انتشار می‌یابد.

(ص) (۰/۲۵)

۱۵۲- «فراصوت» را تعریف کنید.

موج‌های صوتی با بسامد بالاتر از ۲۰۰۰۰Hz را فراصوت می‌نامند. (۰/۵)

در یک لوله‌ی صوتی با یک انتهای بسته، هماهنگ پنجم صوت اصلی ایجاد شده است. اگر فاصله‌ی دهانه‌ی باز لوله تا اولین گره برابر ۱۰ cm باشد به دو سؤال زیر پاسخ دهید: $\left(V=۳۴۰\frac{m}{s}\text{ در هوای لوله}\right)$

۱۵۳- طول لوله و بسامد صوت حاصل از لوله را محاسبه کنید.

$L=(۲n-۱)\frac{\lambda}{۴}$ (۰/۲۵) $L=۵\frac{\lambda}{۴}=۵\times ۱۰=۵۰cm$ (۰/۲۵)

$f_{(۲n-۱)}=\frac{(۲n-۱)v}{۴L}$ (۰/۲۵) $f_{(۲n-۱)}=\frac{۵\times ۳۴۰}{۴\times ۰/۵}=۸۵۰Hz$ (۰/۲۵)

۱۵۴- بسامد صوت اصلی لوله چند هرتز است؟

$f_۱=\frac{v}{۴L}$ (۰/۲۵) $f_۱=\frac{۳۴۰}{۲}=۱۷۰Hz$ (۰/۲۵)

۱۵۵- دو نفر به فاصله‌های d_1 و d_2 از چشمه‌ی صوت ایستاده‌اند. تراز شدت صوت برای این دو نفر به ترتیب $(30\,dB)$ و $(10\,dB)$ است. نسبت $\frac{d_2}{d_1}$ را به دست آورید.

$$\Delta\beta=10\,Log\frac{I_1}{I_2}\ (0/25) \qquad 30-10=10\,Log\left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2\ (0/25)$$

$$\left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2=10^2\ (0/25) \qquad \frac{d_2}{d_1}=10\ (0/25)$$

۱۵۶- بسامد صوت حاصل از یک خودرو $720\,Hz$ است. این خودرو با سرعت $20\,\frac{m}{s}$ از یک عابر ساکن دور می‌شود. بسامد صوتی که عابر دریافت می‌کند را محاسبه کنید. $\left(V_{\text{در هوا}}=340\,\frac{m}{s}\right)$

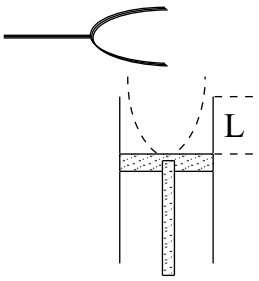
$$f_o=\frac{v-v_o}{v-v_s}f_s\ (0/25) \qquad f_o=\frac{340-0}{340+20}\times 720\ (0/25) \qquad f_o=680\,Hz\ (0/25)$$

۱۵۷- درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را با حروف (ص) یا (غ) مشخص کنید.

در دمای ثابت، اگر هوای اطراف ما ناگهان تبدیل به اکسیژن خالص شود، سرعت صوت در آن بیش‌تر می‌شود.

(غ) (0/25)

۱۵۸- چگونه می‌توانید به کمک یک دیاپازون با بسامد معلوم (f) و یک لوله‌ی صوتی با یک انتهای بسته که طول آن به کمک یک پیستون قابل تغییر است و یک خط کش، سرعت انتشار صوت در هوای محیط را به دست آورید.



مطابق شکل دیاپازون را در مقابل دهانه‌ی لوله به صدا درمی‌آوریم و به آرامی پیستون را به طرف پایین حرکت می‌دهیم تا اولین حالت تشدید ایجاد شود.

در این حالت با خط‌کش طول L را اندازه‌گیری می‌کنیم و از رابطه‌ی $f=\frac{V}{4L}$ مقدار V را محاسبه می‌کنیم. (توضیح کامل (1/5))

شخصی با سرعت $20\,\frac{m}{s}$ به طرف چشمه‌ی صوت ساکنی در حرکت است. بسامد چشمه $510\ Hz$ و سرعت صوت در هوا $340\,\frac{m}{s}$ است:

۱۵۹- بسامد صوتی که شخص دریافت می‌کند، چه‌قدر است؟

$$f_o=\frac{V-V_\circ}{V-V_s}f_s\ (0/25) \qquad f_\circ=\frac{340+20}{340}\times 510=540\,Hz\ (0/25)$$

۱۶۰- طول موج صوت دریافتی را محاسبه کنید.

$$\lambda_\circ=\lambda_s\ (0/25) \qquad \lambda_\circ=\frac{V}{f_s}=\frac{340}{510}=\frac{2}{3}\,m\ (0/25)$$

۱۶۱- توضیح دهید موج صوتی چگونه در هوا انتشار می‌یابد.

با ایجاد لایه‌های تراکمی و انبساطی متوالی در هوا (۰/۵)

۱۶۲- آزمایشی را ذکر کنید که نشان دهد موج صوتی در تمام جهت‌ها منتشر می‌شود.

یک منبع صوتی مانند بلندگو را در محیطی قرار می‌دهیم، ملاحظه می‌شود که صدای آن در تمام نقطه‌های اطراف آن شنیده می‌شود. (۰/۵)

۱۶۳- نشان دهید شدت صوت با مربع فاصله از منبع صوتی نسبت وارون دارد.

$I=\frac{P}{A}=\frac{P}{۴\pi r^۲}$ (۰/۲۵) $\frac{I_۲}{I_۱}=\frac{P_۲}{P_۱}\times\frac{r_۱^۲}{r_۲^۲}$ (۰/۲۵) $P_۱=P_۲$ (۰/۲۵) $\frac{I_۲}{I_۱}=\left(\frac{r_۱}{r_۲}\right)^۲$ (۰/۲۵)

۱۶۴- سرعت صوت در گاز اکسیژن با دمای ۶۰۰K چند برابر سرعت صوت در گاز هیدروژن با دمای ۳۰۰K است؟ جرم مولکولی اکسیژن و هیدروژن به ترتیب $۳۲\frac{g}{mol}$ و $۲\frac{g}{mol}$ است. (توجه: ضریب اتمیسیته‌ی دو گاز برابر است.)

$\frac{v_O}{v_H}=\sqrt{\frac{T_O}{T_H}\times\frac{M_H}{M_O}}=\sqrt{\frac{۶۰۰}{۳۰۰}\times\frac{۲}{۳۲}}$ (۰/۵) $\frac{v_O}{v_H}=\frac{۱}{۲\sqrt{۲}}=\frac{\sqrt{۲}}{۴}$ (۰/۲۵)

۱۶۵- شدت صوت غرش یک هواپیمای جت $۱۰۰\frac{W}{m^۲}$ است. تراز شدت این صوت چند بل و چند دسی‌بل است؟

$\left(I_۰=۱۰^{-۶}\mu\frac{W}{m^۲}\right)$

$I_۰=۱۰^{-۱۲}\frac{W}{m^۲}$ (۰/۲۵) $\beta=\text{Log}\frac{I}{I_۰}=\text{Log}\frac{۱۰۰}{۱۰^{-۱۲}}=۱۴B$ (۰/۵) $\beta=۱۴۰dB$ (۰/۲۵)