

**موج صوتی:** امواج صوتی از نوع امواج مکانیکی و طولی است که با سرعت ثابت به صورت امواج کروی در هوا منتشر می‌شود.

فرایند تولید و انتشار آن در ادامه توضیح داده شده است:

« هنگامی که جسمی مانند دیافراژم مرتعش می‌شود و به سمت چپ و راست حرکت می‌کند از یک سمت هوا را متراکم می‌کند و فشار و چگالی آن سمت را بیشتر از حالت تعادل می‌شود و یک تپ تراکمی و فشار در هوا منتشر می‌شود و از سمت دیگر هوا را منبسط می‌کند و فشار و چگالی آن سمت را کمتر از حالت تعادل می‌شود و یک تپ انبساطی کم فشار در هوا منتشر می‌شود. در نتیجه تپ های تراکمی و انبساطی متوالی در هوا منتشر می‌شود که به آنها امواج صوتی می‌نامند.»

🔔 در شکل مقابل جبهه موج نقاط پرفشار فرض شده اند.

🔔 هر جسم مرتعش در هوا، یک چشمه تولید امواج صوتی است مانند: حنجره انسان - دیافراژم - صفحه داخل بلندگو

با توجه به آنچه در شکل مشاهده می‌کنید:

**الف) توضیح دهید صوت حاصل از دیافراژم چگونه در هوا منتشر می‌شود؟**

**ب) در محدوده‌ی نشان داده شده، نمودار تغییرات فشار محیط را بر حسب مکان (X) رسم کنید و روی نمودار رسم شده، طول موج را نشان دهید.**



۳/۳/۶۷

۳۰  
۱۰

**محدود شنوایی انسان:** انسان فقط امواج صوتی با بسامد های بین ۲۰ تا ۲۰۰۰۰ هرتز را می‌تواند بشنود.

🔔 امواج با بسامد کمتر از ۲۰ Hz را فرو صوت و با بسامد بالاتر از ۲۰۰۰۰ Hz را فرا صوت می‌نامند.

**سرعت صوت:** سرعت صوت به شرایط فیزیکی محیط بستگی دارد و در جامدات بیشتر از مایعات و در مایعات بیشتر از گازها است، زیرا هر چه ماده متراکم تر باشد مولکولها به یکدیگر نزدیکتر هستند و تپ ایجاد شده در زمان کمتری به نقطه مجاور منتقل می‌شود.

۶۰/۱۰/۱۷

۹۰/۱۰/۱۷

(آ) مثالی بنویسید که نشان دهد امواج صوتی در هوا در تمام جهت ها منتشر می شوند .  
 (ب) چرا هر چه یک ماده متراکم تر باشد ، سرعت انتشار صوت در آن بیش تر است ؟

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

🔔 : سرعت صوت در گازها از رابطه مقابل محاسبه می شود .

$R =$  ثابت عمومی گازها  $8.314 \text{ J/mol.K}$   $T =$  دمای گاز بر حسب کلوین  $M =$  جرم مولکولی گاز  
 $\gamma =$  ضریب اتمیسیته گاز نام دارد که نسبت ظرفیت گرمایی مولی گاز در فشار ثابت به ظرفیت گرمایی مولی در حجم ثابت می باشد .  $(\gamma = \frac{C_{Mp}}{C_{Mv}})$

۶۰/۱۰/۱۷

تالیفی

سرعت صوت در گاز  $H_2$  در دمای  $87$  درجه سلسیوس چند برابر سرعت صوت در گاز  $O_2$  در دمای  $23-$  درجه سلسیوس است ؟  
 $M = 2 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$  هیدروژن  $M = 32 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$  اکسیژن

۶۰/۱۰/۱۷

۸۳/۴/۳

(الف) مثالی ذکر کنید که نشان دهد ، امواج صوتی در هوا در تمام جهت ها منتشر می شود.

(ب) ضریب اتمیسیته ی گاز را تعریف کنید و رابطه ی آن را بنویسید.

(پ) در صورتی که سرعت صوت در آب تقریباً برابر  $1500$  متر بر ثانیه باشد ، طول موج صوتی را که دلفین در آب با بسامد  $400000$  هرتز تولید می کند به دست آورید.

۶۰/۱۰/۱۷

۸۸/۶/۱۷

$$\left( R = 8.3 \frac{\text{J}}{\text{mol.k}} \right)$$

( برای هوا  $M = 29 \text{g}$  و  $\gamma = 1.4$  )

سرعت انتشار صوت در هوا در چه دمایی بر حسب سلسیوس به  $347 \text{m/s}$  می رسد ؟

۹۰/۳/۲۱

آ) چرا هر چه یک ماده متراکم تر باشد، سرعت انتشار صوت، در آن بیش تر است؟  
 ب) دو عامل مؤثر بر شدت صوت را نام ببرید.

۹۰/۳/۲۱

۹۰/۱۰/۱۷

آ) مثالی بنویسید که نشان دهد امواج صوتی در هوا در تمام جهت ها منتشر می شوند.  
 ب) چرا هر چه یک ماده متراکم تر باشد، سرعت انتشار صوت در آن بیش تر است؟

۹۰/۱۰/۱۷

**لوله های صوتی:** با امواج طولی نیز می توان امواج ایستاده تولید کرد. یک ستون هوا مانند هوای داخل

یک لوله محیط مناسبی برای ایجاد امواج ایستاده صوتی است. چنین لوله ای را لوله صوتی می نامند.

در انتهای باز لوله چون مولکولهای هوا حرکت آزادانه دارند، همواره شکم و در انتهای بسته همواره گره تولید می شود.

در ادامه دو حالت متفاوت برای لوله های صوتی بررسی می شود که شباهت زیادی به تارهای مرتعش دارد که قبلاً بررسی شد:

**الف) یک انتهای لوله صوتی بسته و انتهای دیگر باز است:** چون یک انتهای لوله باز است در آنجا

همواره شکم و در انتهای بسته همواره گره تشکیل خواهد شد، و طول لوله ( $L$ ) باید مضرب فردی از  $\frac{\lambda}{4}$  باشد:

$$L = \frac{(2n-1)\lambda_{(2n-1)}}{4}$$

تعداد شکم = تعداد گره =  $n$

شمارنده هماهنگ =  $2n-1$

$$\lambda_{(2n+1)} = \frac{4L}{(2n+1)}$$

و

$$f_{(2n-1)} = \frac{V}{\lambda_{(2n-1)}}$$

$$f_{(2n-1)} = \frac{(2n-1)V}{4L}$$

$\Rightarrow$

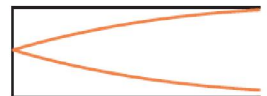
$$f_1 = \frac{V}{4L}$$

بسامد اصلی

$\Rightarrow$

$$f_{(2n-1)} = (2n-1)f_1$$

$$L = \frac{\lambda_1}{4}$$



$$L = \frac{3\lambda_3}{4}$$



$$L = \frac{5\lambda_5}{4}$$



همانطور که از محاسبات بالا معلوم است در این حالت فقط مضارب فرد بسامد اصلی تولید می شود و به ازای  $n = 2, 3, \dots$  هماهنگهای سوم و پنجم و ..... بدست می آیند.

پیش‌نویس

الف) دو نفر در فاصله های  $d_1$  و  $d_2$  از چشمه‌ی صوتی ایستاده اند و تراز شدت صوت برای آن‌ها به ترتیب  $20 \text{ db}$

و  $10 \text{ db}$  است.  $\frac{d_2}{d_1}$  را محاسبه کنید.

ب) در یک لوله صوتی با یک انتهای بسته و طول  $30 \text{ cm}$  موج ایستاده‌ای با چهار گره به وجود آمده است. شکل

موج را رسم کنید و بسامد صوت حاصل از لوله را محاسبه کنید.  $(V = 330 \frac{\text{m}}{\text{s}})$

۸۶/۲/۲۷

پیش‌نویس

یک لوله‌ی صوتی با یک انتهای بسته، با بسامد  $680 \text{ Hz}$  به حالت تشدید در آمده و در طول آن سه گره ایجاد

شده است. اگر  $V = 330 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  باشد:

الف) شکل موج ایجاد شده را رسم کنید.

ب) طول لوله چند سانتی متر است؟

ج) طول موج چند سانتی متر است؟

۳/۳/۸۷

پیش‌نویس

در یک لوله‌ی صوتی که یک انتهای آن بسته است، می‌خواهیم یک صوت اصلی با بسامد  $330 \text{ Hz}$  ایجاد کنیم.

الف) طول لوله چند سانتی متر است؟

ب) بسامد هماهنگ‌های سوم و پنجم را حساب کنید. (سرعت صوت در هوا را  $330 \text{ m/s}$  فرض کنید)

۸۸/۸/۲۷

پیش‌نویس

وضعیت ارتعاشی هوای یک لوله‌ی صوتی مطابق شکل است

و طول لوله  $30$  سانتی متر است:

الف) این لوله هماهنگ چندم خود را می‌تواند؟



ب) طول موج و بسامد این هماهنگ را محاسبه کنید.  $(V = 330 \frac{\text{m}}{\text{s}})$

۱/۳/۹۷

پارسش ۱۲

در یک لوله‌ی صوتی با یک انتهای بسته، هماهنگ پنجم صوت اصلی ایجاد شده است. اگر فاصله‌ی دهانه‌ی باز لوله تا اولین گره برابر ۱۰cm باشد:

الف) طول لوله و بسامد صوت حاصل از لوله را محاسبه کنید.

ب) بسامد صوت اصلی لوله چند هرتز است؟  $(V = 340 \frac{m}{s}$  در هوای لوله)

۸۹/۱۰/۲۲

پارسش ۱۳

در یک لوله‌ی صوتی با یک انتهای بسته، موج ایستاده‌ای با ۴ گره ایجاد شده است. اگر فاصله‌ی انتهای باز لوله تا نزدیک ترین گره ۵ سانتی متر باشد:

آ) طول موج و طول لوله را محاسبه کنید.

ب) اگر بسامد نوسان هادراین حالت ۱۷۰۰ هرتز باشد، سرعت انتشار صوت در هوای داخل لوله را حساب کنید.

۹۰/۶/۲۱

پارسش ۱۴

یک انتهای لوله‌ی صوتی باز و یک انتهای دیگر آن بسته است.

الف) طول موج و طول لوله برای این که هوای داخل لوله در بسامد اصلی  $340 \text{ Hz}$  به تشدید درآید، چه قدر است؟

$$V = 340 \frac{m}{s}$$

ب) با رسم شکلی هماهنگ سوم آن را نمایش دهید.

۹۱/۵/۲۵

پارسش ۱۵

در لوله صوتی بسته‌ای به هنگام تولید صوت، ۳ گره تشکیل شده است.

الف) شکل ارتعاشات درون لوله را در این حالت رسم کنید.

ب) اگر فاصله دومین شکم تا انتهای بسته لوله برابر ۱۵ cm باشد، طول موج صوت حاصل و طول لوله را حساب کنید.

تألیفی

۱۲۰

در لوله صوتی بسته‌ای در فاصله ۴۰ cm و فقط دو گره ایجاد شده است: الف) لوله هماهنگ چندم صوت اصلی خود را تولید می‌کند؟ شکل آنرا رسم کنید. ب) طول لوله و طول موج را در این حالت محاسبه کنید.

تالیفی

**الف) هر دو انتهای لوله باز است:** در این حالت در هر دو انتها شکم تشکیل شده و در نتیجه طول لوله صوتی بایستی مضرب صحیحی از  $\frac{\lambda}{۲}$  باشد.

$$L = \frac{n\lambda_n}{۲}$$

$n =$  تعداد گره = شمارنده هماهنگ

$n + ۱ =$  تعداد شکم

$$\lambda_n = \frac{۲L}{n} \quad \text{و} \quad f_n = \frac{V}{\lambda_n}$$

$$f_n = \frac{nV}{۲L} \Rightarrow f_1 = \frac{V}{۲L} \quad \text{بسامد اصلی}$$

$$\Rightarrow f_n = nf_1$$

$$L = \frac{\lambda_1}{۲}$$

$$L = \frac{۲\lambda_۲}{۲}$$

$$L = \frac{۳\lambda_۳}{۲}$$

همانطور که از محاسبات بالا معلوم است در این حالت تمام مضارب صحیح بسامد اصلی تولید می‌شود که به آنها هماهنگ گفته می‌شود.

۱۷۰

طول یک لوله صوتی که دو انتهای آن باز است ۱۷۰ cm است. (۳۴۰ m/s سرعت صوت در هوا) الف) بسامد هماهنگ سوم آنرا محاسبه کنید. ب) اگر یک انتهای آن بسته شود، بسامد هماهنگ پنجم آنرا محاسبه کنید.

تالیفی

طول لوله صوتی بازی ۶۰ cm است. وقتی صوتی با بسامد ۸۱۰ Hz ایجاد می‌کند. ۳ گره در طول لوله تشکیل می‌شود. حساب کنید: الف) سرعت صوت در داخل لوله ب) طول موج صوت حاصل ج) وضع ارتعاشی هوای درون لوله را رسم کنید. د) اگر انتهای لوله را ببندیم، بسامد صوت اصلی لوله با همان شرایط چقدر خواهد شد؟

تالیفی

۱۸۰

پرسش ۱۹

طول لوله صوتی بازی  $60\text{ cm}$  است . وقتی با بسامد  $810\text{ Hz}$  ایجاد می کند . ۳ گره در طول لوله تشکیل می شود . حساب کنید :

الف ) سرعت صوت در داخل لوله ( ب ) طول موج صوت حاصل

ج ) وضع ارتعاشی هوای درون لوله را رسم کنید .

د ) اگر انتهای لوله را ببندیم ، بسامد صوت لوله با همان شرایط چقدر خواهد شد ؟

تالیفی

پرسش ۲۰

بسامد صوت اصلی لوله صوتی بازی  $400\text{ Hz}$  است اگر بسامد سوم این لوله با بسامدهم‌هنگ سوم لوله صوتی بسته‌ای برابر باشد طول هر دو لوله را بدست آورید و شکل هردو را رسم کنید .

$(V = 330\text{ m/s})$

تالیفی

پرسش ۲۱

درون یک لوله صوتی با دو انتهای باز به صورتی می‌دمیم که در آن ۳ گره ایجاد می‌شود اگر فاصله دو گره متوالی  $20\text{ cm}$  باشد :

الف ) طول لوله چند  $\text{cm}$  است ؟

ب ) ارتعاش هوای درون لوله را با رسم شکل نشان دهید .

ج ) اگر بسامد صوت اصلی  $600\text{ Hz}$  باشد سرعت صوت در هوای درون لوله چند  $\text{m/s}$  است ؟

تالیفی

پرسش ۲۲

یک لوله صوتی باز که سرعت صوت در آن  $330\frac{\text{m}}{\text{s}}$  است ، هم‌هنگ سوم خود را تولید می کند و فاصله‌ی گره‌ی اول و سوم  $50\text{ cm}$  است طول لوله و بسامد صوت را حساب کنید.

۸۳/۲/۲۷

پرسش ۲۳

طول یک لوله ی صوتی که دو انتهای آن باز است  $1/7$  متر است. بسا مد هماهنگ سوم این لوله را حساب کنید.

سرعت صوت در هوا  $340 \frac{m}{s}$  است.

۸۳/۴/۳

پرسش ۲۴

**الف** اگر فاصله ی خود تا چشمه ی صوت را دو برابر کنیم، تراز شدت صوت چه قدر تغییر می کند؟

$$(\log 2 = 0.3)$$

**ب** در یک لوله ی صوتی با دو انتهای باز، موج ایستاده ای با سه گره ایجاد شده است. فاصله ی دو گره ی متوالی  $10 \text{ cm}$  است.

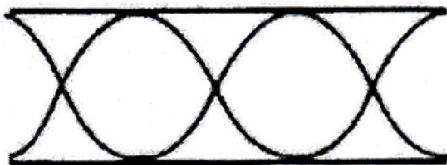
**I** طول لوله و بسامد صوتی که توسط لوله ایجاد شده، چه قدر است؟  $(v = 340 \frac{m}{s})$

**II** شکل موج ایجاد شده در لوله را رسم کنید.

۸۶/۲/۲۷

پرسش ۲۵

مانند شکل، در یک لوله ی صوتی با دو انتهای باز به طول  $24 \text{ cm}$  موج ایستاده ای تشکیل شده است:



**الف** این لوله هماهنگ چندم خود را می نوازد؟

**ب** طول موج ارتعاشات در لوله چه قدر است؟

**ج** بسامد صوت حاصل از لوله را محاسبه کنید.

$$(v = 320 \frac{m}{s})$$

۸۹/۶/۲۵

پرسش ۲۶

یک لوله ی صوتی با دو انتهای باز هماهنگ سوم خود را می نوازد. اگر فاصله ی دو گره متوالی برابر  $20$  سانتی متر باشد:

**الف** موج ایستاده در لوله را رسم کنید و طول لوله را محاسبه کنید.

**ب** اگر بسامد صوت حاصل از لوله  $850 \text{ Hz}$  باشد، سرعت انتشار صوت را در هوای لوله محاسبه کنید.

۹۰/۲/۲۶



۲۸۰۳۷۰

یک لوله ی صوتی با دو انتهای باز که سرعت صوت در آن  $320 \frac{m}{s}$  است، هماهنگ سوم خود را تولید می کند. اگر فاصله ی اولین گره تا سومین گره در آن،  $50 \text{ cm}$  باشد:

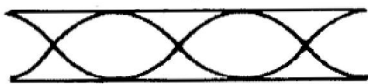
(آ) شکل موج را رسم و طول لوله را محاسبه کنید.

(ب) بسامد هماهنگ سوم این لوله چه قدر است؟

۹۰/۱۰/۱۷

۲۸۰۳۷۰

مطابق شکل، در یک لوله ی صوتی با دو انتهای باز موج ایستاده ای تشکیل شده است.

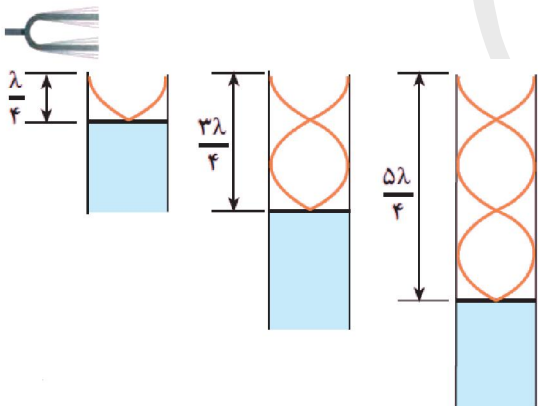


(الف) اگر فاصله ی یک گره تا اولین شکم بعد از آن  $4 \text{ cm}$  باشد، طول لوله چه قدر است؟

(ب) بسامد صوت حاصل از لوله را در این حالت حساب کنید. ( $V = 340 \frac{m}{s}$ )

۷/۳/۹

### طراحی یک آزمایش برای اندازه گیری سرعت صوت:



یک لوله شیشه ای را به گونه ای انتخاب می کنیم که اگر داخل آن آب بریزیم، بتوانیم ارتفاع آب را تغییر دهیم.

ابتدا لوله را پر از آب می کنیم و یک دیپازون با بسامد معلوم را در دهانه لوله به نوسان در می آوریم و سپس به آرامی ارتفاع آب را در لوله پایین می آوریم. در ارتفاع مشخصی صدای تقویت شده دیپازون از دهانه لوله بگوش می رسد اگر کاهش ارتفاع

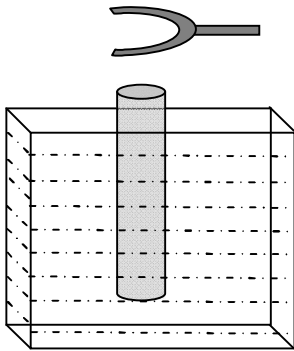
آب را ادامه دهیم در فواصل مشخصی این اتفاق تکرار خواهد شد. چون سطح آب در لوله مانع سخت محسوب می شود زمانی که ارتفاع کاهش یافته آب، مضرب فردی از  $\frac{\lambda}{4}$  باشد در سطح آب گره و در دهانه لوله شکم

تشکیل می شود. پس با داشتن بسامد دیپازون و فاصله آب تا دهانه لوله می توانیم سرعت صوت در هوا را

محاسبه کنیم.  $V = \lambda f$

۳۰  
۲۹

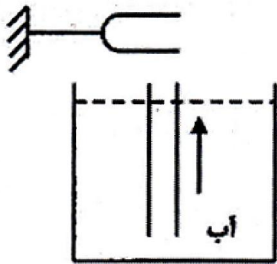
در شکل مقابل، یک لوله صوتی در آب قرار دارد و به آرامی از آب خارج می‌شود و یک دیپازن در بالای آن با بسامد ۱۰۰۰ هرتز نوسان می‌کند: (الف) طول موج ارتعاشات چقدر است؟ (سرعت صوت در هوا)  $340 \text{ m/s}$  (ب) حداقل چه طولی از لوله از آب خارج شود تا در آن امواج ایستاده تشکیل شود؟



تألیفی

۳۰  
۳۰

در شکل مقابل، یک لوله‌ی صوتی را به تدریج از آب خارج می‌کنیم. در بالای لوله دیپازونی با بسامد  $1000 \text{ Hz}$  در حال ارتعاش است. (الف) حساب کنید حداقل چه طولی از لوله باید از آب خارج شود تا در آن موج ایستاده ایجاد شود.  $(V = 340 \frac{\text{m}}{\text{s}})$  (ب) در این حالت طول موج این ارتعاشات چه قدر است؟



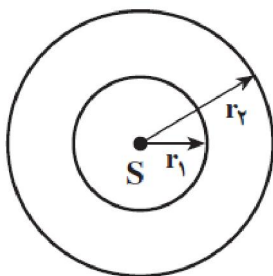
۸۹/۳/۲

**شدت صوت:** مقدرا انرژی که در واحد زمان، از واحد سطح و عمود بر آن عبور می‌کند، و واحد آن وات بر

مترمربع است و به نماد  $I$  نمایش داده می‌شود.  $I = \frac{P}{A} \left( \frac{W}{m^2} \right)$  و  $P = \frac{E}{t}$  →  $I = \frac{E}{At}$

**سوال:** چرا هرچه از چشمه صوت دور می‌شویم صدا ضعیفتر می‌شود؟

**جواب:** چون امواج کروی بصورت کروی منتشر می‌شوند و با گذشت زمان، سطح کره بزرگتر می‌شود، در صورتی که انرژی صوتی تولید شده در واحد زمان، ثابت است. در نتیجه، انرژی که از واحد سطح می‌گذرد کاهش می‌یابد.



🔔 مقایسه انرژی صوتی دو جبهه موج کروی با شعاعهای متفاوت:

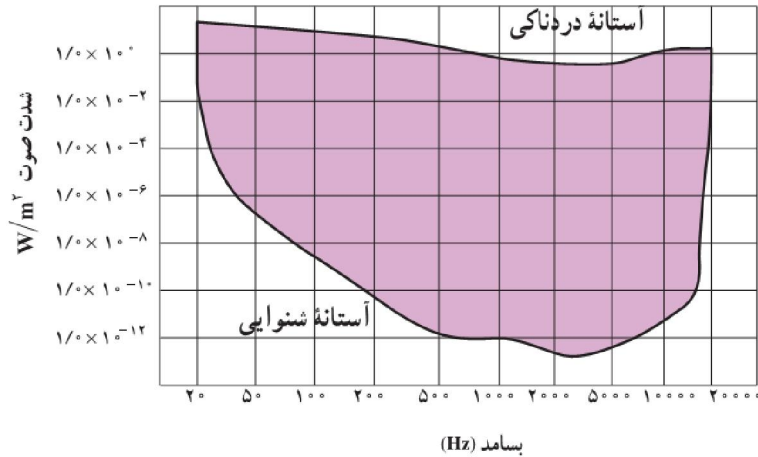
$$I = \frac{P}{4\pi r^2} \rightarrow \text{اگر } P_1 = P_2 \rightarrow \frac{I_2}{I_1} = \left( \frac{r_1}{r_2} \right)^2$$

🔔 شدت صوت با مجذور فاصله از چشمه صوت نسبت عکس دارد.

**آستانه شنوایی:** آهسته ترین صدایی (کمترین شدت) را که انسان می تواند بشنود.

**آستانه دردناکی:** بلندترین صدایی (بیشینه شدت) که انسان می تواند بشنود بدون آنکه گوش او به درد آید.

🔊 : آستانه شنوایی و دردناکی به بسامد بستگی دارند.



**تراز شدت صوت:** تراز شدت یک صوت عبارت است از لگاریتم (در پایه ده) نسبت آن صوت به شدت صوت مبنا.

که آنرا با  $\beta$  نمایش میدهند و واحد آن بل (و واحد کوچکتر آن دسی بل) می باشد.

$$\beta = \log \frac{I}{I_0} \quad (\text{بل}) \qquad \beta = 10 \cdot \log \frac{I}{I_0} \quad (\text{دسی بل})$$

**شدت صوت مبنا:** برابر با آستانه شنوایی گوش سالم در بسامد ۱۰۰۰ هرتز ( $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$ ) می باشد.

تألیفی

دو نفر به فاصله های  $d_1$  و  $d_2$  از یک چشمه صوت ایستاده اند. تراز شدت صوت برای این دونفر به ترتیب ۲۰ dB و ۱۰ dB است نسبت  $\frac{d_2}{d_1}$  را حساب کنید.

۳۱

تألیفی

شدت نسبی صوتی ۴۰ dB است شدت صوت آن چند  $\text{W/m}^2$  است؟ اگر فاصله را از منبع صوت دوبرابر کنیم شدت صوت چه تغییری می کند؟ ( $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$ )

۳۲

تألیفی

اگر فاصله تا چشمه صوت دو برابر شود تراز شدت صوت چقدر تغییر می کند؟  $\log^2 = 0.3$

۳۳

پرسش ۳۴

سطح یک میکروفون  $5 \text{ cm}^2$  است و در مدت  $10 \text{ s}$  به اندازه  $3 \times 10^{-11} \text{ J}$  انرژی صوتی به آن می‌رسد. شدت صوت در سطح میکروفون چند  $\text{W/m}^2$  است؟

تالیفی

پرسش ۳۵

(آ) چرا هر چه یک ماده متراکم تر باشد، سرعت انتشار صوت، در آن بیش تر است؟  
(ب) دو عامل مؤثر بر شدت صوت را نام ببرید.

۹۰/۶/۲۱

پرسش ۳۶

شدت صوت یک سخنران در یک سالن در فاصله  $20$  متری برابر  $\frac{W}{m^2}$   $4 \times 10^{-8}$  می‌باشد، شدت صوت او در فاصله  $4$  متری چقدر است؟

۸۳/۴/۳

پرسش ۳۷

(الف) طرح ساده ای ارائه کنید که نشان دهد صوت در خلأ منتشر نمی‌شود.  
(ب) اگر شخصی بگوید: «آستانه شنوایی و دردناکی اش در بسامد  $1000 \text{ Hz}$  به ترتیب  $20 \text{ db}$  و  $80 \text{ db}$  است»، شما به چه نتیجه ای در مورد چگونگی شنوایی این شخص می‌رسید؟

۸۶/۴/۴

پرسش ۳۸

در فاصله  $20 \text{ m}$  از یک چشمه‌ی صوت، تراز شدت صوت  $40 \text{ dB}$  است. در چه فاصله‌ای از این چشمه می‌توان صوت را به زحمت شنید؟ (از جذب صوت به وسیله هوا چشم‌پوشی کنید.)

۸۹/۳/۲۱

پیش ۳۹

دو نفر به فاصله های  $d_1$  و  $d_2$  از یک چشمه ی صوت ایستاده اند. تراز شدت صوت برای آنها به ترتیب ۳۰dB و ۱۰dB است. نسبت  $\frac{d_2}{d_1}$  را حساب کنید.

۱۳/۳/۶۷

پیش ۴۰

دو نفر به فاصله های  $d_1$  و  $d_2$  از چشمه ی صوت ایستاده اند. تراز شدت صوت برای این دو نفر به ترتیب (۳۰ dB) و (۱۰ dB) است. نسبت  $\frac{d_2}{d_1}$  را به دست آورید.

۱۸/۱۰/۶۷

پیش ۴۱

شدت صوت دریافتی از یک چشمه برابر  $\frac{W}{m^2} \times 10^{-4} \times 2$  است تراز شدت صوت دریافتی چند دسی بل است؟  
( $I_0 = 10^{-12} \frac{W}{m^2}$  و  $\log 2 = 0.3$ )

۱۸/۶/۲۵

پیش ۴۲

شدت صوت دریافتی از یک چشمه  $\frac{W}{m^2} \times 10^{-2} \times 2$  است. تراز شدت این صوت چنددسی بل است؟  
( $I_0 = 10^{-12} \frac{W}{m^2}$ ,  $\log 2 = 0.3$ )

۱۸/۶/۲۱

پیش ۴۳

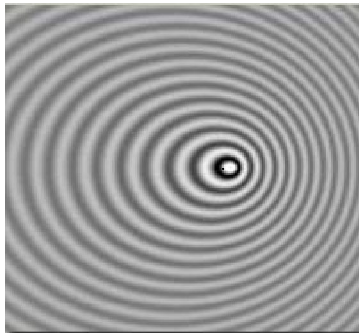
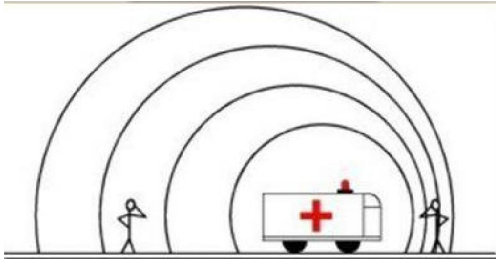
شدت صوت یک سخنران در یک سالن در فاصله ی ۴ متری از او برابر  $\frac{W}{m^2} \times 10^{-6}$  است. شدت صوت این سخنران در فاصله ی ۲۰ متری چه قدر است؟

۱۸/۱۰/۱۷

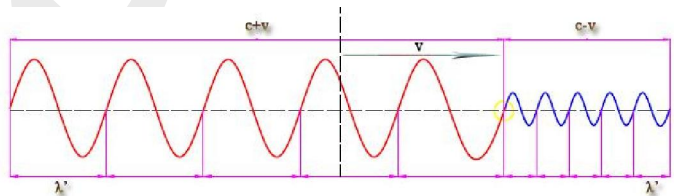
الف) شدت صوت دریافتی از یک چشمه  $\frac{W}{m^2}$   $10^{-6}$  است. تراز شدت صوت چند دسی بل است؟

ب) اگر فاصله ی چشمه ی صوت تا شنونده را دو برابر کنیم، شدت صوت به چه نسبتی تغییر می کند؟ چرا؟

$$I_0 = 10^{-12} \frac{W}{m^2}$$



**اثر دوپلر (پدیده دوپلر):** اگر شنونده یا چشمه صوت نسبت به هم حرکت کنند، بسامد صوتی که شنونده دریافت می کند با بسامد چشمه صوت یکسان نیست. یعنی در صورتی که چشمه صوت به سمت شنونده ساکن حرکت کند جبهه های موج در جلو چشمه به هم نزدیک و در پشت چشمه از هم دور می شوند. شنونده اگر در جلو چشمه باشد، صوت را با فرکانس بیشتر (صدای تیزتر) و اگر در پشت چشمه باشد صدا را با فرکانس کمتر (صدای بم تر) می شنود.



🔊 : در حالت کلی، اگر هم چشمه و هم شنونده صوت را متحرک در نظر بگیریم، رابطه مقابل

$$\frac{f_o}{f_s} = \frac{V - V_o}{V - V_s}$$

برای محاسبه بسامدی که به گوش شنونده می رسد بکار می رود.

$V$  = سرعت صوت در هوا  $V_o$  = سرعت شنونده  $V_s$  = سرعت چشمه صوت  
 $f_o$  = بسامدی که به گوش شنونده می رسد.  $f_s$  = بسامدی که چشمه صوت تولید می کند.

🔊 : **قرارداد:** میدانیم سرعت کمیتی برداری است و جهت آن بایستی در محاسبات منظور شود بنابر این،

جهت سرعت صوت ( $V$ )، به سمت شنونده را جهت مثبت می گیریم و جهت  $V_o$  و  $V_s$  را در مقایسه با آن تعیین می کنیم.

$$\frac{\lambda_s}{\lambda_o} = \frac{V - V_o}{V - V_s}$$

🔊 : برای محاسبه طول موجها نیز می توان از رابطه روبرو استفاده کرد.

$\lambda_o$  = طول موج، بسامدی که به گوش شنونده می رسد.  $\lambda_s$  = طول موج، بسامدی که چشمه تولید می کند.

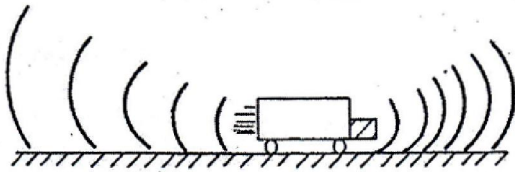
پرسش ۴۵

راننده‌ی اتومبیلی که با سرعت  $20 \frac{m}{s}$  به دیوار بلندی نزدیک می‌شود، بوق خود را به صدا در می‌آورد، اگر بسامد صدای بوق  $720 \text{ Hz}$  و سرعت صوت در محیط  $340 \frac{m}{s}$  باشد، راننده پژواک صدای بوق از دیوار را با چه بسامدی می‌شنود؟

۸۳/۲/۲۷

پرسش ۴۶

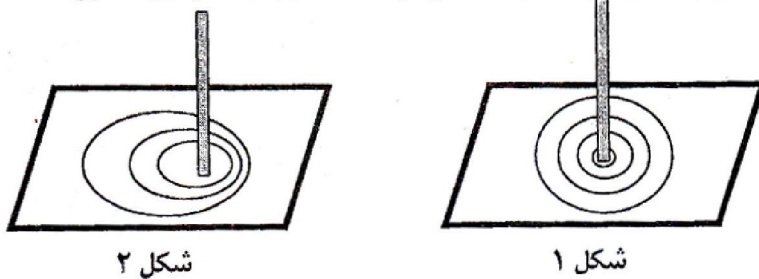
**الف)** آنچه در نقشه‌ی مفهومی رو به رو مشاهده می‌کنید:  
**(I)** توصیف کدام پدیده در فیزیک صوت است؟  
**(II)** یک نتیجه‌ی مهم از این مشاهده را بنویسید.  
**ب)** دو عامل مؤثر در سرعت انتشار صوت در هوا را بنویسید.



۸۶/۲/۲۷

پرسش ۴۷

در شکل‌های زیر، نقش جبهه‌های موج را در اثر ضربه‌های تناوبی یک میله بر سطح آب مشاهده می‌کنید.  
**الف)** استنباط خود را از این مشاهده بنویسید.  
**ب)** شکل (۲) چه موضوع مهمی را نشان می‌دهد و هدف آن توصیف کدام پدیده در فیزیک موج است؟



شکل ۲

شکل ۱

۸۶/۲/۲۷

پرسش ۴۸

یک آمبولانس با سرعت  $0.1V$  (سرعت انتشار صوت در هوا) به شنونده‌ی ساکنی نزدیک می‌شود. اگر شنونده بسامد صوت آژیر آمبولانس را  $1000 \text{ Hz}$  دریافت کند، بسامد واقعی آژیر چند هرتز است؟

۸۶/۴/۴

پیش‌نشان ۴۹

اتومبیلی که بسامد صدای بوق آن ۸۰۰ هرتز است. با سرعت  $\left( ۷۲ \frac{km}{h} \right)$  از یک ناظر ساکن دور می‌شود. بسامد صوتی که ناظر می‌شنود. چند هرتز است؟ (سرعت صوت در هوا  $۳۴۰ \frac{m}{s}$  است)

۸۸/۶/۷۷

پیش‌نشان ۵۰

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  $۷۶۰ \text{ Hz}$  باشد، پس از سبقت، راننده اتومبیل با چه بسامدی صوت آژیر را دریافت می‌کند؟  $(V = ۳۴۰ \frac{m}{s})$

۸۹/۳/۲

پیش‌نشان ۵۱

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

۸۹/۴/۶۷

پیش‌نشان ۵۲

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

۸۹/۶/۲۵

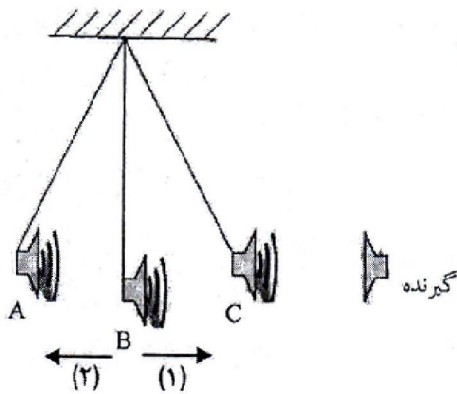


۹۰/۱۰/۲۲

بسامد صوت حاصل از یک خودرو ۷۲۰ 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. ( $V = 340 \frac{m}{s}$  در هوا)

۹۰/۱۰/۲۲

۹۰/۲/۲۶



در شکل، یک چشمه ی صوت با بسامد ثابتی مانند یک آونگ در مسیر ABC در حال نوسان است و گیرنده ای ساکن صوت حاصل از آن را دریافت می‌کند. در کدام یک از وضعیت های نشان داده شده:

- الف) صوت دریافتی بیشترین بسامد را دارد؟  
 ب) بسامد صوت دریافتی با بسامد صوت چشمه برابر است؟

۹۰/۶/۲۱

۹۰/۶/۲۱

یک خودرو با سرعت  $20 \frac{m}{s}$  در حال حرکت است. یک ماشین آتش نشانی که با سرعت  $40 \frac{m}{s}$  در حرکت است، از خودرو سبقت می‌گیرد. اگر بسامد آژیر ماشین آتش نشانی  $760 \text{ Hz}$  باشد، راننده ی خودرو صدای آژیر را با چه بسامدی می‌شنود؟ (سرعت صوت در هوا  $340 \text{ متر بر ثانیه}$  است.)

۹۰/۱۰/۱۷

۹۰/۱۰/۱۷

ناظری در کنار یک خط راه آهن ایستاده است. قطاری با سرعت ثابت  $30 \frac{m}{s}$  به او نزدیک می‌شود و بوق خود را با بسامد  $400$  هرتز به صدا درمی‌آورد و از ناظر دور می‌شود. وقتی قطار از ناظر دور می‌شود، بسامد صدایی را که ناظر می‌شنود، حساب کنید.

$V = 340 \frac{m}{s}$  صوت در هوا

۹۰/۱۰/۱۷

پرسش ۵۷

در شکل زیر، ماشین آتش نشانی آذیرکشان در حرکت است و ناظرها ساکن هستند.  
الف) این شکل کدام اثر فیزیکی را نشان می دهد؟  
ب) با استدلال کافی توضیح دهید، بسامد صوت دریافتی توسط کدام ناظر بیش تر از بسامد صوت آذیر ماشین است؟



۹۱/۳/۹

پرسش ۵۸

یک خودرو پلیس صوتی را با بسامد  $400 \text{ Hz}$  گسیل می کند و با سرعت  $20 \text{ m/s}$  در حال حرکت است و عابری کنار خیابان ایستاده است. بسامدی که عابر قبل از رسیدن خودرو پلیس و پس از عبور آن می شنود چند  $\text{Hz}$  است؟ سرعت صوت در هوا  $340 \text{ m/s}$  است.

تالیفی

پرسش ۵۹

راننده اتومبیلی با سرعت  $20 \text{ m/s}$  به دیواری نزدیک می شود و بوق اتومبیل را به صدا درمی آورد اگر بسامد صدای بوق  $80 \text{ Hz}$  باشد بسامد صدایی که از دیوار منعکس می شود و به گوش راننده می رسد چقدر است؟ ( $V = 340 \text{ m/s}$ )

تالیفی

پرسش ۶۰

قطاری سوت زنان با سرعت  $30 \text{ m/s}$  از کنار شخص ساکنی عبور می کند. اگر بسامد سوت قطار  $925 \text{ Hz}$  باشد: الف) بسامد صوتی که شخص هنگام نزدیک شدن قطار می شنود چقدر است؟  
ب) طول موج صوتی که هنگام دور شدن به گوش شخص می رسد چقدر است؟  
( $310 \text{ m/s}$  سرعت صوت در هوا)

تالیفی