

صوت



مدرس: مسعود رهنمون

فیزیک

فصل ۵: صوت

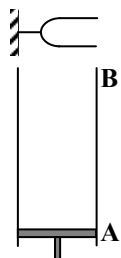
۱- در مورد انتشار صوت کدام صحیح است؟

- (۱) موج طولی است و سرعت انتشار آن در جامدها کم تر از گازها است.
 (۲) موج عرضی است و سرعت انتشار آن در جامدها بیش تر از گازها است.
 (۳) موج عرضی است و سرعت انتشار آن در جامدها کم تر از گازها است.
 (۴) موج طولی است و سرعت انتشار آن در جامدها بیش تر از گازها است.

۲- در یک لوله‌ی دو انتها باز اکسیژن با دمای ۸۷ درجه‌ی سلسیوس و در یک لوله‌ی یک انتها باز (باز- بسته) هیدروژن با دمای ۲۳- درجه‌ی سلسیوس وجود دارد. اگر طول لوله‌ی باز ۱/۵ برابر طول لوله‌ی بسته باشد و این لوله‌ها هماهنگ سوم خود را تولید کنند، نسبت فرکانس لوله‌ی بسته به فرکانس لوله‌ی باز کدام است؟ (جرم مولکولی اکسیژن ۱۶ برابر جرم مولکولی هیدروژن است.)

- (۱) ۰/۲ (۲) ۰/۴ (۳) ۲/۵ (۴) ۵

۳- در شکل مقابل پیستون را از انتهای لوله (نقطه‌ی A) تا ابتدای آن (نقطه‌ی B) حرکت می‌دهیم و تنها دو مرتبه تشدید اتفاق می‌افتد. یک بار در زمانی که پیستون ۶ cm از A فاصله دارد و بار دیگر وقتی ۲۴ cm با A فاصله دارد. طول لوله چند سانتی‌متر است؟



- (۱) ۳۸
 (۲) ۳۶
 (۳) ۳۳
 (۴) ۲۷

۴- بسامد اصلی یک لوله صوتی باز- بسته برابر ۳۵۰۰ هرتز است. این لوله چند بسامد قابل شنیدن برای انسان (گوش معمولی) می‌تواند تولید کند؟

- (۱) ۵ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۵- بسامد هماهنگ‌های سوم و پنجم یک لوله‌ی صوتی یک انتها باز به ترتیب ۲۵۵ Hz و ۴۲۵ Hz است. طول موج هماهنگ نهم آن چند متر است؟ (سرعت انتشار صوت در هوا $340 \frac{m}{s}$ است.)

- (۱) $\frac{2}{9}$ (۲) $\frac{2}{7}$ (۳) $\frac{4}{9}$ (۴) $\frac{1}{7}$

۶- هنگامی که درون لوله‌ی دو انتها باز، دمیده می‌شود در صورتی در انتهای باز لوله، شکم درست می‌شود که:

- (۱) قطر لوله، مضرب درستی از نصف طول موج باشد.
 (۲) قطر لوله در مقایسه با طول موج صوت، بزرگ باشد.
 (۳) قطر لوله در مقایسه با طول موج صوت کوچک باشد.
 (۴) قطر لوله، مضرب فردی از ربع طول موج باشد.

۷- یک لوله‌ی صوتی یک انتها باز، صوت اصلی ۲۴۰ هرتز دارد. این لوله را نصف می‌کنیم. صوت اصلی لوله‌ی دو انتها باز جدید هرتز و صوت اصلی لوله‌ی یک انتها باز جدید هرتز می‌شود.

- (۱) ۴۸۰ و ۹۶۰ (۲) ۴۸۰ و ۷۲۰ (۳) ۴۸۰ و ۹۶۰ (۴) ۷۲۰ و ۴۸۰

۸- در یک لوله‌ی صوتی یک انتها باز به هنگام تولید صوت، سه گره درست می‌شود، به طوری که فاصله‌ی دو گره‌ی متوالی برابر ۸ cm است. طول لوله چند سانتی‌متر است؟

- (۱) ۲۴ (۲) ۴۰ (۳) ۱۲ (۴) ۲۰

۹- یک لوله‌ی صوتی یک انتها باز و یک لوله‌ی صوتی دو انتها باز بسامد اصلی یکسان ۴۸۰ هرتز دارند. این لوله‌ها را به هم وصل می‌کنیم، تا لوله‌ی صوتی یک انتها باز بلندتری درست شود. بسامد اصلی لوله‌ی حاصل چند هرتز می‌شود؟ (مقطع لوله‌ها یکسان و گاز درون آن‌ها مشابه است.)

- (۱) ۴۸۰ (۲) ۳۲۰ (۳) ۱۶۰ (۴) ۱۲۰

۱۰- دمای گاز درون یک لوله‌ی صوتی یک انتها باز را از $23^{\circ}C$ به $87^{\circ}C$ می‌رسانیم، در نتیجه فرکانس صوت اصلی این لوله ۶۰ هرتز تغییر می‌کند. فرکانس هماهنگ پنجم این لوله در دمای $87^{\circ}C$ چند هرتز است؟

- (۱) ۱۸۰۰ (۲) ۱۰۸۰ (۳) ۹۰۰ (۴) ۱۵۰۰

۱۱- در یک لوله‌ی صوتی به هنگام تولید صوت فاصله‌ی دو گره‌ی متوالی برابر ۴۰ cm و طول لوله برابر یک متر است. نوع لوله و بسامد صوتی که

در این لوله ایجاد شده است کدام است؟ (سرعت صوت در هوای داخل لوله $340 \frac{m}{s}$ است.)

- (۱) دو انتها باز - ۴۲۵ Hz (۲) دو انتها باز - ۸۵۰ Hz (۳) یک انتها باز - ۴۲۵ Hz (۴) یک انتها باز - ۸۵۰ Hz

صوت

مدرس: مسعود رهنمون

۱۲- یک لوله‌ی صوتی دو انتها باز به طول L_1 محتوی هیدروژن با دمای 23°C - را مقابل یک لوله‌ی صوتی یک انتها باز به طول L_2 محتوی اکسیژن با دمای 87°C قرار می‌دهیم. وقتی در لوله‌ی دو انتها باز سه شکم درست می‌شود، هماهنگ سوم لوله‌ی یک انتها باز را به صدا

درمی‌آورد. نسبت $\frac{L_1}{L_2}$ چند است؟ (جرم مولکولی اکسیژن ۱۶ برابر جرم مولکولی هیدروژن است.)

- (۱) $\frac{40}{9}$ (۲) $\frac{20}{3}$ (۳) $\frac{8}{3}$ (۴) $\frac{20}{9}$

۱۳- بسامد هماهنگ‌های متوالی یک لوله‌ی صوتی 1020 و 1360 هرتز و سرعت صوت در هوای درون لوله $340 \frac{m}{s}$ است. طول موج اصلی چند متر است؟

- (۱) 0.5 (۲) 1 (۳) $\frac{3}{4}$ (۴) 1.5 یا 0.5

۱۴- در یک لوله‌ی صوتی به طول l هنگام تولید صوت با بسامد 900 هرتز، پنج گره و شش شکم تولید می‌شود. اگر $\frac{1}{5}l$ از طول لوله کم کنیم، با کدام یک از بسامدهای زیر می‌تواند صوت تولید کند؟

- (۱) 500 هرتز (۲) 1800 هرتز (۳) 1000 هرتز (۴) 800 هرتز

۱۵- یک لوله صوتی یک انتها باز در هماهنگ پنجم صوتی با بسامد 2000 هرتز تولید می‌کند. یک لوله صوتی دو سر باز با همین طول و همین تعداد گره صوت با چه بسامدی تولید می‌کند؟

- (۱) 2200 (۲) 2400 (۳) 1800 (۴) 1200

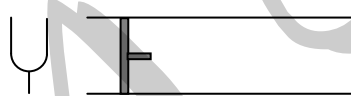
۱۶- یک لوله‌ی صوتی باز به طول L را به طور کامل در ظرف آبی فرو می‌بریم و بالای آن دیافراگمی با بسامد 1200 Hz را به ارتعاش درمی‌آوریم. لوله را چند سانتی‌متر از آب خارج کنیم تا سومین بار صدای صوت دیافراگم توسط لوله‌ی صوتی تشدید شود؟ (سرعت صوت در هوای درون لوله $360 \frac{m}{s}$ است.)

- (۱) 45 (۲) 37.5 (۳) 32.5 (۴) 30

۱۷- یک لوله‌ی صوتی یک انتها باز، صوت اصلی با فرکانس 480 هرتز دارد. اگر این لوله را نصف کنیم تا دو لوله‌ی صوتی جدید اولی دو سر باز و دومی باز- بسته درست شود، بسامد صوت اصلی این لوله‌ها به ترتیب از راست به چپ چند هرتز است؟

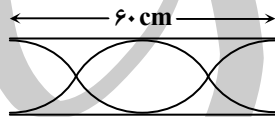
- (۱) 960 و 1920 (۲) 960 و 1920 (۳) 480 و 960 (۴) 480 و 960

۱۸- در شکل مقابل بسامد دیافراگم 800 Hz و طول لوله برابر 80 سانتی‌متر است. پیستون را از ابتدای لوله به تدریج به طرف راست می‌بریم و در نهایت از لوله بیرون می‌کشیم. چند مرتبه هوای درون لوله توسط دیافراگم، تشدید می‌شود؟ ($V = 320 \frac{m}{s}$)



- (۱) ۳
(۲) ۴
(۳) ۵
(۴) ۶

۱۹- در شکل مقابل لوله‌ی صوتی، صوت با بسامد f تولید می‌کند. طول لوله‌ی صوتی یک انتها بسته‌ای چند سانتی‌متر باشد تا آن هم در همین محل، صوت با همین بسامد تولید کند و در طول آن ۳ شکم درست شود و این صدا هماهنگ چندم صوت اصلی آن لوله‌ی بسته است؟



- (۱) ۳۰ و پنجم
(۲) ۷۵ و سوم
(۳) ۳۰ و سوم
(۴) ۷۵ و پنجم

۲۰- لوله‌ی صوتی بازی به طول 70 سانتی‌متر را به طور قائم در آب فرو می‌بریم، سپس دیافراگمی با بسامد 1600 Hz را بالای لوله قرار داده و لوله را به تدریج از آب خارج می‌کنیم. تا خروج کامل لوله از آب چند مرتبه تشدید اتفاق می‌افتد؟ ($V = 320 \frac{m}{s}$)

- (۱) ۶ (۲) ۷ (۳) ۸ (۴) ۹

۲۱- بسامد دو هماهنگ متوالی یک لوله صوتی 300 هرتز و 420 هرتز است. وقتی در این لوله ۲ شکم ایجاد شود، بسامد صوت حاصل چند هرتز است؟

- (۱) 120 (۲) 240 (۳) 360 (۴) 180

۲۲- در مورد شدت صوت آستانه‌ی شنوایی و آستانه‌ی دردناکی کدام صحیح است؟

- (۱) به دامنه‌ی منبع صوت بستگی دارند.
 (۲) آستانه‌ی شنوایی برای افراد مختلف یکسان است ولی آستانه‌ی دردناکی برای افراد مختلف یکسان نیست.
 (۳) به دامنه‌ی منبع صوت و فاصله از منبع و بسامد صوت بستگی دارند.
 (۴) به بسامد صوت بستگی دارند.

۲۳- بلندگوی سالم کدام یک از کمیت‌های وابسته به صوت را افزایش می‌دهد؟

- (۱) طول موج (۲) بسامد (۳) سرعت صوت (۴) دامنه

۲۴- اگر دو موج صوتی با بسامدهای $f_1 = 2000 \text{ (Hz)}$, $f_2 = 50 \text{ (Hz)}$ با شدت مساوی به گوش یک شنونده (گوش معمولی) برسند کدام یک از موارد زیر در مورد صدای شنیده شده توسط این شخص صحیح است؟

- (۱) هر دو صوت را می‌شنود و احساس یکسانی نسبت به بلندی هر دو صدا دارد.
 (۲) ممکن است صوت ۵۰ هرتز را بشنود و صوت ۲۰۰۰ هرتز را نشنود.
 (۳) ممکن است صوت ۲۰۰۰ هرتز را بشنود و صوت ۵۰ هرتز را نشنود.
 (۴) هر دو صوت را می‌شنود و صوت ۵۰ هرتز را بلندتر احساس می‌کند.

۲۵- شدت صوتی $\frac{W}{m^2}$ است. تراز شدت صوت چند دسی‌بل است؟ $(I_0 = 10^{-12} \frac{W}{m^2}$ و $\log 2 = 0.3$)

- (۱) ۱۱۶ (۲) ۱۱۹ (۳) ۱۰۶ (۴) ۱۰۹

۲۶- اگر تراز شدت صوت ۵۳ دسی‌بل باشد، شدت صوت چند $\frac{W}{m^2}$ است؟ $(I_0 = 10^{-12} \frac{W}{m^2}$ و $\log 2 = 0.3$)

- (۱) 4×10^{-6} (۲) 4×10^{-7} (۳) 2×10^{-6} (۴) 2×10^{-7}

۲۷- شدت صوتی $\frac{W}{m^2}$ است. تراز شدت صوت چند دسی‌بل است؟ $(I_0 = 10^{-12} \frac{W}{m^2}$ و $\log 2 = 0.3$)

- (۱) ۱۲۲ (۲) ۱۱۲ (۳) ۱۱۹ (۴) ۱۲۸

۲۸- اگر دامنه‌ی ارتعاش چشمه‌ی صوتی ۵ برابر و فاصله‌ی شنونده از منبع صوت نصف گردد، تراز شدت صوت که شنونده دریافت می‌کند چگونه تغییر می‌کند؟ (جذب انرژی در محیط ناچیز است.)

- (۱) ۲۰ برابر می‌شود (۲) ۱۰۰ برابر می‌شود (۳) ۲۰ دسی‌بل افزایش می‌یابد (۴) ۱۰۰ دسی‌بل افزایش می‌یابد

۲۹- در فاصله‌ی d_1 از چشمه‌ی صوتی با دامنه‌ی A_1 تراز شدت صوت ۶۵dB و در فاصله‌ی d_2 از چشمه‌ی صوتی با دامنه‌ی A_2 تراز شدت صوت ۴۵dB است. اگر دو منبع صوت هم‌بسامد باشند، کدام است؟ (از جذب انرژی توسط محیط صرف نظر می‌کنیم.)

$\frac{d_2}{d_1}$ کدام است؟ (از جذب انرژی توسط محیط صرف نظر می‌کنیم.)

- (۱) ۱۰۰ (۲) ۲۰ (۳) ۵۰ (۴) ۴۰

۳۰- یک چشمه‌ی صوت، امواج صوتی را با توان ۴۸۰ وات در یک فضای باز تولید و منتشر می‌کند. شنونده‌ای در فاصله‌ی چند متری از منبع قرار

گیرد تا امواج صوتی را با تراز ۹۰ دسی‌بل دریافت کند؟ (از جذب انرژی توسط محیط صرف نظر شود، $\pi = 3$ و $I_0 = 10^{-12} \frac{W}{m^2}$)

- (۱) ۲۰ (۲) ۲۰۰ (۳) ۴۰ (۴) ۴۰۰

۳۱- شخصی در فاصله‌ی ۲۰ متری منبع صوتی ایستاده است و تراز شدت صوت را β دریافت می‌کند. این شخص در چند متری منبع صوت قرار گیرد تا

تراز شدت صوت را ۱۸ دسی‌بل کم‌تر از محل قبلی دریافت کند؟ $(\log 2 = 0.3)$ و با فرض این‌که از جذب انرژی توسط هوا صرف نظر شود.)

- (۱) ۳۲۰ (۲) ۲۴۰ (۳) ۱۶۰ (۴) ۸۰

۳۲- یک اتومبیل با سرعت $20 \frac{m}{s}$ در حرکت است. یک ماشین آتش‌نشانی از پشت‌سر با سرعت $40 \frac{m}{s}$ به اتومبیل نزدیک می‌شود و صوتی با

بسامد ۹۰۰ هرتز منتشر می‌کند. تا قبل از آن‌که ماشین آتش‌نشانی از اتومبیل سبقت بگیرد، سرنشین اتومبیل صوت را با طول موج چند متر

دریافت می‌کند؟ (سرعت صوت در هوا $340 \frac{m}{s}$ است.)

- (۱) $\frac{19}{45}$ (۲) $\frac{1}{3}$ (۳) $\frac{17}{45}$ (۴) $\frac{7}{15}$

۳۳- یک منبع صوت با بسامد f_s ساکن است. یک ناظر متحرک به این منبع نزدیک می‌شود و از کنار آن عبور می‌کند و از آن دور می‌شود.

بسامد و طول موج از دید این ناظر را در حالت نزدیک شدن f_{01} و λ_{01} و در حالت دور شدن f_{02} و λ_{02} می‌نامیم. کدام گزینه صحیح

است؟ (V سرعت انتشار صوت در هوا است.)

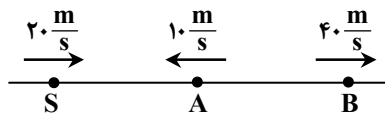
$$f_{01} > f_s > f_{02} \text{ و } \lambda_{01} < \lambda_s < \lambda_{02} \quad (1)$$

$$f_{01} > f_s > f_{02} \text{ و } \lambda_{01} > \lambda_s > \lambda_{02} \quad (2)$$

$$f_{01} < f_s < f_{02} \text{ و } \lambda_{01} < \lambda_s < \lambda_{02} \quad (3)$$

$$f_{01} < f_s < f_{02} \text{ و } \lambda_{01} > \lambda_s > \lambda_{02} \quad (4)$$

۳۴- در شکل مقابل سرعت انتشار صوت $340 \frac{m}{s}$ است. اگر S منبع باشد و ناظر B صوت را با طول موج ۲۰ سانتی متر دریافت کند، ناظر A



صوت را با چه بسامدی دریافت می کند؟

- (۱) ۱۷۵۰ هرتز
(۲) ۱۶۵۰ هرتز
(۳) ۱۶۰۰ هرتز
(۴) ۱۵۰۰ هرتز

۳۵- منبع صوت و ناظر از روبرو با سرعت $30 \frac{m}{s}$ به طرف یکدیگر حرکت می کنند و ناظر طول موج صوت را 40 سانتی متر مشاهده می کند. اگر منبع و ناظر با همین سرعت ها از یکدیگر دور شوند، طول موج مشاهده شده توسط ناظر چند سانتی متر می شود؟ (سرعت صوت در هوا را

$330 \frac{m}{s}$ در نظر بگیرید.)

- (۱) ۴۴ (۲) ۴۸ (۳) ۴۶ (۴) ۵۰

۳۶- آمبولانسی با سرعت $30 \frac{m}{s}$ در حرکت است و بسامد آژیر آن 3600 هرتز است، اتومبیلی از روبرو با سرعت $10 \frac{m}{s}$ به سمت آمبولانس در

حرکت است. راننده ی اتومبیل بسامد آژیر را چند هرتز می شنود؟ (سرعت صوت $350 \frac{m}{s}$ است.)

- (۱) ۴۰۲۵ (۲) ۴۰۵۰ (۳) ۳۸۲۵ (۴) ۳۸۵۰

۳۷- قطاری که بسامد صوت آن 3600 Hz است با سرعتی معادل 0.2 سرعت صوت در حرکت است و صدای سوت قطار به صخره های پشت قطار برخورد می کند و بازتابش آن به گوش مسافران و هم چنین شخصی که بین صخره و قطار ایستاده است می رسد. این بسامدها به ترتیب از راست به چپ چند هرتز است؟ (قطار در حال دور شدن از صخره است.)

- (۱) ۲۸۰۰ و ۳۲۰۰ (۲) ۳۰۰۰ و ۳۴۰۰ (۳) ۲۴۰۰ و ۲۴۰۰ (۴) ۳۰۰۰ و ۳۰۰۰

۳۸- شنونده ای با سرعت ثابت V به منبع صوت ساکنی نزدیک و سپس دور می شود به طوری که نسبت بسامدهای دریافتی در دو حالت نزدیک

شدن به دور شدن $\frac{5}{4}$ است. اگر سرعت انتشار صوت در محیط $340 \frac{m}{s}$ باشد، V چند متر بر ثانیه است؟

- (۱) ۳۰ (۲) $\frac{340}{11}$ (۳) ۳۴ (۴) $\frac{340}{9}$

۳۹- دو قطار با سرعت یکسان $30 \frac{m}{s}$ به طرف یکدیگر در حرکت اند. یکی از آن ها صوتی با فرکانس f گسیل می کند. بسامد صوتی که مسافر

قطار دیگر می شنود، f_1 است. اگر دو قطار با همان سرعت از هم دور شوند، همان مسافر صدا را با بسامد f_2 می شنود. نسبت $\frac{f_2}{f_1}$ چند

است؟ (سرعت صوت در محیط $330 \frac{m}{s}$ است.)

- (۱) $\frac{5}{6}$ (۲) $\frac{6}{5}$ (۳) $\frac{36}{25}$ (۴) $\frac{25}{36}$

۴۰- اتومبیلی با سرعت ثابت V_1 به طرف صخره ای در حرکت است. راننده، بوق اتومبیل را که بسامد آن 500 هرتز است، به صدا درمی آورد. پژواک

آن با بسامد $562/5$ هرتز به گوش راننده می رسد. V_1 چند متر بر ثانیه است؟ (سرعت صوت در هوا 340 متر بر ثانیه است.)

- (۱) ۳۰ (۲) ۲۵ (۳) ۲۰ (۴) ۳۵

۴۱- اتومبیلی با سرعتی معادل 0.1 سرعت صوت در حرکت است و بوق خود را به صدا درمی آورد. اگر طول موج در جلوی این منبع صوت (بوق

اتومبیل) برابر 36 سانتی متر باشد، در عقب منبع، طول موج چند سانتی متر است؟

- (۱) ۳۹ (۲) ۴۴ (۳) ۵۵ (۴) ۳۹

۴۲- اتومبیلی با سرعت ثابت $15 \frac{m}{s}$ از صخره ای که تقریباً قائم است، دور می شود. راننده بوق اتومبیل را که بسامد 1400 Hz دارد به صدا

درمی آورد. پژواک این صوت از روی صخره به گوش راننده می رسد. راننده ی اتومبیل چه اختلاف بسامدی بین پژواک صوت و صدای بوق

اتومبیل دریافت می کند؟ (سرعت صوت در هوا $335 \frac{m}{s}$ است.)

- (۱) ۱۸۰ (۲) ۲۴۰ (۳) ۱۲۰ (۴) ۶۰

پاسخ تست‌های فصل ۵

۱- گزینه ۴ پاسخ است.

۲- گزینه ۳ پاسخ است.

اکسیژن و هیدروژن هر دو گاز دواتمی هستند.

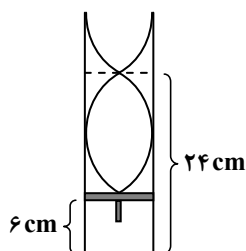
$$v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}, \quad T = 273 + \theta$$

$$\Rightarrow \frac{v'}{v} = \sqrt{\frac{T'}{T} \times \frac{M}{M'}} = \sqrt{\frac{250}{260} \times 16} = \frac{10}{3}$$

$$\left. \begin{aligned} f_3 &= \frac{3v}{2l} \text{ : لوله دو سر باز} \\ f_4 &= \frac{3v'}{4l'} \text{ : لوله باز- بسته} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{f_4}{f_3} = \frac{\frac{3v'}{4l'}}{\frac{3v}{2l}} = \frac{v'}{v} \times \frac{1}{2} \times \frac{l}{l'} = \frac{10}{3} \times \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} = \frac{5}{2}$$

۳- گزینه ۳ پاسخ است.

یک انتهای لوله باز و انتهای دیگر بسته است.



$$\frac{\lambda}{2} = 24 - 6 \Rightarrow \lambda = 36 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow L = 6 + \frac{3\lambda}{4} = 6 + 27 = 33 \text{ cm}$$

۴- گزینه ۳ پاسخ است.

لوله صوتی باز - بسته فقط هماهنگ‌های فرد صوت اصلی را دارد. (تفاضل هر دو بسامد متوالی $2f_1 = 7000$ است)

$$f_1 = 3500, \quad f_3 = 3 \times 3500 = 10500, \quad f_5 = 5 \times 3500 = 17500$$

گوش انسان بسامدهای بالاتر از 20000 هرتز را نمی‌شنود.

۵- گزینه ۳ پاسخ است.

در لوله‌ی صوتی بسته (یک انتها باز)، تفاضل بسامد هر دو هماهنگ متوالی، دو برابر بسامد صوت اصلی است.

$$f_{2n-1} = (2n-1)f_1 \Rightarrow 425 - 255 = 2f_1 \Rightarrow f_1 = 85 \text{ Hz}, \quad f_4 = 4 \times 85 = 340 \text{ Hz}, \quad \lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow \lambda = \frac{340}{4} = \frac{85}{1} \text{ (m)}$$

۶- گزینه ۳ پاسخ است.

وقتی صدایی از یک لوله‌ی صوتی (باز و یا بسته) شنیده می‌شود، (توسط دمیدن یا دیاپازون) یک موج ایستاده در لوله‌ی صوتی توسط پدیده‌ی تشدید، به وجود می‌آید. شرط موج ایستاده در لوله‌ی صوتی فوق این است که قطر مقطع لوله کوچک باشد (در مقایسه با طول لوله یا طول موج).

البته طول لوله نیز می‌بایست مضرب صحیح مناسبی از $\frac{\lambda}{4}$ باشد.

۷- گزینه ۱ پاسخ است.

اگر طول لوله‌ی یک انتها باز اولیه را L بنامیم، طول لوله‌ی باز جدید $\frac{L}{2}$ و طول لوله‌ی بسته هم $\frac{L}{2}$ می‌شود.

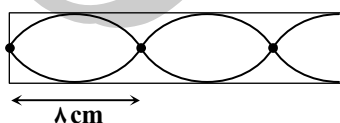
$$f_{\text{باز}} = \frac{nV}{2L} \quad \text{و} \quad f_{\text{بسته}} = \frac{(2n-1)V}{4L} \Rightarrow 240 = \frac{V}{4L} \Rightarrow \frac{V}{L} = 240 \times 4$$

$$f_{\text{باز (جدید)}} = \frac{V}{2(\frac{L}{2})} = \frac{V}{L} = 960 \text{ Hz} \quad \text{و} \quad f_{\text{بسته (جدید)}} = \frac{V}{4(\frac{L}{2})} = \frac{V}{2L} = 480 \text{ Hz}$$

۸- گزینه ۴ پاسخ است.

فاصله‌ی دو گره‌ی متوالی و دو شکم متوالی برابر $\frac{\lambda}{2}$ است.

$$L = \frac{(2n-1)\lambda}{4} \text{ و } L = \frac{n\lambda}{2} \text{ در لوله‌ی دو سر باز}$$

در لوله‌ی دو سر باز در هماهنگ $n : n$ گره و $n+1$ شکمدر لوله‌ی باز - بسته در هماهنگ $(2n-1) : n$ شکم و n گره

$$\frac{\lambda}{2} = 8 \Rightarrow \lambda = 16 \text{ (cm)}, \quad L = \frac{(2n-1)\lambda}{4} = 5 \times 4 = 20 \text{ (cm)}$$

۹- گزینه ۳ پاسخ است.

چون صوت اصلی را می‌خواهد بنابراین $n = 1$ می‌باشد.

$$f_{\text{بسته}} = \frac{(2n-1)V}{4L_1}, \quad f_{\text{باز}} = \frac{nV}{2L_2}, \quad f_{\text{بسته جدید}} = \frac{V}{4(L_1 + L_2)}$$

$$\Rightarrow 480 = \frac{V}{4L_1} = \frac{V}{2L_2} \Rightarrow L_2 = 2L_1, \quad \frac{V}{L_1} = 4 \times 480 \Rightarrow f = \frac{V}{4(L_1 + L_2)} = \frac{V}{3 \times 4L_1} \Rightarrow f = \frac{480}{3} = 160 \text{ Hz}$$

اگر یک لوله‌ی باز و یک لوله‌ی بسته که صوت اصلی یکسان f دارند، به هم وصل گردند، لوله‌ی بسته‌ی بلندتری درست می‌شود که صوت اصلی این لوله‌ی جدید $\frac{f}{3}$ می‌شود.

۱۰- گزینه ۱ پاسخ است.

در لوله‌ی صوتی باز شماره‌ی صوت و هماهنگ و گره برابر n است. در لوله‌ی صوتی بسته، شماره‌ی صوت و گره و شکم برابر n و هماهنگ $(2n-1)$ می‌باشد.

سرعت صوت در یک گاز با جذر دمای مطلق گاز رابطه‌ی مستقیم دارد و در لوله‌ی صوتی بسامد با سرعت صوت رابطه‌ی مستقیم دارد، در نتیجه بسامد با جذر دمای مطلق رابطه‌ی مستقیم دارد. چون دما زیاد شده است سرعت صوت و بسامد زیاد می‌شود.

$$V = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}, \quad f = \frac{(2n-1)V}{4L} \Rightarrow \frac{f'_1}{f_1} = \sqrt{\frac{T'}{T}} \Rightarrow \frac{f_1 + 60}{f_1} = \sqrt{\frac{273 + 87}{273 - 23}}$$

$$\Rightarrow f_1 = 300 \text{ Hz}, \quad f'_1 = 360 \text{ Hz}, \quad f'_2 = 5f'_1 = 5 \times 360 = 1800 \text{ (Hz)}$$

۱۱- گزینه ۳ پاسخ است.

فاصله‌ی دو گره‌ی متوالی برابر $\frac{\lambda}{2}$ است و در لوله‌ی دو سر باز طول لوله مضرب زوج $\frac{\lambda}{4}$ و در لوله‌ی باز-بسته طول لوله مضرب فرد $\frac{\lambda}{4}$ است.

اگر لوله دو انتها باز باشد، در این صورت:

$$L = \frac{n\lambda}{2} \Rightarrow 100 = n \times 40 \Rightarrow n = 2.5 \text{ (غیرممکن)}$$

اگر لوله یک انتها باز (بسته) باشد، در این صورت:

$$L = \frac{(2n-1)\lambda}{4} \Rightarrow 100 = \frac{(2n-1) \times 40}{4} \Rightarrow 2n-1 = 5 \Rightarrow n = 3$$

$$V = \lambda f \Rightarrow 340 = 40 / \lambda f \Rightarrow f = 425 \text{ Hz}$$

۱۲- گزینه ۱ پاسخ است.

چون لوله‌ها هم‌صدا شده‌اند، بنابراین پدیده‌ی تشدید رخ داده است و بسامدها برابر است.

لوله‌ی صوتی دو سر باز: n گره / $(n+1)$ شکم / هماهنگ n

لوله‌ی صوتی باز-بسته: n گره / n شکم / هماهنگ $(2n-1)$

$$\frac{V_2}{V_1} = \sqrt{\frac{\gamma_2 \cdot T_2 \cdot M_1}{\gamma_1 \cdot T_1 \cdot M_2}} = \sqrt{1 \times \frac{360}{250} \times \frac{1}{16}} = \frac{3}{10} \Rightarrow V_2 = 0.3 V_1$$

$$f_{\text{باز}} = f_{\text{بسته}} \Rightarrow \frac{2V_1}{2L_1} = \frac{2V_2}{4L_2} \Rightarrow \frac{V_1}{L_1} = \frac{3 \times 0.3 V_1}{4L_2} \Rightarrow \frac{L_1}{L_2} = \frac{40}{9}$$

۱۳- گزینه ۲ پاسخ است.

ابتدا باید بدانیم که این لوله‌ی صوتی دو انتها باز (باز) یا یک انتها باز (بسته) است. پس نکات زیر را یادآوری می‌کنیم:

(۱) در لوله‌ی دو انتها باز از نسبت بسامد هر دو هماهنگ متوالی کسری حاصل می‌شود که صورت و مخرج این کسر دو عدد متوالی است که یکی فرد و دیگری زوج است. هم‌چنین اختلاف بسامد دو هماهنگ متوالی برابر f_1 می‌شود.

$$f_{(n)} = n f_1, \quad \Delta f = f_1, \quad L = \frac{n\lambda}{2}$$

(۲) در لوله‌ی یک انتها باز از نسبت بسامد هر دو هماهنگ متوالی کسری حاصل می‌شود که صورت و مخرج این کسر دو عدد فرد متوالی است. هم‌چنین اختلاف بسامد دو هماهنگ متوالی برابر $2f_1$ می‌شود.

$$f_{(2n-1)} = (2n-1)f_1, \quad \Delta f = 2f_1, \quad L = \frac{(2n-1)\lambda}{4}$$

بنابراین چون حاصل کسر $\frac{1360}{1020} = \frac{4}{3}$ دو عدد متوالی شده است پس لوله، دو انتها باز می‌باشد.

$$\Delta f = f_1 \Rightarrow 1360 - 1020 = f_1 \Rightarrow f_1 = 340 \text{ Hz}, \quad \lambda_1 = \frac{V}{f_1} = \frac{340}{340} = 1 \text{ (m)}$$

۱۴- گزینه ۲ پاسخ است.

$$\text{پنج گره و شش شکم} \rightarrow (\text{لوله دو سر باز } n=5) \rightarrow \text{همانگ پنجم} \Rightarrow f_5 = 900 \Rightarrow f_1 = \frac{900}{5} = 180 \text{ (Hz)}$$

$$l' = \frac{4}{5}l \Rightarrow f_1' = \frac{5}{4}f_1 = \frac{5}{4} \times 180 = 225 \text{ (Hz)}$$

لوله صوتی دو سر باز با بسامدهایی که مضرب صحیح بسامد اصلی باشند صوت تولید می‌کند، که تنها گزینه‌ی (۲) چنین است.

$$1800 = 8 \times 225$$

$$\frac{500}{225}, \frac{1000}{225}, \frac{1500}{225} \rightarrow \text{عدد صحیح نیستند.}$$

۱۵- گزینه ۲ پاسخ است.

$$3 \text{ گره } 2 \text{ شکم} \rightarrow n=3 \rightarrow 2n-1=5 \rightarrow \text{لوله باز- بسته در همانگ پنجم}$$

پس لوله دو سر باز ۳ گره و ۴ شکم دارد، یعنی در همانگ سوم است.

$$f_5 = \frac{5V}{4l} = 2000 \Rightarrow \frac{V}{4l} = 400 \Rightarrow \frac{V}{2l} = 800$$

$$f_3 = 3 \frac{V}{2l} = 3 \times 800 = 2400 \text{ (Hz)}$$

۱۶- گزینه ۲ پاسخ است.

چون یک انتهای لوله باز و انتهای دیگرش بسته (آب) می‌شود، بنابراین برای اولین تشدید لوله را باید $\frac{\lambda}{4}$ و برای دومین تشدید $\frac{3\lambda}{4}$

سومین تشدید $\frac{5\lambda}{4}, \dots, \frac{(2n-1)\lambda}{4}$ از آب خارج کنیم.

$$\lambda = \frac{V}{f} = \frac{360}{1200} = 0.3 \text{ (m)}, \quad L = \frac{5\lambda}{4} = \frac{5 \times 0.3}{4} = 0.375 \text{ (m)} = 37.5 \text{ (cm)}$$

۱۷- گزینه ۲ پاسخ است.

$$f = \frac{(2n-1)V}{4L} \Rightarrow 480 = \frac{V}{4L} \Rightarrow \frac{V}{L} = 480 \times 4$$

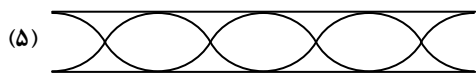
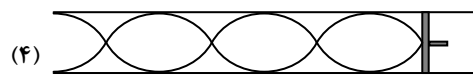
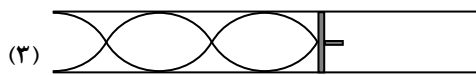
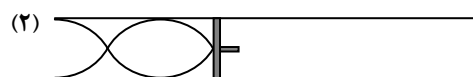
$$f_{\text{بسته (جدید)}} = \frac{V}{4(\frac{L}{2})} = \frac{V}{2L} = 960 \text{ Hz} \quad \text{و} \quad f_{\text{باز (جدید)}} = \frac{V}{2(\frac{L}{2})} = \frac{V}{L} = 4 \times 480 = 1920 \text{ Hz}$$

۱۸- گزینه ۳ پاسخ است.

وجود پیستون و حرکت آن، باعث می‌شود یک لوله باز- بسته با طول متغیر داشته باشیم. شرط تشکیل موج ایستاده در لوله باز- بسته آن است که طول لوله مضرب فرد $\frac{\lambda}{4}$ باشد و وقتی لوله دو سر باز شود مضرب زوج $\frac{\lambda}{4}$.

$$\lambda = \frac{V}{f} = \frac{320}{800} \Rightarrow \lambda = 0.4 \text{ (m)} \Rightarrow L = 10, 30, 50, 70 \text{ cm}$$

و چون طول لوله ۸۰ سانتی‌متر است، بنابراین ۴ تشدید با لوله‌ی بسته و یک تشدید هم با لوله‌ی باز داریم که روی هم می‌شود ۵ مرتبه. نمایش این تشدیدها عبارتند از:



۱۹- گزینه ۴ پاسخ است.

$$f'_{\text{بسته}} = \frac{(2n'-1)V'}{4L'} \quad \text{و} \quad f_{\text{باز}} = \frac{nV}{2L} \Rightarrow \frac{f'}{f} = \frac{2n'-1}{2n} \times \frac{L}{L'} \times \frac{V'}{V}$$

لوله صوتی دو سر باز در هماهنگ n دارای n گره و $(n+1)$ شکم است:

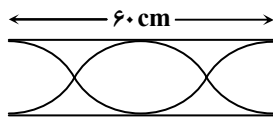
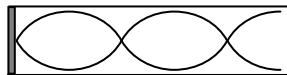
$$l = n \frac{\lambda_n}{2}$$

$$f_n = n \frac{V}{2l}$$

لوله صوتی باز - بسته در هماهنگ $(2n-1)$ دارای n گره و n شکم است:

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

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

در این جا با توجه به شکل $\frac{2\lambda}{2} = 60 \rightarrow \lambda = 60 \text{ cm}$ می خواهیم در لوله باز - بسته ۳ شکم داشته باشیم $75 = \frac{60}{4} \times (2 \times 3 - 1) = l$ و هماهنگ پنجم است.

۲۰- گزینه ۳ پاسخ است.

اولین تشدید در طول $\frac{\lambda}{4}$ و دومین تشدید $\frac{3\lambda}{4}$ و سومین تشدید $\frac{5\lambda}{4}$ و ... انجام می شود، بنابراین می توان نوشت:

$$\lambda = \frac{V}{f} \Rightarrow \lambda = \frac{320}{1600} = 0.2 \text{ m} \Rightarrow L = 5, 15, 25, 35, 45, 55, 65$$

وقتی لوله از آب خارج می شود یک لوله دو سر باز به طول ۷۰ سانتی متر داریم که در این حالت نیز تشدید اتفاق می افتد. پس در کل ۸ مرتبه تشدید اتفاق می افتد.

برای یک دیپازون و یک لوله صوتی با طول متغیر، با تغییر طول لوله می توان هوای درون لوله را به تشدید در آورد. اگر لوله دو سر باز باشد

تشدیدها در طول های $\frac{\lambda}{2}$ و $\frac{3\lambda}{2}$ و $\frac{5\lambda}{2}$ و ... انجام می شود.اگر لوله باز - بسته باشد تشدیدها در طول های $\frac{\lambda}{4}$ و $\frac{3\lambda}{4}$ و $\frac{5\lambda}{4}$ و ... انجام می شود.و به طور کلی تغییر طول لوله برای تشدید m تا تشدید n برای هر دو لوله عبارت است از: $(\Delta L = |m-n| \frac{\lambda}{2})$

۲۱- گزینه ۴ پاسخ است.

$$f_n = \frac{nV}{2l} \quad \text{لوله دو سر باز}$$

$$f_{(2n-1)} = \frac{(2n-1)V}{4l} \quad \text{لوله باز - بسته}$$

در هر دو نوع لوله تفاضل بسامدهای دو هماهنگ متوالی $\frac{V}{2l}$ است که در لوله باز - بسته برابر $2f_1$ و در لوله دو سر باز f_1 است. ضمناً در هر

دو نوع لوله بسامد هماهنگ های متوالی یک تصاعد حسابی می سازند.

تصاعد حسابی: , ۳۰۰, ۴۲۰,

کافی است جملات این تصاعد را به طرف ابتدا برگردیم:

$$420 - 300 = 120$$

$$300 - 120 = 180$$

$$180 - 120 = 60 \rightarrow f_1 = 60 \text{ (Hz)}$$

با توجه به این که همه هماهنگ ها مضرب فرد ۶۰ هستند لوله باز - بسته است. پس با دو شکم در هماهنگ سوم است.

$$f_3 = 3f_1 = 180 \text{ (Hz)}$$

۲۲- گزینه ۴ پاسخ است.

در صفحه ۱۶۱ کتاب درسی نمودار شدت صوت در آستانه‌ی شنوایی و آستانه‌ی دردناکی، به صورت تابعی از بسامد رسم شده است. آستانه‌ی شنوایی و آستانه‌ی دردناکی برای افراد مختلف یکسان نیست و به میزان حساس بودن گوش افراد بستگی دارد.

۲۳- گزینه ۴ پاسخ است.

بلندگو شدت صوت را افزایش می‌دهد و از عوامل مؤثر بر شدت صوت، دامنه را افزایش می‌دهد.

۲۴- گزینه ۳ پاسخ است.

به نمودار شدت آستانه شنوایی برحسب بسامد صوت توجه کنید. بیش‌ترین حساسیت گوش انسان در حدود بسامد ۲۰۰۰ هرتز تا ۳۰۰۰ هرتز است. یعنی آستانه‌ی شنوایی در این بسامدها پایین است. در مقابل آستانه‌ی شنوایی در بسامدهای نزدیک ۲۰ هرتز خیلی بالاست.

۲۵- گزینه ۲ پاسخ است.

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \Rightarrow \beta = 10 \log (\lambda \times 10^{11}) \Rightarrow \beta = 10 (\log 2^3 + \log 10^{11}) \Rightarrow \beta = 10 (3 \log 2 + 11) \Rightarrow \beta = 119 \text{ (dB)}$$

۲۶- گزینه ۴ پاسخ است.

$$\beta = k \log \frac{I}{I_0} \Rightarrow \Delta \beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \Rightarrow \Delta + 0/3 = \log \frac{I}{10^{-12}} \Rightarrow \log 10^{\Delta} + \log 2 = \log \frac{I}{10^{-12}}$$

$$\Rightarrow 2 \times 10^{\Delta} = \frac{I}{10^{-12}} \Rightarrow I = 2 \times 10^{-\Delta} \left(\frac{W}{m^2} \right)$$

۲۷- گزینه ۱ پاسخ است.

$$\beta = k \log \frac{I}{I_0} \Rightarrow \beta = 10 \log \frac{1/6}{10^{-12}} = 10 \log (16 \times 10^{11}) = 10 \log 2^4 + 10 \log 10^{11} \Rightarrow \beta = 40 \times 0/3 + 110 = 122 \text{ dB}$$

۲۸- گزینه ۳ پاسخ است.

شدت صوت با مجذور دامنه و مجذور بسامد نسبت مستقیم و با مجذور فاصله از منبع نسبت عکس دارد.

$$\frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{A_2}{A_1} \times \frac{f_2}{f_1} \times \frac{r_1}{r_2} \right)^2, \Delta \beta = k \log \frac{I_2}{I_1} \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = 25 \times 4 = 100 \Rightarrow \Delta \beta = 10 \log 100 = 20 \text{ dB}$$

۲۹- گزینه ۲ پاسخ است.

$$\beta_2 - \beta_1 = 10 \log \frac{I_2}{I_1} \Rightarrow 45 - 65 = 10 \log \frac{I_2}{I_1} \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = 10^{-2}$$

$$\frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{f_2}{f_1} \cdot \frac{A_2}{A_1} \cdot \frac{d_1}{d_2} \right)^2 \Rightarrow 1 \times 4 \times \left(\frac{d_1}{d_2} \right)^2 = \frac{1}{100} \Rightarrow \frac{d_1}{d_2} = \frac{1}{20} \Rightarrow \frac{d_2}{d_1} = 20$$

توجه کنید در رابطه‌ی $\frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{f_2}{f_1} \cdot \frac{A_2}{A_1} \cdot \frac{d_1}{d_2} \right)^2$ مقادیر A_1 و A_2 دامنه‌ی منبع صوت هستند و d_1 و d_2 فاصله‌ی دو نقطه از دو منبع.

۳۰- گزینه ۲ پاسخ است.

صوت در هوا به شکل کره منتشر می‌شود.

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}, I = \frac{P}{A}, A = \pi r^2 \Rightarrow 90 = 10 \log \frac{I}{10^{-12}}$$

$$\Rightarrow I = 10^{-12} \times 10^9 = 10^{-3} \left(\frac{W}{m^2} \right), r^2 = \frac{480}{4 \times 3 \times 10^{-3}} \Rightarrow r = 200 \text{ (m)}$$

۳۱- گزینه ۳ پاسخ است.

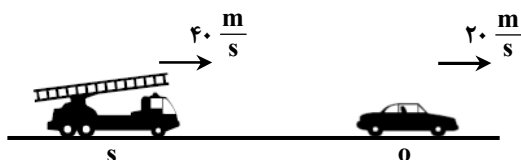
چون یک منبع صوت داریم، بنابراین بسامد و دامنه ثابت است.

$$\beta_1 = k \log \frac{I_1}{I_0}, \beta_2 = k \log \frac{I_2}{I_0}, \beta_1 - \beta_2 = k \log \frac{I_1}{I_2}, \frac{I_1}{I_2} = \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^2 \Rightarrow 18 = 10 \log \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^2$$

$$(1/8 = 6 \times 0/3 = 6 \log 2) \Rightarrow \log 2^6 = \log \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^2 \Rightarrow 2^3 = \frac{d_2}{d_1} \Rightarrow d_2 = 160 \text{ (m)}$$

یعنی باید از مکان قبلی ۱۶۰ متر دور شود.

۳۲- گزینه ۲ پاسخ است.



$$\lambda = \frac{V - V_s}{f_s} = \frac{340 - 40}{900} = \frac{1}{3} \text{ (m)}$$

صوت

مدرس: مسعود رهنمون

۳۳- گزینه ۲ پاسخ است.

حرکت ناظر اثری بر طول موج ندارد و اگر منبع ساکن باشد همه‌ی ناظرها همان طول موج $\lambda_s = \frac{V}{f_s}$ را مشاهده می‌کنند.
هرگاه منبع و ناظر در حال نزدیک شدن به هم باشند $f_o > f_s$ و هرگاه منبع و ناظر در حال دور شدن از هم باشند $f_o < f_s$.
۳۴- گزینه ۱ پاسخ است.

حرکت ناظر اثری بر طول موج ندارد و هر دو ناظر A و B یک طول موج را دریافت می‌کنند چون هر دو جلوی منبع هستند.

$$\lambda_A = \lambda_B \Rightarrow \lambda_A = 0.2(m) \Rightarrow \frac{V - V_A}{f_A} = 0.2 \Rightarrow \frac{340 - (-10)}{f_A} = 0.2 \Rightarrow f_A = \frac{350}{0.2} = 1750(Hz)$$

۳۵- گزینه ۲ پاسخ است.

حرکت ناظر اثری بر طول موج ندارد.

برای جلوی منبع V_s مثبت و عقب منبع V_s منفی است. $\lambda = \frac{V - V_s}{f_s}$



$$0.4 = \frac{330 - 30}{f_s}$$

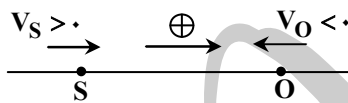


$$\lambda' = \frac{330 + 30}{f_s}$$

$$\frac{\lambda'}{0.4} = \frac{360}{300} \Rightarrow \lambda' = 0.48(m) = 48cm$$

۳۶- گزینه ۲ پاسخ است.

جهت سرعت صوت از منبع به طرف شنونده است و این جهت را مثبت فرض می‌کنیم. در نتیجه V_s مثبت و V_o منفی است.



$$\frac{f_o}{V - V_o} = \frac{f_s}{V - V_s} \Rightarrow \frac{f_o}{350 - (-10)} = \frac{360}{350 - 30} \Rightarrow f_o = 4050(Hz)$$

۳۷- گزینه ۲ پاسخ است.

بسامدی که به صخره می‌رسد، بازتابش می‌شود و همین بسامد به شخص ساکن بین صخره و قطار می‌رسد و بسامدی کم‌تر از این بسامد هم، به گوش مسافران می‌رسد. قطار در حال دور شدن از صخره است. بسامدی که به گوش مسافران می‌رسد f_p و بسامد سوت قطار را f_s می‌نامیم. ابتدا بسامدی که به صخره می‌رسد را حساب می‌کنیم. صخره را به عنوان یک شنونده ساکن فرضی در نظر بگیرید:

$$\frac{f_o}{V - V_o} = \frac{f_s}{V + V_s} \Rightarrow \frac{f_o}{V} = \frac{3600}{V + 0.2V} \Rightarrow f_o = 3000 Hz$$

این بسامدی است که صخره و شخص ساکن دریافت می‌کنند.

$$\frac{3000}{V} = \frac{f_p}{V - 0.2V} \Rightarrow f_p = 2400(Hz)$$

راه حل دیگر:

$$\frac{f_p}{f_s} = \frac{V - V_s}{V + V_s} \Rightarrow \frac{f_p}{3600} = \frac{V - 0.2V}{V + 0.2V} \Rightarrow f_p = 2400(Hz)$$

۳۸- گزینه ۴ پاسخ است.

هنگامی که شنونده به منبع صوت ساکن نزدیک می‌شود، بسامد دریافتی بیش‌تر از بسامد واقعی و وقتی شنونده از منبع صوت دور می‌شود، بسامد دریافتی کم‌تر از بسامد واقعی است. هنگام نزدیک شدن $V_o < 0$ و هنگام دور شدن $V_o > 0$ است.

$$\frac{f_{1o}}{V - V_o} = \frac{f_s}{V - V_s} \Rightarrow \frac{f_{1o}}{340 + V} = \frac{f_s}{340}, \quad \frac{f_{2o}}{340 - V} = \frac{f_s}{340}$$

$$\Rightarrow \frac{f_{1o}}{f_{2o}} = \frac{5}{4} \Rightarrow \frac{5}{4} = \frac{340 + V}{340 - V} \Rightarrow V = \frac{340}{9} \left(\frac{m}{s}\right)$$

برای یک منبع ساکن و یک شنونده که با سرعت ثابت V_0 ابتدا به منبع نزدیک و سپس از منبع دور شود، نسبت بسامدهای دریافتی عبارت است از:

$$\left(\begin{array}{l} \text{نزدیک} \\ \text{دور} \end{array} \frac{f_0}{f'_0} = \frac{V + |V_0|}{V - |V_0|} \right)$$

برای یک شنونده‌ی ساکن و یک منبع صوت با سرعت ثابت V_s که ابتدا به شنونده نزدیک و سپس از شنونده دور شود، نسبت بسامدهای دریافتی عبارت است از:

$$\left(\begin{array}{l} \text{نزدیک} \\ \text{دور} \end{array} \frac{f_0}{f'_0} = \frac{V + |V_s|}{V - |V_s|} \right)$$

۳۹- گزینه ۴ پاسخ است.

بار اول شنونده و منبع صوت به طرف هم نزدیک می‌شوند، در نتیجه ($V_0 < 0$ و $V_s > 0$) است و بار دوم شنونده و منبع صوت در خلاف جهت هم، از یکدیگر دور می‌شوند، در نتیجه ($V_0 > 0$ و $V_s < 0$) است.

$$\frac{f_0}{V - V_0} = \frac{f_s}{V - V_s} \Rightarrow \begin{cases} \frac{f_1}{330 + 30} = \frac{f_s}{330 - 30} \Rightarrow f_1 = \frac{6}{5} f_s \\ \frac{f_2}{330 - 30} = \frac{f_s}{330 + 30} \Rightarrow f_2 = \frac{5}{6} f_s \end{cases} \Rightarrow \frac{f_2}{f_1} = \frac{25}{36}$$

۴۰- گزینه ۳ پاسخ است.

ابتدا صدا به صخره برخورد کرده و صخره مانند یک منبع فرضی ساکن، صدا را برمی‌گرداند.

$$\frac{f_s}{V - V_s} = \frac{f_0}{V - V_0} \Rightarrow \frac{500}{340 - V_1} = \frac{f_0}{340} \Rightarrow f_0 = \frac{500 \times 340}{340 - V_1}$$

$$\frac{500 \times 340}{340 - V_1} = \frac{562/5}{340 + V_1} \Rightarrow V_1 = 20 \frac{m}{s}$$

نکته: اگر شخصی همراه منبع صوتی که بسامد f_s دارد به صخره‌ای نزدیک و یا از صخره‌ای دور گردد، بسامد پژواک صوت را که از روی صخره به گوش شخص فوق می‌رسد f_p می‌نامیم که از روابط کوتاه زیر به دست می‌آید:

$$\left(\begin{array}{l} \text{نزدیک شدن به صخره:} \\ \text{دور شدن از صخره:} \end{array} \frac{f_p}{f_s} = \frac{V + V_s}{V - V_s} \right) \quad \left(\begin{array}{l} \text{نزدیک شدن به صخره:} \\ \text{دور شدن از صخره:} \end{array} \frac{f_p}{f_s} = \frac{V - V_s}{V + V_s} \right)$$

راه حل کوتاه:

$$\frac{f_p}{f_s} = \frac{V + V_s}{V - V_s} \Rightarrow \frac{562/5}{500} = \frac{340 + V_1}{340 - V_1} \Rightarrow V_1 = 20 \frac{m}{s}$$

۴۱- گزینه ۲ پاسخ است.

در پدیده دوپلر طول موج از دید منبع و ناظر یکسان است و از رابطه $\lambda_0 = \frac{V - V_s}{f_s} = \frac{V - V_0}{f_0}$ حساب می‌شود. ضمناً حرکت ناظر اثری بر

طول موج ندارد. وقتی منبع حرکت می‌کند طول موج در جلوی آن کم‌تر از $\frac{V}{f_s}$ و در پشت آن بیش‌تر از $\frac{V}{f_s}$ می‌شود. مقدار $\frac{V}{f_s}$ را λ_s می‌نامیم که طول موج در حالت ساکن بودن منبع است.

جهت حرکت منبع \rightarrow

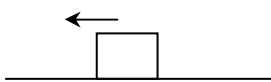
ضمناً در محاسبه $\lambda_0 = \frac{V - V_s}{f_s}$ برای جلوی منبع مقدار V_s مثبت و برای پشت آن V_s منفی است (جلوی منبع: $V_s = |V_s|$ پشت منبع: $V_s = -|V_s|$)

برای جلوی منبع $\lambda_{01} = \frac{V - |V_s|}{f_s}$ و برای پشت منبع $\lambda_{02} = \frac{V + |V_s|}{f_s}$ می‌باشد.

$$\frac{\lambda_{02}}{\lambda_{01}} = \frac{V + |V_s|}{V - |V_s|} \Rightarrow \frac{\lambda_{02}}{36} = \frac{V + 0/1V}{V - 0/1V} = \frac{11}{9} \Rightarrow \lambda_{02} = 44 \text{ cm}$$

۴۲- گزینه ۳ پاسخ است.

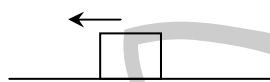
منبع صوت از صخره دور می‌شود، بنابراین صدایی که به صخره می‌رسد بسامد کم‌تری نسبت به بسامد بوق دارد. وقتی صدای بوق به صخره رسید، صخره به‌عنوان یک منبع صوت فرضی ساکن، صدا را به گوش راننده‌ی اتومبیل که در حال دور شدن از صخره است، می‌رساند. بنابراین بسامد صوتی که از روی صخره به گوش راننده (پژواک) می‌رسد نسبت به بسامد واقعی بوق اتومبیل ۲ مرتبه کاهش می‌یابد، بار اول وقتی صدا به صخره می‌رسد و بار دوم وقتی پژواک صوت به گوش راننده می‌رسد. (اگر منبع صوت به صخره نزدیک می‌شد، پژواک صوتی که به گوش راننده می‌رسید در مقایسه با بسامد واقعی بوق اتومبیل ۲ مرتبه افزایش می‌یافت).



$$f_s = 1400 \quad f_o = f_1$$

$$\frac{1400}{335 - (-15)} = \frac{f_1}{335}$$

$$\Rightarrow \frac{1400}{335 + 15} = \frac{f_o}{335 - 15} \Rightarrow f_o = 1280 \text{ (Hz)} \Rightarrow \Delta f = 1400 - 1280 = 120 \text{ (Hz)}$$



$$f_o = ? \quad f_s = f_1$$

$$\frac{f_o}{335 - 15} = \frac{f_1}{335}$$

توجه: وقتی منبع از مانع ساکن دور می‌شود و بسامد صوت بازتابیده را از دید خود منبع می‌خواهیم، می‌توانیم یک‌بار به بنویسیم:

$$\frac{f_o}{f_s} = \frac{V - |V_s|}{V + |V_s|}$$

و اگر منبع به مانع نزدیک شود:

$$\frac{f_o}{f_s} = \frac{V + |V_s|}{V - |V_s|}$$