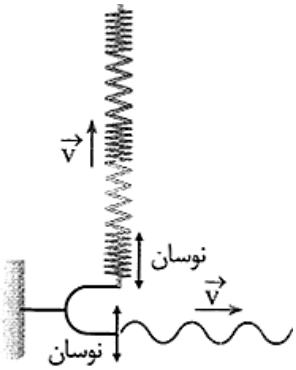
موج: انتشار یک ارتعاش در محیط کشسان را می گویند. موج، راه غیر مستقیم انتقال انرژی (انتقال انرژی بدون انتقال ماده) است.

محیط کشسان: محیطی است که وقتی در آن تغییر شکل ایجاد شود، نیروهای کشسان ایجاد شده بین اجزای محیط تمایل دارند محیط را به حالت اولیه خود بازگردانند.

موج های مکانیکی: برای انتشار خود به یک محیط مادی نیاز دارند (در خلأ منتشر نمی شوند) مثل:

موج های الکترومغناطیسی: برای انتشار خود به یک محیط مادی نیاز ندارند (در خلأ منتشر می شوند) مثل:



موج عرضی: راستای ارتعاش و جابه جایی ذرات محیط ،..... جهت انتشارموج است. مثل:

موج طولی: راستای ارتعاش و جابه جایی ذرات محیط ،..... جهت انتشارموج است. مثل:

شناسایی از طریق شکل : شکل موج عرضی دارای .....و شکل موج طولی دارای .....است.

نکته : در حین انتشار موج ، ماده منتقل نمی شود بلکه انرژی(در مورد موج های پیش رونده) و تغییر شکل منتقل می شود.

اگر چشمه به طور هماهنگ ساده نوسان کند،اجزای محیط حول نقطه تعادل خود با همان بسامد چشمه نوسان می کنند.

مشخصه های موج:

تشت موج: شامل یک تشت شیشه ای کم عمق و یک نوسان ساز است و برای مطالعه رفتار موج استفاده می شود.

برای ایجاد موج تخت از نوسان ساز ..... و برای ایجاد موج دایره ای از نوسان ساز ..... استفاده می شود.

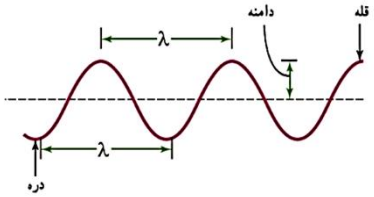
جبهه موج: به نقاطی از محیط انتشار موج (دو یا سه بعدی) که وضعیت نوسانی یکسانی دارند، جبهه موج گوییم.
پس به هر یک از برآمدگی ها (قلّه یا ستیغ) و فرورفتگی ها (درّه یا پاستیغ)روی سطح آب، جبهه موج می توان گفت.

چشمه موج : منبعی که انرژی لازم برای نوسان ذرات محیط را فراهم می کند .(مثلا دیاپازون)

طول موج: مسافتی است که موج در مدت دوره تناوب نوسان چشمه طی می کند.(مقدار پیشروی یک موج در یک دوره ی تناوب)

تشخیص از روی شکل: در امواج عرضی فاصله دو قله یا دو دره متوالی و در امواج طولی فاصله دو تراکم یا دو انبساط متوالی.(دو نقطه همفاز متوالی از محیط انتشار موج)

مشخصه های مرتبط با منبع(چشمه) موج:



دامنه موج : بیشینه ی فاصله ی یک ذرّه از مکان تعادل

دوره ی تناوب: مدت زمانی است که هر ذرّه محیط یک نوسان کامل انجام می

بسامد: تعداد نوسان های انجام شده توسط هر ذرّه محیط در یک ثانیه

مشخصه های مرتبط با محیط انتشار موج:

تندی انتشار موج: سرعت پیشروی یک قله یا دره یا هر نقطه ی دلخواه از موج (وابسته به محیط و مستقل از منبع موج)

مثال: تندی انتشارموج سطحی روی آب های کم عمق، به عمق آب که یکی از ویژگی های محیط انتشار موج است بستگی دارد.

$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda f$$

طول موج هم به منبع و هم به محیط بستگی دارد.

۱ کدام‌یک از عبارت‌های زیر نادرست است؟

۱) در امواج عرضی، راستای نوسان هر ذره از محیط بر راستای انتشار موج عمود است.
۲) در امواج طولی، راستای نوسان هر ذره از محیط در راستای انتشار موج است.
۳) در انتشار موج، ماده از نقطه‌ای به نقطهٔ دیگر منتقل می‌شود.
۴) اگر چشمهٔ موجی به‌طور هماهنگ ساده نوسان کند، اجزای محیط حول نقطهٔ تعادل خود با همان بسامد چشمه نوسان می‌کنند.

۲ **موج‌های ..... برای انتشار نیاز به یک ماده دارند ولی موج‌های ..... برای انتشار نیاز به ماده‌ای ندارند و در خلأ هم منتشر می‌شوند.**

۱) عرضی ـ طولی ۲) طولی ـ عرضی
۳) الکترومغناطیسی ـ مکانیکی ۴) مکانیکی ـ الکترومغناطیسی

۳ **هنگامی که درون یک تشت آب باشد و در وسط تشت با یک گوی به سطح آب ضربه‌های پشت سر هم وارد کنیم، در سطح آب موج مکانیکی ..... ایجاد می‌شود که جبهه‌های موج آن ..... هستند.**

۱) عرضی ـ تخت ۲) عرضی ـ دایره‌ای ۳) طولی ـ تخت ۴) طولی ـ دایره‌ای

۴ **اگر بسامد نوسان یک چشمهٔ موج در یک محیط ۲ برابر شود، تندی انتشار موج در آن محیط چه تغییری می‌کند؟**

۱) ۲ برابر می‌شود. ۲) تغییر نمی‌کند.
۳) ۴ برابر می‌شود. ۴) $\frac{۱}{۲}$ برابر می‌شود

۵ **کدام یک از گزینه‌های زیر، نادرست است؟**

۱) تندی انتشار موج به جنس و ویژگی‌های محیط انتشار بستگی دارد.
۲) تندی انتشار موج سطحی روی آب‌های کم عمق، به عمق آب بستگی دارد.
۳) طول‌موج برابر فاصلهٔ بین دو قله یا دو درهٔ موج است.
۴) برآمدگی‌ها و فرورفتگی‌های ایجاد شده روی سطح آب را جبههٔ موج می‌نامند.

۶ **موج عرضی در یک محیط منتشر می‌شود و فاصلهٔ بین دو قلهٔ متوالی آن ۱۰cm است. اگر سرعت انتشار موج در آن محیط ۵m/s باشد، بسامد موج چند هرتز است؟**

۱) ۱۰۰ ۲) ۵۰ ۳) ۲۵ ۴) ۱۰

۷ **موجی با بسامد ۱۰۰Hz و طول‌موج ۰/۵ متر، فاصلهٔ ۱۰ متر را در چند ثانیه طی می‌کند؟**

۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) $\frac{۱}{۵}$ ۴) $\frac{۱}{۱۰}$

۸ **دو موج مکانیکی A و B در یک محیط کشسان منتشر می‌شوند. اگر بسامد موج A، ۴ برابر بسامد موج B باشد، طول‌موج و سرعت انتشار موج A چند برابر طول‌موج و سرعت انتشار موج B است؟** (به‌ترتیب از راست به چپ) **(سراسری تجربی– ۹۵)**

۱) $۱,\frac{۱}{۴}$ ۲) $۲,\frac{۱}{۴}$ ۳) $۱,\frac{۱}{۲}$ ۴) $۲,\frac{۱}{۲}$

۹	**در یک موج عرضی، فاصلهٔ بین دو نقطهٔ کاملاً مشابه متوالی (از نظر نوسانی) برابر ..... است و موج این فاصله را در مدت ..... طی می‌کند.** ۱) طول موج ـ دورهٔ تناوب ۲) طول موج ـ بسامد ۳) دامنه ـ دورهٔ تناوب ۴) دامنه ـ بسامد
۱۰	**هنگامی که روی سطح آب یک موج تخت عرضی ایجاد می‌کنیم، فاصلهٔ بین قله نسبت به سطح آرام یا ساکن آب ..... و فاصله بین قله تا نزدیک‌ترین دره ..... است.** ۱) طول موج ـ نصف طول موج ۲) طول موج ـ دامنه ۳) دامنه ـ طول موج ۴) دامنه ـ نصف طول موج

تغییر مشخصات موج حین تغییر محیط انتشار : در انتقال موج از یک محیط به محیط دیگر با توجه به تغییر محیط، تندی انتشار موج تغییر می کند ولی مشخصه های مرتبط با منبع موج مانند دوره و بسامد ثابت می مانند.

(اگر از اتلاف انرژی صرف نظر شود دامنه نیز ثابت می ماند.)

نکته:

در مورد امواج سطحی در آبهای کم عمق با افزایش عمق آب تندی موج .....

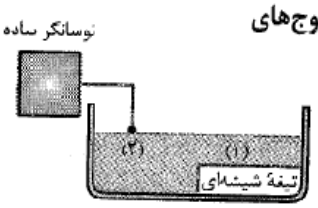
در مورد امواج صوتی با افزایش غلظت محیط تندی موج.....

در مورد امواج نوری با افزایش غلظت محیط تندی موج.....

۱ **اگر موجی از محیطی وارد محیط دیگر شود که سرعت انتشار در آن‌جا بیشتر باشد، بسامد آن ..... و طول موج آن .....**

۱) کاهش یافته ـ نیز کاهش می‌یابد.
۲) کاهش یافته ـ ثابت می‌ماند.
۳) ثابت مانده ـ افزایش می‌یابد.
۴) افزایش یافته ـ نیز افزایش می‌یابد.

۲ **- مطابق شکل، یک نوسانگر روی سطح آب درون یک تشت که دارای دو ناحیهٔ کم‌عمق (ناحیهٔ (۱)) و عمیق (ناحیهٔ (۲)) است، در حال نوسان است. کدام گزینه مقایسهٔ درستی در مورد بسامد (f) و طول موج (λ) موج‌های تشکیل‌شده بر سطح آب در ناحیهٔ (۱) و (۲) است؟**



۱) $\lambda_1 > \lambda_2 \, , \, f_1 = f_2$
۲) $\lambda_1 < \lambda_2 \, , \, f_1 > f_2$
۳) $\lambda_1 < \lambda_2 \, , \, f_1 = f_2$
۴) $\lambda_1 > \lambda_2 \, , \, f_1 > f_2$

۳ **با ورود یک موج مکانیکی از محیطی به محیط دیگر، تندی انتشار آن ۲۰ درصد افزایش می‌یابد. بسامد و طول موج آن به ترتیب از راست به چپ چند برابر می‌شود؟**

۱) $\frac{5}{6}$ ، $\frac{5}{6}$
۲) $\frac{6}{5}$ ، $\frac{5}{6}$
۳) ۱، $\frac{5}{6}$
۴) ۱، $\frac{6}{5}$

تندی انتشار موج عرضی در یک فنر یا تار یا ریسمان کشیده شده:

$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}=\sqrt{\frac{FL}{m}}=\sqrt{\frac{F}{\rho A}}=\frac{۲}{D}\sqrt{\frac{F}{\pi\rho}}$$

نکته مهم در استفاده از رابطه بالا:

سرعت انتشار موج مستقیماً به جرم یا طول وابسته نیست مثلا ...

چگالی خطی جرم (جرم واحد طول) در یک سیم که در ساز موسیقی به‌کار رفته $۴\times۱۰^{-۳}\ \frac{kg}{m}$ است و این سیم بین دو نقطه با نیروی $۲۵۰N$ کشیده شده است. اگر بسامد صوت حاصل از ساز $۳۱۲/۵Hz$ باشد، طول موج ایجاد شده در آن چند متر است؟

۱) ۰/۵۰ ۲) ۰/۷۵ ۳) ۰/۸۰ ۴) ۱/۲۵

تاری به طول یک متر و به جرم ۸ گرم با نیروی کشش $320\ N$ بین دو نقطه بسته شده است. موج عرضی در تار ایجاد می‌کنیم. این موج طول تار را در چند ثانیه طی می‌کند؟

۱) ۰/۰۲۰ ۲) ۰/۰۵۰ ۳) ۰/۰۰۲ ۴) ۰/۰۰۵

در هر یک از حالت‌های با فرض ثابت بودن نیروی کشش طناب، سرعت انتشار موج چند برابر می‌شود؟

الف) طناب را آن‌قدر می‌کشیم تا طولش ۴۴درصد افزایش یابد.

ب) طناب را از وسط تا کرده و آن را دولا می‌کنیم.

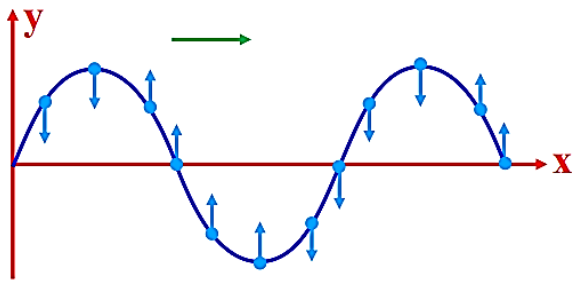
ج) طناب را با بریدن از وسط نصف می‌کنیم.

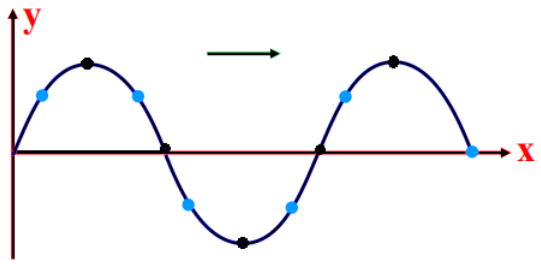
د) طناب را آن‌قدر می‌کشیم تا قطر مقطع آن ۲۰درصد کاهش یابد.

مشخصه های موج عرضی :

نقش موج عرضی: وضعیت نوسانی تمام ذرات محیط را در یک لحظه نشان می دهد. محور قائم محور نوسان ذرات محیط و محور افقی محور انتشار موج است.

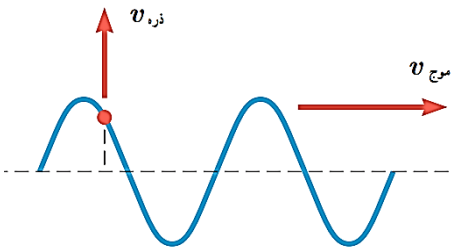
تعیین جهت نوسان ذرات محیط از نمودار نقش موج:





نقطه	علامت سرعت	علامت شتاب	نوع حرکت

تندی انتشار موج:



سرعت پیشروی موج در محیط انتشار یا مسافت طی شده توسط موج در یک دوره؛

وابسته به محیط و در محیط همگن عددی است ثابت؛

$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda f =$$

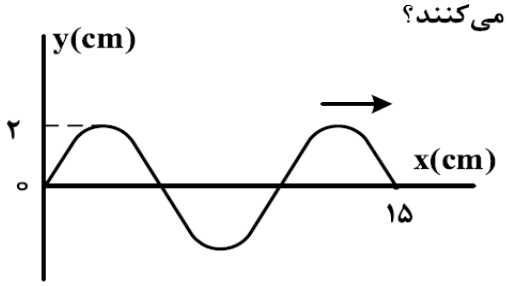
تندی ارتعاش ذرات محیط:

سرعت نوسانی ذرات محیط ؛

وابسته به منبع موج و عددی است متغیر با بیشینه

$$v_{max} = A\omega$$

شکل زیر، یک موج سینوسی را در لحظه‌ای از زمان نشان می‌دهد که در جهت محور x در طول ریسمان کشیده شده‌ای حرکت می‌کند. اگر نیروی کشش ریسمان $80\,N$ و چگالی خطی (جرم واحد طول) آن $0/2\frac{kg}{m}$ باشد، هر یک از ذرات ریسمان در مدت $0/01\,s$ مسافت چند سانتی‌متر را طی می‌کنند؟



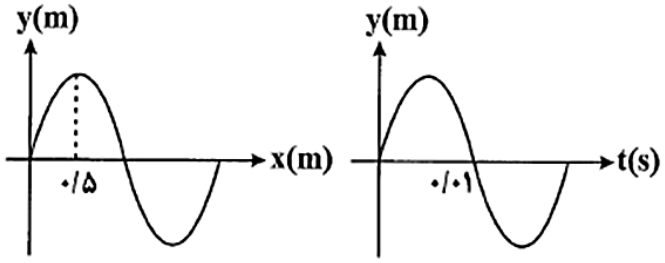
۱) ۲

۲) ۴

۳) ۸

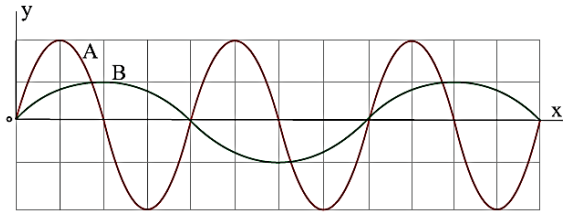
۴) ۱۶

نقش یک موج در یک لحظهٔ خاص و نمودار بُعد- زمان یک ذره از محیط انتشار این موج مطابق شکل‌های زیر است. این موج مسافت ۱۵۰ متر را در چه مدتی برحسب ثانیه طی می‌کند؟



۱) ۱/۵ ۲) ۲ ۳) ۲/۵ ۴) ۳

در شکل زیر، دو موج مکانیکی A و B در یک محیط منتشر می‌شوند. اگر T دورهٔ موج و v سرعت انتشار موج باشد، $\frac{T_A}{T_B}$ و $\frac{v_A}{v_B}$ به ترتیب کدام‌اند؟



۱) ۲ و ۱ ۲) ۲ و $\frac{۱}{۲}$

۳) $\frac{۱}{۲}$ و $\frac{۱}{۲}$ ۴) ۱ و $\frac{۱}{۲}$

امواج الکترومغناطیسی :

کشف فاراده : ایجادمیدان الکتریکی به علت تغییر میدان مغناطیسی (القای الکترومغناطیسی)

پیش‌بینی ماکسول : تولید میدان مغناطیسی بر اثر تغییر میدان الکتریکی

امواج الکترومغناطیسی از رابطهٔ متقابل میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی به‌وجود می‌آیند.
هر تغییری در میدان الکتریکی در هر نقطه از فضا، میدان مغناطیسی متغیری ایجاد می‌کند
و این میدان مغناطیسی متغیر، خود میدان الکتریکی متغیری به‌وجود می‌آورد.

امواج الکترومغناطیسی : ناشی از تغییرات هم‌زمانِ میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی(میدان الکترومغناطیسی)است.

ویژگیهای میدان الکترومغناطیسی:

۱ــ میدان الکتریکی $\vec{E}$ همواره عمود بر میدان مغناطیسی $\vec{B}$ است.
۲ــ میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی $\vec{E}$ و $\vec{B}$ همواره بر جهت حرکت موج عمودند و در نتیجه موج الکترومغناطیسی، یک موج عرضی است.
۳ــ میدان‌ها با بسامد یکسان و همگام با یکدیگر تغییر می‌کنند.

نکته: چون این امواج حامل جرم و بار نیستند (حامل انرژی هستند) در میدان های الکتریکی یا مغناطیسی یا گرانشی منحرف نمی شوند ضمنا برای انتشار نیاز به محیط مادی ندارند و در خلا نیز منتشر می شوند.

رابطهٔ تندی انتشار امواج الکترومغناطیسی در خلأ :

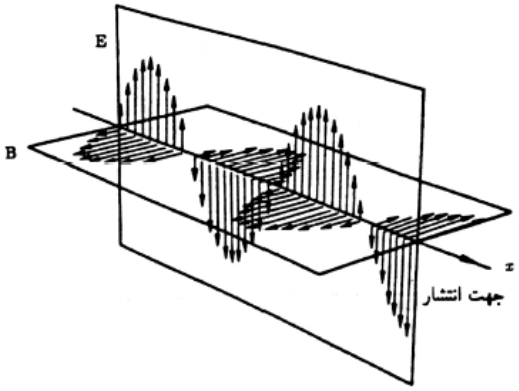
$$C = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \varepsilon_0}} = 3 \times 10^8 \text{ m/s} = \text{تندی انتشار نور در خلأ}$$

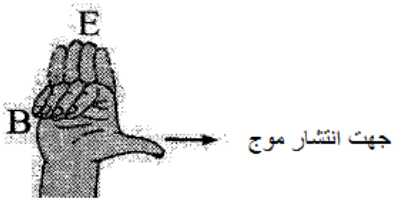
$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T.m/A}$ تراوایی مغناطیسی خلأ
$\varepsilon_0 = 8/85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N.m}^2$ ضریب گذردهی الکتریکی خلأ

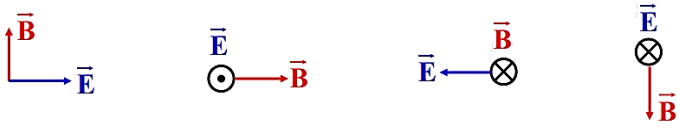
نتیجه مهم : نور نیز یک موج الکترومغناطیسی است .

تائید تجربی : آزمایشات هرتز

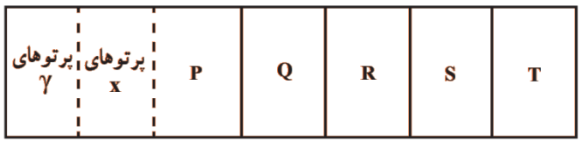
قاعده دست راست :

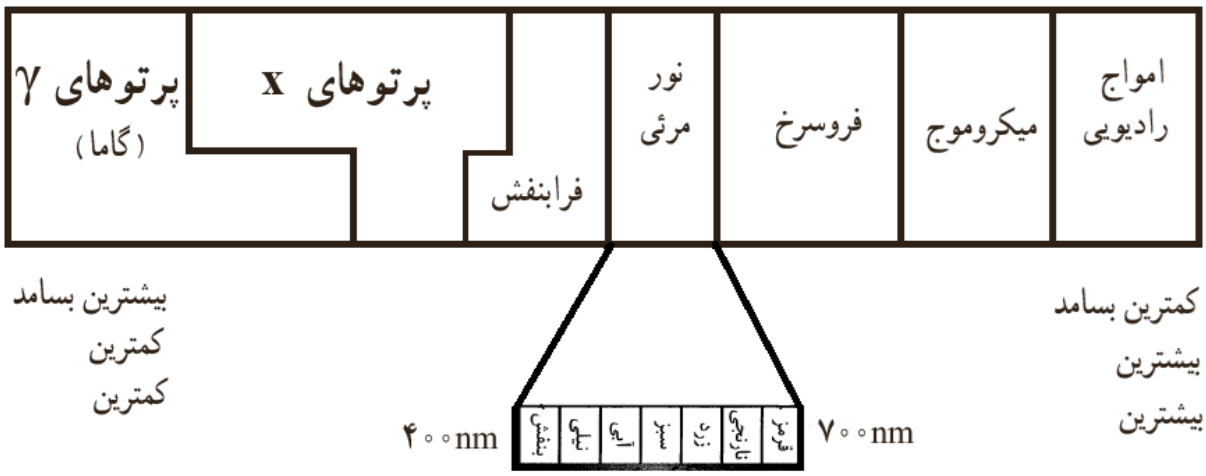






طیف امواج الکترومغناطیس :





تمام این امواج به‌رغم تفاوت فراوان در روش‌های تولید و کاربردهای آنها، امواجی الکترومغناطیسی هستند و همگی با تندی نور در خلأ حرکت می‌کنند و هیچ گسستگی‌ای در این طیف وجود ندارد.

۱ کدام عبارت در مورد موج‌های الکترومغناطیسی نادرست است؟

۱) میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی موج بر هم عمودند.

۲) سرعت انتشار موج‌های الکترومغناطیسی در خلأ یکسان است.

۳) تعداد نوسان‌های میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی در واحد زمان با هم برابرند.

۴) طول‌موج، فاصلهٔ بین دو نقطه از موج است که درآن دو نقطه، میدان الکتریکی با میدان مغناطیسی هم‌فاز است.

۲ یک موج الکترومغناطیسی در خلأ در حال انتشار است. در یک لحظه میدان الکتریکی موج در یک نقطه بیشینه است. در آن لحظه، میدان مغناطیسی در همان نقطه چگونه است؟

۱) در خلاف جهت میدان الکتریکی و در حال کاهش

۲) عمود بر میدان الکتریکی و بیشینه

۳) در جهت میدان الکتریکی و بیشینه

۴) در جهت میدان الکتریکی و در حال افزایش

۳ بسامد یک موج رادیویی ۱۲۰۰ کیلوهرتز است. طول‌موج آن چند متر است؟ $(c = ۳\times۱۰^{۸}\ m/s)$

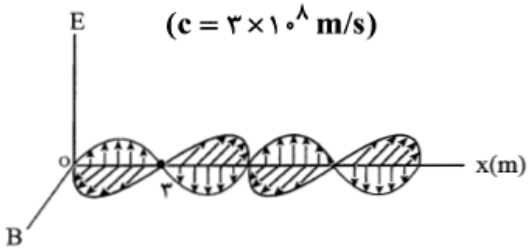
(سراسری خارج از کشور ریاضی – ۹۱)

۱) ۲/۵ ۲) ۴ ۳) ۲۵۰ ۴) ۴۰۰

۴ طول آنتن یک گوشی موبایل قدیمی معمولاً $\frac{۱}{۴}$ طول‌موج دریافتی است. اگر طول آنتن چنین موبایلی حدوداً $۸/۵cm$ باشد، بسامدی که این موبایل با آن کار می‌کند چند گیگا هرتز است؟ $(c = ۳\times۱۰^{۸}\ m/s)$

۱) $\frac{۱۷}{۱۵}$ ۲) ۱۴ ۳) $\frac{۱۵}{۱۷}$ ۴) ۱/۴

۵ شکل زیر نمودار جابه‌جایی - مکان یک موج الکترومغناطیسی را در خلأ نشان می‌دهد. بسامد آن چند مگاهرتز است؟ $(c = ۳\times۱۰^{۸}\ m/s)$



۱) ۵

۲) ۱۰

۳) ۵۰

۴) ۱۰۰

۶ اگر $\varepsilon_{۰}$ ضریب گذردهی الکتریکی در خلأ و $\mu_{۰}$ تراوایی مغناطیسی خلأ باشد، تندی انتشار موج‌های الکترومغناطیسی در خلأ برابر با کدام است؟

(سراسری خارج از کشور ریاضی – ۹۴)

۱) $(\mu_{۰}\varepsilon_{۰})^{\frac{۱}{۲}}$ ۲) $(\mu_{۰}\varepsilon_{۰})^{۲}$ ۳) $(\mu_{۰}\varepsilon_{۰})^{-\frac{۱}{۲}}$ ۴) $(\mu_{۰}\varepsilon_{۰})^{-۲}$

۷ یک موج الکترومغناطیسی در جهت مثبت محور x منتشر می‌شود. جهت میدان مغناطیسی در لحظه‌ای که میدان الکتریکی در جهت مثبت y است، کدام است؟

۱) $+z$ ۲) $+x$ ۳) $-z$ ۴) $-x$

پویش علمی جهاد

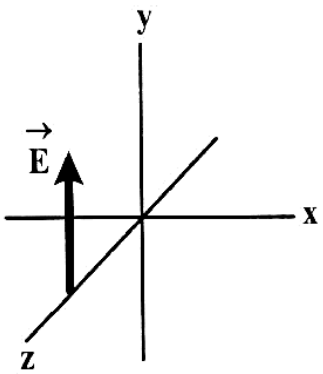
۸ با توجه به طیف موج‌های الکترومغناطیسی، با حرکت از اشعهٔ گاما به‌طرف امواج رادیویی، طول موج، بسامد نوسان و سرعت انتشار پرتوها در خلأ، به‌ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کند؟

۱) افزایش ـ افزایش ـ کاهش
۲) کاهش ـ کاهش ـ افزایش
۳) افزایش ـ کاهش ـ ثابت
۴) کاهش ـ افزایش ـ ثابت

امواج مکانیکی برای انتشار به محیط مادی نیاز دارند. اما انتشار امواج الکترومغناطیسی به محیط مادی نیاز ندارد و این امواج، انرژی را نه به‌صورت انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل ذرات محیط، بلکه به‌صورت انرژی میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی منتقل می‌کنند.

در شکل زیر، موج الکترومغناطیسی سینوسی در جهت محور z منتشر می‌شود و میدان الکتریکی آن، در یک لحظه و در یک نقطه نشان داده شده است. در این نقطه و در این لحظه، میدان مغناطیسی موج به کدام جهت است؟

۱) در خلاف جهت محور x
۲) در خلاف جهت محور y
۳) در جهت محور x
۴) در جهت محور y

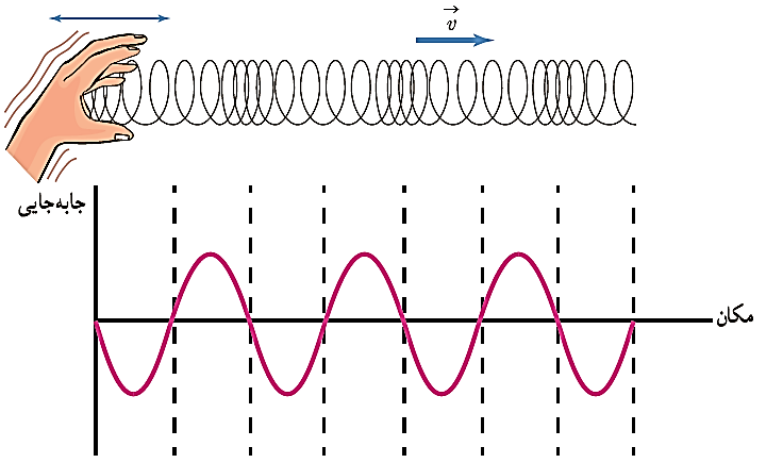


موج طولی و مشخصه های آن:

انتشار موج طولی در یک فنر بلندِ کشیده شده:

در مکان هایی که بیشترین جمع شدگی یا بیشترین بازشدگی حلقه ها رخ می دهد، جابه جایی هر جزء فنر از وضعیت تعادل برابر صفر است.این نقاط وسط ناحیه تراکم (فشرده ترین قسمت فنر) یا وسط ناحیه انبساط (بازترین قسمت فنر) هستند.(تندی ارتعاش بیشینه)

در وسط فاصله بین یک جمع شدگی بیشینه و یک بازشدگی بیشینه مجاور هم، اندازه جابه جایی هر جزء فنر از وضعیت تعادل، بیشینه است.(تندی ارتعاش صفر)

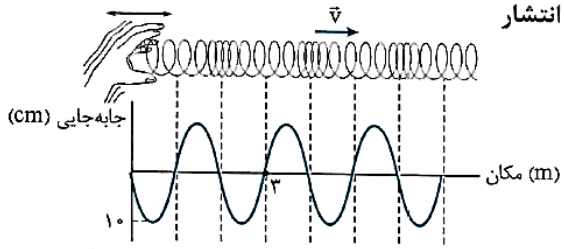


در امواج طولی، *طول موج برابر با فاصله بین دو تراکم یا دو انبساط متوالی* است.

دامنه موج طولی برابر با بیشینه جابه جایی از مکان تعادل است.

برای امواج مکانیکی، تندی انتشار امواج طولی در یک محیط جامد بیشتر از تندی انتشار امواج عرضی در همان محیط است.

شکل روبه‌رو نمودار جابه‌جایی ـ مکان موج طولی منتشرشده در فنر است. اگر تندی انتشار موج $9\ m/s$ باشد، معادلهٔ مکان ـ زمان حرکت نوسانی دست در SI کدام است؟



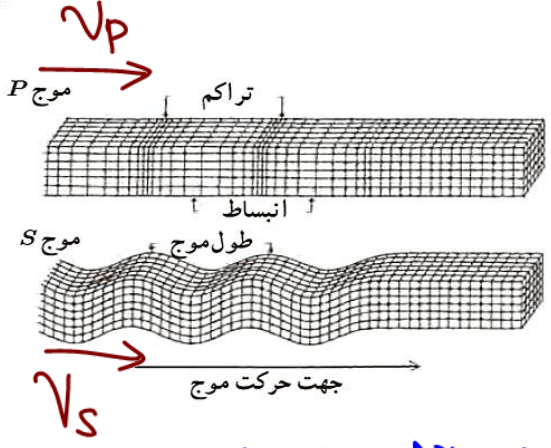
۱) $x = 10\cos 9\pi t$

۲) $x = 0/1\cos 9\pi t$

۳) $x = 10\cos 6\pi t$

۴) $x = 0/1\cos 6\pi t$

$v_P > v_S \rightarrow t_P < t_S$



امواج لرزه‌ای موج‌های مکانیکی‌ای هستند که از لایه‌های زمین عبور می‌کنند. یکی از منشأهای مهم امواج لرزه‌ای، زمین‌لرزه‌ها هستند. دو نوع از امواج لرزه‌ای، امواج اولیهٔ P و امواج ثانویهٔ S هستند. امواج P، امواجی طولی و امواج S امواجی عرضی هستند. معمولاً تندی موج‌های P در حدود ۸/۰km/s و تندی موج‌های S در حدود ۴/۵ km/s است. یک دستگاه لرزه‌نگار موج‌های P و S حاصل از یک زمین‌لرزه را ثبت می‌کند.

$$\Delta t = t_S - t_P = \frac{\Delta x}{v_S} - \frac{\Delta x}{v_P} = \Delta x\left(\frac{1}{v_S} - \frac{1}{v_P}\right) = \Delta x\left(\frac{v_P - v_S}{v_S v_P}\right)$$

لرزه نگار با ثبت اختلاف زمانی رسیدن دو نوع موج ذکر شده چگونه فاصله محل وقوع زلزله را تعیین می کند؟

$$\Delta x = \frac{v_s v_P}{v_P - v_s}\Delta t$$

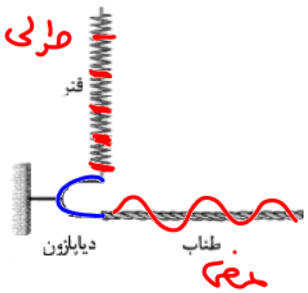
یک دستگاه لرزه‌نگار، موج‌های P (طولی) و S (عرضی) حاصل از زمین‌لرزه را ثبت می‌کند. اگر نخستین امواج P، ۳/۵ دقیقه پیش از نخستین امواج S دریافت شوند و این موج‌ها روی خط راستی حرکت کنند، زمین لرزه در فاصلهٔ چند کیلومتری از محل لرزه نگار رخ داده است؟ تندی موج‌های S برابر ۴/۵km/s و تندی موج‌های P برابر ۸km/s است.

$\Delta t = ۳/۵ \times ۶۰\ s$

۱) ۳۶
۲) ۲۱۶ ✓
۳) ۳۶۰
۴) ۲۱۶۰

$\Delta t = t_S - t_P = \frac{\Delta x}{v_S} - \frac{\Delta x}{v_P} \rightarrow ۳/۵ \times ۶۰ = \Delta x\left(\frac{1}{۴/۵} - \frac{1}{۸}\right) \rightarrow \Delta x = ۲۱۶۰\ km$

مطابق شکل، یکی از شاخه‌های دیاپازون به یک طناب و شاخهٔ دیگر آن به یک فنر متصل است. اگر دیاپازون به ارتعاش دربیاید، در فنر موج ..... و در طناب موج ..... با ..... یکسان به وجود می‌آید.



۱) طولی، عرضی، طول موج
۲) طولی، عرضی، بسامد ✓
۳) عرضی، طولی، بسامد
۴) عرضی، طولی، طول موج

موج صوتی:

نمونه مهم از انواع موج مکانیکی طولی است که با ارتعاش چشمه صوت در تمام جهات منتشر شده و در تمام محیط های مادی (جامد ،مایع ، گاز) قابل تولید و انتشار است.

امواج صوتی به دلیل طبیعت طولی خود، مجموعه ای از تراکم هاو انبساط هاست ولی هر مولکول از محیط انتشار، با موج حرکت نمی کند، بلکه در مکان ثابتی به جلو و عقب نوسان می کند.

انتشار یک موج صوتی در یک محیط همگن ،کروی است و به علت تغییرات سینوسی در فشار و چگالی هوا ایجاد می گردد.

تندی انتشار صوت به ویژگی های فیزیکی محیط بستگی دارد.

عموماً صوت در جامدها سریع تر از مایع ها و در مایع ها سریع تر از گازها حرکت می کند.

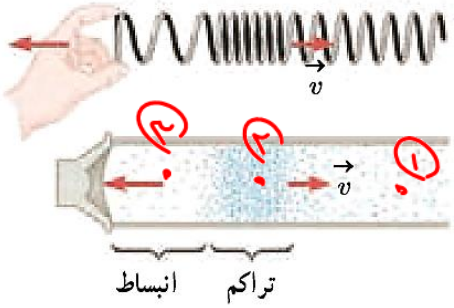
تندی صوت افزون بر جنس محیط به دما نیز بستگی دارد.(در گازها و مایعات با افزایش دما افزایش می یابد ولی در جامدات به دما وابستگی زیادی ندارد.)

سوال:تندی انتشار صوت در محیط با بسامد و دوره موج صوتی چه نسبتی دارد؟

تندی صوت در محیط‌های مختلف

محیط	تندی (m/s)
گازها*	
هوا (۰°C)	۳۳۱
هوا (۲۰°C)	۳۴۳
مایع‌ها	
آب (۰°C)	۱۴۰۲
آب (۲۰°C)	۱۴۸۲
آب دریا (۲۰°C و شوری ۳/۵٪)	۱۵۲۲
جامدها	
فولاد	۵۹۴۱

سوال:تفاوت امواج صوتی و الکترومغناطیسی را ذکر کنید.



چند مورد از موارد زیر درست است؟

الف) تندی صوت به ویژگی‌های فیزیکی محیط انتشار بستگی دارد.

ب) امواج صوتی به صورت دایره‌ای در فضا منتشر می‌شوند.

پ) امواج صوتی در اثر انتقال ذرات محیط منتشر می‌شوند.

ت) در اثر انتشار صوت در هوا، مولکول‌های هوا در راستای عمود بر جهت انتشار صوت نوسان می‌کنند.

ث) صوت یک موج طولی است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

در زمستان، یخ ضخیمی در سطح یک دریاچه تشکیل شده است. فرض کنید یک موج صوتی ابتدا از هوا وارد یخ و سپس وارد آب شود. کدام گزینه در مورد این موج صحیح است؟

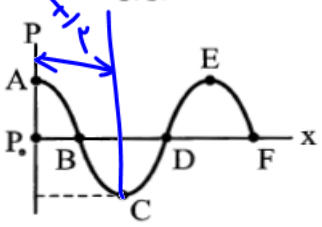
۱) بسامد آن ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.

۲) بسامد آن ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

۳) طول‌موج آن ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.

۴) طول‌موج آن ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

شکل زیر نمودار تغییرات فشار هوا بر حسب فاصله را در یک لحظه از زمان، هنگام نوسان یک دیاپازون نشان می‌دهد. با توجه به این شکل، نقطه A لایهٔ ..... ، نقطه C لایهٔ ..... و فاصلهٔ نقطهٔ A تا نقطهٔ C برابر ..... است.



۱) تراکمی – انبساطی – دو دامنه

۲) تراکمی – انبساطی – نصف طول‌موج

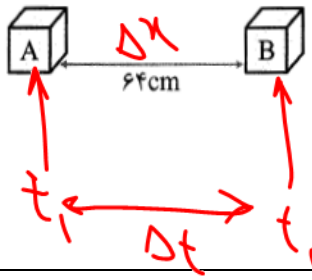
۳) تراکمی – تراکمی – دو دامنه

۴) تراکمی – تراکمی – نصف طول‌موج

صوت حاصل از یک چشمهٔ ساکن، در مدت ۰/۴ ثانیه به یک دیوار برخورد کرده و به محل چشمه بر می‌گردد. اگر بسامد چشمهٔ صوت ۴۰ کیلوهرتز و طول‌موج ۸/۷۵ میلی‌متر باشد، فاصلهٔ چشمهٔ صوت تا دیوار چند متر است؟ (سراسری تجربی – ۹۵)

۱) ۳۵ ۲) ۷۰ ۳) ۱۴۰ ۴) ۱۷۵

مطابق شکل دو گیرندهٔ صوت A و B در فاصلهٔ ۶۴ سانتی‌متری از هم و در راستای انتشار صوت حاصل از ضربه زدن به صفحهٔ فلزی توسط چکش قرار دارند. هنگامی‌که با چکش به صفحهٔ فلزی ضربه می‌زنیم، اگر تندی انتشار صوت در هوا ۳۲۰m/s باشد، اختلاف زمان رسیدن صوت به دو گیرنده چند میلی‌ثانیه است؟



۱) ۰/۵ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

شدت صوت:

آهنگ متوسط انرژی ای که توسط موج به واحد سطح، عمود بر راستای انتشار صوت می رسد یا از آن عبور می کند.

$$I = \frac{P_{av}}{A} = \frac{E/t}{A} = \frac{E/t}{4\pi r^2}$$

یکای شدت صوت، وات بر متر مربع است.

$I \propto \frac{1}{r^2}$

شدت صوت با مربع فاصله از چشمه صوت نسبت عکس دارد ؛ ضمنا با مربع دامنه و مربع بسامد چشمه موج نسبت مستقیم دارد.

$$\frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{A_2}{A_1} \times \frac{f_2}{f_1} \times \frac{r_1}{r_2}\right)^2$$

$I \propto \frac{A^2 f^2}{r^2}$

تراز شدت صوت:

به لگاریتم نسبت شدت یک صوت به شدت مرجع در پایه ده می گویند:

$$\beta = 10 \log\left(\frac{I}{I_0}\right) \quad (dB)$$

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

آستانه شنوایی

$I = 10^{-4} \frac{W}{m^2}$

$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} = 10 \log \frac{10^{-4}}{10^{-12}} = 10 \log 10^8 = 80\ dB$

محاسبه تغییر تراز شدت صوت:

$$\beta_2 - \beta_1 = 10 \log \frac{I_2}{I_1}$$

ادراک شنوایی:

با شنیدن هر تُن، دو ویژگی را می‌توان از هم متمایز ساخت : ارتفاع و بلندی آن.
ارتفاع و بلندی هر دو به ادراک شنوایی ما مربوط می‌شوند.

ارتفاع، بسامدی است که گوش انسان درک می‌کند؛ مثلاً اگر چند دیاپازون با بسامدهای مختلف به‌طور یکسان نواخته شوند بسامد آنها را می‌توان از کمترین تا بیشترین مقدار تشخیص داد. اما بلندی، شدتی است که گوش انسان از صوت درک می‌کند. اگر یک دیاپازون با بسامد مشخص را با ضربه‌هایی متفاوت به ارتعاش وادارایم، با آنکه بسامد صدایی که می‌شنویم تغییر نمی‌کند، اما صداهایی با بلندی متفاوت را حس می‌کنیم که این به شدت ضربه‌ها بستگی دارد. بلندی متفاوت با شدت است. شدت را می‌توان با یک آشکارساز اندازه گرفت، در حالی که بلندی چیزی است که شما حس می‌کنید. دستگاه شنوایی انسان به بسامدهای متفاوت حساسیت‌های متفاوتی نشان می‌دهد، به‌طوری که بیشترین حساسیت گوش انسان به بسامدهایی در گسترهٔ ۲۰۰۰Hz تا ۵۰۰۰Hz است، در حالی که گوش انسان قادر به شنیدن تُن‌های صدای ۲۰Hz تا ۲۰,۰۰۰Hz است.

$\frac{W}{m^2} = \frac{J}{m^2 s} = \frac{N \times m}{m^2 \times s} = \frac{N}{m.s}$

۱ کدام یک از گزینه‌های زیر معادل یکای شدت صوت است؟

۱) نیوتون بر متر ثانیه ۲) نیوتون بر متر مربع ثانیه ۳) ژول بر ثانیه ۴) وات بر متر مربع ثانیه

۲ امواج صوتی حاصل از یک چشمهٔ صوت در هوا به شکل کره منتشر می‌شوند. اگر توان یک چشمه $\pi \times 10^{-5}$ وات باشد، شدت صوت آن در یک نقطه به فاصلهٔ ۰/۵ متر از چشمه، چند میکرو وات بر متر مربع خواهد بود؟

۱) ۱ ۲) ۱۰ ۳) ۰/۱ ۴) ۰/۴

۳ صفحهٔ حساسی به مساحت $3\,cm^2$ بر راستای انتشار صوت عمود است و در مدت ۵ ثانیه، $1/5 \times 10^{-11} J$ انرژی صوتی به صفحه می‌رسد. شدت صوت در سطح این صفحه چند میکروووات بر متر مربع است؟ **(سراسری تجربی– ۹۵)**

۱) $2/5 \times 10^{-8}$ ۲) 10^{-8} ۳) ۰/۰۱ ۴) ۰/۲۵

۴ اگر فاصله از یک چشمه صوت ۲۵ درصد افزایش یابد شدت صوت حاصل از آن با فرض عدم اتلاف انرژی چگونه تغییر خواهد کرد؟

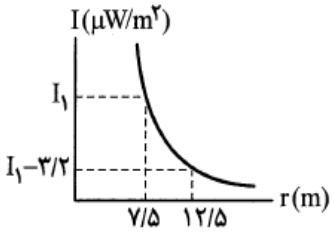
۱) ۲۰درصد افزایش ۲) ۲۰ درصد کاهش ۳) ۳۶ درصد کاهش ۴) ۳۶ درصد افزایش

۵ فاصلهٔ شنونده‌ای از چشمهٔ صوت چگونه تغییر کند تا شدت صوت دریافتی توسط شنونده، ۷۵ درصد کاهش یابد؟ (جذب انرژی صوتی در محیط ناچیز است)

۱) ۱۰۰ درصد کاهش یابد. ۲) ۱۰۰ درصد افزایش یابد.

۳) ۵۰ درصد کاهش یابد. ۴) ۵۰ درصد افزایش یابد.

۶ در شکل زیر نمودار شدت صوت یک چشمهٔ صوت بر حسب فاصله از آن نشان داده شده است. مقدار I_1 چند $\mu W/m^2$ است؟



۱) ۴/۸ ۲) ۶/۴ ۳) ۶ ۴) ۵

۷ دو نقطهٔ A و B در راستای یک چشمهٔ صوت، که امواج کروی می‌فرستند، به گونه‌ای قرار گرفته‌اند که شدت صوت در نقطهٔ A دو برابر نقطهٔ B است. اگر فاصلهٔ این دو نقطه ۲ متر باشد، فاصلهٔ A تا چشمه چند متر است؟ $(\sqrt{2} \simeq 1/4)$

۱) ۵ ۲) ۴ ۳) ۳/۵ ۴) ۲/۵

۸ شدت صوت در فاصلهٔ r از چشمهٔ صوتی برابر $45\,W/m^2$ است. اگر در فاصلهٔ r تا ۳r، ۲۰٪ انرژی صوت جذب هوا شود، شدت صوت در فاصلهٔ ۳r از چشمه، چند وات بر مترمربع است؟

۱) ۱۵ ۲) ۵ ۳) ۱۲/۵ ۴) ۴

۹ اگر فاصلهٔ شنونده تا یک چشمهٔ صوتی ۳ برابر و دورهٔ تناوب چشمهٔ صوتی ۲ برابر شود، تندی انتشار صوت در محیط ..... برابر و شدت صوتی که به گوش شنونده می‌رسد ..... برابر می‌شود.

۱) $36, \frac{1}{2}$ ۲) $\frac{1}{36}, \frac{1}{2}$ ۳) $36, 1$ ۴) $\frac{1}{36}, 1$

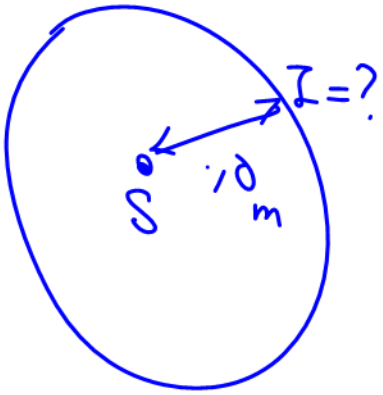
$r_2 = 3r_1$

$T_2 = 2T_1 \xrightarrow{f=\frac{1}{T}} f_2 = \frac{1}{2} f_1$

$I \propto \frac{A f^2}{r^2} \rightarrow \frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{f_2}{f_1} \times \frac{r_1}{r_2}\right)^2 = \left(\frac{1}{2} \times \frac{r_1}{3r_1}\right)^2 = \frac{1}{36}$

۲ امواج صوتی حاصل از یک چشمهٔ صوت در هوا به شکل کره منتشر می‌شوند. اگر توان یک چشمه $\pi \times 10^{-5}$ وات باشد، شدت صوت آن در یک نقطه به فاصلهٔ ۰/۵ متر از چشمه، چند میکرو وات بر متر مربع خواهد بود؟

۱) ۱ ۲) ۱۰ ۳) ۰/۱ ۴) ۰/۴



$$I = \frac{P}{A} = \frac{P}{4\pi r^2} = \frac{\pi \times 10^{-5}}{4\pi \times (0.5)^2} = 10^{-5} \frac{W}{m^2} \xrightarrow{\times 10^6} 10\ \frac{\mu W}{m^2}$$

۳ صفحهٔ حساسی به مساحت $3\,cm^2$ بر راستای انتشار صوت عمود است و در مدت ۵ ثانیه، $1/5 \times 10^{-11}\,J$ انرژی صوتی به صفحه می‌رسد. شدت صوت در سطح این صفحه چند میکروووات بر متر مربع است؟ **(سراسری تجربی- ۹۵)**

۱) $2/5 \times 10^{-8}$ ۲) 10^{-8} ۳) ۰/۰۱ ۴) ۰/۲۵

$$I = \frac{P}{A} = \frac{\frac{E}{t}}{A} = \frac{\frac{1.5 \times 10^{-11}}{5}}{3 \times 10^{-4}} = \frac{0.1 \times 10^{-11}}{10^{-4}} = 10^{-8} \frac{W}{m^2} \xrightarrow{\times 10^6} 10^{-2}\ \frac{\mu W}{m^2}$$

۴ اگر فاصله از یک چشمه صوت ۲۵ درصد افزایش یابد شدت صوت حاصل از آن با فرض عدم اتلاف انرژی چگونه تغییر خواهد کرد؟

۱) ۲۰درصد افزایش ۲) ۲۰ درصد کاهش ۳) ۳۶ درصد کاهش ۴) ۳۶ درصد افزایش

$$r_2 = 1.25\, r_1 \quad \left(r_2 = \frac{5}{4} r_1\right) \xrightarrow{I \propto \frac{1}{r^2}} \frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 = \left(\frac{r_1}{\frac{5}{4} r_1}\right)^2 = \frac{16}{25} \xrightarrow{\times 4} \frac{64}{100}$$

$$I_2 = \frac{64}{100} I_1$$

۵ فاصلهٔ شنونده‌ای از چشمهٔ صوت چگونه تغییر کند تا شدت صوت دریافتی توسط شنونده، ۷۵ درصد کاهش یابد؟ (جذب انرژی صوتی در محیط ناچیز است)

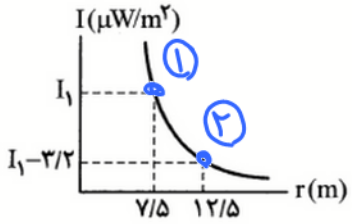
۱) ۱۰۰ درصد کاهش یابد.
۲) ۱۰۰ درصد افزایش یابد.
۳) ۵۰ درصد کاهش یابد.
۴) ۵۰ درصد افزایش یابد.

$I_2 = \frac{25}{100} I_1 = \frac{1}{4} I_1 \xrightarrow{I \propto \frac{1}{r^2}} \frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \rightarrow \frac{1}{4} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$

$\frac{r_2}{r_1} = ?$

$\frac{r_1}{r_2} = \frac{1}{2} \rightarrow r_2 = 2r_1$

۶ در شکل زیر نمودار شدت صوت یک چشمهٔ صوت بر حسب فاصله از آن نشان داده شده است. مقدار I_1 چند $\mu W/m^2$ است؟



$\frac{I_1}{I_2} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2$

۱) ۴/۸
۲) ۶/۴
۳) ۶
۴) ۵

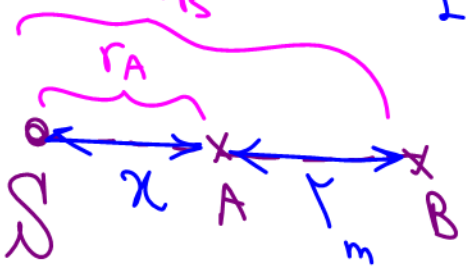
$\frac{I_1}{I_1 - 3/2} = \left(\frac{12/5}{7/5}\right)^2 \rightarrow \frac{I_1}{I_1 - 3/2} = \frac{25}{9} \rightarrow 9I_1 = 25I_1 - 25 \times 3/2$

$25 \times 3/2 = 16 I_1 \rightarrow I_1 = 5\ W/m^2$

۷ دو نقطهٔ A و B در راستای یک چشمهٔ صوت، که امواج کروی می‌فرستند، به گونه‌ای قرار گرفته‌اند که شدت صوت در نقطهٔ A دو برابر نقطهٔ B است. اگر فاصلهٔ این دو نقطه ۲ متر باشد، فاصلهٔ A تا چشمه چند متر است؟ $(\sqrt{2} \simeq 1/4)$

۱) ۵
۲) ۴
۳) ۳/۵
۴) ۲/۵

$I_A = 2I_B$



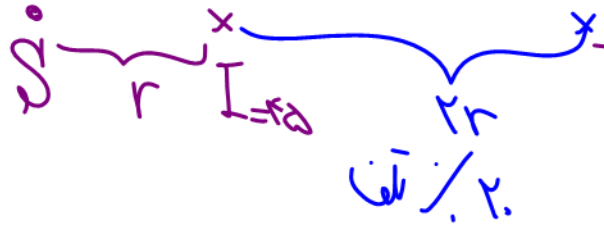
$I \propto \frac{1}{r^2} \rightarrow \frac{I_A}{I_B} = \left(\frac{r_B}{r_A}\right)^2 \rightarrow 2 = \left(\frac{r_B}{r_A}\right)^2$

$\sqrt{2} = \frac{r_B}{r_A} \rightarrow 1/4 = \frac{x+2}{x} \rightarrow 0/4x = 2 \rightarrow x = 5\ m$

۸ شدت صوت در فاصلهٔ r از چشمهٔ صوتی برابر $۴۵\,W/m^۲$ است. اگر در فاصلهٔ r تا ۳r، ۲۰٪ انرژی صوت جذب هوا شود، شدت صوت در فاصلهٔ ۳r از چشمه، چند وات بر مترمربع است؟

۱) ۱۵ ۲) ۵ ۳) ۱۲/۵ ۴) ۴

$$I = \frac{P}{۴\pi r^۲} \rightarrow I \propto \frac{P}{r^۲}$$



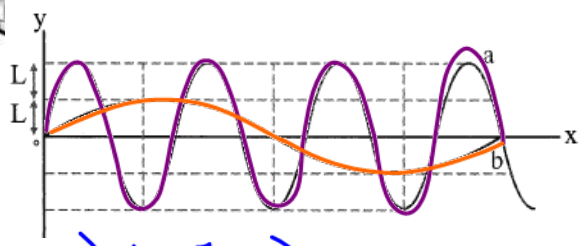
$$\frac{I'}{I} = \frac{P'}{P} \times \left(\frac{r}{r'}\right)^۲$$

$$\frac{I'}{۴۵} = ۰/۸ \times \left(\frac{r}{۳r}\right)^۲ = \frac{۰/۸}{۹} = \frac{۸}{۹۰}$$

$$I' = ۴ \frac{w}{m^۲}$$

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

۱۰ نمودار جابه‌جایی ـ مکان دو موج صوتی a و b که در یک محیط منتشر شده‌اند، به‌صورت مقابل است. در یک فاصله از دو چشمهٔ صوت، شدت موج صوتی a چند برابر شدت موج صوتی b است؟



۱) $\frac{۴۹}{۶}$ ۲) $\frac{۴۹}{۲۵۶}$ ۳) ۴۹ ✓ ۴) $\frac{۴۹}{۸}$

$\lambda_b = 2,5\,\lambda_a$

$r_a = r_b$

$\frac{I_a}{I_b} = \left(\frac{A_a}{A_b} \times \frac{f_a}{f_b}\right)^2 = 49$

$v_a = v_b$

$\lambda_a f_a = \lambda_b f_b$

$f_a = 2,5\, f_b$

$I \propto \frac{A^2 f^2}{r^2}$

۱ شدت صوتی $۲/۲ \times ۱۰^{-۳}\ W/m^۲$ است. تراز شدت صوت چند دسی بل است؟ $(I_۰ = ۱۰^{-۱۲}\ W/m^۲, \log ۲ = ۰/۳)$

۱) ۱۵ ۲) ۲۵ ۳) ۸۵ ۴) ۹۵ ✓

(سراسری ریاضی- ۹۲)

$\beta = 10 \log \frac{I}{I_۰} = 10 \log \frac{۲,۲ \times ۱۰^{-۳}}{۱۰^{-۱۲}} = 10 \log ۲۲ \times ۱۰^۸ = 10 \left[\log ۲۲ + \log ۱۰^۸\right]$

$\beta = 10 \left[\log ۲^۵ + ۸\right] = 10 \left[۵ \log ۲ + ۸\right] = ۹۵\ dB$

۱ شدت صوتی $۲/۳\times۱۰^{-۳}\ W/m^۲$ است. تراز شدت صوت چند دسی بل است؟ $(I_۰=۱۰^{-۱۲}\ W/m^۲, \log ۲=۰/۳)$

۱) ۱۵ ۲) ۲۵ ۳) ۸۵ ۴) ۹۵

(سراسری ریاضی- ۹۲)

۲ تراز شدت صوتی ۱۵ دسی بل است. شدت این صوت، چند برابر شدت صوت مبنا است؟ $(\log ۲=۰/۳)$

۱) ۵۰ ۲) ۳۰ ۳) ۳۲ ۴) ۲۴

(سراسری تجربی - ۹۳)

۳ تراز شدت صوتی ۶۶ دسی بل است. شدت این صوت چند وات بر متر مربع است؟ $(I_۰=۱۰^{-۱۲}\ W/m^۲, \log ۲=۰/۳)$

۱) ۴×۱۰^{-۶} ۲) ۴×۱۰^{-۱۰} ۳) ۶×۱۰^{-۶} ۴) ۶×۱۰^{-۱۰}

(سراسری خارج از کشور تجربی- ۹۲)

۴ یک چشمهٔ صوت، امواج صوتی را با توان ۱۲۰ وات در یک فضای باز تولید و منتشر می‌کند. شنونده‌ای در فاصلهٔ چند متری از چشمه قرار گیرد تا امواج صوتی را با بلندی ۹۰ دسی بل بشنود؟ (از جذب انرژی توسط محیط صرف‌نظر شود، $\pi=۳$، $I_۰=۱۰^{-۱۲}\ W/m^۲$ است.)

۱) ۰/۱ ۲) ۱۰ ۳) ۱۰۰ ۴) ۱۰۰۰۰

۵ یک چشمهٔ صوت، در یک فضای باز امواجی را گسیل می‌کند و در فاصلهٔ ۵ متری آن تراز شدت صوت ۶۰ دسی بل است. توان چشمهٔ صوت چند میلی‌وات است؟ (از اتلاف انرژی صوتی در هوا صرف نظر شود و $I_۰=۱۰^{-۱۲}\ W/m^۲$)

(سراسری خارج از کشور تجربی- ۹۷)

۱) $۰/۱\pi$ ۲) $۰/۲\pi$ ۳) $۰/۰۱\pi$ ۴) $۰/۰۲\pi$

۶ اگر صدایی ۱۲ دسی بل بلندتر از صدای دیگر باشد، شدت صدای بلندتر چند برابر شدت صدای دیگر است؟ $(\log ۲=۰/۳)$

۱) ۱۶ ۲) ۳۲ ۳) $۱۰^۲$ ۴) $۱۰^{۱۲}$

(سراسری ریاضی - ۹۷)

۷ اگر شدت صوتی را ۱۶ برابر کنیم، تراز شدت آن ۵ برابر می‌شود. اگر $I_۰=۱۰^{-۱۲}\ W/m^۲$ باشد، شدت اولیهٔ صوت چند وات بر مترمربع است؟ $(\log ۲=۰/۳)$

(سراسری تجربی- ۹۱)

۱) ۲×۱۰^{-۱۲} ۲) $۳/۲\times۱۰^{-۱۲}$ ۳) ۴×۱۰^{-۱۲} ۴) ۵×۱۰^{-۱۲}

۸ در فاصلهٔ d از یک چشمهٔ صوت، تراز شدت صوتی برابر با $۱۰dB$ است. اگر ۱۴متر به چشمهٔ صوت نزدیک شویم، تراز شدت صوت برابر با $۲۸dB$ می‌شود. فاصلهٔ d چند متر است؟ $(\log ۲=۰/۳)$

۱) ۲۴ ۲) ۲۰ ۳) ۱۸ ۴) ۱۶

۹ در یک فضای باز، فاصله‌ی خود را از یک چشمه‌ی تولید موج‌های صوتی کروی ۲۵ درصد افزایش می‌دهیم. در این صورت تراز شدت صوتی که از این چشمه‌ی صوت به گوش ما می‌رسد، چند دسی‌بل کاهش می‌یابد؟ (از جذب انرژی توسط محیط انتشار صوت صرف‌نظر شود و $\log ۲=۰/۳$)

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۷ ۴) ۱۴

۲ تراز شدت صوتی ۱۵ دسی بل است. شدت این صوت، چند برابر شدت صوت مبنا است؟ $(\log ۲ = ۰/۳)$

۱) ۵۰ ۲) ۳۰ ۳) ۳۲ ۴) ۲۴ (سراسری تجربی - ۹۳)

$\frac{I}{I_۰} = ?$

$\beta = ۱۵\ dB \quad \beta = ۱۰\log\frac{I}{I_۰} \rightarrow ۱۵ = ۱۰\log\frac{I}{I_۰} \rightarrow \underbrace{۱/۵}_{۵\times ۰/۳} = \log\frac{I}{I_۰}$

$۵\log ۲ = \log\frac{I}{I_۰} \rightarrow \log ۲^۵ = \log\frac{I}{I_۰} \rightarrow \frac{I}{I_۰} = ۲^۵ = ۳۲$

۳ تراز شدت صوتی ۶۶ دسی بل است. شدت این صوت چند وات بر متر مربع است؟ $(I_۰ = ۱۰^{-۱۲}\ W/m^۲ ,\ \log ۲ = ۰/۳)$

۱) ۴×۱۰^{-۶} ۲) ۴×۱۰^{-۱۰} ۳) ۶×۱۰^{-۶} ۴) ۶×۱۰^{-۱۰} (سراسری خارج از کشور تجربی - ۹۲)

$\beta = ۶۶\ dB \quad \beta = ۱۰\log\frac{I}{I_۰} = ۶۶ \rightarrow \log\frac{I}{I_۰} = ۶/۶ = ۶ + ۲\times ۰/۳$

$I = ?$

$\log\frac{I}{I_۰} = \log ۱۰^۶ + ۲\log ۲ = \log ۱۰^۶ + \log ۴ = \log ۴\times ۱۰^۶$

$\frac{I}{I_۰} = ۴\times ۱۰^۶ \rightarrow \frac{I}{۱۰^{-۱۲}} = ۴\times ۱۰^۶ \rightarrow I = ۴\times ۱۰^{-۶}\ W/m^۲$

۴ یک چشمهٔ صوت، امواج صوتی را با توان ۱۲۰ وات در یک فضای باز تولید و منتشر می‌کند. شنونده‌ای در فاصلهٔ چند متری از چشمه قرار گیرد تا امواج صوتی را با بلندی ۹۰ دسی بل بشنود؟ (از جذب انرژی توسط محیط صرف‌نظر شود، $\pi = ۳$ ، $I_۰ = ۱۰^{-۱۲}\ W/m^۲$ است.)

۱) ۰/۱ ۲) ۱۰ ۳) ۱۰۰ ۴) ۱۰۰۰۰

$r = ?$

$P = ۱۲۰\ w$

$\beta = ۹۰\ dB$

$\beta = ۱۰\log\frac{I}{I_۰} \rightarrow ۹۰ = ۱۰\log\frac{I}{۱۰^{-۱۲}} \rightarrow \frac{I}{۱۰^{-۱۲}} = ۱۰^۹ \rightarrow I = ۱۰^{-۳}\ w/m^۲$

$I = \frac{P}{A} \Rightarrow ۱۰^{-۳} = \frac{۱۲۰}{\underbrace{۴\pi r^۲}_{A}} \rightarrow r^۲ = ۱۰^۴ \rightarrow r = ۱۰۰\ m$

۶ اگر صدایی ۱۲ دسی بل بلندتر از صدای دیگر باشد، شدت صدای بلندتر چند برابر شدت صدای دیگر است؟ $(\log ۲ = ۰/۳)$

(سراسری ریاضی - ۹۷)

۱) ۱۶ ۲) ۳۲ ۳) $۱۰^{۲}$ ۴) $۱۰^{۱۲}$

بلندتر $\beta_A - \beta_B = ۱۲$ dB

$\frac{I_A}{I_B} = ?$

$\beta_A - \beta_B = ۱۰ \log \frac{I_A}{I_B} \rightarrow ۱۲ = ۱۰ \log \frac{I_A}{I_B} \rightarrow ۱/۲ = \log \frac{I_A}{I_B} \rightarrow ۴ \times ۰/۳ = \log \frac{I_A}{I_B}$

$۴ \log ۲ = \log \frac{I_A}{I_B} \rightarrow \frac{I_A}{I_B} = ۲^{۴} = ۱۶$

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

۷ اگر شدت صوتی را ۱۶ برابر کنیم، تراز شدت آن ۵ برابر می‌شود. اگر $I_۰ = ۱۰^{-۱۲}\ W/m^۲$ باشد، شدت اولیهٔ صوت چند وات بر مترمربع است؟ $(\log ۲ = ۰/۳)$

(سراسری تجربی - ۹۱)

۱) ۲×۱۰^{-۱۲} ۲) $۳/۲ \times ۱۰^{-۱۲}$ ۳) ۴×۱۰^{-۱۲} ۴) ۵×۱۰^{-۱۲}

$I_۱ = ?$

$I_۲ = ۱۶ I_۱$

$\beta_۲ = ۵ \beta_۱$

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

$۵\beta_۱ - \beta_۱ = ۱۰ \log ۱۶$

$۴\beta_۱ = ۴۰ \log ۲$

$\beta_۱ = ۱۰ \log ۲ = ۱۰ \times ۰/۳ = ۳$

$\beta_۱ = ۱۰ \log \frac{I_۱}{I_۰} \rightarrow ۳ = ۱۰ \log \frac{I_۱}{۱۰^{-۱۲}}$

$۰/۳ = \log \frac{I_۱}{۱۰^{-۱۲}} \rightarrow \log ۲ = \log \frac{I_۱}{۱۰^{-۱۲}} \rightarrow \frac{I_۱}{۱۰^{-۱۲}} = ۲$

$I_۱ = ۲ \times ۱۰^{-۱۲}$

۸	در فاصلهٔ d از یک چشمهٔ صوت، تراز شدت صوتی برابر با $10dB$ است. اگر ۱۴متر به چشمهٔ صوت نزدیک شویم، تراز شدت صوت برابر با $28dB$ می‌شود. فاصلهٔ d چند متر است؟ $(\log 2 = 0/3)$ ۱) ۲۴ ۲) ۲۰ ۳) ۱۸ ۴) ۱۶

$r_1 = d \xrightarrow{=?} \beta_1 = 10\ dB$

$r_2 = d - 14 \rightarrow \beta_2 = 28\ dB$

$\Delta\beta = \beta_2 - \beta_1 = 10 \log \frac{I_2}{I_1}$

$18 = 10 \log \frac{I_2}{I_1} \rightarrow 1/8 = \log \frac{I_2}{I_1} \rightarrow 63 = \log \frac{I_2}{I_1}$

$\log 2^6 = \log \frac{I_2}{I_1} \rightarrow 64 = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \xrightarrow{\sqrt{}} 8 = \frac{d}{d-14} \rightarrow d = \ldots$

۱۰	در فاصله‌ی ۲۰ متری از یک چشمه‌ی صوتی، تراز شدت صوت برابر با ۶۰dB است. با فرض آن‌که اتلاف انرژی ناشی از انتقال صوت در هوا قابل چشم‌پوشی است، در چند کیلومتری از این چشمه، صوت آن به زحمت شنیده می‌شود؟ ۱) ۰/۲ ۲) ۲ ۳) ۲۰ ۴) ۲۰۰

اثر دوپلر:

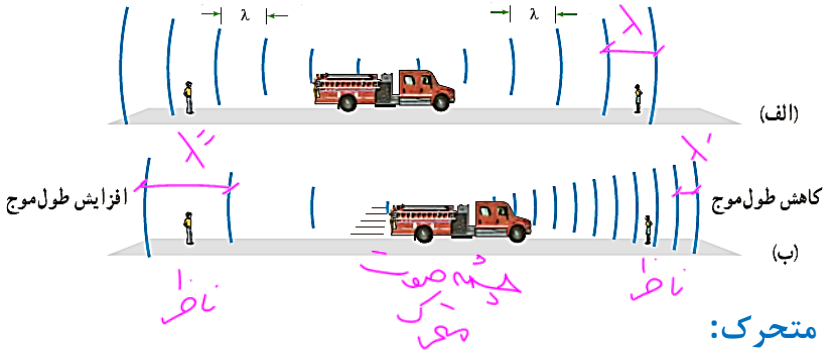
اگر منبع صوت و شنونده به هم نزدیک شوند ،شنونده صوتی با بسامدی بیشتر (زیرتر) می شنود.

اگر منبع صوت و شنونده از هم دور شوند ،شنونده صوتی با بسامدی کمتر (بم تر) می شنود.

الف- چشمهٔ متحرک و ناظر (شنونده) ساکن:

ناظر واقع در جلوی چشمه صوت: بسامد بیشتر - طول موج کوتاهتر

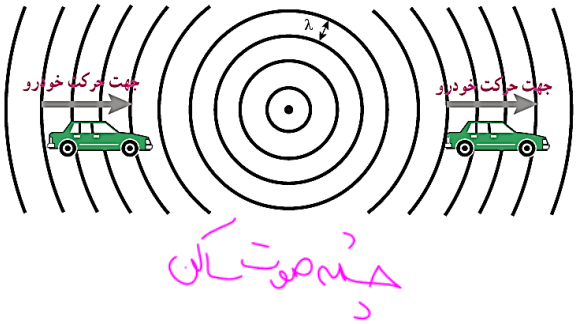
ناظر واقع در عقب چشمه صوت: بسامد کمتر - طول موج بلندتر



ب- چشمهٔ ساکن و ناظر (شنونده) متحرک:

ناظر به طرف چشمه حرکت کند: بسامد بیشتر - طول موج کوتاه می شود

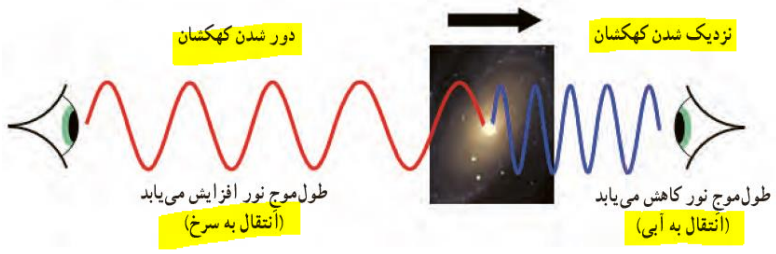
ناظر از چشمه دور شود: بسامد کمتر -



اثر دوپلر برای امواج الکترومغناطیسی:(مختص رشته ریاضی)

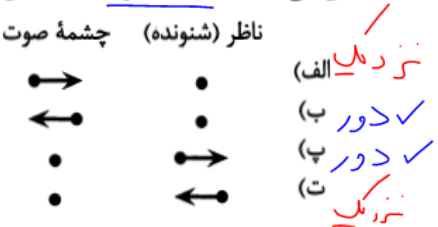
هر گاه چشمه موج الکترومغناطیسی نسبت به ناظر (آشکارساز) در حرکت باشد، بسامد وطول موج دریافتی از این چشمه تغییر می کند. اندازه گیری این تغییرات (جابه جایی دوپلری) نقش مهمی در اخترشناسی دارد.(مثلا تندی و چگونگی حرکت اجرام سماوی)

وقتی چشمهٔ نور از ناظر (آشکارساز) دور می‌شود، طول‌موج افزایش می‌یابد که به آن اصطلاحاً *انتقال به سرخ* می گویند و وقتی چشمهٔ نور به ناظر نزدیک می‌شود، طول‌موج کاهش پیدا می کند که به آن اصطلاحاً *انتقال به آبی* می گویند



می توان با ارسال یک موج الکترومغناطیسی به سوی خودرویی در حال حرکت و دریافت بازتاب این موج و در نظر گرفتن اثر دوپلر، تندی خودرو را به دست آورد؛ روشی که پلیس در کنترل تندی خودروها در جاده ها به کار می برد

۱ شکل‌های زیر جهت‌های حرکت یک چشمهٔ صوتی و یک ناظر (شنونده) را در وضعیت‌های مختلف نشان می‌دهد. در چند مورد بسامدی را که ناظر می‌شنود از بسامد چشمهٔ صوت کم‌تر است؟



۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲ شخصی کنار یک خیابان ایستاده است. یک آمبولانس آژیرکشان به این شخص نزدیک شده و سپس از آن دور می‌شود. اگر بسامد صدایی که شخص هنگام نزدیک‌شدن آمبولانس می‌شنود f_1 و هنگام دور شدن از آن f_2 و بسامد آژیر آمبولانس f_s باشد، کدام گزینه درست است؟

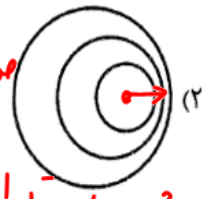
۱) $f_1 = f_2 = f_s$ ۲) $f_1 < f_s < f_2$ ۳) $f_2 < f_s < f_1$ ۴) $f_s < f_1 < f_2$

۳ شخصی سوار بر یک موتور سیکلت در حال حرکت است. او به یک چشمهٔ صوت نزدیک و سپس از آن دور می‌شود. در هنگام نزدیک شدن طول موج و بسامد دریافتی این شخص از این چشمه λ_1 و f_1 و هنگام دور شدن از چشمه، طول موج و بسامد دریافتی او از این چشمه λ_2 و f_2 است. کدام گزینه درست است؟

۱) $\lambda_1 < \lambda_2$ ، $f_1 = f_2$ ۲) $\lambda_1 = \lambda_2$ ، $f_1 < f_2$ ۳) $\lambda_1 < \lambda_2$ ، $f_1 > f_2$ ۴) $\lambda_1 = \lambda_2$ ، $f_1 > f_2$

۴ کدام‌یک از شکل‌های زیر جبهه‌های موج ناشی از یک چشمهٔ صوت را نشان می‌دهد که تندی چشمه برابر با تندی انتشار صوت در محیط است؟

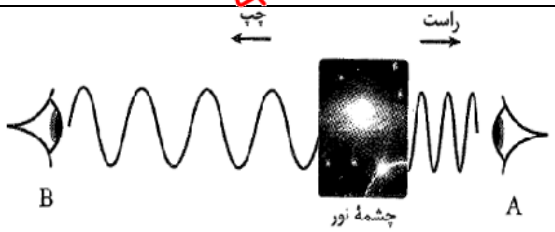
۱)

۲) 

۳)

۴)

۵ R یک چشمهٔ نور بین دو ناظر A و B روی خط راست در حال حرکت است. امواج گسیل‌شده از این چشمه که به ناظرها می‌رسد، به شکل روبه‌رو است. چشمهٔ نور در چه جهتی حرکت می‌کند و بسامد دریافتی توسط کدام ناظر بیشتر است؟



۱) راست ـ A ۲) راست ـ B ۳) چپ ـ A ۴) چپ ـ B