فصل سوم رشته تجربی

فصل سوم رشته ریاضی

نوسان و موج

*چند نمونه از نوسان یا هماهنگ ساده

ضربان قلب انسان

تاب خوردن

بالا و پایین رفتن سرنشینان کشتی روی امواج خروشان دریا

زمین لرزه

*نوسان‌ها می‌توانند دوره‌ای یا غیر دوره‌ای باشند

*قلب یک شخص در هر دقیقه 65 بار می‌زند عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

* ضرباهنگِ (ریتم) قلب را می توان در یک نمودار رسم کرد (نوار قلب)

*نقش‌های نوار قلب به طور منظم تکرار می شوند، که به آن چرخهٔ (سیکل) نوسان گفته می‌شود

*نوسان‌هایی را که هر چرخهٔ آن در دورهای دیگر تکرار شود نوسان‌های دوره‌ای می‌نامند

*مدت زمان یک چرخه، دوره تناوب حرکت نامیده می شود و آن را با T نشان می دهند

*تعداد نوسان‌های انجام شده (تعداد چرخه) در هر ثانیه بسامد (فرکانس) نامیده می‌شود $f = \frac{1}{T}$

یکای بسامد در SI، هرتز (Hz) است $1\ Hz = 1\ s^{-1}$ = چرخه بر ثانیه ۱ Hz =۱

*حرکت هماهنگ ساده عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

*به نوسان های سینوسی، حرکت هماهنگ ساده (SHM) گفته می شود

*حرکت هماهنگ ساده، مبنایی برای درک هر نوع نوسان دوره‌ای دیگر است

*هر نوسان دوره ای را می توان مجموعی از نوسان‌های سینوسی در نظر گرفت

*یک نمونهٔ معروف از حرکت هماهنگ ساده، جرمی است که با یک فنر نوسان می کند

*دامنهٔ حرکت، بیشینهٔ فاصلهٔ جسم از نقطهٔ تعادل است (دامنه، فاصلهٔ بین دو انتهای مسیر نیست)

*Ω بسامد زاویه ای نوسانگر نامیده می شود $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$ یکای بسامد زاویه ای در SI برابر rad/s است

*وقتی نوسانگر در $x = \pm A$ است، سرعت آن برابر با صفر است به این نقطه‌ها اصطلاحاً نقطه های بازگشتِ حرکت می گویند

*وقتی نوسانگر $x = 0$ است (از نقطهٔ تعادل می گذرد) اندازهٔ سرعت بیشینه است و بسته به اینکه جسم در جهت X+ یا X– از نقطهٔ تعادل بگذرد، $v = +v_{max}$ یا $v = -v_{max}$ خواهد بود

*نوسان نگار وسیله‌ای برای ثبت نوسان‌ها است عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

*سامانه نوسانی جرم – فنر :

عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

الف - دوره تناوب با جذر جرم وزنه به طور مستقیم متناسب است $(T \propto \sqrt{m})$

ب - دوره تناوب با جذر ثابت فنر به طور وارون متناسب است $(T \propto 1/\sqrt{k})$

فرمول دوره تناوب $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

*افزایش جرم m با فنر یکسان به کُند شدن نوسان ها یعنی افزایش دوره تناوب T می انجامد

*نقطه تعادل یعنی فنرنه فشرده و نه کشیده شده است

*انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره شده در نقطه تعادل صفر است

*وقتی فنر فشرده یا کشیده می شود انرژی پتانسیل کشسانی در سامانه ذخیره می شود

*با افزایش جابه جایی از نقطه انرژی پتانسیل افزایش می یابد

*انرژی پتانسیل سامانه جرم فنر در نقاط بازگشتی بیشینه و در نقطه تعادل برابر صفر است

*با افزایش جابه جایی از نقطه تعادل، تندی کاهش می یابد و انرژی جنبشی سامانه نیز کم می شود، طوری که در نقاط بازگشتی تندی صفر می شود انرژی جنبشی سامانه به صفر می رسد

*بیشینه تندی در نقطهٔ تعادلِ رخ می دهد و بنابراین انرژی جنبشی نیز در این نقطه بیشینه می شود

*انرژی مکانیکی این سامانه برابر با مجموع انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل آن است

*اگر سطح بدون اصطکاک باشد انرژی مکانیکی سامانه پایسته می ماند یعنی مجموع انرژی های جنبشی و پتانسیل در نقاط بازگشتی، نقطه تعادل، و هر نقطه دلخواه دیگری از مسیر با هم برابر است

*به همان اندازه که با افزایش جابه جایی از نقطه تعادل،انرژی پتانسیل افزایش می یابد، انرژی جنبشی کاهش می یابد عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

*آونگ ساده

*اگر زاویه انحراف آونگ از وضع تعادل کوچک باشد، آونگ حرکت هماهنگ ساده خواهد داشت

*دوره تناوب آونگ ساده فقط به شتاب گرانشی و طول آونگ بستگی دارد

*دوره تناوب آونگ ساده به جرم و دامنه آن بستگی ندارد

*فرمول دوره تناوب آونگ ساده $T = ۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

*اگر یک آونگ ساده از خط استوا به قط برده شود دوره تناوب کم می شود یعنی آونگ سریعتر می زند و جلو می

عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

$g = 9/78 \frac{m}{S^2}$ خط استوا $g = 99/80 \frac{m}{S^2}$ تهران $g = 10/00 \frac{m}{S^2}$ قطب

افتد زیرا شتاب گرانش افزایش می یابد

*با افزایش دمای آونگ یک ساعت آونگ دار چون طول زیاد می شود دوره هم زیاد می شود و آونگ عقب می ماند

*دسته بندی نوسان ها

*نوسان تاب بی آنکه در ادامه حرکت هَل داده شود مثالی از یک نوسان آزاد است به طوری که نوسان های تاب، میرا و سرانجام متوقف می شود

*وقتی شخصی تاب راهَل می دهد، او انرژی تلف شده بر اثر اصطکاک و مقاومت هوا را جبران می کند و مانع از میراشدن نوسان تاب می شود

*نوسانگر با انحراف از وضع تعادل با بسامدی معیّن شروع به نوسان می کرد به بسامد این نوسان ها بسامد طبیعی گفته می شود

*بسامد طبیعی سامانه جرم فنر $f_\circ = \sqrt{k/m}/۲\pi$

*بسامد طبیعی آونگ ساده $f_\circ = \sqrt{g/L}/۲\pi$

*نوسانگر ها می توانند با اعمال یک نیروی خارجی، با بسامدهای دیگری نیز به نوسان درآیند به چنین نوسانی، نوسان واداشته گفته می شود و بسامد این نوسان را با f_d نمایش می دهند عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

*مثالی از یک نوسان واداشته، تاب خوردن کودکی است که به طور دوره ای هَل داده می شود

*اگر دامنه نوسان های تاب بزرگ تر و بزرگ تر شود حاکی از آن است که بسامد نوسان های واداشته با بسامد طبیعی تاب برابر شده است در چنین وضعیتی ($f_d = f_.$) اصطلاحاً گفته می شود که برای نوسانگر تشدید (رزونانس)) رخ داده است

*اگر تاب را با بسامدهایی بیشتر یا کمتر از بسامد طبیعی آن هَل دهیم دامنه نوسان کوچک تر از حالتی خواهد شد که آن را با بسامد طبیعی اش هل می دهیم

عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

***آونگ های بارتون**: یک آونگ با وزنه سنگین و تعدادی آونگ سبک با طول های متفاوت به آونگ سنگین اصطلاحاً آونگ وادارنده ڈگفته می شود با به نوسان درآوردن این آونگ موجب واداشتن سایر آونگ ها به نوسان می شود

*موج و مشخص های موج

*هر گاه در ناحیه ای از یک محیط کشسان، ارتعاشی به وجود آید، موجب پدید آمدن ارتعاش های پی در پی دیگری می شود که از محل شروع ارتعاش دور و دورترند، و به این ترتیب آنچه را که موج می نامند به وجود می آید

*موج ها به دو دسته تقسیم بندی می شوند : موج های مکانیکی و موج های الکترومغناطیسی

*موج های مکانیکی مانند موج های روی سطح آب و طناب و فنر و موج های صوتی برای انتشار خود به یک محیط مادی نیاز دارند

عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

*موج های الکترومغناطیسی برای انتشار خود به محیط مادی نیاز ندارند

*منشأ امواج مکانیکی و الکترومغناطیسی متفاوت است

*امواج مکانیکی و الکترومغناطیسی مشخصه های یکسانی دارند و رفتار آنها از قاعده هایی کلی پیروی می کند که در هر پدیده موجی برقرار است (مانند قانون عمومی بازتاب و شکست)

*موج عرضی : جابه جایی هر جزء نوسان کننده ای از فنر ، عمود بر جهت حرکت موج است

*موج طولی : جابه جایی هر جزء نوسان کننده ای از فنر ، همراستا با حرکت موج است

*موج روی سطح آب نمونه ای تقریبی از موج عرضی است

*در تار های موسیقی و طناب و امواج الکترومغناطیسی و نور و سطح آب و همچنین فنری که عمود بر طولش ضربه دریافت کرده موج عرضی است عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

*در صوت و در گاز ها و همچنین فنری که در راستای طولش ضربه وارد شده موج طولی است

*به موج های عرضی و طولی موج های پیش رونده گفته می شود

*موج های پیش رونده از نقطه ای به نقطه دیگر حرکت کرده و انرژی را در جهت انتشار موج با خود منتقل می کنند

*در موج های پیش رونده این موج است که از یک سر به سر دیگر حرکت می کند نه ماده ای که موج در آن حرکت می کند عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

*اگر چشمه به طور هماهنگ ساده نوسان کند، اجزای محیط هم با همان بسامد چشمه نوسان می کنند

یک راه مشاهده رفتار موج، استفاده از سایه و روشن های تشت موج است

*در تشت موج اگر از تیغه استفاده کنیم موجی تخت و اگر از یک گوی کوچک استفاده کنیم به یک موج دایره ای می رسیم

*به هر یک از برآمدگی ها یا فرورفتگی های ایجادشده روی سطح آب، یک جبهه موج می گویند

*در موج عرضی به برآمدگی ها، قلّه (ستیغ) و به فرورفتگی ها درّه (پاستیغ) گفته می شود

*در موج عرضی فاصله بین دو برآمدگی یا دو فرورفتگی مجاور، طول موج نامیده می شود

*در انتشار موج طولی در فنر ناحیه های جمع شدگی و بازشدگی به طور متناوب در طول فنر ظاهر می شوند

*در موج طولی 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

*درموج طولی 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 عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

*در موج طولی در فنر طول موج برابر با فاصله بین دو جمع شدگی و یا دو بازشدگی متوالی است

*در موج طولی در صوت طول موج برابر با فاصله بین دو تراکم و یا دو انبساط متوالی است

*در موج طولی و در موج عرضی هر جزء فنر در مدت یک دوره یک نوسان کامل انجام می دهد و در این مدت موج به اندازه یک طول موج پیشروی می کند و در هر دو موج رابطه $(v = \lambda/T)$ برقرار است

* در یک جسم تندی انتشار موج های طولی و عرضی برابر نیست بلکه برای امواج مکانیکی، تندی انتشار امواج طولی در یک محیط جامد بیشتر از تندی انتشار امواج عرضی در همان محیط است

*عقرب های ماسه ای وجود طعمه را با امواجی که بر اثر حرکت طعمه در ساحل شنی ایجاد می شود، احساس می کنند این امواج که در سطح ماسه منتشر می شوند، بر دو نوع اند: امواج عرضی با تندی $v_T = ۵۰\,m/s$ و امواج طولی با تندی $v_L = ۱۵۰\,m/s$

عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

*امواج لرزه ای موج های مکانیکی ای هستند که از لایه های زمین عبور می کنند

*یکی از منشأهای مهم امواج لرزه ای، زمین لرزه ها هستند

* دو نوع ازامواج لرزه ای، امواج اولیه طولی P و امواج ثانویهٔ عرضی S هستند

*معمولاً در زمین لرزه ها تندی موج های P در حدود 8/0km/s وتندی موج های S در حدود 4/5km/s است(تندیP < تندیS)

عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

*طول موج λ برابر با مسافتی است که موج در مدت دوره تناوب نوسان چشمه طی می کند

*بیشینه فاصله یک ذره از مکان تعادل، دامنه موج نامیده می شود که در موج عرضی فاصله قله یا دره نسبت به سطح آرام یا ساکن است و در موج طولی برابر با بیشینه جابه جایی از مکان تعادل است

*مدت زمانی که هر ذره محیط یک نوسان کامل انجام می دهد دوره تناو ب موج نامیده می شود که برابر با زمانی است که چشمه موج یک نوسان کامل انجام می دهد

*بسامد : تعداد نوسان های انجام شده توسط هر ذره محیط در یک ثانیه بسامد موج نامیده می شود که برابر با بسامد چشمه موج نیز هست

*تندی انتشار موج به جنس و ویژگی های محیط انتشار بستگی دارد

*امواج دایره ای تشکیل شده بر سطح آب تشت موج را در نظر بگیرید

*تندی انتشار موج سطحی روی آب های کم عمق، به عمق آب که یکی از ویژگی های محیط انتشار موج است بستگی دارد هر چه عمق آب بیشتر شود تندی موج و طول موج بیشتر می شود

عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

*تندی موج عرضی در یک فنر، تار یا ریسمان کشیده

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{F\ell}{m}} = \sqrt{\frac{F}{\rho A}}$$

چگالی خطی جرم $(\mu = m/L)$ نیروی کشش (F)

سطح مقطع سیم (A) چگالی سیم (ρ)

*در سازهای زهی همانند تار، کمانچه و گیتار با سفت یا شُل کردن تار، تندی انتشار موج عرضی در تار تغییر می کند

*در یک تار در طول و کشش ثابت با افزایش جرم تار بسامد کاهش می یابد

*هر موجی حامل انرژی است خواه مکانیکی و خواه الکترومغناطیسی

عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

*در امواج مکانیکی این انرژی به صورت انرژی جنبشی و پتانسیل در محیط انتقال می یابد

*در امواج الکترومغناطیسی انرژی به صورت انرژی میدان های الکتریکی و مغناطیسی منتقل می شود

*مقدار متوسط آهنگ انتقال انرژی (توان متوسط) در یک موج سینوسی برای همه انواع امواج مکانیکی با مربع دامنه (A^2) و نیز مربع بسامد (f^2) موج متناسب است

*بار الکتریکی، میدان الکتریکی ایجاد می کند و جریان الکتریکی، میدان مغناطیسی تولید می کند

اگر بارهای الکتریکی ساکن باشند، میدان الکتریکی حاصل از آنها با زمان تغییر نمی کند

*اگر جریان الکتریکی ثابت باشد، میدان مغناطیسی حاصل از آن ثابت و بدون تغییر می شود

*امواج الکترومغناطیسی از رابطه متقابل میدان های الکتریکی و مغناطیسی به وجود می آیند

*بیان ماکسول : تغییر در میدان الکتریکی در هر نقطه از فضا، میدان مغناطیسی متغیری ایجاد می کند

*بیان فاراده : تغییر در میدان مغناطیسی ، میدان الکتریکی متغیری به وجود می آورد

*این رابطه متقابل میدان ها سبب انتقالِ توسان های میدان های الکتریکی ومغناطیسی از یک نقطه فضا به نقاط دیگر

و یا همان انتشار موج الکترومغناطیسی می شود عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

*بیان ماکسول : امواج الکترومغناطیسی باید لزوماً ناشی از تغییرات هم زمانِ میدان های الکتریکی و مغناطیسی یا اصطلاحاً میدان الکترومغناطیسی باشد

چند مشخصه بارزامواج الکترومغناطیسی : عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

1- میدان الکتریکی $\overline{E}$ همواره عمود بر میدان مغناطیسی $\overline{B}$ است

2- میدان های الکتریکی و مغناطیسی $\overline{E}$ و $\overline{B}$ همواره بر جهت حرکت موج عمودند و در نتیجه موج الکترومغناطیسی، یک موج عرضی است

3- میدان ها با بسامد یکسان و همگام (هم فاز) با یکدیگر تغییر می کنند

رابطه ماکسول : تندی انتشار امواج الکترومغناطیسی در خلأ : $C = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}} = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}$

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

اندازه تندی نور توسط لوئیس فیزو به روش تجربی به دست آمده بود

*نور، یک موج الکترومغناطیسی است عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

*هرتز نشان داد سرشت امواج رادیویی و نور مرئی یکسان است

*حد بالای طول موج نور مریی $\lambda = 750\ nm$ قرمز و حد پایین طول موج نور مریی $\lambda = 380\ nm$ بنفش

*کل انرژی دریافتی از خورشید از نوع امواج الکترومغناطیسی است

***طیف امواج الکترومغناطیسی:**

موج های الکترومغناطیسی به ترتیب افزایش طول موج عبارتند از

پرتو های گاما (چشمه آنها واکنش های هسته ای است)

پرتوهای ایکس (برای عکس برداری از استخوان کاربرد دارند)

پرتوهای فرابنفش (در موج های نورانی هنگام جوشکاری فولاد فراوان هستند)

نور مرئی (مانند لیزر) $\text{بنفش } 380\text{ nm} < \lambda_{\text{مرئی}} < 750\text{ nm قرمز}$

موج های فرو سرخ (مانند لامپ کنترل تلویزیون) عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

میکرو موج ها (در اجاق مایکرو فر کاربرد دارند)

موج های رادیویی (λ_{min} TV $\leftarrow$ FM $\leftarrow$ AM $\leftarrow$ ELF λ_{max})

عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

*از گاما تا رادیویی (در محیط خلا)

*طول موج افزایش - بسامد کاهش - انرژی کاهش - تندی بدون تغییر

*تمام این امواج امواجی الکترومغناطیسی هستند

*روش های تولید و کاربردهای آنها بسیار متفاوت است

*تندی همه آنها در خلا برابر تندی نور مریی است

*هیچ گسستگی ای در این طیف وجود ندارد

***موج صوتی**

*صوت یک موج طولی و مکانیکی است و در هوا به صورت کروی و سه بعدی منتشر می گردد

*صوت توسط جسمی مرتعش به نام چشمه صوت تولید می شود

*چند مثال از چشمه صوت عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

سیم گیتار، تارهای صوتی حنجره انسان، دیاپازون

پوسته های مرتعشی مانند صفحه مرتعش(دیافراگم) یک بلندگو

*وقتی یک چشمه صوت مرتعش می شود، معمولاً صوت ایجاد شده در تمام جهت ها منتشر می شود (کروی بودن صوت)

عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

*صوت فقط در محیط های مادی مانند گاز، مایع، یا جامد می تواند ایجاد و منتشر شود (مکانیکی بودن صوت)

*امواج صوتی چون موج طولی هستند از مجموعه ای از تراکم ها و انبساط ها تشکیل شده اند؛

*با ارتعاش دیافراگم یک بلندگو، موجی صوتی ایجاد می شود

حرکت رو به بیرون دیافراگم، هوای جلوی آن را متراکم می کند (مشابه ناحیه جمع شدگی در یک فنر)

حرکت رو به داخل دیافراگم هوای جلوی آن را منبسط می کند (مشابه ناحیه باز شدگی در یک فنر)

موج تولید شده با دیافراگم طولی است

*در حالی که موج از بلندگو به شنونده می رسد، هر مولکول هوا، با موج حرکت نمی کند، بلکه در مکان ثابتی به جلو و عقب نوسان می کند

*تندی انتشار صوت به ویژگی های فیزیکی محیط بستگی دارد

تندی صوت درهوا به شکل موج و دامنه موج و بسامد موج بستگی ندارد ولی به دمای هوا وابسته است

*عموماً صوت در جامدها سریع تر از مایع ها و در مایع ها سریع تر از گازها حرکت می کند گرچه استثناهایی نیز وجود دارد

*تندی صوت افزون بر جنس محیط به دما نیز بستگی دارد و از این رو معمولاً تندی صوت در مواد، همراه با دمای متناظر آنها نوشته می شود

*اگر دمای هوا زیاد شود تندی صوت در آن زیاد می شود

*شدت یک موج صوتی (I) در یک سطح، برابر با آهنگ متوسط انرژی ای است که توسط موج به واحد سطح، عمود بر راستای انتشار صوت می رسد یا از آن عبور می کند

$$I = \frac{\bar{P}}{A}$$

$\bar{P}$ آهنگ متوسط انتقال انرژی و A مساحت سطحی است که صوت با آن برخورد می کند بنابراین

*یکای شدت صوت، وات بر متر مربع W/m^2 است عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

*شدت صوت را می توان با یک آشکار ساز اندازه گرفت

*نسبت شدت های صوت در گستره شنوایی انسان می تواند در حدود 10^{12} باشد

به جای شدت I یک موج صوتی، ساده تر این است که از تراز شدت صوت (تراز صوتی) که به صورت زیر تعریف می شود استفاده کنیم: عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

$$\beta = (10\,\text{dB})\log(\frac{I}{I_0})$$

* dB مخفف دسی بل، یکای تراز شدت صوت است

*حد پایین گستره شنیداری گوش انسان 0dB است

* I_0 شدت مرجع $I_0 = 1/0\times10^{-12}\,\text{W/m}^2$ و نزدیک به حد پایین گستره شنیداری انسان است

* اگر در یک موج صوتی $I = I_0$ باشد تراز شدت صوت برابر 0dB دارد

*** ادراک شنوایی:**

*ویژگی چشمه صوتی که می تواند تُنِ موسیقی یا تُن ایجاد کند :

*چشمه ای با نوسان های کم میرا که به حرکت هماهنگ ساده نزدیک است مانند دیاپازون

*به صوت حاصل از چشمه ای با نوسان های کم میرا مانند دیاپازون تُنِ موسیقی یا به اختصار تُن گفته می شود

*با شنیدن هر تُن، دو ویژگی را می توان از هم متمایز ساخت: ارتفاع و بلندی

ارتفاع و بلندی تن هر دو به ادراک شنوایی ما مربوط می شوند

ارتفاع، بسامدی است که گوش انسان درک می کند

بلندی، شدتی است که گوش انسان از صوت درک می کند

*اگر چند دیاپازون با بسامد های مختلف به طور یکسان نواخته شوند بسامد آنها را می توان از کمترین تا بیشترین مقدار تشخیص داد یعنی درک ارتفاع تن صدا

عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

*اگر یک دیاپازون با بسامد مشخص را با ضربه هایی متفاوت به ارتعاش وادار‌یم، بسامد صدایی که می شنویم یکسان است ، اما بلندی متفاوت را حس می کنیم

*درک تفاوت شدت تن صدا به شدت ضربه ها بستگی دارد

*بلندی متفاوت با شدت است شدت را می توان با یک آشکار ساز اندازه گرفت، در حالی که بلندی چیزی است که شما حس می کنید

عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

*دستگاه شنوایی انسان به بسامدهای متفاوت حساسیت های متفاوتی نشان می دهد

*گوش انسان قادر به شنیدن تُن های صدایی با بسامدی از 20Hz تا 20000Hz است

*بیشترین حساسیت گوش انسان بسامدهایی در گستره 2000Hz تا 5000Hz می باشد (یعنی این بسامد ها را در کمترین شدت هم درک می کند)

***اثر دوپلر:**

***هرگاه منبع موج (صوتی یا الکترومغناطیسی) و دریافت کننده موج نسبت به هم در حرکت باشند بسامد آنچه دریافت می شود با آنچه تولید شده است یکسان نیست**

*مثال هایی از اثر دوپلر

یک ماشین آتش نشانی در حالی که آژیر آن روشن اس متوقف است شما همان بسامدی را از آژیر می شنوید که راننده ماشین آتش نشانی می شنود

اگر خودروی شما به ماشین آتش نشانی نزدیک و یا از آن دور شود ویا ماشین آتش نشانی به شما نزدیک و سپس از شما دور شود بسامدهای متفاوتی را خواهید شنید

*اثر دوپلر نه تنها برای امواج صوتی بلکه برای امواج الکترومغناطیسی، مانند میکروموج ها، موج های رادیویی و نور مرئی نیز برقرار است عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

چند حالت مهم در پدیده دوپلر

*** چشمهٔ ساکن و ناظر ساکن**

بسامد مساوی با واقعیت و طول موج مساوی با واقعیت

(فاصله جبهه های موج از هم، در جلو و عقب منبع یکسان است)

***چشمهٔ متحرک و ناظر ساکن** عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

هنگام نزدیک شدن: بسامد بیش از واقعیت و طول موج کمتر از واقعیت

(فاصله جبهه های موج کمتر از واقعیت)

هنگام دور شدن : بسامد کمتر از واقعیت و طول موج بیش از واقعیت

(فاصله جبهه های موج بیشتر از واقعیت)

***چشمهٔ ساکن و ناظر متحرک:**

(در این حالت تجمع جبهه های موج در دو سوی چشمه یکسان است و طول موج تغییر نمی کند)

هنگام نزدیک شدن: بسامد بیش از واقعیت و طول موج مساوی با واقعیت

(فاصله جبهه های موج مساوی با واقعیت)

هنگام دور شدن : بسامد کمتر از واقعیت و طول موج مساوی با واقعیت

(فاصله جبهه های موج مساوی با واقعیت)

عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

رادار دوپلری یا دوربین پلیس در ثبت تخلفات سرعت در رانندگی از این واقعیت که پدیده دوپلر در امواج الکترومغناطیسی هم وجود دارد کار می کند و از مکان یابی پژواکی مکان و تندی ماشین را ثبت می نماید خفاش هم از مکان یابی پژواکی و اثر دوپلر مکان و تندی طعمه خود را ارزیابی می کند

از این صفحه فصل چهارم رشته ریاضی شروع می شود

که در واقع ادامه فصل سوم رشته تجربی است و هر دو

گروه باید مطالعه کنند

*بازتاب موج

*کاربرد بازتاب امواج در زندگی

تولید صدا در آلات موسیقی

پژواک صداها

دیدن ماه

دیدن صفحه کتاب

گرم شدن مواد غذایی در اجاق های خورشیدی

جمع شدن امواج رادیویی در کانون آنتن های بشقابی

پژواک نمونه ای از بازتاب امواج مکانیکی است عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

برخی از جانداران نظیر وال عنبر و خفاش از پژواک موج صوتی برای یافتن مسیر خود یا طعمه استفاده می کنند عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

*بازتاب موج در فنر و در طناب بازتاب موج مکانیکی در یک بُعد است

*بازتاب موج در سطح آب بازتاب موج مکانیکی در دو بُعد است

*بازتاب صوت از یک سطح سخت بازتاب موج مکانیکی در سه بُعد است

*امواج صوتی می توانند مانند سایر امواج از سطوح خمیده نیز بازتابیده شوند

*در پارک های تفریحی دو سطح کاو را در برابر هم دیده باشید که وقتی شخصی درکانون یکی از این سطوح صحبت می کند، شخص دیگری در کانون سطح کاو دیگر آن را می شنود

علت بازتاب تپ (موج) در فنر یا ریسمان کشیده :

در یک فنر (یا ریسمان) وقتی تپ به تکیه گاه (مرز) می رسد نیرویی به آن وارد می کند و طبق قانون سوم نیوتون، تکیه گاه نیز نیرویی با اندازه برابر و در جهت مخالف بر فنر وارد می آورد این نیرو در محل تکیه گاه، تپی در فنر ایجاد می کند که روی فنر در جهت مخالف تپ تابیده حرکت می کند

*ساده ترین شکل یک مانع، مانعی تخت است در حضور این نوع مانع، امواج بازتابیده نیز تخت اند

*برای بررسی رفتار موج دو روش وجود دارد عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

به طور تجربی استفاده از جبهه های موج است

به طور هندسی هندسی استفاده از نمودار پرتویی است

(پرتو، پیکان مستقیمی عمود بر جبهه های موج است که جهت انتشار موج را نشان می دهد)

*زاویه بین خط عمود بر سطح مانع و پرتوی تابیده (فرودی) را زاویه تابش می نامندو با θ_i نشان می دهند

*زاویه بین خط عمود بر سطح مانع و پرتوی بازتابیده را زاویه بازتابش می نامند و با θ_r نشان می دهند

*قانون بازتاب عمومی امواج

زاویه تابش و بازتابش در هر بازتابشی با هم برابرند

$$\theta_i = \theta_r$$

پرتوی تابش و پرتوی بازتابش و خط عمود بر سطح بازتابنده، در هر بازتابشی در یک صفحه واقع اند

*قانون بازتاب عمومی امواج برای هر وضعیت مانع، و همه انواع موج، مانند امواج دایره ای یا کروی ، همواره صدق می کند عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

*میکروفون سهموی برای ثبت صداهای ضعیف است (کانون آن یک نقطه است)

*از دستگاه لیتوتریپسی برای شکستن سنگ های کلیه، با کمک بازتابنده‌های بیضوی استفاده می شود

*اگر صوت پس از بازتاب، با یک تأخیر زمانی به گوش شنونده ای برسد که صوت اولیه را مستقیماً می شنود، به چنین بازتابی پژواک می گویند

*اگر تأخیر زمانی بین صوتاصلی و پژواک آن کمتر از 0/1s باشد، گوش انسان نمی تواند پژواک را از صوت مستقیم اولیه تمیز دهد بنابراین اگر تندی صوت در هوا را 340m/s در نظر بگیرید کمترین فاصله بین شما و یک دیوار بلند باید 17 متر باشد تا پژواک صدای خود را از صدای اصلی تمیز دهید

*مکان یابی پژواکی روشی است که بر اساس امواج صوتی بازتابیده از یک جسم، مکان آن جسم را تعیین می کند

*مکان یابی پژواکی به همراه اثر دوپلر در تعیین مکان اجسام متحرک و نیز تعیین تندی آنها به کار می رود

*مثال هایی از مکان یابی پژواکی عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

جانورانی نظیر خفاش و دُلفین و وال عنبر با استفاده از پژواک امواج فراصوتی، مکان یابی می کنند

اندازه گیری تندی شارش خون در رگ ها

دستگاه سونار در کشتی ها برای مکان یابی اجسام زیر آب

سونوگرافی عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

(در سونوگرافی معمولاً از کاوه ای دستی موسوم به تراگذار فراصوتی برای تشخیص پزشکی استفاده می شود)

*دانستن محل قرارگیری یک ماهواره در مأموریت‌های فضایی و اطمینان از این که ماهواره در مدار پیش بینی شده قرارگرفته، یکی از مأموریت‌های کارشناسان فضایی است بدین منظور تَپ های الکترومغناطیسی را که با سرعت نور در فضا حرکت می‌کنند، به طرف ماهوارهٔ مورد نظر می‌فرستند و بازتاب آن توسط ایستگاه زمینی دریافت می‌شود

*خفاش، فَوَرانی از امواج فراصوتی را گسیل می کند و با استفاده از مکان یابی پژواکی و تغییر بسامد موج ناشی از اثر دوپلر برای شناسایی مکان و تندی طعمه های خود استفاده می کنند

*بسامد امواج فراصوتی ای که وال عنبر تولید می کند حدود 100kHz است و طول موج آن 1/52 سانتیمتر است

*وال عنبر اجسامی در حدود این طول موج یا بزرگ تر را می تواند تشخیص دهد (یعنی طول جسم باید از 1/52 سانتیمتر بیشتر باشد تا وال عنبر متوجه آن جسم شود)

*برای تشخیص یک جسم، اندازه آن باید در حدود طول موج به کار رفته یا بزرگ تر از آن باشد

*امواج الکترومغناطیسی نیز می توانند از یک سطح، بازتابیده شوند و بازتاب آنها از همان قانون بازتاب عمومی پیروی می کند

*امواج الکترومغناطیسی تخت تابیده به یک سطح کاو پس از بازتابش در یک نقطه کانونی می شوند این نمونه دیگری از بازتاب در سه بُعد است از همین ساز و کار برای دریافت امواج رادیویی توسط آنتن های بشقابی و یا امواج فروسرخ برای گرم کردن آب یا مواد غذایی در اجاق های خورشیدی استفاده می شود

*نور مرئی و همه امواج الکترومغناطیسی و صوت از قانون بازتاب عمومی امواج پیروی می کند یعنی زاویه تابش و بازتابش در هر بازتابشی با هم برابرند

*برای نور مرئی نیز همچون سایر امواج، پرتوی تابش، پرتوی بازتابش، و خط عمود بر سطح بازتابنده، در هر بازتابشی در یک صفحه واقع اند

عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

*در مواردی که سطح بازتابنده نور همچون یک آینه، بسیار هموار باشد، بازتاب نور را بازتاب آینه ای یا منظم می گویند

*بازتاب پخشنده یا نامنظم وقتی رخ می دهد که نور به سطحی برخورد کند که صیقلی و هموار نباشد پرتوهای نور به طور کاتوره ای از پستی و بلندی های سطح بازتابیده، و در تمام جهات پراکنده می شوند

* علت دیدن این صفحه کاغذ، دیوار، دستتان و دوست خود بازتاب پخشنده یا نامنظم است

بازتاب پخشنده نیز از قانون بازتاب عمومی امواج پیروی می کند

*چه بازتاب آینه ای و چه پخشنده باشد باز هم زاویه تابش و بازتابش در هر بازتابشی با هم برابرند و پرتوی تابش و پرتوی بازتابش و خط عمود بر سطح بازتابنده، در هر بازتابشی در یک صفحه واقع اند

*در بازتاب آینه ای از یک آینه تخت، بازتابش یک دسته پرتوی موازی را فقط در یک جهت می توانید ببینید، ولی در بازتاب پخشنده، بازتابش این دسته پرتو را می توانید در جهت های مختلف مشاهده کنید

*منظور از سطح ناهموار آن است که سطح در مقایسه با طول موج نور ناهموار است

موج از جسم عبور نمی کند (تشکیل سایه) آشکار ساز موج متوجه حضور جسم می شود ← طول جسم $\leq \lambda_{\text{موج}}$

موج از جسم عبور می کند (عدم تشکیل سایه) آشکار ساز متوجه حضور جسم نمی شود ← طول جسم $> \lambda_{\text{موج}}$

عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

*یک کاغذ در ظاهر بسیار هموار برای نور مرئی ناهموار محسوب می شود

*یک آینه برای نور مرئی سطحی هموار محسوب می شوند

*طول موج نور مرئی در حدود $0/5\mu m$ است

*در کاغذ ابعاد ناهمواری خیلی بزرگتر از $1\ \mu m$ است

*در آینه ابعاد ناهمواری خیلی کوچک تر $1\mu m$ است

*شکست موج عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

*چند مثال از شکست نور

رنگ های رنگین کمان

تصویری که با کمک عینک می بینیم

تصاویری که با استفاده از عدسی های ابزارهای نوری مانند میکروسکوپ و دوربین دیده می شود

*وقتی موج به مرز جدایی دو محیط می رسد

بخشی از آن بازتابیده می شود

بخشی دیگر عبور می کند عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

قسمتی هم در هر دو محیط جذب می شود

*وقتی یک ماهی را از بالای برکه ای می بینید، آن را در مکان واقعی خود مشاهده نمی کنید، بلکه مکانی ظاهری بر اثر شکست نور را ادراک می کنید

*شکست وقتی رخ می دهد که جهت پیشروی موج در ورود به یک محیط جدید تغییر کند

*شکست برای امواج مکانیکی و الکترومغناطیسی رخ میدهد

*شکست موج برای امواج صوتی نیز رخ می دهد ولی به اندازه موج های نوری اهمیت ندارد

*اگر یک تپ سینوسی از قسمت نازک طناب به قسمت ضخیم طناب منتشر شود

بخشی از آن باز می تابد و بخشی دیگر عبور می کند عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

بسامد این دو موج (عبوری و بازتابی) و بسامد موج فرودی که توسط چشمه موج تعیین می شود برابر است

تندی و طول موج موج عبوری در قسمت ضخیم کمتر از موج فرودی خواهد بود

*اگر موج سینوسی از قسمت ضخیم طناب به قسمت نازک آن منتشر شود

بخشی از آن باز می تابد و بخشی دیگر عبور می کند عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

بسامد این دو موج (عبوری و بازتابی) و بسامد موج فرودی که توسط چشمه موج تعیین می شود برابر است

تندی و طول موج موج عبوری در قسمت ضخیم بیشتر از موج فرودی خواهد بود

*هرگاه محیط انتشار موج تغییر کند تندی موج هم تغییر می کند

*در حالت های دو یا سه بُعدی با عبور موج از یک مرز و ورود آن به محیط دیگر، تندی موج تغییر می کند و اگر جهت انتشار نسبت به سطح جدایی دو محیط مایل بوده و عمود نباش جهت انتشار موج نیز تغییر کند و اصطلاحاً موج شکست پیدا کند

*تندی امواج روی سطح آب به عمق آن بستگی دارد

*با تغییردادن عمق آب در بخشی از تشت می توان تندی موج سطحی و جهت انتشار موج را تغییر داد این تغییر به شکست موج می انجامد

*در تشت موج

با قرار دادن یک بره در کف تشت می توان عمق آب را کم کرد

با ورود موج به بخش کم عمق، تندی موج سطحی کاهش می یابد

فاصله بین جبهه های موج و در نتیجه طول موج کاهش می یابد

اگر جهت انتشار موج عمود بر سطح جدایی دو محیط نباشد (مایل باشد) جبهه های موج در مرز دو ناحیه تغییر جهت می دهند و می شکنند

*با نزدیک شدن امواج به یک ساحل شیب دار

عمق آب کم می شود

جهت انتشار جبهه های موج تغییر می کند

تندی موج کم می شود

طول موج کم می شود

*با ورود ماشین اسباب بازی از سرامیک به قالیچه، تندی آن کم می شود و در نتیجه مسیر آن تغییر می کند

قانون شکست عمومی: عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

*در پدیده های شکستی **قانون شکست عمومی** حاکم است

$$\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1}=\frac{v_2}{v_1}$$

θ_1 زاویه پرتو موج با خط عمود در محیط اول

v_1 تندی موج در محیط اول

θ_2 زاویه پرتو موج با خط عمود در محیط دوم

v_2 تندی موج در محیط دوم

* درشکست امواج الکترومغناطیسی روابط زیر صدق می کند

$$\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1}=\frac{v_2}{v_1}=\frac{\lambda_2}{\lambda_1}=\frac{n_1}{n_2}$$

n_2 ضریب شکست محیط دوم n_1 ضریب شکست محیط اول

λ_2 طول موج نور در محیط دوم λ_1 طول موج نور در محیط اول

*از قانون عمومی شکست می توان به قانون اسنل رسید

$$\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1}=\frac{n_1}{n_2}$$

عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

*موجی تخت از محیطی با تندی بیشتر به محیطی با تندی کمتر رفته است مثلا

نور مربی از محیط شفاف و رقیقی مثل هوا
به طور مایل
وارد محیط شفاف و غلیظی مثل شیشه شده است
(پرتو شکست به خط عمود نزدیک شده است)

$$\theta_2 < \theta_1$$
$$v_2 < v_1$$
$$\lambda_2 < \lambda_1$$
$$n_2 > n_1$$
$$f_1 = f_2$$

*موجی تخت از محیطی با تندی کمتر به محیطی با تندی بیشتر رفته است مثلا

نور مربی از محیط شفاف و غلیظی مثل شیشه
به طور مایل
وارد محیط شفاف و رقیقی مثل هوا شده است
(پرتو شکست از خط عمود دور می شود)

$$\theta_2 > \theta_1$$
$$v_2 > v_1$$
$$\lambda_2 > \lambda_1$$
$$n_2 < n_1$$
$$f_1 = f_2$$

عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

*امواج الکترومغناطیسی (از جمله نور مرئی و امواج رادیویی) نیز با گذر از یک محیط به محیطی دیگر که در آن تندی آنها متفاوت می شود، شکست پیدا می کنند

*شکست امواج رادیویی اهمیتی کاربردی در ارتباطات رادیویی دارد

*علت شکست نور تغییر تندی نور در محیط دوم است عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

*ضریب شکست هر محیط برابر با نسبت تندی نور در خلأ به تندی نور در آن محیط است:

$$n = \frac{\text{تندی نور در خلأ}}{\text{تندی نور در یک محیط}} = \frac{c}{v}$$

تندی نور در خلأ $c = 3 \times 10^{8} \frac{m}{s}$

* تندی نور در خلأ بیشترین تندی ممکن است عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

*ضریب شکست خلا دقیل برابر 1 و در مورد هوا تقریبا برابر 1 است

***سراب:**

*در روزهای گرم ممکن است برکه آبی را در دوردست ببینید که بر سطح زمین قرار دارد، اما وقتی به آن محل می رسید، آنجا را خشک می یابید به این پدیده سراب یا سراب آبگیر می گویند سراب را می توان ا دید و می توان از آن عکس گرفت

*در روزهای گرم عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

هوای سطح زمین نسبتا داغ است

چگالی هوا با افزایش دما کاهش می یابد

ضریب شکست هوا کاهش می یابد

* توضیح سراب

جبهه های موجی به طرف پایین می روند

با پایین تر آمدن این جبهه ها چون ضریب شکست هوا کوچک تر و کوچک ترمی شود

در هر مرحله با دور شدن از خط عمود، بیشتر و بیشتر به سمت افق خم می شوند

پرتوها در نزدیکی سطح زمین تقریباً افقی می شوند و بعد از آن به سمت بالا خم برمی دارند

اکنون مدام با محیط هایی با ضریب شکست های بزرگ و بزرگ تر مواجه می شوند

در هر مرحله با نزدیک تر شدن به خط عمود، بیشتر و بیشتر رو به بالا خم می شوند

اگر بخشی از این نور به چشم ما برسد این حس را ایجاد می کند که گویی از سطح زمین آمده است

(زیرا چشم تصویر وارونه اجسام را روی زمین می بیند)

*علت خم شدن رو به بالای جبه های موج در پدیده سراب : عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

بخش پایینی هر جبهه موج در هوای کمی گرم تر قرار دارد و بنابراین کمی تندتر از بخش بالایی جبهه موج حرکت می کند و این تفاوت رفتار دو قسمت جبهه های موج، موجب خم شدن رو به بالای پرتوهای موج می شود، زیرا پرتوهای موج باید همواره عمود بر جبهه های موج باشند

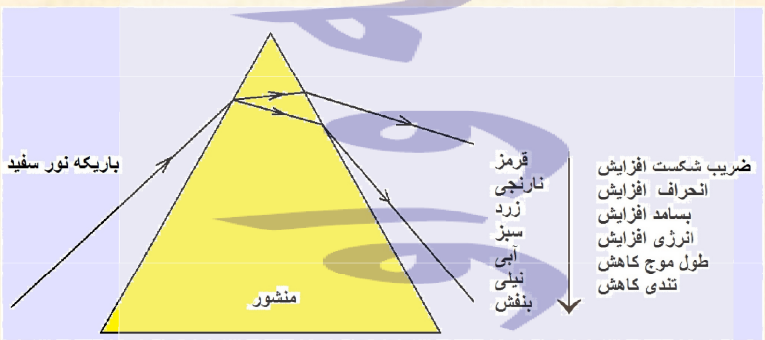
*ضریب شکست هر محیطی به جز خلأ به طول موج نور بستگی دارد

*عموماً ضریب شکست یک محیط معیّن برای طول موج های کوتاه تر، بیشتر است

*پاشندگی نور:

وقتی باریکه نور سفید خورشید به وجهی از یک منشور می تابد، در عبور از منشور به رنگ های مختلفی تجزیه می شود

عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران



عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

*علت **پاشندگی نور** آن است که ضریب شکست هر محیطی به جز خلأ به طول موج نور بستگی دارد چون طول موج رنگ بنفش از طول موج رنگ قرمز بیشتر است هنگام ورود نور سفید به شیشه رنگ بنفش بیشترین ضریب شکست و بیشترین انحراف را خواهد داشت بنابرای نور خورشید به یک طیف پیوسته رنگی پاشیده می شود

*وقتی باریکه نوری شامل پرتوهایی با طول موج های مختلف باشد، این پرتوها هنگام عبور از مرز دو محیط در زاویه های مختلفی شکسته می شوند به این پخش شدگی نور، پاشندگی نور می گویند

*اگر دو باریکه نور آبی و قرمز با زاویه تابش یکسانی از هوا وارد شیشه شوند باریکه آبی بیشتر از باریکه قرمز خم می شود

*اگر باریکه نور سفید از هوا بر یک سطح شیشه ای فرود آید بر اثر شکست نور، مؤلفه های سازنده باریکه نور سفید هر کدام به میزان متفاوتی خم می شوند که البته این تفاوت چندان محسوس نیست

*برای افزایش جدایی رنگ ها در پاشندگی نور، معمولاً از یک منشور با سطح مقطع مثلثی استفاده می کنیم

در منشور دو بار نور پاشندگی می یابد عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

*پاشندگی ناچیز در سطح اول، سپس با پاشندگی در سطح دوم افزایش می یابد و مؤلفه های رنگی نور سفید به طور محسوسی از هم جدا می شوند