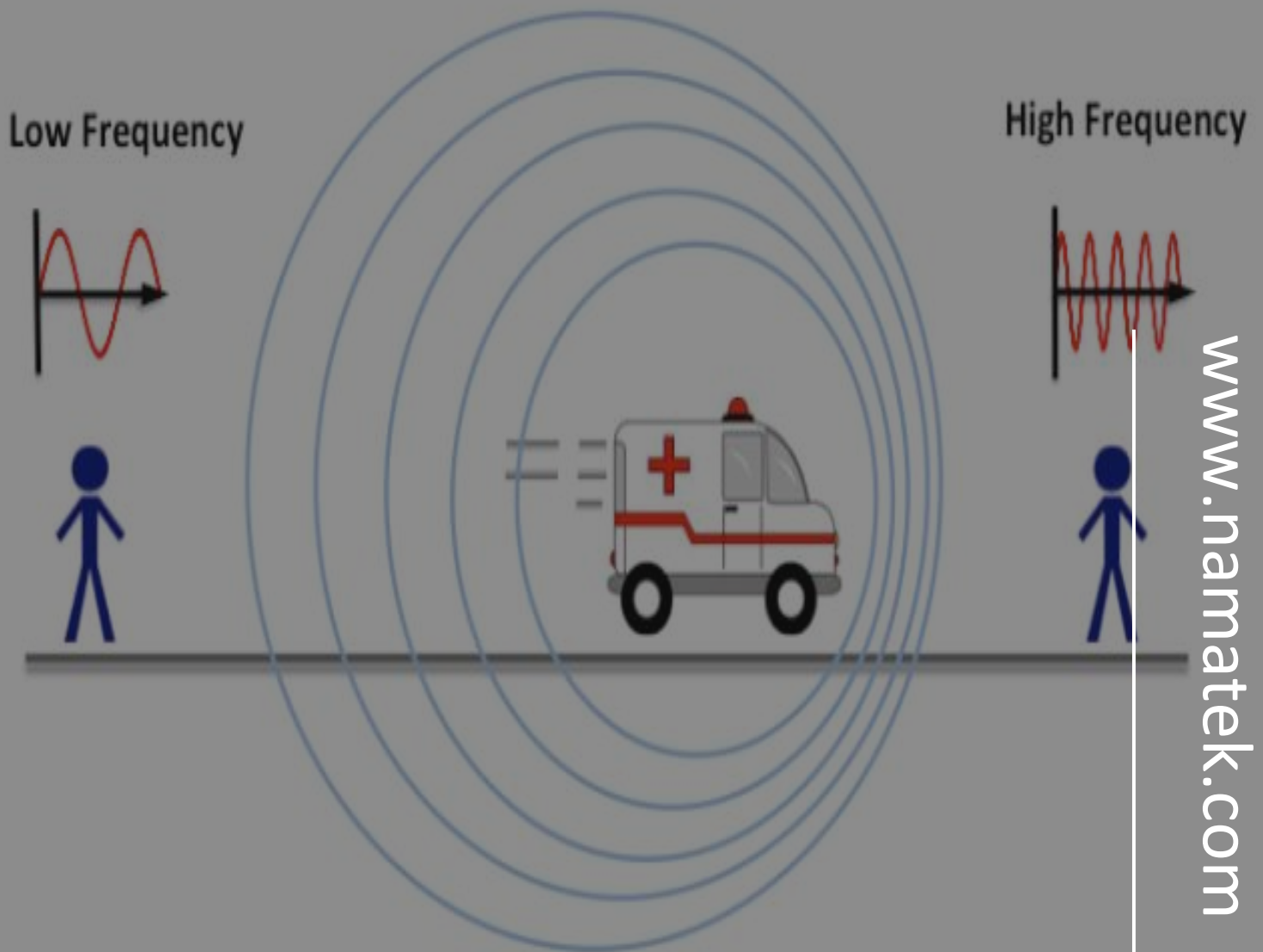




Namatek
True Education



اثر دوپلر را بشناسیم

فهرست مطالب

۱. اثر دوپلر چیست؟
۲. تاریخچه اثر دوپلر
۳. دلیل اثر دوپلر
۴. کاربردهای اثر دوپلر

قطعا برای شما هم جالب است که بدانید چرا وقتی یک آمبولانس از ما دور می شود رفته رفته صدای کمتری از آن به گوش می رسد. اثر دوپلر علت ایجاد این پدیده جالب و در عین حال بسیار کاربردی است که آشنایی با آن برای هر مهندسی الزامی است. در مقاله سعی داریم به زبان بسیار ساده با این پدیده مهم آشنا شویم.

اثر دوپلر چیست؟



اثر دوپلر هر زمان که منبع موج (به عنوان مثال تولید کننده صدا) نسبت به دریافت کننده در حال حرکت باشد مشاهده می شود. اثر دوپلر را می توان به عنوان تاثیر ایجاد شده روی فرکانس موج توسط یک منبع متحرک توصیف کرد. در اثر دوپلر دریافت کننده زمانی که منبع موج به او نزدیک شده یا دور می شود فرکانس های متفاوتی را دریافت می کند اما این دریافت متفاوت به دلیل تغییر واقعی در فرکانس منبع ایجاد نمی شود. اگر چه به دلیل تجربه اثر دوپلر در امواج صوتی بیشتر آشنا هستیم اما اثر دوپلر در هر نوع موج قابل مشاهده است. به عنوان مثال:

• موج آب

- موج صدا
- موج نور
- و غیره

هنگامی که امواجی مانند امواج صوتی یا رادیویی از میان دو شی عبور می کنند، اگر یکی از آن ها یا هر دو آن ها در حال حرکت باشند، طول موج تغییر پیدا می کند. به این تغییر اثر دوپلر گفته می شود. در حقیقت اثر دوپلر باعث می شود که فرکانس دریافتی توسط گیرنده، در صورت وجود حرکت و تغییر فاصله بین مبدا و مقصد، از فرکانس ارسال شده متفاوت باشد.

این تاثیر به آسانی قابل مشاهده است. به عنوان مثال زمانی که یک آمبولانس یا وسیله نقلیه اضطراری به سمت شما در بزرگراه حرکت می کند با نزدیک شدن ماشین به شما صدای آژیر (اندازه فرکانس آژیر) زیاد شده و پس از عبور ماشین قدرت صدای آژیر پایین می آید. این دقیقا همان اثر دوپلر است که سبب ایجاد تغییر ظاهری در فرکانس موج صوتی تولید شده توسط یک منبع متحرک می شود.

تاریخچه اثر دوپلر



اولین بار در سال ۱۸۴۲ اثر دوپلر توسط ریاضی دان و فیزیکدان مسیحی اتریشی به نام یوهان دوپلر پیشنهاد شد. ذدوپلر ضمن مشاهده ستارگان دور دست، چگونگی تغییر رنگ نور ستاره را با حرکت ستاره در مقاله خود توضیح داد. همچنین این فرضیه برای امواج صوتی توسط Buys Ballot در سال ۱۸۴۵ مورد آزمایش قرار گرفت. او دریافت که در زمان نزدیک شدن منبع صدا به او، صدا و فرکانس ساطع شده بالاتر است و زمانی که منبع صوتی از او دور می شد فرکانس ساطع شده کمتر می شود.

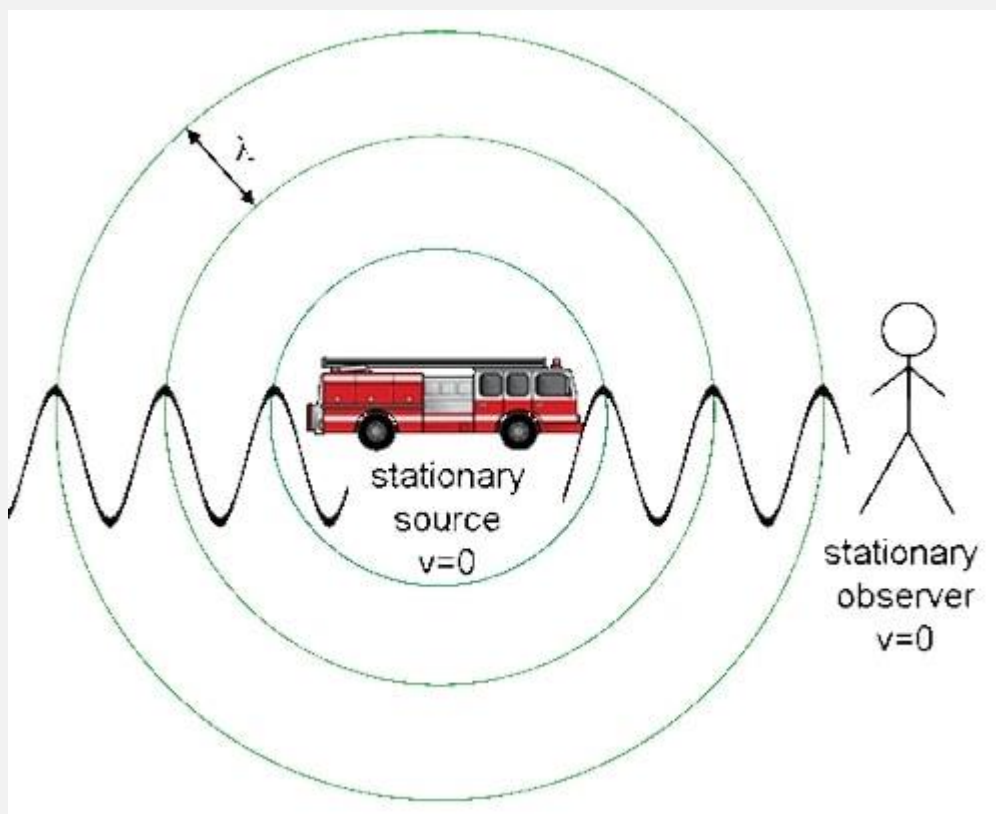
Hippolyte Fizeau در سال ۱۸۴۸ بطور مستقل همین پدیده را روی موج های الکترومغناطیسی کشف کرد. به دلیل کشف او این اثر گاهی اوقات در فرانسه "Effect Doppler-Fizeau" نامیده می شود اما این نام توسط سایر جهان به تصویب نرسید، زیرا کشف فیضو شش سال پس از کشف دوپلر بود.

دلیل اثر دوپلر

همانطور که گفته شد زمانی که صدای آژیر یک وسیله نقلیه اضطراری را می شنوید با تغییر فاصله صدا نیز تغییر می کند. به عنوان مثال در نظر بگیرید که یک ماشین آتش نشانی در ایستگاه آتش نشانی منتظر سوار شدن آتش نشانان است، همانطور که در تصویر زیر نشان داده شده است.

در حال سکون فرستنده و گیرنده موج

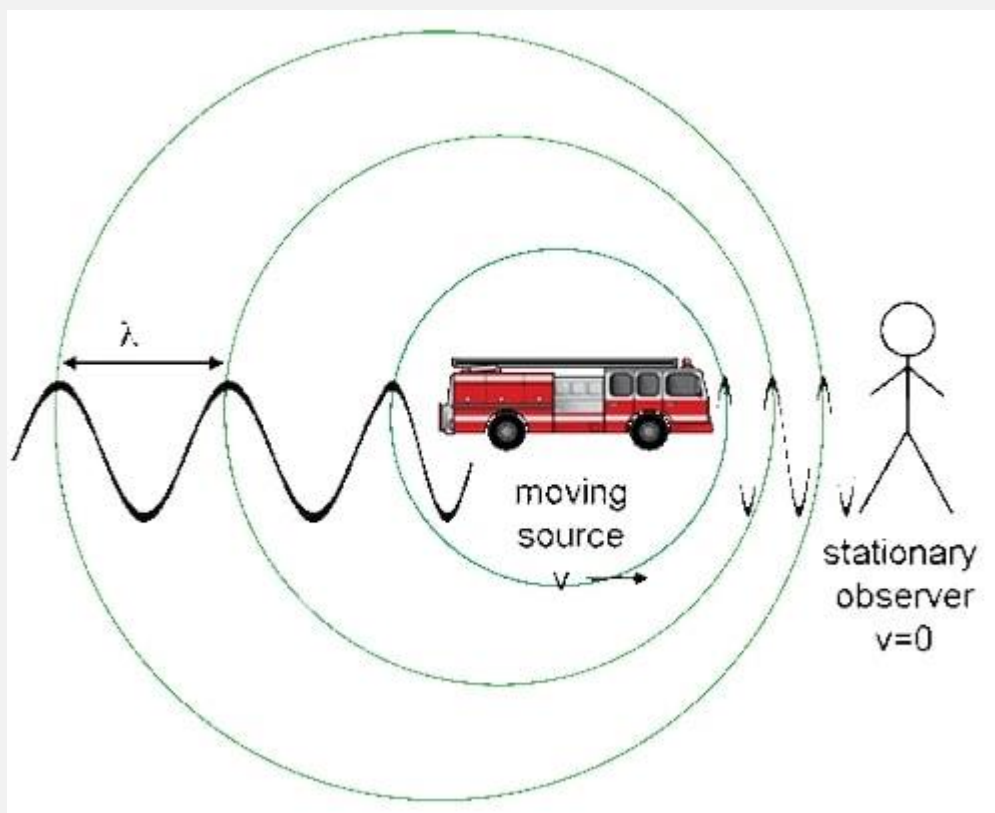
اگر آژیر روشن باشد، شنونده در فاصله ای ثابت در سمت راست، آژیر را با همان فرکانس که از آن ساطع می شود، می شنود. همچنین افراد ثابت دیگر در سمت چپ کامیون نیز همان صدا را می شنوند.



در تصویر بالا حلقه های سبز رنگ نمایانگر شکل موج در امواج صوتی آژیر هستند.

در حال حرکت فرستنده به سمت گیرنده موج

حال در نظر بگیرید که کامیون به سمت شنونده ثابت با سرعت ثابت v ، مطابق شکل زیر حرکت کند. در تصویر زیر نحوه تغییر در امواج شنیده شده را مشاهده می کنید.



در تصویر فوق شنونده ثابت (در سمت راست) دیگر همان صدای ساطع شده توسط ماشین آتش نشانی را در حال حرکت نمی شنود و صدای شنیده شده توسط او شدت بیشتری می گیرد. به حلقه های سبز رنگ که نشان دهنده امواج صوتی هستند دقت کنید.

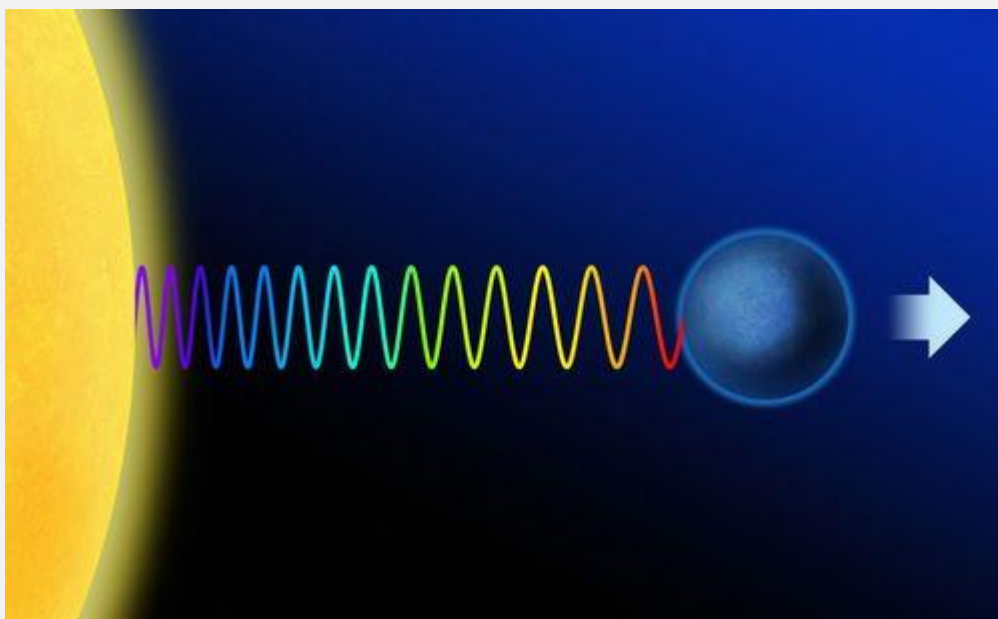
در واقع فرکانس آژیر ماشین آتش نشانی که توسط این شخص شنیده می شود تغییر نکرده است اما این امواج با حرکت رو به جلوی ماشین آتش نشانی تغییر پیدا می کند. به این صورت که ماشین با حرکت به سمت امواجی که خودش منتشر کرده امواج را فشرده کرده و فاصله آن ها را از یکدیگر کم می کند.

به همین دلیل همانطور که در تصویر مشخص است، فرد مقابل ماشین آتش نشانی صدای بالاتری را نسبت به افراد پشت ماشین می شنود. این فواصل در امواج پشت کامیون آتش نشانی (در سمت چپ تصویر) باعث می شود که شنونده در سمت چپ کامیون، متوجه کاهش صدا و فرکانس آژیر شود. بدین ترتیب در اثر دوپلر:

- اگر منبع در حال دور شدن باشد، فرکانس مشاهده شده کمتر و طول موج مشاهده شده بیشتر است.
- اگر منبع در حال نزدیک شدن باشد، فرکانس مشاهده شده بالاتر و طول موج کوتاهتر است.

نقش اثر دوپلر بر نور

اما این امر چگونه بر طیف اشیا دور در جهان تاثیر می گذارد؟ آیا نور تغییر دوپلر را تجربه می کند؟



به طیف نور مرئی فکر کنید: قرمز، نارنجی، زرد، سبز، آبی، نیلی و بنفش. اگر اثر دوپلر روی نور نیز کار کند، در این صورت باید بتوانید آنقدر سریع به سمت چراغ راهنمایی قرمز حرکت کنید که برای شما سبز جلوه کند! البته در زمان خاموش شدن چراغ قرمز، ممکن است استفاده از این استدلال هوشمندانه باشد. اگرچه با این عمل ممکن است افسر پلیس شما را به دلیل سرعت غیر مجاز جریمه کند!

کاربردهای اثر دوپلر

از این پدیده در کاربردهای بسیاری استفاده می شود که در زیر به دو مورد از آن ها اشاره می کنیم.

سرعت سنجی

یکی از مهم ترین کاربردهای اثر دوپلر سرعت سنجی است. در این روش با استفاده از اندازه گیری تغییر فرکانس دریافت شده می توان سرعت شی را اندازه گیری کرد. به عنوان مثال تشخیص بی نظمی در جریان خون در علم پزشکی از طریق اثر دوپلر انجام می شود. همچنین این روش در بررسی سرعت خودرو توسط پلیس مورد استفاده قرار می گیرد.

نجوم



یکی دیگر از کاربردهای اثر دوپلر ردیابی ماهواره ها و اجرام آسمانی است که از طریق بررسی فرکانس های ارسالی و دریافتی ماهواره و همچنین نورهای ساطع شده از ستاره ها و سیارات امکان پذیر است.