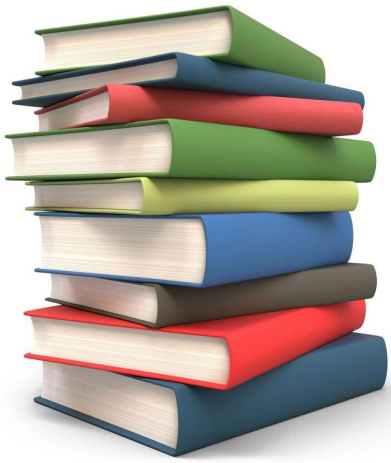


متن های مهم کتب درسی

فیزیک دهم یازدهم و دوازدهم

ویژه کنکور ۱۴۰۱

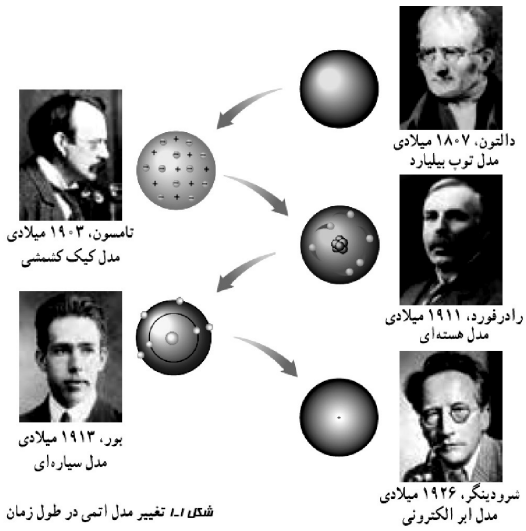
این اصل درس نیست! تنها بخشی از جملات مهم متن کتاب درسی است که شاید دانش آموزان به آنها کم توجهی کنند

یادمان باشد، اساس تست های کنکور در درس فیزیک بر مبنای حل مسئله می باشد ولی از آنجا که گاها مشاهده شده است که در بین تست های مطرح شده در این آزمون یا آزمون های آزمایشی موسسات مختلف تعداد اندکی پرسش غیر مسئله ای از متن کتاب درسی نیز آمده است (که اتفاقا در صورت آشنایی داوطلبان با آن متن به راحتی می توانستند به آن سوال پاسخ صحیح دهند) لذا در این جزوه متن هایی از کتاب های فیزیک دهم، یازدهم و دوازدهم که احساس می شده پتانسیل طرح چنین تست هایی در آنها وجود دارد کنار یکدیگر جمع آوری شده اند.

فیزیک :دانش بنیادی

▪ مطالعه و یادگیری فیزیک به این دلیل اهمیت دارد که فیزیک **یکی از بنیادی‌ترین دانش‌ها و شالوده تمامی مهندسی‌ها و فناوری‌هایی** است که به طور مستقیم یا غیرمستقیم در زندگی ما نقش دارند.

▪ دانشمندان فیزیک برای توصیف و توضیح پدیده‌های مورد بررسی، اغلب از **قانون، مدل و نظریه فیزیکی** استفاده می‌کنند. از آنجا که **فیزیک، علمی تجربی** است، لازم است این قوانین، مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی توسط آزمایش مورد آزمون قرار گیرند.



شکل ۱ـ۱ تغییر مدل اتمی در طول زمان

▪ **مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی در طول زمان همواره معتبر نیستند** و ممکن است دستخوش تغییر شوند. مثلاً در دهه‌های آغازین قرن گذشته، نظریه اتمی با توجه به مشاهده‌ها و کسب اطلاعات جدید در خصوص رفتار اتم‌ها، بارها اصلاح شد. در زیر جدول تغییر مدل اتمی را در طول زمان مشاهده می‌کنید.

▪ ویژگی **آزمون پذیری و اصلاح نظریه‌های فیزیکی**، نقطه قوّت دانش فیزیک است.

مدل سازی در فیزیک

▪ فیزیک دانان برای بررسی پدیده‌ها، از مدلسازی استفاده می‌کنند. مدل سازی در فیزیک فرایندی است که طی آن یک پدیده فیزیکی، آنقدر ساده و آرمانی می‌شود تا امکان بررسی و تحلیل آن فراهم شود.

توجه: *هنگام مدلسازی یک پدیده فیزیکی، باید اثرهای جزئی‌تر را نادیده بگیریم نه اثرهای مهم و تعیین کننده را.*

اندازه گیری ، کمیت‌های فیزیکی و انواع آن

- **اساس تجربه و آزمایش، اندازه گیری است** و **برای بیان نتایج اندازه گیری، به طور معمول از عدد و یکای مناسب** آن استفاده می‌کنیم.
- در فیزیک به هر چیزی که بتوان آن را اندازه گرفت، مانند طول، جرم، تندی، نیرو و زمان سقوط یک جسم، **کمیت فیزیکی** گفته می‌شود.
  - برای بیان برخی از کمیت‌های فیزیکی، تنها از یک عدد و یکای مناسب آن استفاده می‌شود.اینگونه کمیت‌ها، **کمیت نرده‌ای (اسکالر)** نامیده می‌شوند.
  - برای بیان برخی دیگر از کمیت‌های فیزیکی، افزون بر یک عدد و یکای مناسب آن، لازم است به **جهت** آن نیز اشاره کنیم. این دسته از کمیت‌ها را، **کمیت برداری** می‌نامند. مانند جابه جایی، سرعت، شتاب و نیرو

اندازه گیری و دستگاه بین‌المللی یکاها

- برای انجام اندازه گیری های درست و قابل اطمینان به یکاهای اندازه گیری ای نیاز داریم که **تغییر نکنند و دارای قابلیت بازتولید** در مکان‌های مختلف باشند.

*** انواع کمیت**

کمیت های اصلی

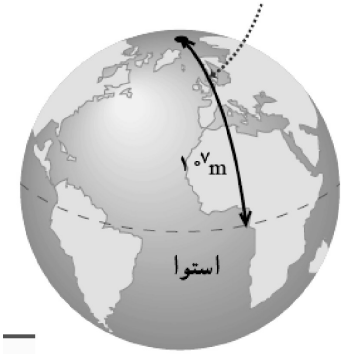
کمیت های فرعی

- مجمع عمومی اوزان و مقیاس‌ها، **هفت کمیت را به عنوان کمیت اصلی** انتخاب کرد که اساس دستگاه بین‌المللی یکاها را تشکیل می‌دهند. یکای این کمیت‌ها را یکاهای اصلی می‌نامند. سایر یکاهای دیگر را که برحسب یکاهای اصلی بیان می‌شوند، یکاهای فرعی می‌نامند.

جدول ۱ــ۱ کمیت‌های اصلی و یکای آنها

کمیت	نام یکا	نماد یکا
طول	متر	m
جرم	کیلوگرم	kg
زمان	ثانیه	s
دما	کِلوین	K
مقدار ماده	مُول	mol
جریان الکتریکی	آمپر	A
شدت روشنایی	کَندِلا (شمع)	cd

متر در آغاز به‌صورت یک‌ده‌میلیونیم این فاصله تعریف شد

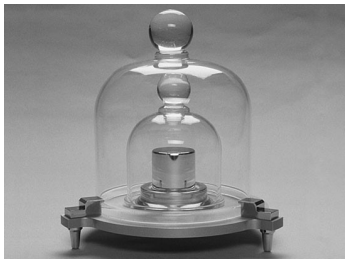


طول: به لحاظ تاریخی، در اواخر قرن هجدهم، **یکای طول (متر) به صورت یک ده میلیونیم فاصله استوا تا قطب شمال تعریف شد** تا سال ۱۹۶۰ میلادی، فاصله میان دو خط نازک حک شده در نزدیکی دو سر میله‌ای از جنس پلاتین ایریدیوم، وقتی میله در دمای صفر درجه سلسیوس قرار داشت، برابر یک متر تعریف شده بود .

بنابر آخرین توافق جهانی مجمع عمومی وزن ها و مقیاس‌ها ، یک متر برابر مسافتی تعریف شد که نور در مدت زمان $\frac{۱}{۲۹۹۷۹۲۴۵۸}$ ثانیه در خلأ طی می‌کند .این تعریف، تخصصی است و برای اندازه گیریهای بسیار دقیق به کار می‌رود.

- واحد نجومی یکی از واحد های مورد استفاده در اخترشناسی است که با نمادهای AU نمایش داده می‌شود. **واحد نجومی یکای طول است و برابر است با میانگین فاصله زمین تا خورشید** که تقریباً معادل ۱۵۰ میلیون کیلومتر است.($۱AU = ۱/۵۰ \times ۱۰^{۱۱} m$)

- **سال نوری یکی از واحد های مسافت مانند متر است. سال نوری طبق تعریف برابر است با مسافتی را که نور در مدت یک سال در خلأ می‌پیماید یک سال نوری می‌نامند** و آن را با نماد ly نمایش می‌دهند.



جرم: یکای جرم در SI کیلوگرم (kg) نامیده می‌شود و به صورت جرم استوانه‌ای فلزی از جنس آلیاژ پلاتین و ایریدیوم تعریف شده است. جرم این استوانه که به دقت درون دو حباب شیشه‌ای جای گرفته، کیلوگرم استاندارد بین‌المللی است که در موزه سِوْر فرانسه نگهداری می‌شود .

- **در تعریف‌های جدید کیلوگرم براساس ثابت پلانک تعریف شده است.**

زمان: در طول سال های ۱۲۶۸ تا ۱۳۴۶ ه.ش، یکای زمان، ثانیه (S) به صورت $\frac{۱}{۸۶۴۰۰}$ میانگین روز خورشیدی تعریف می‌شد . استاندارد کنونی زمان که از سال ۱۳۴۶ ه.ش به کار گرفته شد بر اساس دقت بسیار زیاد ساعت های اتمی تعریف شده است .

- **در فیزیک، تغییر هر کمیت را نسبت به زمان، معمولاً آهنگ آن کمیت می‌نامیم.**
- **یک روز خورشیدی، زمانِ بین ظاهر شدن های متوالی خورشید در بالاترین نقطه آسمان در هر روز است.**
- **ساعت های اتمی پس از چندین میلیون سال، تنها یک ثانیه جلو یا عقب می افتند!**

پیشوندهای یکاها:

هرگاه در اندازه گیری ها با اندازه های بسیار بزرگ تر یا بسیار کوچک تر از یکای اصلی آن کمیت مواجه شویم، از پیشوندهایی استفاده می‌کنیم.

جدول پیشوندهای یکاها

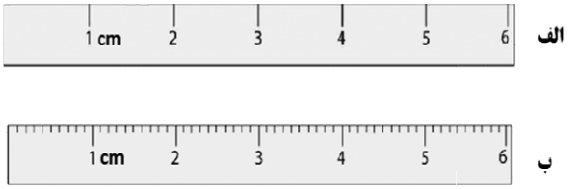
ضریب	پیشوند	نماد	ضریب	پیشوند	نماد
$۱۰^{۲۴}$	یوتا	Y	$۱۰^{-۲۴}$	یوکتو	y
$۱۰^{۲۱}$	زِتا	Z	$۱۰^{-۲۱}$	زِپتو	z
$۱۰^{۱۸}$	اِگزا	E	$۱۰^{-۱۸}$	آتو	a
$۱۰^{۱۵}$	پِتا	P	$۱۰^{-۱۵}$	فِمتو	f
$۱۰^{۱۲}$	تِرا	T	$۱۰^{-۱۲}$	پیکو	p
$۱۰^{۹}$	گیگا (جیگا)	G	$۱۰^{-۹}$	نانو	n
$۱۰^{۶}$	مِگا	M	$۱۰^{-۶}$	میکرو	μ
$۱۰^{۳}$	کیلو	k	$۱۰^{-۳}$	میلی	m
$۱۰^{۲}$	هِکتو	h	$۱۰^{-۲}$	سانتی	c
$۱۰^{۱}$	دِکا	da	$۱۰^{-۱}$	دِسی	d

- **اندازه هر کمیت فیزیکی، که به صورت نمادگذاری علمی بیان می‌شود، باید شامل سه قسمت باشد .قسمت های اول و دوم، در برگیرنده حاصل ضرب عددی از ۱ تا ۱۰ در توان صحیحی از ۱۰ است و در قسمت سوم، یکای آن کمیت نوشته می‌شود.**

اندازه گیری و دقت وسیله های اندازه گیری

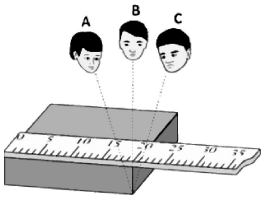
در اندازه گیری کمیت‌های فیزیکی مانند طول، جرم، زمان و ... قطعیت وجود ندارد و همواره مقداری خطا وجود دارد .با انتخاب وسیله های دقیق و روش صحیح اندازه گیری، **تنها می‌توان خطای اندازه گیری را کاهش داد، ولی هیچ گاه نمی‌توان آن را به صفر رساند .**

۱)دقت وسیلهٔ اندازه گیری: دقت ابزارهای اندازه گیری مدرج، برابر **کمینه درجه بندی آن ابزار است.** برای مثال، در شکل زیر دقت خط‌کش الف برابر ۱ سانتی متر بوده و دقت خط کش ب برابر ۱ میلی متر می‌باشد.



دقت وسایل رقمی (دیجیتال) یک واحد از آخرین رقمی است که می‌خواند. برای مثال دقت دماسنج رقمی (دیجیتال) (شکل الف) $0/1^{\circ}C$ و دقت دماسنج رقمی (دیجیتال) (شکل ب) $1^{\circ}C$ است.

۲) مهارت شخص آزمایشگر: یکی دیگر از عوامل مهم و تأثیرگذار روی دقت اندازه گیری، مهارت های شخص آزمایشگر است .یکی از این مهارت ها، نحوه خواندن نتیجه اندازه گیری است.



- خطای مشاهده، ناشی از اختلاف منظر، در خواندن و گزارش نتیجه اندازه گیری تأثیر مهمی دارد، به عنوان مثال در شکل مقابل هر چقدر عمود تر به محل مورد نظر وسیله نگاه کنیم دقت خواندن عدد بیشتر خواهد بود.

۳)تعداد دفعات اندازه گیری: برای کاهش خطا در اندازه گیری هر کمیت، معمولاً اندازه گیری آن را چند بار تکرار می‌کنند. میانگین عددهای حاصل از اندازه گیری به عنوان نتیجه اندازه گیری گزارش می‌شود. البته **در میان عددهای متفاوت، اگر یک یا دو عدد اختلاف زیادی با بقیه داشته باشند در میانگین گیری به حساب نمی‌آیند.**

حالت‌های ماده

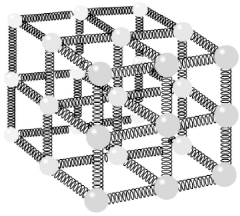
به هر چیزی که فضا را اشغال کند (حجم داشته باشد) ماده می‌گوییم. مواد از ذره‌های ریزی به نام اتم یا مولکول ساخته شده‌اند.

اندازه اتم‌ها حدود یک تا چند انگستروم $\left(1\mathring{A}=10^{-10}m\right)$ **است** و اندازه‌ی مولکول‌ها به این بستگی دارد که از چند اتم ساخته شده باشند. اندازه برخی از درشت مولکول‌ها، مانند بَسپارها (پلیمرها)، می‌تواند تا ۱۰۰۰ انگستروم نیز باشد.

جامد، مایع و گاز سه حالت(فاز) آشنای ماده هستند ، حالت چهارم ماده، پلاسما نامیده می‌شود که اغلب در دماهای خیلی بالا به وجود می‌آید. ماده درون ستارگان و بیشتر فضای بین ستاره‌ای، آذرخش، شفق‌های قطبی، آتش و ماده داخل لوله تابان لامپ‌های مهتابی از پلاسما تشکیل شده است.

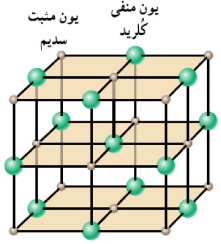
جامد:

- **جسم جامد، حجم و شکل معینی دارد.**
- **ذرات جسم جامد به سبب نیروهای الکتریکی که به یکدیگر وارد می‌کنند در کنار یکدیگر می‌مانند.**
- این ذرات در مکان‌های معینی نسبت به یکدیگر قرار دارند و در اطراف این مکان‌ها، نوسان‌های بسیار کوچکی دارند.



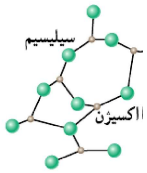
انواع جامد:

الف) جامد بلورین: اتم‌های برخی از جامدها در طرح‌های منظمی مانند شکل زیر کنار هم قرار می‌گیرند. جامدهایی را که در یک الگوی سه بعدی تکرار شونده از این واحدهای منظم ساخته می‌شود **جامد بلورین** می‌نامیم.



- *فلزها، نمک‌ها، الماس، یخ و بیشتر مواد معدنی جزو جامدهای بلورین اند.*
- *وقتی مایعی را به آهستگی سرد کنیم اغلب جامدهای بلورین تشکیل می‌شوند. در این فرایند سرد سازی آرام، ذرات سازنده مایع فرصت کافی دارند تا در طرح‌های منظم خود را مرتب کنند.*

ب) جامد بی شکل: ذرات سازنده جامدهای بی شکل (آمُورف) برخلاف جامدهای بلورین، در طرح‌های منظمی کنار هم قرار ندارند.



- *وقتی مایعی به سرعت سرد شود معمولاً جامد بی شکل به وجود می‌آید. در این فرایند سرد سازی سریع، ذرات فرصت کافی ندارند تا در طرحی منظم، مرتب شوند. بنابراین در طرح نامنظمی که در حالت مایع داشتند باقی می‌مانند. شیشه، مثالی از یک جامد بی شکل است.*

مایع:

- **مولکول‌های مایع نظم و تقارن جامدهای بلورین را ندارند و به صورت نامنظم و نزدیک به یکدیگر قرار گرفته‌اند.**
- **مایع به راحتی جاری می‌شود و به شکل ظرف خودش در می‌آید.**
- **فاصله ذرات سازنده مایع و جامد تقریباً یکسان و در حدود یک آنگستروم $\left(1\mathring{A}\right)$ است.**

پدیدهٔ پخش در مایع‌ها: اگر مقداری نمک را در یک لیوان آب بریزید، پس از مدتی آب، شور می‌شود. اگر چند قطره جوهر را به آب درون لیوانی اضافه کنید، به تدریج رنگ آب تغییر می‌کند. تجربه‌های ساده‌ای مانند این، نشان می‌دهند که ذرات سازنده نمک و جوهر در آب درون لیوان پخش شده‌اند. **دلیل پخش ذرات نمک و جوهر در آب، به حرکت مولکول‌های آب مربوط می‌شود. در واقع به دلیل حرکت‌های نامنظم و کاتوره‌ای (تصادفی) مولکول‌های آب و برخورد آنها با ذرات سازنده نمک و جوهر، این گونه مواد در آب پخش می‌شوند.**

گاز:

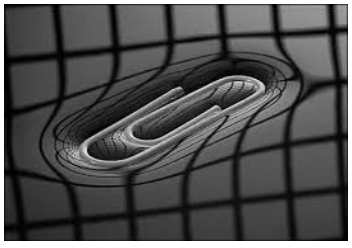
- **گاز، ماده‌ای است که شکل مشخصی ندارد.**
- **اتم‌ها و مولکول‌های گاز آزادانه و با تندی بسیار زیاد به اطراف حرکت و با یکدیگر و با دیواره‌های ظرفی که در آن قرار دارند برخورد می‌کنند .**
- **فاصله میانگین مولکول‌های گاز در مقایسه با اندازه آنها، خیلی بیشتر است.**
- **اندازه مولکول‌های گازها حدود ۱ تا ۳ آنگستروم بوده و فاصله بین آنها در حدود $35\mathring{A}$ است.**

نیروهای بین مولکولی

نیروی هم چسبی: نیروهای بین مولکول‌های همسان مانند نیروهای بین مولکول‌های آب را نیروی هم چسبی می‌نامیم.

- **نیروهای بین مولکولی در فواصل بسیار کم به صورت دافعه ظاهر می‌شوند و از تراکم پذیری مایع جلوگیری می‌کند. از طرف دیگر وقتی مولکول‌های مایع را کمی از هم دور کنیم، نیروی جاذبه بین آنها ظاهر می‌شود. این جاذبه در قطره آب آویزان از شاخه درخت دیده می‌شود.**
- **نیروهای بین مولکولی کوتاه بُرد هستند،** یعنی وقتی فاصله بین مولکول‌ها چند برابر فاصله بین مولکولی شود، نیروهای بین مولکولی بسیار کوچک و عملاً صفر خواهند شد.

کشش سطحی: **کشش سطحی ناشی از هم چسبی مولکول‌های سطح مایع است** .



به دلیل نیروهای جاذبه‌ای که مولکول‌های سطح مایع به یکدیگر وارد می‌کنند سطح مایع شبیه یک پوسته تحت کشش رفتار می‌کند و کشش سطحی روی می‌دهد. نشستن یا راه رفتن برخی حشره‌ها روی سطح آب ، شناور ماندن گیره فلزی کاغذی روی سطح آب و تشکیل حباب‌های آب و صابون تنها نمونه‌هایی از وجود کشش سطحی هستند.

با کشش سطحی همچنین می‌توان توضیح داد که چرا قطره‌هایی که آزادانه سقوط می‌کنند تقریباً کروی‌اند . به ازای حجمی معین، کره نسبت به هر شکل هندسی دیگری، کوچک ترین مساحت سطح را دارد. به این ترتیب سطح قطره ایکه آزادانه سقوط می کند مانند یک پوسته کشیده شده، تمایل به کمینه کردن مساحتش را دارد.

دگرچسبی: **هنگامی که دو ماده مختلف در تماس با یکدیگر قرار گیرند نیز جاذبه مولکولی مشابهی بین مولکول‌های آنها ظاهر می‌شود که به آن نیروی دگرچسبی می‌گوییم.**

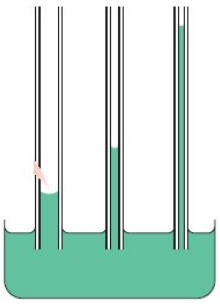
- *هم چسبی و دگرچسبی هر دو نیروهایی بین مولکولی هستند. تفاوت آنها در این است که هم چسبی، جاذبه بین مولکول‌های همسان و دگرچسبی جاذبه بین مولکول‌های ناهمسان است.*

تَرشوندگی:

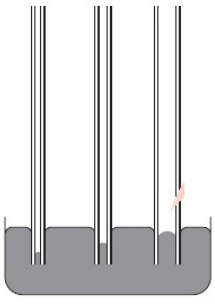
هرگاه مایعی در تماس با جامدی قرار گیرد دو حالت می‌تواند رخ دهد. یکی اینکه دگرچسبی بین مولکول‌های مایع و جامد از هم چسبی بین مولکول‌های مایع بیشتر باشد. در این صورت می‌گوییم مایع، جامد را تر یا خیس می‌کند. مثلاً می‌بینیم که آب، سطح شیشه تمیز را خیس کرده و روی آن پهن شده است.

اما اگر نیروی هم چسبی بین مولکول‌های مایع از نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های مایع و جامد بیشتر باشد می‌گوییم مایع جامد را تر نمی‌کند. مثلاً می‌بینیم که سطح شیشه با جیوه خیس نشده و جیوه به شکل قطره روی سطح شیشه باقی مانده است (هرچه قطره بزرگ‌تر باشد نیروی گرانش زمین، آن را تخت‌تر می‌کند.)

اثر مویینگی: لوله‌هایی که قطر داخلی آنها حدود **یک دهم میلی متر باشد**، معمولاً **لوله مویین** نامیده می‌شوند. واژه مویین به معنی مُو مانند است.



- **آزمایش نشان می‌دهد اگر چند لوله مویین شیشه‌ای و تمیز را وارد یک ظرف آب کنیم، آب در لوله‌های مویین بالا می‌رود و سطح آن بالاتر از سطح آب ظرف قرار می‌گیرد. همچنین هرچه قطر لوله مویین کمتر باشد ارتفاع ستون آب در آن بیشتر است. افزون بر اینها سطح آب در بالای لوله‌های مویین فرورفته است.**

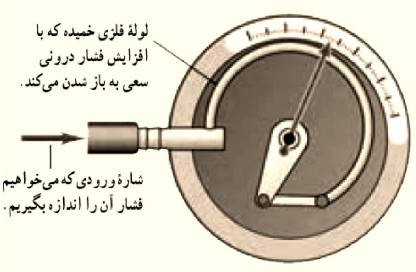


- **اگر همین آزمایش‌ها را با جیوه انجام دهیم مشاهده می‌کنیم که جیوه در لوله‌های مویین مقداری بالا می‌رود ولی سطح آن پایین‌تر از سطح جیوه ظرف قرار می‌گیرد. همچنین هرچه قطر لوله مویین کمتر باشد ارتفاع ستون جیوه در آن کمتر است. افزون بر اینها سطح جیوه در لوله مویین برآمده است. اثر مویینگی در لوله‌های با قطر داخلی بزرگ‌تر از لوله‌های مویین نیز قابل مشاهده است.**

برای توجیه فیزیکی تفاوت اثر مویینگی آب و جیوه، باید به نیروهای هم چسبی و دگرچسبی توجه کرده و اندازه آنها را با یکدیگر مقایسه کنیم. آب تمایل به چسبیدن به دیواره‌های شیشه‌ای دارد زیرا نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های آب و مولکول‌های شیشه بیشتر از نیروی هم چسبی بین مولکول‌های آب است. در نتیجه آب سطح شیشه را خیس می‌کند و در لوله بالا می‌رود. در مورد جیوه نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های جیوه و مولکول‌های شیشه کمتر از نیروی هم چسبی بین خود مولکول‌های جیوه است. در نتیجه جیوه سطح شیشه را خیس نمی‌کند و سطح جیوه در لوله مویین پایین‌تر از سطح جیوه درون ظرف قرار می‌گیرد.

- در ساختن دیوارهای ساختمان باید اثر مویینگی در نظر گرفته شود، زیرا تراوش آب از منفذهای مویین در این دیوارها می‌تواند سبب خسارت در داخل ساختمان شود. **برای جلوگیری از این خسارت، دیوارهای داخل یا خارج ساختمان را معمولاً با مواد ناتراوا (مانند قیر) می‌پوشانند.**

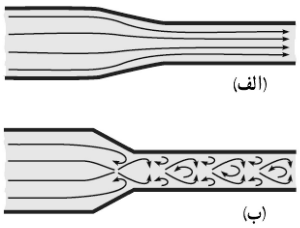
فشارسنج بوردون:



بسیاری از فشارسنج ها برای اندازه گیری فشار یک شاره، از یک لوله خمیده یک سر بسته و قابل انعطاف استفاده می‌کنند . انتهای این لوله به عقربه‌ای متصل است که فشار را روی صفحه‌ای مدرج نشان می‌دهد. تغییر فشار پیمانه‌ای شاره درون لوله سبب تغییر شکل لوله و در نتیجه حرکت عقربه روی صفحه مدرج می‌شود. این فشارسنج ها که به فشار سنج بوردون شناخته می‌شوند معمولاً برای اندازه گیری فشار در مخزن‌های گاز و همچنین اندازه گیری فشار باد لاستیک وسیله‌های نقلیه به کار می‌روند.

شارهٔ در حرکت و اصل برنولی:

شاره در حال حرکت به دو دسته زیر تقسیم می‌شود:

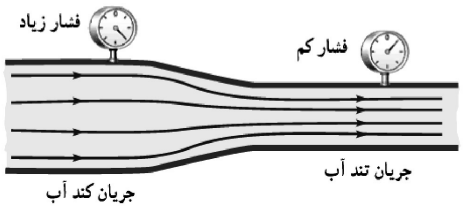


۱. شاره با جریان یکنواخت و لایه‌ای (مانند شکل الف)
۲.شاره با جریان متلاطم و آشوبناک (مانند شکل ب)

بررسی حرکت متلاطم شاره اغلب می‌تواند بسیار پیچیده باشد. برای پرهیز از این پیچیدگی‌ها، مدل آرمانی و ساده شده‌ای از یک شاره با فرض‌های زیر در نظر گرفته می‌شود:

۱. شاره در حال حرکت و بدون تلاطم (یکنواخت) می‌باشد
۲.شاره تراکم ناپذیر است (یعنی، چگالی آن ثابت است)
۳. اصطکاک داخلی (گران روی) ندارد.

شکل زیر جریان لایه‌ای آب را، درون لوله‌ای افقی و با دو سطح مقطع متفاوت نشان می‌دهد. در حالت پایا، که همه جای لوله پر از آب است،**مقدار آبی که در یک مدت زمان معین از یک مقطع لوله می‌گذرد با مقداری که از هر مقطع دیگر لوله در همان مدت زمان می‌گذرد برابر است.**در نتیجه با توجه به تغییر اندازه سطح مقطع لوله، جریان آب کُند یا تند می‌شود.



همان طور که در شکل می‌بینید آب با جریان لایه‌ای، در لوله‌ای با دو سطح مقطع متفاوت حرکت می‌کند. **با کاهش سطح مقطع لوله، جریان آب تندتر می‌شود و فشار آن کاهش می‌یابد.**

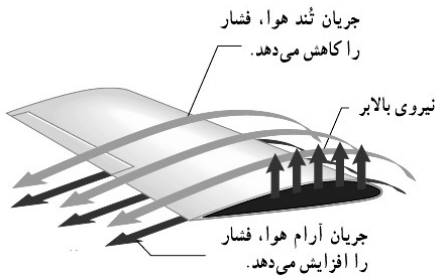
اصل برنولی : در جاهایی از لوله که جریان آب تندتر است، فشار کمتر است. این اصل نه تنها برای مایع‌ها، بلکه برای گازها نیز برقرار است. اصل برنولی برای شاره ای که به طور لایه‌ای و در امتداد افق حرکت می‌کند به صورت زیر بیان می‌شود:

در مسیر حرکت شاره، با افزایش تندی شاره، فشار آن کاهش می‌یابد.

به عنوان مثال :

■ *وقتی شیر آبی را کمی باز کنید و آب به آرامی جریان یابد، مشاهده می‌شود که باریکه آب با نزدیک‌تر شدن به زمین، باریک‌تر می‌شود.*

■ *وقتی یک ورق کاغذ را جلو دهانتان می‌گیرید و در سطح بالای آن می‌دمید، کاغذ به طرف بالا حرکت می‌کند.*



■ *بال‌های هواپیما طوری طراحی شده‌اند که تندی هوا در بالای بال بیشتر از زیر آن است. در نتیجه، فشار هوای بالای بال، کمتر از فشار هوای زیر آن است. به این ترتیب نیروی بالابر خالصی به بال هواپیما وارد می‌شود.*

■ *وقت کامیون متوقف است پوشش برزنتی آن صاف است اما وقتی کامیون در حال حرکت است، فشار هوای روی پوشش برزنتی کاهش می‌یابد و در نتیجه هوای زیر پوشش برزنتی که فشار بیشتری دارد سبب پُف کردن پوشش برزنتی به طرف بالا می‌شود.*

دما و دماسنجی

دما کمّیتی است که میزان سردی و گرمی اجسام را مشخص می‌کند.

برای اندازه گیری دما لازم است مقیاس دمایی داشته باشیم و برای این کار می‌توانیم از هر مشخصه قابل اندازه گیری بهره بگیریم که با گرمی و سردی جسم تغییر می‌کند. به این ویژگی، اصطلاحاً **کمّیت دماسنجی** می‌گویند. تغییر کمّیت دماسنجی، اساس کار دماسنج هاست.

ساده ترین و رایج ترین نوع دماسنج، دماسنج های جیوه ای و الکلی است.**در این دماسنج‌ها، کمّیت دماسنجی، ارتفاع مایع درون لوله دماسنج است**؛ زیرا به جز چند مورد استثنا تمام مواد با افزایش دما، منبسط و با کاهش آن منقبض می‌شوند.

مقیاس‌های دما:

درجه سلسیوس: یکی از مقیاس‌های متداول دما، مقیاس دما بر حسب درجه سلسیوس است. این مقیاس مبتنی بر دو نقطه ثابت است: یکی دمایی که در آن آب خالص در فشار جوّ متعارف(۱atm) شروع به یخ زدن می‌کند و دیگری دمایی که آب خالص در فشار جوّ متعارف در حال جوشیدن است. به نقطه اوّل، عدد صفر و به نقطه دوم، عدد ۱۰۰ را اختصاص می‌دهند و فاصله بین این دو را به ۱۰۰ قسمت مساوی تقسیم می‌کنند و هر قسمت را ۱ درجه می‌نامند .

- *قبلاً به چنین دماسنجی دماسنج با مقیاس سانتی‌گراد گفته می‌شد. یکای درجه سلسیوس را با نماد ، $\mathbf{C^\circ}$ و دما بر حسب درجه سلسیوس را با نماد $\boldsymbol{\theta}$ نمایش می‌دهند.*

کلوین: از سال ۱۹۵۴ میلادی، یکای دیگری به نام کلوین به عنوان مقیاس بین‌المللی دما انتخاب شد. این یکا، با نماد K نمایش داده می‌شود .دما بر حسب کلوین را معمولاً با T نشان می‌دهند .رابطه میان دما در مقیاس‌های سلسیوس و کلوین به صورت زیر است:

$$\boxed{\mathbf{T} = \theta + ۲۷۳}$$

- *صفر کلوین برابر $-۲۷۳/۱۵^\circ\mathbf{C}$ است که این کمترین دمای ممکن نیز هست، اما برای دما، حدّ بالایی وجود ندارد.*
- *میزان تغییرات دما بر حسب درجه سلسیوس با تغییرات دما بر حسب کلوین با هم برابر اند ؛* $\boxed{\Delta T = \Delta\theta}$

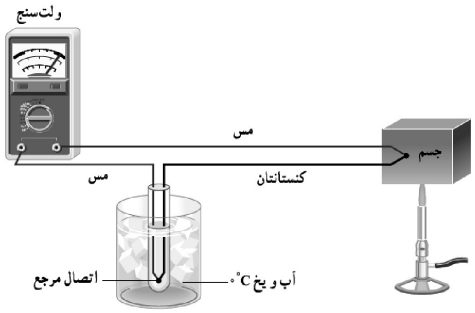
فارنهایت: یکای رایج دیگر دما که هنوز هم در صنعت و هواشناسی کاربرد دارد، فارنهایت است. رابطه بین مقیاس دمای فارنهایت و سلسیوس به صورت زیر می‌باشد : $\boxed{F = \frac{۹}{۵}\theta + ۳۲}$

- *رابطه میزان تغییرات دما بر حسب درجه سلسیوس با تغییرات دما بر حسب فارنهایت عبارت است از ؛* $\boxed{\Delta F = \frac{۹}{۵}\Delta\theta}$

انواع دماسنج

دماسنج های معیار: دانشمندان برای کارهای علمی، سه دماسنج را به عنوان دماسنج های معیار برای اندازه گیری گستره دماهای مختلف پذیرفته‌اند: **۱- دماسنج گازی ۲- دماسنج مقاومت پلاتینی ۳- تف سنج (پیرومتر).**

دماسنج ترموکوپل: یکی از دماسنج های مهم دیگر که تا پیش از سال ۱۹۹۰ میلادی جزو دماسنج های معیار شمرده می‌شد، دماسنج ترموکوپل است که به دلیل دقت کمتر آن نسبت به دماسنج های بیان شده، از مجموعه دماسنج های معیار کنار گذاشته شد؛ ولی این دماسنج همچنان کاربرد فراوانی در صنعت و آزمایشگاه‌ها دارد.



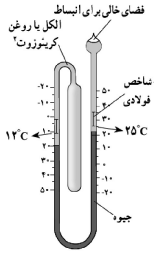
مطابق این شکل، دو سیم رسانای غیر هم جنس مانند مس و کنستانتان از طرفی در دمای ذوب یخ نگه داشته شده، و از طرف دیگر در مکانی به هم متصل اند که می‌خواهیم دمای آن را به دست آوریم. این مجموعه با سیم‌های مسی رابط به یک ولت سنج بسته می‌شود. با تغییر دمای محل مورد اندازه گیری، عددی که ولت سنج نشان می‌دهد، تغییر می‌کند. اگر آزمایش را چندین بار و برای دماهای متفاوت تکرار کنیم، می‌توانیم ولتاژهای مربوط به هر دمایی را مشخص کنیم.

- *کمیت دماسنجی این دماسنج، ولتاژ است.*
- *گستره دماسنجی یک ترموکوپل به جنس سیم‌های آن بستگی دارد.*

مزیت‌های ترموکوپل :

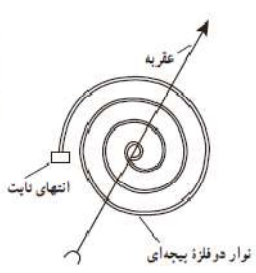
۱. به دلیل جرم کوچک محل اتصال، خیلی سریع با دستگاهی که دمای آن اندازه گیری می‌شود به حالت تعادل گرمایی می‌رسد .

۲. می‌تواند در مدارهای الکترونیکی به کار رود که در بسیاری از وسایل صنعتی، گرمایشی و سرمایشی یافت می‌شود.



دماسنج بیشینه – کمینه : نوع ویژه‌ای از دماسنج های مایعی که بیشینه و کمینه دما را در یک مدت زمان معیّن نشان می‌دهد، دماسنج بیشینه کمینه نام دارد .از این دماسنج‌ها معمولاً در مراکز پرورش گل و گیاه، باغداری، هواشناسی و ... استفاده می‌شود.

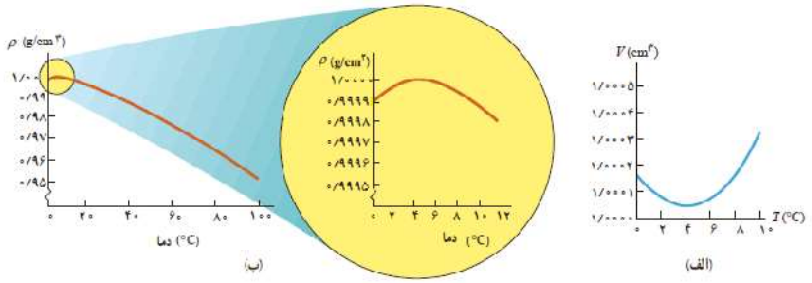
دماسنج نواری دوفلزه: نوار دوفلزه (بی متال) از دو تیغه فلزی متفاوت، مانند برنج و آهن ساخته شده است که سرتاسر به هم جوش داده شده یا پرچ شد هاند. هرگاه این نوار، گرم یا سرد شود،خم می شود. از ویژگی خم شدن نوار دو فلزه می‌توان برای دماسنجی و ساختن دماسنج استفاده کرد.



انبساط غیرعادی آب:

در زمستان‌های سرد، سطح آب آبگیرها و دریاچه‌های کوچک یخ می‌زند و به تدریج یخ ضخیم‌تر می‌شود؛ اما در ته آبگیرها، دمای آب بالاتر از $0^\circ C$ بوده و برای موجودات زنده‌ای که آنجا زندگی می‌کنند، نسبتاً گرم و مناسب است. در واقع حجم بیشتر مایع‌ها با کم شدن دما کاهش و در نتیجه چگالی آنها افزایش می‌یابد، ولی رفتار آب در محدوده دمایی $0^\circ C$ تا $4^\circ C$ متفاوت است؛ یعنی در این محدوده با کاهش دما، حجم آب افزایش و در نتیجه چگالی آن کاهش می‌یابد.

همان طور که در شکل‌های فوق نشان داده شده است، **در بازه دمایی $0^\circ C$ تا $4^\circ C$ با افزایش دما، حجم آب کاهش و چگالی آن افزایش می‌یابد**. پس از دمای $4^\circ C$ مانند دیگر اجسام، با افزایش دما، حجم افزایش و چگالی کاهش می‌یابد.



همین تغییر حجم غیرعادی آب است که موجب می‌شود دریاچه‌ها به جای اینکه از پایین به بالا یخ بزنند، از بالا یخ بزنند.

رفتار شگفت انگیز آب را می‌توان با ساختار غیرعادی شبکه بلوری یخ توضیح داد .می‌دانیم حجم اشغال‌شده با آرایش منظم مولکول‌ها در مقایسه با حجم اشغال‌شده با آرایش نامنظم همان مولکول‌ها کمتر است .مولکول‌های آب در بلور یخ طوری آرایش یافته‌اند که در بعضی نواحی، مولکول‌ها خیلی به هم نزدیک اند در حالی که در نواحی دیگر بین آنها فضای خالی وجود دارد.وقتی آب از بلور یخ به حالت مایع تبدیل می‌شود، برخلاف سایر اجسام، آرایش مولکول‌های آن یکنواخت‌تر می‌شود .یعنی فاصله‌ی بین مولکول‌هایی که خیلی به هم نزدیک بودند افزایش می‌یابد در حالی که فاصله بین مولکول‌هایی که فضای خالی میان آنها وجود داشت کم می‌شود و در نتیجه حجم اشغال‌شده کاهش می‌یابد .در محدوده دماهای $0^\circ C$ تا $4^\circ C$ بقایای ساختار مولکولی یخ هنوز در آب وجود دارد و موجب رفتار غیرعادی آب می‌شود.

استفاده از آب در دستگاه های گرم کننده و خنک کننده:

شکل ۱۸ـ۴ تصویری از سیستم خنک‌کنندهٔ خودرو

گرمای ویژه آب مواد بزرگ است. این نشان می دهد که وقتی یک کیلوگرم آب به اندازه یک درجه سلسیوس تغییر دما دهد، در مقایسه با سایر مواد، گرمای بیشتری با محیط اطراف خود مبادله می کند. از این خاصیت آب برای گرم کردن فضای خانه ها به وسیله شوفاژ استفاده می شود. آبِ گرم شده در مخزن به وسیله پمپ (تلمبه) و از طریق لوله به رادیاتور می رسد. آب در رادیاتور که با هوای سرد در تماس است، سرد می شود و بخشی از انرژی درونی خود را از دست می دهد و بار دیگر، از طریق لوله های برگشت، به مخزن برمی گردد و در هر چرخه باز همین عمل تکرار می شود. از آب برای خنک کردن موتور خودرو ها نیز استفاده می شود بدین منظور، در محفظه سیلندر و سرسیلندر، مسیرهای عبور آب درنظر گرفته شده است که به وسیله تلمبه آب (واتر پمپ)، آب به سرعت در درون این مسیر ها گردش می کند و گرما را از موتور به رادیاتور خودرو می برد. در اثر عبور هوا از میان پره های رادیاتور، هوا با آب درون رادیاتورتبادل گرمایی می کند، آب انرژی خود را از دست می دهد و دوباره به موتور برمی گردد و این عمل تکرار می شود.

گرماسنج بمبی:

شکل ۴ـ۴ اجزای یک گرماسنج بمبی

گرماسنج بمبی نوعی گرماسنج است که از آن برای تعیین ارزش غذایی مواد با اندازه گیری انرژی آزاد شده آنها در حین سوختن استفاده می شود. نمونه ای که جرم آن به دقت اندازه گیری شده است در ظرف سربسته ای که محتوی اکسیژن است (که اصطلاحاً به آن بمب گفته می شود) قرار داده می شود سپس این محفظه در آب یک گرماسنج قرار داده می شود و توسط جریان الکتریکی عبوری از یک سیم نازک، نمونه داخل آن سوزانده می شود. با اندازه گیری تغییر دمای آب، انرژی حاصل از احتراق ماده موردنظر را به دست می آورند که تقریباً معادل انرژی آزاد شده از آن ماده است.

تغییر حالت اجسام:

ذوب: اگر عمل گرما دادن را برای **جامدهای خالص و بلورین** ادامه دهیم، وقتی دمای جسم به مقدار مشخصی برسد، افزایش دما متوقف می‌شود و دما ثابت باقی می‌ماند. در این حالت، جسم شروع به ذوب شدن می‌کند و به مایع تبدیل می‌شود. این دمای ثابت را نقطه ذوب یا دمای گذار جامد به مایع می‌نامند.

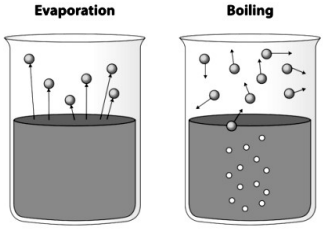
- *دمای ذوب یک جسم به جنس جسم و فشار وارد بر آن بستگی دارد.*
- *معمولاً افزایش فشار وارد بر جسم سبب بالا رفتن نقطه ذوب جسم می‌شود. اما در برخی مواد مانند یخ، افزایش فشار به کاهش نقطه ذوب می انجامد که این در مورد یخ بسیار ناچیز است.*
- *برخلاف جامدهای خالص و بلورین، جامدهای بی شکل مانند شیشه و جامدهای ناخالصی مانند قیر نقطه ذوب کاملاً مشخصی ندارند. در واقع وقتی این مواد را گرم می‌کنیم، پیش از ذوب شدن خمیری شکل می‌شوند. این مواد در گستر های از دما به تدریج ذوب می‌شوند.*

عمل ذوب، فرایندی گرماگیر است؛ یعنی به جسم جامدی که به دمای ذوب خود رسیده باشد باید گرما بدهیم تا به مایع تبدیل شود، زیرا مولکول‌های جامد باید از ساختار صلب قبلی خود رها شوند. **این گرما، دمای جسم را تغییر نمی‌دهد؛ بلکه سبب تغییر حالت آن می‌شود.**

تبخیر: به تبدیل مایع به بخار تبخیر می‌گویند. به فرایند تبخیر تا پیش از رسیدن به نقطه جوش، تبخیر سطحی و به فرایند تبخیر در نقطه جوش، اصطلاحاً جوشیدن می‌گویند، در حالیکه هر دو فرایند، تبخیرند. در زیر به بررسی هردو نوع تبخیر می‌پردازیم.

۱) **تبخیر سطحی:** تا پیش از رسیدن به نقطه جوش مایع، تبخیر به طور پیوسته‌ای از سطح مایع رخ می‌دهد که به آن تبخیر سطحی گفته می‌شود. در پدیده تبخیر سطحی، تندی برخی از مولکول‌های مایع به حدّی می‌رسد که می‌توانند از سطح مایع فرار کنند . **آهنگ رخ دادن این فرایند به عواملی از جمله دما و مساحت سطح مایع بستگی دارد.**

۲) **جوشیدن:** وقتی مایعی را روی اجاقی قرار می‌دهیم، با گرم کردن مایع به دمای مشخصی می‌رسیم که در آن حباب‌های گاز از درون مایع بالا می‌آیند، که نشان‌های از آغاز فرایندی موسوم به **جوشیدن** است. به این دمای مشخص، **نقطه جوش** می‌گویند. در مورد آب، به محض اینکه حباب‌ها بالا می‌آیند به آب کمی سردتر می‌رسند و پیش از رسیدن به سطح آزاد آب با صدای تیزی فرو می‌پاشند و در آنجا دوباره به مایع تبدیل می‌شوند. ولی وقتی دمای آب همچنان بالا برود، حباب‌ها می‌توانند بیشتر بالا بروند تا اینکه سرانجام به سطح آزاد آب



@nimanorouziphysics

می‌رسند که به آن" جوش کامل " می‌گویند ، فرو می‌پاشند . **در این حالت است که می‌گوییم آب به آهنگ تبخیر به بیشترین مقدار خود می‌رسد.**

- *نقطه جوش هر مایع به جنس و فشار وارد بر آن بستگی دارد افزایش فشار وارد بر مایع سبب بالا رفتن نقطه جوش آن می‌شود.*

روش‌های انتقال گرما

شارش گرما به سه صورت متفاوت رخ می‌دهد که عبارتند از:

۱-رسانش گرمایی ۲- همرفت ۳- تابش گرمایی

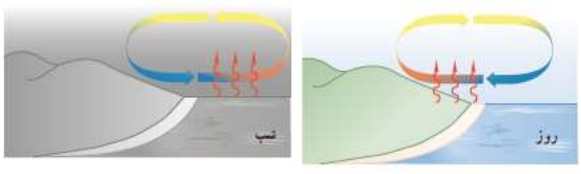
۱) رسانش گرمایی:

- این نوع انتقال گرما که به وسیله ذرات تشکیل جسم ، بدون انتقال مولکول‌های تشکیل دهنده آن رخ می‌دهد.
- رسانش گرمایی در اجسام، به دلیل ارتعاش اتم‌ها و گسترش این ارتعاش‌ها در طول آنهاست در این نوع انتقال گرما، مولکول‌های جسم منتقل نمی‌شوند بلکه فقط در سر جای خود نوسان می‌کنند. برای این نوع انتقال گرما به محیط مادی نیازمندیم.
- **رسانندگی فلزات بیشتر از نافلزات است زیرا در نافلزات گرما صرفاً از طریق ارتعاش اتم‌ها انتقال می‌یابد اما در فلزات افزون بر ارتعاش‌های اتمی، الکترون‌های آزاد نیز در انتقال گرما نقش دارند. سهم الکترون‌های آزاد در رسانندگی گرما در فلزات بیشتر از اتم‌هاست.**

۲)همرفت:

شکل ۴ـ۲۹ گرم شدن آب درون قابلمه به روش همرفت

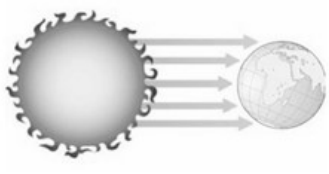
- انتقال گرما در مایعات و گازها که معمولاً رساناهای گرمایی خوبی نیستند بیشتر به صورت همرفت رخ می‌دهد. **این نوع انتقال گرما مانند رسانش نیاز به ماده دارد ولی بر خلاف رسانش گرمایی، انتقال گرما در همرفت با انتقال بخش‌هایی از خود ماده صورت می‌گیرد.**
- همرفت می‌تواند در همه شاره ها، چه مایع و چه گاز، به وقوع بپیوندد. این پدیده به دو صورت طبیعی یا واداشته می‌تواند رخ دهد.
- همرفت طبیعی، به دلیل اختلاف دما اتفاق می‌افتد که این اختلاف دما بر روی چگالی و در نتیجه شناوری شاره تأثیر می‌گذارد. گرم شدن هوای داخل اتاق به وسیله بخاری و رادیاتور شوفاژ ، گرم شدن آب درون قابلمه ، جریان‌های باد ، انتقال گرما از مرکز خورشید به سطح آن و ... همگی بر اثر پدیده همرفت رخ می‌دهند.
- تشکیل نسیم از ساحل به دریا و بر عکس نمونه‌ای از همرفت است.
- **در روز، زمین ساحل گرم‌تر از آب دریاست. پدیده‌ی همرفت موجب نسیمی از سوی دریا به سمت ساحل می‌شود.**
- **در شب، زمین ساحل سردتر از آب دریاست. پدیده‌ی همرفت موجب نسیمی از سوی ساحل به سمت دریا می‌شود.**



شکل ۴ـ۳۰ روز : زمین ساحل گرم‌تر از آب دریاست. پدیدهٔ همرفت موجب نسیمی از سوی دریا به سمت ساحل می‌شود. شب : زمین ساحل سردتر از آب دریاست. پدیدهٔ همرفت موجب نسیمی از سوی ساحل به سمت دریا می‌شود.

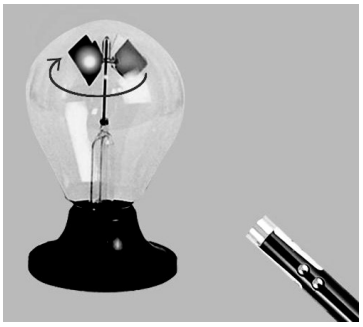
- همرفت واداشته، نوع دیگری از همرفت است که در آن شاره به کمک یک عامل خارجی مانند تلمبه (طبیعی یا مصنوعی) به حرکت واداشته می‌شود تا با این حرکت، انتقال گرما صورت پذیرد. **سیستم گرم کننده مرکزی در ساختمان‌ها ، سیستم خنک کننده موتور اتومبیل و نیز گرم و سرد شدن بخش‌های مختلف بدن بر اثر گردش جریان خون در بدن جانوران خونگرم مثال‌هایی از انتقال گرما به روش همرفت واداشته هستند.**

۳) تابش گرمایی:



- **در تابش گرمایی نیاز به محیط مادی نیست.**
- همه اجسام در هر دمایی از خود پرتوهایی به نام امواج الکترومغناطیسی گسیل می‌کنند که به آن تابش گرمایی می‌گویند.
- امواج الکترومغناطیسی شامل امواج رادیویی، تابش فروسرخ،نور مرئی، تابش فرابنفش، پرتوهای ایکس و گاما می‌باشند.
- تابش گرمایی در دماهای زیر حدود $۵۰۰^{\circ}C$ عمدتاً به صورت تابش فروسرخ است که نامرئی است.
- برای آشکارسازی تابش‌های فروسرخ از ابزاری موسوم به دمانگار استفاده می‌کنیم و به تصویر به دست آمده از آن دمانگاشت می‌گوییم که معمولاً در آن ناحیه‌های گرم‌تر با رنگ قرمز و ناحیه‌های سردتر با رنگ آبی مشخص می‌شود.
- تابش گرمایی از سطح هر جسم علاوه بر دما به مساحت، میزان صیقلی بودن و رنگ سطح آن جسم بستگی دارد. سطوح صاف و درخشان با رنگ‌های روشن تابش گرمایی کمتری دارند، در حالی که تابش گرمایی سطوح تیره، ناصاف و مات بیشتر است.
- نوعی از مارهای زنگی اندام‌هایی حفره‌ای بر روی پوزه خود دارند که نسبت به تابش فروسرخ حساس اند این مارها اغلب در سیاهی شب شکار می‌کنند.
- کلم اسکانک یکی از چندین گیاهی است که می‌تواند دمایش را تا بیشتر از دمای محیط بالا ببرد. این نوع کلم به خاطر بالا رفتن دمایش، انرژی خود را از طریق تابش فروسرخ از دست می‌دهد و می‌تواند برف اطرافش را در زمستان آب کند.
- از تابش گرمایی می‌توان به عنوان مبنایی برای اندازه گیری دمای اجسام استفاده کرد. به روش‌های اندازه گیری دما مبتنی بر تابش گرمایی، تف سنجی و به ابزارهای اندازه گیری دما به این روش، تف سنج می‌گویند.
- تف سنج بر خلاف سایر دماسنج‌ها بدون تماس با جسمی که می‌خواهیم دمای آن را اندازه بگیریم، دمای جسم را اندازه می‌گیرد.
- تف سنجی، به خصوص در اندازه گیری دماهای بالا $۱۱۰۰^{\circ}C$ اهمیت ویژه‌ای دارد. تف سنجِ تابشی و تف سنج نوری، تف سنج‌هایی برای اندازه گیری این دماها هستند و تف سنجِ نوری به عنوان دماسنج معیار برای اندازه گیری این دماها انتخاب شده است.

پرتوسنج یا رادیومتر:



وسیله‌ای است که از یک حباب شیشه‌ای تشکیل شده است که درون آن چهار پره فلزی قائم قرار دارد که می‌توانند حول یک محور بچرخند. دو وجهِ هر چهار پره، یک در میان سفید و سیاه است. وقتی این وسیله کنار یک چشمه نور قرار گیرد، پره‌ها حول سوزن عمودی می‌چرخند و هر چه شدت نور بیشتر باشد، این چرخش سریع‌تر است.

پایستگی و کوانتیده بودن بار الکتریکی :

همانطور که می دانیم تمام اجسام از اتم ها تشکیل شده‌اند. درهر اتم پروتون‌ها و نوترون‌ها در هسته متمرکز بوده و الکترون‌ها اطراف آن حرکت می‌کنند. نوترون از لحاظ الکتریکی خنثی و بدون بار است. **پروتون دارای بار مثبت و الکترون دارای بار منفی است.** **اجسام در حالت عادی بدون بار الکتریکی هستند، زیرا تعداد پروتون‌ها و الکترون‌ها باهم برابرند و همچنین اندازه‌ی بار منفی الکترون دقیقا برابر اندازه‌ی بار مثبت پروتون است. این مقدار بار بار بنیادی نامیده می‌شود و در SI برابراست با :**

$$e = ۱/۶۰۲۱۷۶۵۳ \times ۱۰^{-۱۹}\text{C} \approx ۱/۶۰ \times ۱۰^{-۱۹}\ (\text{C})$$

انتهای مثبت سری
موی انسان
شیشه
نایلون
پشم
موی گربه
سُرب
ابریشم
آلومینیوم
کاغذ
چوب
پارچهٔ کتان
کهربا
برنج، مس
پلاستیک، پلی‌اتیلن
لاستیک
تفلون
انتهای منفی سری

همانطور که دیدیم در هنگام مالش، با انتقال تعدادی الکترون از یک جسم به جسم دیگر تعادل بارها در اتم خنثی بر هم خورده و در نتیجه از تعداد الکترون‌های موجود در یک جسم کم شده (پس بارش مثبت می‌شود) و به تعداد الکترون‌های جسم دیگر اضافه و در نتیجه بار این جسم منفی خواهد بود.

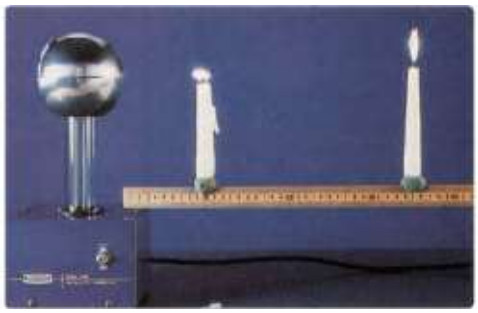
برای آنکه تشخیص دهیم در هنگام مالش بار کدام جسم مثبت شده و بار کدامیک منفی ، از جدولی به نام **سری تریبوالکتریک** استفاده می‌کنیم . در این جدول مواد پایین تر الکترون خواهی بیشتری دارند ، یعنی اگر دو ماده در تماس و مالش قرار گیرند الکترون‌ها از ماده بالاتر در جدول کنده شده و به ماده‌ی پایین تر در جدول منتقل می‌شوند. به عنوان مثال اگر سرب را با لاستیک مالش دهیم سرب بار مثبت گرفته و لاستیک بار منفی پیدا خواهد کرد.

با توجه به این انتقال الکترون ذکر شده در فوق می‌توان به دو اصل مهم رسید :

۱) اصل پایستگی بار الکتریکی : مجموع جبری همه بارهای الکتریکی در یک رسانا ثابت است ، یعنی بار می‌تواند از جسمی به جسم دیگر منتقل شود ولی **هرگز امکان تولید یا نابودی یک بار خالص وجود ندارد .**

۲) کوانتیده بودن بار : همواره بار الکتریکی مشاهده شده در جسم مضرب درستی از بار بنیادی e است : $q = \pm ne$

آزمایش مولد واندوگراف در نزدیکی شمع :

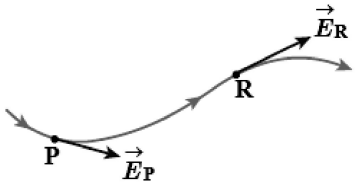


در شکل روبرو ، دو شمع یکی در فاصله ای نزدیک و دیگری در فاصله ای دور از کلاهک یک مولد واندوگراف قرار گرفته اند. همان طور که مشاهده می کنید شعله شمع نزدیک تر به سمت کلاهک کشیده شده است، در حالی که شعله شمع دورترتغییر چندانی نکرده است. دلیل، آن است که کلاهک مولد وان دوگراف بار منفی بزرگی دارد که یون های مثبت شعله شمع نزدیک تر را به سمت خود می کشد، در حالی که شمع دیگر در فاصله دوری از کلاهک قرار گرفته است که تحت تأثیر میدان الکتریکی ضعیف تری قرار می گیرد.

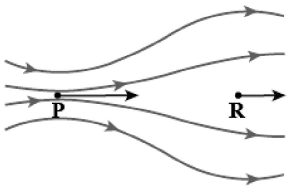
خطوط میدان الکتریکی:

برای مجسم کردن میدان الکتریکی در فضای اطراف اجسام باردار از خط های جهت داری موسوم به خطوط میدان الکتریکی استفاده می‌کنیم. قاعده‌های رسم خطوط میدان الکتریکی عبارت اند از :

۱. **در هرنقطه بردار میدان الکتریکی باید مماس بر خط میدان الکتریکی عبوری از آن نقطه و در همان جهت باشد.**

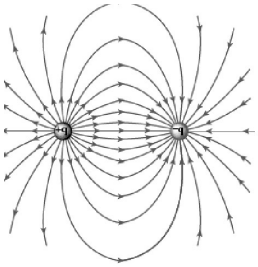


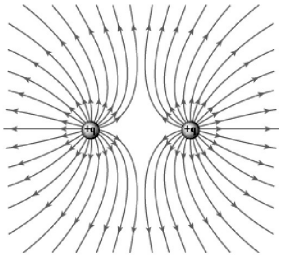
۲. **میزان تراکم خطوط میدان در هر ناحیه از فضا نشان دهنده‌ی بزرگی میدان در آن جا است، هرجا خطوط میدان متراکم تر باشد، بزرگی میدان بیشتر است.**



۳. **در آرایشی از بارها خطوط میدان الکتریکی از بارهای مثبت شروع و به بارهای منفی ختم می‌شوند**

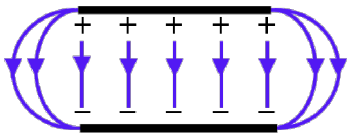
۴. **خطوط میدان خالص هرگز یکدیگر را قطع نمی‌کنند.**


ب) دو بار الکتریکی ناهمنام و هم اندازه


الف) دو بار الکتریکی مثبت و هم اندازه

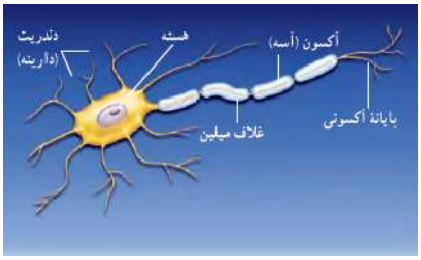
میدان الکتریکی یکنواخت :

به میدانی که خطوط آن راست ، موازی و هم فاصله‌اند ، میدان الکتریکی یکنواخت گفته می‌شود.



اگر به دو صفحه‌ی رسانای موازی بارهای الکتریکی هم اندازه و ناهم نام بدهیم. در فضای بین دو صفحه و **دور از لبه‌ها** میدان الکتریکی یکنواخت ایجاد می‌شود.

عمل مغز برمبنای کنش ها و فعالیت های الکتریکی:

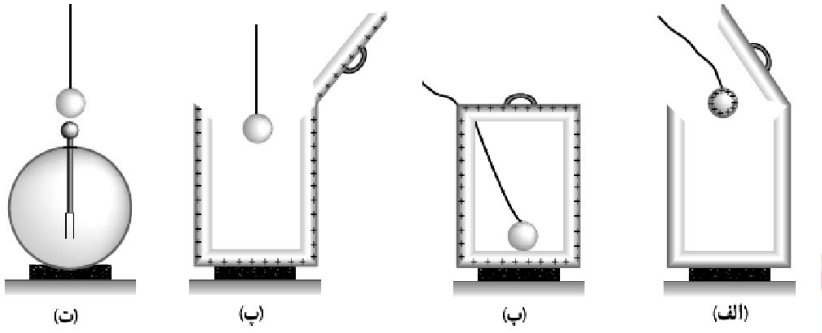


عمل مغز اساساً برمبنای کنش ها و فعالیت های الکتریکی است. سیگنال های عصبی چیزی جز عبور جریان های الکتریکی نیست. مغز این سیگنال ها را دریافت می کند و اطلاعات به صورت سیگنال های الکتریکی در امتداد اعصاب گوناگون منتقل می شوند. هنگام انجام هر عمل خاصی، سیگنال های الکتریکی زیادی تولید می شوند. این سیگنال ها حاصل کنش الکتروشیمیایی در یاخته های عصبی موسوم به نورون هستند.

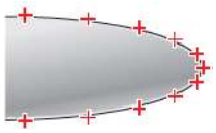
توزیع بار در رساناها:

ظرف رسانایی با درپوش فلزی را درنظر بگیرید که روی پایه‌ی نارسانایی قرار دارد و روی درپوش آن دسته‌ای عایق نصب شده است .ابتدا ظرف بدون بار است .یک گوی فلزی را که از نخی عایق آویزان است باردار و سپس وارد ظرف می‌کنیم (شکل الف) آنگاه درپوش فلزی را می‌بندیم .اکنون گوی را با کف ظرف تماس می‌دهیم (شکل ب) سپس درپوش فلزی را با دسته‌ی عایقش برمی داریم (شکل پ) و پس از خارج کردن گوی فلزی از ظرف، آن را به کلاهک الکتروسکوپ نزدیک می‌کنیم .مشاهده می‌شود عقربه‌ی الکتروسکوپ تکان نمی‌خورد (شکل ت) از این آزمایش نتیجه می‌گیریم که بار اضافی یک رسانای روی سطح خارجی آن توزیع می‌شود .به عبارتی، وقتی گوی با کف ظرف تماس پیدا می‌کند مجموعه‌ی گوی و ظرف، رسانایی را تشکیل می‌دهند که در سطح خارجی این جسم رسانای مرکب بار توزیع می‌شود.

نکته: از این آزمایش نتیجه می‌گیریم که بار اضافی یک رسانا روی سطح خارجی آن توزیع می‌شود.



دیدیم که بار الکتریکی روی سطح خارجی رسانا توزیع می شود .برای اینکه دریابید بارالکتریکی داده شده به یک رسانا چگونه روی سطح خارجی آن توزیع می شود آزمایش روبرو را در نظر بگیرید یک جسم رسانای دوکی شکل را روی پایهٔ عایق قرار دهید و آن را با تماس با کلاهک مولد وان دوگراف باردار کنید. گلوله ای فلزی را که به دسته ای عایق متصل است با بخش پهن دوک تماس داده و سپس گلوله را به سر الکتروسکوپ تماس دهید. همین آزمایش را پس از خنثی کردن الکتروسکوپ و گوی فلزی با تماس با دستتان، با نوک تیز دوک انجام دهید. خواهید دید انحراف صفحه های الکتروسکوپ با نوک تیز دوک بیشتر از انحراف صفحه ها با بخش پهن آن است. آزمایش هایی از این دست نشان می دهد **تراکم بار در نقاط تیز سطح جسم رسانای باردار از نقاط دیگر آن بیشتر است.**



میدان الکتریکی در رساناها:

وقتی یک رسانای خنثی را در یک میدان الکتریکی خارجی قرار می دهیم، بار طوری روی سطح خارجی توزیع می شود (القا می شود) که میدان الکتریکی ناشی از آن اثر میدان خارجی را درون رسانا خنثی کند و بدین ترتیب میدان الکتریکی خالص درون رسانا صفر شود.

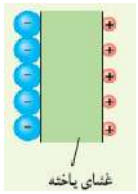
شکل ۱ـ۲۷ نزدیک کردن میلهٔ باردار منفی به گوی فلزی خنثایی که روی پایهٔ عایقی قرار گرفته است، موجب ایجاد بارهای القایی مثبت و منفی در دو طرف گوی فلزی می‌شود.

فروریزش الکتریکی :

شکل ۱ـ۳۸ نقش‌های لیختنبرگ. فروریزش الکتریکی باعث تشکیل مسیرهای رسانایی سرخس‌شکلی در دی الکتریک شده است.

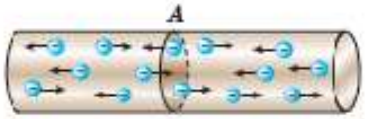
اگر اختلاف پتانسیل دو صفحه یک خازن را به اندازه کافی زیاد کنیم، تعدادی از الکترون‌های اتم‌های ماده دی الکتریک، توسط میدان الکتریکی ایجاد شده بین دو صفحه، کنده می‌شوند و مسیرهایی رسانا درون دی الکتریک ایجاد می‌شود که سبب تخلیه خازن می‌گردد. به این پدیده فروریزش الکتریکی ماده دی الکتریک می‌گویند. فروریزش الکتریکی در عایق بین دو صفحه خازن‌ها معمولاً، با ایجاد یک جرقه همراه است و در بیشتر مواقع خازن را می‌سوزاند. خازن‌ها معمولاً با مقدار ظرفیت آنها و اختلاف پتانسیل بیشینه‌ای که می‌توانند تحمل کنند مشخص می‌شوند.

یاخته عصبی و خازن :



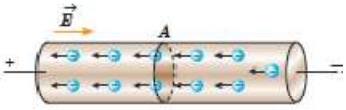
یک یاخته عصبی(نورون)را می توان با یک خازن تخت مدل سازی کرد، به طوری که غشای سلول به عنوان دی الکتریک و یون های باردار با علامت مخالف که در دو طرف غشا هستند به عنوان بارهای روی صفحه های خازن عمل کنند.

جریان الکتریکی



شکل ۲ـ۴ در نبود اختلاف پتانسیل، شارش بار خالصی از مقطع معین A سیم، نداریم.

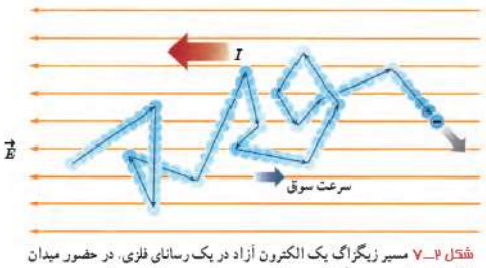
جریان الکتریکی ناشی از شارش بارهای متحرک می‌باشد، ولی همه‌ی بارهای متحرک، جریان ایجاد نمی‌کنند و برای اینکه جریان الکتریکی داشته باشیم باید یک شارش خالص بار از یک سطح مقطع معین بگذرد. به این منظور سیمی فلزی را در نظر بگیرید، الکترون‌های آزاد در طول یک سیم مسی با سرعت‌هایی از مرتبه‌ی $۱۰^{۶}\ \frac{m}{s}$ در حرکت اند، ولی این حرکت به طور کاتوره‌ای در همه‌ی جهت‌ها است و بنابراین هیچ شارش خالص باری از مقطعی معین نداریم و در نتیجه، هیچ جریانی در آن وجود ندارد.



شکل ۲ـ۶ در حضور اختلاف پتانسیل، شارش بار خالص از مقطع A سیم، دیگر برابر صفر نیست.

اکنون سیمی رسانا را در نظر بگیرید که در تعادل الکتروستاتیکی است. بنا بر آنچه که گفته شد همه‌ی نقاط این سیم، پتانسیل یکسانی دارد و جریانی در سیم وجود ندارد. ولی اگر این سیم را در یک مدار الکتریکی قرار دهیم، یک اختلاف پتانسیل در دو سر سیم و میدانی الکتریکی درون آن ایجاد می‌شود و باعث حرکت الکترون‌های آزاد در سیم و ایجاد جریان می‌شود به طوری که می‌تواند لامپ را روشن کند.

سرعت سوق:



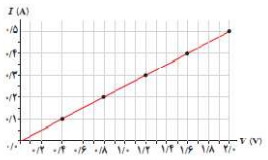
شکل ۲ـ۷ مسیر زیگزاگ یک الکترون آزاد در یک رسانای فلزی، در حضور میدان الکتریکی، این مسیر زیگزاگ در خلاف جهت میدان سوق یافته است[۱].

وقتی میدان الکتریکی را به فلز اعمال می‌کنیم، الکترون‌ها حرکت کاتوره‌ای خود را قدری تغییر می‌دهند و با سرعتی متوسط موسوم به سرعت سوق در خلاف جهت میدان به طور بسیار آهسته‌ای سوق پیدا می‌کنند که این موجب جریان الکتریکی در رسانا می‌شود.

سرعت سوق در یک رسانای فلزی معمولاً بسیار کم (مثلاً در سیم مسی از مرتبه بزرگی $۱۰^{-۵}\ \frac{m}{s}$ یا $۱۰^{-۴}\ \frac{m}{s}$) است.

قانون اُهم :

وسیله‌هایی که جریان الکتریکی را از خود عبور می‌دهند ممکن است با تغییر اختلاف پتانسیل اعمال شده و در نتیجه تغییر جریان عبوری، مقاومت ثابتی از خود بروز دهند و یا با تغییر اختلاف پتانسیل، مقاومت شان تغییر کند.

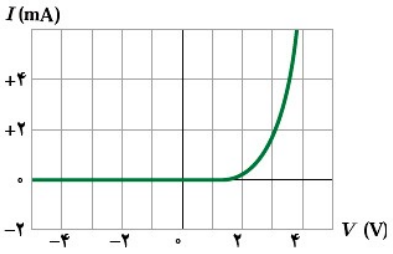


شکل ۲ـ ۹ نمودار جریان برحسب اختلاف پتانسیل نشان می‌دهد که برای این رسانای اُهمی، جریان به طور مستقیم با رشتاز افزایش می‌یابد.

اگر مقاومت الکتریکی در ولتاژهای مختلف (در دمای ثابت)، مقدار ثابتی باشد، اصطلاحاً گفته می‌شود آن وسیله از قانون اهم پیروی می‌کند و آن وسیله را مقاومت یا رسانای اُهمی می‌نامند.

به عبارتی جریان عبوری از یک مقاومت اهمی همواره با اختلاف پتانسیل اعمال شده به دو سر آن رابطه مستقیم دارد.

*قانون اهم برای فلزات و بسیاری از رساناهای غیر فلزی در دمای ثابت برقرار است. با این حال وسیله‌های رسانشی ای نیز یافت می‌شود که از این قانون پیروی نمی‌کنند و بنابراین لفظ قانون برای این بیان چندان صحیح نیست و بنا به دلایل تاریخی همچنان از آن به عنوان قانون یاد می‌شود یکی از این وسیله‌ها دیود نوری (**LED**) است.*



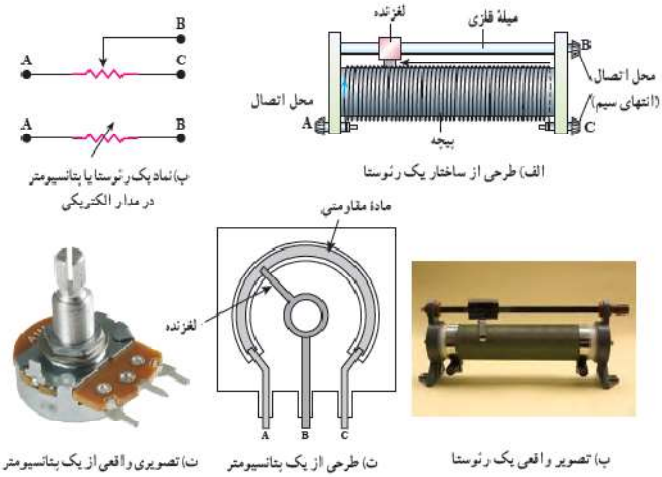
شکل نمودار جریان برحسب اختلاف پتانسیل برای یک دیودنوری

عوامل موثر بر مقاومت الکتریکی :

- *مقاومت ویژه یک ماده به ساختار الکترونی و دمای آن بستگی دارد.*
- *رساناهای الکتریکی خوب مقاومت ویژه‌ی بسیار کم و عایق‌های خوب مقاومت ویژه‌ی بسیار زیادی دارند ، دسته‌ای از مواد مانند ژرمانیم و سیلیسیم نیز وجود دارند که مقاومت ویژه‌ی آنها بین مقاومت ویژه‌ی رساناها و نارساناها می‌باشد به این دسته از مواد، نیم رسانا می‌گویند.*
- *مقاومت ویژه رساناهای فلزی با افزایش دما زیاد می‌شود در حالی که مقاومت ویژه نیم رساناها با افزایش دما کاهش می‌یابد .در برخی مواد، مانند جیوه و قلع با کاهش دما، مقاومت ویژه در دمای خاصی به صورت ناگهانی به صفر افت می‌کند و در دماهای پایین‌تر، همچنان صفر می‌ماند، این پدیده را ابررسانایی می‌گویند.*

رئوستا:

رئوستا نوعی مقاومت متغیر است که از سیمی با مقاومت ویژه نسبتاً زیاد ساخته شده است. این سیم روی استوانه‌ای نارسانا پیچیده شده و با استفاده از دکمه‌ای لغزنده که روی ریلی در بالای استوانه قرار دارد و انتهای آن با سیم در تماس است می‌تواند قسمت دلخواهی از سیم را در مسیر جریان قرار دهد، و بنابراین مقدار مقاومت را تغییر دهد. در مدارهای الکترونیکی وسیله‌ای به نام پتانسیومتر نقش رئوستا را دارد.



الف) طرحی از ساختار یک رئوستا
ب) نماد یک رئوستا یا پتانسیومتر در مدار الکتریکی
ب) تصویر واقعی یک رئوستا
پ) طرحی از یک پتانسیومتر
ت) تصویری واقعی از یک پتانسیومتر

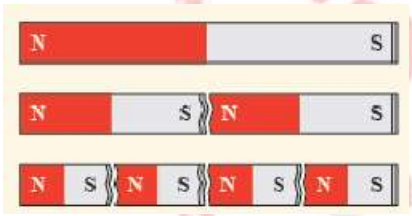
مغناطیس :

آثار مغناطیسی دست کم ۲۵۰۰ سال پیش در تکه‌هایی از سنگ آهن مغناطیسی شده در نزدیکی شهر باستانی مگنسیا مشاهده شد. چینی‌های باستان نیز با ویژگی‌های مغناطیسی برخی از سنگ‌های آهنربایی آشنایی داشتند و از آنها در ساخت قطب نما برای جهت یابی استفاده می‌کردند. تالس نیز که اغلب از او به عنوان پدر علم یونان یاد می‌شود،مادهٔ کانی مگنتیت (Fe_3O_4) را که ویژگی آهنربایی دارد می‌شناخت. همان گونه که می‌دانید، ماده‌هایی که این ویژگی را دارند آهنربا می‌نامند.

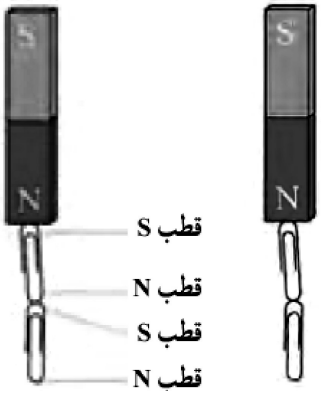
قطب‌های مغناطیسی :

هرگاه آهنربایی را درون ظرف محتوی براده آهن فرو ببریم، براده‌های آهن به مقدار زیادی جذب ناحیه‌های خاصی از آهنربا می‌شوند. این ناحیه‌ها را قطب‌های مغناطیسی یا قطب‌های آهنربا می‌نامند.

- قطب‌های هم نام دو آهنربا یکدیگر را می‌رانند و قطب‌های نا هم نام دو آهنربا یکدیگر را می‌ربایند.
- برخلاف بارهای الکتریکی که می‌توانند به صورت مجزا وجود داشته باشند ، تک قطب مغناطیسی مجزا وجود ندارد به عبارت بهتر تمام آهنرباها هم قطب N دارند ، هم قطب S .
- اگر یک آهنربای میله‌ای را دو قسمت کنید، هربخش آن دوباره دارای دو قطب آهنربایی است اگر باز هم آنها را به دو بخش تقسیم کنید، چهار آهنربای کامل خواهید داشت. می‌توانید تقسیم کردن را ادامه دهید، ولی هرگز یک قطب تنها یا به عبارتی دیگر تک قطبی مغناطیسی نخواهید داشت. حتی وقتی قطعه شما به اندازه یک اتم برسد، دو قطب دارد که نشان می‌دهد خود اتم نیز می‌تواند یک آهنربا باشد!

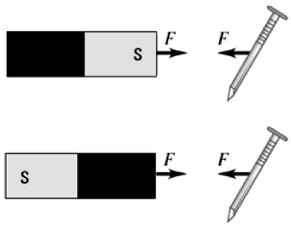


القای مغناطیسی :



وقتی آهنربایی در نزدیکی گیره‌های آهنی قرار می‌گیرد در آنها خاصیت مغناطیسی القا می‌کند. این تجربه ساده نشان می‌دهد که ویژگی مغناطیسی در گیره‌های فلزی القا شده است و تا زمانی که گیره‌ها با آهنربا در تماس باشند، این ویژگی را در خود حفظ می‌کنند. این پدیده را **القای مغناطیسی** می‌نامند. همان طور که از قطب‌های گیره‌های در شکل مشخص است، **ویژگی آهنربایی ناشی از القای مغناطیسی همواره به صورتی می‌باشد که قطعه‌های آهنی جذب آهنربای اصلی می‌شوند .**

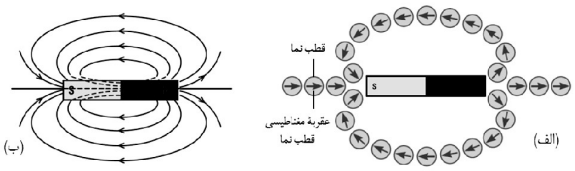
میدان مغناطیسی :



با نزدیک کردن آهنربا به میخ آهنی مشاهده می‌کنید که میخ به طرف آهنربا حرکت می‌کند و پس از مدت کوتاهی جذب آن می‌شود . برای توجیه این پدیده، مشابه آنچه درباره‌ٔ اجسام باردار دیدید، می‌گوییم در فضای اطراف آهنربا میدان مغناطیسی وجود دارد. میدان مغناطیسی نیز مانند میدان الکتریکی ، کمّیتی برداری است و آن را با نماد $\vec{\mathbf{B}}$ نمایش می‌دهیم.

به کمک عقربه‌ٔ مغناطیسی می‌توان جهت میدان مغناطیسی را در هر نقطه از فضای اطراف یک آهنربا تعیین کرد.

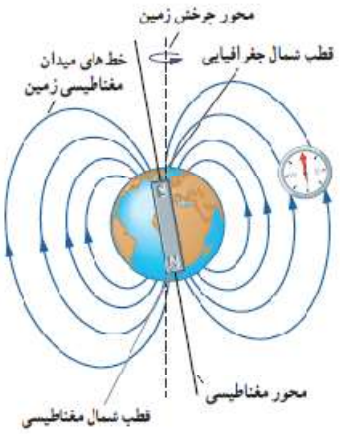
بنابر تعریف، بردار میدان مغناطیسی در هر نقطه از فضای پیرامون یک آهنربا در جهتی است که وقتی قطب N عقربه‌ٔ مغناطیسی در آن نقطه قرار می‌گیرد، آن جهت را نشان می‌دهد. با تعیین جهت میدان مغناطیسی در هر نقطه از فضای اطراف آهنربا، می‌توان همان گونه که برای میدان الکتریکی انجام دادیم، خط های میدان مغناطیسی را رسم کنیم.



- **جهت میدان در درون آهن ربا از S به N و خارج آهن‌ربا از N به S است.**
- **راستای میدان مغناطیسی در هر نقطه، مماس بر خط میدان در آن نقطه باشد.**
- **قطب N آهن ربا همواره در جهت میدان مغناطیسی قرار می‌گیرد.**
- **تراکم این خطوط در هر ناحیه، نشانگر شدت (بزرگی) میدان مغناطیسی در آن نقطه باشد.**
- **خطوط میدان مغناطیسی هم همانند خطوط میدان الکتریکی همدیگر را قطع نمی‌کنند.**

میدان مغناطیسی کره‌ی زمین :

زمین مانند یک آهنربای بسیار بزرگ رفتار می کند و طرح خط های میدان مغناطیسی آن مانند طرح خط های آهنربای میله ای بزرگی است که در نزدیکی مرکز زمین قرار دارد و قطب شمال آن در نزدیکی قطب جنوب جغرافیایی زمین است . نشان دادن خط های میدان مغناطیسی زمین به صورت خط های میدان یک آهنربای میله ای، تنها یک مدل ساده از ساختار پیچیده و ناشناختهٔ عوامل ایجاد میدان مغناطیسی زمین است.



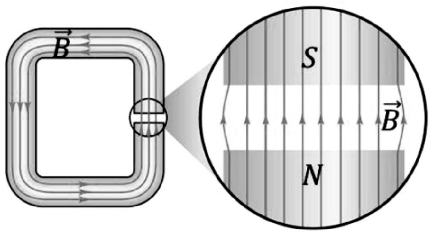
شکل ۳ـ۷ طرح ساده‌ای از میدان مغناطیسی زمین. عقربهٔ مغناطیسی قطب‌نما در هر نقطه در امتداد خط‌های این میدان قرار می‌گیرد.

شواهد زمین شناختی نشان می دهند که جهت این میدان در بازه های زمانی نامنظّم از ده هزار تا یک میلیون سال به طور کامل وارون می شود. **قطب های مغناطیسی زمین بر قطب های جغرافیایی آن منطبق نیستند. در واقع، قطب های مغناطیسی و جغرافیایی زمین فاصلهٔ نسبتاً زیادی از یکدیگر دارند؛ مثلاً قطب جنوب مغناطیسی تقریباً در فاصله ۱۸۰۰ کیلومتری قطب شمال جغرافیایی قرار دارد. این بدان معناست که عقربه مغناطیسی قطب نما درجهت شمال واقعی جغرافیایی قرار نمی گیرد و تا حدودی از شمال جغرافیایی انحراف دارد.**

شیب مغناطیسی : وقتی یک سوزن مغناطیسی شده یا یک عقربهٔ مغناطیسی را از وسط آن آویزان می‌کنیم در بیشتر نقاط زمین، به طور افقی قرار نمی‌گیرد و امتداد آن با سطح زمین زاویه می‌سازد و به این زاویه، شیب مغناطیسی گفته می‌شود.

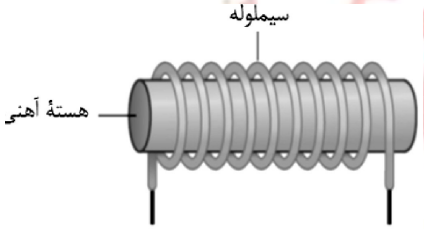
برای یافتن شیب مغناطیسی محلی که در آن زندگی می کنید درست به وسط یک سوزن مغناطیسی شده یا عقربه مغناطیسی بزرگ، نخی را ببندید و آن را آویزان کنید. پس از تعادل، به کمک نقاله، زاویه ای را اندازه بگیرید که امتداد سوزن یا عقربه مغناطیسی با راستای افق می سازد. عدد به دست آمده، شیب مغناطیسی محل زندگی شماست .

میدان مغناطیسی یکنواخت :



هرگاه در نقاط مختلف ناحیه ای از فضا جهت و اندازه میدان مغناطیسی یکسان باشد، در این صورت میدان مغناطیسی را در آن ناحیه یکنواخت می گویند. ایجاد میدان مغناطیسی یکنواخت در ناحیه بزرگی از فضا بسیاردشوار و در عمل امکان نا پذیر است. با این وجود، می توان در ناحیه کوچکی از فضا مانند ناحیه‌ی بین قطب‌های یک آهنربای C شکل، میدان مغناطیسی یکنواخت ایجاد کرد.

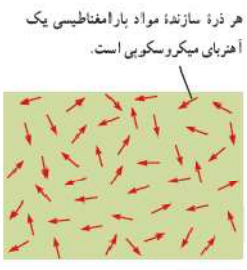
سیملوله با هستهٔ آهنی– آهنربای الکتریکی:



شکل مقابل سیملوله ای حاوی یک هسته‌ی آهنی را نشان می‌دهد. وقتی جریانی در سیملوله برقرار می‌شود، میدان مغناطیسی سیملوله ، در هسته‌ی آهنی خاصیت مغناطیسی القا می‌کند و هسته‌ی آهنی، آهنربا می‌شود، این آهنربا را **آهنربای الکتریکی** می‌نامند. هر چه تعداد دورهای سیملوله در واحد طول و جریانی که از آن می‌گذرد بیشتر باشد، آهنربای الکتریکی قوی تر خواهد بود. وجود هسته‌ی آهنی باعث تقویت میدان مغناطیسی سیملوله می‌شود. میدان مغناطیسی سیملوله ی بدون هسته‌ی آهنی به قدر ضعیف است که در عمل کاربردهای کمی دارد.

ویژگی‌های مغناطیسی مواد:

موادی که اتم‌ها یا مولکول‌های سازنده آنها دارای خاصیت مغناطیسی باشند، مواد مغناطیسی می‌نامند .در واقع می‌توان گفت کوچک‌ترین ذره‌های تشکیل دهنده این مواد (اتم‌ها یا مولکول‌ها) هرکدام آهنرباهای بسیار ریزی هستند که به آنها دوقطبی مغناطیسی نیز گفته می‌شود . دوقطبی‌های مغناطیسی را با یک پیکان کوچک نشان می‌دهیم که می‌تواند جهت گیری‌های متفاوتی داشته باشد و هرکدام از آنها وابسته به یک اتم یا مولکول اند.

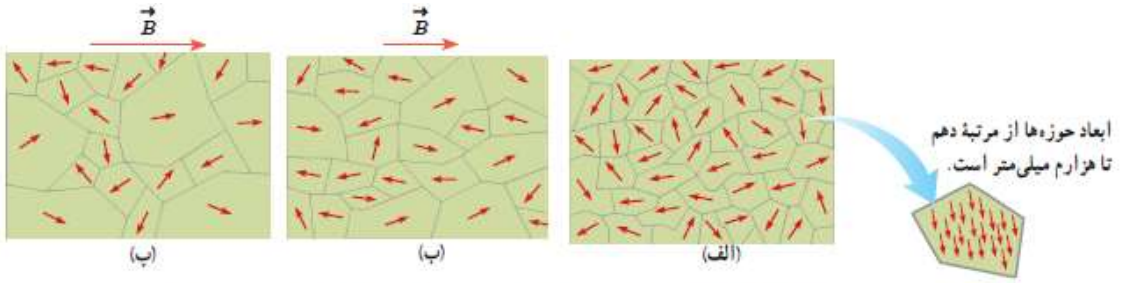

هر ذرهٔ سازندهٔ مواد پارامغناطیسی یک آهنربای میکروسکوپی است.

شکل ۳ـ۲۲ سمت‌گیری کاتوره‌ای دوقطبی‌های مغناطیسی در یک مادهٔ پارامغناطیسی در نبود میدان مغناطیسی

مواد پارا مغناطیس : اتم های مواد پارامغناطیسی، خاصیت مغناطیسی دارند اما دوقطبی های مغناطیسی وابسته به آنها، به طور کاتوره ای سمت گیری کرده اند و میدان مغناطیسی خالصی ایجاد نمی کنند. با قرار دادن مواد پارامغناطیسی درون میدان مغناطیسی خارجی قوی (مثلا نزدیک یک آهنربای قوی)، دو قطبی های مغناطیسی آنها، مانند عقربه قطب نما در نزدیکی آهنربا رفتار می کنند و به مقدار مختصری در راستای خط های میدان مغناطیسی منظم می شوند. با دور کردن آهنربا از این مواد، دوقطبی های مغناطیسی آنها، دوباره به طور کاتوره ای سمت گیری می کنند.

به این ترتیب، مواد پارامغناطیسی در میدان‌های مغناطیسی قوی تا حدودی خاصیت مغناطیسی موقت پیدا می‌کنند .اورانیم، پلاتین، آلومینیم، سدیم، اکسیژن و اکسید نیتروژن از جمله مواد پارامغناطیسی اند.

مواد دیا مغناطیسی: اتم های مواد دیامغناطیسی، نظیر مس، نقره، سرب و بیسموت، به طور ذاتی فاقد خاصیت مغناطیسی اند.
به عبارت دیگر، هیچ یک از اتم های این مواد، دارای دوقطبی مغناطیسی خالصی نیستند. با وجود این، حضور میدان مغناطیسی خارجی، می تواند **سبب القای دوقطبی های مغناطیسی در خلاف سوی میدان خارجی، در مواد دیامغناطیسی شود.**

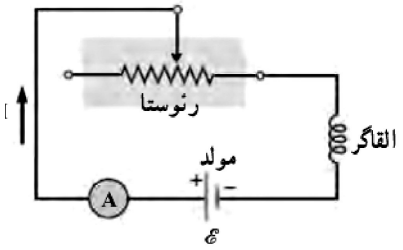


شکل ۳ـ۲۳ (الف) مادهٔ فرومغناطیسی در نبود میدان مغناطیسی خارجی. (ب) مادهٔ فرومغناطیسی در حضور میدان مغناطیسی خارجی ضعیف. (پ) مادهٔ فرومغناطیس در حضور میدان مغناطیسی خارجی قوی.

حوزه های مغناطیسیِ برخی از مواد فرومغناطیسی، در حضور میدان مغناطیسی خارجی به سهولت تغییر می کند و ماده به سادگی آهنربا می شود و با حذف میدان خارجی نیز، خاصیت آهنربایی خود را به آسانی از دست می دهد .این مواد را مواد فرومغناطیسی نرم می نامند . از این مواد در ساخت هسته پیچه ها و سیملوله ها استفاده می شود .مواد فرومغناطیسی نرم برای ساختن آهنرباهای الکتریکی (آهنرباهای غیردائم) نیز مناسب اند.

برخی مواد دیگر مانند فولا(آهن به اضافه ۲ درصد کربن)،آلیاژهای آهن، کبالت و نیکل به سختی آهنربا می شوند؛ یعنی در حضور میدان مغناطیسی خارجی، حجم حوزه ها در آنها به سختی تغییر می کند .این مواد را مواد فرومغناطیسی سخت می نامند .در این مواد، سمت گیری دوقطبی های مغناطیسی حوزه ها پس از حذف میدان خارجی، تا مدت زمان زیادی، تقریباً بدون تغییر باقی می ماند .به همین دلیل، این مواد برای ساختن آهنرباهای دائمی مناسب اند.

خود – القاوری:



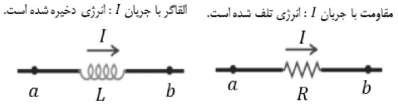
برای بررسی اثر خودالقاوری در یک القاگر، مداری را مطابق شکل مقابل در نظر بگیرید. این مدار شامل یک مولد (باتری)، یک رئوستا و القاگری است که به طور متوالی به یکدیگر بسته شده‌اند. با تغییر مقاومت رئوستا، جریان در مدار تغییر می‌کند . تغییر جریان در مدار، سبب تغییر جریان عبوری از القاگر می‌شود و در نتیجه شار مغناطیسی عبوری از القاگر تغییر می‌کند. این فرایند سبب القای نیروی محرکه‌ای در القاگر می‌شود که بنا به قانون لنز با هرگونه تغییر جریان عبوری از آن مخالفت می‌کند. این پدیده که می‌تواند در هر القاگری (از قبیل پیچه یا سیملوله)رخ دهد اثر خود- القاوری نامیده می‌شود.

همان طور که گفتیم بنابه قانون لنز جهت نیروی محرکه خودالقایی چنان است که می‌خواهد مانع تغییر شار مغناطیسی ای شود که مولد ایجاد می‌کند. برای مثال، اگر مقاومت رئوستا کاهش یابد، جریان و در نتیجه شار مغناطیسی عبوری از القاگر می‌خواهد افزایش یابد. در نتیجه نیروی محرکه خودالقاوری در جهتی ایجاد می‌شود که با افزایش شار مخالفت می‌کند. به عبارت دیگر در این حالت نیروی محرکه خودالقاوری معادل نیروی محرکه باتری ای عمل می‌کند که در جهت مخالف مولد در مدار قرار گرفته باشد.

انرژی ذخیره شده در القاگر:

وقتی در دو سر القاگری اختلاف پتانسیل برقرار شود، مولد به القاگر انرژی می‌دهد. بخشی از این انرژی در مقاومت الکتریکی سیم‌های القاگر به صورت گرما تلف و بقیه آن در میدان مغناطیسی القاگر ذخیره می‌شود .

لازم است توجه کنید که رفتار مقاومت و القاگر را به لحاظ انرژی اشتباه نگیرید .هنگام عبور جریان از مقاومت، انرژی وارد آن می‌شود، جریان چه پایا باشد و چه تغییر کند، این انرژی در مقاومت به صورت گرما تلف می‌شود. برخلاف آن، انرژی تنها وقتی وارد یک القاگر آرمانی (با مقاومت صفر می‌شود) که جریان در آن افزایش یابد. این انرژی تلف نمی‌شود، بلکه در القاگر ذخیره شده و هنگام کاهش جریان، آزاد می‌شود. هنگام عبور جریان پایا از یک القاگر، انرژی به آن وارد یا از آن خارج نمی‌شود.

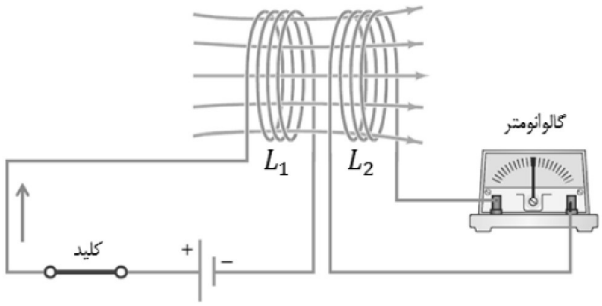


انرژی لازم برای جرقه زدن شمع خودرو:

انرژی میدان مغناطیسی نقش مؤثری در دستگاه‌های احتراق اتومبیل‌های با موتور بنزینی دارد. پیچه اولیه با حدود ۲۵۰ دور به باتری اتومبیل بسته شده است و میدان مغناطیسی قوی‌ای تولید می‌کند. این پیچه را یک پیچه ثانویه با ۲۵۰۰ دور سیم خیلی نازک احاطه کرده است. هنگام جرقه زدن شمع برای انفجار، جریان در پیچه اولیه قطع می‌شود و میدان مغناطیسی به سرعت به صفر فرو می‌افتد و نیروی محرکه ده‌ها هزار ولتی در پیچه ثانویه القا می‌کند. درنتیجه انرژی ذخیره شده در میدان مغناطیسی به صورت جریان لحظه‌ای بسیار زیاد از پیچه ثانویه به طرف شمع می‌رود و جرقه‌ای تولید می‌کند که سبب احتراق مخلوط سوخت هوا در سیلندرهای موتور می‌شود

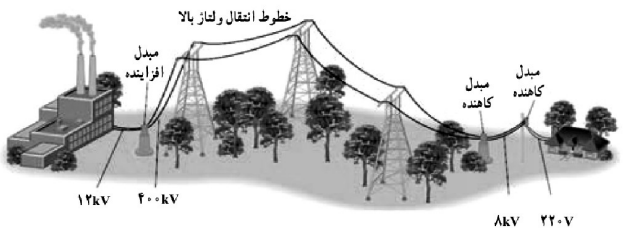
القاوری متقابل :

دو پیچه مجاور هم را مطابق شکل در نظر بگیرید .جریان عبوری در پیچه ۱، میدان مغناطیسی B را به وجود می‌آورد و درنتیجه این میدان یک شار مغناطیسی از پیچه۲ می‌گذراند .با بستن کلید و تغییر جریان در پیچه ۱ ، شار عبوری از پیچه۲ نیز تغییر می‌کند؛ بنا بر قانون فاراده، این تغییر شار نیروی محرکه‌ای در پیچه ۲ القا می‌کند . این فرایند القای متقابل نامیده می‌شود و به کمک آن می‌توان انرژی را از پیچه‌ای به پیچه دیگر که فاقد مولد است منتقل کرد.



در برخی از مدارهایی که از چندین القاگر تشکیل شده‌اند، تغییرات جریان در یک القاگر می‌تواند نیروهای محرکه ناخواسته‌ای در القاگر مجاور القا کند. به همین دلیل در برخی از مدارهای الکتریکی، القاوری متقابل می‌تواند به عنوان عامل مزاحمت باشد. برای هرچه کم کردن این اثر ناخواسته، باید سطح القاگرهای مجاور را به طور عمود بر یکدیگر قرار داد و در این صورت اثر القاوری متقابل تا حد امکان کوچک می‌شود. القاوری متقابل کاربردهای مفید بسیاری نیز دارد. مثلاً در مبدل‌ها القاوری متقابل، نقش مهمی در مقدار ولتاژ خروجی مبدل ایفا می‌کند.

مبدل‌ها :



یکی از امتیازهای مهم توزیع توان الکتریکی ac بر dc آن است که افزایش و کاهش ولتاژ ac، بسیار آسان‌تر از dc است .در انتقال توان در فاصله‌های دور می‌خواهیم تا حدّ امکان از ولتاژ هرچه بالاتر و جریان هرچه کمتری استفاده کنیم، این کار اتلاف RI^2 را در خط های انتقال کم می‌کند و می‌توان از سیم‌های نازک‌تری استفاده و در مصرف مواد اولیه صرفه جویی کرد .خط های انتقال توان الکتریکی به طور معمول از ولتاژهای در حدود ۴۰۰ کیلوولت استفاده می‌کنند . از طرف دیگر،ملاحظات ایمنی و الزامات عایق بندی در ساخت وسایل خانگی و صنعتی، ولتاژهای به نسبت پایین‌تری را ضروری می‌کند .ولتاژ استاندارد برای سیم کشی خانگی در ایران و بسیاری از کشورهای دیگر V ۲۲۰ است .تبدیل ولتاژ مورد نیاز با استفاده از مبدل‌ها صورت می‌گیرد.

قوانین حرکت نیوتون:

نیوتون نخستین کسی بود که به رابطه میان نیرو و شتاب پی برد. مطالعه این رابطه به گونه‌ای که نیوتون آن را ارائه کرد، اساس مکانیک نیوتونی را تشکیل می‌دهد.در این بخش به بررسی سه قانون اصلی حرکت می‌پردازیم.

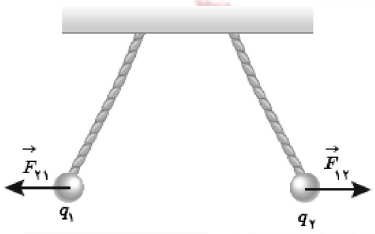
قانون اول نیوتون :قبل از سال ۱۶۰۰ میلادی دانشمندان فکر می‌کردند که هر جسمِ در حال حرکتی برای ادامه حرکت حتماً نیاز به نیرو دارد. ولی گالیله با طراحی آزمایش‌های ذهنی نتیجه گرفت که در نبود نیرو، حرکت جسم متحرک ادامه می‌یابد. نیوتون نظر گالیله را به صورت یک قانون بیان کرد که به نام قانون اوّل نیوتون شهرت دارد.

قانون اول نیوتون بیان می‌کند که : «**یک جسم حالت سکون یا حرکت با سرعت ثابت بر روی خط راست خود را حفظ می‌کند مگر آنکه نیروی خالص غیر صفری به آن وارد شود.**» به عبارت دیگر هرگاه نیروهای وارد بر جسم متوازن باشند(یعنی برآیند نیروهای وارد بر جسم صفر باشد) ، وضعیت حرکت آن تغییری نخواهد کرد،اگر ساکن باشد، ساکن می‌ماند و اگر در حرکت باشد به حرکت خود با سرعت ثابت ادامه خواهد داد.

لختی: بر اساس قانون اوّل نیوتون، اگر بر جسم نیرو وارد نشود، جسم ساکن می‌ماند و یا با سرعت ثابت حرکت خواهد کرد. به این خاصیت اجسام که میل دارند وضعیت حرکت خود را در غیاب نیرو حفظ کنند، لختی گویند.

قانون دوم نیوتون:هرگاه بر جسم نیروی خالصی وارد شود، جسم تحت تأثیر آن نیرو شتاب م یگیرد که این شتاب با نیروی خالص وارد بر جسم نسبت مستقیم دارد و در همان جهت نیروی خالص است و با جرم جسم نسبت وارون دارد.

قانون سوم نیوتون:ین قانون بیان می‌دارد هرگاه جسمی به جسم دیگر نیرو وارد کند، جسم دوم نیز به جسم اوّل نیرویی هم اندازه و هم راستا اما در خلاف جهت وارد می‌کند.



به عبارت دیگر نیروها در طبیعت همواره به صورت جفت وجود دارند. اگر یکی از این نیروها را کنش بنامیم نیروی دیگر واکنش نامیده می‌شود که با توجه به تعریف فوق رابطه بین این دو نیرو به صورت زیر می‌باشد:

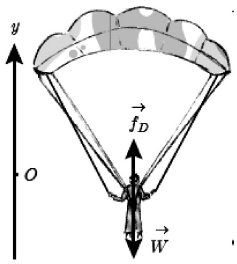
$$\vec{F}_{۱۲} = -\vec{F}_{۲۱} \quad \text{و} \quad F_{۱۲} = F_{۲۱}$$

- *نیروهای کنش و واکنش همواره به دو جسم وارد می‌شوند پس یکدیگر را خنثی نمی‌کنند.*
- *نیروهای کنش و واکنش همواره هم نوع اند؛ مثلاً هر دو الکتریکی اند، یا هر دو مغناطیسی اند یا هر دو گرانشی اند و یا ... .*
- *نیروی کنش و واکنش ممکن است منجر به اثرات متفاوتی شوند.*

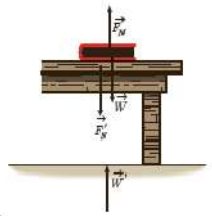
nimanorouziphysics

جملات مهم نیروهای خاص:

- وقتی جسمی مانند یک توپ را از بالای ساختمانی رها می‌کنیم، علاوه بر وزن جسم، نیروی دیگری نیز در اثر برخورد جسم با مولکول‌های هوا به جسم در خلاف جهت حرکت وارد می‌شود .به طور کلی وقتی جسمی در یک شاره (مایع یا گاز) حرکت می‌کند از طرف شاره نیرویی در خلاف جهت حرکت جسم، به آن وارد می‌شود که به آن نیروی مقاومت شاره می‌گویند. نیروی مقاومت شاره به بزرگی جسم(مساحت سطح تماس با شاره)، تندی آن و .... بستگی دارد. مثلاً هرچه تندی جسم بیشتر باشد، نیروی مقاومت شاره بیشتر خواهد شد. وقتی جسم در هوا حرکت می‌کند، به این نیرو نیروی مقاومت هوا گویند.
- نیروی مقاومت شاره با نیروی شناوری متفاوت است و آن را معمولاً با $\vec{f}_D$ نشان می‌دهند و همواره در خلاف جهت حرکت می‌باشد.
- به عنوان مثال وقتی یک چترباز سقوط می‌کند و بلافاصله چترش را باز می‌کند. ابتدا تندی اش افزایش می‌یابد در نتیجه نیروی مقاومت هوا نیز افزایش پیدا می‌کند تا اینکه با وزن چترباز هم اندازه می‌شود. در این هنگام نیروی خالص صفر شده و در نتیجه شتاب چترباز نیز صفر می‌شود و وقتی جسم دیگر شتاب نگیرد با تندی ثابت به زمین می‌رسد. به این تندی، تندی حدی می‌گوییم. تندی حدی برای یک چترباز نوعی حدود ۵m/s و برای قطرات باران ۷m/s است .

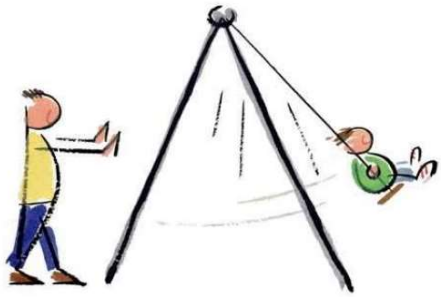


- نیروی عمودی سطح ناشی از تغییر شکل سطح تماس دو جسم است. اگر جسمی سنگین را روی یک سطح اسفنجی یا یک تشک قرار دهیم تغییر شکل اسفنج یا تشک به خوبی دیده می شود. حتی یک زمین به ظاهر سفت و سخت نیز وقتی جسمی روی آن قرار می گیرد، تغییر شکل می دهد. این تغییرشکل مربوط به نیروهای بین مولکولی است
- نیروی عمودی تکیه گاه از طرف سطح به جسمی که روی آن قرار دارد وارد می شود، بنابراین واکنش این نیرو به صورت عمودی و در خلاف جهت نیروی عمودی سطح از طرف جسم به سطح وارد می شود همچنین واکنش نیروی وزن نیرویی است که از طرف جسم به زمین و در خلاف جهت نیروی وزن وارد می شود.

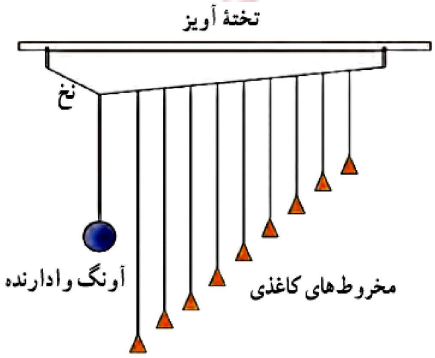


- نیروی اصطکاک بین دو جسم به جنس سطح دو جسم، و زبری و نرمی آنها و... بستگی دارد؛مثلاً اصطکاک بین کفش و سطح زمین به جنس زیره کفش و سطحی که روی آن حرکت می کنیم بستگی دارد. نیروی اصطکاک بین دو جسم به علت ناهمواری های محل تماس دو جسم ایجاد می شود. حتی سطوحی که بسیار هموار به نظر می آیند، ناهمواری های میکروسکوپی بسیاری دارند که سبب اصطکاک می شوند.
- نیروی اصطکاک عمدتاً به عنوان نیروی اتلافی شناخته می شود، با وجود این در زندگی روزمره لازم است. نگه داشتن یک قلم در دست، نوشتن، راندن خودرو، قدم زدن و دویدن، ترمز کردن و... بدون اصطکاک ممکن نیست. بدون اصطکاک حتی ایستادن ناممکن است، زیرا کمترین جابه جایی سبب لغزیدن و افتادن می شود.
- برای یک فنر انعطاف پذیر، k عددی کوچک(حدود ۱۰۰N/m) و برای یک فنر سفت k عددی بزرگ (۱۰۰۰۰N/m) است.

تشدید



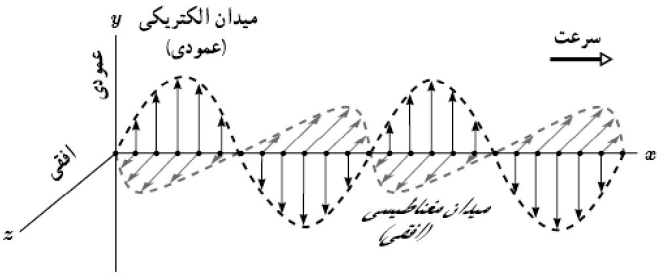
هر نوسانگری (مثلاً جرم فنر یا آونگ ساده) با انحراف از وضع تعادل با بسامدی معیّن شروع به نوسان می‌کرد. به بسامد این نوسان‌ها بسامد طبیعی گفته می‌شود. مطابق این تعریف، بسامد طبیعی سامانه جرم- فنر $f_0 = \frac{\sqrt{\frac{k}{m}}}{2\pi}$ و بسامد طبیعی آونگ ساده $f_0 = \frac{\sqrt{\frac{g}{L}}}{2\pi}$ است. اما این نوسانگرها می‌توانند با اعمال یک نیروی خارجی، با بسامدهای دیگری نیز به نوسان درآیند. به چنین نوسانی، نوسان واداشته گفته می‌شود و بسامد این نوسان را با f_d نمایش می‌دهند. مثالی از یک نوسان واداشته، تاب خوردن کودکی است که به طور دوره‌ای هُل داده می‌شود . نوسان تاب بی آنکه در ادامه حرکت هُل داده شود مثالی از یک نوسان آزاد است، به طوری که نوسان‌های تاب، میرا و سرانجام متوقف می‌شود. ولی وقتی شخصی تاب را هُل می‌دهد، او انرژی تلف شده بر اثر اصطکاک و مقاومت هوا را جبران می‌کند و مانع از میراشدن نوسان تاب می‌شود. اگر دامنه نوسان‌های تاب بزرگ‌تر و بزرگ‌تر شود حاکی از آن است که بسامد نوسان‌های واداشته با بسامد طبیعی تاب برابر شده است. در چنین وضعیتی $(f_d = f_s)$ اصطلاحاً گفته می‌شود که برای نوسانگر تشدید (رزونانس) رخ داده است. اگر تاب را با بسامدهایی بیشتر یا کمتر از بسامد طبیعی آن هُل دهیم، دامنه نوسان کوچک‌تر از حالتی خواهد شد که آن را با بسامد طبیعی‌اش هل می‌دهیم.



آونگ‌های بارتون: یک آونگ با وزنه سنگین و تعدادی آونگ سبک با طول‌های متفاوت را مطابق شکل سوار کنید. آونگ‌ها روی نخی سوار شده‌اند که هر دو انتهای آن توسط گیره‌هایی به تخته آویز متصل شده است. به آونگ سنگین اصطلاحاً آونگ وادارنده گفته می‌شود، زیرا به نوسان درآوردن این آونگ در صفحه عمود بر صفحه شکل، موجب تاب خوردن نخ آویز و در نتیجه به نوسان واداشتن سایر آونگ‌ها می‌شود. اما آن آونگی که طولش با طول آونگ وادارنده برابر است دارای دامنه نوسان بیشتر از بقیه خواهد بود زیرا بسامدش با بسامد آونگ وادارنده برابر است.

امواج الکترومغناطیسی:

امواج الکترومغناطیسی از رابطه متقابل میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی به وجود می‌آیند. یعنی هر تغییری در میدان الکتریکی در هر نقطه از فضا، میدان مغناطیسی متغیری ایجاد می‌کند و این میدان مغناطیسی متغیر، خود میدان الکتریکی متغیری به وجود می‌آورد. این رابطه متقابل میدان‌ها سبب انتقالِ نوسان‌های میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی از یک نقطه فضا به نقاط دیگر و یا همان انتشار موج الکترومغناطیسی می‌شود. ایجاد میدان الکتریکی به علت تغییر میدان مغناطیسی همان القای الکترومغناطیسی است که در سال ۱۸۳۱ میلادی توسط مایکل فاراده به طور تجربی کشف شد و در کتاب فیزیک ۲ با آن آشنا شدید. پدیده معکوس این اثر، یعنی تولید میدان مغناطیسی بر اثر تغییر میدان الکتریکی بعدها توسط جیمز کلارک ماکسول، فیزیک دان انگلیسی، در سال ۱۸۶۵ میلادی پیش بینی شد.



ماکسول از این دو پدیده نتیجه گرفت که امواج الکترومغناطیسی باید لزوماً ناشی از تغییرات هم زمانِ میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی (اصطلاحاً میدان الکترومغناطیسی) باشد.

مشخصه‌های امواج الکترومغناطیسی :

☑ **موج‌های الکترومغناطیسی از میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی تشکیل‌شده‌اند که بر یکدیگر عمودند.**

☑ **در امواج الکترومغناطیسی میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی $\vec{E}$ و $\vec{B}$ همواره بر جهت حرکت موج عمودند و در نتیجه موج الکترومغناطیسی ، یک موج عرضی است.**

☑ **امواج الکترومغناطیسی برای انتشار نیاز به محیط مادی ندارند و انرژی را از محلی به محل دیگر حمل می‌کنند. (حامل انرژی هستند). در حقیقت این امواج، انرژی را نه به صورت انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل ذرات محیط، بلکه به صورت انرژی میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی منتقل می‌کنند.**

☑ **در امواج الکترومغناطیسی میدان‌ها با بسامد یکسان و همگام با یکدیگر تغییر می‌کنند.**

☑ **ماکسول با یک تحلیل ریاضی نشان داد که تندی انتشار امواج الکترومغناطیسی در خلأ یکسان بوده و از رابطه زیر به دست می‌آید:**

$$C = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \varepsilon_0}} = 3/00 \times 10^8 \ \mathrm{m/s}$$

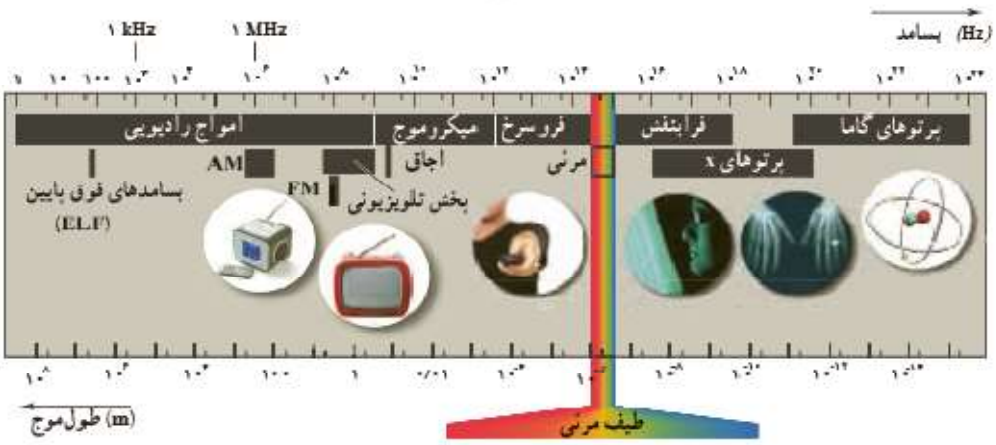
$\varepsilon_0 \approx 8/85 \times 10^{-12} \frac{C^2}{N.m^2}$ ضریب گذردهی الکتریکی در خلاء

$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T.m}{A}$: ثابت تراوایی مغناطیس خلاء

مقدار **c** *به دست آمده از رابطه فوق همان تندی انتشار نور در خلأ است که پیش تر توسط فیزیک دان فرانسوی آرماند لوئیس فیزو به روش تجربی به دست آمده بود. این نتیجه‌ای بسیار مهم بود، زیرا نشان می‌داد نور، یک موج الکترومغناطیسی است.*

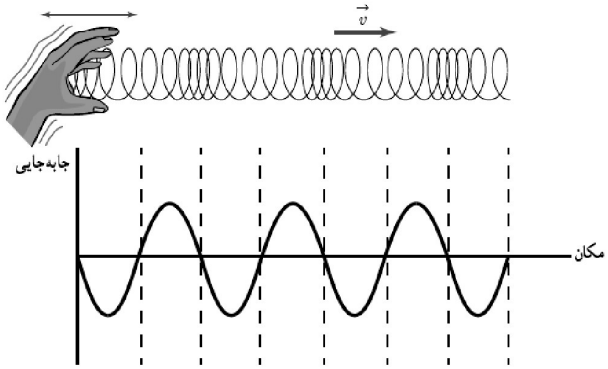
نظریه ماکسول نیاز به تأیید تجربی داشت. هاینریش هرتز در سال ۱۸۸۸ میلادی با ایجاد نوسان‌های الکتریکی پُر بسامدی، آزمایش‌های مشهوری در تأیید نظریه ماکسول انجام داد. هرتز نشان داد که امواج رادیویی نیز با همان تندی نور مرئی در آزمایشگاه حرکت می‌کنند و این حاکی از سرشت یکسان امواج رادیویی و نور مرئی بود.

طیف امواج الکترومغناطیسی:



گستره تقریبی طول موج نور مرئی در خلأ از **۴۰۰nm** (نور بنفش) تا **۷۰۰nm** (نور قرمز) است.

موج طولی و مشخصه‌های آن:



در انتشار موج طولی در یک فنر بلندِ کشیده شده دیدیم که با انتشار موج، ناحیه‌های جمع شدگی و بازشدگی به طور متناوب در طول فنر ظاهر می‌شوند.

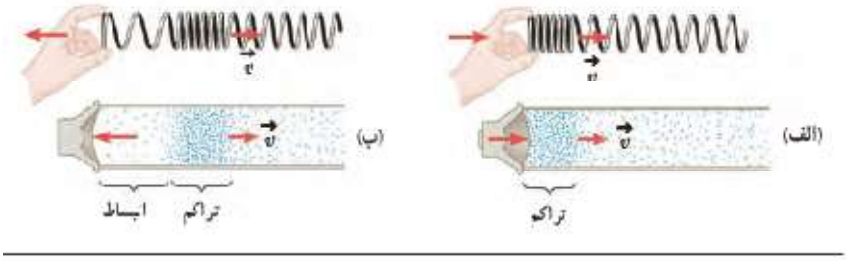
در یک لحظه از زمان، در مکان‌هایی که بیشترین جمع شدگی یا بیشترین بازشدگی حلقه‌ها رخ می‌دهد، جابه جایی هر جزء فنر از وضعیت تعادل برابر صفر است. در وسط فاصله بین یک جمع شدگی بیشینه و یک بازشدگی بیشینه مجاور هم، اندازه جابه جایی هر جزء فنر از وضعیت تعادل، بیشینه است.

برای یک موج طولی نیز می‌توانیم همان مشخصه‌های موج عرضی را تعریف کنیم؛ مثلاً در حالی که طول موج برای امواج عرضی برابر با فاصله دو قله یا دو دره متوالی است، در مورد امواج طولی، طول موج برابر با فاصله بین دو تراکم (برای فنر،جمع شدگی) یا دو انبساط(برای فنر، بازشدگی)متوالی است. همچنین 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.*

موج صوتی:

صوت یک موج مکانیکی طولی است که توسط جسم مرتعشی مانند سیم گیتار یا حنجره انسان تولید می‌شود که اصطلاحاً به آنها چشمه صوت گویند.امواج صوتی به دلیل طبیعت طولی خود، مثل موج طولی ایجاد شده در یک فنر کشیده، در مقایسه با بازشدگی ها و جمع شدگی های فنر، از مجموعه‌ای از تراکم‌ها و انبساط ها تشکیل شده‌اند؛ مثلاً با ارتعاش دیافراگم یک بلندگو، موجی صوتی ایجاد می‌شود. حرکت رو به بیرون دیافراگم، هوای جلوی آن را متراکم می‌کند. این تراکم که با تندی صوت از بلندگو دور می‌شود مشابه ناحیه جمع شدگی در یک فنرِ کشیده است که در آن موجی طولی روانه شده است پس از تولید یک ناحیه متراکم، دیافراگم حرکتش را برعکس می‌کند و به سمت داخل می‌رود. حرکت رو به داخل دیافراگم، هوای جلوی آن را منبسط می‌کند. این انبساط که با تندی صوت از بلندگو دور می‌شود، مشابه ناحیه بازشدگی در یک فنر کشیده است که در آن موجی طولی روانه شده است توجه کنید، در حالی که موج از بلندگو به شنونده می‌رسد، هر مولکول هوا، با موج حرکت نمی‌کند، بلکه در مکان ثابتی به جلو و عقب نوسان می‌کند.



شکل ۳ـ۲۴ الف) با حرکت رو به بیرون دیافراگم، یک تراکم ایجاد می‌شود. ب) با حرکت رو به داخل دیافراگم، یک انبساط ایجاد می‌شود. این تراکم و انبساط شبیه به جمع‌شدگی و بازشدگی در یک فنر بلند است.

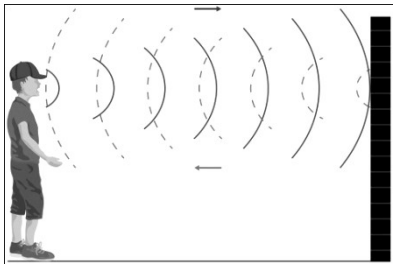
ادراک شنوایی:

وقتی دیاپازونی را با ضربه‌ای به ارتعاش وا می‌داریم، دیاپازون نوسان‌هایی انجام می‌دهد که به دلیل میرایی کم، به حرکت هماهنگ ساده نزدیک است. به صوت حاصل از چنین چشمه‌هایی تُنِ موسیقی یا به اختصار تُن گفته می‌شود. 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 بسامد های مختلف به طور 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 ضربه ها بستگی دارد. بلندی متفاوت با شدت است.

شدت را می‌توان با یک آشکار ساز اندازه گرفت، در حالی که بلندی چیزی است که شما حس می‌کنید. دستگاه شنوایی انسان به بسامدهای متفاوت حساسیت‌های متفاوتی نشان می‌دهد، به طوری که بیشترین حساسیت گوش انسان به بسامدهایی در گستره **۲۰۰۰Hz** تا **۵۰۰۰Hz** است، در حالی که گوش انسان قادر به شنیدن تُن های صدای **۲۰Hz** تا **۲۰۰۰۰Hz** است.

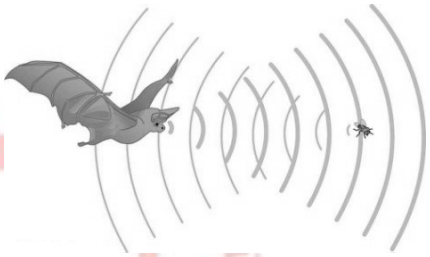
پژواک:



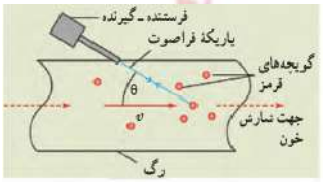
پژواک نمونه‌ای از بازتاب امواج مکانیکی است. در برابر دیواره یا صخره بلندی که چند ده متر از شما فاصله دارد، بایستید و یک بار فریاد بزنید. پس از مدت زمان کوتاهی، بازتاب صدای فریاد خود را خواهید شنید. اگر صوت پس از بازتاب، با یک تأخیر زمانی به گوش شنونده‌ای برسد که صوت اولیه را مستقیماً می‌شنود، به چنین بازتابی پژواک می‌گویند.

* اگر تأخیر زمانی بین این دو صوت کمتر از $0/1s$ باشد، گوش انسان نمی‌تواند پژواک را از صوت مستقیم اولیه تمیز دهد.

مکان یابی پژواکی:



مکان یابی پژواکی روشی است که بر اساس امواج صوتی بازتابیده از یک جسم، مکان آن جسم را تعیین می‌کند. مکان یابی پژواکی به همراه اثر دوپلر در تعیین مکان اجسام متحرک و نیز تعیین تندی آنها به کار می‌رود. برخی از جانوران نظیر خفاش و دُلفین از این روش استفاده می‌کنند. همین طور در فناوری‌هایی نظیر اندازه گیری تندی شارش خون در رگ‌ها نیز از این روش استفاده می‌شود. خفاش، فَوَرانی از امواج فراصوتی را گسیل می‌کند که این بسته به نوع خفاش از دهان یا سوراخ‌های بینی آن گسیل می‌شود. این امواج از اشیایی که در مسیر خفاش قرار دارند بازمی تابد و بدین ترتیب خفاش را از اشیایی که بر سر راه او قرار دارند آگاه می‌سازد.البته بسته به اینکه شیء بازتابنده، خودِ خفاش، یا هر دو متحرک باشند،خفاش تغییر بسامدی ناشی از اثر دوپلر را در موج بازتابیده ادراک می‌کند و بدین وسیله می‌تواند سرعت خود یا شیء متحرک را تعیین کند. خفاش‌ها از این ویژگی برای شناسایی و شکار طعمه‌های خود استفاده می‌کنند. **همچنین در دستگاه سونار که در کشتی‌ها برای مکان یابی اجسام زیر آب به کار می‌رود، و در سونوگرافی نیز از مکان یابی پژواکی استفاده می‌شود.**



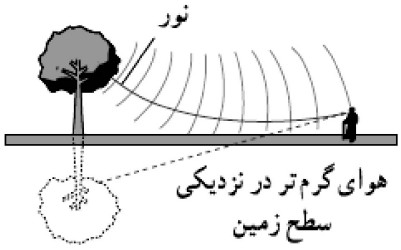
* از مکان یابی پژواکی به همراه اثردوپلر می توان برای تعیین تندی شارش خون (گویچه های قرمز) در رگ ها استفاده کرد.

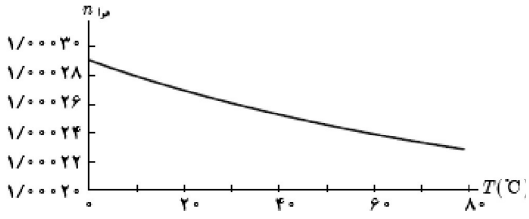
رادار دوپلری: از امواج الکترومغناطیسی نیز می توان برای مکان یابی پژواکی استفاده کرد.

سراب:

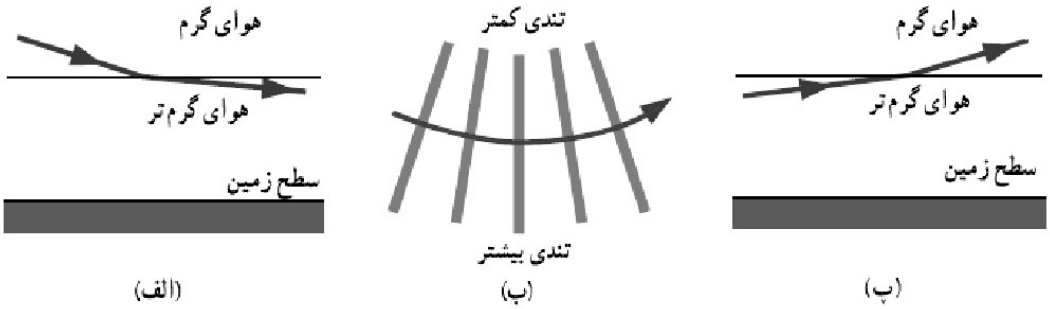
در روزهای گرم ممکن است برکه آبی را در دوردست ببینید که بر سطح زمین قراردارد، اما وقتی به آن محل می‌رسید، آنجا را خشک می‌یابید. به این پدیده سراب یا سراب آبگیر می‌گویند و نه تنها می‌توان آن را دید، بلکه می‌توان از آن عکس هم گرفت.

در روزهای گرم هوای سطح زمین نسبتاً داغ است. از طرفی، چگالی هوا با افزایش دما کاهش می‌یابد که این سبب کاهش ضریب شکست نیز می‌شود .





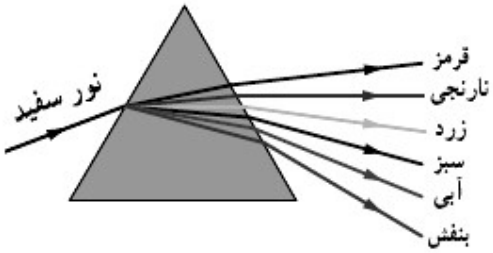
به شکل‌های زیر دقت کنید، نخست جبهه‌های موجی را در نظر می‌گیریم که به طرف پایین می‌آیند. با پایین آمدن هر چه بیشتر پرتوهای نظیر این جبهه‌های موج، آنها با ضریب شکست های کوچک تر و کوچک تری روبه رو می‌شوند و در هر مرحله با دور شدن از خط عمود، بیشتر و بیشتر به سمت افق خم می‌شوند(شکل الف).



وقتی پرتوها در نزدیکی سطح زمین تقریباً افقی می‌شوند به سمت بالا خم برمی دارند. این خم شدن رو به بالا را می‌توان با استفاده از جبهه‌های موج توضیح داد. بخش پایینی هر جبهه موج در هوای کمی گرم تر قرار دارد و بنابراین کمی تندتر از بخش بالایی جبهه موج حرکت می‌کند و این تفاوت رفتار دو قسمت جبهه‌های موج، موجب خم شدن رو به بالای پرتوهای موج می‌شود، زیرا پرتوهای موج باید همواره عمود بر جبهه‌های موج باشند (شکل ب).

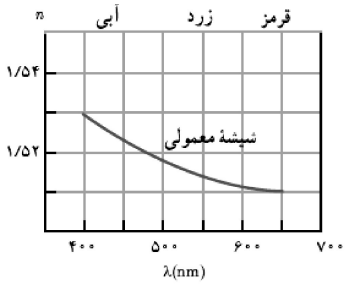
وقتی پرتوها رو به بالا می‌روند به خم شدن رو به بالای خود ادامه می‌دهند، زیرا اکنون مدام با محیط‌هایی با ضریب شکست های بزرگ و بزرگ‌تر مواجه می‌شوند و بنابراین در هر مرحله با نزدیک شدن به خط عمود، بیشتر و بیشتر رو به بالا خم می‌شوند(شکل پ) اگر بخشی از این نور به چشم ما برسد، به نظر می‌آید که منشأ این نور از امتداد رو به عقب پرتوهایی است که به چشم ما رسیده‌اند و همان طور که در شکل نشان داده شده است این حس را ایجاد می‌کند که گویی از سطح زمین آمده است.

پاشندگی نور:



وقتی باریکه نور سفید خورشید به وجهی از یک منشور می‌تابد، در عبور از منشور به رنگ‌های مختلفی تجزیه می‌شود . دلیل این پدیده آن است که ضریب شکست هر محیطی به جز خلأ به طول موج نور بستگی دارد؛ یعنی وقتی باریکه نوری شامل پرتوهایی با طول موج‌های مختلف باشد، این پرتوها هنگام عبور از مرز دو محیط در زاویه‌های مختلفی شکسته می‌شوند. به این پخش شدگی نور، پاشندگی نور می‌گویند.

**عموماً ضریب شکست یک محیط معیّن برای طول موج‌های کوتاه‌تر، بیشتر است.*



**اگر باریکه نور سفید از هوا بر یک سطح شیشه‌ای فرود آید بر اثر شکست نور، مؤلفه‌های سازنده باریکه نور سفید هر کدام به میزان متفاوتی خم می‌شوند که البته این تفاوت چندان محسوس نیست. برای افزایش جدایی رنگ‌ها در پاشندگی نور، معمولاً از یک منشور با سطح مقطع مثلثی استفاده می‌کنیم. پاشندگی ناچیز در سطح اول، سپس با پاشندگی در سطح دوم افزایش می‌یابد و مؤلفه‌های رنگی نور سفید به طور محسوسی از هم جدا می‌شوند.*

لیزی کنکور | @LazyKonkori

رویکرد فصل فیزیک اتمی و هسته ای از فیزیک دوازدهم به گونه ای است که اکثر متن ها و شکل های موجود در آن مهم می باشند به همین دلیل متن های آن بخش از کتاب در این جزوه قرار نگرفته است لذا اکیدا پیشنهاد می شود کلیه متن های این بخش از کتاب فیزیک خوانده شود.