دهم | فصل ۱: فیزیک و اندازه‌گیری

۱ مدل‌سازی

ساده‌سازی پدیده‌های فیزیکی برای تحلیل راحت‌تر.

نکته در مدل سازی فقط باید از اثرات جزئی صرف‌نظر کرد و نمی‌توان از اثرات کلی، مهم و تأثیر گذار در کلیت پدیده صرف نظر کرد.

۲ کمیت‌ها و یکاها

کمیت نرده‌ای فقط با یک عدد و یکای مناسب بیان می‌شود؛ ولی کمیت برداری علاوه بر عدد و یکای مناسب، به جهت هم نیاز دارد و از قوانین جمع برداری پیروی می‌کند. در فیزیک کنکور فقط هشت کمیت بردار مکان، جابه‌جایی، سرعت، شتاب، نیرو، تکانه، میدان الکتریکی و میدان مغناطیسی برداری‌اند و سایر کمیت‌ها نرده‌ای می‌باشند.

کمیت‌های ۱. طول، ۲. جرم، ۳. زمان، ۴. دما، ۵. مقدار ماده، ۶. جریان الکتریکی و ۷. شدت روشنایی کمیت‌های اصلی‌اند. کمیت‌های فرعی به کمک فرمول‌های فیزیکی برحسب کمیت‌های اصلی بیان می‌شوند.

دسته‌بندی (۱)		دسته‌بندی (۲)	
نرده‌ای	برداری	اصلی	فرعی

- **آهنگ:** تغییر هر کمیت نسبت به زمان آهنگ آن کمیت نام دارد.
- **سازگاری یکاها:** در هر فرمول و رابطه‌ای، یکای نهایی دو طرف فرمول باید یکسان باشد.
- **پیشوندها:**

ترا	گیگا	مگا	کیلو	هکتو	دکا	دسی	سانتی	میلی	میکرو	نانو	پیکو
T	G	M	k	h	da	d	c	m	μ	n	p
10^{12}	10^{9}	10^{6}	10^{3}	10^{2}	10^{1}	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}	10^{-12}

- **نمادگذاری علمی:** در نمادگذاری علمی، هر عدد را به‌صورت $a\times10^{n}$ می‌نویسیم که $1\le a<10$ است.

۳ دقت

نوع وسیله	دقت اندازه‌گیری
مدرج	کمینهٔ درجه‌بندی وسیله
رقمی	یک واحد از آخرین رقم نمایش داده شده

- **عوامل مؤثر بر دقت اندازه‌گیری:**

۱ دقت وسیلهٔ اندازه‌گیری ۲ مهارت شخص آزمایشگر ۳ افزایش تعداد دفعات اندازه‌گیری و میانگین گرفتن از آن‌ها

نکته قبل از میانگین‌گیری، نتایج پرت را حذف می‌کنیم.

۴ چگالی

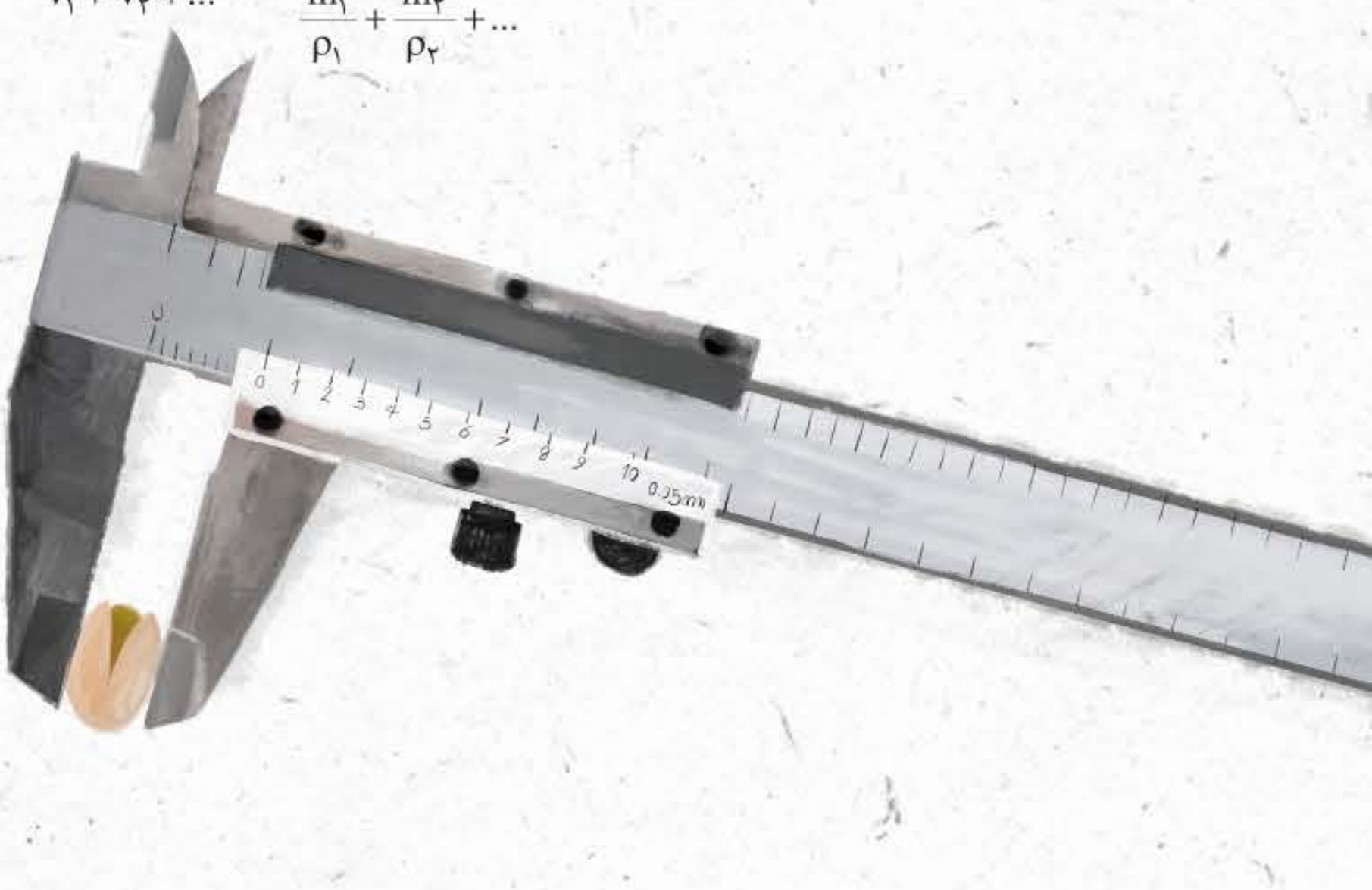
$$\rho=\frac{m}{V}$$

نکته در محاسبهٔ چگالی یک ماده، باید حجم واقعی خود ماده را در فرمول قرار دهیم؛ مثلاً اگر جسمی حفره داشته باشد، حجم واقعی ماده برابر با تفاضل حجم ظاهری جسم و حجم حفره است.

- **چگالی مخلوط:**

روابط مقابل به شرطی درست‌اند که پس از مخلوط شدن مواد، افزایش یا کاهش حجمی رخ ندهد.

$$\rho_{\text{مخلوط}}=\frac{m_{\text{مخلوط}}}{V_{\text{مخلوط}}}=\frac{m_1+m_2+\dots}{V_1+V_2+\dots}=\frac{\rho_1V_1+\rho_2V_2+\dots}{V_1+V_2+\dots}=\frac{m_1+m_2+\dots}{\frac{m_1}{\rho_1}+\frac{m_2}{\rho_2}+\dots}$$



دهم | فصل ۲: ویژگی‌های فیزیکی مواد

۱ حالت‌های ماده

۱ **جامد:** دو نوع است: **الف)** بلورین (مثل الماس) **ب)** بی‌شکل یا آمورف (مثل شیشه) ۲ **مایع** نکته فاصلهٔ بین مولکول‌های جامد و مایع یکسان است.

۳ **گاز:** ذرات آن آزادانه و با تندی بسیار زیاد به اطراف حرکت می‌کنند. نکته پدیدهٔ پخش در گازها سریع‌تر از مایعات است.

۴ **پلاسما:** در دماهای بالا به‌وجود می‌آید. مثل ستاره‌ها، آتش و...

۲ نیروهای بین مولکولی

نیروی بین مولکولی در فاصلهٔ بسیار کم، رانشی، در فاصلهٔ اتمی، ربایشی و در فواصل چندین برابر فاصلهٔ اتمی، صفر است.

نوع نیرو	هم‌چسبی	دگرچسبی
پدیدهٔ مرتبط	کشش سطحی و کروی بودن قطره	ترشوندگی و مویینگی

آب و شیشهٔ تمیز	$F_{\text{هم‌چسبی}} < F_{\text{دگرچسبی}}$	شیشه تر می‌شود.	آب در لولهٔ مویین بالا می‌رود.
جیوه و شیشه	$F_{\text{هم‌چسبی}} > F_{\text{دگرچسبی}}$	شیشه تر نمی‌شود.	جیوه در لولهٔ مویین پایین می‌رود.

نکته ۱ آب، شیشهٔ کثیف یا چرب را تر نمی‌کند.
۲ هر چقدر لولهٔ مویین نازک‌تر باشد، آب بالاتر و جیوه پایین‌تر می‌رود.
۳ سطح آب در لولهٔ مویین فرورفته و سطح جیوه برآمده است.

۳ فشار

$$P = \frac{F}{A} \xrightarrow{\text{فشار اجسام جامد منشوری توپر}} P = \frac{mg}{A} = \rho gh$$

◂ **فشار در شاره‌ها:** ۱ فشار در عمق h از سطح آزاد شاره: $P = P_0 + \rho gh \longrightarrow \Delta P = P_2 - P_1 = \rho g \Delta h$

نتیجه نقاط هم‌تراز از یک مایع ساکن، هم‌فشارند.

۲ واحد دیگری از فشار، سانتی‌متر جیوه $(cmHg)$ است که مسائل آن دو حالت دارند:

۱. تبدیل از پاسکال	۲. تبدیل از مایع دیگر
$P = \rho_{\text{جیوه}} g h_{\text{جیوه}}$	$h_{\text{مایع}} = (\frac{\rho_{\text{جیوه}}}{\rho_{\text{مایع}}}) h_{\text{جیوه}}$

۳ نیروی وارد بر کف ظرف از طرف مایع (F):

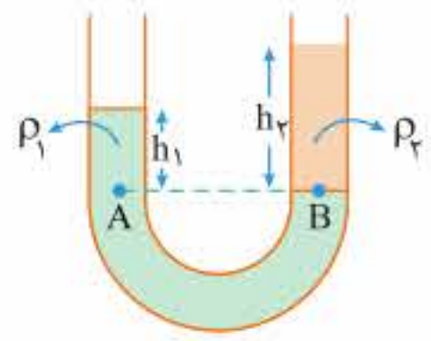
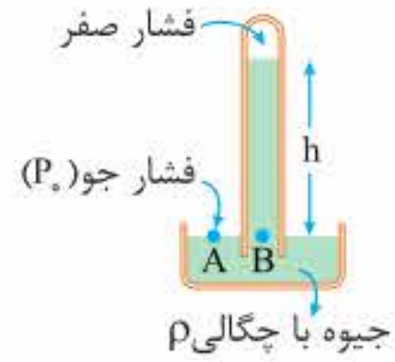
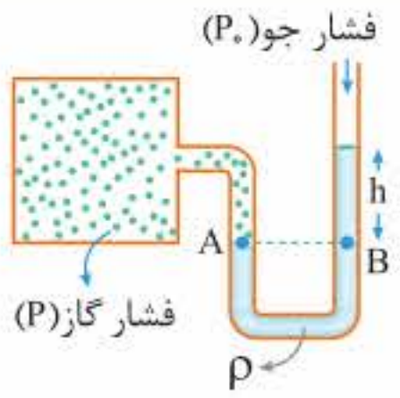
$F = \rho ghA \xleftarrow{\text{نتایج}}$

ظرف استوانه‌ای	ظرف گلدانی	ظرف دیگی
وزن مایع $= F$	وزن مایع $> F$	وزن مایع $< F$

۴ وقتی چند مایع درون ظرفی باشند، فشار ناشی از مایعات در کف ظرف، برابر با جمع فشار هر یک از مایعات است: $P = P_1 + P_2 + \cdots = \rho_1 g h_1 + \rho_2 g h_2 + \cdots$

۵ فشار پیمانه‌ای (P_g): $P_g = P - P_0$ نکته تمامی فشارسنج‌ها، فشار پیمانه‌ای را اندازه می‌گیرند.

۶ کاربردهای اصل هم‌فشار بودن نقاط هم‌تراز از یک مایع $(P_A = P_B)$:

لولهٔ U شکل	جوسنج (بارومتر)	فشارسنج (مانومتر)
		
$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$	$P_{\text{هوا}} = P_0 = \rho gh$	$P_{\text{گاز}} = P = P_0 + \rho gh$

۴ نیروی شناوری (F_b)

به جسم‌های درون یک شاره یا غوطه‌ور در آن، همواره نیروی بالاسوی خالصی به نام نیروی شناوری از طرف شاره به آن وارد می‌شود.

نکته ۱ اگر چگالی جسم بیشتر از شاره باشد، در شاره ته‌نشین می‌شود. اما اگر چگالی آن کمتر از چگالی شاره باشد، درون شاره بالا می‌رود تا در سطح آن شناور شود.

۲ عکس‌العمل نیروی شناوری از طرف جسم بر مایع و رو به پایین وارد می‌شود.

۵ شارهٔ در حرکت

معادلهٔ پیوستگی: $A_1 v_1 = A_2 v_2 \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \frac{A_1}{A_2}$

◂ **اصل برنولی:** در مسیر حرکت شاره، با افزایش تندی شاره، فشار آن کاهش می‌یابد.

مثال اگر در یک لولهٔ آب، مقطع لوله کوچک‌تر شود، تندی جریان آب بیشتر و فشار آن کمتر می‌شود.

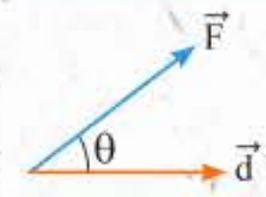
دهم فصل ۳: کار، انرژی و توان

۱ انرژی جنبشی (K)

$$K=\frac{1}{2}mv^2$$

نکته جهت حرکت جسم مهم نیست.

۲ کار نیروی ثابت $\vec{F}$ در جابه‌جایی $\vec{d}$



$$W=Fd\cos\theta$$

$90^\circ<\theta\le180^\circ$	$\theta=90^\circ$	$0\le\theta<90^\circ$
$W<0$	$W=0$	$W>0$

اگر $\vec{F}=F_x\vec{i}+F_y\vec{j}$ و $\vec{d}=d_x\vec{i}+d_y\vec{j}$ باشد: $W=F_xd_x+F_yd_y$

۳ کار نیروی عمودی سطح (W_{F_N})

الف) اگر جسم در راستای سطح حرکت کند، $W_{F_N}=0$ است.

ب) اگر جسم به همراه سطح در راستای عمود بر سطح حرکت کند، $W_{F_N}\neq0$ است.

۴ کار نیروی اصطکاک جنبشی (W_{f_k})

$$W_{f_k}=-f_kd$$

نکته کار نیروی سطح:

$$W_R=W_{F_N}+W_{f_k}$$

۵ کار نیروی وزن (W_{mg})

$$W_{mg}=\pm mgh$$

(+: جسم پایین برود ↑ ، −: جسم بالا برود ↓)

نکته ۱ کار نیروی وزن فقط به اختلاف ارتفاع اول و آخر مسیر بستگی دارد. ۲ کار نیروی وزن در طی یک جابه‌جایی افقی صفر است.

۶ محاسبهٔ کار کل (W_t)

روش اول کار کل، برابر جمع جبری کار تک‌تک نیروهاست: $W_t=W_1+W_2+\cdots$

روش دوم کار کل، برابر کار نیروی خالص وارد بر جسم است: $W_t=W_{F_{net}}$

۷ قضیهٔ کار و انرژی جنبشی

$$W_t=\Delta K=\frac{1}{2}m(v_2^2-v_1^2)$$

نکته مسیر حرکت مهم نیست و فقط تندی اولیه و ثانویه مهم است.

۸ انرژی پتانسیل گرانشی (U_g)

انرژی وضعیت جسم و سامانه است.

$$\Delta U_g=-W_{mg}\xrightarrow[\text{مبدأ انرژی پتانسیل h باشد.}]{\text{اگر ارتفاع جسم نسبت به}}U_g=mgh$$

۹ انرژی مکانیکی (E)

$$E=K+U$$

پایستگی انرژی مکانیکی: نیروی اتلافی نداریم. $E_1=E_2\Rightarrow\Delta K=-\Delta U$

نکته ۱ اگر جسمی در شرایط نبودن اتلاف، از حال سکون حرکتش را شروع کرده و ارتفاعش به اندازهٔ h کاهش یابد: $v=\sqrt{2gh}$

۲ اگر جسمی را با تندی v_0، با هر زاویه‌ای روبه بالا پرتاب کنیم، حداکثر ارتفاع جسم:

$$h_{max}=\frac{v_0^2}{2g}$$

عدم پایستگی انرژی مکانیکی: نیروی اتلافی داریم.

$$W_f=\Delta E=E_2-E_1=\Delta K+\Delta U$$

نکته W_f، کار نیروهای تلف‌کنندهٔ انرژی است که همواره منفی است.

۱۰ توان (P)

$$P=\frac{W}{t}=F.v$$

۱۱ بازده (Ra)

$$Ra=\frac{W_{\text{مفید}}}{W_{\text{ورودی}}}=\frac{P_{\text{مفید}}}{P_{\text{ورودی}}}$$

نکته بازدهٔ کلی سیستم‌های چند جزئی از ضرب بازدهٔ هر یک از اجزاء در هم به‌دست می‌آید.

دهم | فصل ۴: دما و گرما

۱ دما

تعریف: میزان گرمی و سردی اجسام که متناسب با میانگین انرژی جنبشی ذرات است.

◂ **کمیت دماسنجی:** مشخصه‌های قابل اندازه‌گیری که با تغییر دما تغییر می‌کنند.

❶ سلسیوس $\xleftarrow{\text{یکا}}$ °C ❷ کلوین (T) $\xleftarrow{\text{یکا}}$ K ❸ فارنهایت (F) $\xleftarrow{\text{یکا}}$ °F

نکته ❶ $\Delta T = \Delta\theta$ ❷ $\Delta F = ۱/۸\Delta\theta = ۱/۸\Delta T$ ❸ $T = ۲۷۳ + \theta$ ❹ $F = ۱/۸\theta + ۳۲$

◂ **دماسنج:**

❶ **دماسنج‌های معیار**

نوع دماسنج	تف‌سنج	گازی	مقاومت پلاتینی
اساس کار	آشکارسازی میزان تابش گرمایی	قانون گازهای کامل	تغییر مقاومت الکتریکی با تغییر دما

❷ **دماسنج‌های متداول**

نوع دماسنج	دماسنج مایعی	دماسنج ترموکوپل
اساس کار	انبساط مایع درون لوله بر اثر تغییر دما	تغییر ولتاژ بر اثر تغییر دما

مثال دماسنج‌های مایعی مانند: جیوه‌ای، الکلی، بیشینه ـ کمینه

۲ انبساط گرمایی

◂ **جامدات:**

طولی (α)	سطحی (۲α)	حجمی ($\beta = ۳\alpha$)
$\Delta L = L_۱\alpha\Delta T$	$\Delta A = A_۱(۲\alpha)\Delta T$	$\Delta V = V_۱(۳\alpha)\Delta T$

نکته جسم چه توپر باشد و چه حفره‌دار، با افزایش دمای آن، تمام ابعادش (چه فضای حفره و چه فضای توپر) بزرگ‌تر می‌شوند.

• **تغییر چگالی:** $\rho_۲ = \rho_۱(۱ - \beta\Delta T) \Rightarrow \Delta\rho = -\rho_۱\beta\Delta T$

◂ **مایعات:** $\Delta V = V_۱\beta_{\text{مایع}}\Delta T \xleftarrow[\text{مایع درون ظرف}]{\text{انبساط ظاهری}} \Delta V_{\text{ظاهری}} = \Delta V_{\text{واقعی}} - \Delta V_{\text{ظرف}} = V_۱(\beta_{\text{مایع}} - ۳\alpha_{\text{ظرف}})\Delta T$

• **انبساط غیرعادی آب:** با افزایش دمای آب از صفر تا ۴°C، حجم آن کاهش می‌یابد. **نتیجه** ❶ آب در دمای ۴°C کمترین حجم و بیشترین چگالی را دارد. ❷ آب از بالا شروع به یخ زدن می‌کند.

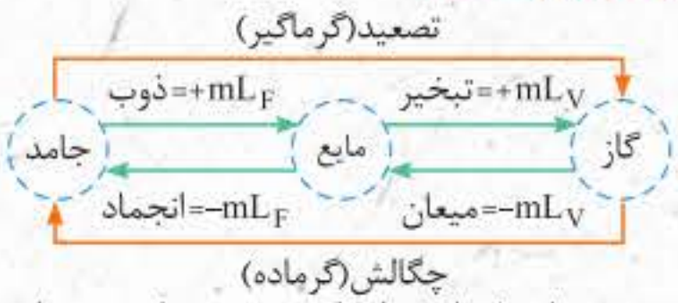
۳ گرما

◂ **اثرات مبادلهٔ گرما:**

◂ **الف) تغییر دما:** $Q = mc\Delta\theta = C\Delta\theta$

نکته نقطهٔ ذوب و جوش به جنس جسم و فشار وارد بر آن بستگی دارد و افزایش فشار سبب افزایش نقطهٔ ذوب و جوش می‌شود (به‌جز یخ که برعکس است).

◂ **ب) تغییر حالت:**



• **تبخیر سطحی:** ❶ در هر دمایی از سطح آزاد مایع رخ می‌دهد. ❷ به دما، مساحت سطح آزاد مایع، وزش باد، فشار هوا و کم بودن رطوبت هوا بستگی دارد. ❸ با تبخیر سطحی، دمای مایع کاهش می‌یابد.

◂ **پ) تغییر دما و حالت:** مراحل افزایش دما و تغییر حالت جسم را مشخص می‌کنیم. $Q_{\text{کل}} = \text{مجموع گرماهای مبادله‌شده در مراحل مختلف} \xleftarrow{\text{مرحلهٔ بعد}}$

• **گرمکن برقی:** $Q = Ra \cdot Pt$ ◂ **تعادل گرمایی:** با محیط بیرون تبادل گرمایی نداشته باشد. $\Sigma Q = ۰$

◂ **دمای تعادل:** ❶ بدون تغییر حالت: $\Sigma Q = ۰ \Rightarrow m_۱c_۱(\theta_e - \theta_۱) + m_۲c_۲(\theta_e - \theta_۲) + \cdots = ۰$ ❷ با تغییر حالت: از رابطهٔ $\Sigma Q = ۰$ استفاده می‌کنیم، فقط حواسمان باید به علامت روابط $\pm mL_F$ و $\pm mL_V$ باشد. $\Sigma Q = Q_{\text{خارج‌شده}} \xleftarrow[\text{از دست بدهد}]{\text{اگر مجموعه گرما}}$ **نکته** $Q_{\text{خارج‌شده}}$ باید منفی باشد.

۴ روش‌های انتقال گرما

❶ **همرفت:** انتقال گرما به سبب تغییر چگالی شاره در اثر تغییر دما • جریان همرفتی از پایین به بالاست. • انواع: **الف)** طبیعی **ب)** واداشته

❷ **تابش گرمایی:** هر جسم در هر دمایی از خودش تابش الکترومغناطیسی گسیل می‌کند. • تابش گرمایی سطوح تیره، ناصاف و مات بیشتر است.

❸ **رسانش:** از طریق ارتعاش اتم‌ها و برخورد آن‌ها به یکدیگر گرما منتقل می‌شود.

یازدهم | فصل ۱: الکتریسیتهٔ ساکن

۱ مفاهیم اولیهٔ بار الکتریکی

◂ **بار بنیادی:** اندازهٔ بار الکتریکی الکترون یا پروتون: $e = 1/60 \times 10^{-19} C$

◂ **اصل پایستگی بار:** بار به وجود نمی‌آید و از بین نمی‌رود بلکه از جسمی به جسم دیگر منتقل می‌شود.

◂ **اصل کوانتیده بودن بار:** بار الکتریکی مضرب درستی از بار بنیادی است.

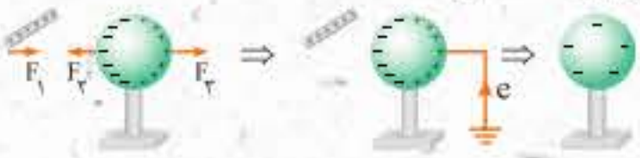
$q = \pm ne$ ← ازدست دادن الکترون / گرفتن الکترون

۲ روش‌های باردار کردن

◂ **مالش:** با مالش دو جسم به یکدیگر، تعدادی الکترون از یکی به دیگری منتقل می‌شود. • الکترون از مادهٔ بالاتر جدول سری الکتریسیته مالشی به مادهٔ پایین‌تر منتقل می‌شود. (بار جسم بالاتر: مثبت؛ بار جسم پایین‌تر: منفی)

◂ **تماس:** تماس یک جسم باردار به یک جسم بدون بار سبب مبادلهٔ الکترون بین آن‌ها می‌شود. $q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2}$ ← تماس دو کرهٔ رسانای مشابه

◂ **القا:** جابه‌جایی بار الکتریکی درون یک جسم رسانا در اثر نیروی جاذبه یا دافعهٔ الکتریکی (بدون تماس) را القا گویند.



• جسم القاکننده و القاشونده همواره یکدیگر را جذب می‌کنند.

۳ نیروی الکتریکی بین دو جسم باردار

• دو بار نقطه‌ای در راستای خط واصل دو بار بر یکدیگر نیروهای هم‌اندازه و در خلاف جهت وارد می‌کنند.

• نیروی بین دو بار همنام از نوع دافعه و بین دو بار ناهمنام از نوع جاذبه است.

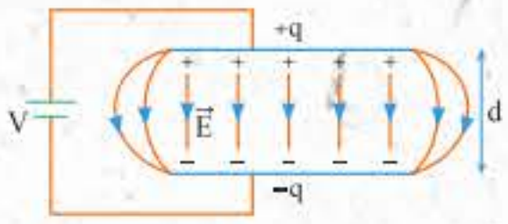
◂ **قانون کولن:** $F = k\frac{|q_1||q_2|}{r^2}$

۴ میدان الکتریکی

خاصیتی در اطراف بار الکتریکی که به سبب آن به بارهای اطرافش نیرو وارد می‌کند. $E = k\frac{|q|}{r^2}$

• خطوط میدان از بار مثبت خارج و به بار منفی وارد می‌شوند.

◂ **میدان یکنواخت:** میدانی که اندازه و جهت آن در تمام نقاط یکسان است! $E = \frac{V}{d}$

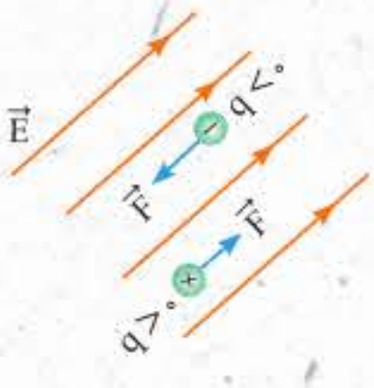


◂ **نقطهٔ صفر شدن میدان با حضور دو بار:** ❶ **دو بار همنام:** بین دو بار و نزدیک بار کوچک‌تر

❷ **دو بار ناهمنام:** خارج از فاصلهٔ دو بار و نزدیک بار کوچک‌تر

• در این نقاط هر باری قرار دهیم نیروی الکتریکی خالص وارد بر آن صفر می‌شود.

◂ **نیروی وارد بر بار q در میدان خارجی E:**



$\vec{F} = q\vec{E}$

۵ اختلاف پتانسیل الکتریکی

◂ **جابه‌جایی در جهت خطوط میدان:** کاهش پتانسیل نقاط

◂ **جابه‌جایی خلاف جهت خطوط میدان:** افزایش پتانسیل نقاط

◂ **جابه‌جایی عمود بر خطوط میدان:** عدم تغییر پتانسیل نقاط

$\Delta V = \frac{\Delta U_E}{q}$

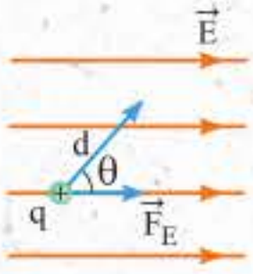
• نحوهٔ تغییر ΔV مستقل از اندازه و علامت بار جابه‌جا شده (q) است.

۶ انرژی پتانسیل الکتریکی

• در جابه‌جایی‌های عمود بر خطوط میدان انرژی پتانسیل بار ثابت می‌ماند.

• جابه‌جایی بار در جهت نیروی میدان الکتریکی باشد: کاهش انرژی پتانسیل

• جابه‌جایی در خلاف جهت نیروی میدان الکتریکی باشد: افزایش انرژی پتانسیل



$\Delta U_E = -W_E = -|q|Ed\cos\theta = -\Delta K$

۷ توزیع بار الکتریکی

◂ **در اجسام رسانا:** بار به سرعت در سطح خارجی جسم رسانا توزیع می‌شود و میدان درون رسانا صفر می‌شود.

◂ **در اجسام نارسانا:** بار در محل داده‌شده به جسم باقی می‌ماند.

• اگر جسم رسانا درون میدان الکتریکی خارجی قرار بگیرد، میدان داخل آن صفر و همهٔ نقاط هم‌پتانسیل خواهند بود.

۸ خازن

• ظرفیت یک خازن همواره مقداری ثابت است و فقط به ساختار درونی آن بستگی دارد. $C = \frac{Q}{V}$

◂ **عوامل مؤثر بر ظرفیت خازن:** $C = \frac{\kappa\varepsilon_0 A}{d}$

◂ **تغییر در خازن:** ❶ برای خازنی که به باتری وصل است، V همواره ثابت است. ❷ برای خازنی که پر شده و جدا از مولد است، Q همواره ثابت است.

◂ **میدان الکتریکی یکنواخت خازن:** $E = \frac{V}{d} = \frac{Q}{\kappa\varepsilon_0 A}$ ◂ **انرژی خازن:** $U = \frac{1}{2}QV = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$

یازدهم فصل ۲: جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم

۱ جریان الکتریکی

$I=\frac{\Delta q}{\Delta t}$ ، آمپر ساعت: $1Ah=3600C$

۲ مقاومت الکتریکی

تعریف: $R=\frac{V}{I}$

انواع رساناها			اهمی	غیراهمی
اهمی	مقاومت با تغییر ولتاژ و جریان ثابت می‌ماند.		V، I، شیب خط = R	I، V
غیراهمی	مقاومت با تغییر ولتاژ و جریان تغییر می‌کند.			

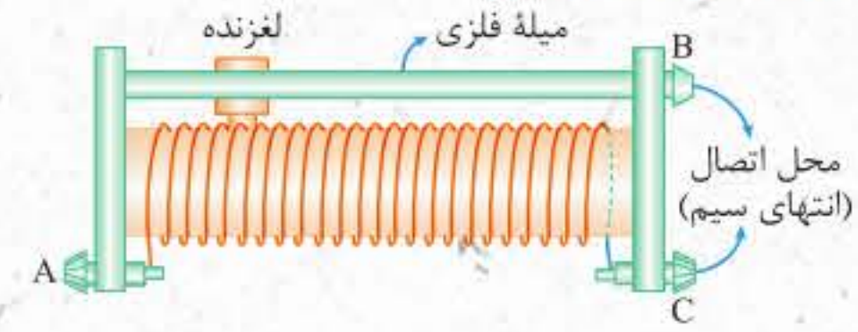
◂ **مقاومت رسانا برحسب ابعاد:** $R=\rho\frac{L}{A}$ ← (اگر بدون تغییر جرم ابعاد رسانا را تغییر دهیم) $\frac{R_2}{R_1}=(\frac{L_2}{L_1})^2=(\frac{A_1}{A_2})^2=(\frac{d_1}{d_2})^4$

◂ **نحوهٔ تغییر مقاومت ویژه (ρ) با دما:**

۱ مقاومت ویژهٔ رساناهای فلزی، با افزایش دما، افزایش می‌یابد.

۲ مقاومت ویژهٔ نیم‌رساناها، با افزایش دما، کاهش می‌یابد.

◂ **رئوستا یا پتانسیومتر:**



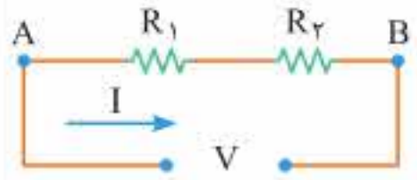
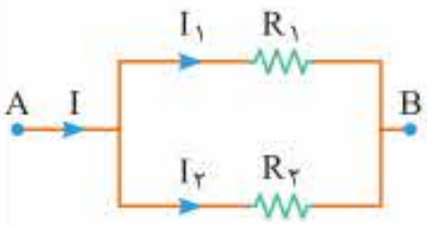
⇐

۱ اگر فقط دو سر A و C متصل به مدار باشد، مقاومت آن ثابت است.

۲ اگر دو سر AB یا CB در مدار باشد، با حرکت لغزنده، مقاومت رئوستا تغییر می‌کند.

◂ **به هم بستن مقاومت‌ها:**

مقاومت معادل			حالت خاص	
سری	$R_{eq}=R_1+R_2+\cdots$			اگر n مقاومت مشابه R، سری باشند ⇐ $R_{eq}=nR$
موازی	$\frac{1}{R_{eq}}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\cdots$		←	اگر n مقاومت مشابه R، موازی باشند ⇐ $R_{eq}=\frac{R}{n}$

دو مقاومت سری		$R_{eq}=R_1+R_2$	$V_1=(\frac{R_1}{R_1+R_2})V$ $V_2=(\frac{R_2}{R_1+R_2})V$ $V=V_1+V_2$	$\frac{P_2}{P_1}=\frac{V_2}{V_1}=\frac{R_2}{R_1}$
دو مقاومت موازی		$R_{eq}=\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}$	$I_2=(\frac{R_1}{R_1+R_2})I$ $I_1=(\frac{R_2}{R_1+R_2})I$ $I=I_1+I_2$	$\frac{P_2}{P_1}=\frac{I_2}{I_1}=\frac{R_1}{R_2}$

نکته

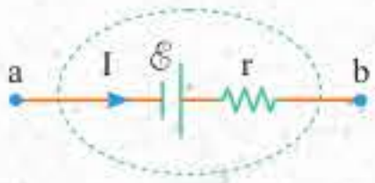
۱ مقاومت‌ها به هر شکلی که به هم متصل شده باشند، با افزایش یکی از مقاومت‌ها، مقاومت معادل افزایش می‌یابد.

۲ اگر یک مقاومت به‌صورت موازی به مجموعهٔ مقاومت‌ها افزوده شود، مقاومت معادل کاهش می‌یابد.

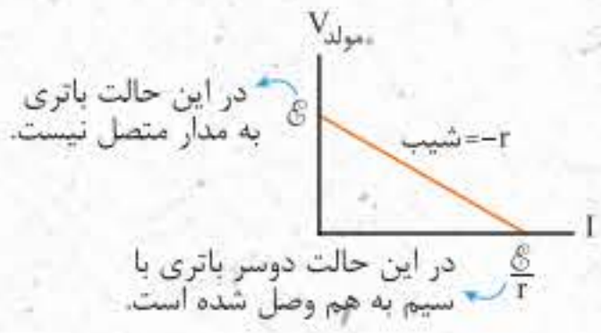
۳ اگر یک مقاومت به‌صورت سری به مجموعهٔ مقاومت‌ها افزوده شود، مقاومت معادل افزایش می‌یابد.

۳ نیروی محرکهٔ مولد

$$\mathcal{E} = \frac{\Delta W}{\Delta q}$$

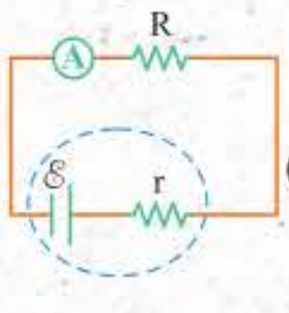
اختلاف پتانسیل دو سر باتری: 

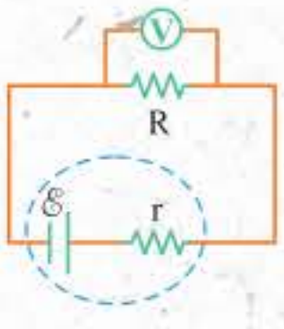
ولتاژ دو سر باتری ← $V_{مولد} = \mathcal{E} - rI$ ← نمودار



نکته با افزایش جریان، $V_{مولد}$ کاهش می‌یابد.

۴ وسایل اندازه‌گیری

۱ آمپرسنج ایده‌آل $(R_A = 0)$ 

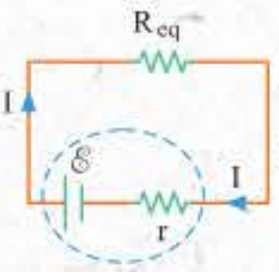
۲ ولت‌سنج ایده‌آل $(R_V = \infty)$ 

نکته

۱ اگر آمپرسنج موازی با مقاومت بسته شود، مقاومت اتصال کوتاه می‌شود.

۲ جریان در شاخهٔ ولت‌سنج همواره صفر است و ولت‌سنج مانند کلید باز عمل می‌کند.

۵ مدار تک‌حلقه

مدار تک‌حلقه با یک باتری 

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq} + r}$$ ← جریان مدار

نکته اگر بیش از یک مقاومت به باتری وصل شده باشد، باید مقاومت معادل آن‌ها (R_{eq}) را در رابطه قرار دهیم.

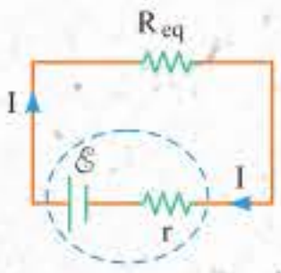
◂ **اتصال کوتاه:** اگر دو سر مقاومتی را با یک سیم به هم وصل کنیم، مقاومت اتصال کوتاه شده و از مدار خارج می‌شود.

۶ توان (P)

• توان هر وسیلهٔ برقی: $P = VI$

• توان مصرفی در مقاومت‌ها: $P_{مصرفی} = VI = RI^2 = \frac{V^2}{R}$

• توان خروجی باتری: $P_{خروجی} = \mathcal{E}I - rI^2$ • $P_{خروجی} = P_{R_{eq}} = R_{eq}I^2$



نکته

۱ توان خروجی مولد با توان مصرفی در مقاومت معادل متصل به مولد برابر است.

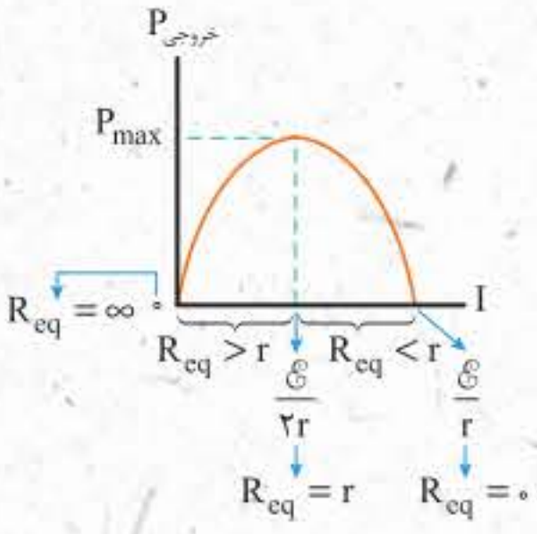
۲ اگر توان خروجی مولد به ازای دو مقاومت R_1 و R_2 یکسان باشد: $r = \sqrt{R_1R_2}$

۳ شرط حداکثر شدن توان خروجی مولد: $R_{eq} = r$

۴ حداکثر توان خروجی مولد: $P_{max} = \frac{\mathcal{E}^2}{4r}$

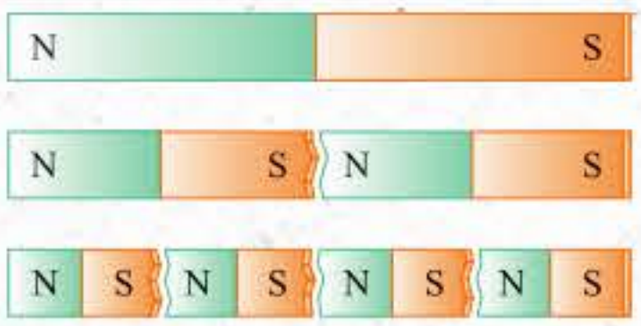
۵ در رابطهٔ توان خروجی باتری، $\mathcal{E}I$ توان تولیدی و rI^2 توان تلف‌شده در باتری است.

۶ طبق نمودار مقابل با افزایش R_{eq} از صفر تا بی‌نهایت، توان خروجی مولد (یا همان توان مصرفی R_{eq}) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.



یازدهم فصل ۳: مغناطیس و القای الکترومغناطیسی

۱ آهنربا

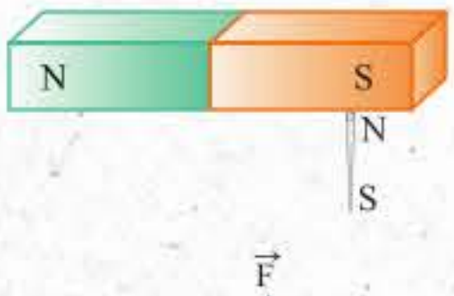


◂ **قطب‌های آهنربا:** دو ناحیه از آهنربا که در آن خاصیت آهنربایی بیشتر از جاهای دیگر است.
سری که به سمت شمال زمین قرار می‌گیرد، قطب N و سری که به سمت جنوب زمین قرار می‌گیرد، قطب S است.

◂ **دو قطبی مغناطیسی:** قطب‌های مغناطیسی همواره به صورت زوج قطب ظاهر می‌شوند. حتی اگر تکه‌تکه شوند! (مانند شکل روبه‌رو)

◂ **اثر قطب‌ها بر یکدیگر:** قطب‌های همنام یکدیگر را می‌رانند و قطب‌های ناهمنام یکدیگر را می‌ربایند.

۲ القای مغناطیسی



ایجاد خاصیت مغناطیسی در یک تیغهٔ آهنی با نزدیک کردن آهنربا به تیغه که همواره به صورت جاذبه است را القای الکترومغناطیسی می‌نامند.(قطب‌های غیرهمنام در کنار یکدیگر پدید می‌آیند.)

۳ میدان مغناطیسی

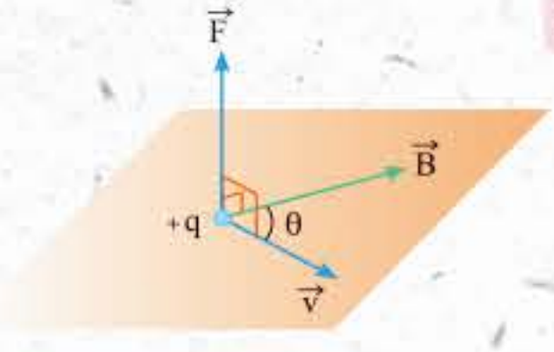
◂ **خطوط میدان مغناطیسی:** خط‌های بسته‌ای که در بیرون آهنربا از N به S و در داخل از S به N است (تراکم بیشتر خطوط = قدرت بیشتر میدان مغناطیسی). بردار میدان در هر نقطه، مماس بر خطوط میدان و هم‌جهت با آن است.

◂ **میدان مغناطیسی زمین:** جهت میدان مغناطیسی زمین در سطح آن از جنوب به شمال است (به جز قطب‌ها).

◂ **شیب مغناطیسی:** زاویه‌ای که راستای آهنربای میله‌ای سبک (عقربهٔ مغناطیسی) آویزان شده با افق می‌سازد.

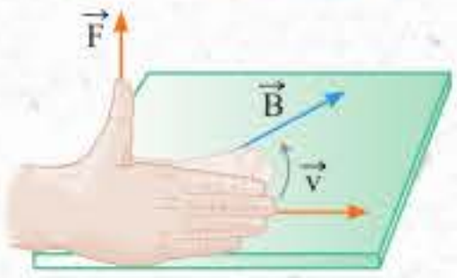
◂ **میدان مغناطیسی یکنواخت:** خطوط میدان مغناطیسی هم‌جهت، موازی و به فاصلهٔ یکسان از یکدیگرند.

۴ نیروی وارد بر ذرهٔ باردار متحرک



نیرویی که به واسطهٔ حرکت ذرهٔ باردار در میدان مغناطیسی بر آن وارد می‌شود و از رابطهٔ $F = |q|vB\sin\theta$ به‌دست می‌آید.

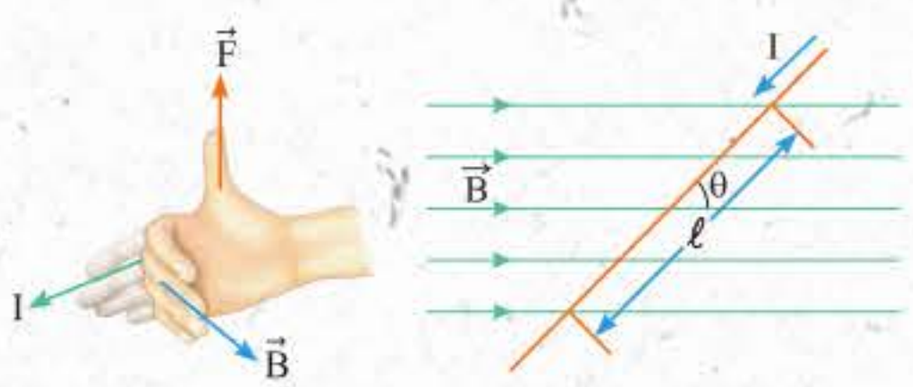
◂ **تعیین جهت:**



بار مثبت: به کمک دست راست، اگر چهار انگشت در جهت $\vec{v}$ و جهت خم شدن انگشتان در جهت $\vec{B}$ باشد، انگشت شست جهت $\vec{F}$ را نشان می‌دهد.

بار منفی: • **روش اول** استفاده از دست چپ به جای دست راست.
: **روش دوم** معکوس کردن جهت $\vec{F}$ به دست آمده از دست راست.

۵ نیروی وارد بر سیم حامل جریان

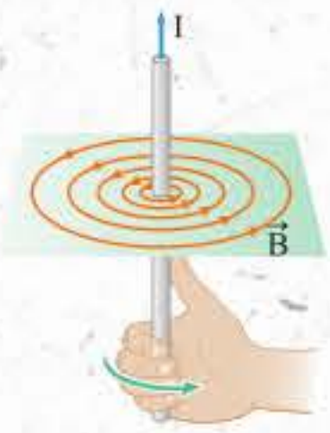


بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی نیرو وارد می‌شود. $F = BI\ell\sin\theta$

◂ **تعیین جهت:** به کمک دست راست، چهار انگشت در جهت I، جهت خم شدن انگشتان در جهت $\vec{B}$، انگشت شست جهت $\vec{F}$ را نشان می‌دهد.

◂ **نیروی بین دو سیم حامل جریان:** دو سیم موازی با جریان‌های هم‌جهت یکدیگر را جذب و با جریان‌های خلاف جهت یکدیگر را دفع می‌کنند.

۶ میدان مغناطیسی اطراف سیم بلند حامل جریان



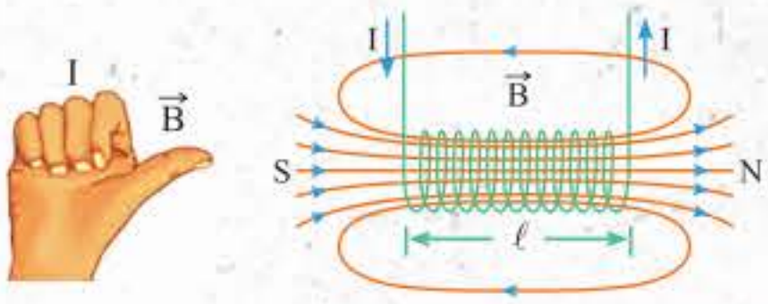
عبور جریان از یک سیم در اطراف آن میدان مغناطیسی ایجاد می‌کند که به صورت دایره‌های هم‌مرکز اطراف سیم هستند. برای تعیین جهت میدان به کمک دست راست، سیم را طوری در دست راست می‌گیریم که انگشت شست در جهت جریان باشد؛ جهت خم شدن انگشتان همان جهت میدان مغناطیسی است.

۷ میدان حاصل از حلقهٔ حامل جریان

۱ جهت میدان در داخل و بیرون حلقه قرینهٔ یکدیگر هستند.
۲ اندازهٔ میدان در داخل حلقه بزرگ‌تر از بیرون است.

◂ **تعیین جهت میدان:** حلقه را طوری در دست راست خود می‌گیریم که انگشت شست در جهت جریان باشد؛ جهت چرخش انگشتان جهت میدان را نشان می‌دهند. همچنین اگر با چهار انگشت دست راست جریان حلقه را دنبال کنیم، انگشت شست در جهت میدان داخل حلقه خواهد بود.

۸ میدان حاصل از سیملولهٔ حامل جریان



۱ میدان داخل سیملوله یکنواخت و از میدان بیرون آن قوی‌تر است.
۲ جهت خطوط میدان داخل و بیرون آن قرینهٔ یکدیگرند.
۳ سیملوله شبیه آهنربای میله‌ای با دو قطب N و S عمل می‌کند.

◂ **تعیین جهت میدان:** اگر چهار انگشت دست راست جهت جریان را دنبال کنند، انگشت شست جهت میدان را نشان می‌دهد.

◂ **اندازهٔ میدان سیملوله:** میدان حاصل از سیملولهٔ آرمانی شامل N دور به طول ℓ حامل جریان I از رابطهٔ $B = \frac{\mu_0 NI}{\ell}$ به‌دست می‌آید.

◂ **آهنربای الکتریکی:** پیچه‌ای حامل جریان که تعداد دور سیم زیادی دارد و میدان حاصل از آن قادر است مقدار زیادی میله‌های فولادی و دیگر قراضه‌های آهن را بلند کند.
(تعداد دور بیشتر یا جریان بیشتر ← آهنربای قوی‌تر)

۹ ویژگی‌های مغناطیسی مواد

۱ دارای دوقطبی مغناطیسی ذاتی:
موادفرومغناطیس ← حوزهٔ مغناطیسی دارند ← فرومغناطیس نرم (آهن، کبالت و نیکل خالص) و فرومغناطیس سخت (آلیاژها و ترکیب‌های آهن، کبالت و نیکل مانند فولاد).
مواد پارامغناطیس ← حوزهٔ مغناطیسی ندارند ← اورانیم، پلاتین، آلومینیم، سدیم، اکسیژن و اکسید نیتروژن
۲ ذاتاً دوقطبی مغناطیسی ندارند:
مواد دیامغناطیس ← مس، نقره، سرب و بیسموت

۱۰ شار مغناطیسی

$\Phi = BA\cos\theta$ ← نکته — یکای شار $T.m^2$ است که به آن Wb (وبر) می‌گویند. اگر میدان عمود بر سطح قاب باشد: $\Phi_{max} = \pm BA$

۱۱ قانون القای الکترومغناطیسی فاراده

$\bar{\mathcal{E}} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ ← نیروی محرکهٔ القایی متوسط برحسب آهنگ تغییر هریک از کمیت‌ها

تغییر میدان (ΔB)	تغییر مساحت سطح (ΔA)	تغییر زاویهٔ θ
$\bar{\mathcal{E}} = -NA\cos\theta\frac{\Delta B}{\Delta t}$	$\bar{\mathcal{E}} = -NB\cos\theta\frac{\Delta A}{\Delta t}$	$\bar{\mathcal{E}} = -NAB\frac{\Delta(\cos\theta)}{\Delta t}$

۱۲ جریان القایی متوسط و بار شارش شده

$\bar{I} = \frac{\bar{\mathcal{E}}}{R} = \frac{-N}{R}\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ — بار شارش شده → $\Delta q = \frac{-N}{R}\Delta\Phi$

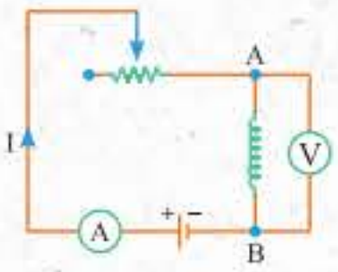
۱۳ نمودار شار - زمان ($\Phi - t$)

- اگر نمودار صعودی باشد $\bar{\mathcal{E}} > 0$ و اگر نزولی باشد $\bar{\mathcal{E}} < 0$ است.
- در زمان‌هایی که نمودار $\Phi - t$ خطی است، شیب آن ثابت بوده و نیرو محرکهٔ القایی حتماً عددی ثابت است.

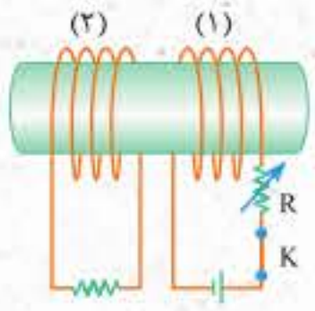
۱۴ قانون لنز

روش اول	بررسی نحوهٔ تغییر شار	کاهش ← $B_{\text{القایی}}$ هم‌جهت $B_{\text{اصلی}}$ ← تعیین جهت $I_{\text{القایی}}$ با قاعدهٔ دست راست
		افزایش ← $B_{\text{القایی}}$ خلاف جهت $B_{\text{اصلی}}$ ← تعیین جهت $I_{\text{القایی}}$ با قاعدهٔ دست راست
روش دوم	اثر متقابل قطب‌های N و S	در حال نزدیک شدن ← ایجاد نیروی دافعه ← ایجاد قطب همنام در سمت آهنربا ← تعیین جهت $I_{\text{القایی}}$
		در حال دور شدن ← ایجاد نیروی جاذبه ← ایجاد قطب ناهمنام در سمت آهنربا ← تعیین جهت $I_{\text{القایی}}$

۱۵ القاگر



خودالقاوری: با تغییر جریان گذرنده از القاگر، القاگر مانند یک باتری عمل می‌کند و طبق قانون لنز با تغییر جریان اصلی مدار مخالفت می‌کند. مثلاً در مدار مقابل با تغییر جریان مدار، ولت‌سنج که به دو سر القاگر متصل است، عددی غیر از صفر را نشان می‌دهد. همچنین اگر جریان گذرنده از القاگر ثابت باشد، نیروی محرکهٔ خودالقاوری به وجود نمی‌آید.



نکته در رابطه با شکل مقابل می‌توان گفت:

نوع تغییر	بسته شدن کلید، کاهش R، نزدیک شدن دو سیم‌پیچ	باز شدن کلید، افزایش R، دور شدن دو سیم‌پیچ
نتیجه تغییر	شار در حال افزایش ← ایجاد نیروی دافعه	شار در حال کاهش ← ایجاد نیروی جاذبه

۱۶ انرژی ذخیره شده در القاگر

$U = \frac{1}{2}LI^2$ — اگر جریان به شکل $I = I_m\sin\omega t$ باشد → $U_m = \frac{1}{2}LI_m^2$

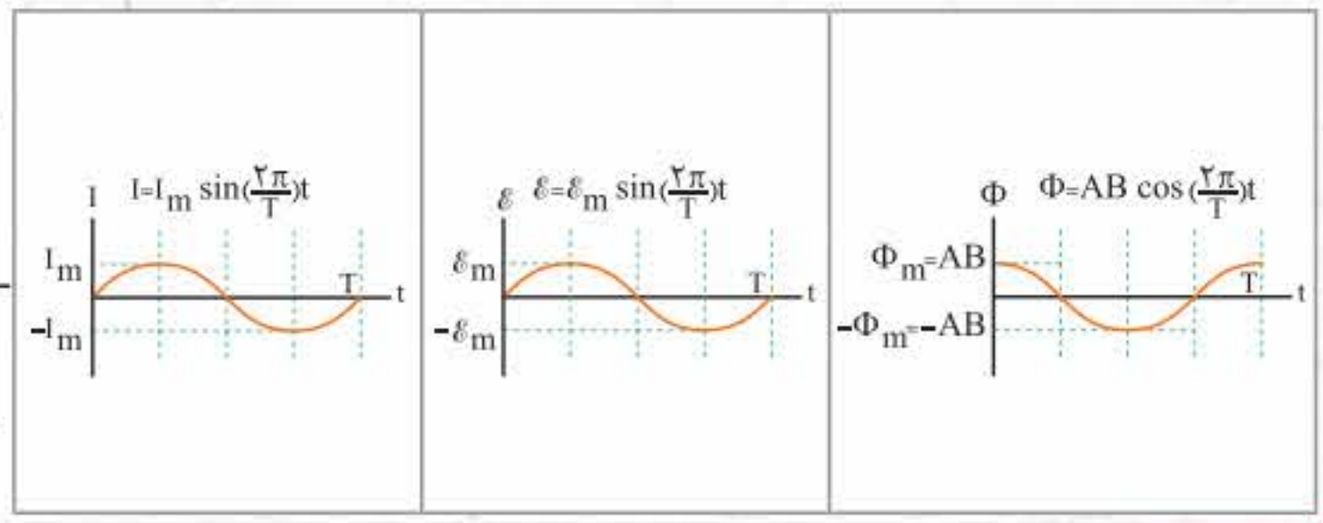
تغییرات جریان	افزایش	کاهش	ثابت
انرژی ذخیره شده در القاگر	افزایش	کاهش	ثابت
نتیجه	القاگر در حال دریافت انرژی	القاگر در حال تحویل انرژی	انرژی نه وارد می‌شود نه خارج

۱۷ جریان متناوب

دورهٔ تناوب : $T = \frac{t}{n}$	فرکانس : $f = \frac{1}{T}$

سطح پیچه عمود بر خطوط میدان	سطح پیچه هم‌راستا با خطوط میدان
$\Phi = max$	$\Phi = 0$
$\mathcal{E}$, I : max	$\mathcal{E}$, $I = 0$

نکته ← $I_m = \frac{\mathcal{E}_m}{R}$ نکته



۱۸ مبدل

۱ افزاینده: ولتاژ را زیاد می‌کند.
۲ کاهنده: ولتاژ را کم می‌کند.

نکته ← برای کاهش تلفات در انتقال توان از مبدل افزاینده استفاده می‌کنند. (کاهش) ↓ RI^2 = تلفات ↓ (کاهش)

دوازدهم فصل ۱: حرکت بر خط راست

۱ مفاهیم اولیه

۱ مبدأ مکان: به نقطهٔ $x = 0$ گفته می‌شود. ۲ جابه‌جایی $(\vec{d})$: برداری است که مکان اولیهٔ جسم را به مکان ثانویهٔ آن وصل می‌کند.
۳ مسافت (ℓ): طول مسیر حرکت را می‌گویند. ۴ جابه جایی در یک بعد: $d = \Delta x$
۵ جابه جایی برداری و مسافت نرده‌ای است. ۶ همواره داریم: $|\vec{d}| \le \ell$

◂ پارامترهای حرکت

۱ تندی متوسط: $s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t}$
۲ سرعت متوسط: $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$
۳ شتاب متوسط: $a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$

نکته ۱ همواره داریم: $|v_{av}| \le s_{av}$
۲ اگر متحرک فقط روی خط راست و در یک جهت حرکت کند، $|v_{av}| = s_{av}$ است.
۳ تندی لحظه‌ای برابر با بزرگی سرعت لحظه‌ای است.

◂ نوع حرکت:

۱ تندشونده: $av > 0$
۲ کندشونده: $av < 0$
۳ یکنواخت: ثابت $= v$

نکته حرکتی که از حال سکون شروع شود، تندشونده و حرکتی که به سکون ختم شود، کندشونده است.

۲ نمودارهای حرکت

◂ مکان - زمان:

۱ سرعت لحظه‌ای: شیب خط مماس $= v$ ۲ سرعت متوسط: شیب خط واصل بین دو نقطه $= v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ ۳ نمودار صعودی $\Leftrightarrow v > 0$ ، نمودار نزولی $\Leftrightarrow v < 0$
۴ در قله و قعر نمودار، سرعت صفر شده و متحرک تغییر جهت می‌دهد.

◂ سرعت - زمان:

۱ شتاب لحظه ای: شیب خط مماس $= a$ ۲ شتاب متوسط: شیب خط واصل بین دو نقطه $= a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ ۳ نمودار صعودی $\Leftrightarrow a > 0$ ، نمودار نزولی $\Leftrightarrow a < 0$
۴ در قله و قعر نمودار، شتاب صفر شده و نیروی خالص تغییر جهت می دهد. ۵ در لحظاتی که نمودار محور t را قطع کرده و از آن عبور می کند، متحرک تغییر جهت می دهد. ۶ در زمان هایی که نمودار در حال دور شدن از محور t باشد، حرکت تندشونده و در لحظاتی که به محور t نزدیک می‌شود، حرکت کندشونده است. ۷ مساحت زیر نمودار برابر با جابه‌جایی (Δx) است که اگر نمودار بالای محور t باشد، $\Delta x > 0$ و اگر نمودار پایین محور t باشد، $\Delta x < 0$ است.

◂ شتاب - زمان:

مساحت زیر نمودار برابر با تغییرات سرعت (Δv) است که اگر نمودار بالای محور t باشد، $\Delta v > 0$ و اگر نمودار پایین محور t باشد، $\Delta v < 0$ است.

۳ حرکت با سرعت ثابت

اندازه و جهت سرعت همواره ثابت است. $\xleftarrow[\text{حرکت}]{\text{معادلهٔ}} x = vt + x_0$ **نکته** نمودار $x - t$ خطی است و شیب آن برابر با v است.

۴ حرکت با شتاب ثابت

◂ **معادلات حرکت:** ۱ $v = at + v_0$ ۲ $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0$

◂ **نمودارها:** ۱ نمودار $x - t$ یک سهمی است که اگر $a > 0$ باشد، کاسهٔ سهمی رو به بالا و اگر $a < 0$ باشد، کاسهٔ سهمی رو به پایین است.
۲ نمودار $v - t$ خطی است که شیب این خط برابر با a است. **نکته** در حرکت با شتاب ثابت، تمام ویژگی های حرکت نسبت به لحظهٔ سکون متحرک (نقطهٔ رأس سهمی) متقارن است.

◂ **فرمول های حرکت با شتاب ثابت:**

۱ $v_{av} = \frac{v_1 + v_2}{2}$ ۲ $\Delta x = (\frac{v_1 + v_2}{2})t$ ۳ $v_2^2 - v_1^2 = 2a\Delta x$ ۴ $\Delta x = \frac{1}{2}at^2 + v_1 t$ ۵ $\Delta x = -\frac{1}{2}at^2 + v_2 t$

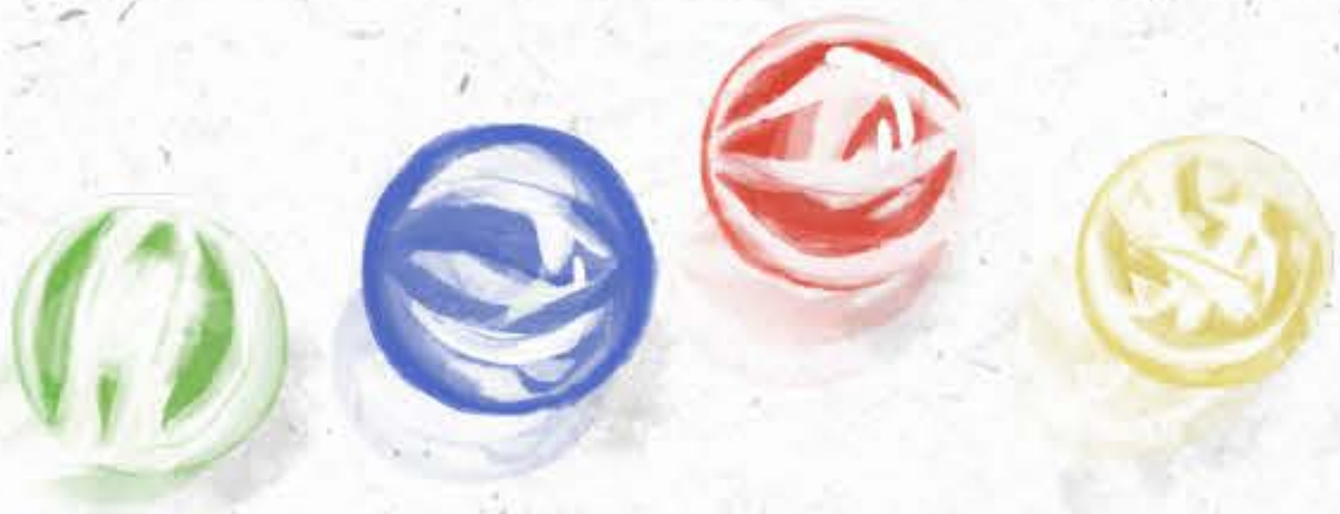
◂ **تصاعد**

۱ جابه‌جایی در ثانیهٔ n اُم: $\Delta x_n = (n - 0/5)a + v_0$ ۲ جابه جایی در T ثانیهٔ n اُم: $\Delta x_{Tn} = (n - 0/5)aT^2 + v_0 T$

نکته اگر حرکت از حال سکون شروع شده باشد، جابه‌جایی متحرک در T ثانیه‌های متوالی به‌صورت Δx ، $3\Delta x$ ، $5\Delta x$ ، $7\Delta x$ و... خواهد بود.

◂ **ترمز با شتاب ثابت:**

۱ مسافت توقف یا خط ترمز: $\Delta x_s = \frac{v_0^2}{2|a|}$ ۲ زمان توقف: $t_s = |\frac{v_0}{a}|$



مهروماه

دوازدهم فصل ۲: دینامیک

۱ قوانین نیوتون

◂ **قانون اول:** اگر $F_{net} = 0$ باشد، جسم تمایل به حفظ وضعیت حرکتش دارد. (لَختی)

◂ **قانون دوم:** هرگاه بر جسم نیروی خالصی وارد شود، جسم تحت‌تأثیر آن نیرو شتاب می‌گیرد که این شتاب با نیروی خالص نسبت مستقیم داشته و در همان جهت نیروی خالص است و با جرم رابطه عکس دارد.

$$\vec{F}_{net} = m\vec{a}$$

F_{net} : نیروی خالص $= (\text{مجموع نیروهای موافق حرکت}) - (\text{مجموع نیروهای مخالف حرکت})$

◂ **قانون سوم:** هرگاه جسمی به جسم دیگر نیرو وارد کند، جسم دوم نیز به جسم اول، نیرویی هم اندازه، هم راستا و در خلاف جهت وارد می‌کند. $\vec{F}_{21} = -\vec{F}_{12}$

نکته

۱ $F_{net} = 0 \Leftrightarrow a = 0$

۲ $\vec{F}_{net}$ و $\vec{a}$ همیشه هم‌جهت هستند.

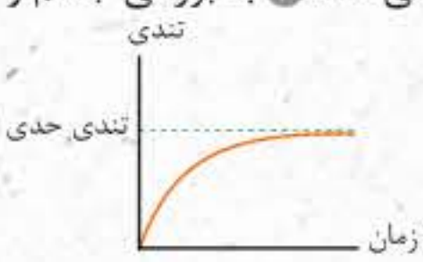
۲ نیروهای خاص

◂ **وزن ($\vec{W}$):**

۱ $W = mg$ ۲ نیروی وزن همواره به سمت مرکز زمین است. ۳ جرم جسم همیشه ثابت است، اما وزن آن در شرایط مختلف، تغییر می‌کند. ۴ واکنش نیروی وزن از طرف جسم بر زمین وارد می‌شود.

◂ **مقاومت شاره ($\vec{f}_D$):**

۱ نیرویی است که شاره در خلاف جهت حرکت جسم بر آن وارد می‌کند. ۲ به بزرگی جسم و تندی آن بستگی دارد. (تندی بیشتر ⇐ مقاومت شارهٔ بیشتر)

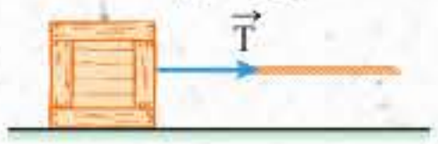


• تندی حدی: بیشینهٔ تندی سقوط جسم در هوا را تندی حدی می‌گویند که در این حالت $f_D = mg$ است.

◂ **کشش نخ ($\vec{T}$):**

۱ کشش نخ در تمام نقاط یک نخ یا طناب بدون جرم ثابت است.

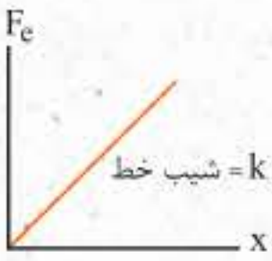
۲ جهت کشش، همواره به سمت مرکز نخ است.



◂ **کشسانی فنر ($\vec{F}_e$):**

$F_e = kx$ → تغییر طول فنر، ↓ ثابت فلز

نمودار ←



◂ **عمودی سطح ($\vec{F}_N$):** از طرف سطح، عمود بر جسم اثر می‌کند. اگر جسم بدون وجود نیروی خارجی روی سطح افقی، ساکن باشد، $F_N = mg$ است. در غیر این‌صورت باید F_N محاسبه شود.

حرکت آسانسور: بسته به اندازهٔ شتاب و جهت حرکت آسانسور، نیروی عمودی سطح مطابق جدول زیر است:

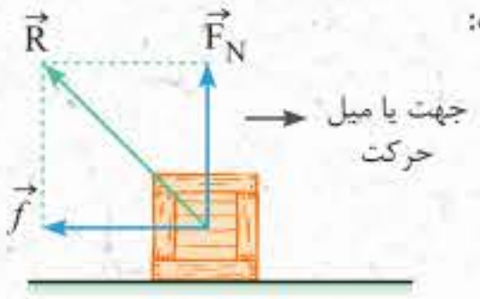
جهت حرکت	ساکن	تندشونده رو به پایین / کند شونده رو به بالا	تند شونده رو به بالا / کندشونده رو به پایین	سقوط آزاد (پاره شدن کابل)
F_N	$F_N = mg$	$F_N = m(g-a)$	$F_N = m(g+a)$	$F_N = 0$

◂ **اصطکاک ($\vec{f}$):**

جسم ساکن	اصطکاک ایستایی: f_s	$f_s = F_{\text{محرک}}$
جسم در آستانهٔ حرکت	اصطکاک ایستایی بیشینه: $f_{s,max}$	$f_{s,max} = \mu_s F_N$
جسم متحرک	اصطکاک جنبشی: f_k	$f_k = \mu_k F_N$

◂ **نیروی سطح ($\vec{R}$):**

برایند دو نیروی اصطکاک و عمودی سطح است:



$$R = \sqrt{F_N^2 + f^2}$$

◂ **تعادل:**

اگر جسم ساکن باشد ⇐ $\vec{a} = 0 \Leftarrow \vec{F}_{net} = 0$

در نتیجه ← $F_{net,x} = 0 , F_{net,y} = 0$

◂ **نیروی گرانشی:**

$$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2} \xrightarrow{\text{شتاب گرانشی در فاصلهٔ h از سطح زمین}} g' = \frac{GM_e}{(R_e+h)^2} \xrightarrow{\text{شتاب گرانشی در سطح زمین}} g' = \frac{GM_e}{R_e^2}$$

۳ تکانه ($\vec{p}$)

۱ $\vec{p} = m\vec{v} \xleftarrow{\text{حالت یک‌بعدی}} p = mv$ ۲ رابطهٔ تکانه با انرژی جنبشی: $K = \frac{p^2}{2m} = \frac{pv}{2}$ ۳ تغییر تکانه: $\Delta p = m\Delta v$ (حواسمان به جهت v باشد.)

نکته مساحت محصور بین نمودار نیروی خالص و محور زمان، برابر با Δp است.

◂ **قانون دوم نیوتون به بیان تکانه‌ای:**

$$F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{m\Delta v}{\Delta t}$$

دوازدهم فصل ۳: نوسان و امواج

۱ نوسان دوره‌ای

یک چرخه (سیکل) که به‌طور منظم تکرار می‌شود و به صورت رفت و برگشت روی پاره‌خط نوسان و حول نقطهٔ تعادل انجام می‌شود.

دوره (T)	مدت زمان یک چرخه
بسامد (f)	تعداد نوسان‌ها در یک ثانیه

$$T=\frac{t}{n},\ f=\frac{n}{t} \leftarrow \text{اگر n نوسان در t ثانیه انجام شود}$$

۲ حرکت هماهنگ ساده

نکته ۱ بیشترین فاصله از نقطهٔ تعادل را دامنه (A) می‌نامند.

۲ پاره‌خط نوسان دو برابر دامنه است.

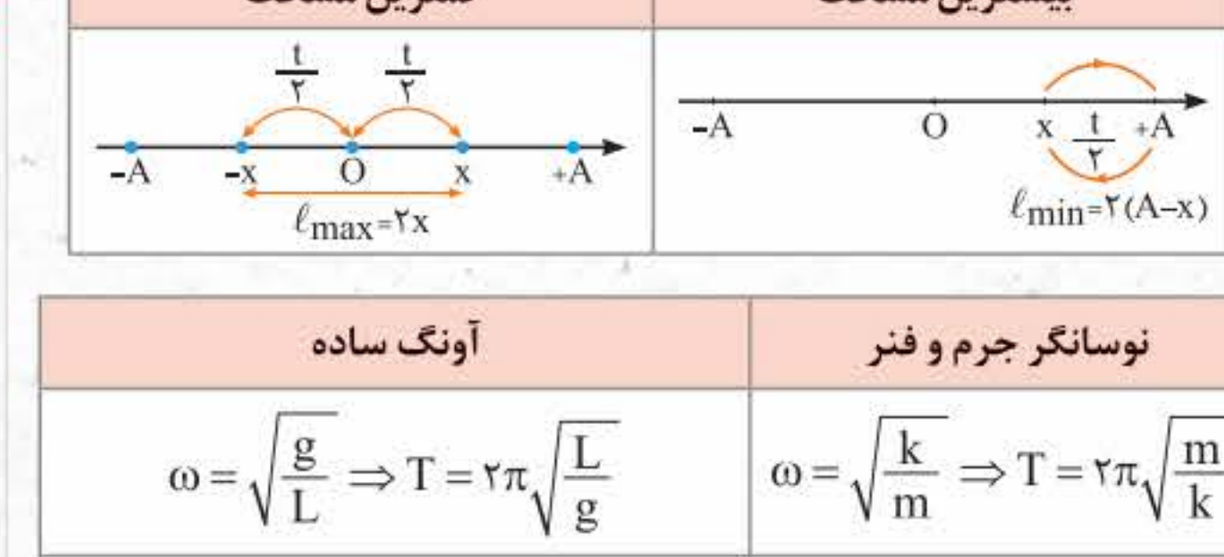
۳ در هر نوسان کامل دو بار پاره‌خط نوسان طی می‌شود.

۴ $F=-m\omega^2x$ و $a=-\omega^2x$ (علامت F و a قرینهٔ علامت x است.)

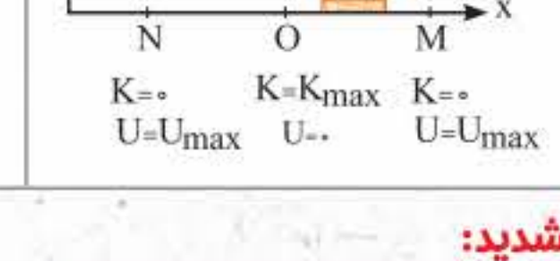
◂ **کمیت‌های بیشینه:**

$v_{max}=A\omega$	$a_{max}=A\omega^2$	$F_{max}=mA\omega^2$

◂ **تحلیل پارامترها:**

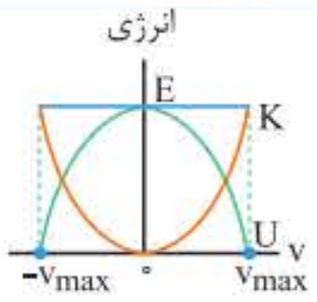
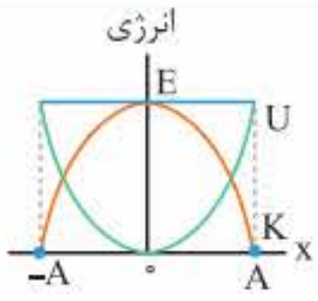
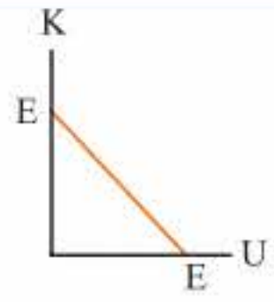


◂ **بیشترین و کمترین مسافت در مدت زمان Δt :**

بیشترین مسافت	کمترین مسافت
	

نوسانگر جرم و فنر	آونگ ساده
$\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}\Rightarrow T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$	$\omega=\sqrt{\frac{g}{L}}\Rightarrow T=2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$
دوره به دامنه بستگی ندارد.	دوره به جرم گلولهٔ آونگ و دامنه بستگی ندارد

◂ **انرژی نقاط خاص و نمودارهای انرژی:**

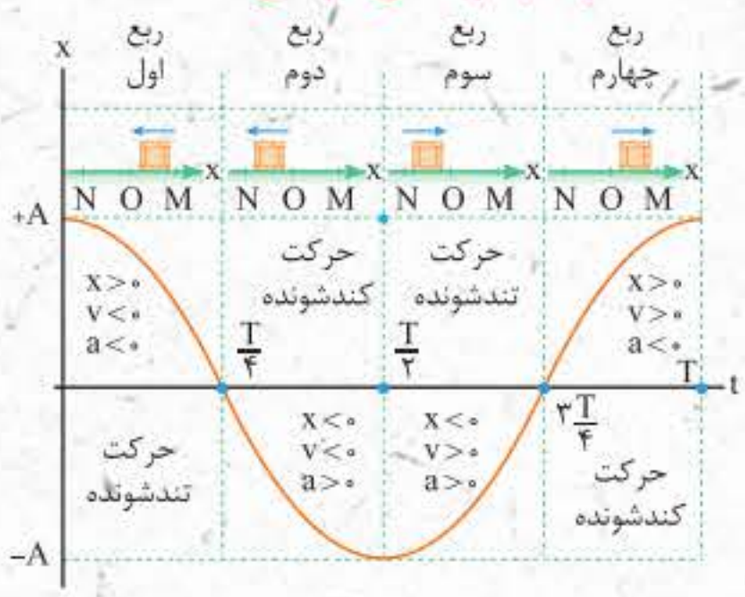
نقاط خاص	نمودار انرژی ـ سرعت	نمودار انرژی ـ مکان	نمودار K – U
			

◂ **تشدید:**

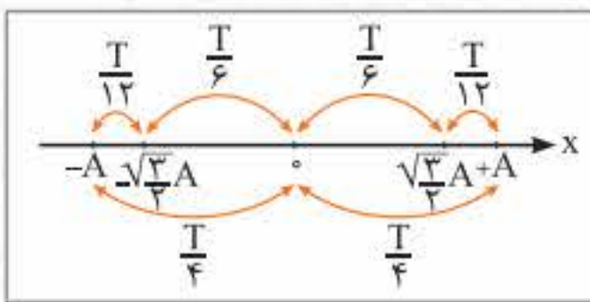
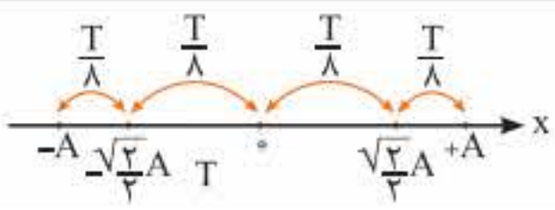
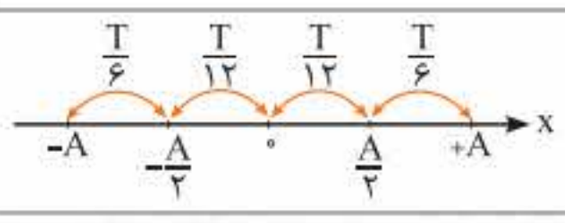
بسامد طبیعی (f_0)	بسامد نوسان بدون نیروی خارجی
بسامد واداشته (f_d)	بسامد نوسان با نیروی خارجی

شرط تشدید: اگر $f_d=f_0$ باشد، نوسانگر دچار تشدید شده و بیشترین انرژی به نوسانگر منتقل شده و نوسانگر با حداکثر دامنه نوسان می‌کند.

◂ **معادله و نمودار مکان - زمان:**



◂ **فاصلهٔ زمانی بین نقاط خاص:**

	$x=\pm\frac{\sqrt{3}}{2}A$
	$x=\pm\frac{\sqrt{2}}{2}A$
	$x=\pm\frac{1}{2}A$

◂ **انرژی نوسانگر هماهنگ ساده:**

$$E=U_{max}=K_{max}=\frac{1}{2}kA^2=\frac{1}{2}mv^2_{max}=\frac{1}{2}mA^2\omega^2$$

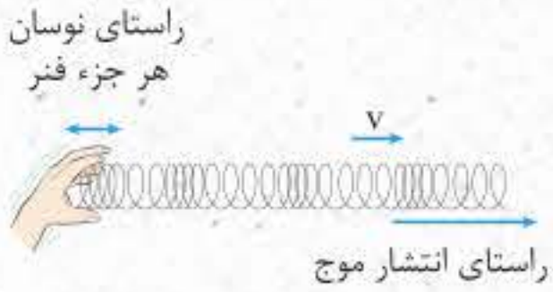
$\frac{K}{E}=\left(\frac{v}{v_{max}}\right)^2$	$\frac{U}{E}=1-\left(\frac{v}{v_{max}}\right)^2$

۳ موج

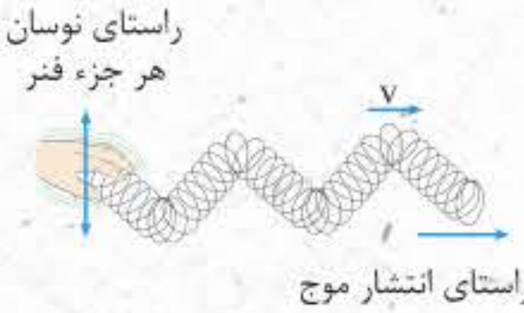
ایجاد ارتعاش در محیط کشسان، موجب پدید آمدن ارتعاش‌های پی‌درپی می‌شود که از محل شروع دور و دورتر می‌شود. که به این پدیده موج می‌گویند.

◂ دسته‌بندی (۱):

الف) موج‌طولی: راستای نوسان ذرات محیط، در جهت انتشار موج است.

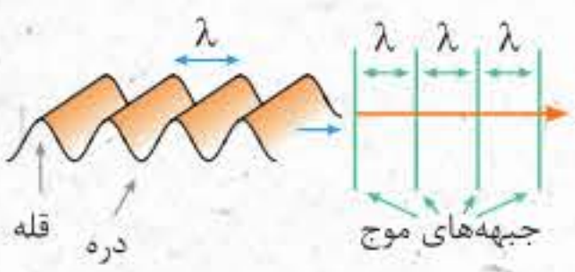


ب) موج عرضی: راستای ارتعاش ذرات محیط، عمود بر راستای انتشار موج است.



◂ دسته‌بندی (۲): **الف) مکانیکی:** برای انتشار به محیط مادی نیاز دارد. **مثال** موج‌های روی سطح آب و موج‌های صوتی **ب) الکترومغناطیسی:** برای انتشار به محیط مادی نیاز ندارد (در خلأ منتشر می‌شود). **مثال** موج‌های رادیویی، تلویزیونی، نور مرئی، میکروموج

◂ مشخصه‌های موج: •**جبههٔ موج:** برآمدگی یا فرورفتگی ایجادشده در محیط انتشار موج



•**طول‌موج** (λ): فاصلهٔ بین دو برآمدگی یا دو فرورفتگی مجاور

•**دامنه (A):** بیشینهٔ فاصلهٔ یک ذره از مکان تعادل

•**دورهٔ تناوب (T):** مدت زمانی که هر ذرهٔ محیط یک نوسان کامل انجام می‌دهد. •**بسامد (f):** تعداد نوسان‌های انجام‌شده توسط هر ذرهٔ محیط در یک ثانیه.

•**تندی انتشار (v):** $v = \frac{L}{\Delta t} = \frac{\lambda}{T} = \lambda f$

◂ موج عرضی سینوسی: •در مدت یک دوره موج یک λ پیشروی می‌کند و هر ذره یک نوسان کامل انجام می‌دهد. •رابطهٔ پیشروی موج در مدت Δt: $\frac{\Delta x}{\lambda} = \frac{\Delta t}{T}$

•تندی ذرات مستقل از تندی انتشار موج و بیشینهٔ آن برابر است با: $v_{max} = A\omega$

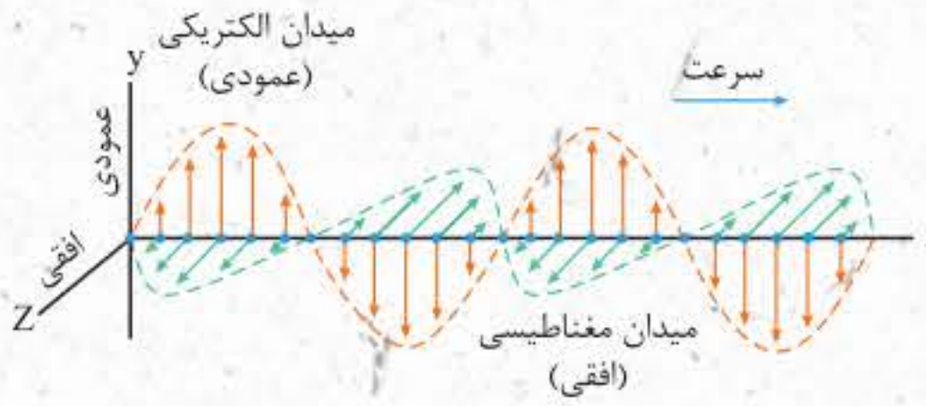
◂ تندی انتشار موج عرضی طناب: •تندی انتشار فقط به محیط انتشار موج بستگی دارد. •بسامد و دوره فقط به چشمهٔ موج بستگی دارند.

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{FL}{m}} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{F}{\rho A}} \Rightarrow v = \frac{2}{d}\sqrt{\frac{F}{\pi\rho}}$$

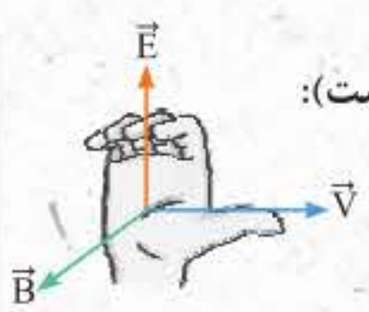
◂ آهنگ متوسط انتقال انرژی: $P_{av} \propto A^2 \times f^2 \Rightarrow \frac{P_{av,2}}{P_{av,1}} = (\frac{A_2}{A_1} \times \frac{f_2}{f_1})^2$

◂ امواج الکترومغناطیسی: ❶ به دلیل تغییرات همزمان میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی و رابطهٔ متقابل بین آن‌ها ایجاد می‌شود.

❷ $\vec{E}$ همواره عمود بر $\vec{B}$ و هر دو عمود بر جهت حرکت هستند (موج الکترومغناطیسی عرضی است) و هر دو با بسامد یکسان و همگام تغییر می‌کنند.



تعیین جهت انتشار (قاعدهٔ دست راست):



طیف امواج الکترومغناطیسی به ترتیب افزایش بسامد:

گاما > ایکس > فرابنفش > فروسرخ > میکروموج > رادیویی

تندی انتشار امواج الکترو مغناطیسی در خلأ: $c = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}} = (\varepsilon_0 \mu_0)^{-\frac{1}{2}}$

◂ موج طولی: •**طول‌موج:** فاصلهٔ بین دو تراکم یا دو انبساط متوالی (برای فنر: بازشدگی یا جمع‌شدگی) **نکته** فاصلهٔ تراکم و انبساط متوالی $\frac{\lambda}{2}$ است.

•**دامنه:** بیشینهٔ جابه‌جایی ذرات از مکان تعادل است. •**تندی انتشار (v):** $v = \frac{L}{\Delta t} = \frac{\lambda}{T} = \lambda f$ در محیط جامد: تندی انتشار امواج عرضی < تندی انتشار امواج طولی

◂ موج صوتی: مثالی از موج طولی است. تُن: صوت حاصل از چشمه‌های صوت با نوسان هماهنگ ساده

بلندی	ارتفاع
شدتی که گوش انسان درک می‌کند.	بسامدی که گوش انسان درک می‌کند.

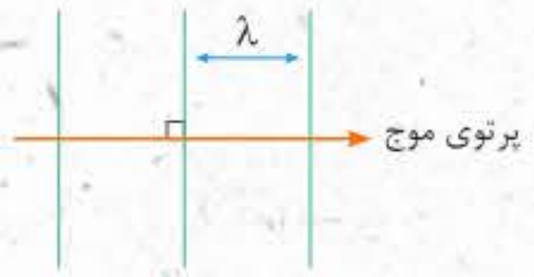
◂ اثر دوپلر: اگر چشمهٔ صوت و شنونده در حال نزدیک شدن به هم باشند، بسامد صوت دریافتی افزایش می‌یابد. اگر در حال دورشدن باشند، بسامد صوت دریافتی کاهش می‌یابد. طول‌موج صوت فقط در حالتی تغییر می‌کند که چشمهٔ صوت حرکت کند و در این حالت، طول‌موج در جلوی چشمه کاهش و در پشت چشمه افزایش می‌یابد.

◂ تراز شدت صوت (β): $\Delta\beta = 10\log\frac{I_2}{I_1}, \beta = 10\log\frac{I}{I_0}$

◂ شدت صوت (I): $I = \frac{E}{At} = \frac{P}{4\pi r^2} \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = (\frac{r_1}{r_2} \times \frac{f_2}{f_1} \times \frac{A_2}{A_1})^2$

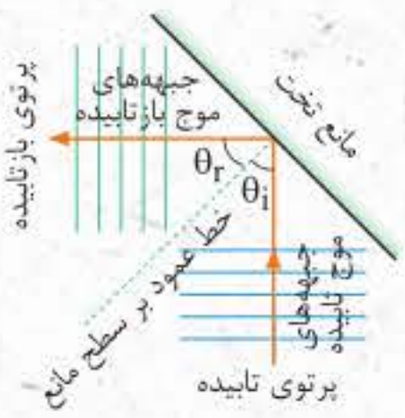
۴ بازتاب موج

◂ پرتوی موج: پیکان مستقیمی عمود بر جبهه‌های موج



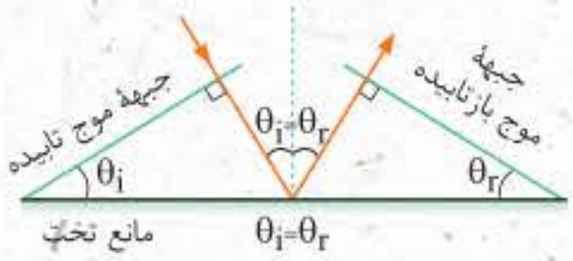
◂ زاویهٔ تابش (θ_i): زاویهٔ خط عمود و پرتوی تابیده

◂ زاویهٔ بازتابش (θ_r): زاویهٔ خط عمود و پرتوی بازتابیده



◂ قانون بازتاب عمومی: برای هر وضعیت مانع و همهٔ انواع موج، همواره داریم: $\theta_i = \theta_r$

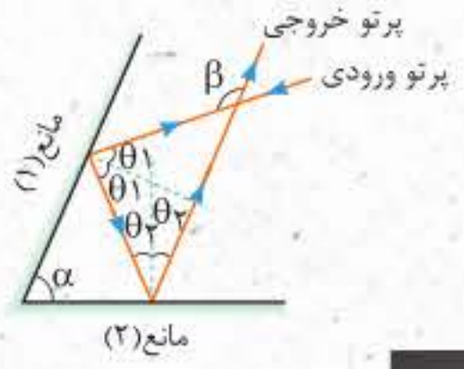
اگر ناهمواری‌های سطح بازتاب کننده، کوچکتر از طول موج باشد، بازتاب منظم و در غیر این صورت نامنظم (پخشنده) خواهد بود.



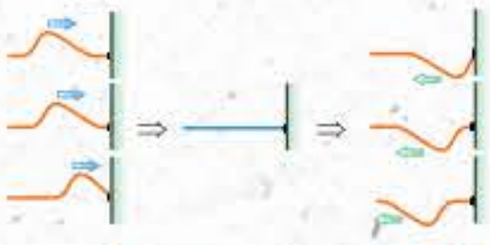
◂ **بازتاب از دو مانع تخت متقاطع:**
روابط زیر به شـــرطی درستند که پرتو با هر مانع یک برخورد داشته باشد.

$$0 < \alpha \leq 90 \Rightarrow \beta = 2\alpha$$

$$90 \leq \alpha < 180 \Rightarrow \beta = 2(180 - \alpha)$$



◂ **بازتاب یک‌بعدی:** تپ به انتهای یک ریســـمان با انتهای ثابت می‌رسد. وارونه باز می‌تابد و در جهت مخالف تپ تابیده حرکت می‌کند.



◂ **بازتاب دوبعدی:** امواج آب پس از برخورد به مانع تخت باز می‌تابند.

◂ **بازتاب سه‌بعدی:** بازتاب امواج صوتی از یک ســـطح کاو و شنیدن واضح صدا در کانون سطح کاو مقابل

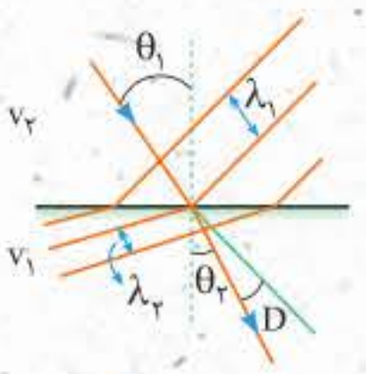
• **پژواک:** به صوتی که پس از بازتاب با یک تأخیر زمانی به گوش شـــنونده‌ای که صدای مســـتقیم را شـــنیده می‌رسد، پژواک گویند. حداقل تأخیر زمانی برای تمیز صوت اولیه و پژواک ۰/۱ ثانیه است.
• **مکان‌یابی پژواکی:** تعیین مکان یک جسم براساس امواج صوتی بازتابیده از آن • **کاربرد:** خفاش، دلفین، وال عنبر، سونوگرافی، دستگاه سونار در کشتی

۵ شکست موج

◂ **قانون شکست عمومی:**

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

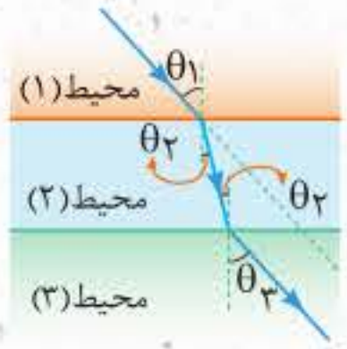
زاویهٔ انحراف: $D = |\theta_2 - \theta_1|$



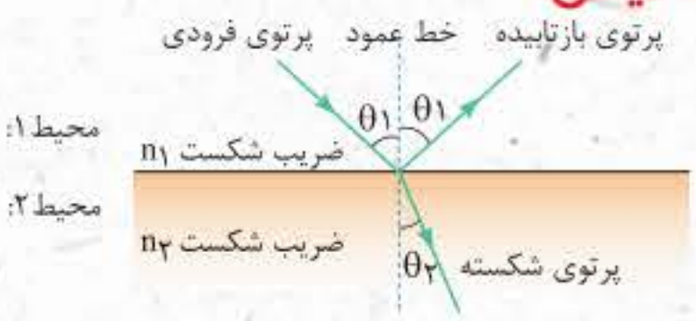
◂ **عبور نور از محیط‌های متوالی موازی:**

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2 = n_3 \sin\theta_3 = \cdots$$

اگر محیط اول و آخر یکسان باشد، پرتوی ورودی و خروجی موازی خواهند بود.



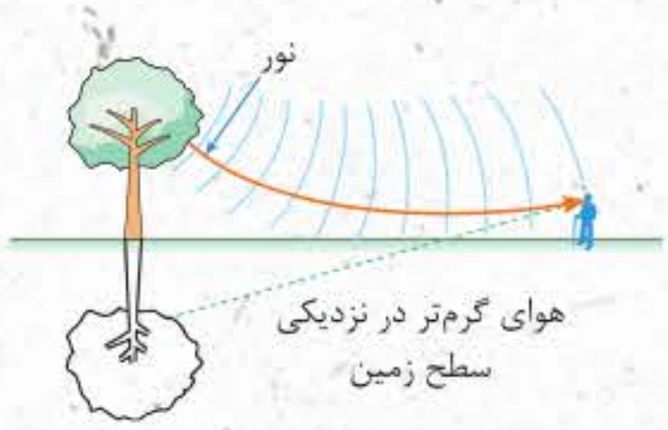
◂ **شکست امواج الکترومغناطیسی:**

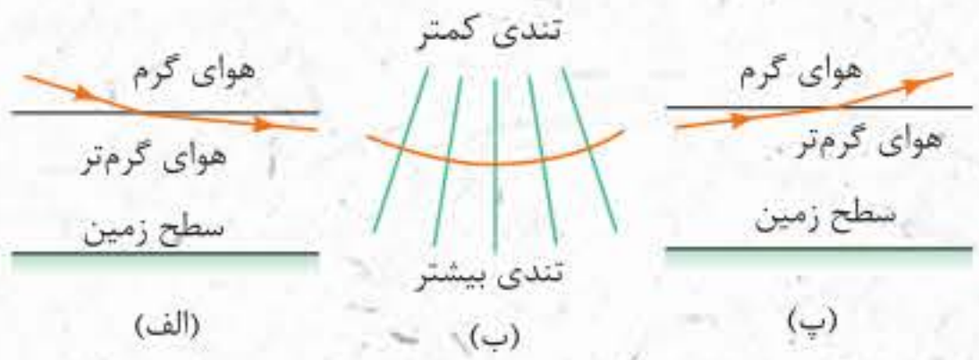


ضریب شکست: $n = \frac{\text{تندی نور در خلأ}}{\text{تندی نور در یک محیط}} = \frac{c}{v}$

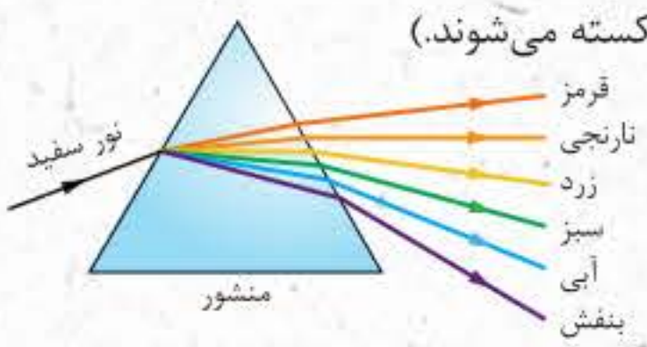
$$\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{n_1}{n_2}$$

◂ **سراب:** تصور دیدن آبگیر در روزهای گرم سال
• دلیل: شکســـت امواج نوری به دلیل کاهش چگالی و ضریب شکست هوا با افزایش دما (گرم‌تر بودن لایه‌های نزدیک زمین)
• انتهای پایین جبهه‌های موج در هوای گرم‌تر سریع‌تر حرکت می‌کنند.





◂ **پاشندگی نور:** پرتو هنـــگام عبور از مرز دو محیط در زاویه‌های مختلفی شکسته می‌شود که به این پدیده پاشندگی نور گویند.
• ضریب شکســـت هر محیطی به‌جز خلأ به طول‌موج نور بســـتگی دارد. ضریب شکست یک محیط معین برای طول‌موج‌های کوتاه‌تر بیشتر است. (بیشتر شکسته می‌شوند.)



دوازدهم فصل ۴: آشنایی با فیزیک اتمی و هسته‌ای

۱ فوتون موج الکترومغناطیسی با بسامد f به‌صورت مجموعه‌ای از بسته‌های انرژی است که هر بسته را فوتون می‌نامند.

۱ انرژی فوتون: $E = hf = h\frac{c}{\lambda}$

۲ انرژی موج الکترومغناطیسی: $E = nhf = nh\frac{c}{\lambda}$

۳ توان تابشی نور تکفام: $P = \frac{E}{t} = \frac{nhf}{t}$

۲ اثر فوتوالکتریک جداشدن الکترون از سطح فلز در اثر تابیدن نور با بسامد مناسب

فوتوالکترون: الکترون‌های جداشده را فوتوالکترون گویند.

$E_{min} = hf_{min} = h\frac{c}{\lambda_{آستانه}}$

$f_{آستانه}$: کمینهٔ بسامد برای وقوع فوتوالکتریک

$\lambda_{آستانه}$: بیشینهٔ طول‌موج برای وقوع فوتوالکتریک

E_{min} : حداقل انرژی لازم برای جدا کردن الکترون از سطح فلز

۳ طیف‌های اتمی ۱ **گسیلی پیوسته:** گستره‌ای پیوسته از طول‌موج‌ها؛ (تابش گرمایی جامدات و مایعات ملتهب.)

۲ **گسیلی خطی:** صفحه‌ای تیره با خطوط رنگی (نشان‌دهندهٔ طول‌موج‌های گسیلی)؛ (تابش گرمایی گازهای رقیق کم‌فشار.)

۳ **جذبی خطی:** صفحه‌ای رنگی با خطوط تاریک (نشان‌دهندهٔ طول‌موج‌های جذب‌شده)؛ (عبور نور سفید از گاز یک عنصر.)

نکته ۱ طول‌موج‌های جذبی دقیقاً همان طول‌موج‌های گسیلی هنگام برانگیختگی عنصر هستند. ۲ طیف گسیلی خطی و طیف جذبی خطی برای اتم‌های گاز هر عنصر منحصر به فرد است و می‌توان از آن برای تشخیص نوع گاز استفاده کرد.

◂ **خطوط فرانهوفر:** خطوط تاریک مشاهده‌شده در طیف جذبی خورشید که مربوط به طول‌موج‌های جذب‌شده توسط گازهای جو خورشید و زمین هستند.

۴ طول‌موج‌های گسیلی هیدروژن اتمی

رابطهٔ ریدبرگ: $\frac{1}{\lambda} = R(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2})$ براساس شمارهٔ مدار مقصد (n') یکی از رشته‌های طیف اتمی هیدروژن (لیمان، بالمر، پاشن، براکت، پفوند) به‌دست می‌آید.

۱ بلندترین طول‌موج (کمترین بسامد) فوتون‌های گسیلی مربوط به هر رشته: $n = n' + 1$

۲ کوتاه‌ترین طول‌موج (بیشترین بسامد) فوتون‌های گسیلی مربوط به هر رشته: $n = \infty$

۳ وقتی شمارهٔ یک خط از رشته را داریم، برای به‌دست آوردن مدار مبدأ داریم: شمارهٔ خط $+ n'$ = شمارهٔ خط $+ n = n'$

۵ مدل‌های اتمی ◂ **تامسون: مدل کیک کشمشی:** اتم کره‌ای با بار مثبت است و الکترون‌ها مانند کشمش‌های کیک در آن پخش شده‌اند ← (نارسایی) ۱ عدم توجیه بسامد تابش‌های گسیل‌شده از اتم ۲ عدم توجیه آزمایش پراکندگی رادرفورد

◂ **رادرفورد: مدل اتم هسته‌ای:** اتم دارای هسته‌ای بسیار چگال و کوچک با بار مثبت است که الکترون‌ها در فاصلهٔ دور اطراف آن قرار گرفته‌اند ← (نارسایی) ۱ عدم توجیه پایداری اتم ۲ عدم توجیه طیف گسیلی خطی

◂ **بور:** ۱ مدارها و انرژی‌های الکترون‌ها در هر اتم کوانتیده‌اند

شعاع مدارهای الکترون ← $r_n = a_0 n^2$

$E_n = \frac{-13/6eV}{n^2}$ ← ترازهای انرژی الکترون

$\text{انرژی یونش} = \frac{E_R}{n^2}$ ← انرژی یونش

۲ الکترون در مدارهای مجاز (مانا) هیچ نوع تابشی گسیل نمی‌کند.

۳ الکترون از مدار مانا با انرژی E_U به مدار مانا با انرژی E_L رفته و فوتون گسیل می‌کند. $E_U - E_L = hf$

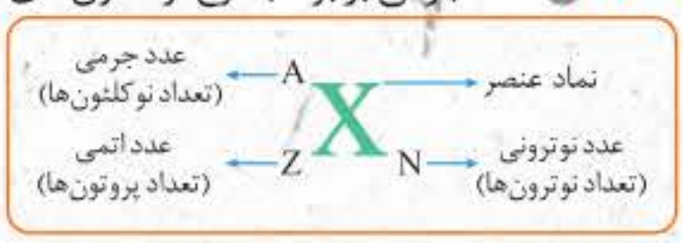
۶ لیزر ◂ **انواع گسیل فوتون:** ۱ **خودبه‌خودی:** گذار عادی الکترون از تراز بالاتر به تراز پایین‌تر که با گسیل فوتون در جهت کاتوره‌ای همراه است.

۲ **القایی:** تحریک الکترون برانگیخته توسط یک فوتون با انرژی مناسب

نکته ۱ یک فوتون وارد و دو فوتون خارج می‌شود. ۲ فوتون گسیلی با فوتون ورودی هم‌جهت، هم‌فاز و هم‌بسامد است. ۳ گسیل القایی اساس کار لیزر است. ۴ متمرکز شدن نور و افزایش آن توسط فوتون‌های هم‌بسامد، هم‌جهت و هم‌فاز.

◂ **وارونی جمعیت:** افزایش فوتون‌ها در ترازهای شبه‌پایدار که موجب فراهم شدن فرصت بیشتر برای گسیل فوتون و تقویت شدت نور می‌شود.

۷ ساختار هسته ◂ **نمادهسته:** ۱ عدد جرمی برابر مجموع نوکلئون‌های هسته است: $A = Z + N$



۲ ویژگی‌های هسته را تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها تعیین می‌کنند.

۳ خواص شیمیایی هر اتم را تعداد پروتون‌ها تعیین می‌کنند.

۴ به پروتون‌ها و نوترون‌های هسته نوکلئون گفته می‌شود.

◂ **ایزوتوپ:** ۱ تعداد پروتون‌های برابر و نوترون‌های متفاوت دارند و در جدول تناوبی در یک مکان قرار می‌گیرند. ۲ خواص شیمیایی یکسان و خواص فیزیکی متفاوتی دارند.

◂ **نیروی هسته‌ای:** ۱ نیروی جاذبهٔ بسیار قوی و کوتاه‌برد بین نوکلئون‌ها که موجب پایداری هسته می‌شود. ۲ این نیرو مستقل از بار الکتریکی و نوع نوکلئون است.

◂ **پایداری هسته:** ۱ اگر نیروی دافعهٔ الکتروستاتیکی بین پروتون‌ها با نیروی جاذبهٔ هسته‌ای بین نوکلئون‌ها خنثی شود، هسته پایدار می‌ماند.

۲ با افزایش تعداد پروتون‌های درون هسته، برای پایدار ماندن هسته، باید تعداد نوترون‌های درون هسته نیز افزایش یابد. ۳ نقش نوترون‌ها در هسته، افزایش نیروی ربایشی برای پایداری هسته است.

◂ **انرژی بستگی هسته‌ای:** انرژی لازم برای جدا کردن نوکلئون‌های هسته و یا میزان اختلاف جرم هسته و مجموع جرم نوکلئون‌های آن.

نکته انرژی بستگی هسته بیشتر ⇐ هسته پایدارتر $E = mc^2$ ← انرژی بستگی هسته‌ای

↓ کاستی جرم هسته

◂ **ترازهای هسته:** انرژی نوکلئون‌های هسته کوانتیده است و اختلاف تراز انرژی آن‌ها از مرتبهٔ keV و MeV است.

نکته نوکلئون‌ها با جذب انرژی به ترازهای با انرژی بالاتر می‌روند و هسته برانگیخته می‌شود $(^A_ZX^*)$؛ هستهٔ برانگیخته با گسیل فوتون به حالت پایه برمی‌گردد.

۸ پرتوزایی طبیعی ◂ **آلفا (α):** $^A_ZX \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^4_2He$ هسته دو پروتون و دو نوترون از دست می‌دهد.

◂ **بتا (β):** ۱ پوزیترون (β^+): $^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z-1}Y + {}^0_1e^+$ یک پروتون به یک نوترون و یک پوزیترون تبدیل می‌شود و عدد اتمی هسته یک واحد کاهش می‌یابد.

۲ الکترون (β^-): $^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z+1}Y + {}^0_{-1}e^-$ یک نوترون به یک پروتون و یک الکترون تبدیل می‌شود و عدد اتمی هسته یک واحد افزایش می‌یابد.

◂ **گاما (γ):** $^A_ZX^* \rightarrow {}^A_ZX + \gamma$ هستهٔ برانگیخته با گسیل پرتوی گاما به حالت پایه می‌رسد و نوع هسته تغییر نمی‌کند.

نکته ۱ در تمامی فرایندهای هسته‌ای، دو حکم زیر برقرار است:
الف) مجموع عددهای جرمی دو طرف رابطه یکسان است. (پایستگی تعداد نوکلئون‌ها یا عدد جرمی)
ب) مجموع عددهای اتمی دو طرف رابطه یکسان است. (پایستگی بار الکتریکی یا عدد اتمی)

۲ نفوذپذیری پرتوها در سرب: $\gamma > \beta > \alpha$

۹ نیمه‌عمر $(T_{\frac{1}{2}})$ مدت زمانی که طول می‌کشد تا تعداد هسته‌های مادر موجود در یک نمونهٔ پرتوزا به نصف برسد.

تعداد هسته‌های مادر اولیهٔ پرتوزا ↑

$N = \frac{N_0}{2^n}$ ← هسته‌های پرتوزای باقی‌مانده

$\text{تعداد نیمه‌عمرهای سپری‌شده} = n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}$ ← نیمه عمر