

ہستہ آر مسٹر انگ

حفظیات خیرات کنگز



رسانہ آموزشی دارالفنون



www.daarolfonoun.com



09100910501



Daarolfonoun



حفظیات فیزیک کنکور - فیزیک و اندازه گیری

حفظیات مخصوص کنکور ۹۹

۱. فیزیک علمی تجربی است و هدف آن بررسی پدیده های فیزیکی جهان پیرامون است
۲. نام مدل های اتمی که در طول تاریخ برای اتم پیشنهاد شده را باید بلد باشیم :
- دالتون : توپ بیلیارد تامسون : کیک کشمش رادرفورد : مدل هسته ای بود : مدل سیاره ای شرودینگر : مدل ابر الکترونی
۳. نقطه قوت دانش فیزیک « آزمون پذیری و اصلاح نظریه های فیزیکی
۴. قانونهای فیزیکی، معمولاً رابطه بین برخی از کمیتهای فیزیکی را توصیف می کنند و در دامنه وسیعی از پدیده های گوناگون طبیعت معتبرند (مثلا قوانین نیوتون)
۵. برای توصیف دامنه محدودتری از پدیده های فیزیکی، که عمومیت کمتری دارند، اغلب از اصطلاح اصل استفاده میشود (مثلا اصل پاسکال که فقط برای شاره های ساکن و محصور معتبر است)
۶. مدلسازی در فیزیک فرایندی است که طی آن یک پدیده فیزیکی، آنقدر ساده و آرمانی میشود تا امکان بررسی و تحلیل آن فراهم شود.
۷. مثلاً وزن توپ با تغییر فاصله آن از مرکز زمین تغییر میکند ! ولی نمیتوان چنین چیزی را در حل مسایل فیزیک در نظر گرفت و با مدلسازی از آن صرف نظر میشود .
۸. هنگام مدلسازی یک پدیده فیزیکی، باید اثرهای جزئیتر را نادیده بگیریم نه اثرهای مهم و تعیین کننده را.
۹. 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
۱۰. برای بیان برخی از کمیتهای فیزیکی، تنها از یک عدد و یکای مناسب آن استفاده میشود. این گونه کمیتها، کمیت نردهای نامیده میشوند. (مثل جرم و طول قد)
۱۱. 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. (مثل جابه جایی، سرعت، نیرو و شتاب که از علامت پیکان بالای نماد آن کمیت استفاده میکنیم.)
۱۲. لازمه اندازه گیری درست با یکاها، این است که این یکاها تغییر نکنند و در ضمن دارای قابلیت های بازتولید در مکان های مختلف باشند.
۱۳. دستگاه یکاهایی که امروزه بیشتر مهندسان و دانشمندان علوم در سراسر جهان بهکار میبرند را اغلب دستگاه متریک مینامند، ولی این دستگاه یکاها از سال ۱۹۶۰ میلادی، به طور رسمی، دستگاه بین المللی (SI) نامیده شده است
۱۴. مجمع عمومی اوزان و مقیاسها، هفت کمیت را به عنوان کمیت اصلی انتخاب کرد که اساس دستگاه بین المللی یکاها را تشکیل میدهند. یکای این کمیتها را یکاهای اصلی مینامند . به جدول ۱-۱ دقت کنید
۱۵. یکاهای دیگر را که برحسب یکاهای اصلی بیان میشوند، یکاهای فرعی مینامند
۱۶. تعداد کمیتهای فیزیکی، آنچنان زیاد است که تعیین یکای مستقل برای همه آنها در عمل ناممکن است
۱۷. بسیاری از کمیت های فیزیکی از یکدیگر مستقل نیستند و در نتیجه لازم نیست برای همه آنها یکای مستقل تعریف کنیم و میتوان آن ها را بر اساس هم تعریف کرد. به جدول ۲-۱ دقت کنید.

جدول ۱-۱ کمیت های اصلی و یکای آنها		
کمیت	نام یکا	نماد یکا
طول	متر	m
جرم	کیلوگرم	kg
زمان	ثانیه	s
دما	کلوین	K
مقدار ماده	مول	mol
جریان الکتریکی	آمپر	A
شدت روشنایی	کندلا (شمع)	cd

جدول ۲-۱ چند مثال از یکاهای فرعی که در فصل های این کتاب استفاده شده اند		
کمیت	یکای SI	یکای فرعی
تندی و سرعت	m/s	m/s
شتاب	m/s ²	m/s ²
نیرو	نیوتون (N)	kg m/s ²
فشار	پاسکال (Pa)	kg/ms ²
انرژی	ژول (J)	kg m ² /s ²

۱۸. برای برخی از یکاهای پرکاربرد فرعی، نامی مخصوص قرار داده اند، مثلاً یکای نیرو (kgm/s²) را نیوتون N نامیده اند. در این صورت گفته میشود: یکای SI نیرو، نیوتون است

۱۹. فاصله میان دو خط نازک حک شده در نزدیکی دو سر میله ای از جنس پلاتین — ایریدیوم، وقتی میله در دمای صفر درجه سلسیوس قرار دارد، برابر یک متر تعریف شده است.

۲۰. یکای جرم در SI، کیلوگرم (kg) نامیده میشود و بهصورت جرم استوانه‌های فلزی از جنس آلیاژ پلاتین — ایریدیوم تعریف شده است.

۲۱. یکای زمان، ثانیه (s) بهصورت $\frac{1}{86400}$ میانگین روز خورشیدی تعریف میشود.

۲۲. تبدیل یکاها در مسائل فیزیکی را با روش به نام روش تبدیل زنجیره ای انجام میدهند.

۲۳. در فیزیک، تغییر هر کمیت را نسبت به زمان، معمولاً آهنگ آن کمیت مینامیم

۲۴. خروار، من تبریز، سیر، مثقال، نخود و گندم از جمله یکاهای قدیمی ایرانی برای اندازه گیری جرم است

۲۵. در مسائل هنگام استفاده از رابطه ها و جایگذاری اندازه هر کمیت در آن، باید به سازگاری یکاها در دو طرف رابطه توجه کنیم به این کار سازگاری یکاها میگویند. به مثال زیر دقت کنید

$$F = ma = (0.325 \text{ kg})(1.75 \text{ m/s}^2) = 0.569 \text{ N}$$

یکای دو طرف معادله با هم سازگار است.

۲۶. هم چنین به جدول پیشوند های یکا، که برای کار با اندازه های بسیار کوچک یا بزرگ مناسب است دقت کنید :

جدول ۱-۶ پیشوندهای یکاها

ضریب	پیشوند	نماد	ضریب	پیشوند	نماد
10^{12}	ترا	T	10^{-12}	پیکو	p
10^9	گیگا (جیگا)	G	10^{-9}	نانو	n
10^6	مگا	M	10^{-6}	میکرو	μ
10^3	کیلو	k	10^{-3}	میلی	m
10^2	هکتو	h	10^{-2}	سانتی	c

۲۷. با استفاده از روشی که آن را نمادگذاری علمی می نامند، نوشتن و محاسبه مقدارهای خیلی بزرگ یا خیلی کوچک ساده تر میشود. 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 به چند مثال زیر دقت کنید :

$$\begin{aligned} 2.60 \times 10^{11} \text{ L} & \quad 26000000000 \text{ L} \\ 3.00 \times 10^8 \text{ m/s} & \quad 300000000 \text{ m/s} \\ 1.06 \times 10^{-10} \text{ m} & \quad 0.000000000106 \text{ m} \end{aligned}$$

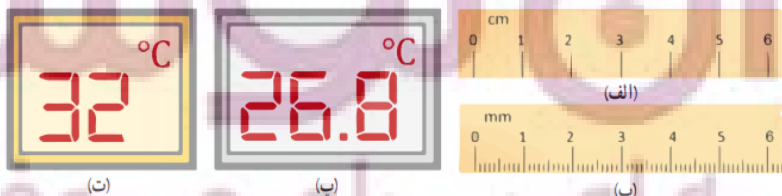
کدام گزینه جرم یک زنبور عسل (۰/۰۰۰۱۵ kg) را به صورت نمادگذاری علمی درست بیان می کند؟

$$15 \times 10^{-5} \text{ kg} \quad \square \quad 1.5 \times 10^{-4} \text{ kg} \quad \square \quad 0.15 \times 10^{-2} \text{ kg} \quad \square$$

۲۸. در اندازه گیری کمیت های فیزیکی مانند طول، جرم، زمان و ... قطعیت وجود ندارد و همواره مقداری خطا وجود دارد.

۲۹. 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.

۳۰. بنابر یک قاعده کلی، خطای اندازه گیری توسط خطکش و سایر وسیله های درجه بندی شده، $\pm \frac{1}{2}$ کمینه تقسیم بندی مقیاس آن وسیله است و برای وسیله های رقمی (دیجیتال) مثبت و منفی یک واحد از آخرین رقمی است که میخوانند



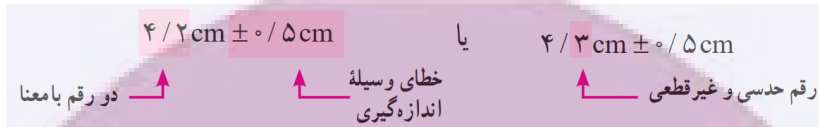
شکل ۱-۸ خطای اندازه گیری (الف) با خطکش سانتی متری برابر $\pm 0.5 \text{ cm}$ ، (ب) با خطکش میلی متری برابر $\pm 0.5 \text{ mm}$ ، (پ) و (ت) با دماسنج های رقمی به ترتیب برابر $\pm 1^\circ \text{C}$ و $\pm 0.1^\circ \text{C}$ است.

۳۱. یکی دیگر از عوامل مهم و تأثیرگذار روی دقت اندازه گیری، مهارت های شخص آزمایشگر است. مثل خطای مربوط به اختلاف منظر...

۳۲. خطای مشاهده، ناشی از اختلاف منظر، در خواندن و گزارش نتیجه اندازه گیری تأثیر مهمی دارد

۳۳. 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 (اهمیت تعداد دفعات تکرار آزمایش). البته در میان عددهای متفاوت، اگر یک یا دو عدد اختلاف زیادی با بقیه داشته باشند در میانگین گیری به حساب نمی آیند

۳۴. به رقمهایی را که بعد از اندازه گیری یک کمیت فیزیکی ثبت میکنید رقم های بامعنا میگویند. رقم آخر، که غیر قطعی و مشکوک است و آن را حدس میزنیم نیز جزو رقمهای بامعنا محسوب میشود. ولی آخرین رقم سمت راست، حدسی یا غیر قطعی است



۳۵. آخرین رقم سمت راست حاصل از اندازه گیری، همواره حدسی و غیر قطعی است

۳۶. در ابزارهای اندازه گیری با نمایشگر رقمی (دیجیتال) آخرین رقم سمت راست نتیجه اندازه گیری، اگرچه ما آن را حدس نمیزنیم و توسط دستگاه گزارش میشود، ولی غیر قطعی و مشکوک است.

۳۷. معمولاً در موارد زیر از تخمین استفاده میکنیم:

- دقت بالا در محاسبه ها، اهمیت چندانی نداشته باشد.
- زمان کافی برای محاسبه های دقیق نداشته باشیم.
- همه یا بخشی از داده های مورد نیاز، در دسترس نباشد

۳۸. نوعی از تخمین که در فیزیک کاربرد زیادی دارد، برآورد یا تخمین مرتبه بزرگی نامیده میشود. عبارت مرتبه بزرگی، اغلب برای ارجاع به توانهای ۱۰ به کار میرود، زیرا نتیجه نیز به صورت توانی از ۱۰ بیان میشود.

۳۹. در تخمین مرتبه بزرگی، ابتدا همه اعداد به صورت نمادگذاری علمی ($\times 10^n$) نوشته می شوند و آنگاه از قاعده زیر استفاده میکنیم:

اگر $1 \leq x < 5$ باشد در این صورت: $x \sim 10^0$ اگر $5 \leq x < 10$ باشد در این صورت: $x \sim 10^1$

۴۰. در واقع قاعده بالا برای گرد کردن است. به مثال های زیر توجه کنید تا توجه بشین:

$$0.000499 = 4/99 \times 10^{-4} \sim 10^{-4}$$

این عدد کوچک تر از ۵ است و به صورت 10^{-4} گرد می شود.

$$92137 = 9/2137 \times 10^4 \sim 10^5$$

این عدد بزرگ تر از ۵ است و به صورت 10^5 گرد می شود.

$$136 = 1/36 \times 10^2 \sim 10^2$$

این عدد کوچک تر از ۵ است و به صورت 10^2 گرد می شود.

۴۱. یکای چگالی در SI کیلوگرم بر متر مکعب (kg/m^3) است

۴۲. چگالی بنزین 680 kg/m^3 است. یعنی از آب کمتر است. پس روی آب می ایستد و آب مایع مناسبی برای خاموش کردن بنزین نیست

۴۳. یکی از چگال ترین مواد یافت شده در زمین فلز اسمیم است.

۴۴. توجه شود سنگین بودن یک جسم ربطی به فرو رفتن یا نرفتن آن در آب ندارد بلکه چیزی که مهم است چگالی است

۴۵. یک پرتقال با پوست روی آب می ایستد (چون زیر پوست آن هوا وجود دارد و در نتیجه چگالی آن کمتر است) ولی پرتقال پوست کنده زیر آب میرود

۴۶. برای اندازه گیری جرم و حجم: اگر شکل جسم منظم باشد میتوان به کمک کولیس و ریز سنج اندازه های آن را دقیق مشخص کرد و در نتیجه حجم آن را هم اندازه گرفت (کولیس ها و ریز سنج ها در دو نوع دیجیتال و مدرج وجود دارند). اما اگر شکل جسم نا منظم باشد میتوان آن را داخل یک استوانه مدرج محتوی آب انداخت، و مشاهده کرد که حجم آب چقد بالا می آید (روش مهم!)

۴۷. برای اندازه گیری جرم و حجم مایعات هم میتوان از یک سرنگ استفاده کرد که قبل و بعد از پر کردن سرنگ جرم آن را اندازه گرفت

۴۸. داستان گره !: تندی شناورها در دریا بر حسب یکایی به نام گره بیان میشود. هر گره دریایی

برابر ۵۱۴۴/۰ متر بر ثانیه است. تاریخچه گره دریایی به حدود ۴۰۰ سال پیش باز میگردد، زمانی که ملوانان تندی

متوسط کشتی خود را با استفاده از وسیلهای به نام تندیسنج شناور اندازه میگرفتند. این وسیله، شامل طنابی بود که در فواصل

مساوی، گره هایی روی آن زده شده بود. در حین کشیده شدن طناب به دریا، تعداد گره های رد شده از دست ملوان در یک زمان معین

شمرده میشد و تندی متوسط کشتی را به دست می آوردند. پس از آن، ملوانها از واژه «گره» برای بیان تندی متوسط کشتی استفاده میکنند

۴۹. ذرع و فرسنگ از جمله یکاهای قدیمی ایرانی برای طول است. هر ذرع ۱۰۴ سانتیمتر و هر فرسنگ ۶۰۰۰ ذرع است.



ایران توننه

توشه ای برای موفقیت

حفظیات فیزیک کنکور - کار ، انرژی و توان

حفظیات مخصوص کنکور ۹۹

۱. جسمی که ثابت ساکن باشد انرژی جنبشی آن صفر است. یکای انرژی جنبشی و کلا هر نوع انرژی دیگر در SI

عبارتست از: $\text{kgm}^2 / \text{s}^2$ که به آن ژول میگویند (J)

۲. انرژی جنبشی کمیتی نرده ای و همواره مثبت است و به جرم و سرعت جسم بستگی دارد و به جهت حرکت آن وابسته نیست.

۳. کار (W) مانند انرژی کمیتی نرده ایست و واحد یکای آن هم مثل انرژی (J) است. توجه شود کار یک نیرو را زمانی میتوان بر اساس رابطه

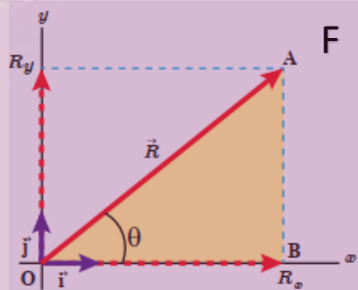
$W = Fd$ حساب کرد که جهت نیرو وارده (F) در جهت جابجایی جسم باشد

۴. تجزیه بردار هارا باید در راستای عمود بلد باشید. جدول سینوس کسینوس کتاب درسی + شکل مربوطه رو میذارم ایجا ببینید :

مقادیر سینوس و کسینوس به ازای چند زاویه پرکاربرد

θ	$\sin\theta$	$\cos\theta$
0°	0	1
30°	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$
45°	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$
60°	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{2}$
90°	1	0
180°	0	-1

$F \sin \theta$



$$\vec{R} = R_x \vec{i} + R_y \vec{j}$$

۵. وقتی کار کل وارد بر یک جسم (کار کل یعنی مجموع

کار تمامی نیرو هایی که به جسم وارد میشود) مثبت

باشد یعنی جسم در جهت جابه جایی دارد نیرو میگیرد !

یعنی مجموع کار نیرو ها (کار کل) باعث هل دادن جسم

در جهتی که در حال جابه جایی است ، میشود

۶. وقتی کار کل وارد بر جسمی منفی باشد یعنی مجموع

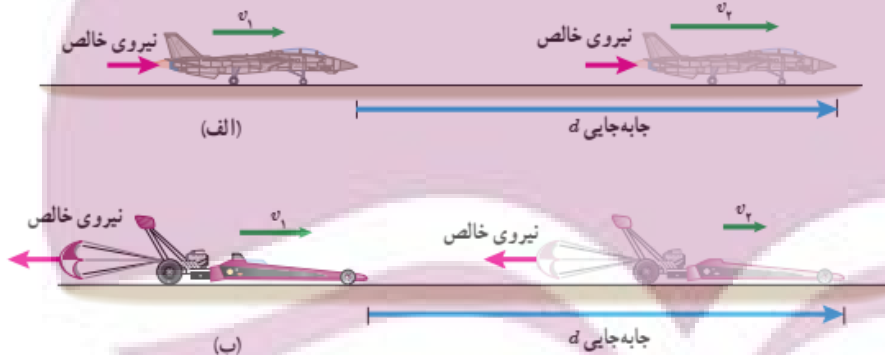
کار نیرو ها (کار کل) باعث مخالفت با

مسیری که جسم در حال حرکت است

میشود (به عبارت دیگر مانند ترمز عمل میکند)

برای بهتر فهمیدن مورد ۵ و ۶ به شکل هواپیما و ماشین

توجه کنید :



شکل ۴-۲ الف) کار مثبت روی هواپیما انجام شده و انرژی جنبشی آن افزایش یافته است. ب) کار منفی روی خودرو انجام شده و انرژی جنبشی آن کاهش یافته است.

۷. قضیه کار و انرژی : بین کار کل انجام شده روی یک جسم و تغییر انرژی جنبشی آن ارتباط وجود دارد. اگر کار کل انجام شده مثبت باشد

انرژی جنبشی جسم افزایش میابد و اگر کار کل انجام شده روی یک جسم منفی باشد ، انرژی جنبشی جسم کاهش میابد.

۸. قضیه کار و انرژی هم برای مسیر مستقیم و هم برای مسیر خمید صادق است.

۹. انرژی پتانسیل نوعی انرژی ذخیره ای است که میتواند به شکل های الکتریکی ، گرانشی و کشسانی وجود داشته باشد

۱۰. انرژی پتانسیل برخلاف انرژی جنبشی که معولا برای یک جسم تعریف میشود ، معمولا برای یک سامانه تعریف میشود. یعنی برای دو یا

چند جسم نسبت به هم. مثلا انرژی پتانسیل گرانشی جسم یعنی انرژی پتانسیل گرانشی جسم نسبت به زمین (دور و نزدیک شدن جسم به

زمین)

۱۱. کار نیروی وزن برابر با منفی تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی است. یعنی وقتی جسمی در حال سقوط است چون نیروی وزن در جهت

جابه جایی جسم وارد میشود (به سمت پایین) پس نیروی وزن و جا به جایی هم جهت اند و کار نیروی وزن مثبت است. و انرژی پتانسیل

گرانشی کاهش میابد.

۱۲. کار نیروی وزن به مسیر بستگی ندارد و فقط به تغییر ارتفاع وابسته است. یعنی همواره برابر با منفی تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی

است

۱۳. چیزی که مهم است تغییر انرژی پتانسیل است (ΔU). و خود انرژی پتانسیل جسم در یک نقطه (U) بی اهمیت است.

۱۴. با کشیدن و فشردن فنر انرژی پتانسیل کشسانی در سامانه دست-فنر ذخیره میشود

۱۵. کار نیروی فنر برابر با منفی تغییرات انرژی پتانسیل کشسانی سامانه جسم-فنر است

۱۶. قانون پایستگی انرژی مکانیکی: مجموع انرژی جنبشی (K) و انرژی پتانسیل (U) جسم را انرژی مکانیکی (E) میگویند

در هر لحظه از حرکت مسیر یک جسم (به شرطی که نیروی اتلافی مثل اصطکاک و مقاومت هوا وجد نداشته باشد) مقدار انرژی مکانیکی جسم ثابت است. یعنی وقتی K کم میشود، U زیاد میشود و بر عکس... تا مقدار E ثابت بماند $E = U + K$

۱۷. انرژی درونی یک جسم مجموع انرژی های ذره های تشکیل دهنده آن جسم است. وقتی نیرویی مانند اصطکاک تایر با جاده در اثر ترمز خودرو آن را متوقف میکند در واقع انرژی جنبشی تایر ها که تا لحظه ای پیش در حال جرخیدن بودند، به انرژی درونی تایر تبدیل شده و آن را داغ میکند. در ضمن سطح جاده هم داغ میشود. یعنی انرژی درونی سطح آسفالت هم زیاد تر شده. یعنی اصطلاحا انرژی تلف شده است ولی در واقع انرژی از بین نرفته است. میگوییم تلف شده چون دیگر نمیتوان از آن استفاده کرد.

۱۸. انرژی درونی هر جسم به تعداد ذرات آن ماده و انرژی هر ذره بستگی دارد.

۱۹. قانون پایستگی انرژی: انرژی را نمیتوان خلق یا نابود کرد و در یک سامانه منزوی! (یعنی نه به بیرون انرژی بده نه بگیره!) همیشه مجموع کل انرژی ها ثابت میماند.

۲۰. مفهوم توان این است که یک کار در چه مدت زمانی انجام میشود. به عبارت دیگر آهنگ انجام کار در فیزیک را توان میگویند و آن را با P نشان میدهند و واحد SI آن وات (W) است. هر وات معادل یک ژول بر ثانیه است $w = J/S$

۲۱. یکای قدیمی توان اسب بخار (HP) است که یکای بزرگی است و هنوز هم استفاده میشود $1HP = 746 W$

۲۲. در هر سامانه تنها بخشی از انرژی ورودی (انرژی مصرفی سامانه) به انرژی مورد نظر ما تبدیل میشود و بقیه بصورت انرژی های ناخواسته هدر میروند (انرژی تلف شده). به بخشی از انرژی ورودی که صرف خواسته ما میشود انرژی خروجی یا کار مفید میگویند. نسبت انرژی خروجی به انرژی ورودی را بازده میگویند که همواره عددی کوچکتر از ۱ است (به عبارت دیگر کمتر از ۱۰۰ درصد)

۲۲. ماهواره ها در مدار های معین و با تندی ثابتی به دور زمین میچرخند

ایران تونل
توشه ای برای موفقیت

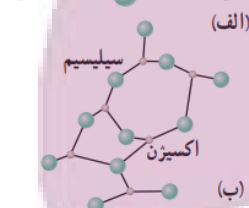
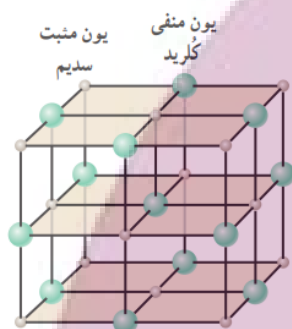
حفظیات فیزیک کنکور - ویژگی های فیزیکی مواد

حفظیات مخصوص کنکور ۹۹

۱. شماره واژه ای است که برای نامیدن مایع ها و گاز ها استفاده می شود.
۲. حالت چهارم ماده پلاسما است. ماده ی درون ستارگان و خورشید و بیشتر فضای بین ستاره ای، آذرخش، شفق های قطبی، آتش و ماده داخل لوله تابان لامپ های مهتابی از پلاسما تشکیل شده است.
۳. هر چیزی که فضا اشغال کند را ماده می نامیم.
۴. اندازه اتم ها حدود یک تا چند انگستروم است و اندازه مولکول ها به این بستگی دارد که از چند اتم ساخته شده باشند. اندازه ی برخی از درشت مولکول ها، مانند بسیار ها (پلیمرها) می تواند تا ۱۰۰۰ انگستروم نیز باشد.
۵. ذره های سازنده ی مواد همواره در حرکت اند و به یکدیگر نیرو وارد می کنند. حالت ماده به چگونگی حرکت این ذره ها و اندازه نیروی بین آن ها بستگی دارد.

۶. ذرات جسم جامد به سبب نیروهای الکتریکی که به یکدیگر وارد می کنند در کنار یکدیگر می مانند. این ذرات در مکان های معینی نسبت به یکدیگر قرار دارند و در اطراف این مکان ها، نوسان های بسیار کوچکی دارند.

۷. جامدهای بلورین: جامد هایی که را که در یک الگوی سه بعدی تکرارشونده از واحدهای منظم ساخته می شود جامد بلورین می نامیم. فلزها، نمک ها، الماس، یخ و بیشتر مواد معدنی جزو جامدهای بلورین اند. (شکل الف)



شکل ۳-۱۳ الف) ساختار بلورین NaCl، که در

آن یون های سدیم و یون های کلرید به صورت یک در میان در گوشه های یک مکعب قرار گرفته اند. (ب) ذرات سازنده ی یک جامد بی شکل، مانند شیشه که در طرحی نامنظم در کنار هم قرار گرفته اند.

وقتی مایعی را به آهستگی سرد کنیم اغلب جامدهای بلورین تشکیل می شوند. در فرایند سردسازی آرام، ذرات سازنده ی مایع فرصت کافی دارند تا در طرح های منظم خود را مرتب کنند. ذرات سازنده ی جامدهای بی شکل (آمورف) برخلاف جامدهای بلورین، در طرح های منظمی کنار هم قرار ندارند.

وقتی مایعی به سرعت سرد شود معمولاً جامد بی شکل به وجود می آید. در فرایند سردسازی سریع، ذرات فرصت کافی ندارند تا در طرحی منظم، مرتب شوند. بنابراین در طرح نامنظمی که در حالت مایع داشتند باقی می مانند.

شیشه، مثالی از یک جامد بی شکل است. (شکل ب)

۸. مولکول های مایع نظم و تقارن جامد های بلورین را ندارند و به صورت نامنظم و نزدیک به یکدیگر قرار گرفته اند. مایع به راحتی جاری می شود و به شکل ظرف خودش در می آید.

۹. فاصله ذرات سازنده ی مایع و جامد تقریباً یکسان و در حدود یک انگستروم است.

۱۰. دلیل پخش ذرات نمک و جوهر در آب، به حرکت مولکول های آب مربوط می شود.

در واقع به دلیل حرکت های نامنظم و کاتوره ای (تصادفی) مولکول های آب و برخورد آن ها با ذرات سازنده ی نمک و جوهر، اینگونه مواد در آب پخش می شوند.



شکل ۳-۱۴ ذرات سازنده ی جوهر به تدریج در آب پخش می شوند.



شکل ۳-۱۵ طرحی از حرکت نامنظم و کاتوره ای یک مولکول آب

۱۱. گاز، ماده ای است که شکل مشخصی ندارد. اتم ها و مولکول های آن آزادانه و با تندی بسیار زیاد به اطراف حرکت و با یکدیگر و با دیواره های ظرفی که در آن قرار دارند برخورد می کنند. فاصله میانگین مولکول های گاز در مقایسه با اندازه آن ها، خیلی بیشتر است. مثلاً اندازه ی مولکول های هوا بین ۱ تا ۳ آنگستروم است در حالی که فاصله میانگین آن ها در شرایط معمولی در حدود ۳۵ آنگستروم است.

۱۲. حرکت براونی: شکل ۳-۷ ظرفی شیشه ای محتوی ذرات دود را نشان می دهد که پرتوهای نور به آن می تابند. اگر با

میکروسکوپ درون ظرف محتوی دود را مشاهده کنیم دیده می شود که ذره های دود به طور نامنظم و درهم و برهم و در یک مسیر زیگزاگی حرکت می کنند. این حرکت نامنظم و کاتوره ای ذرات دود را حرکت براونی می نامند.

۱۳. ذرات دیگری که قابل مشاهده نیستند با ذرات دود برخورد کرده و مسیر حرکت آن ها را تغییر داده. این ذره ها همان مولکول های هوا هستند. حرکت زیگزاگی و نامنظم ذره های دود نشانگر این است که مولکول های هوا به صورت کاتوره ای و نامنظم در حرکت اند.

۱۴. پیشوند نانو از واژه های یونانی به معنای کوتوله گرفته شده و به معنای یک میلیاردم است. پس یک نانومتر برابر یک میلیاردم متر است.

۱۵. طول ده اتم کربن در کنار یکدیگر، تقریباً برابر با یک نانومتر است.

۱۶. ویژگی های فیزیکی مواد در مقیاس نانو:

ویژگی های فیزیکی مواد در مقیاس نانو، به طور قابل توجهی تغییر می کند. یک قطعه طلا در کوره با دمای ۱۰۶۴ درجه سانتی گراد ذوب می شود اما اگر قطعه ای طلا با قطر چند نانومتر را در کوره قرار دهیم طلا در دمای ۴۲۷ درجه سانتی گراد ذوب خواهد شد. در نتیجه دمای ذوب ذره های طلا در مقیاس نانو، تفاوت زیادی با دمای ذوب طلا در اندازه های معمولی دارد.

۱۷. علوم نانو، شاخه های از علوم است که تغییر در ویژگی های فیزیکی مواد را در مقیاس نانو بررسی می کند. ویژگی های فیزیکی هر ماده ای، مانند نقطه ذوب طلا، با کم شدن اندازه آن تقریباً ثابت می ماند. اما اگر اندازه آن ماده به مقیاس نانو کاهش یابد (بسته به نوع ماده و ویژگی فیزیکی مورد اندازه گیری، این اندازه می تواند حدود ۱ تا ۱۰۰ نانومتر باشد) ویژگی های فیزیکی مواد از قبیل: نقطه ذوب، رسانندگی الکتریکی و گرمایی، شفافیت، استحکام، رنگ و... اغلب می تواند به طور چشمگیری در مقیاس نانو تغییر کند.

۱۸. ویژگی های فیزیکی تمام مواد، شامل جامد ها، مایع ها و گازها، در مقیاس نانو تغییر می کنند. به علاوه، لازم نیست که همه ابعاد یک ماده در مقیاس نانو باشند. برای نمونه، یک نانو ذره (مانند ذره های کوچک طلا با دمای ذوب کم که پیش از این توصیف شدند) در هر سه بُعد کوچک است، اما اگر صرفاً یک بُعد ماده ای را در مقیاس نانو محدود کنیم در این صورت یک نانو لایه داریم. آزمایش نشان می دهد که ویژگی های فیزیکی نانولایه ها نیز همچون نانو ذره ها، به طور قابل توجهی تغییر می کند.

۱۹. آلومینیوم یک رسانای خوب الکتریکی است. اکسید آلومینیوم عایق بسیار خوبی است.

۲۰. بررسی های تجربی نشان می دهند که وقتی قطعه ای آلومینیومی در مجاورت هوا قرار می گیرد لایه ای بسیار نازک از اکسید آلومینیوم روی سطح آن تشکیل می شود که ضخامت آن از مرتبه نانومتر است. در این مقیاس، ویژگی های الکتریکی اکسید آلومینیوم تغییر میکند و به یک رسانا تبدیل می شود. بنابراین هنگام اتصال دو سیم آلومینیومی، الکترون ها به طور آزادانه از یک سیم به سیم دیگر می روند. به عبارت دیگر، اکسید آلومینیوم وقتی به صورت نانولایه باشد، به دلیل ابعاد و شکل هندسی اش، مانند یک رسانا عمل میکند نه عایق!

۲۱. یاقوت سرخ نام دیگر آلومینیوم اکسید است که یکی از سنگ های باارزش در جواهرسازی است.

۲۲. نیرو های بین مولکولی: نیرو های بین مولکول های همسان مانند نیرو های بین مولکول های آب را نیروی همچسبی می نامیم. نیرو های بین مولکولی کوتا هتر هستند، یعنی وقتی فاصله بین مولکول ها چند برابر فاصله بین مولکولی شود، نیرو های بین مولکولی بسیار کوچک و عملاً صفر خواهند شد.

توشه ای برای موفقیت



۲۳. وقتی سعی می کنیم فاصله بین مولکول های مایع را کم کنیم نیروی دافعه بزرگی بین آنها ظاهر میشود که از تراکم پذیری مایع جلوگیری می کند. همینطور وقتی مولکول های مایع را کمی از هم دور کنیم، نیروی جاذبه بین آنها ظاهر می شود. این جاذبه در قطره آب آویزان از شاخه درخت دیده می شود.

۲۴. کشش سطحی: کشش سطحی ناشی از همچسبی مولکول های سطح مایع است و آن را می توان با نیروهای بین مولکولی توضیح داد. به دلیل نیروهای ربایشی که مولکول های سطح مایع به یکدیگر وارد می کنند سطح مایع شبیه یک پوسته تحت کشش رفتار می کند و کشش سطحی روی می دهد. با کشش سطحی همچنین میتوان توضیح داد که چرا قطره هایی که آزادانه سقوط می کنند تقریباً کروی اند (شکل ۱۰-۳ ت). به ازای حجمی معین، کره نسبت به هر شکل هندسی دیگری، کوچکترین مساحت سطح را دارد. به این ترتیب سطح قطره ای که آزادانه سقوط می کند مانند یک پوسته کشیده شده، تمایل به کمینه کردن مساحتش را دارد.

۲۵. هنگامی که دو ماده مختلف در تماس با یکدیگر قرار گیرند نیز جاذبه مولکولی مشابهی بین مولکول های آن ها ظاهر می شود که به آن نیروی دگرچسبی می گوئیم. همچسبی و دگرچسبی هر دو نیروهایی بین مولکولی هستند. تفاوت آن ها در این است که همچسبی، جاذبه بین مولکول های همسان و دگرچسبی جاذبه بین مولکول های ناهمسان است.

۲۶. تر شوندگی: هرگاه مایعی در تماس با جامدی قرار گیرد دو حالت میتواند رخ دهد. یکی اینکه دگرچسبی بین مولکول های مایع و جامد از همچسبی بین مولکول های مایع بیشتر باشد. در این صورت می گوئیم مایع، جامد را تر یا خیس میکند اما اگر نیروی همچسبی بین مولکول های مایع از نیروی دگرچسبی بین مولکول های مایع و جامد بیشتر باشد می گوئیم مایع جامد را تر نمی کند.

۲۷. اثر موینگی: لوله هایی که قطر داخلی آنها حدود یک دهم میلی متر باشد، لوله موئین نامیده میشوند. واژه ی موئین به معنی «مو مانند» است. آزمایش نشان می دهد اگر چند لوله موئین شیشه ای و تمیز را وارد یک ظرف آب کنیم، آب در کناره های لوله های موئین بالا میرود و سطح آن بالاتر از سطح آب ظرف قرار می گیرد و سطح آب در بالای لوله های موئین فرورفته است.

همچنین هرچه قطر لوله موئین کمتر باشد ارتفاع ستون آب در آن بیشتر است.

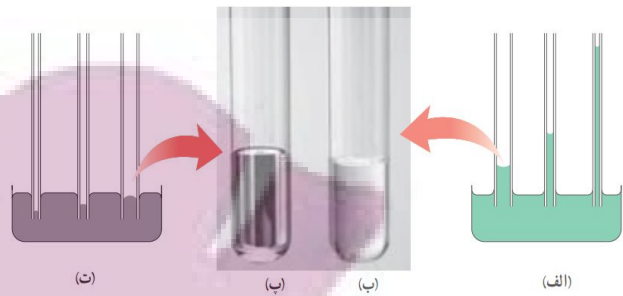
اگر همین آزمایش را با جیوه انجام دهیم مشاهده می کنیم که جیوه در لوله های موئین مقداری بالا میرود ولی سطح آن پایین تر از سطح جیوه ظرف قرار می گیرد و سطح جیوه در لوله موئین برآمده است.

همچنین هرچه قطر لوله موئین کمتر باشد ارتفاع ستون جیوه در آن کمتر است.

ایران توانمند

توشه ای برای موفقیت

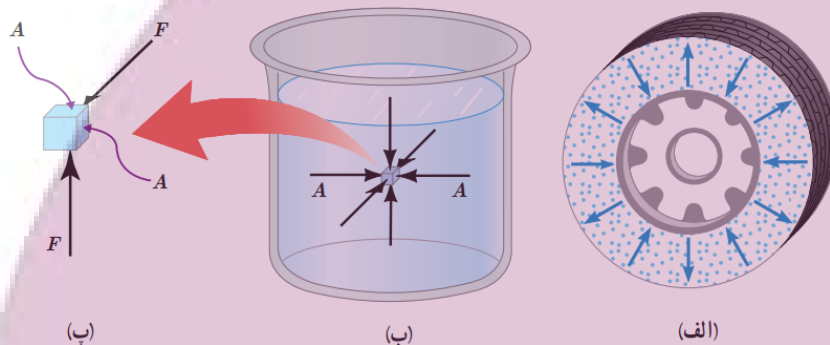
شکل ۳۰-۱ (الف) و (ب) اثر مویینگی برای آب
(ب) و (ت) اثر مویینگی برای جیوه



۲۸. آب تمایل به چسبیدن به دیواره های شیشه ای دارد زیرا نیروی دگرچسبی بین مولکول های آب و مولکول های شیشه بیشتر از نیروی همچسبی بین مولکول های آب است. در نتیجه آب سطح شیشه را خیس میکند و در لوله بالا میرود. در مورد جیوه نیروی دگرچسبی بین مولکول های جیوه و مولکول های شیشه کمتر از نیروی همچسبی بین خود مولکول های جیوه است. در نتیجه جیوه سطح شیشه را خیس نمی کند و سطح جیوه در لوله مویین پایین تر از سطح جیوه درون ظرف قرار می گیرد.

۲۹. برای ساختن دیوارهای ساختمان باید اثر مویینگی در نظر گرفته شود، زیرا تراوش آب از منافذهای مویین در این دیوارها می تواند سبب خسارت در داخل ساختمان شود. برای جلوگیری از این خسارت، دیوارهای داخل یا خارج ساختمان را معمولاً با مواد ناتراوا (مانند قیر) می پوشانند.

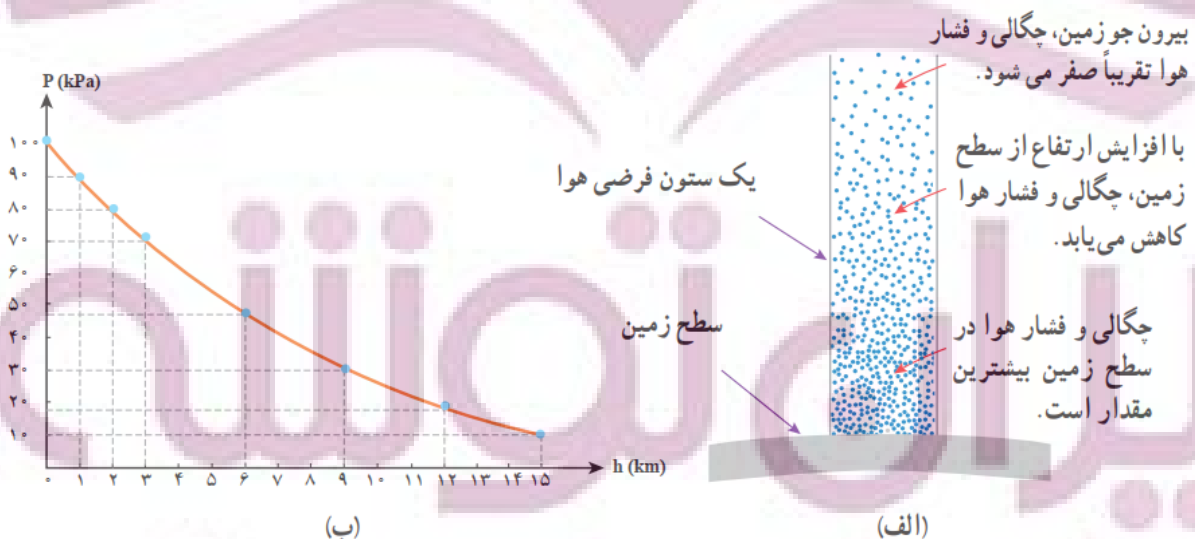
۳۰. وقتی شاره ای (مایع یا گاز) ساکن است، به هر سطحی که با آن در تماس باشد، مانند جداره یک ظرف یا سطح جسمی که در شاره غوطه ور است، نیرویی عمودی وارد می کند.



شکل ۳۰-۲ (الف) برخورد مولکول های هوای درون لاستیک به سطح داخلی آن سبب ایجاد نیروی عمودی می شود. (ب) به هر نقطه از سطح جسم غوطه ور در شاره (آب) نیرویی عمودی وارد می شود. (پ) برای سادگی تنها نیروهای وارد بر دو سطح نشان داده شده است.

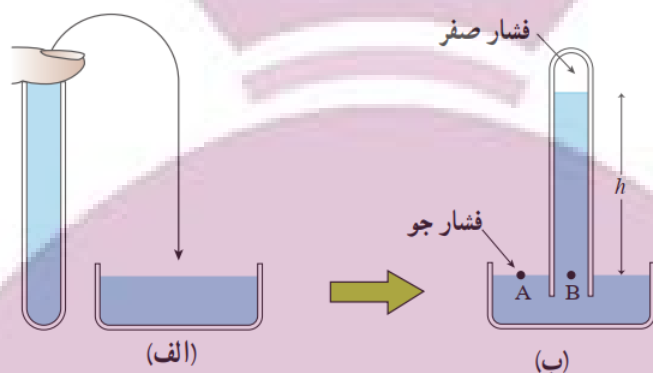
۳۱. فشار هوا در ارتفاع های بالا کمتر از فشار در سطح دریاست.

۳۲. با افزایش عمق از سطح شاره، فشار ناشی از شاره نیز افزایش می یابد.



شکل ۳۱-۱ (الف) با افزایش ارتفاع از سطح زمین، چگالی و فشار هوا کاهش می یابد. (ب) نمودار فشار هوا بر حسب ارتفاع از سطح دریای آزاد.

۳۳. فشارسنج هوا (بارومتر): وسیله ای ساده که برای اندازه گیری فشار جو به کار میرود. این فشارسنج در سال ۱۶۴۳ میلادی توسط تورچلنی فیزیکدان ایتالیایی اختراع شد. فشارسنج هوا شامل یک لوله شیشه ای بلند (به طول تقریبی ۸۰ سانتیمتر) با یک سر بسته است که از جیوه پر شده (شکل ۳-۱۹الف) و سپس در یک ظرف محتوی جیوه به طور وارون قرار گرفته است (شکل ۳-۱۹ب). فضای خالی بالای ستون جیوه تنها محتوی بخار جیوه است که فشار آن ناچیز بوده و در عمل برابر صفر فرض می شود.



شکل ۳-۱۹ فشارسنج جیوه ای که برای اندازه گیری فشار جو به کار می رود.

۳۴. فشار جو در سطح دریای آزاد ۷۶۰ میلی متر جیوه است.

۳۵. نام دیگر فشار سنج شاره ها مانومتر می باشد.

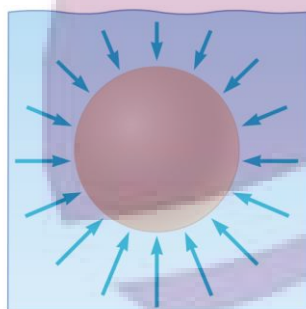
۳۶. یکی دیگر از یکاهای متداول فشار، اتمسفر یا جو است که با نماد atm نمایش داده می شود.

۳۷. چگالی فولاد هشت برابر آب است.

۳۸. ارشمیدس دانشمند یونانی دوران باستان، نخستین کسی بود که

پی برد به جسم های درون یک شاره یا غوطه ور در آن، همواره نیروی

بالاسوی خالصی به نام نیروی شناوری از طرف شاره وارد می شود.



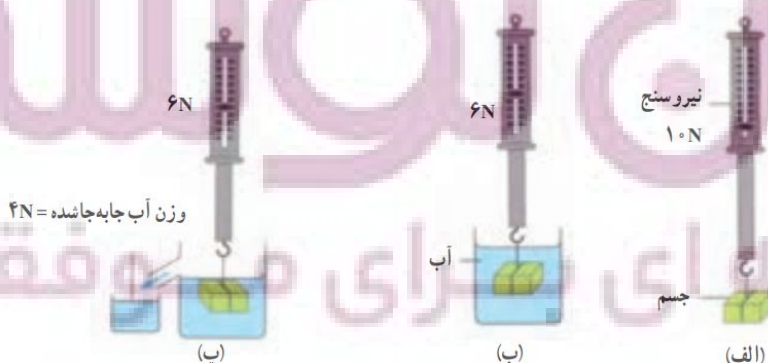
شکل ۳-۳۳ پیکان ها نشان می دهند که نیروهای ناشی از فشار وارده بر جسم، به دلیل افزایش عمق، در زیر آن بزرگ ترند.

۳۹. اصل ارشمیدس را به سادگی می توان به طور تجربی بررسی کرد. شکل ۳-۲۴الف یک جسم فلزی آویزان شده به یک نیروسنج

فنی را نشان می دهد که وزن آن ۱۰ نیوتون است. وقتی این جسم مطابق شکل به طور کامل درون آب قرار می گیرد، نیروسنج فنی عدد

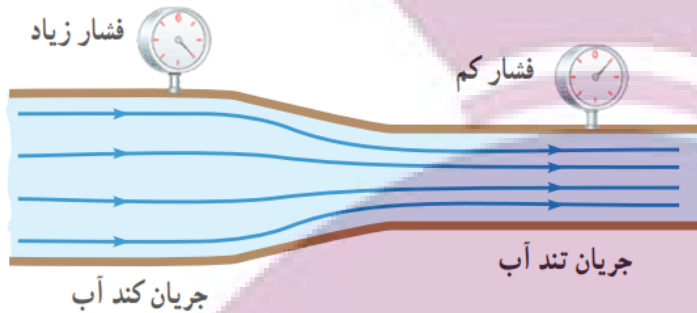
۶ نیوتون را نشان می دهد. در واقع این کاهش ۴ نیوتونی عددی که نیروسنج فنی نشان می دهد، ناشی از نیروی شناوری است که از طرف

شاره به جسم وارد شده است.



شکل ۳-۲۴ آزمایشی ساده برای تحقیق اصل ارشمیدس

۴۰. شکل زیر جریان لایه ای آب را، درون لوله ای افقی و با دو سطح مقطع متفاوت نشان می دهد. 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 می گذرد برابر است. در نتیجه با توجه به تغییر اندازه سطح مقطع لوله، جریان آب کند یا تند می شود.



شکل ۳-۲۷ آب با جریان لایه ای، در لوله ای با دو سطح مقطع متفاوت حرکت می کند. با کاهش سطح مقطع لوله، جریان آب تندتر می شود و فشار آن کاهش می یابد.

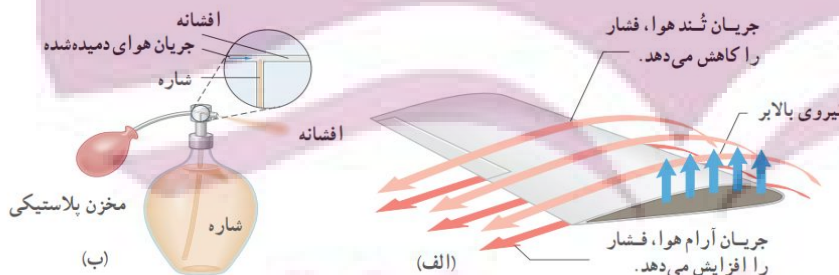
۴۱. دانیل برنولی، فیزیکدان و ریاضیدان سوئیسی، متوجه شد که در جاهایی از لوله که جریان آب تندتر است، فشار کمتر است. برنولی

همچنین متوجه شد که این اصل نه تنها برای مایع ها، بلکه برای گازها نیز برقرار است.

۴۲. اصل برنولی: در مسیر حرکت شاره با افزایش تندی شاره فشار آن کاهش می یابد.

۴۳. کاربرد هایی از اصل برنولی: نیروی بالابر وارده به بال های هواپیما - حرکت کات دار توپ فوتبال و افشانه عطر - دمیدن در سطح بالای یک ورق کاغذ جلوی دهان و حرکت کردن کاغذ به طرف بالا.

۴۴. کاربرد های دیگر اصل برنولی: بال های هواپیما طوری طراحی شده اند 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 خاصی به بال هواپیما وارد می شود. شکل ۳-۳۱ - ۳۱ ب یک سمپاش معمولی را نشان می دهد. وقتی مخزن پلاستیکی پر از هوا را فشار می دهید، جریان سریع هوای دمیده شده، سبب کاهش فشار هوای بالای لوله فرو رفته در شاره می شود. در نتیجه شاره از لوله بالا می آید و از طریق روزنه ای که به آن متصل است به بیرون افشانه می شود. در بیشتر شیشه های عطر نیز از همین اثر استفاده میشود.



شکل ۳-۳۲ کاربرد اصل برنولی در (الف) بال هواپیما برای ایجاد نیروی بالابر خالص، (ب) سم پاش ها و شیشه های عطر برای افشانش سم و عطر

۴۵. غواص ها می توانند با قرار دادن یک سر لوله ای در دهان خود، در حالی که سر دیگر آن از آب بیرون است، تا عمق بیشینه های در آب فرو روند و نفس بکشند. با گذشتن از این عمق، اختلاف فشار درون و بیرون ریه غواص افزایش می یابد و غواص را ناراحت میکند. چون هوای درون ریه از طریق لوله با هوای بیرون ارتباط دارد، فشار هوای درون ریه، همان فشار جو است در حالی که فشار وارد بر قفسه سینه او، همان فشار در عمق آب است.

غواص های مجهز به مخزن هوای فشرده می توانند تا عمق بیشتری در آب فرو روند، زیرا فشار هوای درون ریه آن ها با افزایش عمق، همپای فشار آب بر سطح بیرونی بدن زیاد می شود.



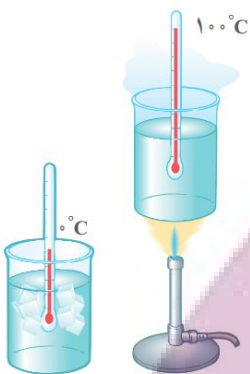
حفظیات فیزیک کنکور - دما و گرما

حفظیات مخصوص کنکور ۹۹

۱. دما کمیتی است که میزان سردی و گرمی اجسام را مشخص می کند.

۲. برای اندازه گیری دما لازم است مقیاس دمایی داشته باشیم و برای این کار می توانیم از هر مشخصه قابل اندازه گیری بهره بگیریم گرمی و سردی جسم تغییر می کند. به این ویژگی، اصطلاحاً کمیت دماسنجی می گویند.

۳. تغییر کمیت دماسنجی، اساس کار دماسنج هاست. ساده ترین و رایج ترین نوع دماسنج، دماسنج های جیوه ای و الکلی است. در این دماسنج ها، کمیت دماسنجی، ارتفاع مایع درون لوله دماسنج است؛ زیرا به جز چند مورد استثنا تمام مواد با افزایش دما، منبسط و با کاهش آن منقبض می شوند.



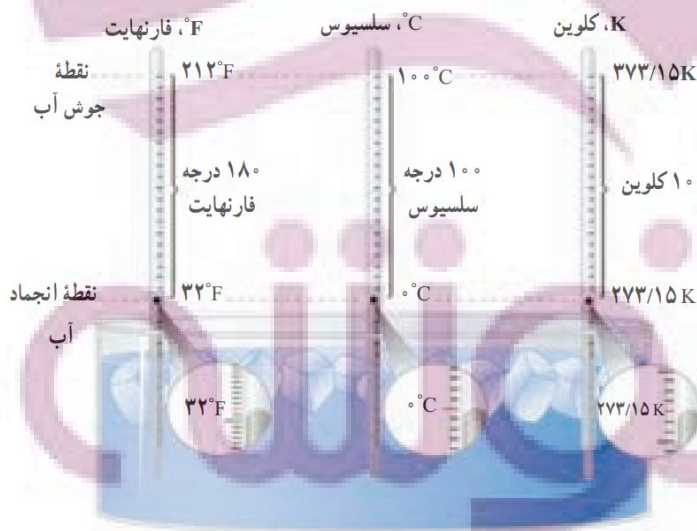
شکل ۴-۱: شکلی طرح وار از مقیاس بندی دما

۴. یکی از مقیاس های متداول دما، مقیاس دما برحسب درجه سلسیوس است. این مقیاس مبتنی بر دو نقطه ثابت است: یکی دمایی که در آن آب خالص در فشار جو (یک اتمسفر) شروع به یخ زدن می کند و دیگری دمایی که آب خالص در فشار جو متعارف در حال جوشیدن است. به نقطه اول، عدد صفر و به نقطه دوم، عدد ۱۰۰ را اختصاص می دهند و فاصله بین این دو را به ۱۰۰ قسمت مساوی تقسیم می کنند و هر قسمت را ۱ درجه می نامند.

۵. از سال ۱۹۵۴ میلادی، یکای دیگری به نام کلون به عنوان مقیاس بین المللی دما انتخاب شد. این یکا، با نماد K نمایش داده میشود. دما برحسب کلون را معمولاً با T نشان می دهند.

۶. صفر کلون به طور دقیق برابر منفی ۲۷۳/۱۵ درجه ی سانتی گراد است ولی برای محاسبه های این کتاب همان مقدار تقریبی منفی ۲۷۳ درجه سانتی گراد در نظر گرفته می شود.

۷. یکای رایج دیگر دما که هنوز هم در صنعت و هواشناسی کاربرد دارد، فارنهایت است.



۸. مقایسه ی یکاهای دما:

۹. دماسنج تابشی بر اساس آشکار سازی شدت گرمای تابشی عمل میکند

۱۰. دانشمندان برای کارهای علمی، سه دماسنج را به عنوان دماسنج های معیار برای اندازه گیری دماهای مختلف پذیرفته اند: دماسنج گازی، دماسنج مقاومت پلاتینی و تفسنج (پیرومتر)

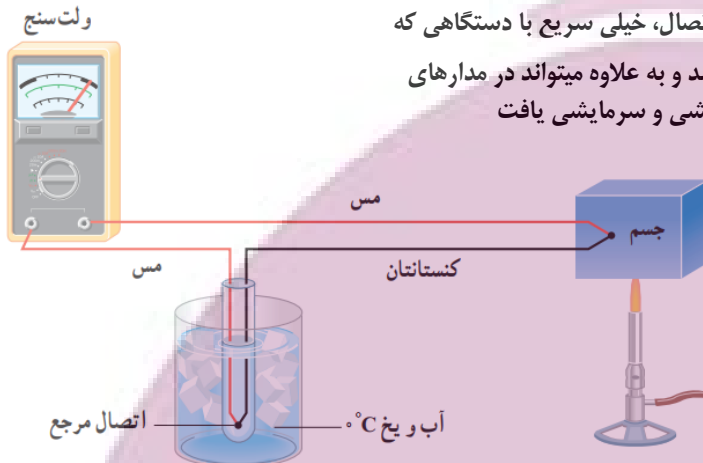
۱۱. اساس کار دماسنج گازی مبتنی بر قانون گازهای کامل است و همچنین اساس کار تفسنج، بر تابش گرمایی مبتنی است.

۱۲. یکی از دماسنج های مهم دیگر که تا پیش از سال ۱۹۹۰ میلادی جزو دماسنج های معیار شمرده می شد، دماسنج ترموکوپل است که به دلیل دقت کمتر آن نسبت به سایر دماسنج ها، از مجموعه دماسنج های معیار کنار گذاشته شد؛ ولی این دماسنج همچنان کاربرد فراوانی در صنعت و آزمایشگاه ها دارد. کمیت دماسنجی این دماسنج، ولتاژ است.

۱۳. مطابق شکل فوق، دو سیم رسانای غیر همجنس 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 سیم های مسی رابط به یک ولت سنج بسته می شود. با تغییر دمای محل مورد اندازه گیری، عددی که ولتسنج نشان می دهد، تغییر می کند. اگر آزمایش را چندین بار و برای دماهای متفاوت تکرار کنیم، می توانیم ولتاژهای مربوط به هر دمای را مشخص کنیم.

۱۴. گستره دماسنجی یک ترموکوپل به جنس سیمهای آن بستگی دارد.

۱۵. مزیت ترموکوپل این است که به دلیل جرم کوچک محل اتصال، خیلی سریع با دستگاهی که دمای آن اندازه گیری می شود به حالت تعادل گرمایی می رسد و به علاوه میتواند در مدارهای الکترونیکی به کار رود که در بسیاری از وسایل صنعتی، گرمایشی و سرمایشی یافت می شود.



۱۶. نوع ویژه ای از دماسنج های مایعی که بیشینه و کمینه دما را در یک مدت زمان معین نشان می دهد، دماسنج بیشینه — کمینه نام دارد. از این دماسنج ها معمولاً در مراکز پرورش گل و گیاه، باغداری، هواشناسی و ... استفاده می شود.

شکل ۱۴-۷ طرحی از یک دماسنج ترموکوپل

۱۷. وقتی دندانپزشک سوراخ دندانی را پر می کند، باید ماده پرکننده دندان همان مشخصه های انبساط گرمایی دندان را داشته باشد در غیر این صورت، خوردن یک بستنی سرد و در پی آن نوشیدن چای داغ، بسیار دردناک خواهد بود و ممکن است سبب شکستن دندان نیز بشود.

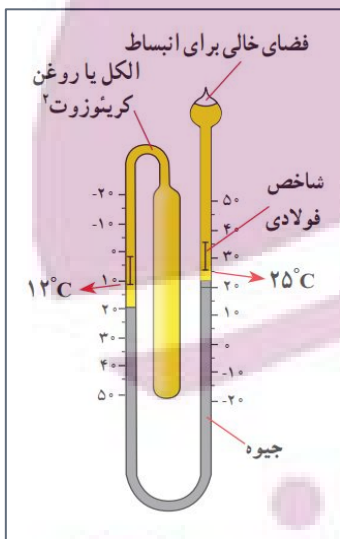
۱۸. بیشتر اجسام با افزایش دما حجمشان زیاد و با کاهش دما حجمشان کم می شود. همانطور که دیدیم این پدیده اساس ساخت بعضی از دماسنج هاست. بی توجهی به پدیده انبساط در ساختن پل ها، ساختمان ها، خط آهن ها، خطوط انتقال نیرو، خطوط انتقال سوخت و ... می تواند مشکل ایجاد کند.

۱۹. ضریب انبساط طولی α علاوه بر جنس ماده، به دما نیز اندکی وابسته است، اما به دلیل اینکه این وابستگی ناچیز است، معمولاً آن را در محاسبات معمولی نادیده می گیریم.

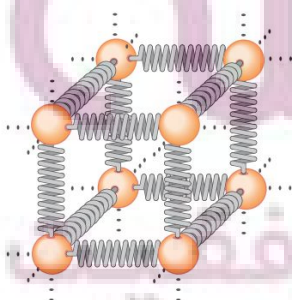
۲۰. دماسنج نواری دوفلزه: نوار دوفلزه (بیمتال) از دو تیغه فلزی متفاوت، مانند برنج و آهن ساخته شده است که سرتاسر به هم جوش داده شده یا پرچ شده اند. هرگاه این نوار، گرم یا سرد شود، نوار خم می شود.

۲۱. توجیه انبساط گرمایی، مبتنی بر دیدگاه میکروسکوپی است. انبساط گرمایی یک جسم پیامد تغییر فاصله بین اتم ها یا مولکول های تشکیل دهنده ی آن است.

می توان نشان داد با افزایش دمای جامد، فاصله متوسط بین اتمها افزایش مییابد و در نتیجه، جسم جامد منبسط می شود. در مایع با افزایش دما حرکت کاتوره ای اتم ها و مولکول ها بیشتر می شود. این افزایش حرکت ها باعث دور شدن اتم ها و مولکول ها از هم می شود و حجم مایع افزایش می یابد.



شکل مربوط به مورد ۱۶



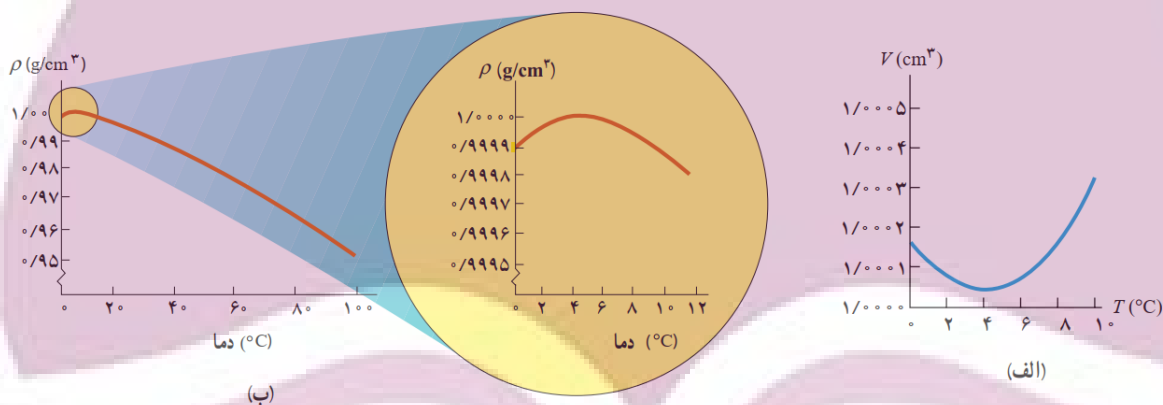
شکل ۱۴-۱۲ در جامدها، نیروی بین اتمی مثل فنر عمل می کند.

۲۲. انبساط سطحی و حجمی: سطح و حجم بیشتر اجسام با افزایش دما زیاد میشود. تجربه نشان می دهد با انبساط جسم جامد، شکل آن عوض نمی شود و همه ابعاد آن به تناسب افزایش می یابد.

۲۳. افزایش دما که به طور معمول موجب افزایش حجم اجسام می شود، بر جرم آنها تأثیری ندارد. به همین دلیل انتظار داریم که چگالی اجسام با افزایش دما کاهش یابد.

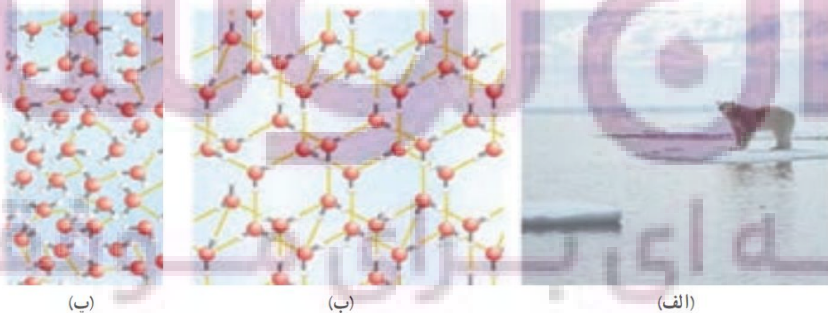
۲۴. انبساط غیرعادی آب: در زمستان های سرد، سطح آب آبگیرها و دریاچه های کوچک یخ می زند و به تدریج یخ ضخیم تر

می شود؛ اما در ته آبگیرها، دمای آب بالاتر از 4°C بوده و برای موجودات زنده ای که آنجا زندگی می کنند، نسبتاً گرم و مناسب است. در واقع حجم بیشتر مایع ها با کم شدن دما کاهش و در نتیجه چگالی آن ها افزایش می یابد، ولی رفتار آب در محدوده دمایی 4°C تا 0°C متفاوت است؛ یعنی در این محدوده با کاهش دما، حجم آب افزایش و در نتیجه چگالی آن کاهش می یابد. پس از دمای 4°C مانند دیگر اجسام، با افزایش دما، حجم افزایش و چگالی کاهش می یابد. همین تغییر حجم غیرعادی آب است که موجب می شود دریاچه ها به جای اینکه از پایین به بالا یخ بزنند، از بالا یخ بزنند. وقتی دمای سطح آب مثلاً از 10°C اندکی کمتر شود، چگالی آب نسبت به آب زیر خود افزایش می یابد و این آب، پایین می رود. این رفتار تا رسیدن به دمای 4°C ادامه می یابد؛ ولی همانطور که دیدیم در دمای پایینتر از 4°C حجم آب افزایش پیدا می کند و در نتیجه چگالی آن کاهش می یابد؛ یعنی سرد شدن بیشتر آب موجب میشود که چگالی آب سطح دریاچه نسبت به آب زیر آن کمتر شود و در نتیجه در سطح باقی بماند تا اینکه یخ بزند در حالی که آب زیر دریاچه هنوز مایع است و دمایی بیش از صفر درجه دارد، سطح آب یخ می زند. اگر آب دریاچه ها از پایین به بالا یخ میزد، اثرات زیست محیطی زیان باری در پی داشت و حیات گیاهی و جانوری در عمق دریاچه ها از بین میرفت.



شکل ۱۴-۱۱ (الف) تغییرات حجم یک گرم آب (شیرین) با دما، (ب) تغییرات چگالی آب (شیرین) با دما

۲۵. رفتار شگفت انگیز آب را می توان با ساختار مولکول های آن در یخ توضیح داد. مولکولهای آب در یخ شبکه ای بلوری تشکیل می دهند، به طوری که مولکول ها در بعضی نواحی خیلی به هم نزدیک اند و در نواحی دیگر، بین آن ها فضای خالی وجود دارد (شکل ۴-۱۵ ب). وقتی آب از یخ به حالت مایع تبدیل می شود، ساختار شبکه بلوری درهم می شکند و آرایش مولکول های آن یکنواخت تر می شود و در نتیجه حجم اشغال شده کاهش می یابد (شکل ۴-۱۵ پ). در محدوده دماهای 0°C تا 4°C بقایای ساختار مولکولی یخ هنوز در آب وجود دارد و موجب رفتار غیرعادی آ



شکل ۱۵-۱۱ (الف) آب در حالت مایع چگال تر از یخ است و در نتیجه یخ بر روی آب شناور می ماند. (ب) مولکول های آب در یخ تشکیل یک شبکه بلوری می دهند. (پ) آب در حالت مایع تشکیل شبکه بلوری نمی دهد.

۲۶. اگر آب خیلی سرد را در لیوان بریزیم و سپس این لیوان را روی میز اتاق بگذاریم، آب گرم میشود تا اینکه به دمای هوای اتاق برسد. به همین ترتیب، اگر آب داغ را در لیوان بریزیم و لیوان را روی میز بگذاریم، آب خنک می شود تا اینکه به دمای هوای اتاق برسد. این گرمتر یا سردتر شدن در ابتدا به سرعت رخ می دهد و سپس با آهنگ کند تری ادامه می یابد تا اینکه دمای آب با دمای اتاق یکسان گردد. در این حالت که آب، لیوان و هوای اتاق در دمای یکسانی هستند، اصطلاحاً میگوییم تعادل گرمایی حاصل شده است. تا پیش از قرن نوزدهم، چنین مشاهداتی را با پذیرفتن موجودی به نام کالریک توجیه می کردند. به عبارتی فرض می کردند که چیزی به نام کالریک از جسم گرم به جسم سرد جریان می یابد.

۲۷. کنت رامفورد و جیمز پرسکات ژول در پی آزمایش های هوشمندانه ای که نمونه ای از آن در شکل زیر نشان داده شده است، دریافتند آنچه که در چنین فرایندهایی رخ می دهد، چیزی جز انتقال انرژی نیست.



شکل ۱۷-۴ نمونه ای از آزمایش ژول : در این آزمایش نشان داده می شود کار نیروی وزن برابر با مقدار گرمای لازم برای افزایش دمای آب است.

مثلاً در مثال آب داغ، انتقال انرژی از آب به محیط پیرامون، سبب کاهش دمای آب می شود. در حالت کلی هرگاه جسمی با دمای بیشتر در تماس گرمایی با جسمی با دمای کمتر قرار گیرد، بر اثر اختلاف دمای دو جسم، انرژی از جسم گرمتر به جسم سردتر منتقل می شود. به این انرژی انتقال یافته بر اثر اختلاف دمای دو جسم، گرما گفته می شود.

۲۸. توجه کنید اشاره کردن به گرمای موجود در یک جسم اشتباه است. گرما یک انرژی در حال گذار است؛ بنابراین، عبارت هایی مانند گرمای یک جسم، نادرست است. گرما را با نماد Q نشان می دهند. چون گرما، انرژی انتقال یافته است، پس باید همان یکای انرژی (ژول) را داشته باشد. یکای دیگر گرما، کالری است که در موارد خاصی مورد استفاده قرار می گیرد.

۲۹. وقتی دو جسم سرد و گرم در تماس با یکدیگر قرار می گیرند، از دیدگاه میکروسکوپی، آنچه که اتفاق می افتد کاهش انرژی های پتانسیل و جنبشی مربوط به حرکت های کاتوره ای اتم ها، مولکول ها و سایر اجزای میکروسکوپی داخل جسم گرم، و افزایش همین انرژی ها در داخل جسم سرد است تا آنکه دو جسم به تعادل گرمایی برسند.



شکل ۱۷-۴ وقتی دو جسم با دمای متفاوت را در تماس با یکدیگر قرار می دهیم، انرژی از جسم گرم به جسم سرد، منتقل می شود. با رسیدن به تعادل گرمایی، دیگر گرمایی منتقل نمی شود.

۳۰. وقتی میگوییم ظرفیت گرمایی یک جسم 2000 J/K است، یعنی اگر به آن جسم 2000 J گرما بدهیم، دمای آن 1 K افزایش پیدا میکند. توجه کنید که منظور از ظرفیت، این نیست که جسم، توانایی محدودی در مبادله گرما دارد؛ بلکه تا وقتی که اختلاف دما باشد، مبادله گرما ادامه می یابد.

۳۱. مقادیر زیاد آب، مانند آب دریاچه ها و دریاها، نوسان های دمای هوای اطراف خود را متعادل می کند زیرا اگر مقدار آب زیاد باشد، می تواند گرمای زیادی از محیط بگیرد یا اینکه به محیط بدهد، بی آنکه دمای خودش تغییر محسوسی بکند.

۳۲. گرمای ویژه هر جسم، مقدار گرمایی است که باید به یک کیلوگرم از آن جسم داده شود تا دمای آن یک درجه سلسیوس (یا یک کلونین) افزایش یابد.

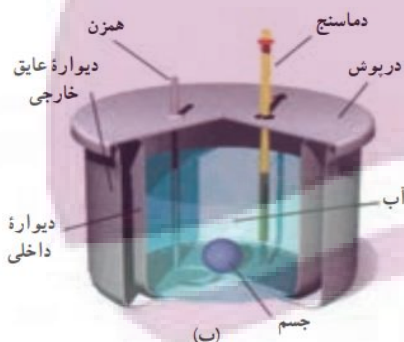
۳۳. یکای مناسب برای تعیین مقدار یک ماده، مول است. مقدار ماده برحسب مول را با n نشان می دهند.

۳۴. گرمای ویژه مولی یک ماده، مقدار گرمایی است که باید به یک مول از آن ماده بدهیم تا در شرایط فیزیکی تعیین شده، دمای آن $K1$ افزایش یابد.

۳۵. اگر گرمای ویژه $\circ$ مولی مواد بلورین مختلف را با هم مقایسه کنیم (در حجم ثابت) به نظم شگفت انگیزی پی می بریم و درمی یابیم برای بیشتر فلزها، مقدار آن تقریباً مساوی با $25 J/mol.K$ است. این نظم با آنکه تقریبی است به نام قاعده ی دولن و پتی مشهور است که بیان میدارد گرمای لازم برای بالا بردن دمای یک مول از هر کدام از این فلزها، مقدار یکسانی است و به جنس آنها بستگی ندارد.

۳۶. دمای تعادل: اگر دو یا چند جسم با دماهای مختلف در تماس با یکدیگر قرار گیرند پس از مدتی هم دما می شوند، یعنی دمای آنها به مقدار یکسانی می رسد.

۳۷. گرماسنج: گرماسنج که به آن کالری متر نیز می گویند شامل ظرفی است در پوشدار که به خوبی عایق بندی گرمایی شده است. این ظرف در آزمایش های گرماسنجی مانند تعیین گرمای ویژه اجسام، به کار میرود. در گرماسنج مقداری آب با جرم معین می ریزیم و پس از هم دما شدن آب و گرماسنج، دمای آب را اندازه می گیریم. سپس جسمی را که می خواهیم گرمای ویژه اش را پیدا کنیم و جرم و دمای اولیه آن معلوم است، درون گرماسنج قرار میدهیم. آنگاه به کمک همزن آب را به هم میزنیم تا مجموعه سریعتر به دمای تعادل برسد. پس از برقراری تعادل گرمایی، دمای تعادل را اندازه می گیریم.



شکل ۴-۱۱ الف) عکسی واقعی و ب) طرحی از نمای داخلی یک گرماسنج

شکل ۴-۱۲ الف) عکسی واقعی و ب) طرحی از نمای داخلی یک گرماسنج

(الف)

۳۸. اگر به جسم جامدی گرما دهیم، دمای آن افزایش می یابد. اگر عمل گرما دادن را برای جامدهای خالص و بلورین ادامه دهیم، وقتی دمای جسم به مقدار مشخصی برسد، افزایش دما متوقف می شود و دما ثابت باقی می ماند. در این حالت، جسم شروع به ذوب شدن می کند و به مایع تبدیل می شود. این دمای ثابت را نقطه ذوب یا دمای گذار جامد به مایع می نامند، که به جنس جسم و فشار وارد بر آن بستگی دارد. به استثنای چند مورد خاص، حجم جامدهای بلوری هنگام ذوب شدن افزایش می یابد؛ زیرا حجمی که بلور با آرایش منظم مولکول ها در حالت جامد اشغال می کند، نسبت به این حجم در حالت مایع که آرایش مولکولی نامنظمی دارد، کمتر است.

۳۹. 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 می کنیم، پیش از ذوب شدن خمیری شکل می شوند. این مواد در گستره های از دما به تدریج ذوب می شوند.

۴۰. معمولاً افزایش فشار وارد بر جسم سبب بالا رفتن نقطه ذوب جسم می شود. اما در برخی مواد مانند یخ، افزایش فشار به کاهش نقطه ذوب می انجامد که این در مورد یخ بسیار ناچیز است.

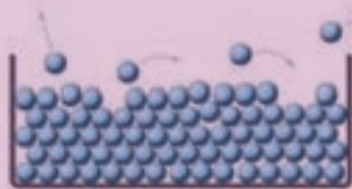
۴۱. عمل ذوب، فرایندی گرماگیر است؛ یعنی به جسم جامدی که به دمای ذوب خود رسیده باشد باید گرما بدهیم. این گرما، دمای جسم را تغییر نمی دهد؛ بلکه سبب تغییر حالت آن می شود.

ذوب شدن یک قالب یخ و تبدیل آن به آب مثالی مشهور از این دست است.

۴۲. انجماد یک مایع و تبدیل آن به یک جامد، عکس فرایند ذوب شدن است و لازمه این فرایند گرفتن گرما از مایع است تا مولکول ها بتوانند در یک ساختار جدید قرار گیرند. در اینجا نیز تغییر حالت بدون تغییر دما رخ می دهد.

۴۳. فلز گالیم یکی از چند عنصری است که در دماهای پایین ذوب می شود.

۴۴. خشک شدن لباس خیس که روی بند رخت آویخته شده است، یا خشک شدن سریع یک زمین خیس در هوای گرم تابستان مثال هایی از نوعی تبخیر هستند که به آن **تبخیر سطحی** گفته می شود. تا پیش از رسیدن به نقطه جوش مایع، تبخیر به طور پیوسته ای از سطح مایع رخ می دهد. در پدیده تبخیر سطحی، تندی برخی از مولکول های مایع به حدی میرسد که می توانند از سطح مایع فرار کنند. تجربه نشان می دهد آهنگ رخ دادن این فرایند به عواملی از جمله دما و مساحت سطح مایع بستگی دارد.



شکل ۴-۲۵ در حین تبخیر سطحی، مولکول های برانرژی تر از سطح مایع می گریزند.

۴۵. وقتی مایعی را روی اجاقی قرار می دهیم، با گرم کردن مایع به دمای مشخصی میرسیم که در آن حباب های گاز از درون مایع بالا می آیند، که نشانه ای از آغاز فرایندی موسوم به جوشیدن است. به این دمای مشخص، نقطه جوش می گویند. در مورد آب، به محض اینکه حباب ها بالا می آیند به آب کمی سردتر می رسند و پیش از رسیدن به سطح آزاد آب با صدای تیزی فرومی پاشند و در آنجا دوباره به مایع تبدیل می شوند. ولی وقتی دمای آب همچنان بالا برود، حباب ها می توانند بیشتر بالا بروند تا اینکه سرانجام به سطح آزاد آب می رسند و در آنجا با صدای دیگری که به آن «غلغل کردن» می گویند فرو می پاشند. در این حالت است که می گوئیم آب به «جوش کامل» رسیده است و آهنگ تبخیر به بیشترین مقدار خود می رسد. دماسنجی که مخزن آن درون آب قرار دارد دمای ثابتی را نشان می دهد که برای آب خالص در فشار جو متعارف 100°C است.

در جوشیدن، کل مایع در فرایند تبخیر شرکت می کند. به فرایند تبخیر تا پیش از رسیدن به نقطه جوش، تبخیر سطحی و به فرایند تبخیر در نقطه جوش، اصطلاحاً جوشیدن می گویند، در حالیکه هر دو فرایند، تبخیرند.



شکل ۴-۲۶ در هنگام جوشیدن، حباب ها از محل تشکیل خود به سمت سطح آزاد مایع بالا می روند.

۴۶. گرمای نهان تبخیر هر مایع به جنس و دمای آن بستگی دارد.

۴۷. نقطه جوش هر مایع به جنس و فشار وارد بر آن بستگی دارد. افزایش فشار وارد بر مایع سبب بالا رفتن نقطه جوش آن می شود.

۴۸. تخم مرغ در ارتفاعات دیر تر پخته می شود.

۴۹. تبدیل بخار به مایع میعان گفته می شود. در واقع میعان، وارون فرایند تبخیر است. بنابراین، بخار گرما از دست می دهد و به مایع تبدیل می شود.

۵۰. بخار هنگام میعان گرما از دست می دهد و باعث گرم شدن اجسام پیرامون خود می شود؛ مثلاً یکی از عواملی که موجب می شود در هوایی که رطوبت آن زیاد است، احساس گرمای بیشتری بکنیم، همین میعان بخار آب روی بدنمان است.

۵۱. شارش گرما به سه صورت متفاوت انجام می شود که عبارت اند از: رسانش گرمایی، همرفت و تابش گرمایی. در هر فرایند انتقال گرما، ممکن است هر سه این ساز و کارها دخالت داشته باشند.

۵۲. رسانش گرمایی در اجسام، به دلیل ارتعاش اتم ها و گسترش این ارتعاش ها در طول آن هاست. به جهت نبود الکترون های آزاد در اجسامی مانند چوب و شیشه، این اجسام رساناهای گرمایی خوبی نیستند. به همین دلیل از برخی از این مواد در دیوارها و سقف بناها استفاده می کنند تا حتی الامکان از خروج گرما در زمستان و ورود آن در تابستان جلوگیری کنند. اما در فلزات افزون بر ارتعاش های اتمی، الکترون های آزاد نیز در انتقال گرما نقش دارند. بنابراین، نسبت به سایر اجسام، رساناهای گرمایی بسیار بهتری هستند.

در واقع چون الکترون ها بسیار کوچک اند و به سرعت حرکت می کنند با برخورد با سایر الکترون ها و اتمها سبب رسانش گرما می شوند بنابراین، در رساناهای فلزی سهم الکترون های آزاد در رسانش گرما بیشتر از اتم هاست.

۵۳. برای جلوگیری از اتلاف گرما در پنجره های معمولی آن ها را با شیشه های دوجداره با لایه میانی هوا جایگزین می کنند.

۵۴. موهای بدن خرس برای گرم نگه داشتن بدن این حیوان تو خالی هستند.

۵۵. انتقال گرما در مایعات و گازها که معمولاً رساناهای گرمایی خوبی نیستند عمدتاً به روش همرفت، یعنی همراه با جابه جایی بخشی از خود ماده، انجام می گیرد. این پدیده بر اثر کاهش چگالی شاره با افزایش دما صورت می گیرد.

۵۶. همرفت می تواند در همه شاره ها، چه مایع و چه گاز، به وقوع بپیوندد. در همرفت، برخلاف رسانش

گرمایی، انتقال گرما با انتقال بخش هایی از خود ماده صورت می گیرد و وقتی شاره در تماس با جسمی

گرم تر از خود قرار گیرد، فاصله متوسط مولکول ها در بخشی از شاره که در تماس با جسم گرم است، افزایش

می یابد؛ بدین ترتیب حجم آن زیاد می شود، در نتیجه چگالی این قسمت از شاره کاهش می یابد؛ چون

اکنون چگالی این شاره انبساط یافته کمتر از شاره سردتر اطراف خود است. نیروی شناوری (بنا به اصل ارشمیدس)

موجب بالارفتن آن می شود. آنگاه مقداری از شاره سردتر اطراف آن، جایگزین شاره گرم تر می شود که بالا رفته است و این فرایند به همین ترتیب ادامه می یابد.

۵۷. گرم شدن هوای داخل اتاق به وسیله بخاری و رادیاتور شوفاژ - گرم شدن آب درون قابلمه - جریان های باد ساحلی - انتقال گرما از مرکز خورشید به سطح آن و ... بر اثر پدیده همرفت رخ می دهند.



شکل ۴-۳۳ گرم شدن آب درون قابلمه به روش همرفت



شکل ۴-۳۴ گرم شدن هوای اتاق به روش همرفت

۵۸. نوع دیگری از همرفت، همرفت واداشته است

که در آن شاره به کمک یک تلمبه (طبیعی یا مصنوعی)

به حرکت واداشته می شود تا با این حرکت، انتقال

گرما صورت پذیرد. سیستم گرم کننده مرکزی در

ساختمان ها و سیستم خنک کننده موتور اتومبیل

و نیز گرم و سرد شدن بخش های مختلف بدن بر

اثر گردش جریان خون در بدن جانوران خونگرم

مثال هایی عینی از انتقال گرما به روش همرفت

واداشته هستند.

شکل ۴-۳۵ روز: زمین ساحل گرم تر از آب دریاست. پدیده همرفت موجب نسیمی از سوی دریا به سمت ساحل می شود. شب: زمین ساحل سردتر از آب دریاست. پدیده همرفت موجب نسیمی از سوی ساحل به سمت دریا می شود.

۵۹. تابش گرمایی: همه ما تجربه گرم شدن در آفتاب را داریم. با نزدیک کردن دستان به اجسام گرمی مانند رادیاتور گرم شوفاژ، یا زیر لامپ رشته ای روشن نیز تجربه مشابهی خواهیم داشت. هوا رسانای خوبی نیست و چون دست شما زیر لامپ قرار دارد، انتقال گرما به روش همرفت نیز نمی تواند رخ داده باشد. خورشید، لامپ داغ، کتری، رادیاتور شوفاژ و ... از خود پرتوهایی گسیل می کنند که دست ما با جذب کردن آنها گرم می شود. این پرتوها از نوع امواج الکترومغناطیسی هستند که شامل امواج رادیویی، تابش فروسرخ، نور مرئی، تابش فرابنفش، پرتوهای X و پرتوهای γ است.

۶۰. هر جسم در هر دمایی تابش الکترومغناطیسی گسیل می کند. به این نوع تابش، تابش گرمایی می گویند. تابش گرمایی در دماهای زیر حدود 500°C عمدتاً به صورت تابش فروسرخ است که نامرئی است.

۶۱. برای آشکارسازی تابش های فروسرخ از ابزاری موسوم به دمانگار استفاده می کنیم و به تصویر به دست آمده از آن دمانگاشت می گوئیم.

۶۲. 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 رنگ های روشن تابش گرمایی کمتری دارند، در حالی که تابش گرمایی سطوح تیره، ناصاف و مات بیشتر است.

۶۳. تابش گرمایی در پدیده های زیستی:

الف) شکار تابش فروسرخ: نوعی از مارهای زنگی اندام هایی حفرهای بر روی پوزه خود دارند که نسبت به تابش فروسرخ حساساند. این مارها اغلب در سیاهی شب شکار می کنند. در واقع اندام های حفرهای به آنها کمک می کند که طعمه های خونگرم خود را به واسطه تابش فروسرخشان در تاریکی و سرمای شب مشاهده کنند.

ب) کلم اسکانک: 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 می دهد و می تواند برف اطرافش را در زمستان آب کند.

۶۴. پرتوسنج (رادیومتر) وسیلهای است که از یک حباب شیشه ای تشکیل شده است که درون آن چهار پره فلزی قائم قرار دارد که می توانند حول یک محور (سوزن عمودی) بچرخند. دو وجه هر چهار پره، یک در میان سفید و سیاه است. وقتی این وسیله کنار یک چشمه نور قرار گیرد، پره ها حول سوزن عمودی میچرخند و هر چه شدت نور بیشتر باشد، این چرخش سریعتر است.

۶۵. از تابش گرمایی می توان به عنوان مبنایی برای اندازه گیری دمای اجسام استفاده کرد. به روش های اندازه گیری دما مبتنی بر تابش گرمایی، تفسنجی و به ابزارهای اندازه گیری دما به این روش، تفسنج می گویند.

۶۶. تفسنج بر خلاف سایر دماسنج ها بدون تماس با جسمی که می خواهیم دمای آن را اندازه بگیریم، دمای جسم را اندازه می گیرد.

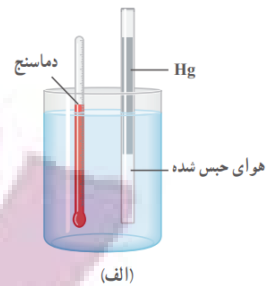
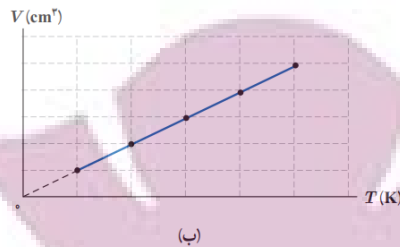
۶۷. تفسنجی، به خصوص در اندازه گیری دماهای بالای 1100°C اهمیت ویژه ای دارد. تفسنج تابشی و تفسنج نوری، تفسنج هایی برای اندازه گیری این دماها هستند و تفسنج نوری به عنوان دماسنج معیار برای اندازه گیری این دماها انتخاب شده است.

۶۸. روی برخی از افشانه ها (اسپری ها) نوشته شده است "از قرار دادن افشانه در آتش خودداری شود." با داغ کردن قوطی افشانه، جنبش مولکولی گاز درون آن زیاد می شود و فشار وارد از گاز به دیواره های آن افزایش می یابد و این میتواند حتی موجب ترکیدن قوطی شود.

۶۹. اگر در یک بطری نوشابه پلاستیکی و توخالی، اندکی آب داغ بریزیم و سپس آب را در بطری چرخانده و دور بریزیم و آنگاه در بطری را محکم ببندیم، بطری پس از مدتی مچاله می شود.

۷۰. ژاک شارل دانشمند فرانسوی به طور تجربی دریافت که اگر فشار مقدار معینی از یک گاز، ثابت نگه داشته شود حجم آن مستقیماً با افزایش دما (بر حسب کلوین) افزایش و با کاهش دما، کاهش می یابد.

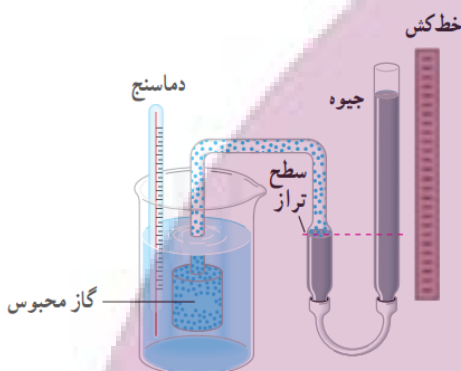
توسعه ای برای موفقیت



شکل ۴-۳۴ الف) آسبایی برای تحقیق اثر دما بر حجم مقدار ثابتی از گاز که در فشار ثابت نگه داشته شده است. **ب)** نمودار V بر حسب T برای یک گاز، وقتی فشار و مقدار گاز ثابت باشد.

۷۱. شیمی دان فرانسوی ژوزف لوئیسی لوساک به طور تجربی دریافت که اگر حجم مقدار معینی از یک گاز ثابت نگه داشته شود، فشار آن مستقیماً با دما (بر حسب کلوین) متناسب است.

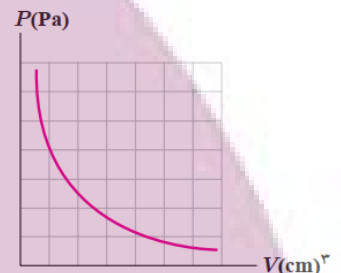
۷۲. دانشمند انگلیسی رابرت بویل در سال ۱۶۶۲ میلادی و دانشمند فرانسوی امه ماریوت دریافتند که اگر دمای مقدار معینی از یک گاز، ثابت نگه داشته شود، فشار آن با حجمش رابطه وارون دارد. به عبارتی، حاصلضرب فشار و حجم گاز مقداری ثابت است.



شکل ۴-۳۵ آزمایشی ساده برای اندازه گیری فشار گاز در دماهای مختلف (در حجم ثابت)



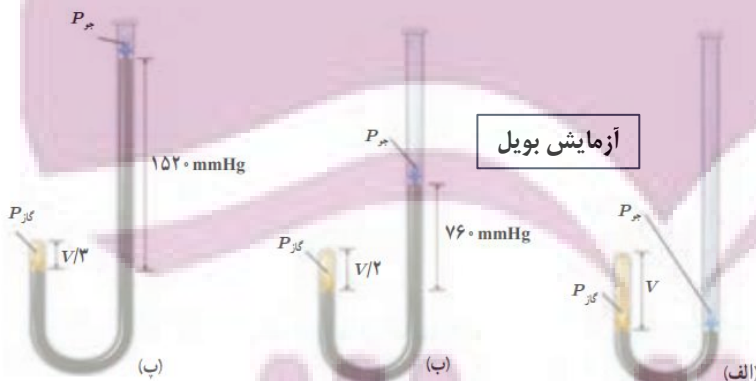
شکل ۴-۳۶ رابطه بین فشار و دمای یک گاز، در حجم ثابت



نمودار فشار بر اساس حجم گاز در دمای ثابت

۷۳. آزمایش بویل را بلد باشید :

آزمایش بویل



شکل ۴-۳۷ الف) در ابتدا گاز در فشار $۷۶۰ \text{ mmHg} = ۱ \text{ atm}$ است توجه کنید که ارتفاع جیوه در هر دو شاخه یکسان است و دهانه شاخه سمت راست باز است. حجم گاز محبوس V است. **ب)** اگر جیوه به شاخه سمت راست افزوده شود به طوری که اختلاف ارتفاع دو سطح جیوه ۷۶۰ mm گردد، فشار گاز برابر فشار جو (۷۶۰ mmHg) به علاوه ۷۶۰ mmHg ، یعنی برابر ۱۵۲۰ mmHg و حجم گاز محبوس $\frac{V}{۲}$ می شود. **ب)** اگر باز هم به شاخه سمت راست جیوه افزوده شود به طوری که اختلاف ارتفاع دو سطح جیوه ۱۵۲۰ mm گردد فشار کل وارد به گاز به ۲۲۸۰ mmHg می رسد و حجم گاز محبوس به $\frac{V}{۳}$ کاهش می یابد.

۷۴. با وجود تلاش در جهت ثابت نگه داشتن فشار هوای درون هواپیما، همواره مقدار آن کمتر از فشار هوای روی زمین است. وقتی هواپیما بالا می رود و فشار هوا کم می شود، بسته های نوشیدنی یا دسر باد می کنند و حتی گاهی درشان باز می شود.

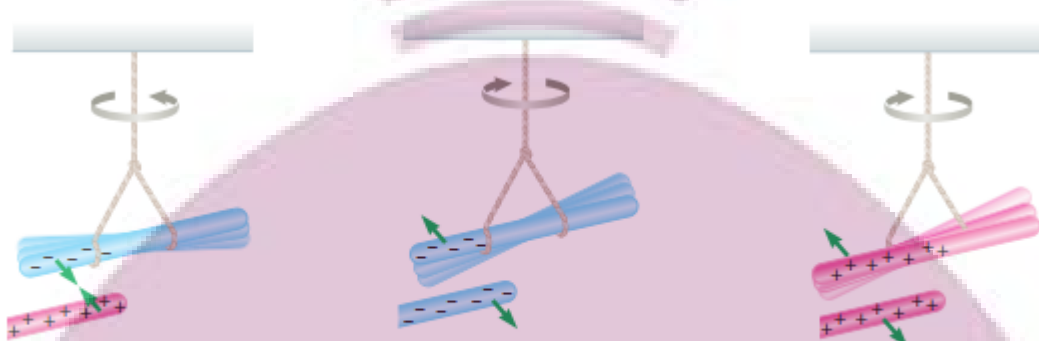
۷۵. آمدنو آوگادرو دانشمند ایتالیایی در سال ۱۸۱۱ میلادی بیان کرد که در دما و فشار یکسان، نسبت حجم گاز به تعداد مولکول های آن ثابت است.

۷۶. قانون گازهای آرمانی (کامل): همه روابطی که برای گازها بیان کردیم در مورد گازهایی که به اندازه کافی رقیق باشند، یا چگالی آنها به حد کافی کم باشد، با دقت خوبی برقرار است. به این گازها که مولکول های آنها به حدی از هم دورند که بر هم تأثیر چندانی نمی گذارند، گاز آرمانی (کامل) می گویند.

حفظیات فیزیک کنکور - الکتریسته ساکن

حفظیات مخصوص کنکور ۹۹

۱. صفحه های لمسی با استفاده از خازن ها کار می کنند.
۲. اگر قطعه ای از کهربا با پارچه پشمی مالش داده شود و سپس به خرده های کاغذ نزدیک شود خرده های کاغذ به سوی کهربا کشیده می شوند. در واقع المتریسیته از واژه ی الکترون گرفته شده است که به معنای کهرباست.
۳. وقتی دو جسم به یکدیگر مالش داده شوند هر دوی آن ها دارای بار الکتریکی می شوند و به یکدیگر نیرو وارد می کنند.



(ب) وقتی میله بلاستیکی مالش داده شده با پارچه پشمی را به میله نیشه ای مالش داده شده با پارچه ابریشمی نزدیک کنیم، همدیگر را جذب می کنند.

(ب) وقتی دو میله بلاستیکی را با پارچه پشمی مالش دهیم، همدیگر را دفع می کنند.

(الف) وقتی دو میله نیشه ای را با پارچه ابریشمی مالش دهیم، همدیگر را دفع می کنند.

شکل ۱-۴

۴. باردار بودن یک جسم و نوع بار آن را می توانیم با الکتروسکوپ (برق نما) تعیین کنیم.
۵. یکای بار الکتریکی در SI کولن (C) است.
۶. در یک اتم خنثی تعداد الکترون ها برابر با تعداد پروتون های هسته است. لذا جمع جبری همه ی بار ها برابر با صفر است.
۷. در مالش اجسام به یکدیگر الکترون ها تولید نمی شوند و یا از بین نمیروند بلکه از جسمی به جسم دیگر منتقل می شوند.
۸. اندازه ی بار منفی الکترون را بار بنیادی گویند که برابر است با: $e = 1/60217653 \times 10^{-19} C \approx 1/60 \times 10^{-19} C$
۹. جسمی که الکترون از دست می دهد تعداد الکترون هایش کمتر از تعداد پروتون هایش می شود در نتیجه بار الکتریکی خالص آن مثبت می گردد.
۱۰. جسمی که الکترون اضافه دریافت می کند الکترون هایش از پروتون هایش بیشتر می شود در نتیجه بار الکتریکی خالص آن منفی می گردد.

جدول ۱-۱ سری الکتریسته
مالشی (تریبو الکتریک)^۱

انتهای مثبت سری

موی انسان
نیشه
نایلون
پشم
موی گربه
شرب
ابریشم
آلومینیم
پوست انسان
کاغذ
چوب
پارچه کتان
کهربا
برنج، نقره
پلاستیک، پلی اتیلن
لاستیک
تفلون

انتهای منفی سری

۱۱. جهت افتراق اینکه کدام جسم الکترون از دست می دهد و کدام جسم الکترون دریافت می کند از جدول سری الکتریسته مالشی یا همان تریبو الکتریک استفاده می شود. تریبو در زبان یونانی به معنای مالش است.
۱۲. اگر دو ماده در این جدول در تماس با یکدیگر قرار بگیرند الکترون ها از ماده ی بالاتر جدول به ماده ای که در جدول پایین تر است منتقل می شوند. مثال: در مالش تفلون با نایلون الکترون ها از نایلون به تفلون منتقل می شوند.

۱۳. اصل پایستگی بار: مجموع جبری همهی بارهای الکتریکی در یک دستگاه منزوی (دستگاهی که نه از محیط بیرون بار بگیرد نه به آن بار دهد) ثابت است. یعنی بار می تواند از جسمی به جسم دیگر منتقل شود ولی هرگز امکان تولید یا نابودی یک بار خالص وجود ندارد.

۱۴. اصل کوانتیده بودن بار: در مالش اجسام به یکدیگر اگر جسم خنثی الکترون به دست آورد یا از دست بدهد، همواره بار الکتریکی مشاهده شده جسم، مضرب درستی از بار بنیادی e است: $q = \pm ne$ ، $n = 0, 1, 2, \dots$

۱۵. قانون کولن: نیروی الکتریکی که دو جسم باردار برهم وارد میکنند میتواند جاذبه یا دافعه باشد. اگر بارهای الکتریکی دو جسم همنام باشند، این نیرو دافعه است. اگر ناهمنام باشند، این نیرو جاذبه است.



شکل ۱-۶ گوی های باردار همنام یکدیگر را با نیرویی هم اندازه دفع کرده اند.

۱۶. نحوه ی وارد شدن نیروها به یکدیگر در دو بار نقطه ای به شرح زیر است:

در شکل ۱-۸، $\vec{F}_{12}$ نیروی است که بار نقطه ای q_1 به بار نقطه ای q_2 وارد می کند و $\vec{F}_{21}$ نیروی است که بار نقطه ای q_2 به بار نقطه ای q_1 وارد می کند. این دو نیروی الکتریکی (بنا به قانون سوم نیوتون) هم اندازه، هم راستا، و در خلاف جهت همدیگرند. به عبارتی:

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21} \Rightarrow F_{12} = F_{21} = F$$

(الف) نیروی الکتریکی بین دو بار الکتریکی همنام، دافعه است.

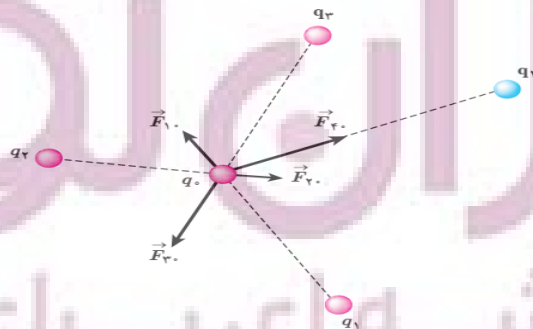
(ب) نیروی الکتریکی بین دو بار الکتریکی ناهمنام، جاذبه است.

شکل ۱-۸

۱۷. برآیند نیروهای الکتریکی: اگر به جای دو ذره باردار، تعدادی بار نقطه ای داشته باشیم، نیروی الکتریکی وارد بر هر ذره، برآیند نیروهایی است که هر یک از ذره های دیگر به تنهایی بر آن ذره وارد می کند.

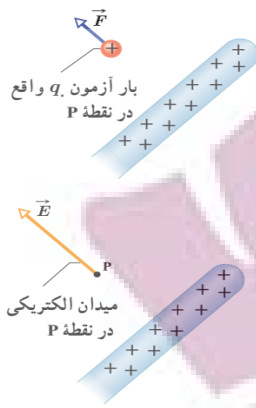
فرض کنید n ذره باردار داشته باشیم که در نزدیکی بار نقطه ای q_0 قرار دارند. آنگاه نیروی خالص (برآیند) وارد بر بار نقطه ای q_0 با جمع برداری محاسبه می شود:

$$\vec{F}_T = \vec{F}_{10} + \vec{F}_{20} + \dots + \vec{F}_{n0}$$



شکل ۱-۹ نیروی برآیند وارد بر بار q_0 در اینجا برابر است با

$$\vec{F}_T = \vec{F}_{10} + \vec{F}_{20} + \vec{F}_{30} + \vec{F}_{40}$$



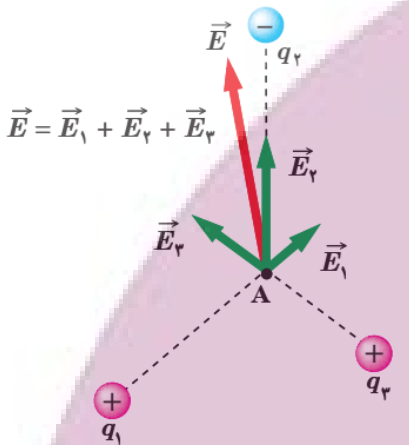
۱۸. بار q_1 خاصی در فضای پی‌رامون خود ای‌جاده می‌کنده به آن می‌دان الکتریکی بار q_1 گفته می‌شود.

وقتی بار q_2 را در نقطه‌ای از فضای پی‌رامون بار قرار دهیم، تحت تأثیر می‌دان الکتریکی بار q_1 قرار می‌گیرد.

۱۹. جهت میدان همان جهت نیروی وارد بر q_0 می‌باشد.

۲۰. برابند میدان‌های الکتریکی :

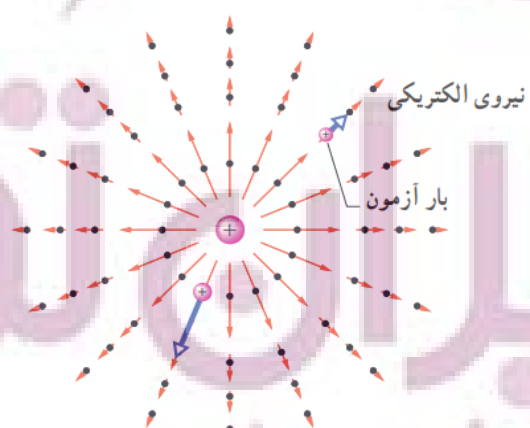
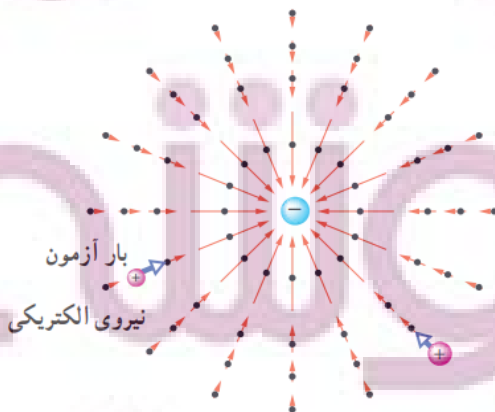
برای یافتن میدان الکتریکی خالص حاصل از چند ذره باردار در نقطه‌ای از فضا باید میدان الکتریکی ناشی از هر ذره را در آن نقطه به دست آورد و سپس این میدان‌ها را به صورت برداری با یکدیگر جمع کرد:



$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots$$

شکل ۱۲-۱ میدان الکتریکی $\vec{E}$ در نقطه A، جمع برداری میدان‌های $\vec{E}_1$ ، $\vec{E}_2$ و $\vec{E}_3$ در این نقطه است.

۲۱. خطوط میدان الکتریکی: برای مجسم کردن میدان الکتریکی در فضای اطراف اجسام باردار از خطوط میدان الکتریکی استفاده می‌کنیم. اگر یک بار آزمون را در نزدیکی یک ذره باردار مثبت یا منفی قرار دهیم، بسته به نوع بار، نیروی الکتریکی وارد به بار آزمون در جهت دور شدن از ذره (شکل ۱۳-۱ الف) و یا در جهت نزدیک شدن به آن (شکل ۱۳-۱ ب) خواهد بود:



الف) میدان الکتریکی حاصل از یک ذره باردار مثبت ساکن. ب) میدان الکتریکی حاصل از یک ذره باردار منفی ساکن.

۲۲. خطوط میدان در هر نقطه هم جهت با بردار میدان الکتریکی در آن نقطه است:



(ب) خطوط میدان الکتریکی به سمت ذره باردار $-q$ است.

(الف) خطوط میدان الکتریکی در جهت دور شدن از ذره باردار $+q$ است.

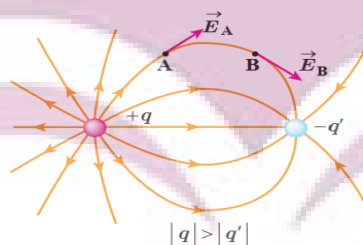
۲۳. در رسم خطوط میدان توجه داشته باشیم که:

۱- در هر نقطه، بردار میدان الکتریکی باید مماس بر خط میدان الکتریکی عبوری از آن نقطه و در همان جهت باشد. (۱۵-۱)

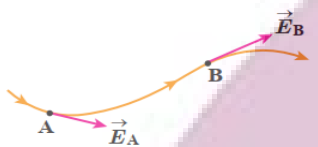
۲- میزان تراکم خطوط میدان در هر ناحیه از فضا نشان دهنده اندازه میدان در آن ناحیه است؛ هر جا خطوط میدان متراکم تر باشد، اندازه میدان بیشتر است. (۱۶-۱)

۳- در آرایشی از بارها خطوط میدان الکتریکی از بارهای مثبت شروع و به بارهای منفی ختم می شوند.

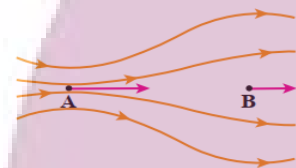
۴- خطوط میدان براینند هرگز یکدیگر را قطع نمیکنند (شکل ۱-۱۷) یعنی از هر نقطه فضا فقط یک خط میدان الکتریکی می گذرد.



شکل ۱-۱۷ خطوط میدان از بارهای مثبت شروع و به بارهای منفی ختم می شوند و هرگز یکدیگر را قطع نمی کنند.

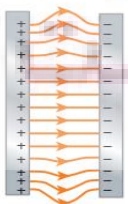
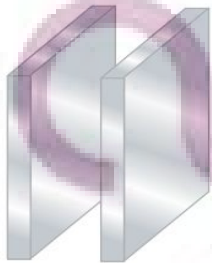


شکل ۱-۱۵ میدان الکتریکی در هر نقطه برداری است مماس بر خط میدانی که از آن نقطه می گذرد و با آن خط میدان هم جهت است.



شکل ۱-۱۶ اطراف نقطه A خطوط میدان متراکم تر از اطراف نقطه B است. بنابراین، بزرگی میدان در نقطه A بیشتر از نقطه B است.

۲۴. میدان الکتریکی یکنواخت: خطوط این میدان، در فضای بین دو صفحه و دور از لبه های صفحات، مستقیم، موازی و هم فاصله اند؛ یعنی بردار میدان در تمام نقاط بین دو صفحه همان اندازه و همجهت است. (۱-۲۰)



شکل ۱-۲۰ طرحی از خطوط میدان یکنواخت بین دو صفحه رسانای موازی با بارهای هم اندازه و ناهم نام

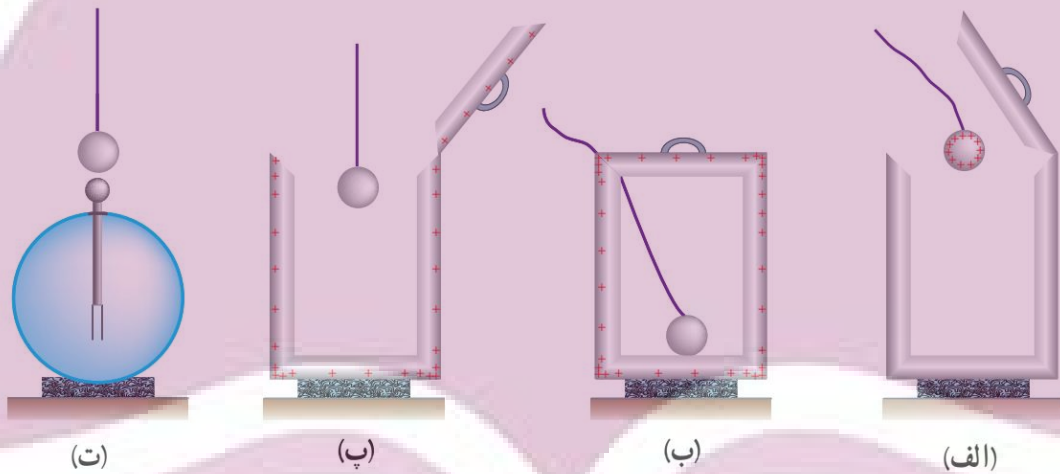
۲۵. نیروی الکتریکی وارد بر بار الکتریکی در یک میدان الکتریکی از رابطه $F = |q|E$ به دست می آید، و جهت آن اگر q مثبت باشد، در همان جهت $E \rightarrow$ خواهد بود و اگر q منفی باشد، در خلاف جهت $E \rightarrow$ خواهد بود.

۲۶. نسبت تغییر انرژی پتانسیل به بار ذره مستقل از نوع و اندازه ی بار الکتریکی است.

۲۷. باتری ها ولتاژهای متفاوتی دارند؛ مثلاً باتری خودروهای سواری معمولاً ۱۲ ولتی و باتری کامیون ها ۲۴ ولتی یا بیشترند.

۲۸. معمولاً (به خصوص در مهندسی برق) پتانسیل زمین یا نقطه ای از مدار را برابر صفر می گیرند و به آن نقطه، اصطلاحاً نقطه زمین میگویند و پتانسیل نقطه های دیگر را نسبت به آن می سنجند.

۲۹. آزمایش فاراده: ظرف رسانایی با درپوش فلزی را در نظر بگیرید که روی پایه نارسنایی قرار دارد و روی درپوش آن دست های عایق نصب شده است. ابتدا ظرف بدون بار است. یک گوی فلزی را که از نخ عایقی آویزان است بردار و سپس وارد ظرف می کنیم (شکل ۱-۲۶ الف). اکنون گوی را با کف ظرف تماس می دهیم و سپس درپوش فلزی را می بندیم (شکل ۱-۲۶ ب). آنگاه درپوش فلزی را با دسته عایقش برمی داریم (شکل ۱-۲۶ پ). پس از خارج کردن گوی فلزی از ظرف، آن را به کلاهک الکتروسکوپ نزدیک می کنیم. مشاهده می شود عقربه الکتروسکوپ تکان نمی خورد (شکل ۱-۲۶ ت). همچنین اگر ظرف را به الکتروسکوپ نزدیک کنیم، مشاهده می شود که عقربه های الکتروسکوپ از هم فاصله می گیرند. از این آزمایش نتیجه می گیریم که بار اضافی داده شده به یک رسانا روی سطح خارجی آن توزیع می شود.



شکل ۱-۲۶ شرحی تصویری از آزمایش فاراده

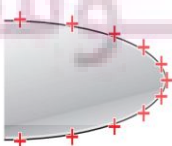
۳۰. بار در سطح خارجی رسانا به گونه ای توزیع می شود که میدان الکتریکی در داخل رسانا صفر شود. وقتی یک رسانای خنثی را در یک میدان الکتریکی خارجی قرار می دهیم، بار طوری روی سطح خارجی توزیع میشود (القا میشود) که میدان الکتریکی ناشی از آن اثر میدان خارجی را درون رسانا خنثی کند و بدین ترتیب میدان الکتریکی خالص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



شکل ۱-۲۷ نزدیک کردن میله باردار منفی به گوی فلزی خنثایی که روی پایه عایقی قرار گرفته است، موجب ایجاد بارهای القایی مثبت و منفی در دو طرف گوی فلزی می شود.

۳۱. تراکم بار در نقاط تیز سطح جسم رسانای باردار از نقاط دیگر آن بیشتر است.

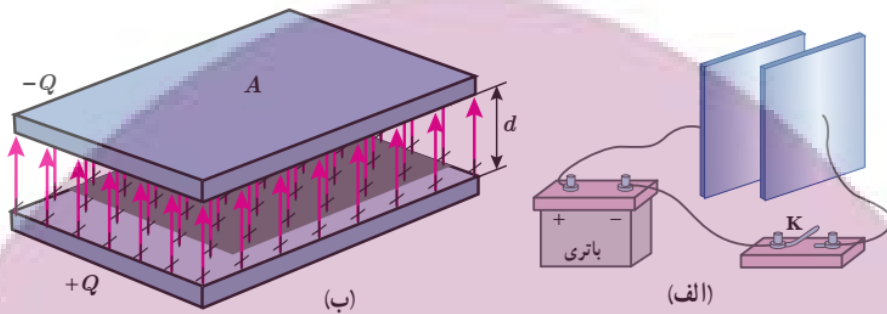
شکل ۱-۲۹ تراکم بار در نقاط تیزتر سطح یک جسم رسانای باردار بیشتر است.



۳۲. باتری های یک دوربین با باردار کردن یک خازن، انرژی را در خازن فلاش دوربین ذخیره می کنند باتری ها معمولاً میتوانند انرژی را فقط با آهنگ نسبتاً کمی به مدار بدهند که این آهنگ برای گسیل نور از فلاش دوربین بسیار کم است، اما وقتی خازن باردار میشود، میتواند انرژی را با آهنگ بسیار زیادی برای فلاش زدن آماده کند.

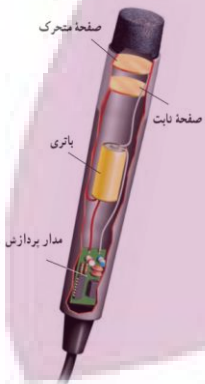
۳۳. شارش بار برای شارژ کردن خازن تا هنگامی ادامه پیدا میکند که اختلاف پتانسیل میان دو صفحه خازن با اختلاف پتانسیل میان دو پایانه باتری یکسان شود.

۳۴. بین دو صفحه خازن باردار یک میدان الکتریکی ایجاد می شود که خطوط این میدان از صفحه مثبت به منفی است.

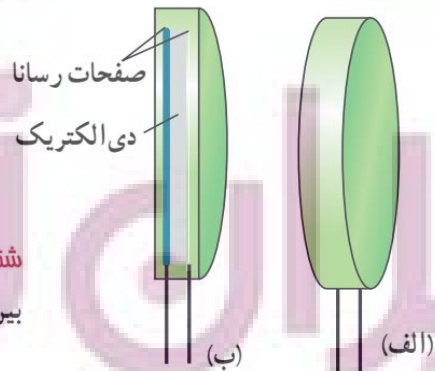


شکل ۱-۳۵ الف) یک روش برای باردار کردن خازن، اتصال صفحه های آن به یک باتری است. ب) صفحه های این خازن بارهایی هم اندازه و با علامت مخالف پیدا می کنند. میدان الکتریکی از صفحه مثبت به سمت صفحه منفی است.

۳۵. میکروفون خازنی بر اثر تغییر ظرفیت یک خازن تخت سیگنال الکتریکی ایجاد می کند.

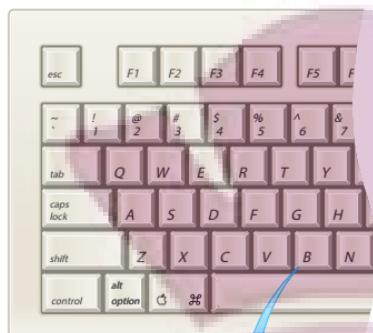


۳۶. مایکل فاراده نخستین بار در سال ۱۸۳۷ میلادی ثابت کرد اگر فضای میان صفحه های یک خازن را با ماده ای عایق (مانند کاغذ یا پلاستیک) که به آن دی الکتریک گفته میشود پر کنیم ظرفیت خازن با ضربی موسوم به ثابت دیالکتریک ماده عایق افزایش می یابد.

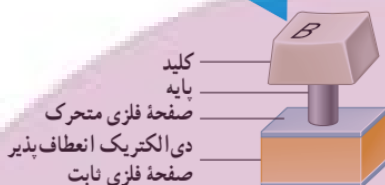


شکل ۱-۳۷ الف) بیرون و ب) درون یک خازن که بین صفحه های فلزی آن لایه عایقی قرار گرفته است.

۳۷. فروریزش الکتریکی: اثر دیگر حضور دی الکتریکها در خازن، افزایش حداکثر ولتاژ قابل تحمل خازن است. اگر اختلاف پتانسیل دو صفحه یک خازن را به اندازه کافی زیاد کنیم، تعدادی از الکترونهای اتمهای ماده دیالکتریک، توسط میدان الکتریکی ایجادشده بین دو صفحه، کنده میشوند و مسیرهایی رسانا درون دیالکتریک ایجاد میشود که سبب تخلیه خازن میگردد. به این پدیده فروریزش الکتریکی ماده دی الکتریک می گویند.



(الف)



(ب)

۳۸. برخی از صفحه کلیدهای رایانه (شکل الف) بر مبنای تغییر ظرفیت خازن عمل می کنند.

هر کلید این صفحه به یک سر پایهای نصب شده است که سر دیگر آن به یک صفحه فلزی متحرک متصل است. این صفحه فلزی خود توسط یک

دی الکتریک انعطاف پذیر از صفحه فلزی ثابتی جدا شده است و درواقع این دو صفحه یک خازن تخت را

تشکیل می دهند (شکل ب). با فشار دادن کلید، صفحه متحرک به صفحه ثابت نزدیک می شود

و ظرفیت خازن افزایش می یابد. این تغییر

ظرفیت به صورت سیگنالی الکتریکی توسط

مدارهای الکترونیکی رایانه آشکار می شود

و بدین ترتیب، مشخص میشود که کدام کلید فشار داده شده است.

۳۹. در حسگرهای کیسه هوای برخی از خودروها از یک خازن استفاده می شود.

۴۰. فروریزش الکتریکی در عایق بین دو صفحه خازن ها معمولاً، با ایجاد یک جرقه همراه است و در بیشتر مواقع خازن را می سوزاند.

۴۱. خازن ها معمولاً با مقدار ظرفیت آنها و اختلاف پتانسیل بیشینه‌ای که می توانند تحمل کنند مشخص می شوند.

ایران توانمند

توشه ای برای موفقیت

حفظیات فیزیک کنکور - الکتریسته جاری

حفظیات مخصوص کنکور ۹۹

۱. در باتری خودروهای الکتریکی و هیبریدی از موتورهای درونسوز بنزینی و الکتریکی با هم استفاده میشود

۲. در باتری لیتیومی، یک قطب لیتیوم و یک قطب کربن است

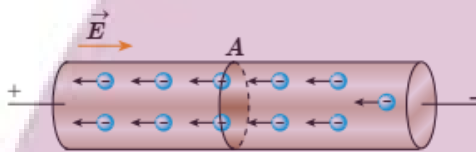
۳. امروزه برای کاهش زمان شارژ شدن خودروهای الکتریکی از منبع های نیروی محرکه مثل ابر خازن ها استفاده میشود.

۴. هر مجموعه باری که متحرک هستند نمیتوانند جریان الکتریکی تولید کنند. برای تولید جریان الکتریکی باید از سطح مقطع سیم بار ها بصورت انتقال خالص در جهتی خاص حرکت کنند. برای این منظور از یک باتری استفاده میشود تا اختلاف پتانسیل لازم رو ایجاد کند و به عبارت دیگر به حرکت بار ها جهت بدهد

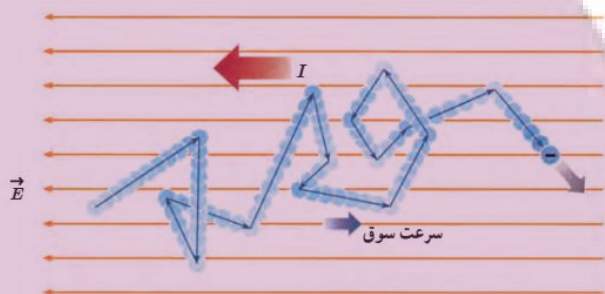
۵. حرکت کاتوره ای الکترون ها در سیم نمیتواند جریان الکتریکی ایجاد کنند.

۶. در حضور اختلاف پتانسیل و وجود میدان الکتریکی، الکترون های درون یک سیم حرکت کاتوره ای خود را تغییر داده، و با سرعتی متوسط موسوم به سرعت سوق که سرعتی بسیار آهسته و حدود 10^{-5} یا 10^{-4} متر بر ثانیه حرکت میکنند. توجه داشته باشید سرعت سوق سرعتی بسیار آهسته است!

۷. بصورت قرار دادی جهت جریان الکتریکی در مدار بر خلاف جهت حرکت (سوق) الکترون هاست



شکل ۲-۶ در حضور اختلاف پتانسیل، شارش بار خالص از مقطع A سیم، دیگر برابر صفر نیست.



شکل ۲-۷ مسیر زیگزاگ یک الکترون آزاد در یک رسانای فلزی. در حضور میدان الکتریکی، این مسیر زیگزاگ در خلاف جهت میدان سوق یافته است.

۸. در شکل های بالا به دو چیز توجه کنید: جهت حرکت الکترون (سوق الکترون) در خلاف جهت میدان است. جهت تعیین شده برای جریان (I) بر خلاف سوق، و در جهت میدان است

۹. در جریان مستقیم که در این فصل با آن سر و کار داریم جهت جریان با گذشت زمان ثابت است و در ضمن مقدار آن نیز ثابت میماند.

۱۰. باتری خودروها را بر اساس آمپر ساعت (AH) و باتری گوشی های همراه را بر اساس میلی آمپر ساعت

(MAH) میسنجند. هر چه این مقدار بالاتر باشد، مقدار باری که آن باتری میتواند از مدار عبور دهد تا بطور ایمن تخلیه شود بیشتر است

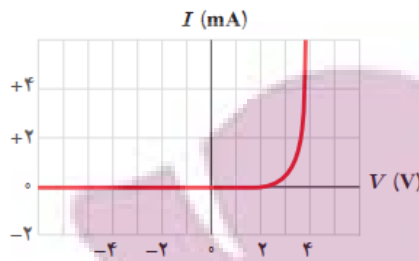
۱۱. الکترون ها هنگام حرکت بدرون یک فلز مثل سیم مسی، با اتم های در حال نوسان آن برخورد میکنند و این باعث گرم شدن سیم میشود. در واقع اتم های رسانا باعث نوعی مقاومت در برابر حرکت الکترون ها میشود که آن را با R نشان میدهند

۱۲. مقاومت الکتریکی یک رسانا (R) به ویژگی های هندسی (طول و سطح مقطع) و جنس و دمای آن بستگی دارد

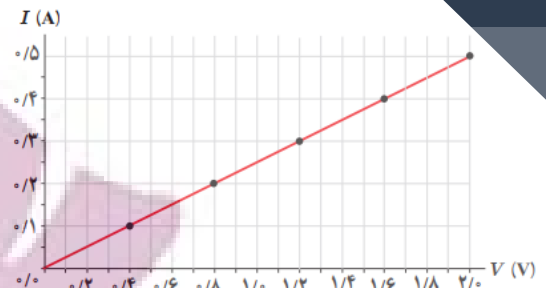
۱۳. وسیله هایی که جریان (I) را از خود عبور میدهند دو نوع هستند: دسته ای که با تغییر اختلاف پتانسیل متصل به دوس ر آن ها جریان عبوری از آن ها هم تغییر کرده و مقاومتشان ثابت میماند. به عبارت دیگر با افزایش ولتاژ دو سر مدار آن ها بصورت خطی جریان هم زیاد شده و نسبت جریان (I) به ولتاژ (V) که همان مقاومت

(R) است ثابت میماند. به این دسته، رسانا یا مقاومت اهمی گفته میشود. یا به عبارت دیگر از قانون اهم پیروی میکنند. بین جریان و ولتاژ این دسته رسانا ها رابطه مستقیم بر قرار است. بسیاری از فلزات و رساناهای غیر فلزی در دمای ثابت از این قانون پیروی میکنند و در این دسته جای دارند.

دسته دیگر رسانا ها دسته ای هستند که از این قانون پیروی نمیکنند که به آنها وسیله های غیر اهمی میگویند. مثل دیود نور گسیل (LED). به نمودار های جریان به ولتاژ این دو دسته توجه کنید:



شکل ۲-۱۰ نمودار جریان بر حسب اختلاف پتانسیل برای یک دیود نورگسیل



شکل ۲-۹ نمودار جریان بر حسب اختلاف پتانسیل نشان می دهد که برای این رسانای اهمی، جریان به طور مستقیم با ولتاژ افزایش می یابد.

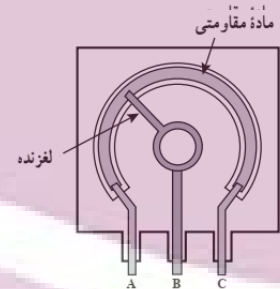
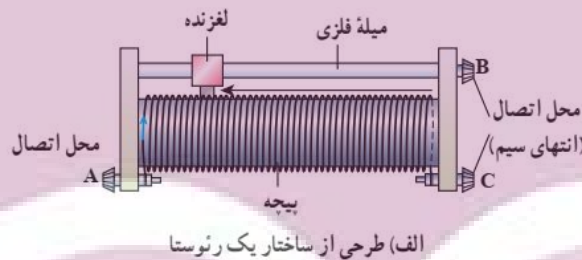
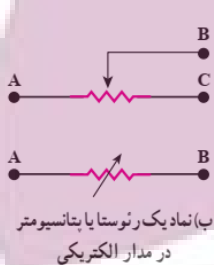
۱۴. مقاومت ویژه یک رسانا به ساختار اتمی و دمای آن بستگی دارد و بر حسب اهم - متر سنجیده میشود. هر چه مقاومت ویژه بیشتر باشد مقاومت رسانا هم بیشتر میشود. رساناهای خوب مقاومت ویژه بسیار کم و عایق های خوب مقاومت ویژه بسیار بالا دارند. مواد را بر اساس مقاومت ویژه به ۳ دسته رسانا و نیمه رسانا و نارسانا تقسیم بندی میکنند.

۱۵. ژرمانیم و سیلیسیم نیمه رسانا هستند و مقاومت ویژه ای بیشتر از رسانا ها و کمتر از نارسانا ها دارند. با افزایش دما مقاومت ویژه نیم رسانا ها کم میشود

۱۶. مقاومت ویژه رساناهای فلزی با افزایش دما زیاد میشود

۱۷. در برخی مواد مانند قلع و جیوه با کاهش دما مقاومت ویژه بطور ناگهانی در دمای خاصی صفر میشود و دیگر هر چه دما پایین تر رود صفر میماند! به عبارتی از آن دمای خاص و دماهای پایین تر از آن این مواد به شدت رسانا میشوند و به این پدیده ابر رسانایی میگویند.

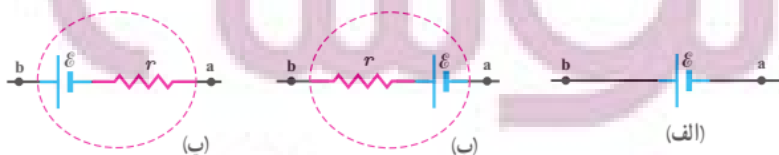
۱۸. رنوستا یک مقاومت متغیر است که از سیمی با مقاومت ویژه نسبتاً زیاد ساخته شده است. این سیم بصورت حلقوی بدور یک استوانه نارسانا پیچیده میشود. یک دکمه لغزنده روی یک ریل بالای استوانه مقدار دلخواهی از این سیم با مقاومت ویژه را در مسیر مدار قرار داده و مقاومت را تغییر میدهد. در مدارهای الکترونیکی وسیله ای به نام پتانسیومتر نقش رنوستا را ایفا میکند. شکل را در ادامه مشاهده کنید.



۱۹. منبع های نیروی محرکه الکتریکی (مثل باتری) به علت کاری که روی بار الکتریکی انجام میدهند باعث افزایش پتانسیل الکتریکی آن ها شده و در نتیجه جریان ثابتی در مدار برقرار میشود. از جمله منابع نیروی محرکه الکتریکی میتوان به باتری ها، پیل های سوختی و سلول های خورشیدی و مولد های الکتریکی اشاره کرد که از راه های مختلفی انرژی لازم برای ایجاد اختلاف پتانسیل را فراهم میکنند.

۲۰. یکای نیروی محرکه الکتریکی مثل یکای اختلاف پتانسیل الکتریکی ولت است (v)

۲۱. انواع منبع نیروی محرکه عبارتند از آرمانی و واقعی. آرمانی منبعی است که مقاومت درونی ندارد (که در عمل چنین منبعی وجود ندارد). منابع واقعی همواره مقاومت درونی (r) دارند.



شکل ۲-۱۶ در مدارهای الکتریکی، منبع نیروی محرکه الکتریکی آرمانی را به صورت (الف) و منبع های واقعی را به صورت (ب) یا (پ) نمایش می دهند.

توشه ای برای موفقیت

۲۲. قانون ژول مربوط به گرمای تولیدی در یک مقاومت در مدت زمانی خاص است ، که جریان خاصی از آن عبور میکند. میتوان این قانون را با یک گرماسنج آزمایش کرد

۲۳. مدار ها وسایلی مانند بخاری برقی و مو خشک کن ها گرفته تا وسایلی مانند تلویزیون و رایانه ها معمولا چندین مقاومت دارند. در رشته ای از لامپ ها که با یک سیم به هم متصل اند ، هر لامپ یک مقاومت محسوب میشود

۲۴. در مقاومت های متوالی ، از همه مقاومت ها جریان یکسانی میگذرد به عبارت دیگر اگر یک آمپر سنج در هر جایی از مدار قرار دهیم عدد یکسانی را نشان میدهد. در حالت متوالی مقاومت معادل آن ها ، از مقاومت هر یک از مقاومت ها بزرگتر است

۲۵. مقاومت یک ولت سنج باید بسیار بالا باشد تا ولتاژ اجزای مدار را تغییر ندهد و همچنین مقاومت آمپرسنج باید بسیار پایین باشد تا جریان اجزای مدار را تغییر ندهد

۲۶. در مقاومت های موازی ، همه مقاومت ها ولتاژ یکسانی دارند و ولت سنج را در هر شاخه ای از مقاومت های موازی بگذاریم عدد یکسانی را نشان میدهد.

۲۷. در سیم کشی منازل همه مصرفکننده ها را بصورت موازی با هم میبندند بنابراین ولتاژ همه آن ها برابر و جریان عبوری از تمامی آن ها متفاوت است و جریان کل عبوری از فیوز برابر با مجموع جریان عبوری از هر کدام است

۲۸. اگر در رشته ای از لامپ ها که بصورت سری بسته شده اند یکی از لامپ ها بسوزد ، جریان عبور نخواهد کرد و کل رشته لامپ خاموش میشود

ایران تونل
توشه ای برای موفقیت

حفظیات فیزیک کنکور - مغناطیس و القای الکترو مغناطیس

حفظیات مخصوص کنکور ۹۹

۱. استفاده از آهن ربا از هزاران سال قبل به عنوان قطب نما تا امروز حتی در صنعت پزشکی مثلاً در تصویربرداری مغناطیسی (MRI) وجود داشته است

۲. وقتی یکی از قطب های یک آهن ربای دائمی را چندین بار در یک جهت خاص به یک سوزن ته گرد بکشیم سوزن برای مدتی به آهن ربا تبدیل میشود که میتوان حتی آن را روی یک ظرف آب شناور کرد تا تقریباً شمال جغرافیایی (N) یا همان قطب شمال را نشان بدهد و طبیعتاً سمت دیگر آن هم قطب جنوب (S) است.

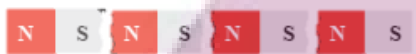
۳. در یک آهن ربا همواره قسمت های خاصی، خاصیت مغناطیسی بیشتری دارند که به آن ها قطب های مغناطیسی گفته میشود. چیزی به نام تک قطب مغناطیسی وجود ندارد. همواره قطب های مغناطیسی بصورت زوج در کنار هم وجود دارند



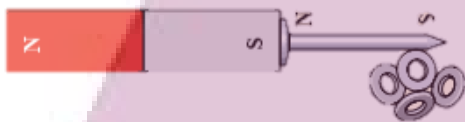
۴. اگر یک آهن ربا از وسط نصف کنیم، هر کدام از قطعه ها به یک آهن ربای دو قطبی کامل تبدیل میشود. به شکل روبرو دقت کنید



۵. در پدیده القای مغناطیسی (ایجاد خاصیت مغناطیسی در جسمی که به آهن ربای



دائمی چسبیده است، بطوری که خود آن جسم بتواند اجسام دیگر را جذب کند) به قطب های ایجاد شده در شکل آهن ربا و میخ دقت کنید:



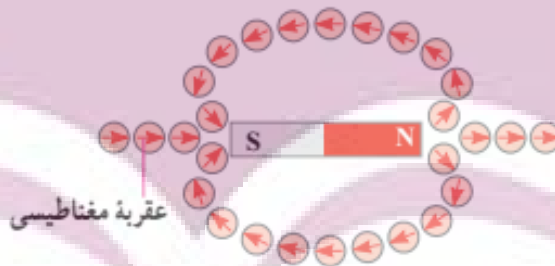
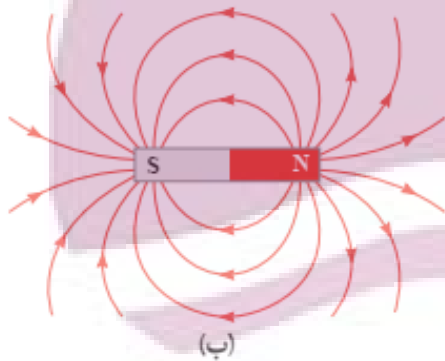
۶. میدان مغناطیسی در اطراف یک آهن ربا، مانند میدان الکتریکی یک کمیت برداری است

۷. میدان اطراف یک آهن ربا را میتوان تعیین جهت کرد. این خطوط این میدان بصورتی

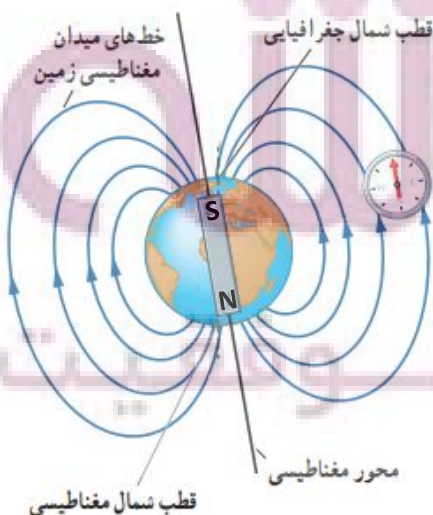
هستند که در جهت عقربه مغناطیسی قرار میگیرند یعنی از قطب N خارج و به قطب

S وارد میشوند. این خطوط در نزدیکی قطب ها به هم نزدیک تر و فشرده تر میشوند

به شکل های زیر توجه کنید و مفهوم عبارت (در جهت عقربه مغناطیسی را درک کنید :



۸. زمین مانند یک آهن ربا بسیار بزرگ است. نکته مهم این است که قطب های مغناطیسی این آهن ربای بزرگ (کره زمین) منطبق بر قطب های جغرافیایی آن نیستند. به شکل مهم زیر دقت کنید :



۹. نکته مهم دیگر شکل مقابل، قطب نمایی است که در شکل مشاهده میکنید. قطب

نما همیشه بصورتی می ایستد که سر پیکان آن قطب جنوب مغناطیسی (S) را نشان

بدهد. به عبارت دیگر در خطوط میدان بگونه ای می ایستد که مماس بر خطوط آهن

ربای بزرگ زمین باشد (حرکت از N به سمت S). درست است که قطب جنوب

مغناطیسی تقریباً نزدیک به قطب شمال جغرافیایی زمین است ولی نمیتوان گفت

قطب نما دقیقاً قطب شمال جغرافیایی را نشان میدهد. بلکه میتوان گفت بصورت

حدودی پیکان آن در جهت قطب شمال جغرافیایی است. ولی بطور دقیق قطب جنوب

مغناطیسی را نشان میدهد

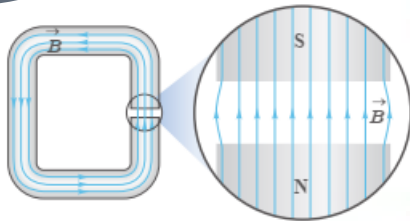
۱۰. در بیشتر مناطق زمین اگر یک عقربه مغناطیسی یا سوزن مغناطیسی شده را از وسط با نخ آویزان کنیم

محورت افقی قرار نمیگیرد و با زمین یک زاویه میسازد که به آن شیب مغناطیسی میگویند

۱۱. میدان مغناطیسی یکنواخت میدانی است که در نقاط مختلف آن جهت و اندازه میدان مغناطیسی یکنواخت

باشد. چنین چیزی را میتوان مثلا در دو سر یک آهن کوچک C شکل ایجاد کرد ولی عملا نمیتوان در فضای بزرگ

آن را درست کرد و غیر ممکن است. به شکل آهن ربای C شکل دقت کنید:



شکل ۳-۸ میدان مغناطیسی در فضای بین قطب‌های یک آهنربای C شکل با تقریب خوبی یکنواخت است.

۱۲. اگر ذره باردار موازی با خطوط میدان حرکت کند هیچ نیرویی به آن وارد نخواهد شد.

ولی اگر موازی با میدان مغناطیسی نباشد به آن نیروی مغناطیسی وارد میشود که با بردار

های سرعت و میدان مغناطیسی زاویه عمود میسازد. به عبارت دیگر همیشه بردار میدان

مغناطیسی و سرعت در یک صفحه هستند و نیرویی که با ذره باردار وارد میشود عمود

بر این صفحه است. به شکل الف دقت کنید

۱۳. میدان استاندارد (SI) برای میدان مغناطیسی تسلا (T) است که واحد بزرگی است و

گاهی از مقیاس غیر SI، گاوس (G) استفاده میشود. بطوریکه داریم: $1T = 10^4 G$

۱۴. اندازه میدان مغناطیسی زمین در قطب‌ها بیشترین حالت و در استوا کمترین حالت بوده و

به ترتیب برابرند با ۰.۶۵ گاوس و ۰.۲۵ گاوس. امروزه بیشترین میدان مغناطیسی که در آزمایشگاه

تولید شده برابر با ۴۵ گاوس است.

۱۵. موتور الکتریکی وسیله ایست که انرژی الکتریکی را به انرژی مکانیکی تبدیل میکند.

۱۶. نیرویی که به سیم حامل جریان در یک میدان مغناطیسی وارد میشود بر راستای سیم و جهت

میدان مغناطیسی عمود است. (مثل نیروی وارد بر ذره باردار که عمود بر میدان و بردار سرعت بود)

۱۷. اندازه نیروی وارد بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی به: اندازه جریان، طول سیم و اندازه میدان

مغناطیسی و همچنین زاویه ای که امتداد سیم با جهت بردار میدان میسازد بستگی دارد.

۱۸. اورستد دانشمند دانمارکی ثابت کرد که در اطراف یک سیم حامل جریان، میدان مغناطیسی ایجاد میشود! توجه کنید این خیلی کشف

مهمیه! آغاز علم الکترو مغناطیس همین جا بود! توی کتاب درسی آزمایش اورستد مطرح شده که خیلی مهم هست و باید بلد باشید. شکل

آزمایش را آورديم براتون:

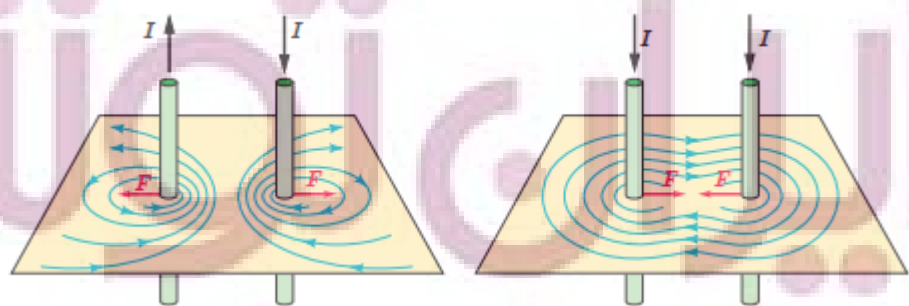
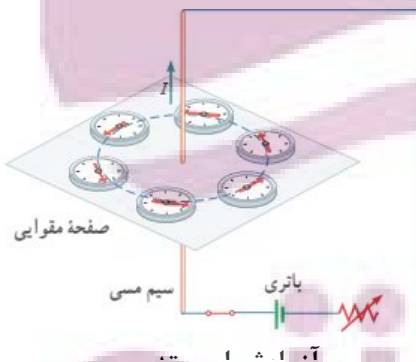
۱۹. خطوط میدان مغناطیسی اطراف یک سیم حامل جریان بصورت دایره های هم مرکز است

که شکل آن را در ادامه ببینید:

۲۰. نیرویی که دو سیم با جریان های مختلف الجهت به هم وارد میکنند به صورت دور کننده

و نیرویی که دو سیم با جریان های هم جهت به هم وارد میکنند به صورت نزدیک کننده

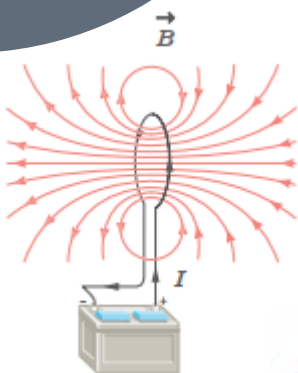
است. به شکل زیر نگاه کنید:



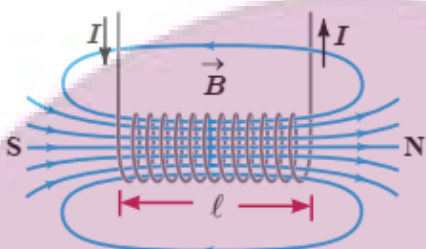
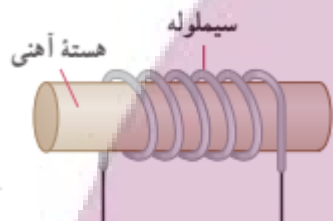
نیروی بین دو سیم حامل جریان

۲۱. میدان مغناطیسی اطراف یک حلقه دارای جریان ، بصورت شکل مقابل است. میدان مغناطیسی داخل حلقه به هم نزدیک تر است و میدان قوی تر است. میدان مغناطیسی یک حلقه حامل جریان درست مانند یک آهن ربای دائم تخت دایره ای است.

۲۲. برای تولید میدان مغناطیسی قویتر ، به جای یک حلقه از چندین حلقه استفاده میشود که به آن پیچه میگویند. از پیچه ها برای تولید میدان مغناطیسی در اکثر وسیله های برقی استفاده میشود



میدان مغناطیسی اطراف یک حلقه دارای جریان



۲۳. به سیمی که بصورت حلقوی پیچیده شده است سیملوله میگویند. اگر قطر حلقه های سیم لوله در مقایسه با طول آن بسیار کوچک باشد به آن سیملوله آرمانی میگویند. میدان درون سیم لوله آرمانی و دور از لبه های آن تقریباً بصورت یکنواخت است. در ضمن میدان درون سیم لوله بزرگتر از بیرون آن است. به شکل میدان بیرون و درون سیملوله دقت کنید :

۲۴. وقتی یک هسته آهنی درون سیملوله قرار میدهیم عملاً دو اتفاق می افتد : یکی این که میدان مغناطیسی سیم لوله به شدت قوی تر میشود. دوم این که میدان مغناطیسی سیم لوله باعث آهنربا شدن هسته آهنی میشود و یک آهنربای الکتریکی صنعتی ساخته میشود که

در صنعت برای بلند کردن آهن آلات و آهن قراضه استفاده میشود.

۲۵. موادی که دارای خاصیت مغناطیسی هستند ، هر ذره سازنده آنها مثل اتم یا مولکولشان ، مانند یک دو قطبی مغناطیسی عمل میکند و بصورت قرار دادی با یک پیکان کوچک نشان داده میشوند.

۲۶. مواد پارا مغناطیس موادی هستند که خاصیت مغناطیسی هستند ولی جهت گیری دو قطبی های آن ها بصورت کاتوره ای است و میدان مغناطیسی خالصی ایجاد نمیکنند. ولی اگر تحت نیروی مغناطیسی یک آهن ربای قوی قرار بگیرند دو قطبی های آن در جهت خطوط میدان مغناطیسی خارجی منظم شده و بصورت موقت خاصیت مغناطیسی ضعیف پیدا میکنند. از این مواد میتوان

به اورانیوم ، پلاتین ، آلومینیوم ، سدیم ، اکسیژن و اکسید نیتروژن اشاره کرد

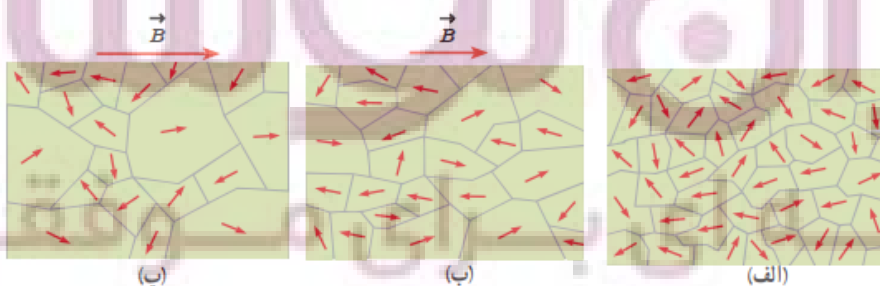
۲۷. مواد دیامغناطیسی اصولاً خاصیت مغناطیسی ندارند و به عبارت دیگر دارای دو قطبی های مغناطیسی نیستند ولی با این حال در حضور میدان مغناطیسی خارجی ، مولکول ها و اتم های آن ها در اثر القای مغناطیسی بصورت دو قطبی های در خلاف جهت میدان خارجی مرتب شوند. از جمله این مواد مس ، نقره ، سرب و بیسموت هستند.

۲۸. مواد فرو مغناطیسی موادی هستند که اتم های آنها بصورت ذاتی دارای دو قطبی های

مغناطیسی هستند. بین دو قطبی های مغناطیسی آنها برهم کنش های قوی وجود دارد و باعث میشود این دو قطبی ها بصورت حوزه به حوزه جهت گیری یکشانس داشته باشند مثل شکل

الف در شکل های زیر. این مواد با قرار گرفتن در میدان مغناطیسی خارجی آهن ربا میشوند و دو قطبی ها در جهت میدان خارجی مرتب

میشوند . هر چه میدان مغناطیسی خارجی قوی تر باشد حوزه ها و دو قطبی های بیشتری را با خود هم جهت میکند. به شکل ب و پ دقت کنید.



شکل ۳۳-الف) ماده فرومغناطیسی در نبود میدان مغناطیسی خارجی. (ب) ماده فرومغناطیسی در حضور میدان مغناطیسی خارجی ضعیف. (پ) ماده فرومغناطیسی در حضور میدان مغناطیسی خارجی قوی.

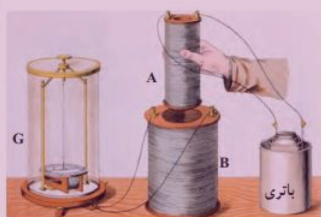
۲۹. وقتی یک ماده فرو مغناطیسی در میدان خارجی قرار میگیرد حوزه های همسو با میدان خارجی تقویت و حوزه های نا همسو تضعیف میشوند. یعنی حجم حوزه های هم جهت زیادتر و حجم حوزه های نا همسو کوچکتر میشود. به شکل ب و پ صفحه قبل توجه کنید مجدداً آهن و نیکل و کبالت مواد فرومغناطیس هستند! در ضمن آلیاژهای این عناصر هم اغلب فرومغناطیس هستند.

۳۰. یکسری از مواد فرومغناطیسی راحت تر و سریعتر آهن ربا میشوند ولی زودتر هم خاصیت خود را از دست میدهند

که به آنها مواد فرومغناطیسی نرم میگویند. از این مواد در ساخت هسته سیمولوله ها و پیچه ها و آهن رباهای غیر دائم استفاده میشود.

۳۱. یکسری از مواد فرومغناطیسی سخت تر و دیر تر به آهن ربا تبدیل میشوند ولی خاصیت آن ها ماندگار تر است و حوزه های آنها پس از حذف میدان خارجی تا زمانی طولانی جهت دار باقی میمانند که به آنها مواد مغناطیسی سخت میگویند و برای ساختن آهن رباهای دائمی مناسب هستند. از این مواد میتوان به فولاد (آهن + ۲ درصد کربن) ، و آلیاژهای آهن و کبالت و نیکل اشاره کرد

۳۲. اورستد آثار مغناطیسی یک جریان الکتریکی رو بررسی کرده بود همانطور که گفتیم. ۱۱ سال بعد فاراده یک آهن ربا را از یک پیچه عبور داد و جریان الکتریکی ایجاد شد! این اتفاق مهم قانون القای الکترومغناطیسی فاراده شناخته میشود که اساس کار مولد ها برای تولید جریان الکتریکی است. در واقع با نزدیک و دور کردن آهن ربا به سیمولوله عقربه گالوانومتر منحرف میشود که نشان میدهد از مدار جریانی در حال عبور است.



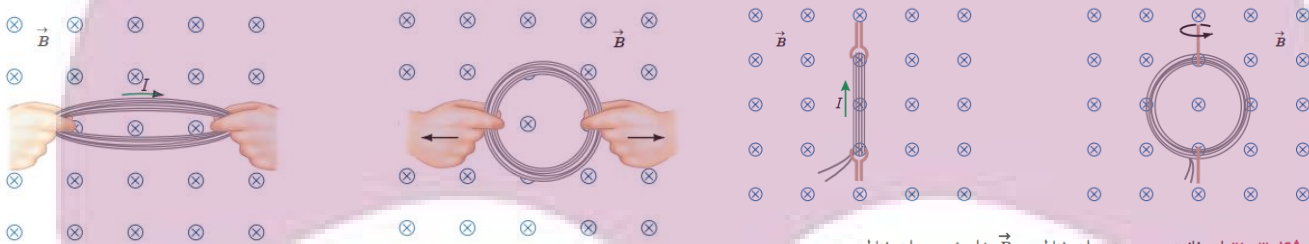
شکل ۳-۳۴ فاراده برای بی بردن به پدیده القای الکترومغناطیسی، به جای آهنربای دائمی، از آهنربای الکتریکی (سیمولوله A که به باتری وصل شده است) استفاده کرد. فاراده مشاهده کرد که با عبور آهنربا از درون سیمولوله B و تغییر میدان مغناطیسی در محل این سیمولوله، عقربه گالوانومتر منحرف می شود.

۳۳. به جریان تولید شده در اثر آزمایش فاراده ، جریان القایی میگویند

۳۴. علاوه بر نزدیک و دور کردن آهن ربا به پیچه ، همچنین تغییر

قطر سیم لوله یا چرخاندن پیچه در میدان مغناطیسی باز هم جریان القایی در مدار ایجاد میشود. به شکل های زیر دقت کنید تا منظورم را

متوجه بشین:



شکل ۳-۳۵ تغییر مساحت پیچه در میدان مغناطیسی $\vec{B}$ ، جریانی در پیچه القا می کند.

شکل ۳-۳۶ با چرخاندن پیچه درون میدان مغناطیسی $\vec{B}$ ، زاویه بین میدان مغناطیسی و سطح پیچه تغییر می کند. این تغییر زاویه سبب القای جریان در پیچه می شود.

۳۵. علت ایجاد جریان القایی در اثر موارد بالا ، تغییر شار مغناطیسی عبوری از پیچه است. شار مغناطیسی کمیتی نرده ای است و یکای آن

وبر است (Wb). توجه داشته باشید: $1Wb = 1T \times 1M^2$

کدام یک از یکاهای زیر معادل یکای وبر بر ثانیه (Wb/s) است؟

Ω ☐ A ☐ V ☐ V/A ☐

۳۶. فهمیدیم که عامل مشترک ایجاد جریان القایی در تمامی پدیده ها ، تغییر شار عبوری از سیمولوله یا سیمپیچ است.

۳۷. قانون فاراده: هرگاه شار عبوری از مدار بسته ای تغییر کند در آن جریانی القا میشود که بزرگی آن با آهنگ تغییر شار متناسب است. یعنی هر چه آهنگ تغییر شار مغناطیسی بیشتر باشد، نیروی محرکه القایی بیشتر و جریان القایی ایجاد شده زیاد تر است. توجه کنین داریم میگیریم آهنگ تغییر شار، یعنی هر چه سریع تر شار رو تغییر بدیم جریان القایی بیشتره! مثلاً وقتی سریع یک سیم لوله منعطف رو فشار بدیم جریان القایی بیشتر از زمانی است که به آرامی ولی مقدار بیشتری سیم لوله منعطف رو فشار بدیم!

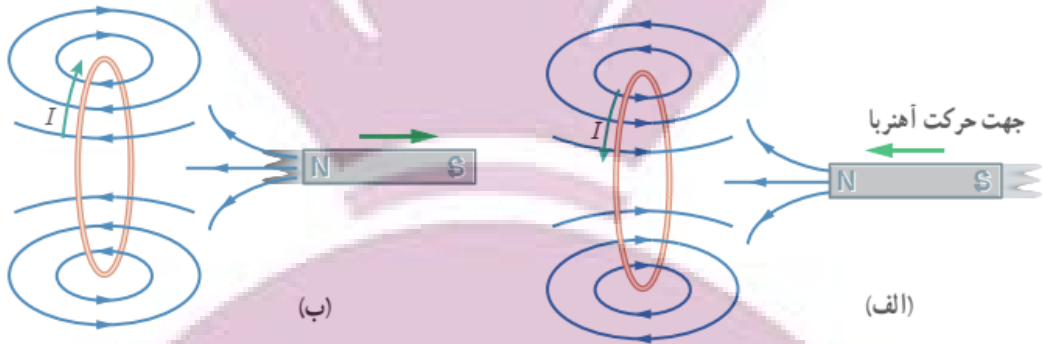
۳۸. هر چه مقاومت پیچه یا سیم لوله یا مداری که در آن شار تغییر میکند بیشتر باشد، جریان القایی طبیعتاً کوچک تر خواهد بود

۳۹. چند تا از کاربرد های این فصل رو باید باشیم. مثلاً تندی سنج دوچرخه از یک آهنربا و پیچه و یک نمایشگر درست شده. نوار سیاه کارت

بانکی تعداد زیادی ذره فرومغناطیسی است که با چسب به کارت چسبیده اند و پیچه داخل دستگاه کارتخوان است که با کشیدن کارت ،

جریان القایی در دستگاه کارتخوان اجاد میشود و اطلاعات کارت رمزگشایی میشود.

۴۰. قانون لنز رو آقای هاینریش لنز کشف کرد و برای تعیین جهت جریان القایی در مدار استفاده میشه. این قانون میگه : جهت جریان القایی ایجاد شده در یک مدار به سمتی است که آثار مغناطیسی ناشی از این جریان القایی ایجاد شده ، با عامل بوجود آورنده این جریان (یعنی تغییر شار عبوری) مخالفت کند



شکل ۳-۲۸ الف وقتی آهنربا به حلقه رسانا نزدیک می شود جریان در جهتی در حلقه القا می شود که میدان مغناطیسی ناشی از آن با افزایش شار مغناطیسی حلقه مخالفت کند. (ب) با دور شدن آهنربا از حلقه رسانا، جریان در جهتی در حلقه القا می شود که میدان مغناطیسی ناشی از آن با کاهش شار مغناطیسی حلقه مخالفت کند.

۴۱. در فصل قبل دیدیم که بین دو صفحه خازن میدان الکتریکی ایجاد شده و انرژی الکتریکی در آن ذخیره میشود. سیمولوله (که یادگیرین بهش القاگر هم میگیم!) هم میتونه میدان مغناطیسی ایجاد کنه و انرژی مغناطیسی رو توی خودش ذخیره کنه .



نماد القاگر در مدار



۴۲. القاگر ، خازن و مقاومت هر سه از اجزای ضروری مدار های الکترونیکی هستند.

۴۳. ویژگی های فیزیکی هر القاگر توسط ضریب القاوری آن تعیین میشود که به تعداد دور ، طول ، سطح مقطع و جنس هسته داخل آن بستگی دارد و یکای آن هانری نام دارد (H)

۴۴. اثر خود القاوری میتواند در هر القاگر یا سیم لوله ای اتفاق بیفتد.

نماد مولد یا باتری در مدار



نماد رئوستا در مدار



نماد مقاومت در مدار

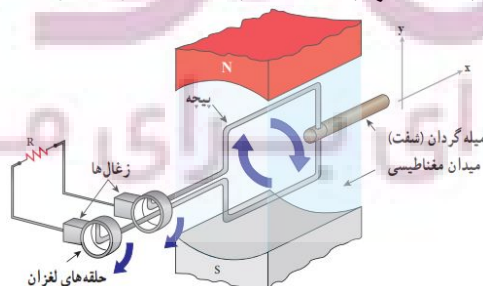
۴۵. وقتی جریانی از یک مقاومت میگذرد ، چه جریان ثابت باشد چه متغیر ، وارد مقاومت میشود و به انرژی گرمایی تبدیل میشود و تلف میشود. (انرژی در آن ذخیره نمیشود) ولی این داستان راجع به یک القاگر متفاوت است در واقع انرژی وقتی وارد القاگر آرمانی (بدون مقاومت) میشود که جریان ثابت نباشد و تغییر کند. که در این صورت انرژی بر عکس مقاومت که تلف میشد ، در سیمولوله ذخیره شده و در هنگامی که جریان کاهش یابد ، آزاد میشود. در واقع مثل یک سوپاپ اطمینان برای مدار عمل میکند. پس توی مداری که جریان ثابت (و همه چی امن و امنه!) کلا جریان وارد سیمولوله نمیشود. چون هیچ خطری وجود نداره که سوپاپ اطمینان نیاز داشته باشیم ☺

به شکل ۳-۳۱ در زیر دقت کنید.

۴۶. توماس ادیسون موافق جریان مستقیم (dc) و وستینگهاوس موافق جریان متناوب (ac) بود که سرانجام

جریان متناوب در صنعت و منازل به کار گرفته شد. در جریان متناوب جهت جریان با گذشت زمان تغییر میکند برای همین نمیتوان جهت معینی برای جریان در نظر گرفت. به جریان متناوب جریان سینوسی هم میگویند.

۴۷. از مهمترین اثر های القای الکترومغناطیس ، تولید جریان متناوب است که برای این کار راحت ترین و رایج ترین کار تغییر زاویه حلقه ها نسبت به میدان است. که به راحتی با اینکار میتوان یک ژنراتور (مولد) جریان متناوب ایجاد کرد به شکل کتاب دقت کنید (۳-۳۴) :



شکل ۳-۳۴

اجزای یک مولد (ژنراتور)
جریان متناوب. سیم لوله داخلی
میچرخد و جریان متناوب
میسازد

شکل ۳-۳۱ مقاومت قطعه ای است که در آن انرژی به طور غیرقابل برگشت تلف می شود. برخلاف آن، انرژی ذخیره شده در القاگر حامل جریان را می توان هنگام کاهش جریان، بازیافت.

۴۸. رایج ترین نوع جریان متناوب ، جریان سینوسی است

۴۹. در نیروگاه های برق برای تولید جریان متناوب از مولد های صنعتی جریان متناوب استفاده میشود. که در

آن ها پیچه ها بر خلاف شکل صفحه قبل حرکت نمیکنند. بلکه ثابت هستند و یک آهنربای الکتریکی درون آنها

میچرخد. به تعداد دوری که آهنربای الکتریکی درون مولد صنعتی در هر ثانیه میزند بسامد برق تولید شده میگویند که

واحد SI آن هرتز یا یک بر روی ثانیه است : HZ یا S^{-1} . ۵۰ دور در ثانیه یعنی ۵۰ هرتز

۵۰. مزیت جریان ac به جریان dc این است که به راحتی ولتاژ آن را میتوان افزایش یا کاهش داد.

۵۱. برای انتقال توان الکتریکی در فواصل دور از ولتاژ بالا و جریان کم استفاده میکنند که سیم نازک تری هم نیاز دارد و مواد اولیه کمتری

مصرف میشود

۵۲. ولتاژ رو توی انتقال از کارخانه مولد برق تا خانه تغییر میدهند تا توان الکتریکی با امنیت بیشتری به مصرف کننده برسد. این شکل آخری

رو بهش دقت کنید.



شکل ۳-۳۸ قبل از انتقال توان الکتریکی از نیروگاه ها، مبدل های افزایشدهنده، ولتاژ را تا حدود

۴۰۰kV افزایش می دهند. در انتهای مسیر، مبدل های کاهشدهنده، ولتاژ را کاهش می دهند تا توان

الکتریکی با امنیت بیشتر به محل مصرف برسد.

ایران توانمند

توشه ای برای موفقیت

حفظیات فیزیک کنکور - حرکت بر خط راست

حفظیات مخصوص کنکور ۹۹

۱. تندی متوسط کمیتی نرده ایست و سرعت متوسط کمیتی برداری است (یعنی جهت دارد) و یکای هر دو آن ها

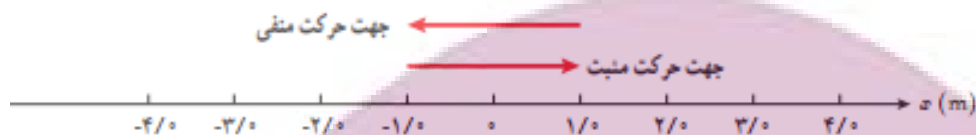
متر بر ثانیه است (M/S) که البته میتوان بر حسب کیلومتر بر ثانیه هم نشان داد

۲. در صورتی که متحرک، بدون تغییر جهت و در مسیری مستقیم حرکت کند (یا به عبارتی جابجایی و مسافت طی شده

توسط آن یکسان باشد) تندی متوسط و سرعت متوسط آن برابر است

۳. علامت ΔX و V_{av} جهت جابه جایی را نشان میدهد. یعنی اگر علامت این ها مثبت باشد جهت حرکت به سمت + محور X هاست و اگر

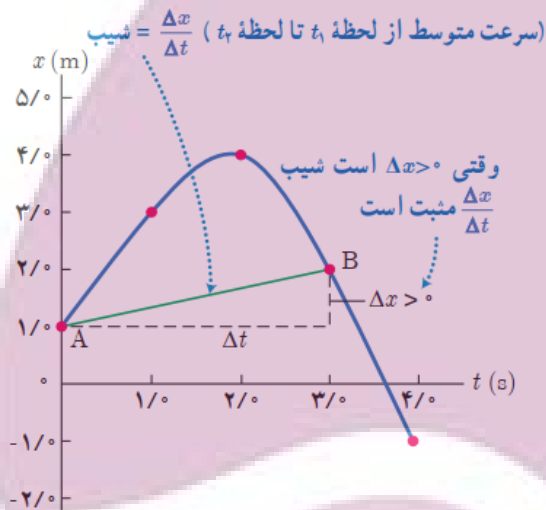
علامت این ها منفی باشد جهت حرکت به سمت - محور X هاست



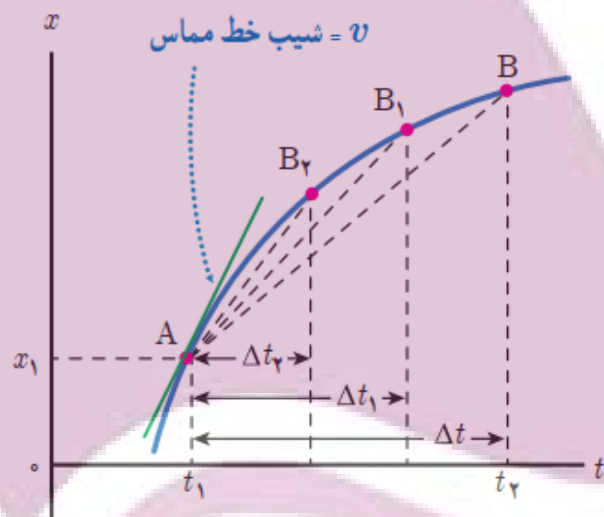
۴. برای نمودار مکان زمان باید دو نکته بلد باشیم: (۱) شیب خط واصل بین دو نقطه از نمودار مکان زمان بیانگر سرعت متوسط متحرک در آن

بازه زمانی است. (۲) شیب خط مماس بر نمودار مکان زمان در هر لحظه برابر سرعت لحظه ای متحرک در آن لحظه است. به شکل های زیر

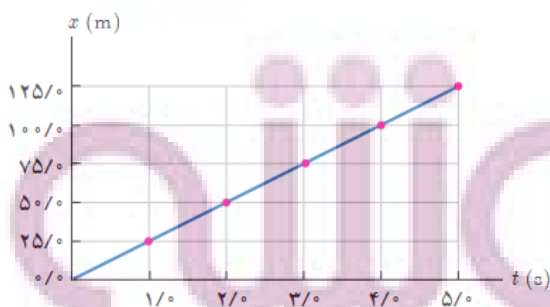
دقت کنید.



شکل ۱-۵ سرعت متوسط بین دو لحظه $t_1 = 0$ و $t_2 = 3$ s



۵. وقتی شیب نمودار مکان زمان ثابت بماند یعنی حرکت متحرک با سرعت ثابتی در حال انجام است. به شکل زیر دقت کنید:



یعنی در این حالت سرعت متوسط بین هر دو لحظه از حرکت برابر است

همچنین سرعت متوسط و لحظه ای برابر است. $V_{av} = v$

۶. عقربه خودرو در واقع تندی سنج است نه سرعت سنج! چون جهت

حرکت را نشان نمیدهد. توجه کنید اگر برای تندی، جهت هم ذکر کنیم

در واقع سرعت را بیان کرده ایم که کمیتی برداری است.

۷. توجه شود وقتی سرعت حرکت جسم ثابت باشد (شیب نمودار مکان -

زمان) یعنی سرعت لحظه ای آن با سرعت متوسط آن برابر است.

۸. هرگاه سرعت جسمی تغییر کند یعنی حرکت آن شتاب دارد

۹. بردار سرعت در هر نقطه از مسیر، بر مسیر حرکت مماس است

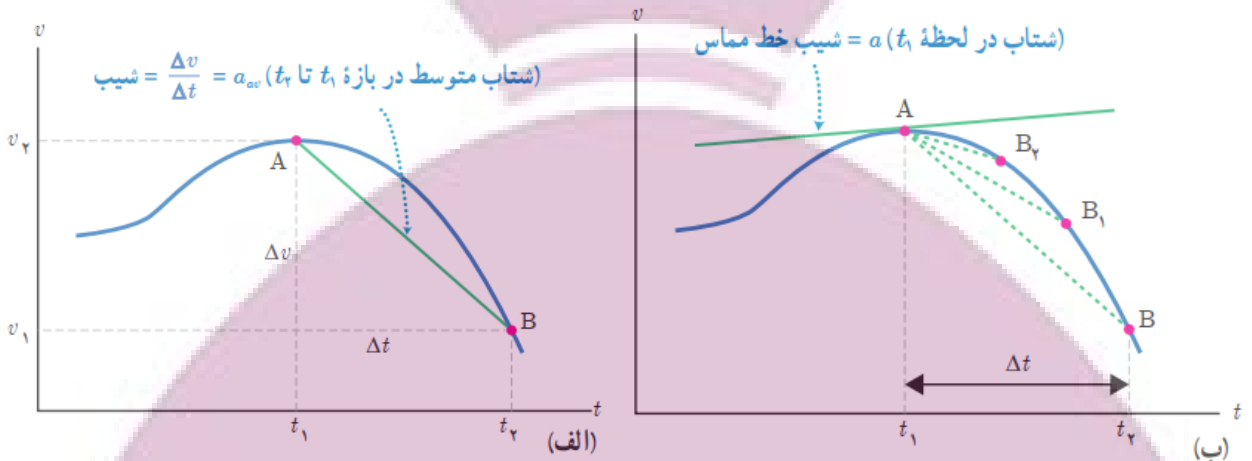
۱۰. تغییر سرعت جسم میتواند به دلیل تغییر در اندازه بردار سرعت (یعنی تندی آن) و همچنین تغییر در جهت بردار آن باشد. گاهی هم به

علت تغییر در هر دو سرعت جسم تغییر میکند.

۱۱. شتاب متوسط مثل سرعت متوسط کمیتی برداری است و یکای آن M/S^2 است. جهت بردار

شتاب هم جهت با بردار تغییر سرعت (ΔV) است

۱۲. برای نمودار سرعت زمان باید دو نکته بلد باشیم: (۱) شیب خط واصل بین دو نقطه از نمودار سرعت زمان بیانگر شتاب متوسط متحرک در آن بازه زمانی است. (۲) شیب خط مماس بر نمودار سرعت زمان در هر لحظه برابر شتاب لحظه ای متحرک در آن لحظه است. به شکل های زیر دقت کنید.



۱۳. وقتی شیب نمودار سرعت زمان ثابت بماند یعنی حرکت متحرک با شتاب ثابتی در حال انجام است. به شکل زیر دقت کنید:

یعنی در این حالت شتاب متوسط بین هر دو لحظه از حرکت

یکسان است. همچنین شتاب متوسط و شتاب لحظه ای برابر

$$a_{av} = a$$

۱۴. حرکت با شتاب ثابت حرکتی رایج است. مثلاً جسمی در حال

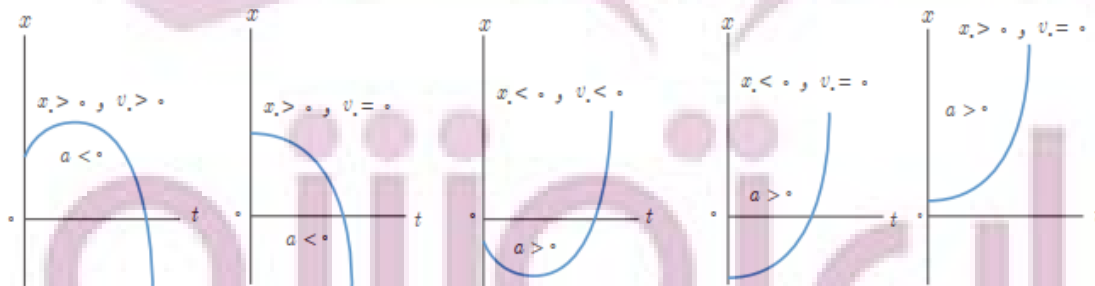
سقوط یا هواپیمای در حال حرکت بر روی باند که آماده بلند شدن

است یا مثلاً حرکت جسمی بر روی سطح شیب داری..

یا مثلاً حرکت ماشینی که با سبز شدن چراغ آغاز میشود

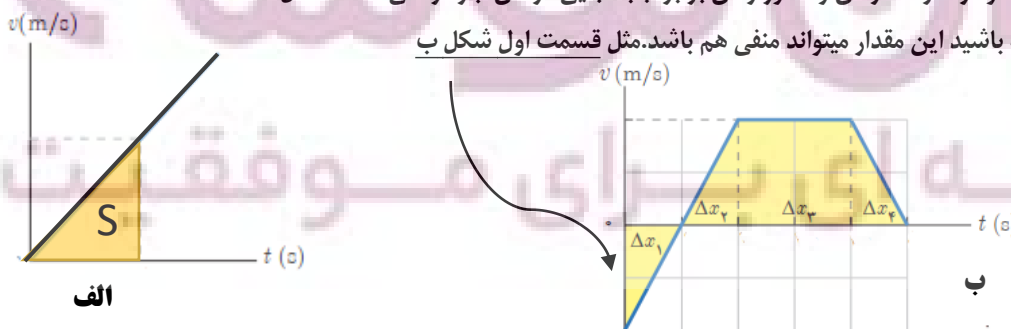
۱۵. در حرکت با شتاب ثابت مکان متحرک تابعی از درجه دوم

است. یعنی قطعاً نمودار مکان زمان یک حرکت با شتاب ثابت یک سهمی است. حال این سهمی میتواند رو به بالا یا رو به پایین باشد. به شکل



۱۶. مساحت محصور بین نمودار سرعت زمان و محور زمان برابر جابه جایی در آن بازه زمانی است. شکل

الف را ببینید. توجه داشته باشید این مقدار میتواند منفی هم باشد. مثل قسمت اول شکل ب



حفظیات فیزیک کنکور - دینامیک

حفظیات مخصوص کنکور ۹۹

۱. نیرو حاصل بر هم کنش یا اثر متقابل دو جسم بر همدیگر است و کمیتی برداری است یعنی هم اندازه دارد و هم جهت دارد. نیرو را با F نشان میدهند.

۲. نیرو را با نیروسنج اندازه میگیرند و واحد آن هم نیوتن است (N)

۳. وقتی نیرو بر یک جسمی وارد میشود، میتواند سرعت جسم را تغییر دهد، شکل آن را عوض کند و یا جهتحركت آن را تغییر دهد.

۴. هرگاه نیروهای وارد بر یک جسم یکدیگر را خنثی کنند بطوریکه نیروی خالص وارد بر جسم صفر باشد، گفته میشود که نیروهای وارد بر جسم با هم در توازن هستند.

۵. قوانین نیوتون، قوانین بین نیرو و شتاب است

قانون اول: یک جسم حالت سکون یا حرکت با سرعت ثابت خود را حفظ میکند مگر آن که نیروی خالص وارد بر آن صفر نباشد. یعنی وقتی نیروهای وارد بر جسمی در توازن باشند، اگر جسم در حال حرکت باشد، سرعت ثابت خود را حفظ کرده و به حرکت ادامه میدهد و اگر هم جسم ساکن باشد، ساکن میماند.

۶. به خاصیتی از اجسام که میل دارند وضعیت حرکت خود را هنگامی که نیروی خالص وارد بر آن صفر است حفظ کنند، لختی میگویند. به مثال های زیر راجع به قانون لختی دقت کنید:

حرکت سریع مقوا باعث افتادن سکه در لیوان میشود یعنی سکه با مقوا حرکت نمیکند (شکل الف)
کشیدن سریع نخ باعث پاره شدن نخ پایینی میشود و گلوله در جای خود میماند ولی اگر نخ را به آرامی بکشیم و نیرو را زیاد کنیم نخ بالایی پاره میشود. (شکل ب)

۷. قانون دوم نیوتون: هرگاه به جسمی نیروی خالصی (F_{net}) وارد شود جسم در جهت نیروی خالص وارده، شتاب میگیرد که این شتاب با نیروی وارده، رابطه مستقیم و با جرم جسم رابطه وارون دارد

۸. یکای SI نیرو نیوتون است. یک نیوتون برابر است با مقدار نیروی خالصی که به یک جسمی با جرم ۱ کیلوگرم شتابی معادل ۱ متر بر مجذور ثانیه بدهد.

۹. قانون سوم نیوتون: هرگاه جسمی به جسم دومی نیرویی وارد کند، جسم دوم نیز به جسم اول نیرویی برابر با نیروی اول و در راستا با آن ولی در خلاف جهت آن وارد میکند (هم اندازه، هم راستا و در خلاف جهت). نیروی اول را کنش و نیروی دوم را نیروی واکنش مینامند.

۱۰. نیروهای کنش و واکنش اثرات متفاوتی میتوانند داشته باشند و همواره به دو جسم مختلف وارد میشوند (نه به یک جسم). در ضمن نوع این نیروها دقیقاً مثل هم است مثلاً هر دو الکتریکی هستند یا هر دو گرانشی هستند. یا مثلاً هر دو مغناطیسی هستند

۱۱. وزن یک جسم روی زمین نیروی گرانشی است که از طرف زمین به جسم وارد میشود. جهت نیروی وزن و شتاب گرانشی آن نیز به سمت مرکز زمین است.

۱۲. توجه داشته باشید واحد وزن نیوتون (N) است و واحد جرم کیلوگرم است (KG). در ضمن جرم جسم در همه مکان ها ثابت است ولی وزن یک جسم به دلیل تغییر شتاب گرانشی (g) در مکان ها مختلف متفاوت است.

۱۳. بطور کلی وقتی یک جسم در یک شاره (مایع یا گاز) قرار دارد و نسبت به آن حرکت میکند، از طرف شاره نیرویی در خلاف جهت حرکت جسم به آن وارد میشود که به آن نیروی مقاومت شاره میگویند. این نیرو به بزرگی جسم و تندی آن بستگی دارد و هر چه این ها بیشتر باشد نیروی مقاومت شاره هم بیشتر است

۱۴. نیروی مقاومت هوا نوعی نیروی مقاومت شاره است. و همانطور که میدانیم به تندی جسم بستگی دارد. مثلاً اگر یک چتر باز با سرعت زیادی در حال سقوط باشد، نیروی مقاومت هوا نیز زیاد است و اگر چتر خود را باز کند تندی اش کم شده، نیروی مقاومت هوا هم کمتر میشود

۱۵. هنگامی که سرعت سقوط چتر باز کم شود، نیروی مقاومت شاره هم کمتر میشود تا این که نیروی مقاومت هوا و نیروی وزن هم اندازه میشوند (و به عبارتی نیروهای وارد بر جسم در حال سقوط به توازن میرسند) از آن زمان به بعد تندی سقوط جسم ثابت خواهد بود (حرکت شتابدار نیست دیگر...)، که به آن تندی حدی میگویند



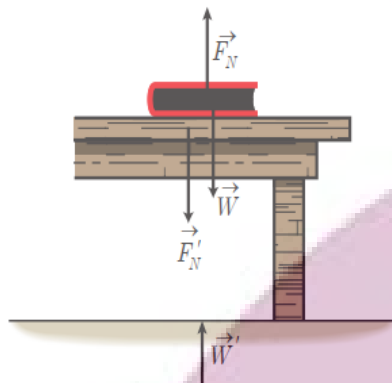
$$\vec{F}_{net} = m \vec{a}$$

قانون دوم نیوتون

۱۶. نیروی عمودی سطح (نیروی عمودی تکیه گاه) را با F_N نشان میدهند و از سطح به جسمی که روی آن سطح قرار دارد وارد میشود.

۱۷. نیروی عمودی سطح حاصل تغییر شکل سطح تماس دو جسم است. این تغییر شکل مربوط به نیروهای بین مولکولی است و حتی اگر احساس نشود ولی واقعا اتفاق میفتند. حتی یک زمین سفت نیز با قرار دادن جسمی روی آن فشرده تر میشود. این تغییر در اجسام نرمی مثل تشک یا اسفنج به خوبی مشخص است

۱۸. واکنش نیروی عمودی تکیه گاه از سرف جسم به سطح وارد میشود. همچنین واکنس نیروی وزن که به جسم وارد میشود، به زمینی وارد شده و زمین را به سمت جسم میکشد به شکل دقت کنید :



۱۹. نکته « در سقوط آزاد یک آسانسور میدانیم که شتاب برابر با g خواهد بود. حال اگر جسمی داخل آسانسور روی یک ترازو باشد، چون در سقوط آزاد نیروی عمودی سطح صفر است، ترازو عدد صفر را نشان میدهد!

۲۰. وقتی تلاش میکنیم که جسمی را روی سطحی به حرکت در آوریم چه جسم حرکت کند و چه ثابت بماند، نیروی اصطکاک با ما مقابله کرده است

۲۱. اگر جسم در اثر نیروی ما برای حرکت دادنش حرکت نکند و ثابت بماند، نیروی اصطکاک وارده را نیروی اصطکاک ایستایی و اگر جسم در اثر نیروی ما حرکت کند نیروی اصطکاک وارده را اصطکاک جنبشی گویند.

۲۲. نیروی اصطکاک بین دو جسم به جنس سطح دو جسم و زبری و نرمی آن ها بستگی دارد. در واقع نیروی اصطکاک به میزان ناهمواری سطح دو جسم بستگی دارد.

۲۳. نیروی اصطکاک را به نیروی اتلافی میشناسند ولی در واقع این نیرو در بسیاری از فعالیت های روزمره از قبیل رانندگی، نوشتن با قلم و دویدن و قدم زدن و نقش دارد.

۲۴. دیدگاه میکروسکوپی بیان میکند که نیروهای اصطکاک و عمودی سطح جمع برداری نیروهای بیشماری است که طبیعت الکتریکی دارند و بین اتم های سطح یک جسم و جسم دیگر عمل میکنند.

۲۵. بر اساس نظریه میکروسکوپی اگر دو جسم فلزی که کاملاً صیقلی هستند را روی هم قرار دهیم چون اتم های بسیاری زیادی از هر دو با هم در تماس هستند، نمیتوان به راحتی آن ها را روی هم لغزاند. در واقع انگار دو سطح به هم جوش خورده اند که به آن جوش سرد میگویند

۲۶. وقتی دو سطح روز هم قرار دارند در واقع نقاط کمی از آن ها واقعا با هم در تماس هستند به عبارت دیگر سطح تماس میکروسکوپی از سطح تماس ماکروسکوپی بسیار کمتر و کوچکتر است. (10^4 بار کوچکتر)

۲۷. اگر نیروی اولیه برای غلبه بر اصطکاک ایستایی کافی باشد، جوش های اولیه میشکنند و اصطکاک از آن به بعد جنبش خواهد بود و جوش های سرد پیوسته میشکنند و تشکیل میشوند.

۲۸. وقتی به جسمی برای حرکت نیرو وارد میکنیم و به تدریج این نیرو را افزایش میدهیم زمانی میرسد که جسم در آستانه حرکت قرار میگیرد. در این هنگام نیروی اصطکاک که به جسم وارد میشود بیشینه نیروی اصطکاک ایستایی نام دارد که با اندازه نیروی عمودی سطح متناسب است

۲۹. ضریب اصطکاک ایستایی μ_s نام دارد و به جنس سطح تماس دو جسم و صافی و زبری آن ها بستگی دارد

۳۰. نیروی اصطکاک جنبشی بین جسم در حال حرکت و سطح وجود دارد و در خلاف جهت حرکت جسم به آن وارد میشود. اندازه این نیرو متناسب اندازه نیروی عمودی سطح است

۳۱. توجه کنید اندازه بیشینه نیروی اصطکاک ایستایی و اندازه نیروی اصطکاک جنبشی متناسب با اندازه نیروی عمودی سطح است ولی اندازه نیروی اصطکاک ایستایی با نیروی عمودی سطح متناسب نیست!

۳۲. ضریب اصطکاک جنبشی μ_k نام دارد و به جنس سطح تماس دو جسم و صافی و زبری آن ها بستگی دارد (مثل ضریب اصطکاک ایستایی)

۳۳. ضریب اصطکاک جنبشی سطح معمولاً کمتر از ضریب اصطکاک ایستایی است: $\mu_k < \mu_s$

۳۴. هر چه فنر را بیشتر بکشیم یا فشرده کنیم (در محدوده معینی از تغییر طول فنر)، نیروی کشسانی فنر نیز بیشتر میشود

۳۵. ثابت فنر از مشخصات فنر است و به اندازه، شکل و ساختار ماده ای که فنر از آن ساخته شده بستگی دارد

۳۶. قانون هوک رابطه نیروی کشسانی فنر است:

$$F_e = kx$$

(اندازه نیروی کشسانی فنر)

۳۷. برای یک فنر انعطاف پذیر، k عددی کوچک و برای یک فنر سفت k عددی بزرگ است

۳۸. وقتی طناب جسم را با نیرویی میکشد که جهت آن از جسم به سمت بیرون و در راستای طناب است. چون در این حالت طناب تحت کشش قرار دارد، به این نیرو، نیروی کشش طناب گفته میشود

۳۹. طناب فقط به عنوان رابط بین دو جسم عمل میکند و هر دو جسم (دست و جعبه) را با بزرگی نیروی یکسان T میکشد، حتی اگر این دو جسم و طناب شتابدار باشند

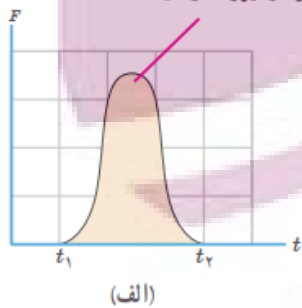
۴۰. تکانه کمیتی برداری است زیرا سرعت، یک کمیت برداری و جرم، یک کمیت نرده ای است. جهت تکانه همان جهت سرعت است. یکای SI تکانه kg.m/s است (تکانه برداشتی از قانون دوم نیوتون است)

۴۱. نیروی خالص وارد بر جسم برابر با تغییر تکانه جسم تقسیم بر زمان تغییر آن است. تغییر تکانه برابر با حاصلضرب نیرو در مدت زمان تأثیر آن است



شکل ۲-۱۶ هر چه ثابت فنر بیشتر باشد، شیب نمودار بیشتر و فنر سخت تر است.

تغییر تکانه برابر با مساحت سطح زیر نمودار نیرو — زمان است.



(الف)

۴۲. در شرایط واقعی نیروی وارد بر یک جسم به ندرت ثابت است

۴۳. تغییر تکانه یک جسم را میتوان از سطح زیر نمودار نیرو — زمان نیز به دست آورد

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

(تکانه جسم)

$$\vec{F}_{net} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$$

(قانون دوم نیوتون بر حسب تکانه برای نیروی ثابت)

$$\Delta \vec{p} = \vec{F}_{net} \Delta t$$

۴۴. نیوتون نشان داد هر جسمی در عالم، اجسام دیگر را به خود جذب میکند و این الهام بخش او برای قانون گرانش عمومی بوده است که بیان میدارد:

نیروی گرانشی میان دو ذره با حاصل ضرب جرم دو ذره نسبت مستقیم و با مربع فاصله آنها از یکدیگر نسبت وارون دارد

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

(اندازه نیروی گرانشی بین دو ذره)

ثابت گرانشی G را اولین بار هنری کاوندیش اندازه گیری کرد

$$G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2 / \text{kg}^2$$

۴۵. وزن یک جسم روی زمین برابر با نیروی گرانشی است که زمین بر جسم وارد میکند

$$W = G \frac{M_e m}{R_e^2}$$

(وزن جسم در سطح زمین)

توشه ای برای موفقیت

حفظیات فیزیک کنکور - نوسان و امواج

حفظیات مخصوص کنکور ۹۹

۱. عمل لیتوتریپسی روشی غیر تهاجمی برای شکستن سنگ های کلیه است. در این عمل امواج فراصوتی روی سنگ های کلیه متمرکز می شود. به طوری که با خورد شدن سنگ ها آن ها بتوانند از مجاری ادراری خارج شوند.

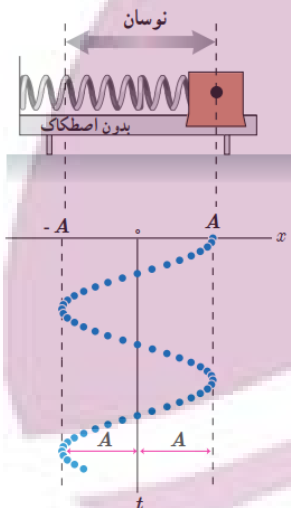
۲. نوسان های می توانند دوره ای یا غیر دوره ای باشند. مثالی از نوسان دوره ای : ضربان قلب انسان که ۶۵ بار در دقیقه تکرار می شود. نوسان هایی که چرخه آن در دور های دیگر تکرار شود نوسان های دوره ای گویند.



شکل ۳-۲ نمونه ای از نمودار الکترو قلب نگاره^۱ (نوار قلب) یک شخص^۲

۳. مدت زمان یک چرخه دوره تناوب حرکت نامیده می شود.

۴. حرکت هماهنگ ساده (SHM) مبنایی برای درک هر نوع نوسان دوره ای دیگر است. نمونه ی معروف از حرکت هماهنگ ساده جرمی است که با یک فنر نوسان می کند.



شکل ۳-۴ سامانه جرم و فنر، نمونه مشهوری از یک حرکت هماهنگ ساده است.

۵. هر نوسان دوره ای را می توان مجموعی از نوسان های سینوسی در نظر گرفت.

۶. در شکل رو به رو جسم بین $+A$ و $-A$ جلو و عقب می رود که A همان دامنه ی حرکت است.

دامنه ی حرکت بیشینه ی فاصله ی جسم از نقطه تعادل است.

توجه: دامنه فاصله ی بین دو انتهای مسیر نیست.

۷. وقتی نوسانگر در $+A$ یا $-A$ است سرعت آن صفر می باشد.

به این نقطه اصطلاحاً نقطه ی بازگشت حرکت می گویند.

وقتی نوسانگر از نقطه ی تعادل ($x=0$) می گذرد دارای سرعت بیشینه است.

۸. نوسان نگار: وسیله ای برای ثبت نوسان می باشد. برای ساخت این وسیله شیشه ای را روی

شمع می گیریم تا به خوبی دود اندود شود. سپس تیغه ی نوک تیزی را به یکی از شاخه های

یک دیپازون می بندیم. دیپازون را به نوسان وا می داریم و آن را به سرعت روی شیشه ی

دود اندود به حرکت در می آوریم. خطوط موج داری رسم می شوند که به آن ها نوسان

نگاشت می گویند.

۹. افزایش جرم در سامانه ی جرم-فنر منجر به کند شدن نوسان ها یعنی افزایش

دوره تناوب می شود.

۱۰. در سامانه جرم-فنر انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره می شود به طوریکه با افزایش

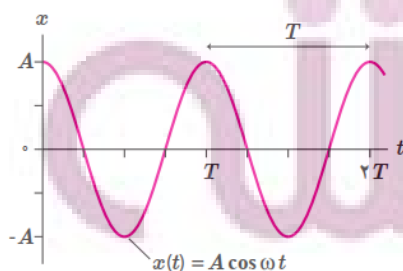
جا به جایی از نقطه تعادل این انرژی پتانسیل افزایش می یابد. در نتیجه انرژی پتانسی

سامانه جرم-فنر در نقاط $+A$ و $-A$ بیشینه و در نقطه ی تعادل صفر می باشد. هنگامی

که از نقطه ی تعادل به سمت $+A$ و $-A$ می زویم انرژی جنبشی کاهش می یابد

چراکه در این نقاط سرعت برابر با صفر می باشد.

در نقطه ی تعادل سامانه انرژی جنبشی بیشینه می باشد.

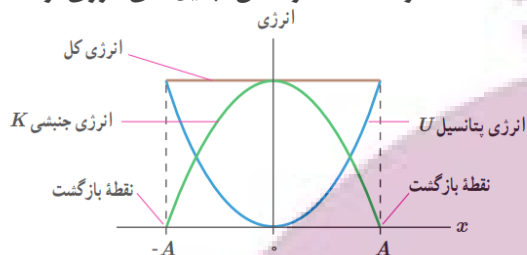


شکل ۳-۵ نمودار مکان-زمان برای حرکت هماهنگ ساده

۱۰. انرژی پتانسیل برابر با مجموع انرژی مکانیکی و جنبشی است و چون سامانه فاقد اصطکاک است انرژی سامانه پایسته می ماند و در نقاط مختلف مسیر انرژی پتانسیل برابر با یک عدد ثابت است. به همان اندازه که با افزایش فاصله از نقطه تعادل انرژی جنبشی کاهش می یابد به همان اندازه انرژی پتانسیل افزایش می یابد و بالعکس.

۱۱. در حالت کلی پایستگی انرژی پتانسیل برای هر نوسانگر هماهنگ ساده ای از جمله آونگ ساده برقرار است.

۱۲. آونگ ساده: شامل وزنه ی کوچکی موسوم به وزنه ی آونگ که از نخ بدون جرم و کش نیامدنی که سر دیگر آن ثابت شده است آویزان است. اگر زاویه ی انحراف آونگ از وضعیت تعادل کوچک باشد آونگ حرکت هماهنگ ساده خواهد داشت و همان تبدیل های انرژی نوسانگر هماهنگ ساده برای آن رخ خواهد داد.



شکل ۳-۷ تبدیل انرژی در حین حرکت هماهنگ ساده

سامانه جرم - فنر. توجه کنید که در نقطه $x=0$ انرژی، صرفاً جنبشی و در نقطه های $x = \pm A$ انرژی، صرفاً پتانسیل است. در این حرکت انرژی مکانیکی پایسته است، به گونه ای که به طور پیوسته از انرژی پتانسیل U به انرژی جنبشی K تبدیل می شود و بالعکس.

۱۳. در تمام مثال هایی که تا اینجا بررسی کردیم نوسانگر با انحراف از وضع تعادل با بسامدی معین شروع به نوسان می کرد. به بسامد این نوسان ها بسامد طبیعی می گویند.

حال اگر با اعمال یک نیرویی خارجی با بسامد های دیگری به نوسان درآید به چنین نوسانی نوسان واداشته گفته می شود. مثالی از این دسته نوسان کودکانی است که روی تاب به طور مرتب هل داده می شود.

نوسان تاب بی آنکه در ادامه حرکت هل داده شود نمونه ای از نوسان آزاد است که پس از مدتی متوقف می شود و میرا می باشد ولی هنگامی که شخصی تاب را هل می دهد انرژی تلف شده بر اثر اصطکاک و مقاومت هوا را جبران می کند و مانع میرا شدن نوسان تاب می شود.

۱۴. تشدید=رزونانس: اگر دامنه ی نوسان تاب بزرگ و بزرگ تر شود حاکی از آن است که بسامد نوسان

های واداشته با بسامد طبیعی تاب برابر شده رزونانس رخ داده.

۱۵. هرگاه در ناحیه ای از محیط کشسان ارتعاشی به وجود آید موجب پدید آمدن ارتعاش های پی در پی دیگری

می شود که از محل ارتعاش دور و دور ترند و به این ترتیب آنچه را که موج می نامند به وجود می آید.

۱۶. موج ها دو دسته می شوند: مکانیکی و الکترومغناطیسی. موج های مکانیکی مانند موج های روی آب

و موج های صوتی برای انتقال نیاز به محیط مادی دارند. موج های الکترومغناطیسی مانند نور مرئی،

موج های رادیویی و تلویزیونی، میکروموج و پرتوهای x — برای انتشار خود به محیط مادی نیاز ندارند.

به رغم متفاوت بودن منشأ امواج مکانیکی و الکترومغناطیسی، همگی آنها مشخصه های یکسانی دارند

و رفتار آنها از قاعده هایی کلی پیروی می کند که در هر پدیده موجی برقرار است.

۱۷. اگر یک سر فنر بلند کشیده شده ای را به چپ و راست تکان دهید، موجی به شکل یک تپ در طول فنر منتقل

را روبه بالا حرکت می دهید، بخش مجاور آن نیز از طریق کشش بین این دو بخش شروع به بالا رفتن می کند. وقتی بخش مجاور به بالا حرکت

کند، این بخش نیز به نوبه خود شروع به بالا کشیدن بخش بعدی می کند و این روند ادامه می یابد. به همین ترتیب، پایین کشیدن سر آزاد

فنر موجب پایین کشیده شدن بخش های بعدی فنری می شود، بدین ترتیب آشفتگی ای در شکل فنر ایجاد می شود که با تندی v در طول

فنر حرکت می کند. اگر دست خود را پیایی به بالا و پایین حرکت دهید یک موج پیوسته با تندی v در طول فنر به حرکت در می آید.

اگر به حرکت جزئی از فنر که در هنگام عبور موج به بالا و پایین نوسان می کند دقت کنید درمی یابید جابه جایی هر جزء نوسان کننده ای از

فنر، عمود بر جهت حرکت موج است، که به آن، موج عرضی گفته می شود. از این فنر بلند می توان برای ایجاد نوع دیگری از به نام موج

طولی استفاده کرد. اگر این بار، سرآزاد فنر را به جای اینکه به بالا و پایین یا به چپ و راست حرکت دهید، به سرعت به جلو و عقب ببرید. یک

تپ در طول فنر به راه می افتد و اگر دست خود را پیایی به جلو و عقب حرکت دهید یک موج طولی پیوسته با تندی v در طول فنر به حرکت

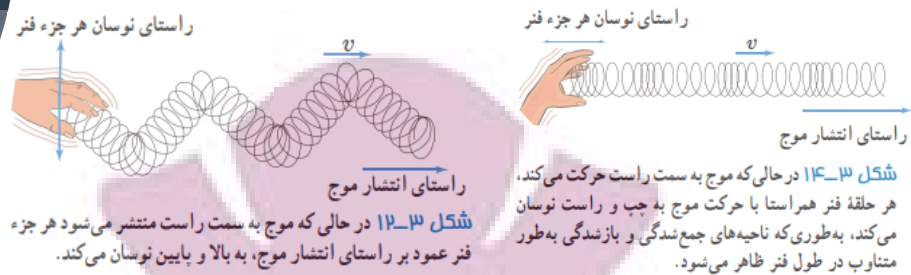
درمی آید. اگر به حرکت جزئی از فنر که در هنگام عبور این موج به چپ و راست نوسان می کند دقت کنید، درمی یابید جابه جایی هر جزء

نوسان کننده ای از فنر در راستای حرکت موج به همین دلیل است که به چنین موجی، موج طولی می گویند.



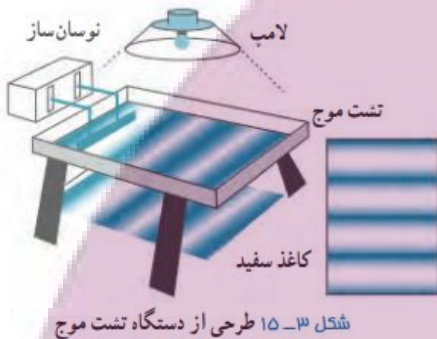
شکل ۳-۸ آونگ ساده، شامل وزنه ای

کوچک است که از نخ بدون جرم و کش نیامدنی آویزان است.



۱۸. این موج است که از یک سر به سر دیگر حرکت می‌کند نه ماده‌ای که موج در آن حرکت می‌کند. برای ایجاد چنین امواجی به یک چشمه نوسانی نیاز دارید و موج از این چشمه دور می‌شود و اگر چشمه به طور هماهنگ ساده نوسان کند، اجزای محیط حول نقطه تعادل خود با همان بسامد چشمه نوسان می‌کنند.

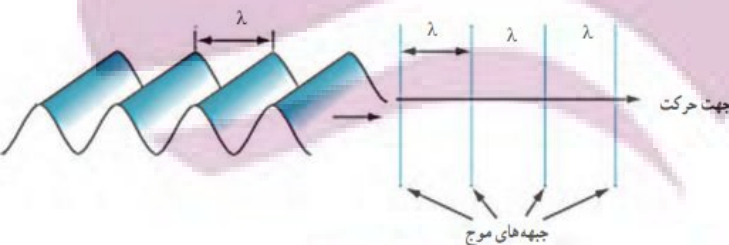
۱۹. برای بررسی برخی ویژگی‌های موج از وسیله‌ای به نام تشت موج استفاده می‌شود. این وسیله شامل یک تشت شیشه‌ای کم عمق و یک نوسان ساز است. یک راه مشاهده رفتار موج، استفاده از سایه‌ای است که توسط لامپ از سطح آب داخل تشت بر ورقه‌ی کاغذی زیر تشت تشکیل می‌شود است. برآمدگی‌ها و فرورفتگی‌های موج روی سطح آب به وضوح در سایه‌ی تشکیل شده بر ورقه‌ی کاغذ دیده می‌شود.



۲۰. اگر تیغه‌ای را بر سطح آب به نوسان درآوریم، موجی تخت بر سطح آب تشکیل می‌شود و اگر به جای تیغه از یک گوی کوچک استفاده کنیم به یک موج دایره‌ای می‌رسیم که از نقطه‌ی تماس با سطح آب در تمام جهات حرکت می‌کند.

در هر دو حالت، به هر یک از برآمدگی‌ها یا فرورفتگی‌های ایجاد شده روی سطح آب، یک جبهه‌ی موج گویند. به برآمدگی‌ها، قله یا ستیغ و به فرورفتگی‌ها دره یا پاستیغ گفته می‌شود. فاصله‌ی بین دو برآمدگی یا دو فرورفتگی مجاور، طول موج نامیده می‌شود و آن را با λ نشان می‌دهند.

۲۱. طول موج λ برابر با مسافتی است که موج در مدت دوره تناوب نوسان چشمه طی می‌کند.



۲۲. تعاریف:

دامنه A: بیشینه فاصله یک ذره از مکان تعادل که همان فاصله‌ی قله یا دره نسبت به سطح آرام یا ساکن است. دوره تناوب T: مدت زمانی که هر ذره محیط یک نوسان کامل انجام می‌دهد که برابر با زمانی است که چشمه‌ی موج یک نوسان کامل انجام می‌دهد.

بسامد f: تعداد نوسان‌های انجام شده توسط هر ذره محیط در یک ثانیه بسامد موج نامیده که برابر با بسامد چشمه‌ی موج نیز هست.

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

تندی انتشار موج v:

۲۳. مدل سازی موج عرضی با موج سینوسی:



شکل ۱۸-۳ (الف) یک موج عرضی در فنر کشیده شده و (ب) مدل سینوسی برای این موج

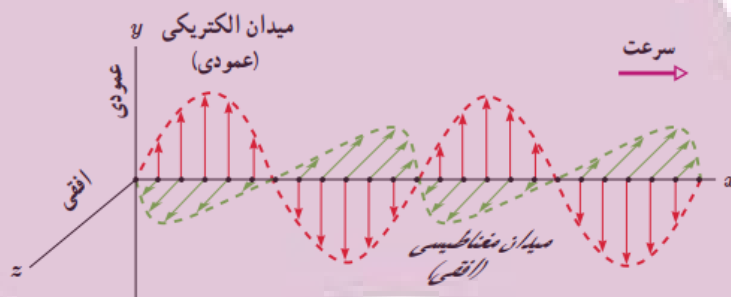
۲۴. در شکل زیر نقش یک موج عرضی را در چند لحظه متفاوت در مدت یک دوره تناوب مشاهده می کنید. در این مدت، هر ذره از محیط یک نوسان کامل انجام داده است و موج به اندازه ی یک طول موج پیشروی کرده است.

۲۵. تندی انتشار موج به جنس و ویژگی های محیط بستگی دارد.

۲۶. هر موجی حامل انرژی است. وقتی در یک ریسمان یا فنر کشیده موجی عرضی را ایجاد می کنیم، در واقع، انرژی را برای ایجاد موج در ریسمان فراهم کرده ایم. با انتشار موج، این انرژی به صورت انرژی جنبشی و پتانسیل در ریسمان انتقال می یابد. انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل لازم برای حرکت و کشیدگی هر جزء ریسمان یا فنر را شخصی تأمین می کند که سر ریسمان یا فنر را دائماً به نوسان در می آورد.

۲۷. مقدار متوسط آهنگ انتقال انرژی در یک موج سینوسی برای همه انواع امواج مکانیکی با مربع دامنه و نیز مربع بسامد موج متناسب است.

۲۸. تولید میدان مغناطیسی بر اثر تغییر میدان الکتریکی توسط جیمز کلارک ماکسول، فیزیک دان H انگلیسی، پیش بینی شد. ماکسول از این دو پدیده نتیجه گرفت که امواج الکترومغناطیسی باید لزوماً ناشی از تغییرات هم زمان میدان های الکتریکی و مغناطیسی (اصطلاحاً میدان الکترومغناطیسی) باشد.



شکل ۳-۲ یک تصویر لحظه ای از موجی الکترومغناطیسی که میدان الکتریکی در امتداد قائم (y) و میدان مغناطیسی در امتداد افقی (z) و انتشار موج در جهت x است.

۲۹. ویژگی های یک موج الکترومغناطیسی:

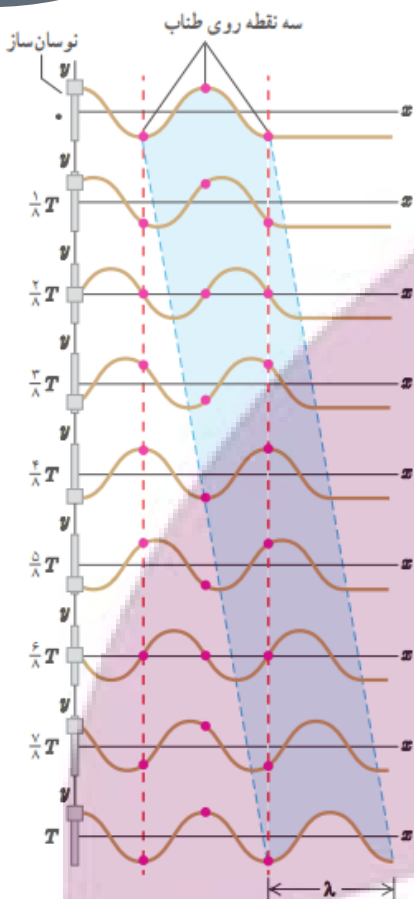
چند مشخصه بارز چنین موجی به قرار زیر است:

۱- میدان الکتریکی $\vec{E}$ همواره عمود بر میدان مغناطیسی $\vec{B}$ است.

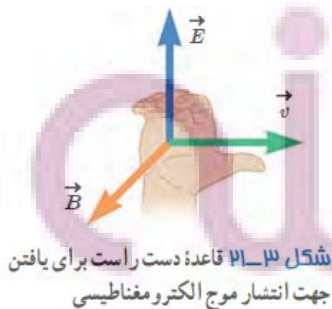
۲- میدان های الکتریکی و مغناطیسی $\vec{E}$ و $\vec{B}$ همواره بر جهت حرکت موج عمودند و در نتیجه موج الکترومغناطیسی، یک موج عرضی است.

۳- میدان ها با بسامد یکسان و همگام با یکدیگر تغییر می کنند.

جهت انتشار امواج الکترومغناطیسی را می توان مطابق شکل ۳-۲ از قاعده دست راست تعیین کرد.



شکل مربوط به مورد ۲۴



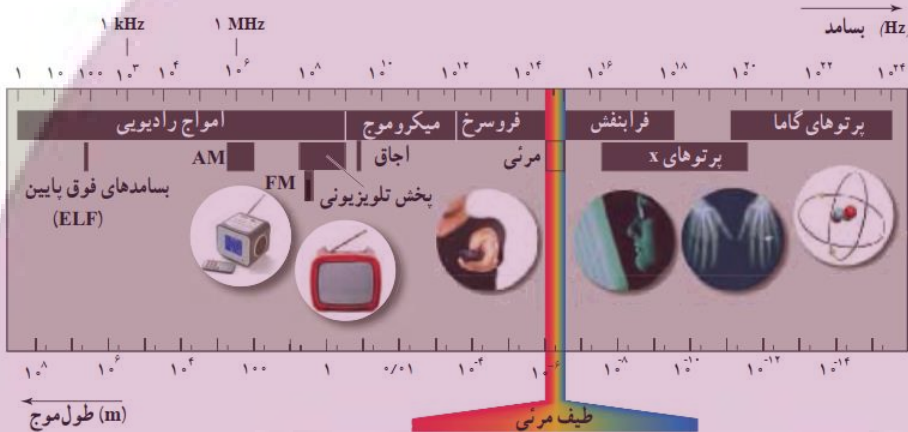
شکل ۳-۲ قاعده دست راست برای یافتن جهت انتشار موج الکترومغناطیسی

۳۱. گستره تقریبی طول موج مرئی در خلأ از 400 nm (نور بنفش) تا 700 nm (نور قرمز) می باشد.



۳۲. انتشار امواج الکترومغناطیسی به محیط مادی نیاز ندارد و این امواج، انرژی را نه به صورت انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل ذرات محیط، بلکه به صورت انرژی میدان های الکتریکی و مغناطیسی منتقل می کنند. کل انرژی دریافتی از خورشید که باعث بقای زندگی روی کره زمین می شود از نوع امواج الکترومغناطیسی است. با اینکه خورشید در فاصله ی 150 میلیون کیلومتری از زمین قرار دارد توان امواج الکترومغناطیسی گسیل شده از خورشید که به سطح زمین می رسد، تقریباً 100 میلیون گیگاوات است، جالب است که بدانید مرتبه بزرگی توان تولیدی یک نیروگاه هسته ای، 1 گیگاوات است.

۳۳. امواج الکترومغناطیسی: امروزه طیف وسیعی از امواج الکترومغناطیسی را می شناسیم. این طیف شامل امواج رادیویی، میکروموج، فروسرخ، طیف نور مرئی، فرابنفش، پرتوهای x و پرتوهای گاما است که از کمترین بسامد تا بیشترین بسامد گسترده شده اند. تمام این امواج به رغم تفاوت فراوان در روش های تولید و کاربردهای آن ها، امواجی الکترومغناطیسی هستند و همگی با تندی نور در خلأ حرکت می کنند و هیچ گسستگی ای در این طیف وجود ندارد.

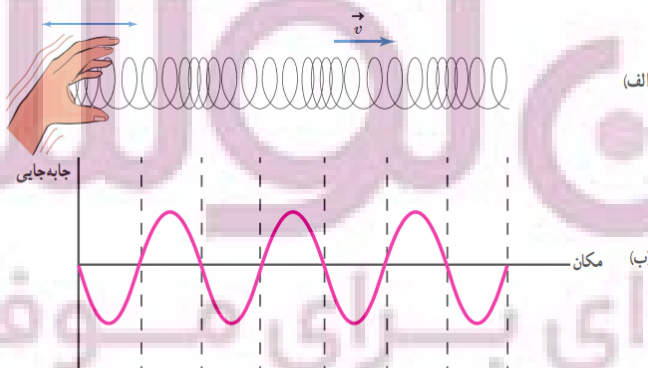


شکل ۳۳-۲۲ طیف امواج الکترومغناطیسی

۳۴. در فتر در یک لحظه از زمان، در مکان هایی که بیشترین جمع شدگی یا بیشترین بازشدگی بین حلقه ها رخ می دهد، جابه جایی هر جزء فتر از وضعیت تعادل برابر صفر است. در وسط فاصله بین یک جمع شدگی بیشینه و یک بازشدگی بیشینه مجاور هم، اندازه جا به جایی هر جزء از فتر از وضعیت تعادل، بیشینه است.

۳۵. در امواج طولی، طول موج برابر با فاصله ی بین دو تراکم (برای فتر، جمع شدگی) یا دو انبساط (برای فتر، باز شدگی) متوالی است. همچنین دامنه ی موج طولی برابر با بیشینه ی جا به جایی از مکان تعادل است.

در اینجا نیز همانند موج عرضی هر جزء فتر در مدت یک دوره یک نوسان کامل انجام می دهد و موج به اندازه ی یک طول موج پیشرویمی کند.



شکل ۳۳-۲۳ (الف) تصویری لحظه ای از ایجاد نواحی جمع شدگی و باز شدگی در طول یک فتر بلند کشیده، هنگام انتشار موج طولی سینوسی در فتر (ب) نمودار جابه جایی - مکان برای موج ایجاد شده در فتر

۳۶. برای امواج مکانیکی، تندی انتشار امواج طولی در یک محیط جامد بیشتر از تندی انتشار امواج

عرضی در همان محیط است.

۳۷. موج صوتی: صوت یک موج طولی است که توسط جسمی مرتعش از قبیل سیم گیتار، تارهای صوتی

حنجره انسان، دیافراژن و یا پوسته های مرتعشی مانند صفحه ی مرتعش یک بلندگو تولید می شود که اصطلاحاً

به این ها چشمه تولید صوت گفته می شود. وقتی یک چشمه صوت مرتعش می شود، معمولاً صوت ایجاد شده در تمام جهت

ها منتشر می شود. افزون بر این، صوت فقط در محیط های مادی مانند گاز، مایع، یا جامد می تواند ایجاد و منتشر شود. 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 مجموعه ای از تراکم ها

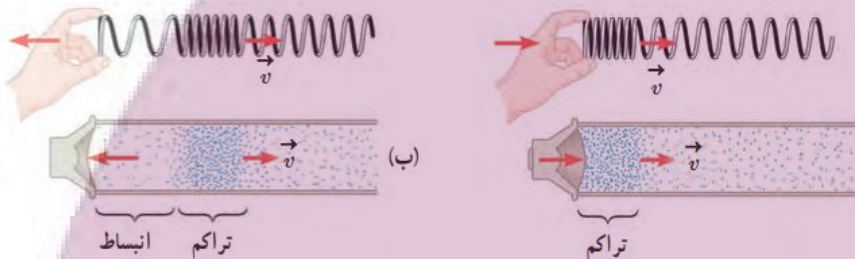
و انبساط ها تشکیل شده اند مثلاً با ارتعاش دیافراگم یک بلندگو، موجی صوتی ایجاد می شود. حرکت رو به بیرون دیافراگم، هوای جلوی آن

را متراکم می کند. این تراکم که با تندی صوت از بلندگو دور می شود مشابه ناحیه جمع شدگی در یک فنر کشیده است که در آن موجی طولی

روانه شده است. پس از تولید یک ناحیه متراکم، دیافراگم حرکتش را برعکس می کند و به سمت داخل می رود. حرکت رو به داخل

دیافراگم، هوای جلوی آن را منبسط می کند. این انبساط که با تندی صوت از بلندگو دور می شود، مشابه ناحیه بازشدگی در یک فنر کشیده

است که در آن موجی طولی روانه شده است.



شکل ۳-۲۴ الف) با حرکت رو به بیرون

دیافراگم، یک تراکم ایجاد می شود.

ب) با حرکت رو به داخل دیافراگم، یک

انبساط ایجاد می شود. این تراکم و

انبساط شبیه به جمع شدگی و بازشدگی در

یک فنر بلند است.

۳۸. توجه کنید در حالی که موج از بلندگو به شنونده می رسد، هر مولکول هوا، با موج

حرکت نمی کند، بلکه در مکان ثابتی به جلو و عقب نوسان می کند.



شکل ۳-۲۵ در حالی که موج از بلندگو

به سمت شنونده حرکت می کند، مولکول های

هوا در جای خود نوسان می کنند.

۳۹. اندازه گیری ها نشان داده است که عموماً صوت در جامد ها سریع تر از مایع ها و در مایع ها سریع تر از گازها حرکت می کند، گرچه

استثنائاتی نیز وجود دارد.

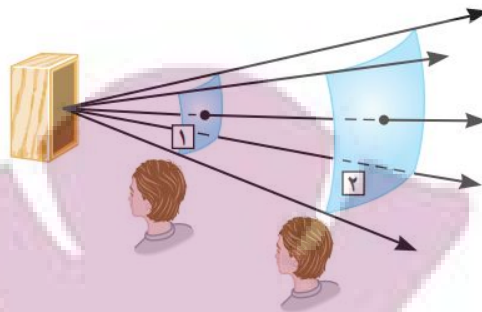
۴۰. تندی صوت افزون بر جنس محیط به دما نیز بستگی دارد و از این رو معمولاً تندی صوت در مواد همراه با دمای متناظر آن ها نوشته می

شود.

۴۱. انتشار صوت از هر چشمه صوتی همراه با انتقال پی در پی انرژی از ناحیه ای از محیط به ناحیه ای دیگر از آن است. در واقع چشمه

صوت، این انرژی را با به حرکت درآوردن لایه ای از محیط که در تماس مستقیم با چشمه است به محیط می دهد. انرژی از این لایه به لایه

بعدی و از آنجا به لایه های بعد تر منتقل و در تمام جهات منتشر می شود.



شکل ۳-۲۶ با انتشار صوت از چشمه، انرژی به طور عمود، نخست از سطح ۱ و سپس از سطح ۲ که مساحت بیشتری دارد، می‌گذرد.

جدول ۳-۲ شدت و تراز شدت صوت برای چند صدای متفاوت

صوت	شدت صوت (W/m^2)	تراز شدت صوت (dB)
نفس کشیدن در فاصله ۳m	10^{-11}	۱۰
بیج در فاصله ۱m	10^{-10}	۲۰
کتابخانه	10^{-9}	۳۰
خیابان بی سروصدا	10^{-8}	۴۰
رستوران ساکت	10^{-7}	۵۰
صحبت معمولی در فاصله ۱m	10^{-6}	۶۰
خیابان پر سروصدا	10^{-5}	۷۰
در نزدیکی جاروبرقی	10^{-4}	۸۰
قطار در عبور از یک تقاطع	10^{-3}	۹۰
کارگاه ماشین آلات پر سروصدا	10^{-2}	۱۰۰
دستگاه بخش صوت در بیشترین صدای خود	10^{-1}	۱۱۰
مته سنگ شکن	10^0	۱۲۰
موتور جت در فاصله ۳۰m	10^1	۱۳۰

۴۲. شدت صوت را می‌توان با یک آشکار ساز اندازه گرفت. با اندازه گیری شدت صوت های مختلف در می‌یابیم نسبت شدت های صوت در گستره شنوایی انسان می‌تواند در حدود ۱۰ به توان ۱۲ باشد.

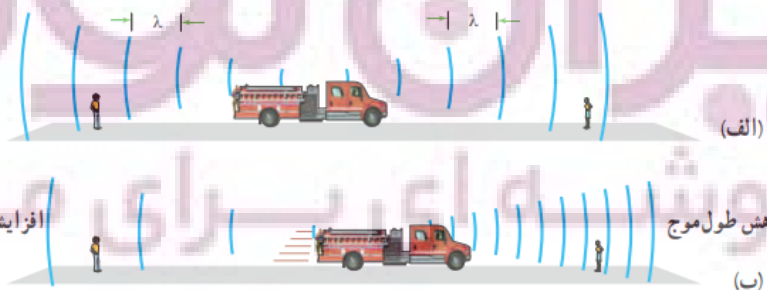
۴۳. وقتی دیافراگمی را با ضربه ای به ارتعاش و می‌داریم، دیافراگم نوسان هایی انجام می‌دهد که به دلیل میرایی کم، به حرکت هماهنگ ساده نزدیک است. به صوت حاصل از چنین چشمه هایی تن موسیقی یا به اختصار تن گفته می‌شود.

۴۴. با شنیدن هر تن 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؛ اگر یک دیافراگم با بسامد مشخص را با ضربه هایی متفاوت به ارتعاش واداریم، 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.

۴۵. دستگاه شنوایی انسان به بسامدهای متفاوت حساسیت های متفاوتی نشان می‌دهد، به طوری که بیشترین حساسیت گوش انسان به بسامدهایی در گستره ۲۰۰۰ تا ۵۰۰۰ هرتز است در حالی که گوش انسان قادر به شنیدن تن های ۲۰ تا ۲۰۰۰۰ هرتز است.

۴۶. اثر دوپلر: فرض کنید یک ماشین آتش نشانی در حالی که آژیر آن روشن است در کنار خودروی شما متوقف باشد. شما همان بسامدی را از آژیر می‌شنوید که راننده ماشین آتش نشانی می‌شنود. ولی اگر خودروی شما به ماشین آتش نشانی نزدیک و یا از آن دور شود، بسامدهای متفاوتی را خواهید شنید. همچنین اگر خودروی شما ساکن باشد و ماشین آتش نشانی به شما نزدیک و سپس از شما دور شود باز هم بسامدهای متفاوتی را خواهید شنید. این ها مثال هایی از اثر دوپلر است که به افتخار کاشف آن یوهان کریستین دوپلر فیزیک دان اتریشی، نام گذاری شده است. اثر دوپلر نه تنها برای امواج صوتی بلکه برای امواج الکترومغناطیسی، مانند میکروموج ها، موج های رادیویی و نور مرئی نیز برقرار است.

۴۷. وضعیتی که چشمه متحرک است و ناظر (شنونده) ساکن است:



شکل ۳-۲۷ (الف) وقتی ماشین ساکن

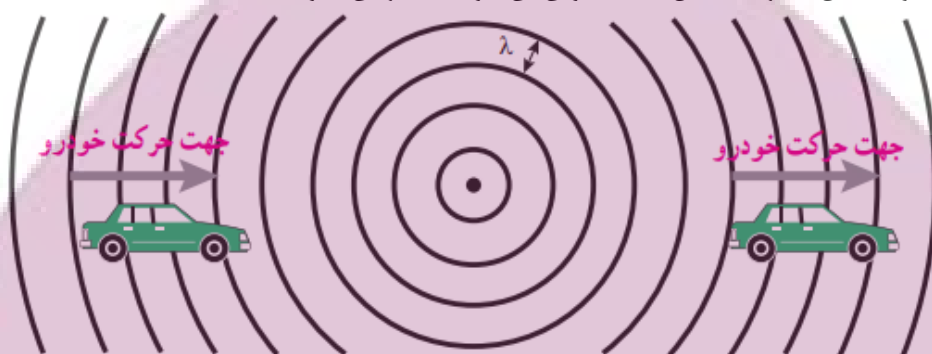
است تجمع جبهه های موج در جلو و عقب ماشین یکسان است. (ب) با حرکت رو به جلوی ماشین، تجمع جبهه های موج در جلوی ماشین بیشتر و در عقب آن کمتر می‌شود.

افزایش طول موج

کاهش طول موج

(ب)

شکل صفحه قبل های موج حاصل از صدای آژیر یک ماشین آتش نشانی ساکن را نشان می دهد. همان طور که دیده می شود فاصله این جبهه ها از هم، در جلو و عقب ماشین یکسان است، ولی اگر ماشین آتش نشانی مثلا به جلو حرکت کند، فاصله ی جبهه های موج در جلوی ماشین کمتر از پشت آن خواهد بود بنابراین اگر ناظر ساکنی را رو به روی ماشین در نظر بگیریم، این ناظر طول موج کوتاه تری را نسبت به وضعیتی که ماشین ساکن بود اندازه می گیرد، که این به معنی افزایش بسامد برای این ناظر است. در حالی که ناظر ساکن عقب ماشین طول موج بلندتری را نسبت به وضعیتی که ماشین ساکن بود اندازه می گیرد، که این به معنی کاهش بسامد برای این ناظر است. ۴۸ چشمه ساکن و ناظر (شنونده) متحرک: در این حالت تجمع جبهه های موج در دو سوی چشمه یکسان است. اگر ناظر به طرف چشمه حرکت کند، در مقایسه با ناظر ساکن، در مدت زمان یکسان، با جبهه های موج بیشتری مواجه می شود که این منجر به افزایش بسامد صوتی می شود که ناظر می شنود. در حالی که اگر ناظر از چشمه دور شود، در مقایسه با ناظر ساکن، در مدت زمان یکسان، با جبهه های موج کمتری مواجه می شود که این منجر به کاهش بسامد صوتی می شود که ناظر می شنود.



شکل ۳-۲۸ در مدت زمان یکسان خودرویی که به چشمه ساکن صوت نزدیک می شود با جبهه های موج بیشتری برخورد می کند، در حالی که خودرویی که از این چشمه دور می شود با جبهه های موج کمتری برخورد می کند.

۴۹. تولید صدا در آلات موسیقی، پژواک صداها، دیدن ماه، دیدن صفحه این کتاب، گرم شدن مواد غذایی در اجاق های خورشیدی، جمع شدن امواج رادیویی در کانون آنتن های بشقابی و... مثال هایی از کاربرد بازتاب امواج در زندگی هستند. برخی از جانداران نظیر خفاش از همین ویژگی برای یافتن مسیر خود یا طعمه استفاده می کنند.

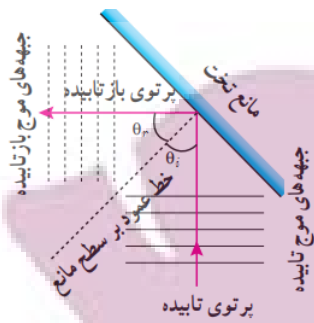
۵۰. امواج الکترومغناطیسی (از جمله نور) نیز بازمی تابند. در واقع وقتی نور بازتابیده از جسمی به چشم ما برسد، آن جسم را می بینیم.

۵۱. بازتاب امواج مکانیکی: اگر تپی را در یک فنر (یا یک ریسمان) کشیده بلند که یک سر آن بر تکیه گاهی ثابت شده است روانه کنیم، وقتی تپ به تکیه گاه (مرز) می رسد نیرویی به آن وارد می کند و طبق قانون سوم نیوتون، تکیه گاه نیز نیرویی با اندازه برابر و در جهت مخالف بر فنر وارد می آورد. این نیرو در محل تکیه گاه، تپی در فنر ایجاد می کند که روی فنر در جهت مخالف تپ تابیده حرکت می کند. چنین بازتابی را بازتاب در یک بعد می نامند.

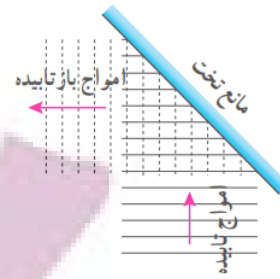


۵۲. وقتی تیغه تختی را بر سطح آب تحت موج به نوسان درمی آوریم، امواج تختی بر سطح آب تشکیل می شد. اکنون اگر بر سر راه این امواج مانع هایی قرار دهیم، این امواج پس از برخورد با این موانع باز می تابند. به چنین بازتابی، بازتاب در دو بعد می گویند.

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



شکل ۳-۳۴ نمودار پرتویی همراه با جبهه‌های موج برای بازتاب امواج تخت از سطح مانعی تخت



شکل ۳-۳۳ طرحی از جبهه‌های موج تابیده (خطوط توپر) و جبهه‌های موج بازتابیده (خطوط خط چین)

زاویه بین خط عمود بر سطح مانع و پرتوی تابیده (فرودی) را زاویه تابش می‌نامند و زاویه بین خط عمود بر سطح مانع و پرتوی بازتابیده را زاویه بازتابش می‌نامند.

۵۳. قانون بازتاب عمومی: برای هر وضعیت مانع و همه انواع موج مانند امواج دایره‌ای یا کروی نیز، همواره زاویه تابش با بازتابش برابر می‌باشد.

۵۴. نمونه دیگری از بازتاب امواج مکانیکی، بازتاب امواج صوتی است. صوت می‌تواند از یک سطح سخت مانند دیوار بازتابش کند. این مثالی از بازتاب امواج در سه بعد است. بازتاب صوت نیز از همان قانون بازتاب عمومی پیروی می‌کند.

۵۵. امواج صوتی می‌توانند مانند سایر امواج از سطوح خمیده نیز بازتابیده شوند.

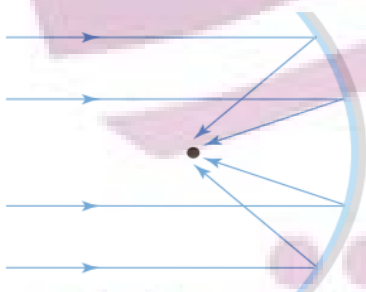
شاید در پارک‌های تفریحی دوسطح کاو را در برابر هم دیده باشید که وقتی شخصی در کانون یکی از این سطوح صحبت میکند، شخص دیگری در کانون سطح کاو دیگر آن را می‌شنود.

۵۶. پژواک: اگر در برابر دیواره یا صخره لندی که چند ده متر از شما فاصله دارد، بایستید و یک بار دست بزنید پس از مدت زمان کوتاهی، بازتاب صدای دست زدن خود را خواهید شنید. اگر صوت پس از بازتاب، با یک تأخیر زمانی به گوش شنونده ای برسد که صوت اولیه را مستقیماً می‌شنود به چنین بازتابی پژواک می‌گویند.

اگر تأخیر زمانی بین این دو صوت کمتر از ۰.۱ ثانیه باشد، گوش انسان نمیتواند پژواک را از صوت مستقیم اولیه تمیز دهد.

۵۷. امواج الکترومغناطیسی تخت تابیده به یک سطح کاو پس از بازتابش، در یک نقطه کانونی می‌شوند. این نمونه‌ی دیگری از بازتاب در سه بعد می‌باشد. از همین ساز و کار برای دریافت امواج رادیویی توسط آنتن‌های بشقابی و یا امواج فروسرخ برای گرم کردن آب یا مواد غذایی در اجاق‌های خورشیدی استفاده می‌شود.

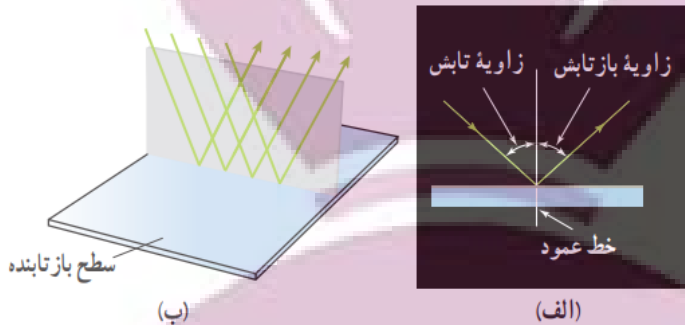
شکل ۳-۳۶ الف) یک موج الکترومغناطیسی تخت پس از بازتاب از یک سطح کاو در نقطه‌ای مقابل سطح، کانونی می‌شود. ب) تصویری از یک اجاق خورشیدی



۵۸. رادار دوپلری: از امواج الکترومغناطیسی نیز میتوان برای مکانیابی پژواکی استفاده کرد. اثر دوپلر برای امواج الکترومغناطیسی نیز برقرار است.

ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

۵۹. همانطور که گفته شد در مرئی بخشی از طیف امواج الکترومغناطیسی است. بنابراین نور مرئی نیز از همان قانون بازتاب عمومی امواج پیروی می کند. برای نور مرئی نیز همچون سایر امواج، پرتوی تابش، پرتوی بازتابش، و خط عمود بر سطح بازتابنده، در هر بازتابشی در یک صفحه واقع اند.



شکل ۳-۳۷ (الف) در هر بازتابشی زاویه تابش و زاویه بازتابش با هم برابرند. (ب) پرتوی تابش، پرتوی بازتابش، و خط عمود بر سطح بازتابنده در یک صفحه واقع اند.

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

نوع دیگر بازتابش، بازتاب پخشنده یا نامنظم است. این بازتاب وقتی رخ می دهد که نور به سطحی برخورد کند که صیقلی و هموار نباشد. پرتوهای نور به طور کاتوره ای از پستی و بلندی های سطح بازتابنده، و در تمام جهات پراکنده می شوند. به دلیل این بازتاب است که شما صفحه کاغذ، دیوار، دستتان، دوست خود، و... را می بینید.

۶۱. شکست نیز نوع دیگری از برهمکنش امواج با محیط است که بر اثر آن جهت پیشروی موج در ورود به محیط جدید تغییر می کند. وقتی یک ماهی را از بالای برکه ای می بینید، آن را در مکان واقعی خود مشاهده نمی کنید بلکه مکانی ظاهری بر اثر شکست نور را ادراک می کنید. رنگ های رنگین کمان، تصویری که با کمک عینک میبینیم، تصاویری که با استفاده از عدسی های ابزارهای نوری مانند میکروسکوپ و دوربین دیده می شود، و... مثال های رایجی از شکسته شدن موج های نوری در پیرامون ما است.

این پدیده برای امواج صوتی نیز رخ می دهد ولی به اندازه ی موج های نوری اهمیت ندارد. وقتی موج به مرز جدایی دو محیط می رسد بخشی از آن بازتابیده می شود و بخشی دیگر عبور میکند که این افزون بر جذب موج است که در هر دو محیط رخ می دهد.

۶۲. در حالت های دو یا سه بعدی با عبور موج از یک مرز و ورود آن به محیط دیگر، تندی موج تغییر می کند و ممکن است جهت انتشار موج نیز تغییر کند و اصطلاحاً موج شکست پیدا می کند.

۶۳. تندی امواج روی سطح آب به عمق آن بستگی دارد. از این ویژگی می توانیم برای تحقیق پدیده شکست در تشت موج استفاده کنیم؛ یعنی با تغییر دادن عمق آب در بخشی از تشت می توان تندی موج سطحی در آن بخش را تغییر داد که این به تغییر جهت انتشار موج در آن بخش، و به عبارتی به شکست موج می انجامد. مشاهده می شود با ورود موج به بخش کم عمق، تندی موج سطحی کاهش می یابد. روشن است، آن بخش از جبهه موج که زودتر به ناحیه کم عمق می رسد، چون با تندی کمتر حرکت می کند از بقیه جبهه موج که هنوز وارد این ناحیه نشده عقب می افتد و بنابراین فاصله بین جبهه های موج و در نتیجه طول موج کاهش می یابد و به این ترتیب جبهه های موج در مرز دو ناحیه تغییر جهت می دهند. مثال: با نزدیک شدن امواج به یک ساحل شیب دار که با رسیدن جبهه های موج به ساحل که در آنجا عمق آب کم می شود، جهت انتشار جبهه های موج تغییر می کند.

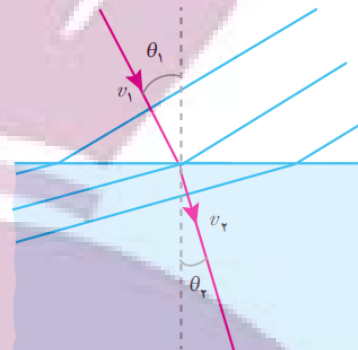


شکل ۳-۴۲ وقتی اسباب بازی وارد قالیچه می شود مسیرش تغییر می کند؛ زیرا چرخي که نخست به قالیچه می رسد، زودتر کند می شود.

۶۴. در شکل ۳-۴۳ موجی تخت از محیطی با تندی بیشتر به محیطی با تندی کمتر رفته است. ولی اگر موج در جهت مخالف حرکت کند، یعنی از محیط دوم که در آن تندی موج کمتر است وارد محیط اول شود که در آن تندی موج بیشتر است، زاویه شکست بزرگ تر از زاویه تابش می شود.



شکل ۳-۴۴ در صورتی که موج از محیطی با تندی کمتر به محیطی با تندی بیشتر برود، زاویه شکست θ_2 بزرگ تر از زاویه تابش θ_1 می شود.



شکل ۳-۴۳ جهت موجی با زاویه تابش θ_1 از محیط اول وارد محیط دوم می شود و با زاویه θ_2 شکست پیدا می کند (شکل با فرض $v_2 < v_1$ رسم شده است).

۶۵. امواج الکترومغناطیسی (از جمله نور مرئی) نیز با گذر از یک محیط به محیطی دیگر که در آن تندی آن ها متفاوت می شود، شکست پیدا می کنند. به جز گستره نور مرئی که بیشترین و معروفترین موارد شکست برای آنها مطرح می شود و به پیامدها و کاربردهای جالبی می انجامد، شکست امواج رادیویی نیز اهمیتی کاربردی در ارتباطات رادیویی دارد.



شکل ۳-۴۵ در عبور یک پرتوی نور از محیطی شفاف به محیط شفاف دیگر، بخشی از نور باز می تابد و بخشی می شکند.

۶۶. وقتی یک پرتوی نور از محیطی شفاف وارد محیط شفاف دیگری شود، بخشی از نور باز می تابد و بخشی دیگر وارد محیط دوم می شود. همانطور که انتظار داریم آن بخش نور که وارد محیط دوم می شود، به دلیل آنکه تندی آن در محیط دوم تغییر می کند، شکسته می شود. به همین دلیل برای هر محیط ضریب شکست تعریف می کنند که برابر با نسبت تندی نور در خلأ به تندی نور در آن محیط است.

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

۶۷. قانون شکست اسنل:

این رابطه را به افتخار فیزیکدان هلندی، ویلبرد اسنل که آن را به طور تجربی کشف کرد، قانون شکست اسنل می نامند.

۶۸. سراب در روزهای گرم ممکن است برکه آبی را در دوردست ببینید که بر سطح زمین قرار دارد، اما وقتی به آن محل می رسید، آنجا را خشک می یابید. به این پدیده سراب یا سراب آبیگر می گویند و نه تنها می توان آن را دید، بلکه می توان از آن عکس هم گرفت. در روزهای گرم هوای سطح زمین نسبتاً داغ است. از طرفی، چگالی هوا با افزایش دما کاهش می یابد که این سبب کاهش ضریب شکست نیز می شود.



شکل ۳-۴۸ نمودار تغییرات ضریب شکست هوا با دما

در این پدیده جبهه های موجی را به طرف پایین می آیند. با پایین آمدن هر چه بیشتر پرتوهای متناظر این جبهه های موج، آن ها با ضریب شکست های کوچکتر و کوچکتری رو به رو می شوند و در هر مرحله با دور شدن از خط عمود، بیشتر و بیشتر به سمت افق خم می شوند.

وقتی پرتوها در نزدیکی سطح زمین تقریباً افقی می شوند به سمت بالا خم می شوند.

بخش پایینی هر جبهه موج در هوای کمی گرمتر قرار دارد و بنابراین کمی تندتر از بخش بالایی جبهه موج حرکت میکند و این

تفاوت رفتار دو قسمت جبهه های موج، موجب خم شدن رو به بالای پرتوهای موج می شود، زیرا پرتوهای موج باید همواره عمود بر جبهه

های موج باشند. وقتی پرتوها رو به بالا می روند به خم شدن رو به بالای خود ادامه می دهند، زیرا اکنون مدام با محیط هایی با ضریب

شکست های بزرگ و بزرگتر مواجه می شوند و بنابراین در هر مرحله با نزدیک شدن به خط عمود، بیشتر و بیشتر رو به بالا خم می شوند. اگر

بخشی از این نور به چشم ما برسد، به نظر می آید که منشأ این نور از امتداد رو به عقب پرتوهایی است که به چشم ما رسیده اند و این حس

را ایجاد می کند که گویی از سطح زمین آمده است!



شکل ۳-۵ الف) خمیدگی اغراق آمیز یک پرتوی نور که در امتداد یک مرز فرضی از هوای گرم به سمت هوای گرم تر پایین می رود. (ب) تغییر جبهه های موج و خمیدگی مربوط به آن، به این دلیل رخ می دهد که انتهای پایین جبهه های موج در هوای گرم تر سریع تر حرکت می کنند. (پ) خمیدگی اغراق آمیز یک پرتوی نور که در امتداد یک مرز فرضی از هوای گرم تر به سمت هوای گرم بالا می رود.



۶۹. پاشندگی نور: وقتی باریکه ی 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 موج های مختلف باشد، لین پرتوها هنگام عبور از مرز دو محیط

در زاویه های مختلفی شکسته میشوند. به این پخش شدگی نور، پاشندگی نور میگویند.

عموما ضریب شکست یک محیط معین برای طول موجهای کوتاه تر، بیشتر است.

اگر باریکه نور سفید از هوا بر یک سطح شیشه ای فرود آید بر اثر شکست نور

مؤلفه های سازنده نور سفید هر کدام به میزان متفاوتی خم می شوند که البته این

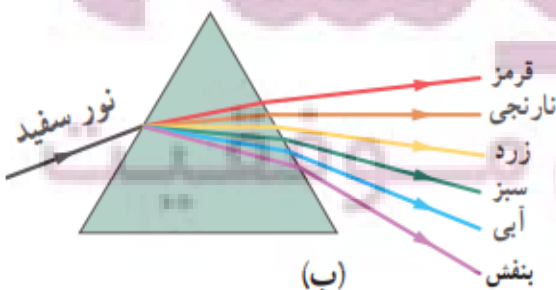
تفاوت چندان محسوس نیست. برای افزایش جدایی رنگ ها در پاشندگی نور، معمولا

از یک منشور با سطح مقطع مثلثی استفاده میکنیم. پاشندگی ناچیز در سطح اول،

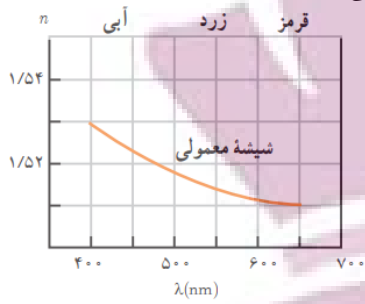
سپس با پاشندگی در سطح دوم افزایش مییابد و مؤلفه های رنگی نور سفید به

طور محسوسی از هم جدا می شوند.

شکل ۳-۴۹) مدل سازی پدیده سراب به کمک جبهه های موج. ناظری که پرتوهای نور در پدیده سراب به چشمش می رسد، گمان می برد که این پرتوها از یک تصویر آمده اند.



۷۰. این نمودار وابستگی ضریب شکست به طول موج نور را برای شیشه معمولی نشان می دهد. با توجه به این نمودار اگر مثلاً دو باریکه نور آبی و قرمز با زاویه تابش یکسانی از هوا وارد شیشه شوند باریکه ی آبی بیشتر از باریکه ی قرمز خم میشود.



شکل ۳-۵۲ تغییرات ضریب شکست در طیف مرئی نور بر حسب طول موج برای شیشه معمولی

ایران توانمند
توشه ای برای موفقیت

حفظیات فیزیک کنکور - فیزیک اتمی و هسته ای

حفظیات مخصوص کنکور ۹۹

۱. چاقوی گاما (جراحی مغز بدون چاقو و برش) جایگزینی مناسب برای جراحی های سنتی است که طی آن مغز

تحت تابش گاما قرار میگیرد. در علم روانپزشکی و درمان افسردگی ها و وسواس و ... هم استفاده میشود

۲. مکانیک نیوتونی، ترمودینامیک و نظریه الکترومغناطیس ماکسول را امروزه با نام فیزیک کلاسیک از آنها یاد میشود

۳. پدیده هایی مشاهده و آزمایش هایی انجام شده که تبیین کامل و درست آنها با نظریه های فیزیک کلاسیک ممکن نیست

۴. پس از فیزیک کلاسیک برای توجیه پدیده هایی که فیزیک کلاسیک قادر به توجیه نبود تلاش هایی انجام شد که نتایج آن تلاش ها به

نسبیت خاص (مربوط به مطالعه پدیده ها در تندی های بسیار زیاد و قابل مقایسه با تندی نور)، نظریه نسبیت عام (مربوط به مطالعه هندسه

فضا - زمان و گرانش) و نظریه کوانتومی (مربوط به مطالعه پدیده ها در مقیاس های بسیار کوچک، مانند اتمها و ذره های سازنده آنها)

منجر شد که امروزه به آن فیزیک جدید میگویند.

۵. در فیزیک هسته ای با ساختار، برهمکنش ها و واپاشی هسته های اتمی سروکار داریم

۶. آنچه بیش از همه منجر به گسترش فیزیک هسته ای شد، به تحولاتی مربوط است که با ساخت شتاب دهنده های ذرات در سال

۱۹۳۲ میلادی آغاز شد

۷. اگر بر کلاهک برقنمایی با بار منفی، نور فرابنفش تابیده شود، مشاهده میشود که انحراف ورقه های آن کاهش میابد. در حالی که با تابش

نور مرئی، تغییری در انحراف ورقه های برقنما رخ نمیدهد

۸. وقتی نوری با بسامد مناسب مانند نور فرابنفش

به سطحی فلزی بتابد الکترون هایی از آن گسیل

میشوند. این پدیده فیزیکی را، اثر فوتوالکتریک

و الکترونها جدا شده از سطح فلز را فوتوالکترتون

مینامند.

۹. هنگام برهمکنش موج الکترومغناطیسی (نور فرودی)

الکتریکی این موج، نیرویی به الکترون های فلز وارد

میکند و آنها را به نوسان وامی دارد. به این ترتیب، وقتی دامنه نوسان برخی از الکترونها به قدر کافی بزرگ شود انرژی جنبشی لازم را برای

جدا شدن از سطح فلز پیدا میکنند. بنا به این دیدگاه کلاسیکی، این پدیده باید با هر بسامدی رخ دهد در حالی که این نتیجه با تجربه سازگار

نیست

۱۰. یکی دیگر از پیامدهای نظریه الکترومغناطیسی ماکسول این است که شدت نور با مربع دامنه میدان

الکتریکی موج الکترومغناطیسی متناسب است ($I \propto E^2$) به این ترتیب انتظار میرود به ازای یک بسامد معین،

اگر شدت نور فرودی بر سطح فلز را افزایش دهیم باید الکترونها با انرژی جنبشی بیشتری از فلز خارج شوند،

نتیجه ای که تجربه آن را تأیید نمیکند (یعنی این پدیده با فیزیک کلاسیک به درستی توجیح نمیشود)

۱۱. این پدیده (فتو الکتریک) در نهایت توسط اینشتین توجه شد: اینشتین در نظریه فوتوالکتریک خود با توجه به کارهای قبلی پلانک در

زمینه تابش گرمایی اجسام، فرض کرد که نور با بسامد f را میتوان به صورت مجموعه ای از بسته های انرژی در نظر گرفت. هر بسته انرژی،

که بعدها یک فوتون نامیده شد، دارای انرژی ای است که از رابطه زیر به دست میآید: (انرژی فوتون)

$$E = hf$$

۱۲. در این رابطه h ثابت پلانک نامیده میشود و به طور تجربی معلوم شده است که مقدار آن برابر است با:

$$h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

نیازی نیست این عدد را حفظ باشید ولی بدانید که واحد آن ژول بر ثانیه است

۱۳. بنا بر نظر اینشتین، وقتی نوری تکفام بر سطح فلزی میتابد، هر فوتون صرفاً با یکی از الکترون های فلز برهمکنش میکند. اگر فوتون

انرژی کافی داشته باشد تا فرایند خارج کردن الکترون از فلز را انجام دهد، الکترون به طور آبی از آن گسیل میشود. در این صورت بخشی از

انرژی فوتون صرف جدا کردن الکترون از فلز میشود و مابقی آن به انرژی جنبشی الکترون خارج شده تبدیل میشود.



شکل ۴-۲ الکترون ها، انرژی نور فرودی را جذب می کنند و از سطح فلز خارج می شوند.

اگر بسامد نور تابیده شده بر سطح فلز از بسامدی موسوم به بسامد آستانه (که به جنس فلز بستگی دارد) یکمتر باشد، فوتون ها، حداقل انرژی لازم برای خارج کردن الکترون از فلز را ندارند و پدیده فوتوالکتریک رخ نمیدهد. همچنین برای نوری که فوتون های آن دارای حداقل انرژی لازم برای وقوع پدیده فوتوالکتریک هستند، افزایش شدت نور (با ثابت ماندن بسامد) فقط سبب افزایش تعداد فوتونها و در نتیجه افزایش تعداد فوتوالکترن ها میشود، درحالیکه انرژی جنبشی فوتوالکترنوها بدون تغییر میماند.

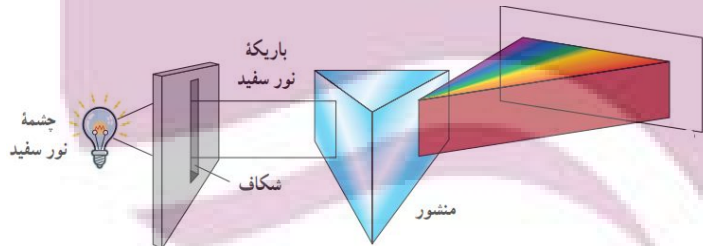
۱۴. در فیزیک اتمی و فیزیک هسته ای، یکای ژول برای بیان انرژی فوتونها و ذرات، یکای بسیار بزرگی است. به همین دلیل از یکایی به نام الکترون ولت (eV) استفاده میکنیم. توجه شود این یک یکای غیر SI است ($1\text{eV} = 1/60 \times 10^{-19}\text{J}$)

مضرب های دیگری از این یکا به صورت (keV کیلو الکترون ولت) و (MeV مگا الکترون ولت) اغلب به کار میرود ۱۵. در حل مسائل میتوانیم مقدار hc را برابر $1240\text{ eV}\cdot\text{nm}$ اختیار کنیم. خوب است این مقدار و یکای آن را به خاطر بسپارید تا در صورت نیاز از آن استفاده کنید

۱۶. شکست مدل موج الکترومغناطیسی در توضیح برخی پدیده ها مانند اثر فوتوالکتریک به این معنی نیست که مدل موجی نور باید کنار گذاشته شود. ولی، باید متوجه باشیم که مدل موجی، تمام ویژگیهای نور را دربر ندارد و به همین دلیل قادر نیست توجیه درستی از تمامی پدیده های فیزیکی مرتبط با برهمکنش نور با ماده را ارائه کند

۱۷. همه اجسام در هر دمایی که باشند، از خود امواج الکترومغناطیسی گسیل (نشر) میکنند که به آن تابش گرمایی گفته میشود ۱۸. برای یک جسم جامد، نظیر رشته داغ یک لامپ روشن، این امواج شامل گستره پیوسته ای از طول موجهاست. به همین دلیل طیف ایجادشده در این شرایط را طیف گسیلی پیوسته یا به اختصار طیف پیوسته مینامند. تشکیل طیف پیوسته توسط جسم جامد، ناشی از برهمکنش قوی بین اتمهای سازنده آن است

۱۹. گازهای کم فشار و رقیق، که اتم های منفرد آنها از برهم کنشهای قوی موجود در جسم جامد آزادند به جای طیف پیوسته، طیفی گسسته را گسیل میکنند که شامل طول موج های معینی است این طیف گسسته را، معمولاً طیف گسیلی خطی یا به اختصار طیف خطی مینامند و طول موجهای ایجادشده در آن، برای اتم های هر گاز منحصر به فرد هستند و سرنخهای مهمی را درباره نوع و ساختار اتم های آن گاز به دست میدهند. (مثلاً لامپ های نئون و جیوه ای)



۲۰. برای تشکیل طیف گسیلی خطی اتمهای هر گاز نظیر هیدروژن، هلیوم، جیوه، سدیم و نئون معمولاً از یک لامپ باریک و بلند شیشه ای که حاوی مقداری گاز رقیق و کم فشار است استفاده میشود.

۲۱. بالمر رابطه ای پیشنهاد کرد که طول موج هر یک از خطهای شناخته شده مربوط به طیف گسیلی خطی هیدروژن اتمی را به دست میداد. این رابطه عبارت است از:

$$\lambda = (364 / 56\text{nm}) \frac{n^2}{n^2 - 2^2} \quad (\text{معادله بالمر})$$

که در آن $n \geq 3$ و همواره عددی صحیح است. با قرار دادن $n = 3, 4, 5, 6$ در معادله بالمر، طول موج خط های طیف گسیلی اتم هیدروژن در ناحیه مرئی به صورت زیر به دست میآید:

$n = 4 \rightarrow \lambda_4 = 4861\text{nm}$ (خط آبی)	$n = 3 \rightarrow \lambda_3 = 6563\text{nm}$ (خط قرمز)	لازم نیست اعداد روبرو را حفظ کنید
$n = 6 \rightarrow \lambda_6 = 4101\text{nm}$ (خط بنفش)	$n = 5 \rightarrow \lambda_5 = 4340\text{nm}$ (خط نیلی)	ولی باید بدوین که هر عدد n چه رنگی

ثابت میکند و در ضمن ترتیب افزایش طول موجشان را هم باید بلد باشید.

۲۲. ریدبرگ برای کاملتر کردن طیف گسیلی خطی هیدروژن، معادله بالمر را به صورت زیر اصلاح و بازنویسی کرد:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad n > n' \quad (\text{معادله ریدبرگ})$$

که در آن R ثابت ریدبرگ محاسبه ها، مقدار آن را میتوان $1/11$ در نظر گرفت. توجه شود واحد ثابت ریدبرگ (R)

برابر است با $(\text{nm})^{-1}$ یا به عبارتی $\frac{1}{\text{nm}}$

۲۳. چندین سال پس از درگذشت مشخص شد که به جز رشته بالمر رشته های دیگری در طیف گاز هیدروژن اتمی وجود دارد که در جدول زیر براتون آوردیم (جدولش را باید بلد باشین آسونه ولی بزرگه نترسین !)

نام طیف	تاریخ کشف	مقدار n'	رابطه ریدبرگ مربوط به رشته	مقدارهای n	ناحیه طیف
لیمان	۱۹۰۶-۱۹۱۴	۱	$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	۲, ۳, ۴, ...	فرابنفش
بالمر	۱۸۸۵	۲	$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	۳, ۴, ۵, ...	فرابنفش و مرئی
پاشن	۱۹۰۸	۳	$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	۴, ۵, ۶, ...	فروسرخ
براکت	۱۹۲۲	۴	$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	۵, ۶, ۷, ...	فروسرخ
پفوند	۱۹۲۴	۵	$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	۶, ۷, ۸, ...	فروسرخ

۲۴. حواستون باید باشه گاهی در مسایل از شما میخوان که طول موجی رو بدست بیارین و بعدش از تون میخوان بگین که توی کدوم گستره طول موج الکترو مغناطیسی قرار میگیره. (مرئی یا فرو سرخ یا فرا بنفش یا ...) اما در کا اگه توی سوالا بهتون بگند مثلا رشته براکت حتما جلوش براتون مینویسن که $n=4$ یعنی عدد n رو حتما بهتون میدند اگه اسم رشته رو بیارند. ☺

۲۵. معادله ریدبرگ طول موجهایی را به دست میدهد که هیدروژن اتمی در طیف الکترومغناطیسی گسیل میکند

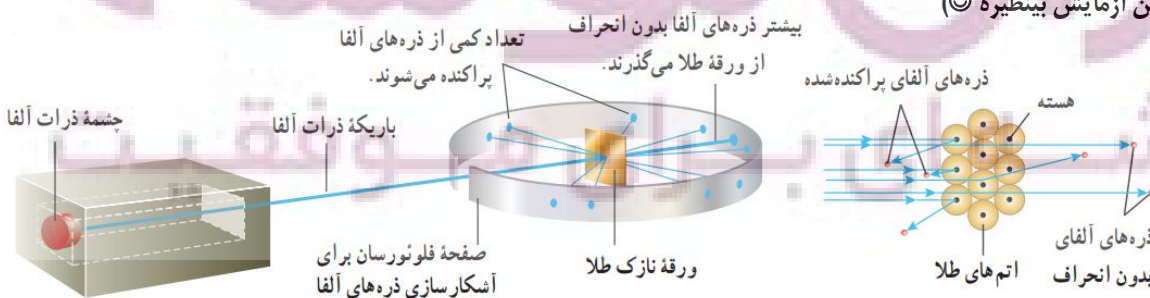
۲۶. مدلهای اتمی رایج نمیتوانستند توضیح دهند چرا تنها طول موج های معینی توسط هیدروژن اتمی تابش میشود. نیلز بور،

با اصلاح مدل اتمی رادرفورد، برای نخستین بار توانست توضیح مناسبی برای طول موج های گسسته تابش شده توسط گاز هیدروژن اتمی ارائه دهد. در واقع مدل بور، آغاز راهی برای درک این موضوع بود که چگونه ساختار اتم، طولموجهای تابش شده را به مقدارهای معینی محدود میکند

۲۷. جوزف تامسون موفق به کشف الکترون و اندازه گیری نسبت بار به جرم e/m آن شد همچنین یک مدل اتمی ارائه کرد. بنا بر مدل تامسون، اتم همچون کره ای است که بار مثبت به طور همگن در سرتاسر آن گسترده شده است و الکترون ها که سهم ناچیزی در جرم اتم دارند در جاهای مختلف آن پراکنده شده اند. این مدل را گاهی مدل کیک کشمشی هم میگویند

۲۸. یکی از ناکامی های مدل تامسون این بود که بسامدهای تابش گسیل شده از اتم، که این مدل پیشبینی میکرد، با نتایج تجربی سازگار نبود!

۲۹. رادرفورد و همکارانش باریکهای از ذره های دارای بار مثبت را (از جنس هسته اتم هلیوم که به آن ذره آلفا گفته میشود) بر سطح ورقه ای نازک از جنس طلا فرو تاباندند رادرفورد بنابر مدل تامسون انتظار داشت که تمامی ذره های آلفا، با انحراف بسیار اندکی از ورقه طلا بگذرند. در عمل نیز بیشتر این ذره ها بدون انحراف یا با انحراف اندکی از ورقه طلا می گذشتند. با وجود این، برخی از ذره های آلفا در هنگام خروج از ورقه نازک طلا، در زاویه های بزرگ منحرف و حتی تعدادی از آنها نیز به عقب برمیگشتند! رادرفورد سرانجام نتیجه گرفت باید هسته ای چگال و دارای بار مثبت در مرکز هر اتم باشد که با مدل اتمی تامسون به طور آشکار مغایرت داشت! (در آن زمان این آزمایش تاریخ فیزیکو زیر و رو کرد! این آزمایشی بینظیره ☺)



۳۰. بنا بر مدل رادرفورد، اتم دارای یک هسته بسیار چگال و کوچک و با بار مثبت است که با تعدادی الکترون در فاصله‌هایی به نسبت دور احاطه شده است. در حالت طبیعی، اتم از نظر الکتریکی خنثی است؛ زیرا بار مثبت هسته، درست مساوی مجموع بار منفی الکترونی است که هسته را دربر گرفته اند. مدل اتمی رادرفورد که آن را مدل اتم هسته ای یا مدل هسته ای اتم مینامند، در مواردی با موفقیت همراه بود، ولی نه همه موارد!

۳۱. ایرادات نظریه رادرفورد: اگر الکترون‌ها را نسبت به هسته ساکن فرض کنیم، باید تحت تأثیر نیروی ربایشی الکتریکی

بین هسته و الکترون، روی هسته سقوط کنند و در نتیجه اتم باید ناپایدار باشد؛ چیزی که با واقعیت جور در نمی‌آید. همچنین اگر الکترون‌ها، به دور هسته در گردش باشند، باز هم این حرکت پایدار نمی‌ماند. زیرا حرکت مداری الکترون به دور هسته، شتابدار است. بنا بر فیزیک

کلاسیک، این حرکت شتابدار الکترون سبب تابش امواج الکترومغناطیسی میشود. با تابش موج الکترومغناطیسی توسط الکترون، از انرژی آن کاسته میشود. این کاهش انرژی باعث می‌شود که شعاع مدار الکترون به دور هسته به تدریج کوچکتر و بسامد حرکت آن به تدریج بیشتر

شود. این افزایش تدریجی بسامد سبب میشود تا بسامد موج الکترومغناطیسی گسیل شده نیز به تدریج زیاد شود. به این ترتیب باید طیف

امواج الکترومغناطیسی گسیل شده از اتم، پیوسته باشد و الکترون پس از گسیل پی در پی امواج الکترومغناطیسی روی هسته فرو افتد این

نتیجه افزون بر اینکه با واقعیت ناسازگار است با طیف خطی گسیل شده توسط اتم‌ها نیز جور در نمی‌آید (در کل می‌گوییم آقا همیشه که الکترون

اون بیرون منفی باشه هسته هم مثبت ولی اینا همو جذب نکنند که! تازه اگه الکترون دایم در حرکت شتاب دارن خب موج الکترومغناطیس

باید همش تولید کنند تا بیفتن رو هسته و انرژی‌شون تموم شه! اینم که میدونیم اتفاق نمی‌افته!)



۳۲. مدل بور: این مدل افزون بر آنکه مسئله ناپایداری اتم را در مدل رادرفورد حل می‌کرد معادله ریدبرگ برای طیف خطی اتم هیدروژن را

نیز نتیجه می‌داد. بور با این پیشنهاد که «در مقیاس اتمی، قوانین مکانیک کلاسیک و الکترومغناطیس باید توسط قوانین دیگری جایگزین یا

تکمیل شود» گامی بزرگ و جسورانه برای رفع مشکلات مدل رادرفورد برداشت. مدل بور:

۳۲-۱. مدارها و انرژی‌های الکترون‌ها در هر اتم کوانتیده اند؛ یعنی فقط مدارها و انرژی‌های گسسته معینی مجاز هستند:

$$r_n = a_0 n^2 \quad (\text{شعاع مدارهای الکترون برای اتم هیدروژن})$$

توجه شود شعاع مدارها با n^2 متناسب است یعنی

$$E_n = \frac{-13.6 \text{ eV}}{n^2} \quad (\text{ترازهای انرژی الکترون در اتم هیدروژن})$$

شعاع مدار دوم، چهار برابر مدار اول است!

در این روابط n عدد کوانتومی نامیده میشود ($n=1,2,3,\dots$)

که مدار الکترون را دور هسته مشخص میکند. همچنین

α_0 شعاع کوچکترین مدار در اتم هیدروژن (به ازای $n=1$) و مقدار آن را در زیر آوردیم (که نیازی به حفظ کردن ندارد). این مقدار خاص،

$$a_0 = r_1 = 5.29 \times 10^{-11} \text{ m}$$

شعاع بور برای اتم هیدروژن نامیده میشود. مهمه بدونین α_0 همون r_1 هست!

توشه ای برای موفقیت

انرژی الکترون در $n = 1$ برابر $E_1 = -13.6 \text{ eV}$ است که اندازه آن را معمولاً یک ریدبرگ مینامند و با نماد $E_R = 13.6 \text{ eV}$ نشان میدهند به عبارتی

۳۲-۲. وقتی یک الکترون در یکی از مدارهای مجاز است، هیچ نوع تابش الکترومغناطیسی گسیل نمیشود. از اینرو

گفته میشود الکترون در مدار مانا یا حالت مانا قرار دارد

۳۲-۳. الکترون میتواند از یک حالت مانا به حالت مانای دیگر برود. هنگام گذار الکترون از یک حالت مانا با انرژی بیشتر به یک حالت مانا با انرژی کمتر، یک فوتون تابش میشود. در این صورت انرژی فوتون تابش شده برابر اختلاف انرژی بین دو مدار اولیه و مدار نهایی ست. به رابطه زیر دقت کنید:

$$E_U - E_L = hf \quad (\text{معادله گسیل فوتون از اتم})$$

یه چیزی که باید کلاً تو این فصل خیلی حواستون بهش باشه اسم فرمول هاست! یعنی باید بدونین این فرمول ساده بالا اسمش معادله گسیل فوتون از اتم هست! چون ممکنه مثلاً تو یه سوال از تون بخوان معادله گسیلفوتون از اتم رو بنویسین و حساب کنین.

۳۳. در نمودار مهم زیر، که برای اتم هیدروژن رسم شده است بالاترین تراز

انرژی به $n = \infty$ دارای انرژی 0 eV (توجه شود کلاً چون انرژی پایه عددی منفی است، بیشترین مقدار انرژی که برای یک مدار متصور میشوند + است! یعنی بیشترین انرژی را همین مدار ∞ دارد که انرژی آن برابر با + است. دقت کنید ☺) است. پایینترین تراز انرژی مربوط به $n = 1$ است و دارای مقدار 13.6 eV - است.

پایینترین تراز انرژی، حالت پایه نامیده میشود ($n=1$ حالت پایه است) تا از ترازهای بالاتر که حالت های برانگیخته نامیده میشوند متمایز باشد ($n > 1$ حالت برانگیخته هستند). روی نمودار گوشه پایین و چپ توجه کنید که با افزایش n چگونه انرژی های حالت های برانگیخته به هم نزدیک و نزدیکتر میشوند

۳۴. در اتم هیدروژن و در دمای اتاق، الکترون اغلب در حالت پایه قرار دارد. برای بالا بردن الکترون از حالت پایه به بالاترین حالت برانگیخته ممکن مقدار 13.6 eV انرژی باید صرف شود. صرف این مقدار انرژی، الکترون را از اتم خارج میکند و یون مثبت هیدروژن H^+ ایجاد میشود. این کمترین انرژی لازم برای خارج کردن الکترون از حالت پایه، انرژی یونش الکترون نامیده میشود.

مقدار پیشبینی شده توسط مدل بور برای انرژی یونش اتم هیدروژن، توافق بسیار خوبی با مقدار تجربی دارد.

۳۵. یکی از موفقیت های مدل بور نتیجه گیری معادله ریدبرگ برای طیف خطی گاز هیدروژن اتمی است.

۳۶. فرانیهوفر، با مشاهده دقیق طیف خورشید، خطهای تاریک نازکی را در آن کشف کرد. یعنی در تابشی

که از خورشید گسیل میشود و به زمین میرسد بعضی از طول موجها وجود ندارند

خطهای تاریکی که فرانیهوفر در طیف خورشید کشف کرد، ناشی از جذب طول موج های مربوط به این خطها توسط گازهای جو خورشید و جو زمین است.

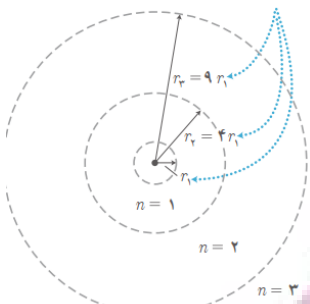
۳۷. هم در طیف گسیلی و هم در طیف جذبی اتمهای گاز هر عنصر، طول موج های معینی وجود دارد که از مشخصه های آن عنصر است. یعنی طیف گسیلی و طیف جذبی هیچ دو گازی همانند یکدیگر نیست

۳۸. اتم های هر گاز دقیقاً همان طول موجهایی را از نور سفید جذب میکنند که اگر دمای آنها به

اندازه کافی بالا رود و یا به هر صورت دیگر برانگیخته شوند، آنها را تابش میکنند

۳۹. مدل بور بود که توجیح کرد خطهای گوناگون در طیف گسیلی گاز هیدروژن اتمی وقتی به وجود می آیند که الکترون های اتم های هیدروژن، که به هر دلیلی برانگیخته شده اند، از تراز انرژی بالاتر به تراز انرژی پایین تر جهش کنند و فوتون هایی را گسیل کنند (قبل از بور دلیلش مشخص نبود)

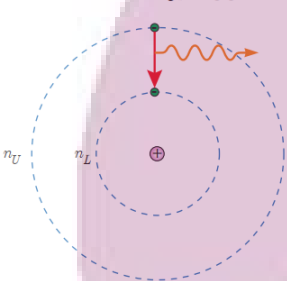
شعاع مدارها با n^2 متناسب است.



شکل ۱۴-۱ اولین مدار بور در اتم هیدروژن دارای انرژی E_1 است. مدارهای دوم و سوم بور به ترتیب دارای انرژی های $E_2 = E_1/4$ و $E_3 = E_1/9$ هستند.

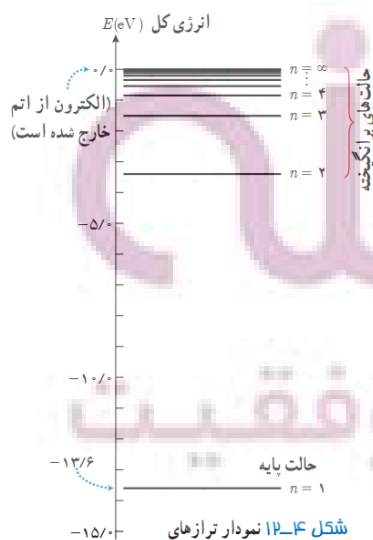
شکل مربوط به مورد ۱-۳۲

فوتون گسیل شده



شکل ۱۴-۱۱ بنا به مدل بور، وقتی الکترونی از مداری با انرژی بیشتر به مداری با انرژی کمتر جهش می کند یک فوتون گسیل می شود.

شکل مربوط به مورد ۳-۳۲



شکل ۱۴-۱۲ نمودار ترازهای انرژی برای الکترون اتم هیدروژن

۴۰. الکترون‌ها می‌توانند در جهت عکس گذار کنند، یعنی در فرایندی که جذب فوتون خوانده میشود از

ترازهای انرژی پایین تر به ترازهای انرژی بالاتر بروند

۴۱. اگر فوتون‌هایی با گستره ی پیوسته‌ای از طول موجها از گاز بگذرند و سپس طیف آنها تشکیل شود، یک دسته خطهای جذبی تاریک در طیف پیوسته مشاهده خواهند شد. خطهای تاریک، طول موجی را مشخص میکنند که با فرایند جذب فوتون برداشته شده اند

۴۲. مدل بور در تبیین پایداری اتم، طیف گسیلی و جذبی گاز هیدروژن اتمی و محاسبه انرژی یونش اتم هیدروژن با موفقیت همراه است. افزون بر این، مدل بور را برای اتم های هیدروژن گونه نیز میتوان به کار برد. اتم هیدروژن گونه به اتم هایی گفته میشود که تنها یک الکترون دارند. برای مثال، اتم لیتیم که در حالت خنثی سه الکترون دارد اگر دو الکترون خود را از دست داده باشد، یک اتم هیدروژن گونه است. مدل بور میتواند انرژی یونش و همچنین طول موج های طیف خطی اتم های هیدروژن گونه را پیشبینی کن.

۴۳. نارسای های مدل بور: این مدل برای وقتی که بیش از یک الکترون به دور هسته میگردد به کار نمیرود، زیرا در مدل بور، نیروی الکتریکی که یک الکترون بر الکترون دیگر وارد میکند به حساب نیامده است. همچنین این مدل نمیتواند متفاوت بودن شدت خطهای طیف گسیلی را توضیح دهد. برای مثال مدل بور نمیتواند توضیح دهد که چرا شدت خط قرمز با شدت خط آبی در طیف گسیلی گاز هیدروژن اتمی با یکدیگر متفاوت است

۴۴. نخستین لیزر، موسوم به لیزر یاقوتی، را تئودور مایمن ساخت مدتی پس از آن و در همان سال، علی جوان و همکارانش (جیغ دست هورا برای علی جوان ☺) موفق به ساخت نخستین لیزر گازی هلیوم نئون شدند

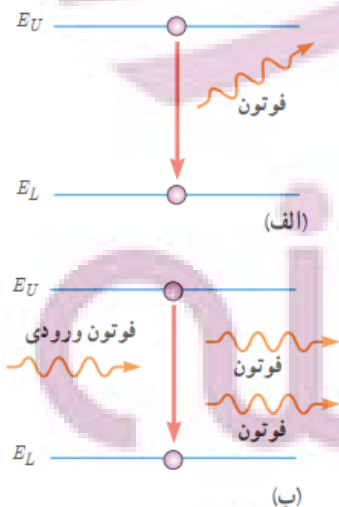
۴۵. مطابق مدل اتمی بور وقتی یک الکترون از تراز انرژی بالاتر به تراز انرژی پایین تر جهش میکند یک فوتون گسیل میشود. فرایند گسیل میتواند به صورت گسیل خودبه خود و یا گسیل القایی باشد. در گسیل خودبه خود فوتون در جهتی کاتوره ای گسیل میشود. در حالیکه در گسیل القایی که برای نخستین بار توسط اینشتین مطرح شد، یک فوتون ورودی، الکترون برانگیخته را تحریک (یا القا) میکند تا تراز انرژی خود را تغییر دهد و به تراز پایینتر برود. برای گسیل القایی، انرژی فوتون ورودی باید دقیقاً با اختلاف انرژی های دو تراز یعنی $E_U - E_L$ یکسان باشد

۴۶. گسیل القایی سه ویژگی عمده دارد:

اول اینکه یک فوتون وارد و دو فوتون خارج میشود به اینترتیب این فرایند تعداد فوتونها را افزایش میدهد و نور را تقویت میکند دوم اینکه فوتون گسیل شده، در همان جهت فوتون ورودی حرکت میکند.

سوم اینکه فوتون گسیل شده با فوتون ورودی همگام یا دارای همان فاز است. به این ترتیب فوتون هایی که باریکه لیزری را ایجاد

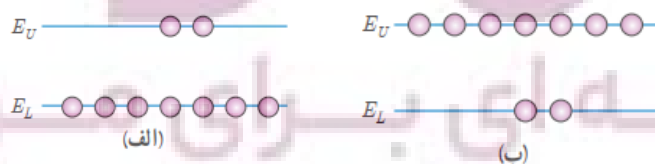
میکند هم بسامد، همجهت و همفاز هستند



۴۷. در گسیل القایی یک چشمه انرژی خارجی مناسب باید وجود داشته باشد تا الکترون‌ها را به ترازهای انرژی بالاتر برانگیخته کند. این انرژی میتواند به روشهای متعددی از جمله درخش های شدید نور معمولی و یا تخلیه های ولتاژ بالا فراهم شود. اگر انرژی کافی به اتم ها داده شود، الکترونهای بیشتری به تراز انرژی بالاتر برانگیخته خواهند شد، شرطی که به وارونی جمعیت معروف است. وارونی جمعیت الکترون ها در یک محیط لیزری، مربوط به وضعیتی است که تعداد الکترون ها در ترازهایی موسوم به ترازهای شبه پایدار نسبت به تراز پایین تر بسیار بیشتر باشند.

در این ترازها، الکترون ها مدت زمان بسیار طولانی تری نسبت به حالت برانگیخته معمولی باقی میمانند. این زمان طولانی تر، فرصت بیشتری برای افزایش وارونی جمعیت و در نتیجه تقویت نور

لیزر فراهم میکند



لف) به طور معمول و در دمای اتاق، بیشتر الکترون‌ها در تراز انرژی پایینتر قرار دارند.

ب) در وضعیتی که وارونی جمعیت به وجود آید بیشتر الکترون‌ها در تراز بالاتری (در مقایسه با تراز پایین تر) قرار دارند

شکل ۴-۱۸ (الف) گسیل خودبه خود
(ب) گسیل القایی

۴۸. کشف پرتوزایی طبیعی توسط هانری بکرل، آغازی برای پی بردن به وجود هسته اتم بود.

۴۹. هسته اتم از نوترون‌ها و پروتون‌ها تشکیل شده است که به طور کلی نوکلئون نامیده میشوند

۵۰. نوترون، توسط جیمز چادویک، کشف شد. نوترون بار الکتریکی ندارد، و جرمش اندکی بیشتر از پروتون است

۶۰. جرم اتمها و همچنین اجزای تشکیل دهنده اتم را، افزون بر یکای کیلوگرم با یکای جرم اتمی نیز بیان میکنند.

۶۱. مجموع تعداد کل پروتون ها و نوترون ها را عددجرمی می نامند

۶۲. ویژگی های هسته را تعداد پروتون ها و نوترون های آن تعیین می کند. خواص شیمیایی هر اتم را تعداد پروتون های هسته (عدد اتمی) تعیین میکند.

۶۳. هسته هایی که تعداد پروتون مساوی ولی تعداد نوترون متفاوت دارند خواص شیمیایی یکسانی دارند، این هسته ها در جدول

تناوبی عناصر هم مکان هستند و بنابراین ایزوتوپ (هم مکان)

نامیده میشوند

۶۴. جرم های اتمی درج شده در جدول تناوبی عناصر، میانگین

جرمهای اتمی لیزوتوپهای مختلف هر عنصر است که با توجه به درصد فراوانی آنها حساب شده اند

۶۵. به جز هیدروژن، ایزوتوپ های مختلف یک هسته را با نام همان هسته مشخص میکنند

۶۶. اندازه نیروی الکتروستاتیکی رانشی خیلی قوی بین پروتون های درون هسته، که بسیار به یکدیگر نزدیک اند وجود دارد. پس چطوری

کنار هم امن و امان تو هسته نشستن؟! ☺ از طرفی جاذبه حاصل از نیروی گرانشی بین نوکلئونها، چنان ضعیف است که نمیتواند با نیروی

الکتروستاتیکی رانشی مقابله کند. این موضوع وجود نیروی جدیدی بین نوکلئون ها را مطرح کرد که به آن نیروی هسته ای گفته میشود

۶۷. نیروی هسته ای، کوتاهبرد است و تنها در فاصلهای کوچکتر از ابعاد هسته اثر میکند

۶۸. نیروی هسته ای مستقل از بار الکتریکی است، یعنی نیروی ربایشی

هسته ای یکسانی بین دو پروتون، دو نوترون، یا یک پروتون و یک

نوترون وجود دارد. به همین دلیل از منظر نیروی هسته ای، تفاوتی بین

پروتون و نوترون وجود ندارد و دلیل نامگذاری آنها با نام عام نوکلئون نیز همین است

۶۹. به دلیل بلندبرد بودن نیروی الکتروستاتیکی، یک پروتون تمام پروتون های دیگر درون هسته را دفع میکند، در حالی که یک پروتون یا

یک نوترون، فقط نزدیکترین نوکلئون های مجاور خود را با نیروی هسته ای جذب میکند. به همین دلیل وقتی تعداد پروتون های درون هسته

افزایش یابد، اگر هسته بخواهد پایدار باقی بماند، باید تعداد نوترون های درون هسته نیز افزایش یابد

۷۰. برای جدا کردن نوکلئون های یک هسته، انرژی لازم است. انرژی لازم برای این منظور، انرژی بستگی هسته ای نامیده میشود

۷۱. جرم هسته از مجموع جرم پروتون ها و نوترون های تشکیل دهنده اتم اندکی کمتر است! اگر این اختلاف جرم را که به آن کاستی جرم

هسته گفته میشود، مطابق رابطه معروف اینشتین $E = mc^2$ در مربع تندی نور (c^2) ضرب کنیم انرژی بستگی هسته ای به دست می آید .

۷۲. انرژی نوکلئون های وابسته به هسته . نیز مانند انرژی الکترون های وابسته به اتم، کوانتیده اند و نوکلئون های درون هسته نمی توانند هر

انرژی دلخواهی را اختیار کنند. همچنین، همانطور که الکترون های اتم می توانند با جذب انرژی از تراز پایه به تراز برانگیخته بروند، نوکلئون

ها نیز می توانند با جذب انرژی به ترازهای انرژی بالاتر بروند و در نتیجه هسته برانگیخته شود

۷۳. هسته برانگیخته با گسیل فوتون به تراز پایه برمیگردد. انرژی فوتون گسیل شده، با اختلاف انرژی بین تراز برانگیخته و

تراز پایه برابر است. هسته برانگیخته را با گذاشتن ستاره روی نماد شیمیای مشخص میکنند. نکته قابل توجه آن است که اختلاف بین

ترازهای انرژی نوکلئون ها در هسته از مرتبه keV تا مرتبه MeV است، در حالی که اختلاف بین ترازهای انرژی الکترون ها در اتم از مرتبه

eV است. از این رو، هسته ها در واکنش های شیمیایی برانگیخته نمی شوند

۷۴. وقتی یک هسته ناپایدار یا پرتوزا به طور طبیعی (یا اصطلاحاً خودبه خود) واپاشی می کند، نوع معینی از ذرات یا فوتون های پر انرژی آزاد

میشوند. این فرایند واپاشی، پرتوزایی طبیعی نامیده میشود

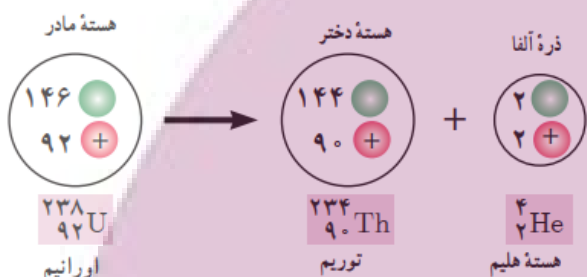
۷۵. در پرتوزایی طبیعی سه نوع پرتو ایجاد میشود: پرتوهای آلفا (α) پرتوهای بتا (β) و پرتوهای گاما (γ) پرتوهای α کمترین نفوذ را دارند و با ورقه نازک سربی با ضخامت ناچیز متوقف میشوند، در حالی که پرتوهای β مسافت خیلی بیشتری را در سرب نفوذ میکنند. پرتوهای γ بیشترین نفوذ را دارند و میتوانند از ورقهای سربی به ضخامت قابل ملاحظه‌های بگذرند.

در تمام فرایندهای واپاشی پرتوزا مشاهده شده است که تعداد نوکلئون‌ها در طی فرایند واپاشی هسته‌های پایسته است؛ یعنی تعداد نوکلئونها، پیش از فرایند با تعداد نوکلئونها پس از فرایند مساوی است

۷۶. واپاشی α : در این نوع واپاشی که در هسته‌های سنگین صورت می‌گیرد، هسته با گسیل ذره آلفا وامیباشد. شواهد تجربی نشان میدهند که پرتوهای α ذرات باردار مثبت از جنس هسته اتم هلیم (${}^4_2\text{He}$) هستند و از دو پروتون و دو نوترون تشکیل شده‌اند. واپاشی α با رابطه زیر بیان میشود. در این رابطه X هسته مادر و Y هسته دختر نامیده میشود



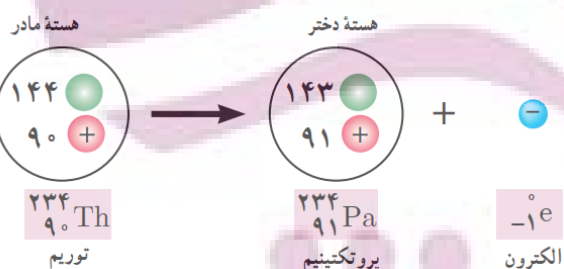
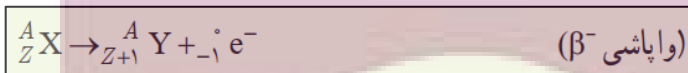
۷۷. ذره‌های آلفا، سنگین‌اند و بار مثبت دارند. بُرد این ذره‌ها کوتاه است. این ذرات پس از طی مسافت کوتاهی در هوا (۱ تا ۲ سانتیمتر) و یا با عبور از لایه‌ای نازک از مواد جذب میشوند. این ذره‌ها میتوانند به شدت به دستگاه تنفس آسیب بزنند



شکل ۴-۲۴: در واپاشی α یک هسته مادر ناپایدار، ذره α گسیل می‌کند و هسته متفاوتی (هسته دختر) به وجود می‌آید.

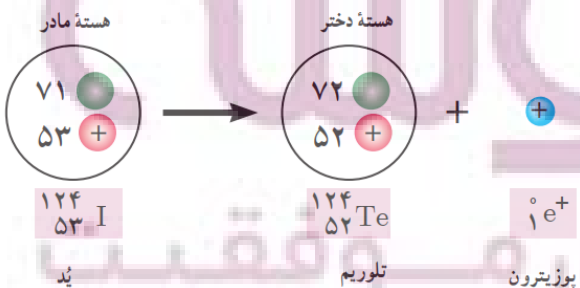
۷۸. واپاشی β^- : واپاشی بتا، نخستین مورد پرتوزایی که توسط هانری بکرل مشاهده شد. این واپاشی، متداول‌ترین نوع واپاشی در هسته‌هاست و ذرات گسیل شده در این واپاشی را ذرات بتا مینامند. بررسی‌های بعدی نشان داد که این ذرات الکترون‌اند و به همین دلیل، این واپاشی را واپاشی β^- نامیدند. الکترون گسیل شده در این واپاشی، در هسته مادر وجود ندارد و همچنین یکی از الکترون‌های مداری اتم نیست؛ این الکترون وقتی به وجود می‌آید که نوترونی درون هسته، به پروتون و الکترون تبدیل شود.

فرایند واپاشی مذکور را با رابطه زیر بیان میکنند:



شکل ۴-۲۵: واپاشی β^- وقتی رخ می‌دهد که نوترونی در یک هسته مادر ناپایدار به پروتون و الکترون تبدیل شود. الکترون به صورت ذره β^- گسیل می‌شود.

در نوعی دیگر از فرایند واپاشی بتا، ذره گسیل شده توسط هسته، جرم یکسان با الکترون دارد، ولی به جای بار e^- حامل بار e^+ است. به این الکترون مثبت، پوزیترون میگویند و با β^+ یا e^+ نمایش داده میشود. در واقع آنچه در این واپاشی رخ میدهد این است که یکی از پروتونهای درون هسته به یک نوترون و یک پوزیترون تبدیل میشود و سپس این پوزیترون از هسته گسیل میشود. فرایند واپاشی β^+ با رابطه زیر بیان میشود:

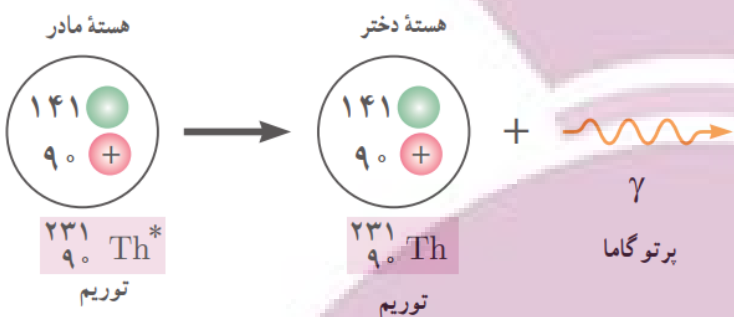
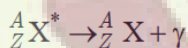


شکل ۴-۲۶: واپاشی β^+ وقتی رخ میدهد که پروتونی در یک هسته مادر ناپایدار، به نوترون و پوزیترون تبدیل شود. پوزیترون به صورت ذره β^+ گسیل میشود

۷۹. واپاشی γ : اغلب هسته ها پس از واپاشی آلفا یا بتا، در حالت برانگیخته قرار میگیرند و با گسیل

فوتونهای پر انرژی (پرتو گاما) به حالت پایه می رسند. در این فرایند، A و Z تغییر نمی کنند؛ بلکه هسته برانگیخته که با علامت * مشخص شده است، با گسیل پرتو گاما به حالت پایه می رسد. واپاشی

γ با رابطه زیر بیان میشود. (واپاشی γ)



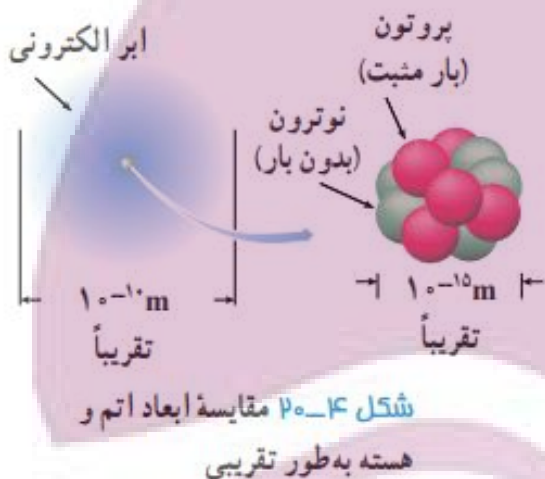
واپاشی γ وقتی رخ میدهد که هسته ای برانگیخته شده باشد.

۸۰. جراحی مغز با گاما: از باریکه های بسیار متمرکز و توانمندی از پرتوهای گاما که متوجه غده و نقص در رگه ۱ میشود بهره میگیرند. پرتوهای γ توسط چشمه کبالت ۶۰ گسیل میشوند

۸۱. نیمه عمر، مدت زمانی است که طول می کشد تا تعداد هسته های مادر موجود در یک نمونه ماده پرتوزا، به نصف برسند. یعنی با گذشت هر نیمه عمر، نیمی از هسته های مادر پرتوزای باقیمانده واپاشی میکنند.

۸۲. هنگامی که نیتروژن جو زمین توسط پرتوهای کیهانی (که معمولاً از جنس پروتون، ذره های α و الکترون هستند) بمباران میشود، ایزوتوپ پرتوزای کربن ۱۴ با آهنگ ثابتی در لایه های فوقانی جو تولید میشود

۸۲. شعاع هسته یک صد هزارم شعاع اتم است.



ایران تونل

توشه ای برای موفقیت