

به نام پروردگار مهربان

فیزیک

تجربی

دوازدهم

مفاهیم، تعاریف، تصاویر و فرمول‌ها

مهندس حسن محمدی



مهروماه

مقدمه

یکی از دغدغه‌های بزرگ دانش‌آموزان توی چند سال اخیر این بوده که با این کتاب درسی پر از نکته که کوچک‌ترین جزئیاتش، مثال‌هاش، پرسش‌ها و تمرین‌های بدون جوابش 😞 مستقیماً توی امتحانات نهایی و کنکور به عنوان سؤال و تست مطرح میشه چیکار کنن؟ 😞 جواب این سؤال مهم و طولانی همینجاست! یکم صبر کنید تا دونه دونه بهتون بگم چه لقمه خوشمزه‌ای 😊 براتون آوردم: **لقمه اول:** همه مفاهیم کتاب درسی، شکلا و توضیحاتشون، فرمول‌ها و نکاتشون رو توی این لقمه براتون آماده کردم. اما این لقمه وقتی جذاب‌تر میشه که بدونید سؤالی امتحان نهایی چند سال اخیر، تمرین‌ها و پرسش‌های مهم کتاب که به مثال تبدیل شدن رو لابه‌لای درسنامه براتون خیلی شیک چیدم تا برید بخونید و لذتجو بیرید. هنوز تموم نشده! یه سورپرایزم دارم! اگه میخواید آخر هر فصل خودتونو محک بزنید، چنتا سؤال خوب و چالشی به عنوان محتوای افزوده براتون توی سایت گذاشتیم 😎

لقمه دوم: تمام پرسش‌ها، فعالیت‌ها و آزمایش‌ها رو توی این لقمه با جوابشون براتون آوردم تا بتونید خوب خوب کتاب رو هضم کنید! **لقمه آخر:** یک لقمه شگفت‌انگیز: اسمش تعاریف و فرمولنامه‌ست جاشم آخر کتابه! فرمول‌ها و تعاریف همه فصل‌ها رو یکجا آوردم تا بتونید توی کمتر از ۱ ساعت کل کتاب رو بیلعید!

خیلی تلاش کردیم تا کتاب کاملاً جامعی رو براتون آماده کنیم اما کتاب کوچیکه و محدودیت حجم همیشه اذیتمون میکنه. اما اصلاً



نگران نباشید چون چیزی کم نگذاشتیم و یه سری سوال ترکیبی جون‌دار و پاسخ فعالیت‌ها و آزمایش‌ها رو به عنوان محتوای افزوده تو سایت براتون آپلود کردیم که با اسکن کردن کدی که میبینید میتونید راحت دانلودش کنید.

حرف آخر: ببینید بچه‌ها من ادعا میکنم این کتاب کوچک با تمام جمع و جور بودنش کتابیه که میتونید با خوندنش از پس هر آزمونی بر بیاید! از امتحانای تشریحی و تستی مدرسه گرفته تا امتحان نهایی و کنکور! پس قورتش بدید 🍌 قبل اینکه امتحانا شما رو قوت بدن.

تشکر و سپاس فراوان از:

در اینجا لازمه از کلیه عزیزانی که در به چاپ رسیدن کتاب سهیم بودن تشکر کنم:

- جناب آقای احمد اختیاری، مدیر محترم انتشارات، که همیشه با اعتمادشون به جوون‌ترها، به اونها امید میبخشن.
- جناب آقای محمد حسین انوشه مدیر محترم شورای تألیف و جناب آقای نصرالله افاضل مدیر و ناظر علمی گروه فیزیک که فرصت نوشتن این کتاب رو به من دادن.
- سرکار خانم مهندس مهدیه اسکندری مسئول تألیف گروه فیزیک که باید بگم کل زحمات از صفر تا صد روی دوششون بوده و توی این یکی دو خط نمیشه به هیچ شکلی از ایشون تشکر کرد.
- جناب آقای محسن فرهنگی مدیر هنری، سرکار خانم سمیرا سیاوشی مدیر تولید و جناب آقای میلاد صفایی مدیر فنی که زحمت کشیدن تا کتاب با بهترین کیفیت به دست شما برسه.
- شما دبیران و دانش‌آموزان عزیز که قراره کتاب رو نقد کنید و نظراتتونو از طریق پل ارتباطی @physics_mehromah 📩 با ما در میون بزارید.

ارادتمند شما

حسن محمدی

فهرست

لقمه دوم

لقمه اول

۴۴	۸	فصل ۱ حرکت بر خط راست
۹۳	۶۲	فصل ۲ دینامیک
۱۶۸	۱۰۲	فصل ۳ نوسان و امواج
۲۲۰	۱۸۰	فصل ۴ آشنایی با فیزیک اتمی و هسته‌ای
۲۲۵		لقمه آخر

مفاهیم، تعاریف، نکته‌ها و روابط

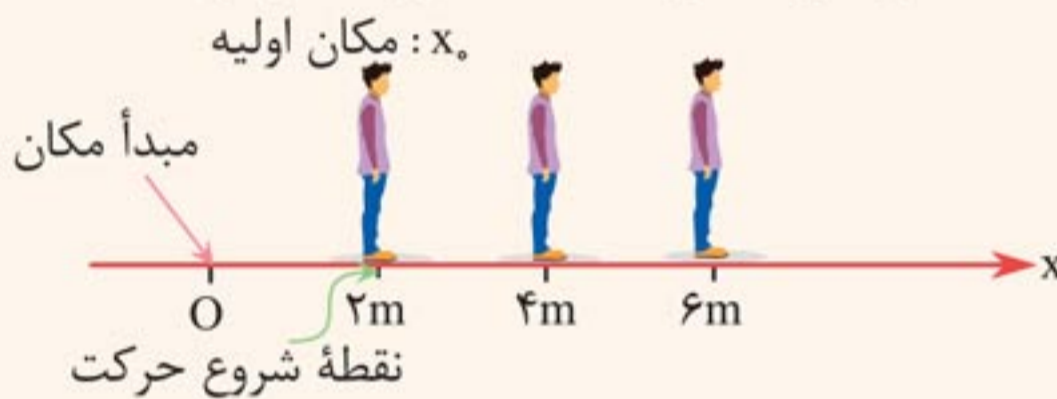
لقمه اول

مفاهیم اولیه حرکت

مبدأ مکان: نقطه $x = 0$ روی محور x ، که به آن مبدأ مکان یا مبدأ گفته می‌شود.

مکان اولیه (x_0): به مکان جسم در لحظه $t_0 = 0$ s (مبدأ زمان)، مکان اولیه می‌گویند.

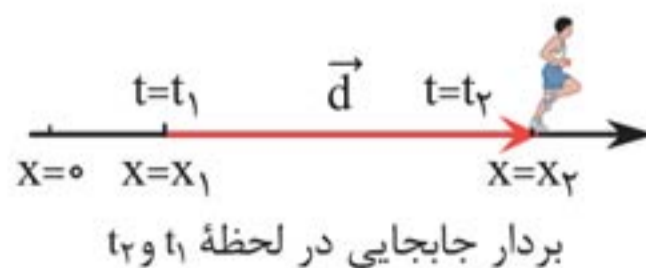
تذکر: هیچ‌گاه مبدأ مکان را با مکان اولیه متحرک اشتباه نگیرید. (ممکن است گاهی این اتفاق بیفتد اما لزوماً این گونه نیست)



بردار مکان: برداری است که مبدأ مکان را به مکان جسم در هر لحظه متصل می‌کند.



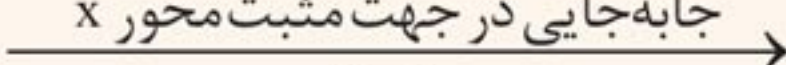
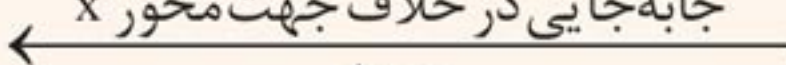
بردار جابه‌جایی (\vec{d}): پاره‌خط جهت‌داری است که مکان آغازین حرکت را به مکان پایانی حرکت وصل می‌کند.



حرکت بر خط راست مهر و ماه

$$\vec{d} = \vec{d}_2 - \vec{d}_1 \xrightarrow{\substack{\vec{d}_2 = x_2 \vec{i} \\ \vec{d}_1 = x_1 \vec{i}}} \vec{d} = x_2 \vec{i} - x_1 \vec{i} \\ = (x_2 - x_1) \vec{i} = \Delta x \vec{i}$$

تذکره: در این فصل چون فقط حرکت در یک بُعد را بررسی می‌کنیم، \vec{i} را کنار می‌گذاریم و جابه‌جایی را به صورت $d = \Delta x$ می‌نویسیم و چون روی خط راست دو جهت ممکن است وجود داشته باشد، در این صورت برای هر جابه‌جایی دو حالت زیر را داریم:

- حالت ۱:**  جابه‌جایی در جهت مثبت محور x
 $\Delta x > 0$
- حالت ۲:**  جابه‌جایی در خلاف جهت محور x
 $\Delta x < 0$

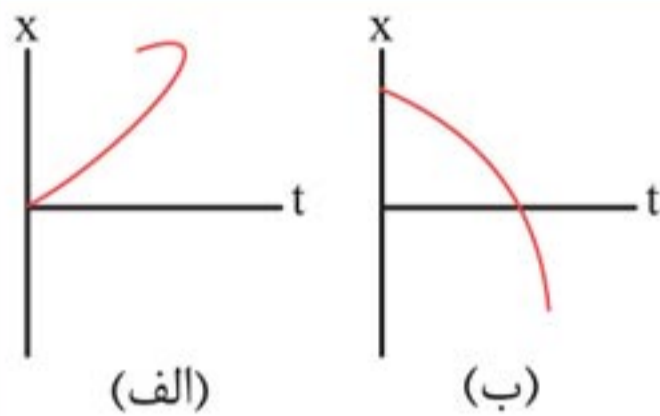


مسافت (l): طول مسیر پیموده‌شده توسط متحرک را مسافت می‌نامند. دقت کنید که مطابق شکل مقابل، مسافت پیموده‌شده به مسیر حرکت بستگی دارد، در حالی که جابه‌جایی فقط به نقطه ابتدایی و انتهایی حرکت وابسته است. همچنین دو نکته زیر را هم به خاطر داشته باشید:

- ۱ جابه‌جایی کمیتی برداری و مسافت کمیتی نرده‌ای است.
- ۲ همواره داریم: مسافت طی‌شده \leq اندازه جابه‌جایی

تذکره: تنها در صورتی که متحرک در یک بازه زمانی روی خط راست حرکت کند و تغییر جهت ندهد، مسافت طی‌شده در آن بازه با اندازه جابه‌جایی برابر است.

۴ اگر مکان ثانویه بالاتر از مکان اولیه باشد جابه‌جایی مثبت و اگر مکان ثانویه پایین‌تر از مکان اولیه باشد، جابه‌جایی منفی است.

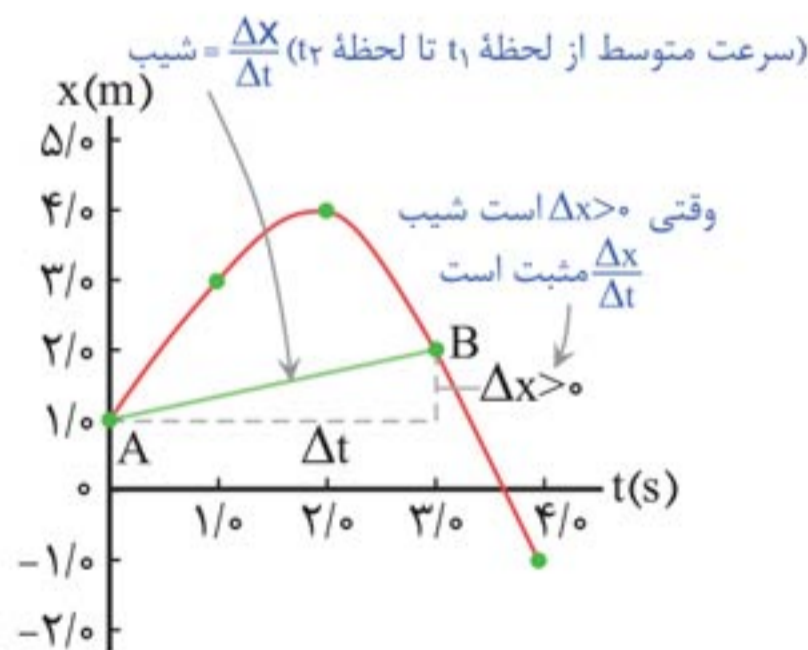


مثال ۴: با توجه به شکل مقابل، توضیح دهید کدام یک از نمودارهای مکان - زمان (الف) یا (ب) می‌تواند نشان‌دهنده نمودار مکان - زمان متحرک باشد؟ (تجربی - شهریور ۹۸)

■ **پاسخ:** نمودار (ب)؛ در برخی نقاط نمودار (الف)، متحرک در یک لحظه در دو مکان است که این امکان‌پذیر نیست!

تعیین سرعت متوسط به کمک نمودار مکان - زمان

مطابق شکل، سرعت متوسط متحرک بین دو لحظه دلخواه، برابر شیب خطی است که نمودار مکان - زمان را در آن دو لحظه قطع می‌کند. مثلاً سرعت متوسط بین $t_1 = 0\text{ s}$ و $t_2 = 3\text{ s}$ برابر است با شیب خط AB؛ بنابراین داریم:



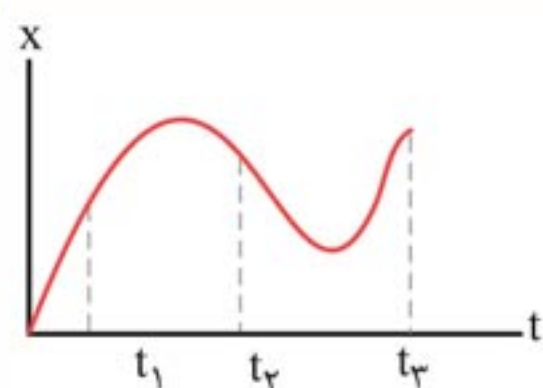
$$v_{av} = \text{شیب خط واصل بین دو نقطه} = \frac{2-1}{3-0} = \frac{1}{3} \text{ m/s}$$

حرکت بر خط راست مهر و ماه

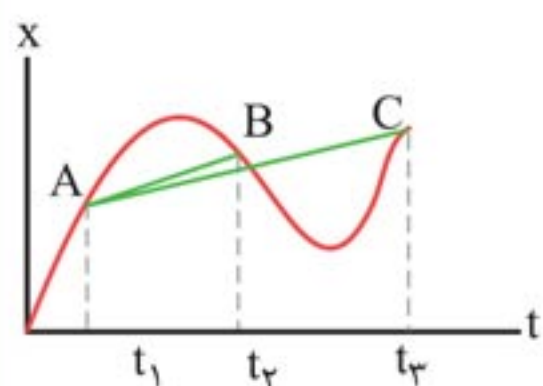
در مورد علامت سرعت متوسط از روی نمودار $x-t$ به جدول زیر توجه کنید:

علامت v_{av}	شیب خط
+ : سرعت متوسط در جهت محور x	مثبت
- : سرعت متوسط در خلاف جهت محور x	منفی

نکته: اگر شیب نمودار مکان-زمان یک متحرک در طول حرکت ثابت باشد، سرعت متوسط در هر بازه زمانی دلخواه یکسان است.



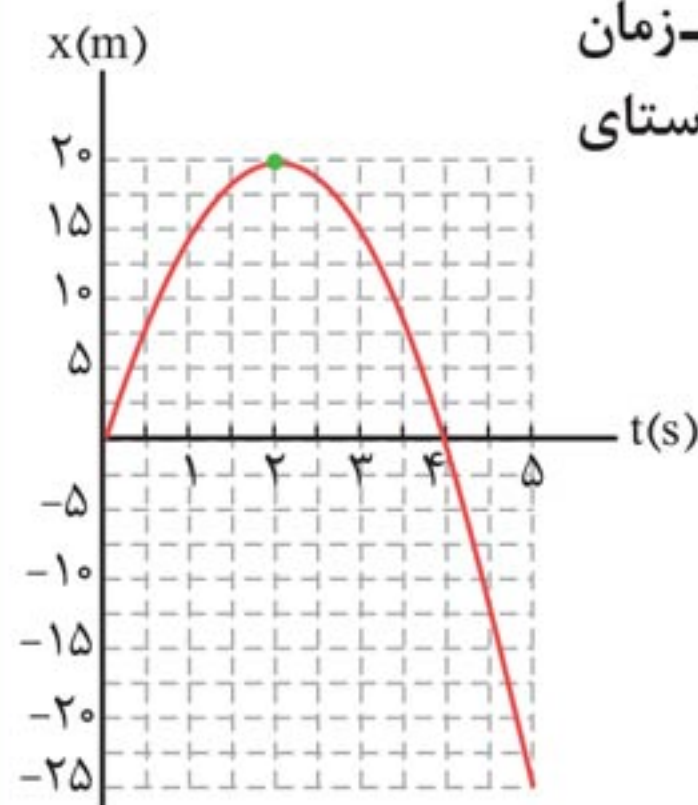
مثال ۵: نمودار مکان-زمان متحرکی که بر روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل مقابل است. سرعت متوسط این متحرک را در بازه‌های زمانی t_1 تا t_2 و t_1 تا t_3 با هم مقایسه کنید.



پاسخ:

شیب خط $AC >$ شیب خط AB

$$\Rightarrow v_{av_{t_1 \text{ تا } t_2}} > v_{av_{t_1 \text{ تا } t_3}}$$



مثال ۶: شکل مقابل نمودار مکان-زمان خودرویی را نشان می‌دهد که در راستای خط راست حرکت می‌کند.

الف) سرعت و تندی متوسط را در بازه زمانی $t_1 = 1s$ تا $t_3 = 3s$ پیدا کنید.

ب) سرعت متوسط و جهت آن را در بازه زمانی $t_1 = 1s$ تا $t_5 = 5s$ به دست آورید.

■ پاسخ: الف)

$$\left. \begin{array}{l} t_1 = 1s \Rightarrow x_1 = 15m \\ t_3 = 3s \Rightarrow x_3 = 15m \end{array} \right\} \Rightarrow \Delta x = 0 \Rightarrow v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = 0 \text{ m/s}$$

$$l = |20 - 15| + |15 - 20| = 10 \text{ m}$$

$$\Rightarrow s_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{10}{3-1} = 5 \text{ m/s}$$

تذکر: در محاسبه مسافت دقت کنید که متحرک در لحظه $t_3 = 2s$ تغییر جهت داده است.

$$\left. \begin{array}{l} t_1 = 1s \Rightarrow x_1 = 15m \\ t_5 = 5s \Rightarrow x_5 = -25m \end{array} \right\} \Rightarrow v_{av} = \frac{x_5 - x_1}{t_5 - t_1} \quad \text{(ب)}$$

$$= \frac{-25 - 15}{5 - 1} = -10 \text{ m/s} \xrightarrow{v_{av} < 0} \text{ در خلاف جهت محور } x$$

◀ تندى و سرعت لحظه‌ای

تندی متحرک در هر لحظه از زمان را **تندی لحظه‌ای** می‌نامند. در حالی که اگر در گزارش تندی لحظه‌ای، به جهت حرکت متحرک نیز اشاره شود، در واقع **سرعت لحظه‌ای** (\vec{v}) که یک کمیت برداری است را گزارش کرده‌ایم.

- نکته‌ها: ۱** عقربه تندی سنج خودرو، تندی لحظه‌ای را نشان می‌دهد و هیچ گونه اطلاعی در خصوص جهت حرکت خودرو به ما نمی‌دهد.
- ۲** منظور از سرعت و تندی، همان سرعت و تندی لحظه‌ای است.
- ۳** هرگاه متحرک در جهت مثبت محور x حرکت کند، $v > 0$ و هرگاه در خلاف جهت محور x حرکت کند، $v < 0$ است. دقت کنید که تندی، یک کمیت نرده‌ای و همواره مثبت است.

تمرین‌ها، فعالیت‌ها و پرسش‌ها

لقمه دوم

پرسش ۱-۱

۱. شکل (الف) شخصی را در حال پیاده‌روی در راستای خط راست و بدون تغییر جهت، از مکان ۱ به مکان ۲ نشان می‌دهد. مسیر حرکت و بردار جابه‌جایی شخص را روی شکل مشخص و اندازه بردار جابه‌جایی را با مسافت مقایسه کنید.



۲. شخص پس از رسیدن به مکان ۲، برمی‌گردد و روی همان مسیر به مکان ۳ می‌رود (شکل ب). مسیر حرکت و بردار جابه‌جایی شخص را روی شکل مشخص و اندازه بردار جابه‌جایی را با مسافت پیموده شده مقایسه کنید.

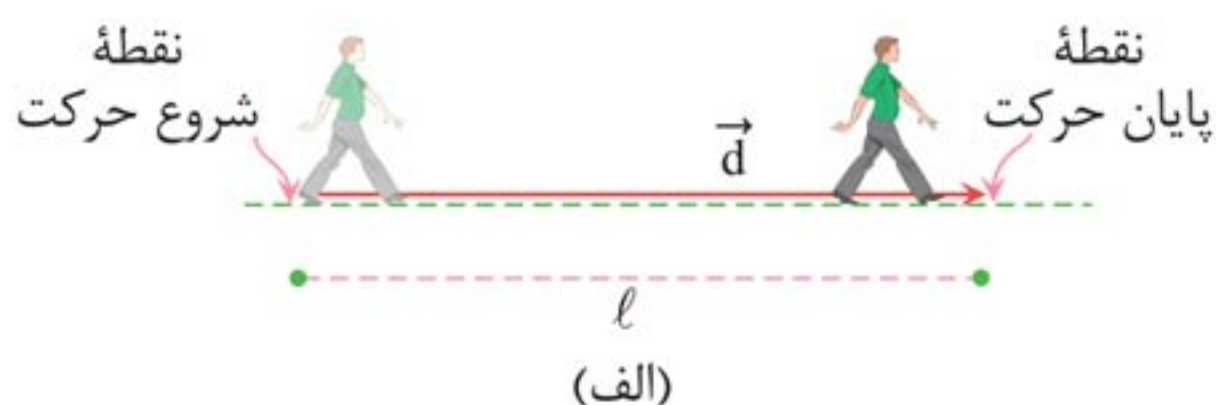


۳. شکل (پ) مسیر حرکت ماه به دور زمین را نشان می‌دهد. وقتی ماه در جهت نشان داده شده در شکل، از مکان ۱ به مکان ۲ می‌رود، مسیر حرکت و بردار جابه‌جایی آن را روی شکل مشخص و اندازه بردار جابه‌جایی آن را با مسافت پیموده شده مقایسه کنید.

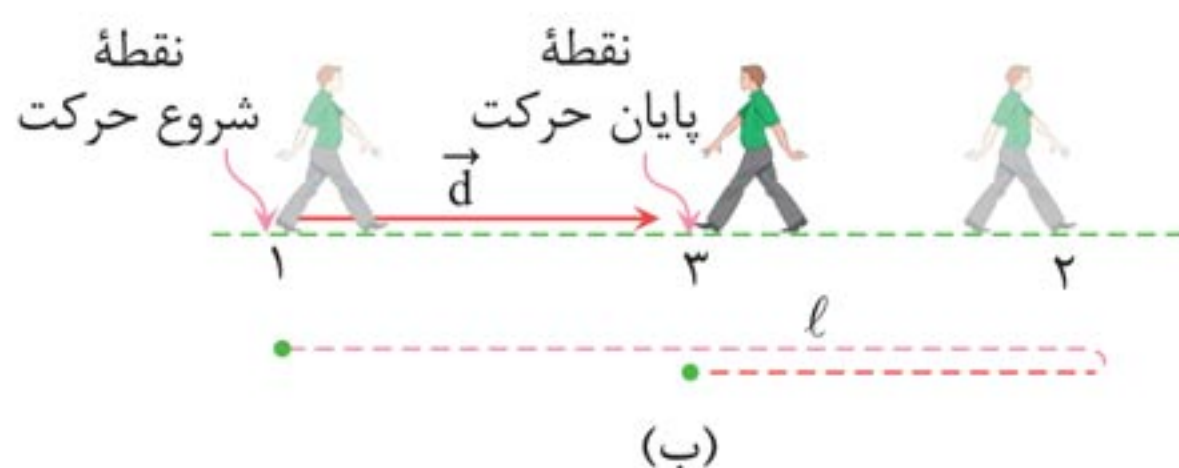


حرکت بر خط راست مهروماه

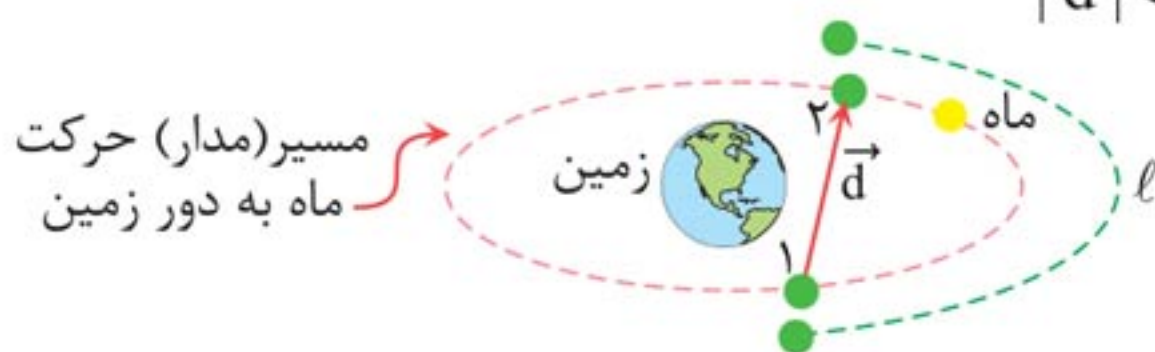
■ پاسخ: ۱) چون متحرک روی خط راست و در یک جهت ثابت حرکت کرده است (تغییر جهت نداده است)، مسافت و اندازه جابه‌جایی برابرند.



۲) به این دلیل که متحرک تغییر جهت داده است، مسافت و جابه‌جایی برابر نیستند و مسافت طی شده بیشتر از اندازه جابه‌جایی است. $|\vec{d}| < l$



۳) به علت تغییر جهت، اندازه جابه‌جایی کوچک‌تر از مسافت طی شده است: $|\vec{d}| < l$



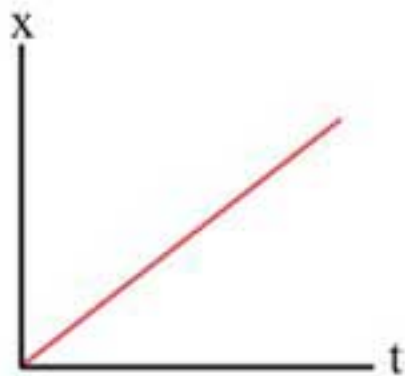
پرسش ۱-۲

در چه صورت اندازه سرعت متوسط یک متحرک با تندی متوسط آن برابر است؟ برای پاسخ خود می‌توانید به شکل‌های پرسش ۱-۱ نیز توجه کنید.

■ پاسخ: اگر متحرک در یک بازه زمانی روی خط راست و در یک جهت ثابت حرکت کند، در آن بازه زمانی، تندی متوسط با اندازه سرعت متوسط برابر است.

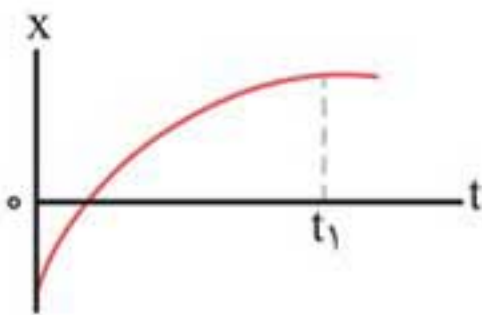
پرسش ۴-۱

از روی نمودار مکان - زمان توضیح دهید در چه صورت سرعت لحظه‌ای متحرک همواره با سرعت متوسط آن برابر است.



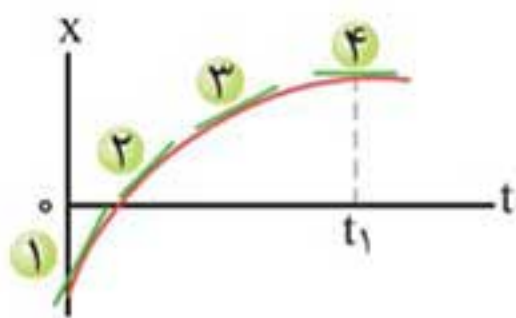
■ پاسخ: اگر شیب نمودار مکان - زمان یک متحرک مطابق شکل در طول حرکت ثابت باشد، سرعت متوسط در هر بازه زمانی دلخواه یکسان و برابر سرعت متحرک در هر لحظه دلخواه است.

پرسش ۵-۱



شکل مقابل نمودار مکان - زمان متحرکی را نشان می‌دهد که در امتداد محور x در حرکت است. الف) از لحظه صفر تا لحظه t_1 سرعت متحرک رو به افزایش است یا کاهش؟

ب) اگر در لحظه t_1 خط مماس بر منحنی موازی محور زمان باشد، سرعت متحرک در این لحظه چقدر است؟



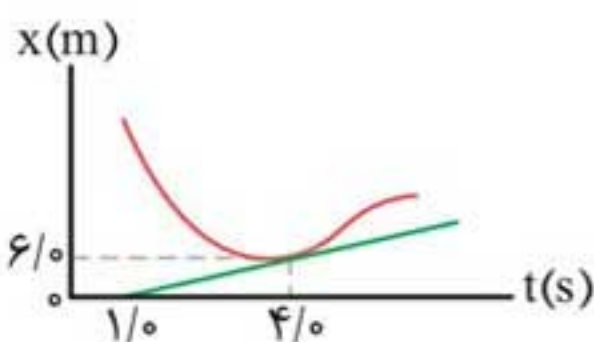
■ پاسخ: الف) چون شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان که نشان‌دهنده سرعت متحرک است کاهش می‌یابد، بنابراین سرعت متحرک نیز رو به کاهش است.

شیب خط ۴ > شیب خط ۳ > شیب خط ۲ > شیب خط ۱

سرعت در حال کاهش است \Rightarrow

ب) خط مماس بر منحنی در لحظه t_1 موازی محور زمان است، بنابراین شیب آن برابر صفر و سرعت متحرک در این لحظه صفر است.

تمرین ۳-۱



شکل مقابل نمودار مکان - زمان متحرکی را نشان می‌دهد. خط مماس بر منحنی در لحظه $t = 4/0$ رسم شده است. سرعت متحرک را در این لحظه پیدا کنید.

مفاهیم، تعاریف، نکته‌ها و روابط

لقمه اول

نیرو

وقتی جسمی را می‌کشیم یا هل می‌دهیم، به آن نیرو وارد می‌کنیم. در واقع، نیرو حاصل برهم‌کنش یا اثر متقابل دو جسم بر یکدیگر است.

نکته‌ها: ۱ نیرو کمیتی برداری است که آن را با \vec{F} نشان می‌دهند. بنابراین علاوه بر اندازه، جهت نیز دارد.



هنگام وارد کردن نیرو به توپ باید جهت و اندازه نیروی وارد بر توپ به گونه‌ای باشد که توپ به مکان موردنظر بازیکن برخورد کند.

۲ یکای نیرو در SI، $\text{kg} \cdot \text{m} / \text{s}^2$ است که به آن نیوتون (N) می‌گویند و آن را به کمک نیروسنج اندازه می‌گیرند.

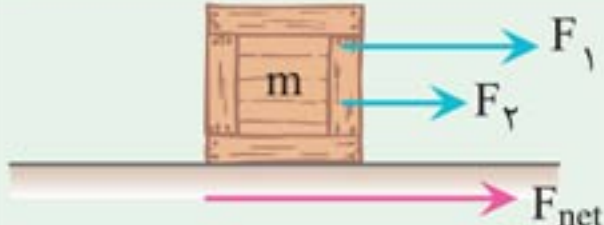
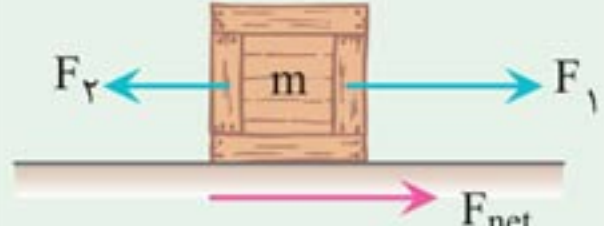
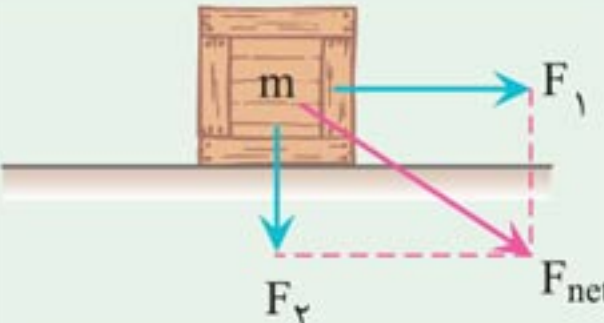
۳ تأثیر نیرو بر یک جسم می‌تواند شکل‌های متفاوتی داشته باشد، مانند به حرکت درآوردن، متوقف کردن، کاهش یا افزایش اندازه سرعت، تغییر جهت یا تغییر شکل و... .

قوانین حرکت نیوتون

ارتباط بین نیروها، چگونگی حرکت جسم و ارتباط بین نیروهایی که دو جسم به یکدیگر وارد می‌کنند با سه قانون بیان می‌شود که نقطه مشترک همه قوانین مفهوم نیروی خالص (F_{net}) است. بنابراین ابتدا از نیروی خالص صحبت می‌کنیم و در ادامه سه قانون نیوتون را شرح می‌دهیم.

نیروی خالص (F_{net})

وقتی بر جسمی چند نیرو اثر کند، برآیند آنها را نیروی خالص می‌گویند و آن را با F_{net} نشان می‌دهند. در جدول زیر چند نمونه مهم از محاسبه F_{net} با دو نیروی F_1 و F_2 مشاهده می‌کنید.

وضعیت نیروها	شکل	F_{net}
هم جهت		$F_{net} = F_1 + F_2$
خلاف جهت		$F_{net} = F_1 - F_2$
عمود بر هم		$F_{net} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$
\vec{i}, \vec{j}	$\vec{F}_1 = F_{x_1} \vec{i} + F_{y_1} \vec{j}$ $\vec{F}_2 = F_{x_2} \vec{i} + F_{y_2} \vec{j}$	$\vec{F}_{net} = (F_{x_1} + F_{x_2}) \vec{i} + (F_{y_1} + F_{y_2}) \vec{j}$

تذکر: اگر به جسم بیشتر از دو نیرو اثر کند:

$F_{net} =$ (مجموع نیروهای مخالف حرکت) - (مجموع نیروهای موافق حرکت)

قانون اول نیوتون

یک جسم حالت سکون یا حرکت با سرعت ثابت خود را حفظ می‌کند مگر آنکه نیروی خالصی (غیر صفر) به آن وارد شود؛ یعنی وقتی نیروهای وارد بر جسمی متوازن باشند، همچنان ساکن باقی می‌ماند و اگر در حال حرکت باشد، سرعت جسم تغییر نمی‌کند و ثابت می‌ماند.

تذکر: متوازن بودن نیروهای وارد بر جسم به چه معناست؟ اگر نیروهایی

که به یک جسم به صورت هم‌زمان اثر می‌کنند، اثر یکدیگر را خنثی کنند (برایند آن‌ها برابر صفر شود)، می‌گوییم نیروهای وارد بر جسم متوازن‌اند.

- نکته‌ها: ۱** یک نیوتون برابر مقدار نیروی خالصی است که به جسمی به جرم یک کیلوگرم، شتابی برابر 1 m/s^2 می‌دهد.
- ۲** اگر سرعت حرکت جسمی ثابت باشد: $a = 0 \Leftrightarrow \vec{F}_{\text{net}} = 0$
- ۳** دقت کنید که نیروی خالص برابر با جمع برداری تک‌تک نیروهای وارد بر جسم است.

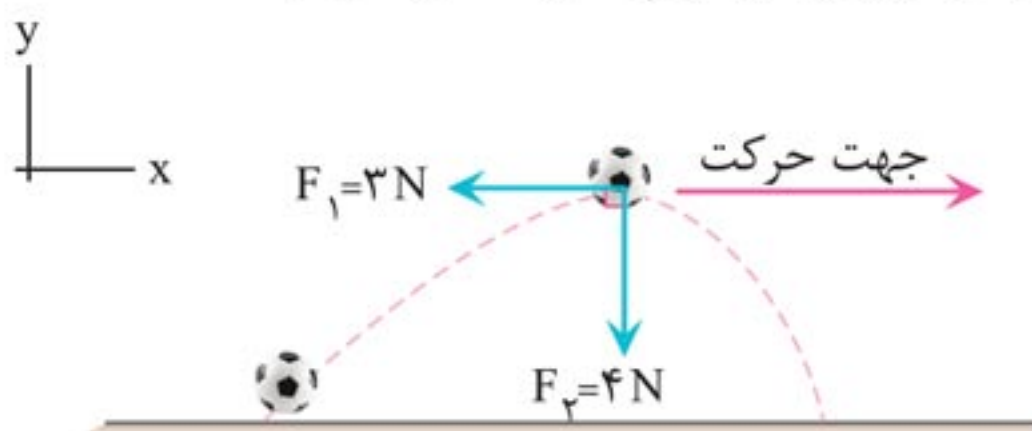
مثال ۲: سه نیرو، هم‌زمان بر وزنه‌ای به جرم 5 kg اثر می‌کنند. اگر بردار نیروها در SI به صورت $\vec{F}_1 = 20\vec{i} - 50\vec{j}$ ، $\vec{F}_2 = 10\vec{i} + 20\vec{j}$ و $\vec{F}_3 = -10\vec{j}$ باشند، بزرگی شتاب حاصل از این نیروها چند متر بر مجذور ثانیه خواهد شد؟

پاسخ: $\vec{F}_{\text{net}} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = m\vec{a}$

$$\Rightarrow (20\vec{i} - 50\vec{j}) + (10\vec{i} + 20\vec{j}) + (-10\vec{j}) = 5\vec{a}$$

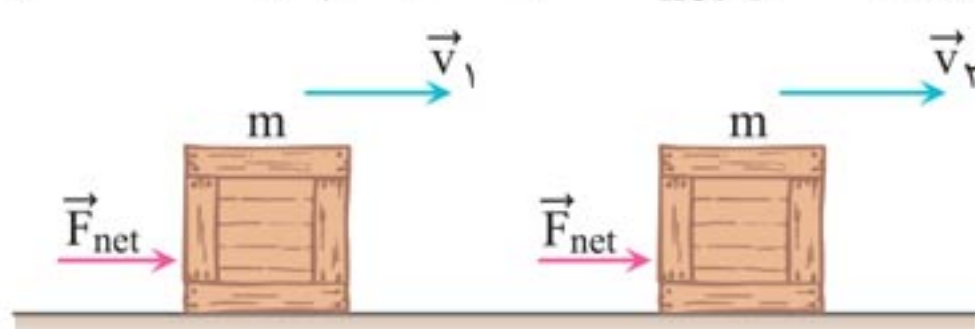
$$\Rightarrow \vec{a} = 6\vec{i} - 8\vec{j} \Rightarrow |\vec{a}| = \sqrt{6^2 + 8^2} = 10 \text{ m/s}^2$$

مثال ۳: شکل زیر، نیروهای وارد بر توپ فوتبال به جرم 500 g را نشان می‌دهد که در آن نیروی مقاومت هوا و F_2 نیروی وزن توپ است. بزرگی شتاب توپ در این نقطه چند متر بر مجذور ثانیه است؟ (از نیروهای دیگر وارد بر توپ صرف‌نظر شود.)



تکانه و قانون دوم نیوتون

اگر مطابق شکل تحت اثر نیروی خالص \vec{F}_{net} ، سرعت جسم در مدت Δt از



\vec{v}_1 به \vec{v}_2 برسد، قانون دوم نیوتون را می‌توان برای این جسم به شکل صفحه بعد نوشت:

$$\vec{F}_{net} = m\vec{a} = m \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \xrightarrow{\text{بافرض ثابت بودن جرم جسم (m)}} \vec{F}_{net} = \frac{\Delta(m\vec{v})}{\Delta t}$$

به حاصلضرب جرم جسم در بردار سرعت آن تکانه می‌گویند و آن را با \vec{p} نشان می‌دهند.

$$\vec{p} = m\vec{v} \xrightarrow{\text{رابطه قانون دوم نیوتون}} \text{تکانه (kg} \cdot \text{m/s)} \leftarrow \vec{p} = m\vec{v} \xrightarrow{\text{جرم جسم (kg)}} \vec{v}$$

$$\vec{F}_{net} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} \rightarrow \text{تغییر تکانه جسم}$$

بنابراین تعریف دیگری می‌توان برای قانون دوم نیوتون ارائه کرد: «تغییر تکانه یک جسم در بازه زمانی Δt ، برابر نیروی خالص وارد بر جسم در این بازه است.»

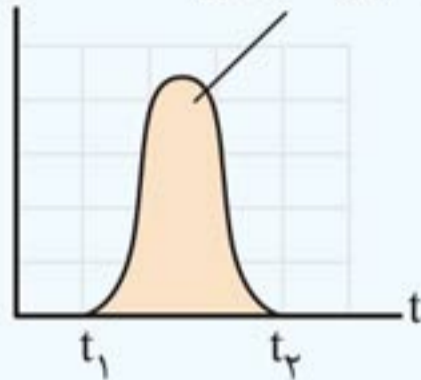
نکته‌ها: ۱ تکانه کمیتی برداری هم‌جهت با بردار سرعت است.
۲ از نگاه دیگری می‌توان گفت تغییر تکانه حاصل ضرب نیرو در مدت زمان تأثیر آن است:

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

۳ انرژی جنبشی یک جسم را برحسب تکانه آن نیز می‌توان نوشت:

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \xrightarrow{p=mv} \boxed{K = \frac{p^2}{2m}}, \quad \boxed{K = \frac{pv}{2}}$$

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



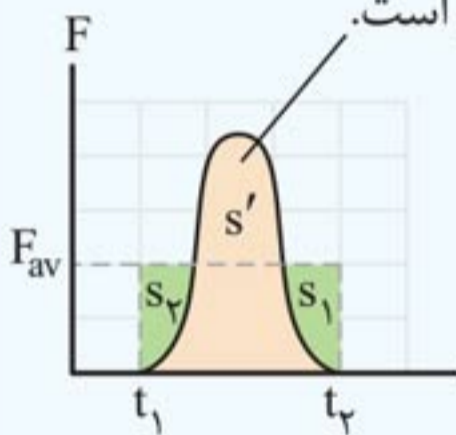
۴ مساحت محصور بین نمودار نیرو - زمان با محور t ، برابر با تغییر تکانه جسم است.

۵ اگر نیروی خالص وارد بر جسم ثابت نباشد، در مدت زمان اثر نیرو،

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

از نیروی خالص متوسط استفاده می‌کنیم:

تغییر تکانه ناشی از نیروی متوسط تکانه نیروی واقعی برابر با تغییر متغیر با زمان است.



• با توجه به نمودار، می‌توان سطح مستطیل مربوط به نیروی متوسط را برابر با تغییر تکانه گرفت؛ زیرا مجموع s_1 و s_2 با s' برابر است.
($s' = s_1 + s_2$)

مثال ۱۸: شخصی به جرم 60 kg از یک بلندی روی یک تشک سقوط می‌کند. اگر تندی او در هنگام رسیدن به تشک 5 m/s باشد و پس از 2 s متوقف شود، اندازه نیروی متوسطی که تشک بر او وارد می‌کند، چقدر است؟
(ریاضی - دی ۹۷)

$$F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t} \xrightarrow{\Delta p = m\Delta v} F_{av} = \frac{m(v_2 - v_1)}{\Delta t}$$

■ پاسخ:

$$\Rightarrow |F_{av}| = \left| \frac{60 \times (0 - 5)}{2} \right| = 1500 \text{ N}$$

پرسش ۱-۲



در شکل زیر یک کشتی در حال حرکت را می‌بینید که نیروهای وارد بر آن متوازن‌اند. کدام نیروها اثر یکدیگر را خنثی کرده‌اند؟

■ **پاسخ:** نیروی شناوری و نیروی وزن اثر یکدیگر را خنثی می‌کنند. نیروی پیشران و مقاومت نیز اثر یکدیگر را خنثی می‌کند.

پرسش ۲-۲

در فیلمی علمی - تخیلی، موتور یک کشتی فضایی که در فضای تهی خارج از جو زمین و دور از هر سیاره و خورشید در حرکت است، از کار می‌افتد. در نتیجه حرکت کشتی فضایی کند می‌شود و می‌ایستد. آیا امکان وقوع چنین رویدادی وجود دارد؟ توضیح دهید.

■ **پاسخ:** بر طبق قانون اول نیوتون، وقتی نیروهای وارد بر جسمی متوازن باشند (برایند نیروهای وارد بر آن صفر باشد)، اگر جسم در حال حرکت باشد، سرعت جسم تغییر نمی‌کند و ثابت می‌ماند. بنابراین امکان رخداد چنین اتفاقی وجود ندارد.

پرسش ۳-۲



(الف)

الف) چرا حرکت سریع مقوا در شکل (الف)، سبب افتادن سکه در لیوان می‌شود؟



(ب)

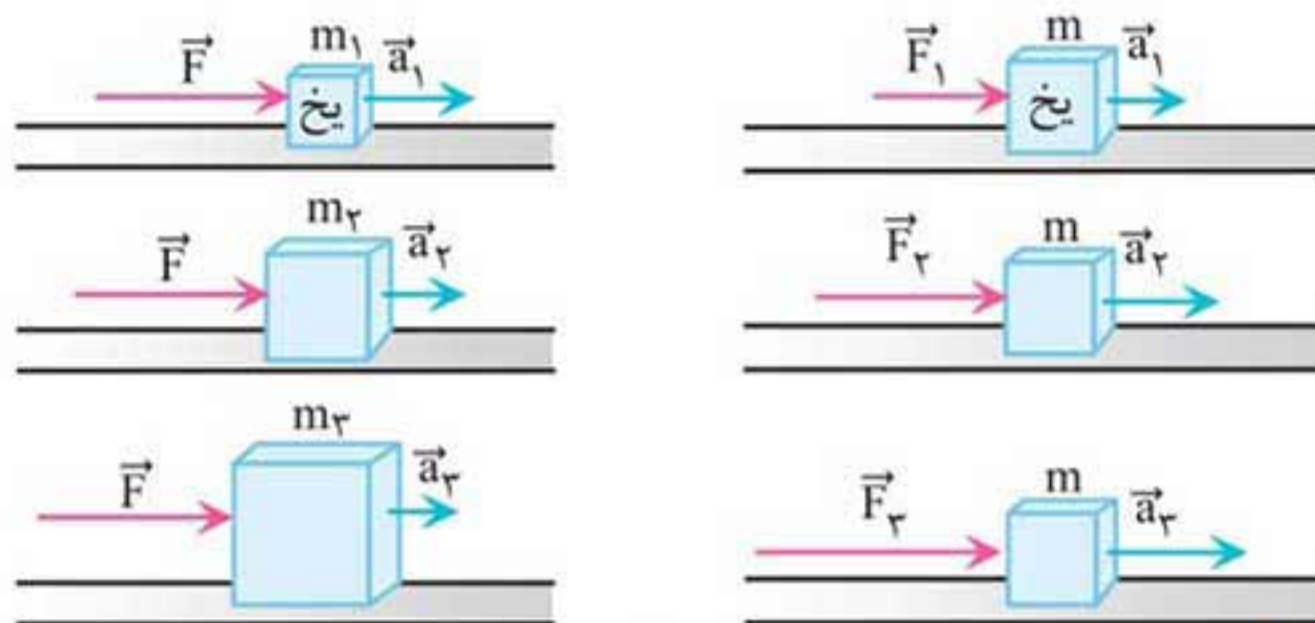
(ب) چرا در شکل (ب)، اگر به آرامی نیروی وارد بر گوی سنگین راز یاد کنیم نخ بالای گوی پاره می‌شود، اما اگر ناگهان نخ را بکشیم، نخ پایین آن پاره می‌شود؟

■ **پاسخ:** الف) بر طبق قانون اول نیوتون، جسم تمایل دارد وضعیت سکون خود را حفظ کند. بنابراین با حرکت سریع مقوا، سکه در راستای افقی ساکن مانده و به درون لیوان می‌افتد.

(ب) در حالت اول چون جسم لختی کمتری از خود نشان می‌دهد، با زیاد شدن نیرو به صورت تدریجی نخ بالایی زودتر پاره خواهد شد. در کشیدن ناگهانی نخ، لختی جرم گلوله سبب می‌شود که در فاصله زمانی کوتاه، ضربه ناگهانی وارد شده به نخ بالایی منتقل نشود و نخ پایینی زودتر پاره می‌شود.

پرسش ۲-۴

در شکل‌های زیر، قطعه یخ‌ها روی یک سطح افقی بدون اصطکاک قرار دارند. تفسیر خود را از این شکل‌ها بیان کنید.



■ **پاسخ:** در شکل‌های سمت راست، که جرم جسم ثابت است، با افزایش نیرو، شتاب حرکت جسم افزایش می‌یابد.

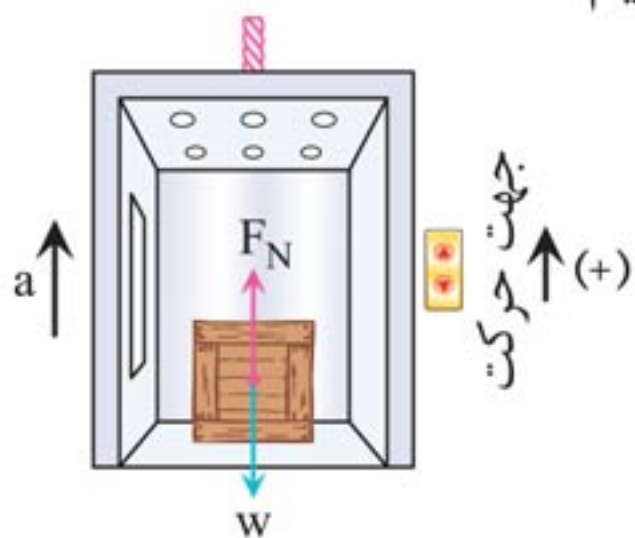
در شکل‌های سمت چپ، که نیروی وارد شده ثابت است، با افزایش جرم جسم، شتاب حرکت کاهش می‌یابد.

پرسش ۲-۵

شخصی در حال هل دادن جعبه‌ای سنگین روی سطح افقی است و این جعبه در جهت این نیرو حرکت می‌کند. با توجه به این که نیرویی که

(پ) آسانسور در حالی که به طرف بالا حرکت می کند، متوقف شود.
 (ت) آسانسور در حالی که به طرف پایین حرکت می کند، متوقف شود.

■ پاسخ: جهت بالا را مثبت در نظر می گیریم.

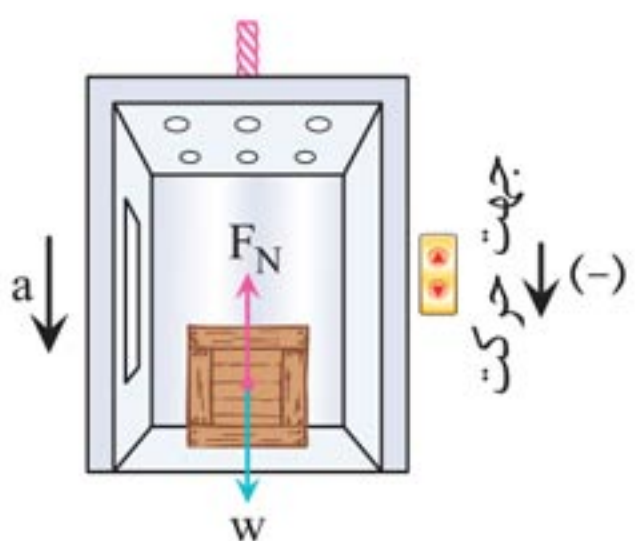


$$F_N - mg = ma \quad (\text{الف})$$

$$\Rightarrow F_N = m(g + a)$$

$$\Rightarrow F_N > mg$$

عددی که ترازو نشان می دهد، از وزن شخص بیشتر است.

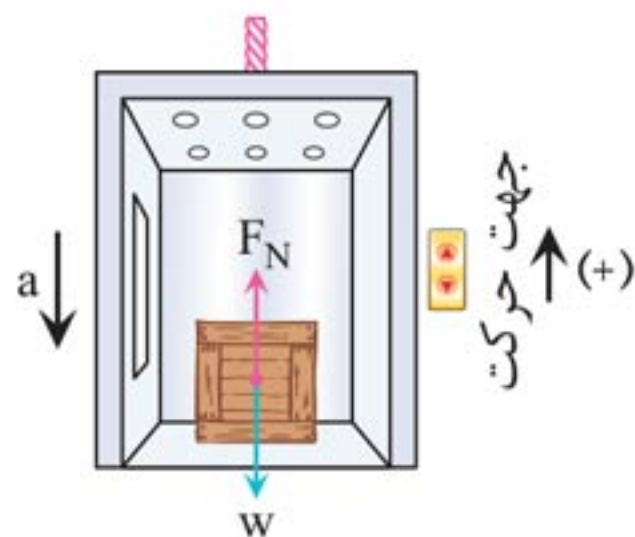


$$F_N - mg = -ma \quad (\text{ب})$$

$$\Rightarrow F_N = m(g - a)$$

$$\Rightarrow F_N < mg$$

عددی که ترازو نشان می دهد، از وزن شخص کمتر است.

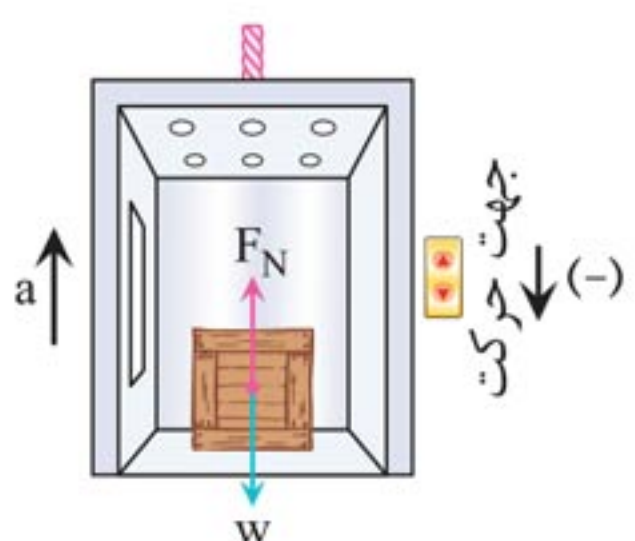


$$F_N - mg = -ma \quad (\text{پ})$$

$$\Rightarrow F_N = m(g - a)$$

$$\Rightarrow F_N < mg$$

عددی که ترازو نشان می دهد، از وزن شخص کمتر است.



$$F_N - mg = ma \quad (\text{ت})$$

$$\Rightarrow F_N = m(g + a)$$

$$\Rightarrow F_N > mg$$

عددی که ترازو نشان می دهد از وزن شخص بیشتر است.

مفاهیم، تعاریف، نکته‌ها و روابط

لقمه اول

حرکت نوسانی

به حرکت‌های پی‌درپی و مداوم روبه‌جلو و عقب یا بالا و پایین جسم، حرکت نوسانی می‌گویند.

مفاهیم اولیه

نوسان دوره‌ای: نوسان‌هایی را که هر دور آن در دوره‌های دیگر تکرار شود، نوسان دوره‌ای می‌نامند.



شکل مقابل، تصویری از ضربانگ (ریتم) قلب یک شخص را نشان می‌دهد که در هر

دقیقه ۶۵ بار می‌زند که نمونه‌ای از یک نوسان دوره‌ای است.

چرخه (سیکل): نقش‌های تصویر ریتم قلب که به‌طور منظم در حال تکرار هستند را چرخه (سیکل) گویند.

تذکر: نوسانگر: جسمی است که در نوسان است!

دوره تناوب (T): مدت زمان انجام یک چرخه کامل (نوسان کامل) را دوره تناوب می‌نامند.

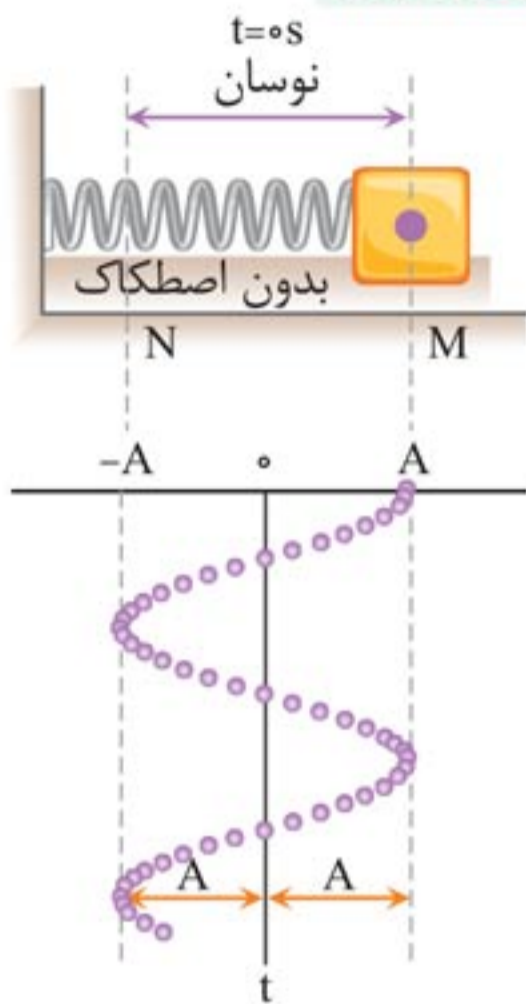
بسامد (فرکانس) (f): تعداد نوسان‌های انجام شده (تعداد چرخه‌ها) در هر ثانیه، بسامد (فرکانس) نامیده می‌شود.

تذکر: بسامد عکس دوره تناوب است.

$$f = \frac{1}{T}$$

بسامد (Hz) ← $f = \frac{1}{T}$ → دوره تناوب (s)

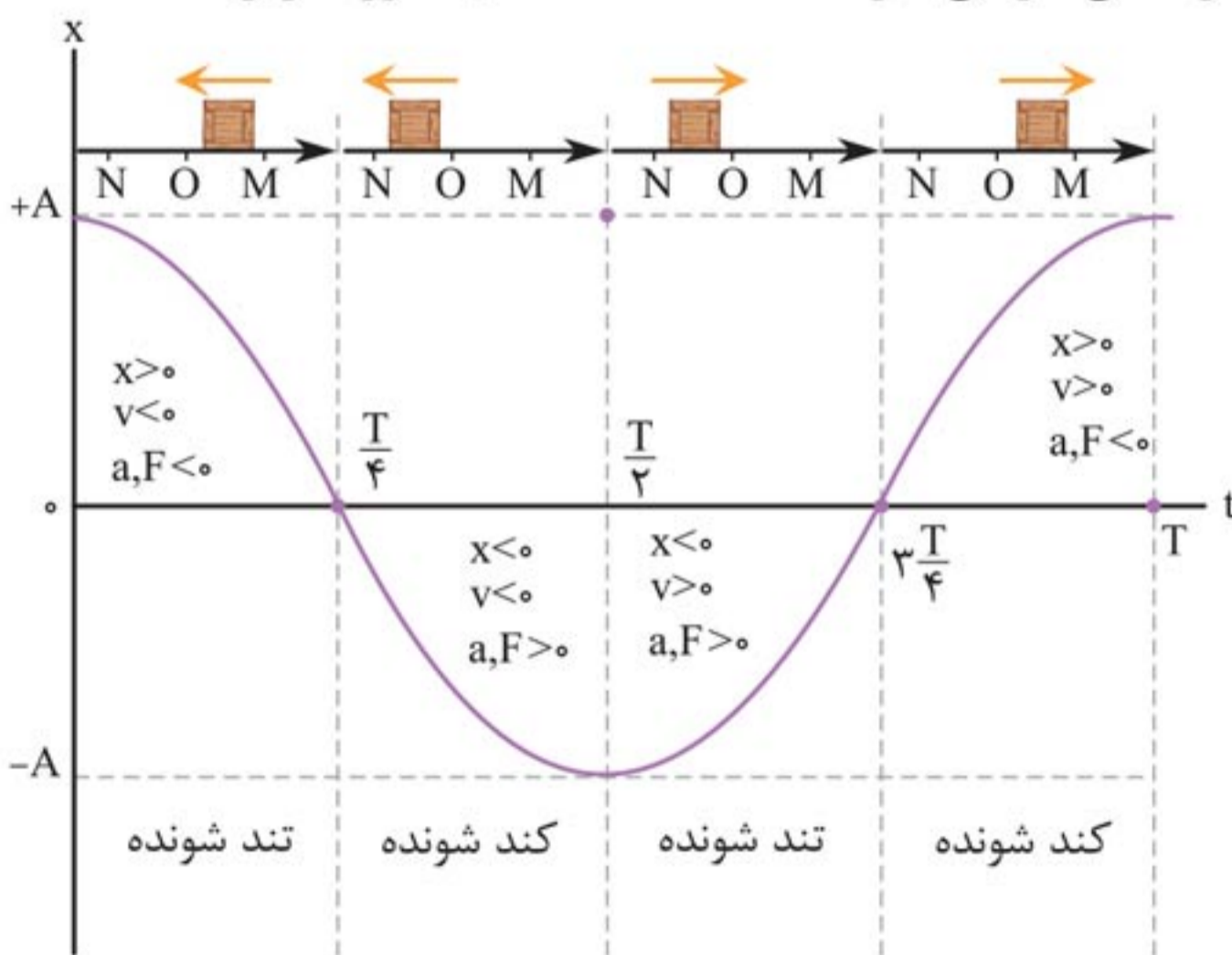
معادله و نمودار مکان - زمان حرکت هماهنگ ساده



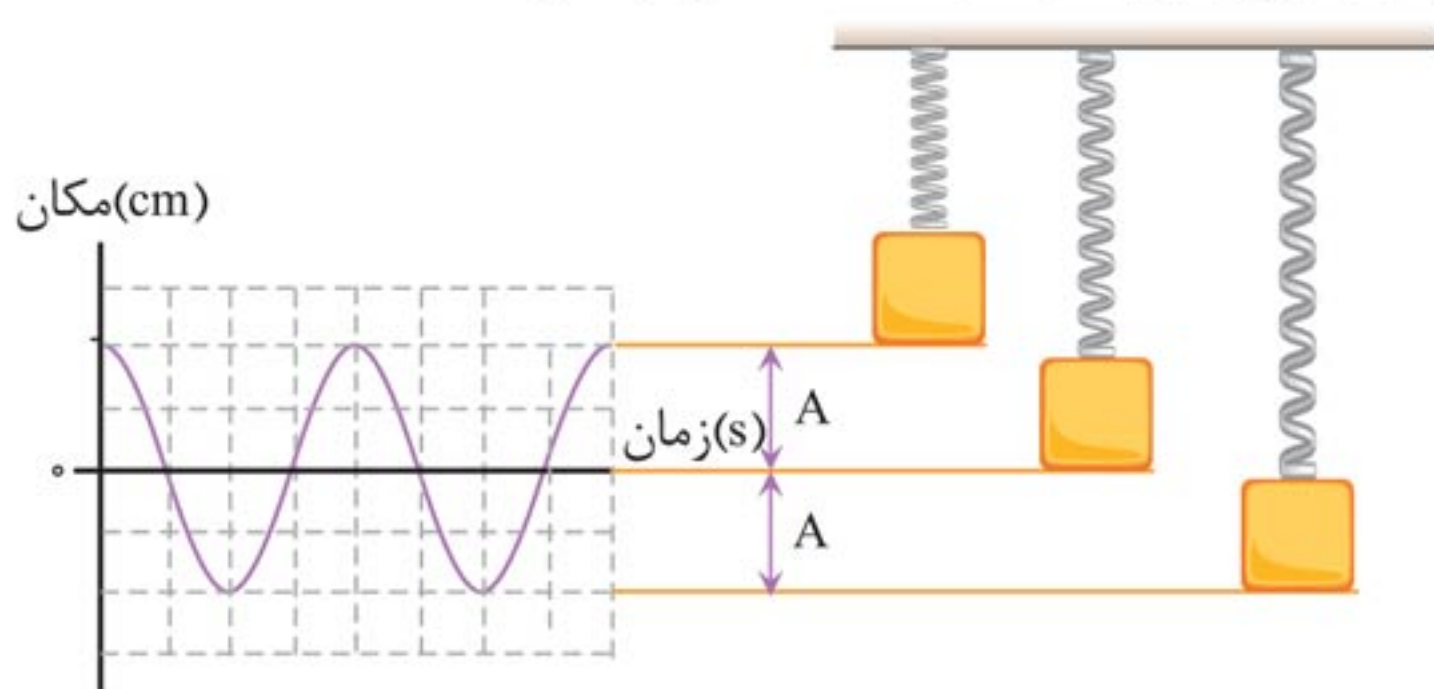
اگر جسم متصل به فنری را مطابق شکل روی سطح افقی بدون اصطکاکی کشیده و سپس رها کنیم و مکان جسم را در زمان‌های متوالی ثبت کنیم، به نمودار سینوسی می‌رسیم که در زیر سامانه جرم - فنر نشان داده شده است. اگر نوسانگر در لحظه $t_0 = 0$ s از مکان $x_0 = +A$ ، از حال سکون حرکت خود را شروع کند، در این صورت، معادله مکان - زمان به صورت زیر است:

شناسه تابع کسینوس (rad) $x(t) = A \cos(\omega t)$ ← مکان نوسانگر (m)
دامنه نوسان (m)

نمودار مکان - زمان حرکت هماهنگ ساده به صورت زیر است:



مثال ۱: با توجه به شکل زیر، جرمی متصل به یک فنر با بسامد $2/5 \text{ Hz}$ و دامنه 10 cm به طور هماهنگ در امتداد قائم نوسان می‌کند. پس از گذشت $\frac{1}{15} \text{ s}$ از رها شدن جرم از بالای نقطه تعادل، جابه‌جایی جرم نسبت به نقطه تعادل چقدر است؟



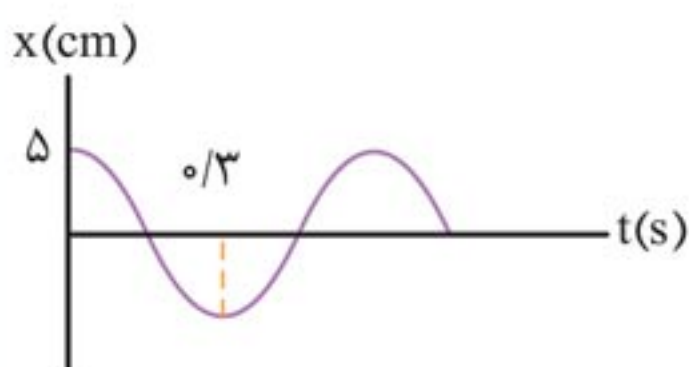
■ **پاسخ:** با استفاده از رابطه $x = A \cos \omega t$ ، جابه‌جایی نسبت به نقطه تعادل جرم - فنر را محاسبه می‌کنیم:

$$A = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}$$

$$f = 2/5 \text{ Hz} \Rightarrow \omega = 2\pi f = 2\pi \times 2/5 = 4\pi \text{ rad/s}$$

$$t = \frac{1}{15} \text{ s}$$

$$\Rightarrow x = A \cos \omega t \Rightarrow x = 0.1 \cos\left(4\pi \times \frac{1}{15}\right) = 0.05 \text{ m}$$



مثال ۲: نمودار مکان - زمان یک حرکت هماهنگ ساده به شکل مقابل است. الف) دوره این حرکت چقدر است؟ ب) معادله حرکت آن را بنویسید.

■ پاسخ: با استفاده از رابطه $v = \sqrt{\frac{F}{\rho A}}$ داریم:

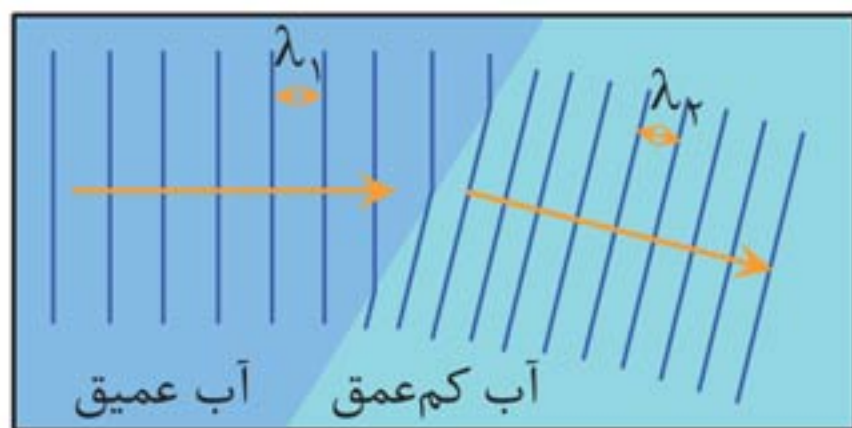
$$\frac{v_B}{v_A} = \sqrt{\frac{F_B \times \rho_A \times A_A}{F_A \times \rho_B \times A_B}} \quad \begin{matrix} \rho_B = \frac{1}{2} \rho_A \\ A_B = 2A_A \end{matrix}$$

$$\frac{v_B}{v_A} = \sqrt{1 \times \frac{2\rho_B}{\rho_B} \times \frac{A_A}{2A_A}} \Rightarrow \frac{v_B}{v_A} = 1$$

حالا با استفاده از رابطه $\lambda = \frac{v}{f}$ داریم:

$$\frac{\lambda_B}{\lambda_A} = \frac{v_B}{v_A} = 1 \quad (f \text{ یکسان است})$$

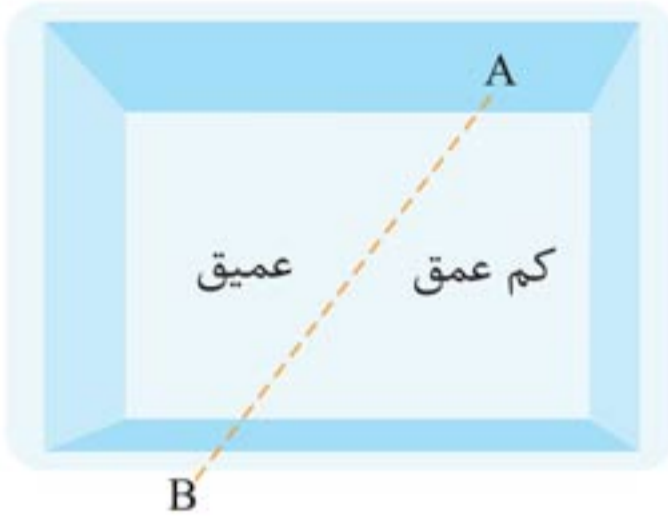
شکست امواج سطحی آب



همان طور که می دانیم، تندی امواج روی سطح آب به عمق آب بستگی دارد؛ مشاهده می شود که با ورود

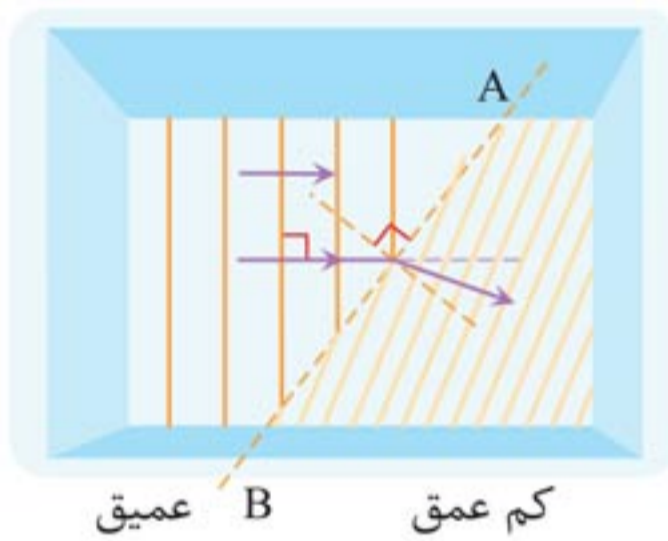
آب از بخش عمیق به بخش کم عمق، تندی موج سطحی کاهش می یابد. در نتیجه آن بخش از جبهه موج که زودتر به ناحیه کم عمق می رسد، چون با تندی کمتری حرکت می کند، از بقیه جبهه موج که هنوز وارد این ناحیه نشده است، عقب می افتد و فاصله بین جبهه های موج و در نتیجه طول موج کاهش یافته $(\lambda_2 < \lambda_1)$ و مطابق شکل، جبهه های موج در مرز دو محیط می شکنند و جهت انتشارشان تغییر می کند.

مثال ۳۳: در تشت موج شکل زیر، خط AB ، مرز میان دو ناحیه



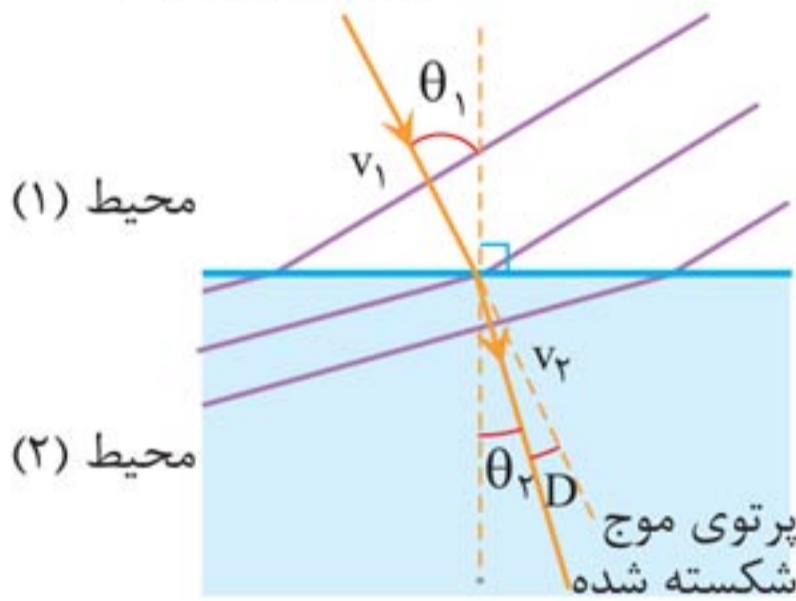
کم عمق و عمیق را نشان می دهد. موج تختی در ناحیه عمیق ایجاد می شود. وضعیت جبهه های موج مربوط به این تشت را رسم کنید.

پاسخ: فاصله جبهه های موج (طول موج) در ناحیه کم عمق (که



تندی کمتری دارد) باید کم تر از ناحیه عمیق (که تندی بیشتری دارد) باشد. همچنین، پرتو موج در عبور از مرز جدایی دو محیط باید مطابق شکل شکسته شده و به خط عمود نزدیک تر شود.

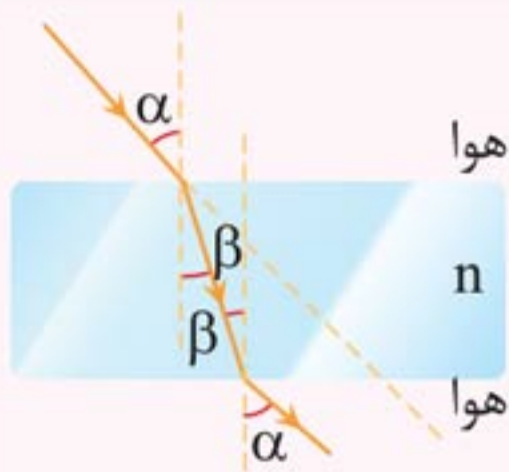
پرتوی موج تابیده



جبهه 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).

قانون شکست عمومی

اگر مطابق شکل، جبهه های موج تختی به طور مایل از محیط (۱) وارد محیط (۲) شوند، می شکنند و پرتوهای موج که همواره عمود بر جبهه های موج هستند، در عبور از این مرز تغییر جهت می دهند.

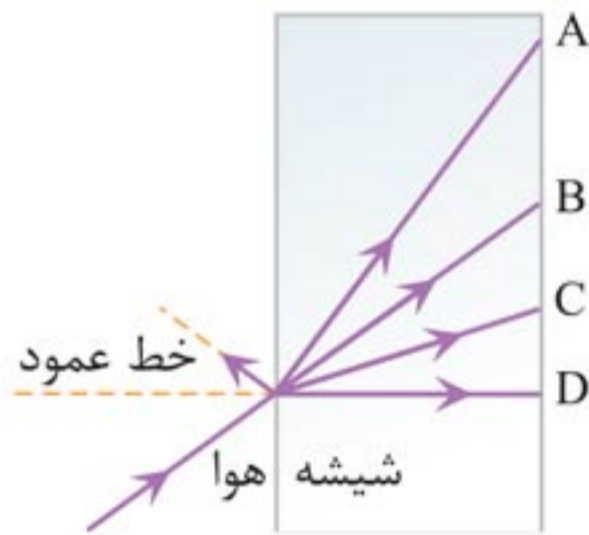


نکته: تیغه متوازی السطوح: مطابق

شکل پرتو نوری از هوا وارد یک تیغه شیشه‌ای شده است و سپس از آن خارج شده است. مشاهده می‌کنیم که:

۱ پرتو نور در داخل شیشه به خط عمود نزدیک‌تر است.

۲ پرتو ورودی به تیغه با پرتو خروجی از آن موازی است (انحراف صفر است)



مثال ۳۶: شکل مقابل پرتویی را نشان

می‌دهد که از هوا وارد شیشه شده است.

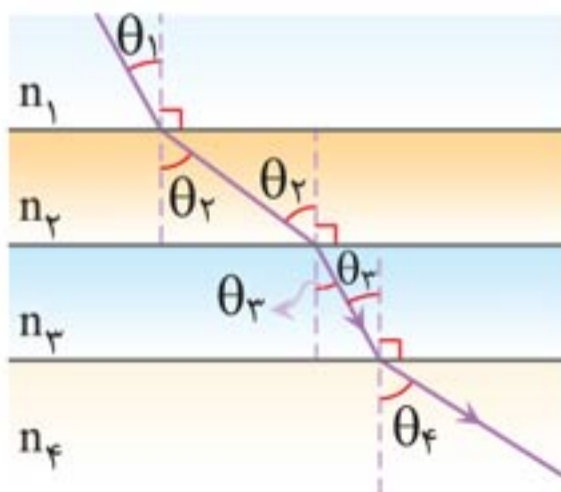
کدام گزینه‌های A تا D، می‌تواند پرتوی

داخل شیشه را نشان دهد؟

پاسخ: شیشه ضریب شکست بیشتری نسبت به هوا دارد، بنابراین

پرتو در ورود به آن دچار شکست شده و به خط عمود نزدیک می‌شود

پس پرتوی C پاسخ سؤال است.



◀ عبور نور از محیط‌های متوالی موازی

شکل، مسیر عبور پرتو نور از چند محیط

شفاف متوالی با سطوح موازی را نشان

می‌دهد. با استفاده از رابطه شکست

اسنل داریم:

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 = n_3 \sin \theta_3 = n_4 \sin \theta_4$$

تمرین‌ها، فعالیت‌ها و پرسش‌ها

لقمه دوم

پرسش ۱-۳

بسامد ضربان قلب مربوط به نمودار شکل ۲-۳ چقدر است؟



■ پاسخ:

$$T = \frac{1}{65} \text{ min} = 0.92 \text{ s}$$

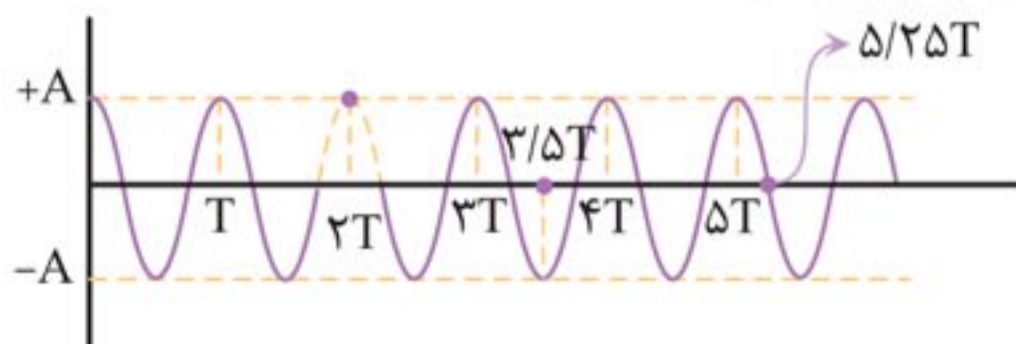
$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.92} = 1.08 \text{ Hz}$$

تمرین ۱-۳

ذره‌ای در حال نوسان هماهنگ ساده با دوره تناوب T است. با فرض این که در $t = 0 \text{ s}$ ذره در $x = +A$ باشد، تعیین کنید در هر یک از لحظات زیر، آیا ذره در $x = -A$ ، در $x = +A$ ، یا در $x = 0$ خواهد بود؟

الف) $t = 2T$ ، ب) $t = 3/5T$ ، پ) $t = 5/25T$

(راهنمایی: برای پاسخ به این تمرین، ساده‌تر آن است که چند دوره از یک نمودار کسینوسی را رسم کنید)



■ پاسخ:

الف) $x = +A : t = 2T$

ب) $x = -A : t = 3/5T$

پ) $x = 0 : t = 5/25T$

■ **پاسخ:** ابتدا با توجه به این که فاصله بین دو برآمدگی متوالی برابر طول موج است، داریم:

$$\lambda_{\text{عمیق}} = 10 \text{ cm}$$

حالا با استفاده از رابطه زیر، طول موج در ناحیه کم عمق را محاسبه می کنیم:

$$\frac{v_{\text{کم عمق}}}{v_{\text{عمیق}}} = \frac{\lambda_{\text{کم عمق}}}{\lambda_{\text{عمیق}}} \Rightarrow \frac{0.4v_{\text{عمیق}}}{v_{\text{عمیق}}} = \frac{\lambda_{\text{کم عمق}}}{10} \Rightarrow \lambda_{\text{کم عمق}} = 4 \text{ cm}$$

تمرین ۳-۱۰

در تمرین ۳-۹ با فرض این که زاویه تابش امواج برابر 3° باشد، زاویه شکست چقدر می شود؟

■ **پاسخ:** با استفاده از قانون شکست عمومی داریم:

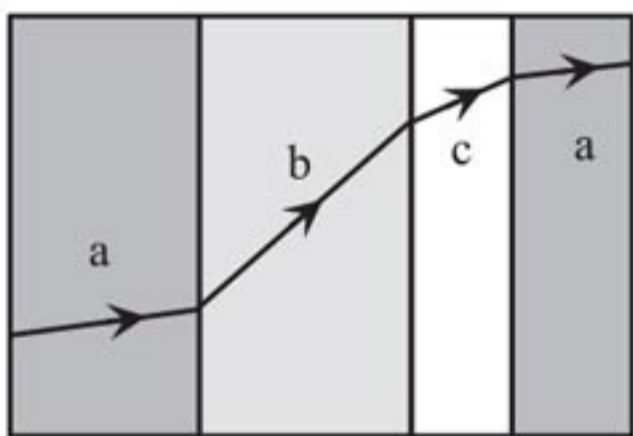
$$\frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} = \frac{v_2}{v_1}$$

(ناحیه (۲) کم عمق، ناحیه (۱) عمیق)

$$\frac{\theta_1 = 3^\circ}{v_2 = 0.4v_1} \rightarrow \frac{\sin \theta_2}{\sin 3^\circ} = \frac{0.4v_1}{v_1} \Rightarrow \sin \theta_2 = 0.2$$

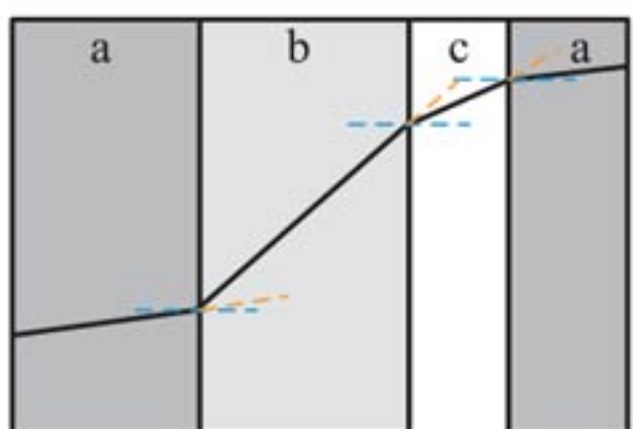
$$\Rightarrow \theta_2 = \theta_r = 11.53^\circ$$

پرسش ۳-۹



شکل روبه‌رو یک پرتوی موج الکترومغناطیسی را نشان می‌دهد که با عبور از محیط اولیه a، از طریق محیط‌های b و c به محیط a باز می‌گردد. این محیط‌ها را بر حسب تندی موج در آن‌ها از بیشترین تا کم‌ترین مرتب کنید.

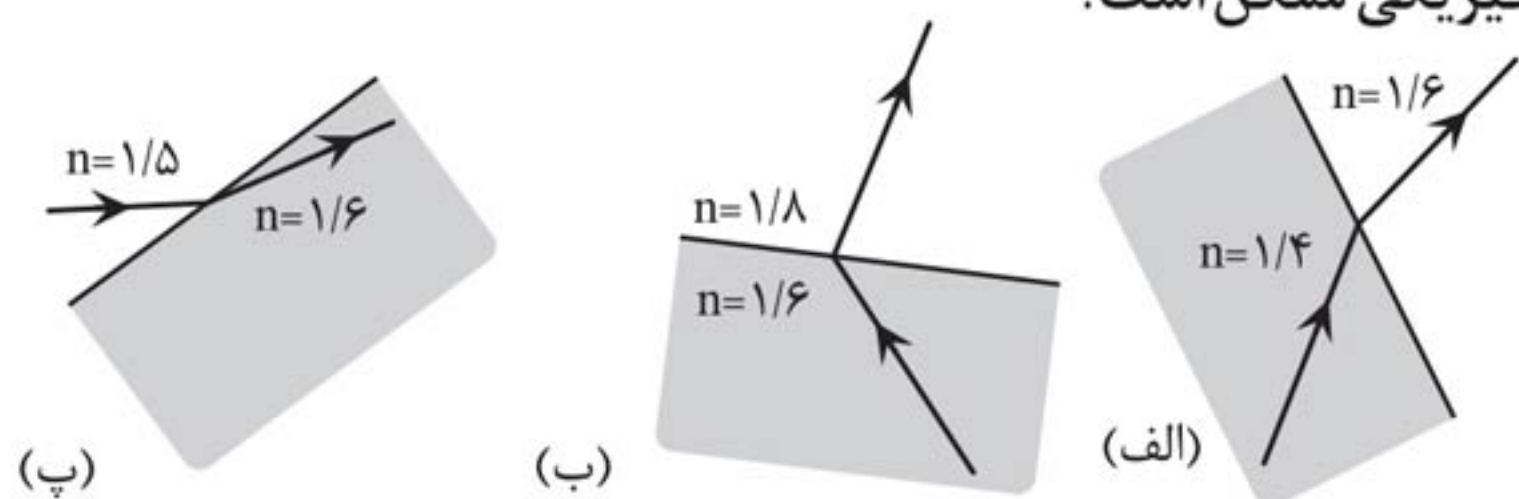
■ **پاسخ:** در محیط b پرتو از خط عمود دور می‌شود: نور از محیطی با تندی کم‌تر به محیطی با تندی بیشتر وارد شده است.



در محیط c پرتو به خط عمود نزدیک شده است: تندی در محیط c کم تر از b است. در محیط a نیز پرتو به خط عمود نزدیک شده است: تندی در محیط a کم تر از c است. بنابراین $v_b > v_c > v_a$ می باشد.

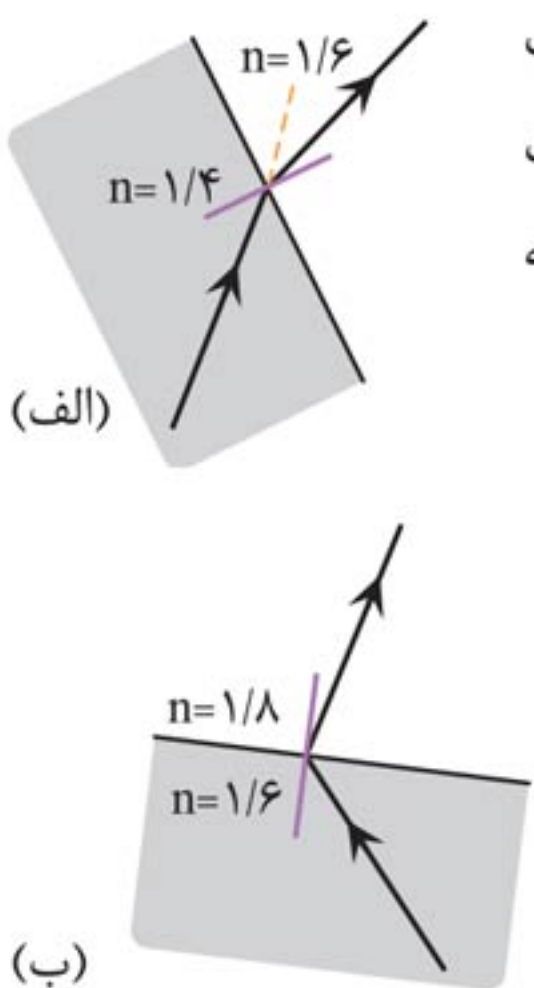
پرسش ۳-۱۰

کدام یک از سه شکل زیر یک شکست را نشان می دهد که از لحاظ فیزیکی ممکن است؟



پاسخ: در شکل الف، پرتو از محیطی با ضریب شکست کم تر وارد محیطی با ضریب شکست بیشتر شده و به خط عمود نزدیک شده است که از لحاظ فیزیکی امکان پذیر است.

در شکل (ب) پرتو در سوی درستی شکسته نشده است و امکان شکستن در سوی نشان داده شده وجود ندارد.



فیزیک کلاسیک و فیزیک جدید

علی‌رغم موفقیت فیزیک کلاسیک در توصیف گستره وسیعی از پدیده‌های فیزیکی، در ابتدای قرن بیستم، پدیده‌هایی مشاهده و آزمایش‌هایی انجام شد که تبیین آنها به کمک فیزیک کلاسیک ممکن نبود. تلاش برای توضیح رفتار برخی پدیده‌های فیزیکی منجر به بنیان‌گذاری نظریه‌هایی از جمله نظریه نسبیت خاص، نسبیت عام و نظریه کوانتومی شد که امروزه به آن فیزیک جدید می‌گویند.

نظریه نسبیت خاص: به مقایسه پدیده‌های فیزیکی در تندی‌های بسیار زیاد و قابل مقایسه با تندی نور می‌پردازد.
نظریه نسبیت عام: مربوط به مطالعه هندسه فضا - زمان و گرانش است.
نظریه کوانتومی: پدیده‌های فیزیکی در مقیاس‌های بسیار کوچک، مانند اتم‌ها و ذره‌های سازنده آنها را مورد مطالعه قرار می‌دهد.

اثر فوتوالکتریک و فوتون



(الف)

مطابق شکل (الف) اگر به کلاهک برق‌نمایی با بار منفی، نور فرابنفش تابیده شود، انحراف ورقه‌های آن کاهش می‌یابد.



(ب)

این در حالی است که مطابق شکل (ب) اگر نور فرابنفش را با یک نور مرئی جایگزین کنیم، تغییری در انحراف ورقه‌های برق‌نما ایجاد نمی‌شود.

آشنایی با فیزیک اتمی و هسته‌ای مهروماه

کمیت کوانتومی: کمیتی گسسته است که مضرب درستی از مقدار پایه یا کوانتوم آن کمیت است. انرژی موج الکترومغناطیسی کمیتی کوانتومی است که مضرب درستی از انرژی یک فوتون (hf) است.

بسامد نور فرودی \uparrow

$$E = n h f = nh \frac{c}{\lambda}$$

تندی انتشار موج در خلأ $\rightarrow c$
طول موج نور فرودی $\rightarrow \lambda$

تعداد فوتون‌ها \downarrow

تذکر: توان تابشی یک منبع نور تکفام با بسامد f برابر است با:

$$P = \frac{E}{t} = \frac{nhf}{t} = \frac{nhc}{\lambda t}$$

مثال ۱: توان باریکه نور خروجی از لیزری 600 میکرووات است. اگر توان ورودی این لیزر 30 W باشد:

الف) بازده این لیزر چند درصد است؟

ب) اگر طول موج باریکه نور خروجی 660 nm باشد، در هر ثانیه چند فوتون از این لیزر گسیل می‌شود؟

$$(c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}, h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s})$$

■ پاسخ: الف) $P_2 = 600 \mu\text{W}$, $P_1 = 30 \text{ W}$

$$R_a = \frac{\text{توان خروجی}}{\text{توان ورودی}} \times 100 = \frac{600 \times 10^{-6}}{30} \times 100 = 0.002\%$$

ب) $E = Pt \rightarrow nh \frac{c}{\lambda} = Pt \frac{\lambda = 660 \times 10^{-9} \text{ m}, t = 1 \text{ s}}{P = 600 \times 10^{-6} \text{ W}}$

$$\frac{n \times 6.6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{660 \times 10^{-9}} = 600 \times 10^{-6} \times 1$$

$\Rightarrow n = 2 \times 10^{15}$ فوتون

نکته‌ها: ۱ برای به دست آوردن بلندترین طول موج (کم‌ترین بسامد) فوتون گسیلی مربوط به یک رشته با توجه به معلوم بودن n' ، $n = n' + 1$ قرار می‌دهیم.

۲ برای به دست آوردن کوتاه‌ترین طول موج (بیشترین بسامد) فوتون گسیلی مربوط به یک رشته با توجه به معلوم بودن n' ، $n = \infty$ قرار می‌دهیم.

مثال ۳: طول موج سومین خط طیفی اتم هیدروژن در رشته بالمر ($n' = 2$) چند نانومتر است؟ ($R \approx 0.01 \text{ nm}^{-1}$) (تجربی - خرداد ۹۸)

پاسخ: سومین خط طیفی اتم هیدروژن در رشته بالمر ($n' = 2$)، به ازای $n = 5$ به دست می‌آید:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = 0.01 \times \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{5^2} \right)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{21 \times 0.01}{100} \Rightarrow \lambda = 476 / 2 \text{ nm}$$

مثال ۴: کوتاه‌ترین طول موج رشته پاشن ($n' = 3$) در اتم هیدروژن را به دست آورید. ($R = 0.01 \text{ nm}^{-1}$) (ریاضی - خرداد ۹۸)

پاسخ: کوتاه‌ترین طول موج، با $n = \infty$ متناظر است. در این صورت

با استفاده از رابطه $\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right)$ داریم:

$$R = \frac{1}{100} \text{ nm}^{-1}, n' = 3$$

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100} \times \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{\infty} \right) = \frac{1}{900} \Rightarrow \lambda = 900 \text{ nm}$$

آشنایی با فیزیک اتمی و هسته‌ای



مهروماه

نیمه‌عمر	صفر	اول	دوم	سوم	چهارم
تعداد هسته‌های باقی‌مانده	$N_0 = 16$	$\frac{N_0}{2} = 8$	$\frac{N_0}{4} = 4$	$\frac{N_0}{8} = 2$	$\frac{N_0}{16} = 1$

رابطه نیمه‌عمر:

اگر تعداد هسته‌های مادر اولیه در یک نمونه پرتوزا N_0 باشد، پس از گذشت زمان t تعداد هسته‌های پرتوزای باقیمانده از رابطه زیر به دست می‌آید:

تعداد هسته‌های پرتوزای باقیمانده

$$N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n \rightarrow \text{تعداد نیمه‌عمرهای سپری شده}$$

تعداد هسته‌های پرتوزای اولیه

تذکر: تعداد نیمه‌عمرهای سپری شده (n)، از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$n = \frac{t}{T_{1/2}} \rightarrow \text{مدت زمان سپری شده (s)}$$

$$\frac{1}{2} \rightarrow \text{مدت زمان نیمه‌عمر ماده پرتوزا (s)}$$

مثال ۱۹: پس از گذشت ۵ نیمه‌عمر یک ماده پرتوزا، چه کسری

از ماده پرتوزای اولیه، باقی می‌ماند؟ (تجربی - شهریور ۹۸)

$$n = 5$$

■ پاسخ:

$$N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n \Rightarrow \frac{N}{N_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^5 = \frac{1}{32}$$

مثال ۲۰: نیمه‌عمر بیسموت ۲۱۲، حدود یک ساعت است. پس از

گذشت ۵ ساعت، در نمونه‌ای از این بیسموت چه کسری از ماده اولیه

باقی می‌ماند؟ (تجربی - خرداد ۹۸)

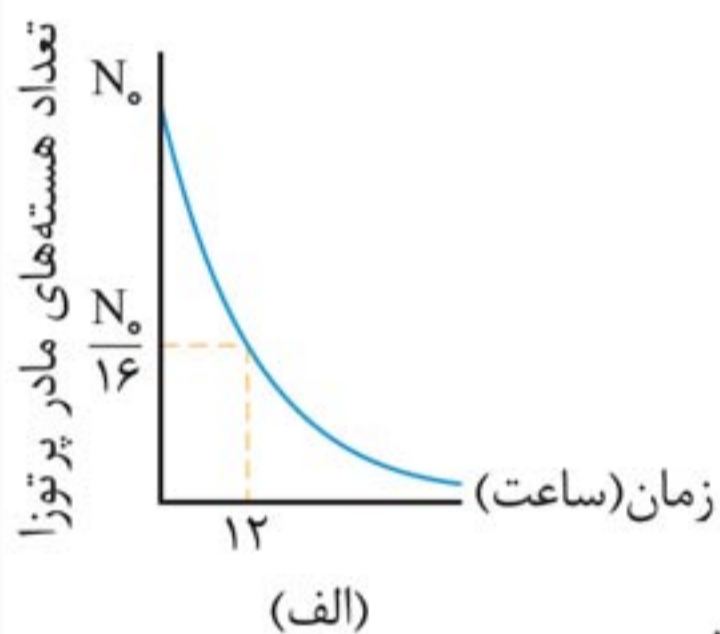
باقی می‌ماند؟

■ پاسخ: ابتدا تعداد نیمه عمرهای سپری شده را محاسبه می کنیم:

$$n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} \xrightarrow[t = 5 \text{ ساعت}]{T_{\frac{1}{2}} = 1 \text{ ساعت}} n = \frac{5}{1} = 5$$

حالا با استفاده از رابطه $N = \left(\frac{1}{2}\right)^n N_0$ ، پاسخ سؤال را به دست می آوریم:

$$\frac{N}{N_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^n = \left(\frac{1}{2}\right)^5 = \frac{1}{32}$$



🏠 مثال ۲۱: شکل مقابل نمودار

تغییرات تعداد هسته های مادر پرتوزای موجود در یک ماده پرتوزا را بر حسب زمان نشان می دهد. نیمه عمر این ماده پرتوزا چند ساعت است؟ (تجربی - دی ۹۷)

■ پاسخ: ابتدا با استفاده از رابطه $N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n$ ، تعداد نیمه عمرهای سپری شده را محاسبه می کنیم:

$$N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n \xrightarrow{\text{نمودار}} \frac{N_0}{16} = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n \Rightarrow \frac{1}{16} = \frac{1}{2^n} \Rightarrow n = 4$$

حالا با استفاده از رابطه $n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}$ ، نیمه عمر ($T_{\frac{1}{2}}$) ماده پرتوزا را محاسبه می کنیم:

$$n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} \xrightarrow[t = 12 \text{ ساعت}]{n = 4} 4 = \frac{12}{T_{\frac{1}{2}}} \Rightarrow T_{\frac{1}{2}} = \frac{12}{4} = 3 \text{ ساعت}$$

■ **پاسخ:** با توجه به جدول تناوبی داریم:

الف) عدد اتمی F برابر $Z = 9$ است، بنابراین داریم:

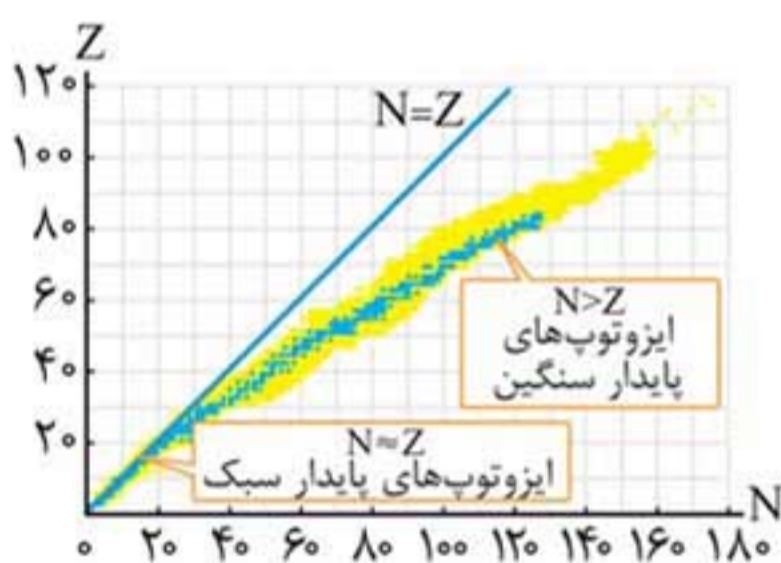
$$A = Z + N = 9 + 10 = 19 \Rightarrow {}^1_9F_{10}$$

ب) عدد اتمی قلع برابر $Z = 82$ است، بنابراین داریم:

$$A = Z + N = 82 + 34 = 116 \Rightarrow {}^{116}_{82}Sn_{34}$$

پرسش ۲-۴

هر نقطه آبی‌رنگ در نمودار شکل زیر نشان‌دهنده یک هسته پایدار است. با توجه به این نمودار به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.



الف) نسبت تعداد نوترون به تعداد پروتون (N/Z) برای هسته‌های پایدار مختلف، ثابت است یا متفاوت؟ توضیح دهید.
ب) ایزوتوپ‌های مختلف، یک عنصر را چگونه می‌توان با استفاده از این نمودار تشخیص داد؟

■ **پاسخ:** الف) تا حدود $Z = 20$ ، نسبت $\frac{N}{Z}$ برابر یک است ولی به تدریج با

افزایش Z ، تعداد نوترون‌های درون هسته افزایش بیشتری یافته به طوری

که پس از $Z = 50$ ، به‌ازای افزایش یک پروتون، چندین نوترون به هسته

اضافه شده و نسبت $\frac{N}{Z}$ متفاوت است.

ب) به‌ازای عدد اتمی (Z) معین، با شمارش تعداد نقطه‌های آبی‌رنگ و زردرنگ

در امتداد محور N می‌توان تعداد ایزوتوپ‌های هر عنصر را مشخص کرد.

حرکت بر خط راست - فرمولنامه

فصل ۱

۱ تندی متوسط

$$s_{av} = \frac{\ell \rightarrow (m) \text{ مسافت}}{\Delta t \rightarrow (s) \text{ زمان حرکت}}$$

۲ سرعت متوسط

$$v_{av} = \frac{\Delta x \rightarrow (m) \text{ جابه‌جایی}}{\Delta t \rightarrow (s) \text{ زمان حرکت}}$$

۳ شتاب متوسط

$$a_{av} = \frac{\Delta v \rightarrow (m/s) \text{ تغییرات سرعت}}{\Delta t \rightarrow (s) \text{ زمان حرکت}}$$

۴ معادله مکان - زمان در حرکت با سرعت ثابت

مکان اولیه متحرک (m)

$$x = vt + x_0$$

سرعت متحرک (m/s)

۵ معادله سرعت - زمان در حرکت با شتاب ثابت

مدت زمان حرکت (s)

$$v = at + v_0 \rightarrow (m/s) \text{ سرعت اولیه متحرک}$$

شتاب متحرک (m/s²)

۶ معادله سرعت متوسط در حرکت با شتاب ثابت

سرعت نهایی متحرک (m/s)

$$v_{av} = \frac{v + v_0 \rightarrow (m/s) \text{ سرعت اولیه متحرک}}{2}$$