

فیزیک کنکور

امتحان نهایی دوازدهم

تنظیم : مهندس صادق طاهری

۰۹۱۷۴۴۵۷۱۴۴

فیزیک دوازدهم

۱	حرکت بر خط راست	فصل ۱
۴۹	دینامیک	فصل ۲
۹۶	نوسان و امواج	فصل ۳
۱۷۰	برهم کنش های موج	فصل ۴
۲۲۶	آشنایی با فیزیک اتمی	فصل ۵
۲۶۳	آشنایی با فیزیک هسته ای	فصل ۶

معرفی درس

بررسی حرکت اجسام، همواره مورد توجه بشر بوده است. در فیزیک نیز، شناخت و توصیف حرکت اجسام، یکی از مباحث مهمی است که در هر کتاب درسی به آن پرداخته می شود و زمینه ساز درک بهتر مباحث دیگر فیزیک است. در امتحان نیمسال اول بارم این فصل برای رشته ریاضی ۷/۲۵ و برای امتحان نهایی خرداد و شهریور و دی ماه ۳/۷۵ نمره می باشد

در امتحان نیمسال اول بارم این فصل برای رشته تجربی ۸ و برای امتحان نهایی خرداد و شهریور و دی ماه ۴ نمره می باشد

درسنامه ۱

حرکت و سکون یک امر نسبی هستند یعنی نسبت به دستگاه خاصی سنجیده می شوند هرگاه فاصله جسمی با گذشت زمان نسبت به یک مبدأ تغییر کند جسم نسبت به آن مبدأ دارای حرکت می باشد.

مبدأ حرکت : ۱- مبدأ مکان ۲- مبدأ زمان

۱- مبدأ مکان : نقطه ای اختیاری بر روی محور مکان است $x = 0$

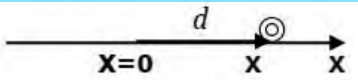
۲- مبدأ زمان : لحظه شروع حرکت (t_0) یا لحظه ای که از آن پس حرکت را بررسی می کنیم.

مکان اولیه: موضع یا مکان متحرک را در لحظه ی $t_0 = 0$ مکان اولیه x_0 می نامند.

اگر متحرک در مبدا زمان در مبدا مکان باشد مکان اولیه ی آن صفر است $x_0 = 0$

مسیر حرکت: مکان هندسی نقاطی است که جسم ضمن حرکت از آن نقاط عبور می کند.

حرکت بر روی خط راست: در این حرکت راستای بردار جابه جایی و بردار های مکان منطبق بر مسیر حرکت است. بزرگی بردار مکان در هر لحظه، فاصله ی متحرک را از مبدأ مکان نشان می دهد مطابق شکل زیر مسیر حرکت جسمی بر روی محور x نمایش داده شده است مکان جسم در این شکل با بردار d مشخص شده است.



$$d = x\vec{i} \quad \text{و} \quad \text{بزرگی بردار مکان} \quad d = \Delta x = x - x_0$$

بردار جابه جایی: بردار جابه جایی بین دو لحظه t_1 و t_2 برداری است که ابتدای آن مکان متحرک در لحظه t_1 و انتهای آن مکان در لحظه t_2 می باشد.

نکته: بردار جابه جایی به مبدأ مکان و به شکل مسیر حرکت بستگی ندارد یعنی با تغییر مبدأ، تغییر نمی کند لذا نسبی نیست. (به بردار جابه جایی بردار تغییر مکان نیز می گویند).

مکان متحرک: در حرکت روی خط راست مکان متحرک عددی جبری است مانند y یا x که جای متحرک را نسبت به مبدا مشخص می کند.

تفاوت مسافت طی شده با جابه جایی: مسافت (L) راهی است که متحرک می پیماید و کمیتی نرده ای است. (مقدار دارد جهت ندارد)، ولی جابه جایی (d) فاصله مستقیم بین مبدأ و مقصد است و کمیتی برداری است.

نکته: هر گاه متحرکی یک مسیری را برود و دوباره به مکان اولیه اش باز گردد؛ جابجایی آن صفر خواهد شد.

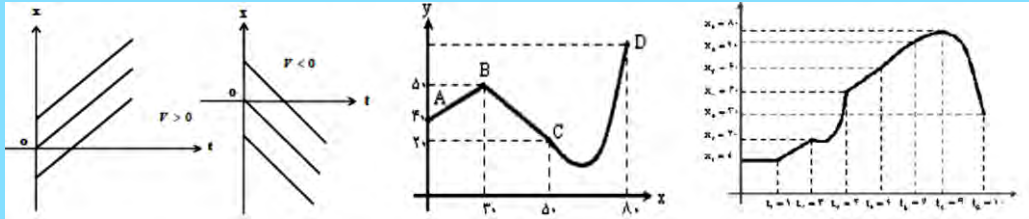
نکته: در حرکت روی خط راست هرگاه متحرک در یک جهت حرکت کند و بازگشتی وجود نداشته باشد، مسافت پیموده شده با اندازه ی جابه جایی برابر است.

بازه ی زمانی: به فاصله زمانی بین دو لحظه از یک رویداد گفته می شود و با Δt نشان داده می شود

نمودار مکان زمان: منحنی تغییرات نمودار مکان زمان خوانده می شود غالباً محور افقی زمان و محور قائم مکان جسم را نشان می دهد. به کمک این نمودار می توان:

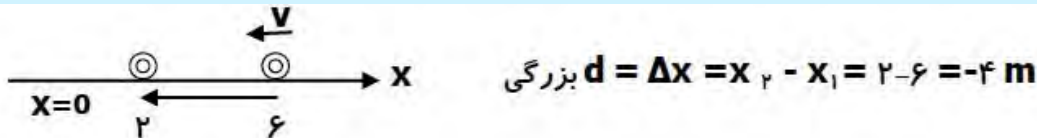
- ۱- مکان متحرک در هر لحظه ۲- مسافت ۳- جا به جایی ۴- مدت زمان حرکت ۵- تندی متوسط و
- سرعت متوسط در هر بازه ی زمانی ۶- تندی لحظه ای ۷- جهت حرکت روی محور ۸- علامت شتاب را مشخص کرد.

در شکل های زیر چند نمونه از این نمودارها نشان داده شده است

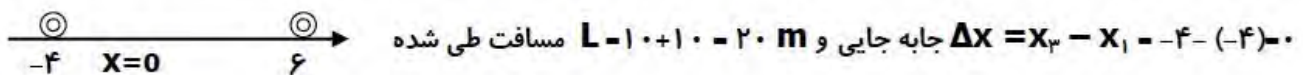


مثال ۱: در شکل زیر مسیر حرکت متحرکی بر روی خط راست نشان داده شده است

مطلوبست: الف- رسم بردار جابه جایی ب- محاسبه بزرگی جابه جایی



مثال ۲: متحرکی از مکان $x = -4 \text{ m}$ به مکان $x = +6 \text{ m}$ جابه جا می شود و سپس به مکان $x = -4 \text{ m}$ برمی گردد. مسافت طی شده و جابه جایی این متحرک به ترتیب چند متر است؟



درسنامه ۲

تندی متوسط و سرعت متوسط: نسبت مسافت طی شده توسط متحرک به مدت زمان را تندی متوسط می گویند. و نسبت جابجایی متحرک به زمان طی شده را سرعت متوسط می گویند.

$$S_{av} = \frac{L}{\Delta t}$$

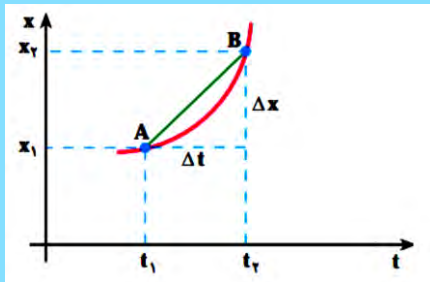
$$V_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

نکته: سرعت متوسط کمیتی برداری است در حالیکه تندی متوسط کمیتی نرده ای می باشد.
یکای سرعت در SI متر بر ثانیه (m/s) است ولی یکاهای cm/s و km/h نیز برای سرعت به کار برده می شود.

نکته: برای تبدیل واحد سرعت از متر بر ثانیه به کیلومتر بر ساعت یا بالعکس به این صورت عمل می کنیم:

$$\frac{\text{Km}}{\text{h}} \div 3.6 \rightarrow \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\frac{\text{m}}{\text{s}} \times 3.6 \rightarrow \frac{\text{Km}}{\text{h}}$$

تعیین سرعت متوسط به کمک نمودار مکان زمان:

سرعت متوسط بین دو نقطه از نمودار مکان زمان برابر شیب خطی است که آن دو نقطه را به یکدیگر وصل می کند.

$$AB = \frac{\Delta x}{\Delta t} = V_{av} \text{ شیب پاره خط}$$

تندی لحظه ای و سرعت لحظه ای: (لحظه، یعنی یک زمان بسیار کوچک)

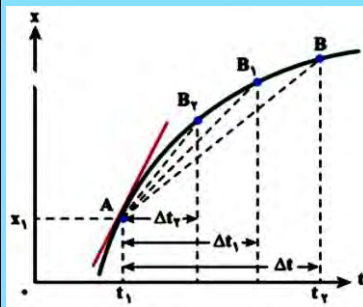
۱- تندی متحرک در هر لحظه از زمان را تندی لحظه ای می گویند.

۲- تندی که تندی سنج اتومبیل نشان می دهد تندی لحظه ای اتومبیل می باشد.

۳- سرعت لحظه ای برداری است که مماس بر مسیر حرکت و در جهت حرکت می باشد.

نکته: اگر سرعت لحظه ای مثبت باشد متحرک در جهت محور مکان و اگر منفی باشد متحرک در خلاف جهت محور مکان حرکت می کند

نکته: هرگاه علامت سرعت عوض شود متحرک تغییر جهت می دهد و شرط اینکه متحرکی نسبت به مسیر اولیه خود تغییر جهت دهد (برگردد یا ساکن شود) آن است که سرعتش صفر شود.

تعیین سرعت لحظه ای به کمک نمودار مکان زمان:

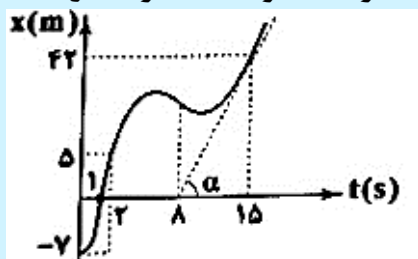
در نمودار مکان زمان شکل مقابل اگر Δt فوق العاده کوچک شود نقطه B خیلی به A نزدیک می شود و در نهایت خط AB در نقطه A بر نمودار مماس می شود.

سرعت در هر لحظه برابر شیب خط مماس بر نمودار مکان- زمان در آن لحظه است
توجه: هرگاه مماس بر نمودار مکان- زمان موازی و یا منطبق بر محور زمان باشد سرعت در آن لحظه، برابر صفر است که مربوط به ماکزیمم یا مینیمم منحنی است.

مثال ۳: نمودار مکان - زمان یک متحرک روی خط راست، مطابق شکل زیر است. اگر سرعت متوسط متحرک

در بازه زمانی ۲ تا ۸ ثانیه برابر تندی لحظه ای آن در لحظه $t = 15s$ باشد، سرعت متوسط متحرک در ۸

ثانیه اول حرکت چند متر بر ثانیه است؟



$$V_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x-5}{8-2} \text{ سرعت متوسط از ۲ تا ۸ ثانیه} \quad V = \frac{42-0}{15-8} \text{ سرعت لحظه ای در لحظه ۱۵ ثانیه}$$

$$\frac{x-5}{6} = \frac{42}{7} \rightarrow x = 41m \quad \rightarrow V_{av} = \frac{41 - (-7)}{8 - 0} = 6m/s$$

درسنامه ۳

حرکت یکنواخت روی خط راست: هرگاه سرعت لحظه ای متحرکی که بر روی خط راست حرکت می کند در تمام لحظه ها یکسان باشد، حرکت آن یکنواخت نامیده می شود. در حرکت یکنواخت متحرک در زمان های مساوی مسافت های مساوی را طی می کند به عبارت دیگر، حرکت یکنواخت به حرکتی گویند که در طول مسیر، بردار سرعت ثابت بماند یعنی علاوه بر ثابت ماندن مقدار سرعت باید جهت سرعت نیز ثابت بماند

نکات مهم حرکت یکنواخت:

- ۱- در این نوع حرکت سرعت متوسط با سرعت لحظه ای برابر است. $V_{av} = V$
- ۲- شیب نمودار مکان زمان چنین حرکتی که همان سرعت است همواره ثابت است و این تابع نسبت به زمان، از درجه ی اول است: $x = f(t)$
- در این نوع حرکت مکان متحرک تابعی از زمان حرکت آن است یعنی نمودار (مکان - زمان) آن یک خط راست است.

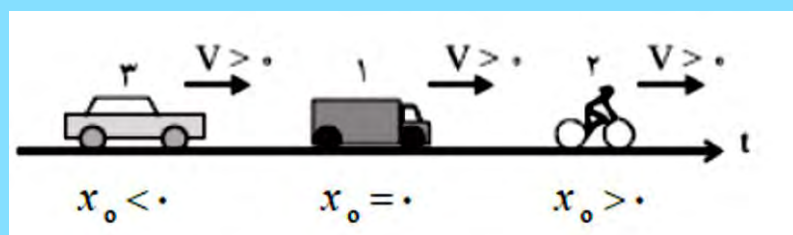
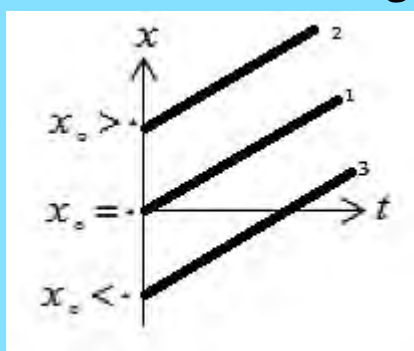
رابطه ی مکان زمان یا معادله حرکت یکنواخت: معادله حرکت یک رابطه ریاضی بین مکان (x) و زمانی که متحرک به این مکان رسیده است یعنی (t) می باشد بوسیله این معادله می توان مکان متحرک را در هر لحظه تعیین کرد یعنی اگر فاصله متحرک تا مبدأ در لحظه $t_0 = 0$ برابر x_0 و در لحظه t برابر x باشد و چون $V_{av} = V$ ، بنابراین:

$$V = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} \Rightarrow V = \frac{x - x_0}{t - t_0} \Rightarrow x = Vt + x_0$$

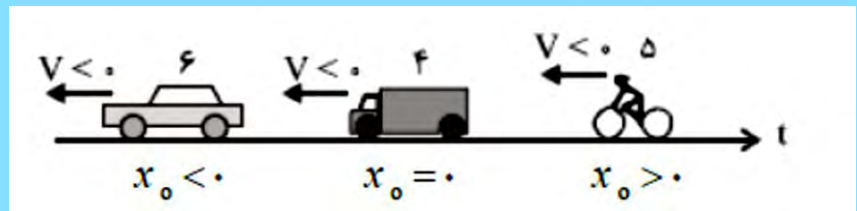
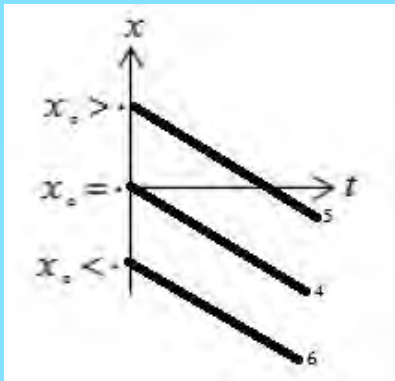
معادله حرکت یکنواخت

نمودار مکان- زمان: معادله حرکت یکنواخت یک معادله درجه یک هست بنابراین نمودار مکان زمان بصورت خط راست شیب دار خواهد بود که شیب آن برابر سرعت لحظه ای یا متوسط می باشد.

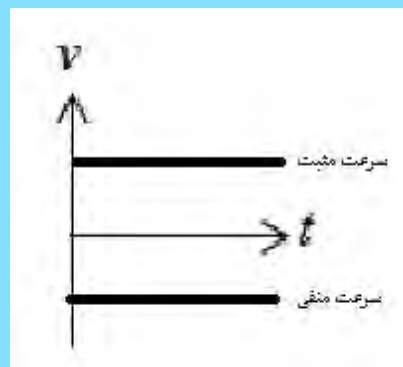
اگر متحرک در جهت مثبت حرکت کند $V > 0$:



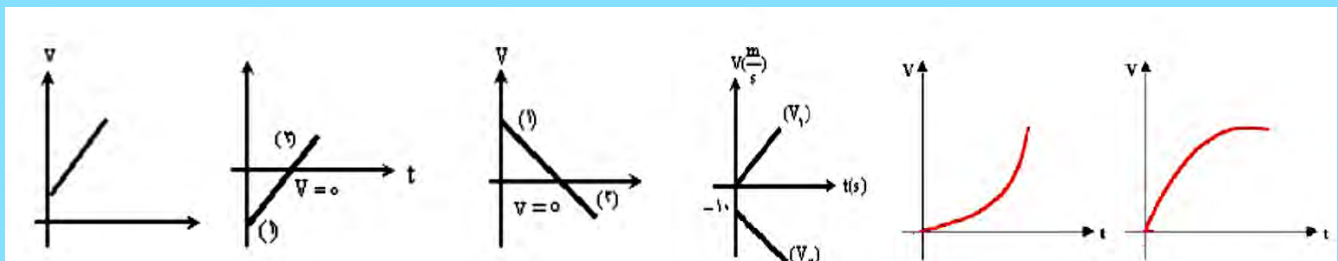
اگر متحرک در جهت منفی حرکت کند $V < 0$:



نمودار سرعت - زمان: با داشتن سرعت در زمانهای مختلف می توانیم این نمودار را رسم کنیم. محور افقی را زمان و محور قائم را سرعت اختیار می کنیم. اگر متحرک با سرعت ثابت روی خط راست حرکت کند نمودار سرعت زمان آن مطابق شکل مقابل خواهد بود.



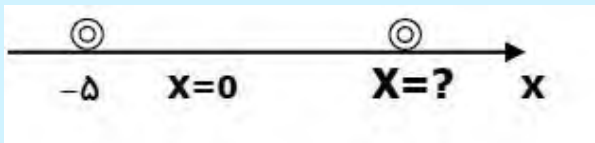
اگر سرعت متحرک ثابت نباشد نمودار سرعت زمان آن ممکن است مطابق شکل های زیر باشد.



نکته: سطح محصور بین نمودار سرعت - زمان و محور زمان در بازه ی زمانی Δt برابر با جابه جایی متحرک Δx است. اگر این مساحت در بالای محور زمان باشد جایی مثبت و اگر در زیر محور زمان باشد جابه جایی منفی است.

نکته: برای محاسبه مسافت پیموده شده از روی نمودار مکان زمان، سطح زیر نمودار در بالا و پایین را مثبت گرفته و با هم جمع می زنیم.

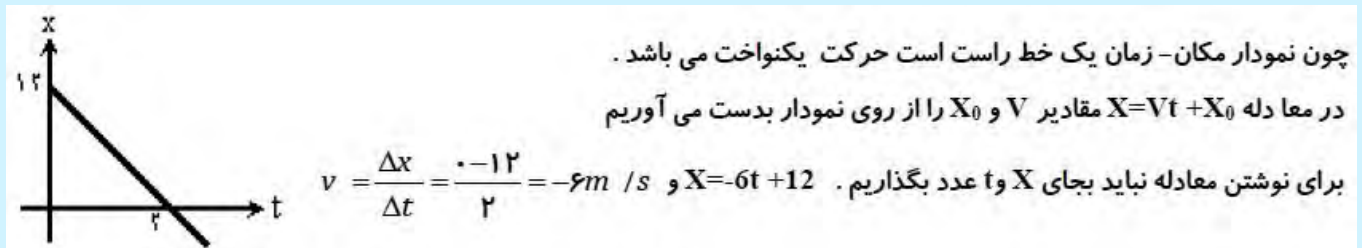
مثال ۴: متحرکی بر روی مسیر مستقیم در مبدأ زمان از نقطه $(-5m)$ مطابق شکل در حال حرکت می باشد اگر سرعت آن ثابت و برابر $15m/s$ باشد مکان آن را در زمان $t = 20s$ تعیین کنید.



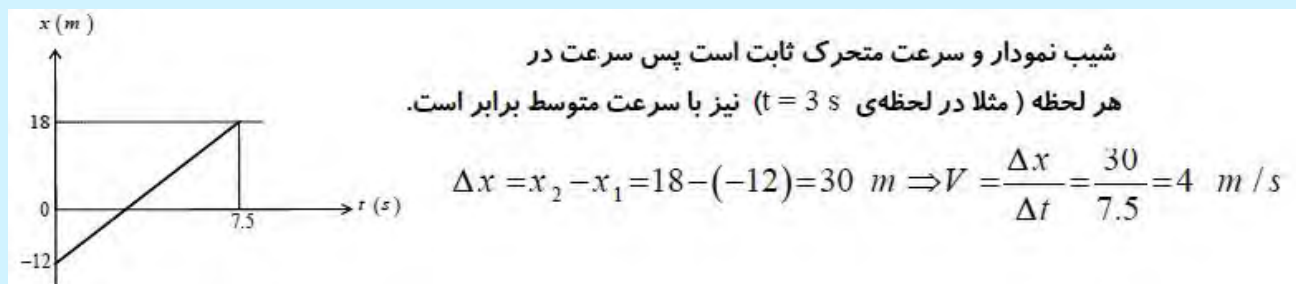
$$x = vt + x_0 \Rightarrow x = 15t + (-5) \Rightarrow x = 15t - 5$$

$$x = 15 \times 20 - 5 = 295m$$

مثال ۵: با توجه به نمودار مکان زمان شکل مقابل معادله حرکت آن را بنویسید؟



مثال ۶: با توجه به نمودار مقابل تغییر مکان متحرک در بازه زمانی صفر تا $7.5s$ و سرعت آن را در لحظه $t = 3s$ بدست آورید.



درسنامه ۴

حرکت شتابدار:

در مواردی که سرعت متحرک تغییر می کند می گوییم حرکت شتابدار یا غیر یکنواخت است. یعنی میزان جابجایی در زمان های مساوی با هم برابر نیست.

سوال: ما چه وقت احساس شتاب می کنیم؟

۱- زمانی که روی پدال گاز فشار می دهیم. ۲- وقتی که ترمز می کنیم ۳- وقتی که حول یک میدان در حال دورزدن هستیم و...

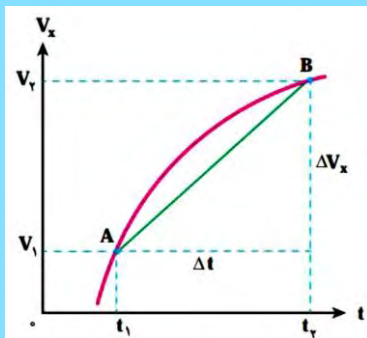
در حرکت شتابدار جهت و یا اندازه سرعت و یا هر دو می تواند تغییر کند مثلا در حرکت بر روی مسیر خمیده جهت سرعت الزاما تغییر می کند یعنی در حرکت بر روی مسیر منحنی، حتی اگر بزرگی سرعت هم تغییر نکند حرکت شتابدار است.

بنابراین عوامل ایجاد کننده شتاب: ۱- تغییر در سرعت متحرک ۲- تغییر در جهت حرکت می باشد.

تعریف شتاب متوسط : شتاب متوسط برابر تغییر سرعت در واحد زمان است و با a_{av} نشان می دهند و یکای آن m/s^2 است.

نکات مهم شتاب متوسط :

- ۱- شتاب یک کمیت برداری است . یعنی هم مقدار و هم جهت دارد.
- ۲- شتاب یعنی در هر ثانیه یک مقدار ثابت بر سرعت اضافه یا کم می شود.
- ۳- در مواردی که بزرگی سرعت متحرک یا جهت بردار سرعت تغییر کند حرکت شتابدار است.
- ۴- در صورتی که متحرک ساکن یا با سرعت ثابت در مسیر مستقیم حرکت کند شتاب آن صفر است.
- ۵- در صورتی که سرعت متحرک مرتباً کاهش یابد یعنی ترمز کند شتاب آن منفی است.
- ۶- در فرمول شتاب همیشه سرعت نهایی از سرعت اولیه کم می شود پس اگر $V_2 - V_1$ مثبت باشد شتاب مثبت و اگر منفی باشد شتاب منفی است



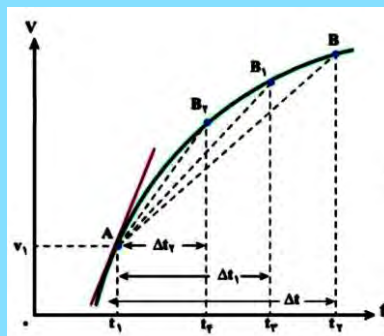
تعیین شتاب متوسط به کمک نمودار سرعت زمان:

شتاب متوسط بین دو لحظه برابر شیب خطی است که نمودار سرعت زمان را در آن دو لحظه قطع می کند.

$$\text{شیب} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = a_{av} = \text{تانژانت زاویه}$$

شتاب لحظه ای:

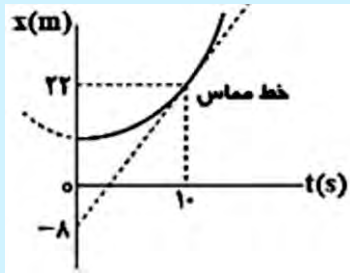
- ۱- شتابی که متحرک در هر لحظه دارد شتاب لحظه ای گویند.
- ۲- شیب خط مماس بر نمودار سرعت زمان در هر لحظه برابر شتاب لحظه ای است و هر قدر این شیب بیشتر باشد شتاب نیز بیشتر است.



حرکت تند شونده و کند شونده : در حرکت شتاب دار با شتاب ثابت روی خط راست هرگاه بردار شتاب هم جهت با بردار سرعت باشد حرکت تند شونده است $av > 0$ در این نوع حرکت قدر مطلق سرعت متحرک رو به افزایش می باشد و هرگاه بردار شتاب در خلاف جهت بردار سرعت باشد حرکت کند شونده و قدر مطلق سرعت به تدریج کاهش می یابد $av < 0$

نکته: اگر a و v هم علامت باشند حرکت تند شونده در غیر این صورت حرکت کند شونده است.

مثال ۷: نمودار مکان - زمان متحرکی که بر خط راست حرکت می کند، مطابق شکل است. شتاب متوسط متحرک در ۱۰ ثانیه اول حرکت چند متر بر s^2 است؟



$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \text{ شتاب متوسط در } 10 \text{ ثانیه اول}$$

$V = 0$ سرعت لحظه ای در لحظه صفر ثانیه (شیب خط مماس در لحظه صفر ثانیه)

$V = \frac{22 - (-8)}{10 - 0} = 3 \text{ m/s}$ سرعت لحظه ای در لحظه ۱۰ ثانیه (شیب خط مماس در لحظه ۱۰ ثانیه)

$$\rightarrow a_{av} = \frac{3 - 0}{10 - 0} = 0.3 \text{ m/s}^2$$

درسنامه ۵

حرکت شتاب دار با شتاب ثابت روی خط راست: هرگاه متحرکی روی خط راست حرکت کند و تغییر سرعت آن در هرفاصله زمانی مساوی، یکسان باشد شتاب متحرک ثابت است در این نوع حرکت (یعنی حرکت با شتاب ثابت) شتاب متوسط بین هر دو لحظه دلخواه با شتاب متحرک در هر لحظه برابر است.

$$a_{av} = a$$

معادلات حرکت با شتاب ثابت:

$$1- \text{ شتاب متوسط و لحظه ای: } \bar{a} = a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

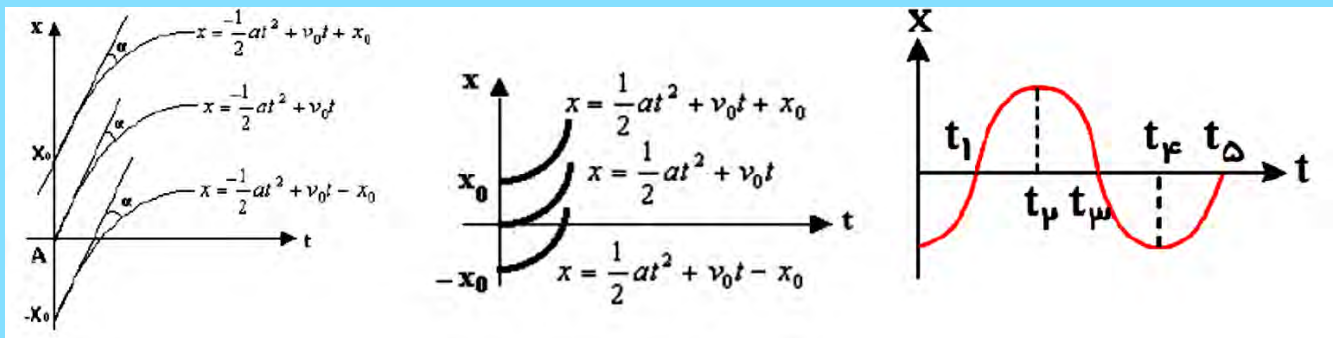
$$2- \text{ سرعت متوسط: } \bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (1) \quad \bar{v} = \frac{v_1 + v_2}{2} \quad (2) \quad \bar{v} = \frac{1}{2}at + v_0 \quad (3)$$

$$3- \text{ معادله سرعت - زمان: } v = at + v_0 \quad 4- \text{ معادله مکان - زمان (معادله حرکت): } x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$$

$$5- \text{ معادله مستقل از زمان: } v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x \quad 6- \text{ معادله مستقل از شتاب: } \Delta x = \frac{v + v_0}{2} \Delta t$$

نمودار مکان زمان در حرکت با شتاب ثابت روی خط راست:

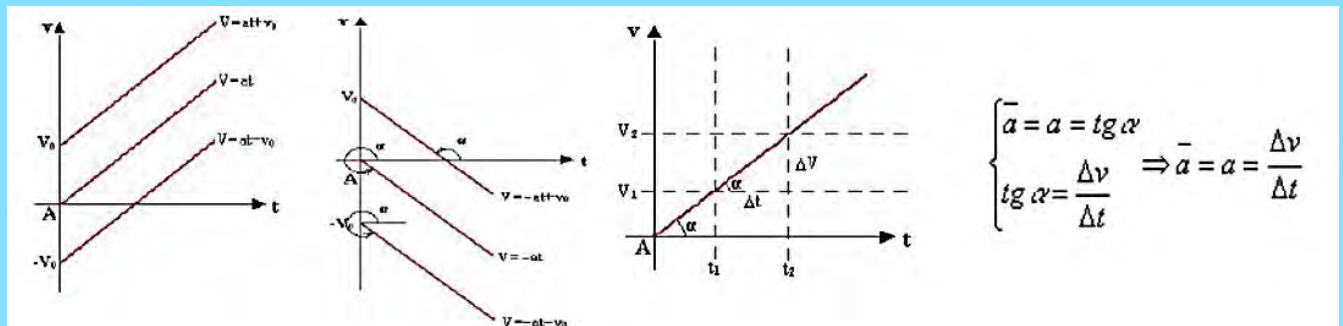
چون معادله حرکت شتابدار ثابت از درجه ۲ است لذا نمودار مکان زمان آن یک سهمی است اگر دهانه نمودار به سمت بالا باشد شتاب مثبت و اگر به سمت پایین باشد شتاب منفی - است. در شکل های زیر چند نمونه از این نمودارها نشان داده شده است.



نمودار سرعت - زمان در حرکت با شتاب ثابت روی خط راست:

چون معادله سرعت نسبت به زمان از درجه یک ($V = at + V_0$) است بنابراین سرعت متحرک به طور خطی با زمان تغییر می کند.

یعنی نمودار سرعت-زمان این نوع حرکت به صورت یک خط راست است که شیب آن برابر شتاب ثابت حرکت است



نکته: سطح زیر نمودار سرعت - زمان در حرکت شتابدار ثابت نیز اندازه جابجایی را نشان می دهد.

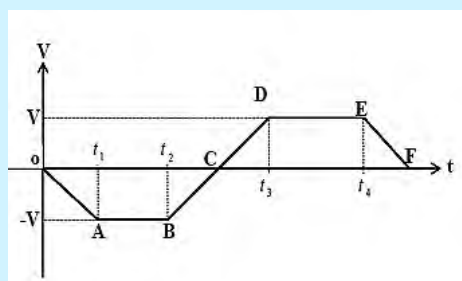
نمودار شتاب - زمان:

۱- هر نقطه از نمودار، شتاب متحرک را در یک لحظه ی دلخواه نشان می دهد.

۲- مساحت سطح محصور بین نمودار تا محور منفی است Δv . مثبت و اگر زیر محور باشد Δv زمان برابر تغییر سرعت متحرک است که اگر بالای محور زمان باشد

مثال ۸: نمودار سرعت-زمان متحرکی که از مبدا مکان بر روی یک خط راست به حرکت در آمده مانند شکل

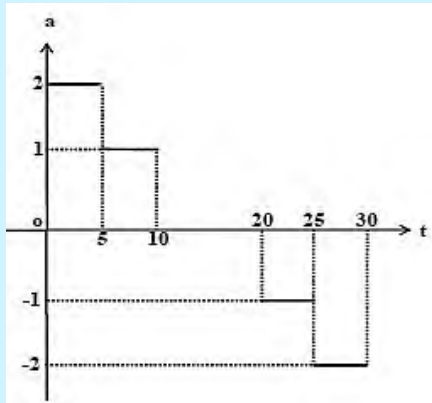
زیر است. نوع حرکت را در هر مرحله مشخص کنید.



$(0, t_1)$ $V < 0$, $a < 0$ $\Rightarrow$	حرکت تند شونده است
(t_1, t_2) $V < 0$, $a = 0$ $\Rightarrow$	حرکت یکنواخت
(t_2, t_3) $V < 0$, $a > 0$ $\Rightarrow$	حرکت کند شونده است
(t_3, t_4) $V > 0$, $a > 0$ $\Rightarrow$	حرکت تند شونده است
(t_4, t_5) $V > 0$, $a = 0$ $\Rightarrow$	حرکت یکنواخت روی خط راست
(t_5, t_6) $V > 0$, $a < 0$ $\Rightarrow$	حرکت کند شونده است

مثال ۹: نمودار شتاب- زمان متحرکی که از حال سکون روی مسیر مستقیمی شروع به حرکت کرده است، مانند شکل زیر است.

الف) نمودار سرعت- زمان آن را رسم کنید؟ ب) جابجایی متحرک را پس از ۳۰ ثانیه به دست آورید؟



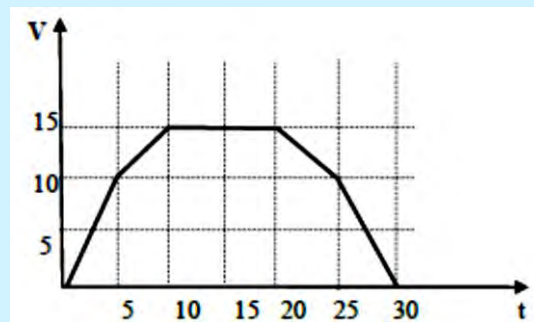
$$V_1 = 2 \times 5 = 10 \text{ m/s}$$

$$V_2 - V_1 = 5 \text{ m/s} \Rightarrow V_2 = 15 \text{ m/s}$$

$$V_3 - V_2 = 0 \Rightarrow V_3 = 15 \text{ m/s}$$

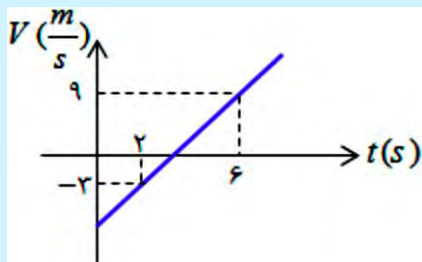
$$V_4 - V_3 = -5 \text{ m/s} \Rightarrow V_4 = 10 \text{ m/s}$$

$$V_5 - V_4 = -10 \text{ m/s} \Rightarrow V_5 = 0 \text{ m/s}$$



جابجایی برابر است با مساحت زیر نمودار سرعت- زمان است $\Delta x = 325\text{m}$

مثال ۱۰: نمودار سرعت- زمان متحرکی که روی خط راست حرکت می کند به صورت زیر است. معادله سرعت- زمان آن را نوشته و سرعت متوسط متحرک بین دو لحظه $t = 2\text{s}$ تا $t = 10\text{s}$ را به دست آورید؟



$$a_{av} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{9 - (-3)}{6 - 2} = 3 \text{ m/s}^2 \quad \text{(الف)}$$

$$V = at + V_0 \rightarrow 9 = 3 \times 6 + V_0 \rightarrow V_0 = -9 \text{ m/s} \rightarrow V = 3t - 9$$

$$V = 3 \times 10 - 9 = 21 \text{ m/s} \quad \text{(ب)}$$

$$V^2 - V_0^2 = 2a\Delta x \rightarrow 21^2 - (-3)^2 = 2 \times 3 \times \Delta x \rightarrow \Delta x = 72 \text{ m}$$

$$V_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{72}{10 - 2} = 9 \text{ m/s}$$

درسنامه ۶ (ویژه رشته ریاضی)

سقوط آزاد:

سقوط آزاد به حالتی گفته می شود که جسم از ارتفاعی معین از سطح زمین رها شود. در این حالت تنها نیرویی که به جسم وارد میشود نیروی وزن آن است بنابراین جسم، شتابی معادل g به خود می گیرد. پس حرکت سقوط آزاد نوعی حرکت شتابدار با شتاب ثابت است. در مسایل معمولاً مقدار g را برابر 9.8 m/s^2 یا 10 می گیرند.

در بحث سقوط آزاد معمولاً دو موضوع دیگر نیز مطرح میشوند. یکی پرتاب رو به بالا و دیگری پرتاب رو به پایین که هر دو سرعت اولیه دارند ولی باز هم حرکت با شتاب ثابت g انجام میشود. برای حل مسایل مربوط به این قسمت از همان معادلات حرکت با شتاب ثابت استفاده میشود با این تفاوت که به جای شتاب a از g استفاده میکنیم و مکان را معمولاً با y نشان میدهیم.

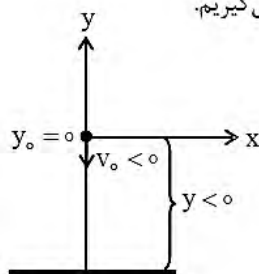
استراتژی حل مساله:

۱- یک محور قائم رسم می کنیم (محور y ها) و نقطه‌ی پرتاب را مبدأ مختصات در نظر می گیریم با این کار $y_0 = 0$ (مکان اولیه) است.

۲- جهت محور y رو به بالا را مثبت می گیریم، بنابراین مقدار g همواره منفی است.

۳- سرعت به طرف بالا مثبت و سرعت به طرف پایین را منفی در نظر می گیریم.

۴- جابه جایی بالای نقطه‌ی پرتاب (مبدأ) را مثبت و جابه جایی پایین نقطه‌ی پرتاب (مبدأ) را منفی در نظر می گیریم.



پرتاب در راستای قائم به طرف پایین

فرمول های سقوط آزاد:

$$\Delta y = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 t$$

معادله‌ی مکان- زمان

$$v = -gt + v_0$$

معادله‌ی سرعت- زمان

$$v^2 - v_0^2 = -2g\Delta y$$

رابطه مستقل از زمان

$$\Delta y = \frac{v + v_0}{2} t$$

رابطه‌ی مستقل از شتاب

نکته: در سقوط آزاد در هر ثانیه ۱۰ متر بر ثانیه به سرعتش اضافه میشود.

نکته: سرعت اولیه در سقوط آزاد صفر است.

مثال ۱۱: سکه ای که از دهانه چاهی رها شده است بعد از $1/5$ s به عمق چاه برخورد می کند.

(الف) عمق چاه چقدر است؟

(ب) سکه با چه سرعتی به آب می رسد؟

(ج) سرعت در عمق ۵ متری از سطح آب چقدر است؟

(د) سرعت آن پس از ۱ ثانیه چقدر است؟

(الف)

$$y = -\frac{1}{2}gt^2 = -\frac{1}{2} \times 10 \times (1/5)^2 = -11/25 \text{ m}$$

(ب)

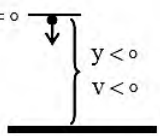
$$v = -gt = -10 \times 1/5 = -15 \text{ m/s}$$

(ج)

$$v^2 = -2g\Delta y \Rightarrow v = \sqrt{-2 \times 10 \times -6/25} \Rightarrow v = \sqrt{12/5} \text{ m/s}$$

(د)

$$v = -gt \Rightarrow v = -10 \times 1 = -10 \text{ m/s}$$



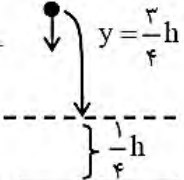
علامت منفی نشان می دهد جهت سرعت رو به پایین است.

(ج) زمانی سکه در ارتفاع ۵ متری از سطح آب قرار می گیرد که $6/25$ متر جابه جا شده باشد.

علامت منفی در ارتفاع بدست آمده به معنای آن است که جسم زیر مبدا یعنی نقطه پرتاب قرار دارد.

مثال ۱۲: جسمی را از ارتفاع h رها می کنیم. سرعت آن در ارتفاع $\frac{1}{4}h$ از سطح زمین چقدر است؟

وقتی جسم به ارتفاع $\frac{1}{4}h$ می رسد، از نقطه ای سقوط به اندازه ای $h - \frac{1}{4}h = \frac{3}{4}h$ سقوط می کند. پس y یا Δy برابر $\frac{3}{4}h$ می شود.



$$v^2 - v_0^2 = -2g\Delta y \Rightarrow v = -\sqrt{-2 \times g \times -\frac{3}{4}h} \Rightarrow v = -\sqrt{\frac{3}{2}gh}$$

علامت منفی جهت حرکت به سمت پایین را نشان می دهد.

مثال ۱۳: در شرایط خلا گلوله ای از ارتفاع h رها می شود. اگر در آخرین ثانیه سقوط مسافت $25m$ را طی

کند، ارتفاع h چقدر است؟

برای ۲۵ متر آخر داریم

$$\Delta y = \frac{1}{2}gt^2 + v_1t \quad -25 = -5 \times 1^2 + v_1 \times 1 \quad v_1 = -20 \text{ m/s}$$

و برای قسمت اول داریم

$$v_1^2 - v_0^2 = 2g\Delta y \quad (-20)^2 - 0 = 2(-10)\Delta y \quad \Delta y = -20m$$

یعنی ۲۰ متر در قسمت اول پایین آمده و ۲۵ متر در ثانیه آخر پس $h = 20 + 25 = 45m$

سوالات

(۱) در جمله های زیر ، عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کرده و در پاسخ برگ بنویسید :

الف) تندی متوسط ، یک کمیت (نرده ای - برداری) و یکای آن متر بر ثانیه است .

ب) برداری که مبدأ محور را در هر لحظه به مکان جسم وصل می کند ، بردار (جابه جایی - مکان) نام دارد .

پ) در حرکت با سرعت ثابت ، شیب نمودار مکان - زمان متحرک همواره ثابت (است - نیست) .

ت) شتاب متوسط ، هم جهت با بردار (سرعت - تغییر سرعت) است .

(ریاضی خرداد ۱۴۰۱)

(۲) در جمله های زیر ، عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کرده و در پاسخ برگ بنویسید:

الف) شیب خطی که نمودار سرعت - زمان را در دو لحظه قطع می کند، برابر (سرعت - شتاب) متوسط بین آن دو لحظه است.

ب) اگر در حرکت بر خط راست بین دو لحظه t_1 و t_2 جهت سرعت یکبار تغییر کند ، در این صورت در همان بازه زمانی اندازه سرعت متوسط از تندی متوسط (کمتر ، بیشتر) است.

پ) در حرکت بر روی خط راست، اگر شتاب و سرعت هم جهت باشند، حرکت (تندشونده - کندشونده) است.

ت) سقوط آزاد اجسام در نزدیکی سطح زمین، یکی از نمونه های حرکت با شتاب (ثابت - متغیر) است.

(ریاضی شهریور ۱۴۰۱)

(۳) در جمله های زیر ، عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کرده و به پاسخ برگ انتقال دهید:

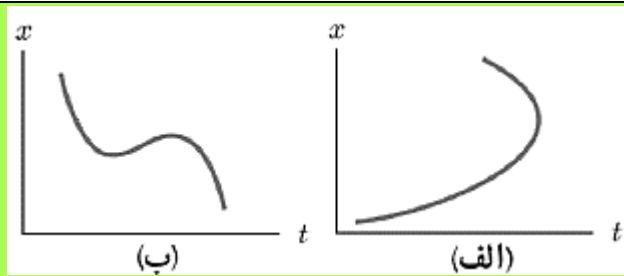
الف) مطابق شکل زیر ، شخصی در راستای خط راست از مکان ۱ به مکان ۲ رفته و سپس در همان مسیر به مکان ۳ برمی گردد.

اندازه بردار جابه جایی (بیشتر از ، کمتر از - برابر با) مسافت پیموده شده است.



ب) جمله "جسمی روی سطح شی بدار بدون اصطکاک، در حال لغزیدن است"، مثالی از حرکت با (سرعت - شتاب) ثابت است.

پ) با توجه به شکل مقابل، نمودار (الف - ب) می تواند نشان دهنده نمودار مکان - زمان یک متحرک باشد.



(ریاضی دی ۱۴۰۱)

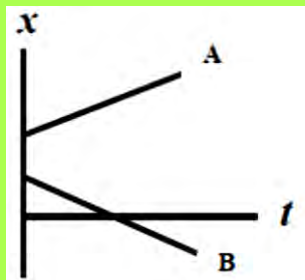
۴) با توجه به واژه های داده شده، گزاره های زیر را کامل کنید. (یک واژه اضافه است)
 نرده ای - جابه جایی - شتاب

الف) مسافت، کمیتی است.

ب) مساحت سطح بین نمودار سرعت - زمان و محور زمان در هر بازه زمانی، برابر با اندازه در آن بازه است.

(تجربی خرداد ۱۴۰۱)

۵) نمودار مکان - زمان دو متحرک A و B که با سرعت ثابت در راستای محور x



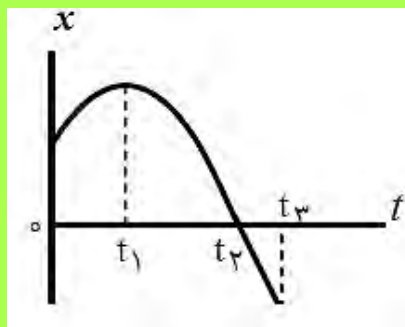
حرکت می کنند به صورت شکل روبه رو است .

الف) جهت حرکت هر متحرک را مشخص کنید.

ب) آیا ممکن است این دو متحرک بهم برسند؟

(تجربی خرداد ۱۴۰۱)

۶) شکل زیر نمودار مکان - زمان جسمی را که روی محور x با شتاب ثابت حرکت میکند نشان میدهد.



الف) در کدام لحظه متحرک بیشترین فاصله را از مبدأ محور دارد؟

ب) جهت حرکت متحرک چند بار تغییر کرده است؟

پ) در بازه زمانی صفر تا t_1 حرکت تندشونده است یا کندشونده؟

ت) در کدام بازه زمانی، متحرک به مبدأ محور نزدیک می شود؟

ث) شتاب متحرک در جهت محور x است یا خلاف جهت محور x ؟

(تجربی خرداد ۱۴۰۱)

۷) درستی یا نادرستی جمله های زیر را با علامتهای (د) یا (ن) در پاسخ برگ مشخص کنید:

الف) نمودار مکان - زمان در حرکت با شتاب ثابت به صورت خط راست است.

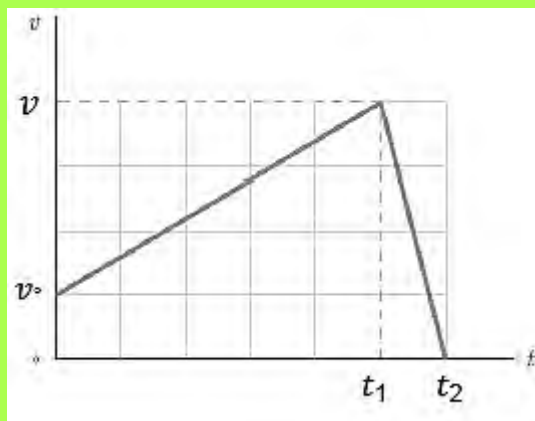
ب) در لحظه ای که متحرک از مبدأ مکان عبور میکند، جهت بردار مکان تغییر میکند.

پ) مسافت طی شده توسط متحرک، کمیتی نرده ای است.

ت) در حرکت بر روی خط راست، اگر شتاب حرکت ثابت بماند، اندازه سرعت نیز ثابت می ماند.

(تجربی شهریور ۱۴۰۱)

۸) با توجه به نمودار سرعت - زمان داده شده که مربوط به متحرکی است که بر محور x حرکت میکند، در جمله های زیر عبارت درست را از درون پرانتز انتخاب کنید



و به پاسخ برگ منتقل کنید .

الف) در بازه زمانی صفر تا t_1 حرکت متحرک (تندشونده - کندشونده) است .

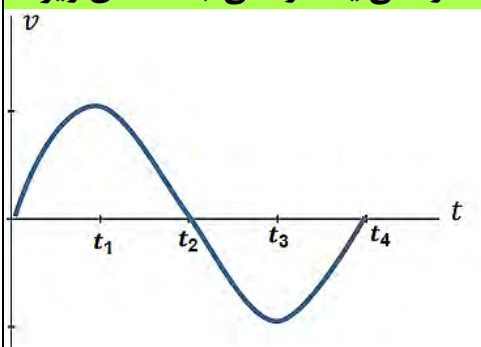
ب) در بازه t_1 تا t_2 متحرک در (خلاف جهت - جهت) محور x حرکت میکند.

پ) در بازه زمانی صفر تا t_2 اندازه سرعت متوسط متحرک با تندی متوسط متحرک برابر (است - نیست).

ت) اندازه شتاب حرکت در بازه زمانی صفر تا t_1 (بیشتر - کمتر) از شتاب حرکت در بازه زمانی t_1 تا t_2 است.

(تجربی شهریور ۱۴۰۱)

۹) نمودار سرعت - زمان متحرکی در شکل زیر نشان داده شده است. درستی یا نادرستی جمله های زیر



را با کلمات «درست» یا «نادرست» در پاسخ نامه مشخص کنید.

الف) در بازه زمانی t_2 تا t_3 بردار شتاب در جهت محور x است.

ب) در بازه زمانی t_1 تا t_2 حرکت کندشونده است.

پ) در لحظه t_2 شتاب صفر است.

(تجربی دی ۱۴۰۱)

۱۰) در هر یک از جمله های زیر، عبارت مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید و در پاسخ نامه بنویسید.

الف) در حرکت بر خط راست (با تغییر - بدون تغییر) جهت، اندازه بردار جابه جایی برابر مسافت پیموده شده است.

ب) در حرکت با (سرعت - شتاب) ثابت روی خط راست، تغییرات سرعت نسبت به زمان به صورت یک تابع خطی است.

پ) سرعت (لحظه ای - متوسط) در هر لحظه دلخواه، برابر شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان در آن لحظه است.

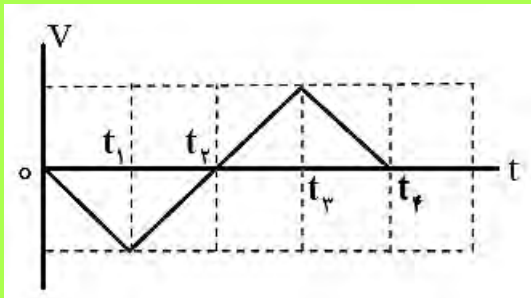
ت) در حرکت بر خط راست، بردار شتاب متوسط با بردار تغییر (مکان - سرعت) هم جهت است.

(ریاضی خرداد ۱۴۰۰)

۱۱) شکل زیر نمودار سرعت زمان متحرکی را نشان میدهد که در امتداد محور x حرکت میکند. با توجه به

آن درستی یا نادرستی هر یک از جمله های زیر را با واژه ((درست)) یا ((نادرست)) در پاسخ نامه مشخص کنید .

الف) در بازه زمانی متحرک t_1 تا t_2 ؛ در جهت محور x حرکت می کند.



(ب) در بازه زمانی 0 تا t_3 ؛ متحرک در لحظه t_2

تغییر جهت می دهد.

(پ) سرعت متوسط متحرک، در کل زمان حرکت، صفر

است.

(ت) در بازه زمانی t_2 تا t_3 ، بردار شتاب در خلاف جهت محور

x است.

(ث) در بازه زمانی t_3 تا t_4 حرکت متحرک کندشونده است.

(ریاضی خرداد ۱۴۰۰)

(۱۲) درستی یا نادرستی جمله های زیر را با علامت های (د) یا (ن) مشخص کنید .

(الف) سرعت متوسط ، یک کمیت برداری است که همواره با بردار تغییر مکان، هم جهت میباشد .

(ب) شیب خطی که نمودار سرعت - زمان را در دو لحظه به هم وصل می کند ، برابر شتاب لحظه ای است .

(پ) عقربه تندی سنج خودروها ، تندی لحظه ای خودرو را نشان می دهند .

(ت) شتاب در یک حرکت ، فقط به دلیل تغییر در اندازه بردار سرعت ایجاد می شود .

(ریاضی شهریور ۱۴۰۰)

(۱۳) در جمله های زیر ، عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کرده و در پاسخ برگ بنویسید :

(الف) شتاب متوسط ، کمیتی برداری و هم جهت با بردار (تغییر سرعت - جابه جایی) است .

(ب) سطح بین نمودار سرعت - زمان و محور زمان برابر تغییر (مکان - سرعت) است .

(پ) در حرکت تندشونده روی خط راست ، بردارهای سرعت و شتاب (هم جهت - در خلاف جهت هم)

هستند .

(ت) بردار سرعت در هر نقطه از مسیر، بر مسیر حرکت (عمود - مماس) است .

(ریاضی دی ۱۴۰۰)

(۱۴) شکل روبه رو نمودار مکان - زمان حرکت یک متحرک که

در راستای محور x حرکت میکند را نشان میدهد.

(الف) در کدام لحظه متحرک بیشترین فاصله از مبدأ مختصات را دارد؟

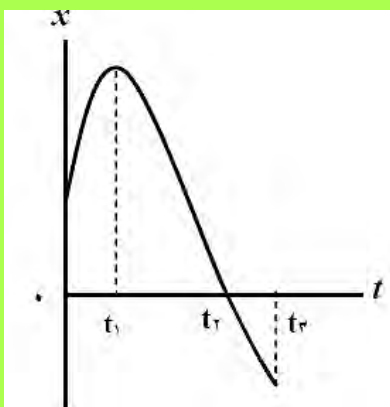
(ب) جابه جایی کل متحرک در جهت محور x است یا خلاف جهت محور x ؟

(پ) جهت حرکت متحرک چند بار تغییر کرده است؟

(ت) در کدام بازه زمانی متحرک در حال نزدیک شدن به مبدأ است؟

(ث) در کدام لحظه متحرک از مبدأ عبور میکند؟

(تجربی خرداد ۱۴۰۰)



(۱۵) گزاره های زیر را با انتخاب واژه مناسب، کامل کنید. (یک واژه اضافه است)

بردار جابه جایی- برداری- تندی متوسط - بردار مکان- شتاب- نرده ای

(الف) تندی متوسط، کمیتی..... است.

ب) پاره خط جهت داری که مکان آغازین حرکت را به مکان پایانی حرکت وصل می کند نامیده می شود.

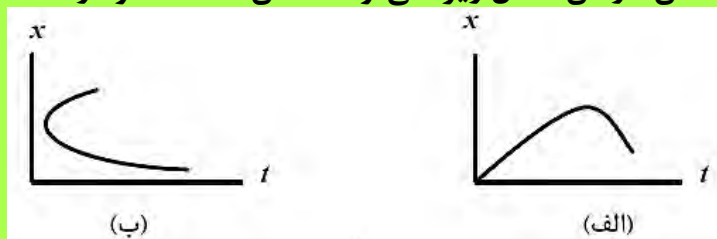
پ) شیب خط مماس بر نمودار سرعت - زمان در هر لحظه برابر در آن لحظه است.

ت) برداری که مبدأ محور را به مکان جسم در هر لحظه وصل می کند جسم در آن لحظه نامیده می شود.

ث) در حرکت متحرک بدون تغییر جهت، اندازه سرعت متوسط در هر بازه زمانی برابر در آن بازه زمانی است.

(تجربی شهریور ۱۴۰۰)

۱۶) توضیح دهید کدام یک از نمودارهای مکان - زمان شکل زیر، می تواند نشان دهنده نمودار $x - t$ یک متحرک باشد.



(تجربی شهریور ۱۴۰۰)

۱۷) با توجه به واژه های داده شده، گزاره های زیر را کامل کنید. (یک واژه اضافه است)

شتاب ، جابجایی ، سرعت

الف) پاره خط جهت داری که مکان آغازین را به مکان پایانی حرکت وصل می کند، بردار نامیده می شود.

ب) شیب خط مماس بر نمودار سرعت - زمان در هر لحظه دلخواه، t برابر در آن لحظه است. (تجربی دی ۱۴۰۰)

۱۸) در جمله های زیر، جاهای خالی را با کلمه های مناسب تکمیل کنید :

الف) در حرکت بر روی خط راست و بدون تغییر جهت ، مسافت با برابر است .

ب) شتاب متوسط ، کمیتی برداری است و هم جهت با بردار میباشد .

پ) در حرکت ، سرعت متوسط متحرک در هر بازه زمانی دلخواه ، با سرعت لحظه ای آن برابر است .

ت) بردار سرعت در هر نقطه از مسیر، بر مسیر حرکت است .

ث) شیب خط مماس بر نمودار سرعت - زمان ، برابر متحرک است.

(ریاضی خرداد ۹۹)

۱۹) عبارت درست را از درون پرانتز انتخاب کرده و به پاسخ نامه منتقل کنید .

الف) تندی متوسط یک کمیت (برداری - نرده ای) است .

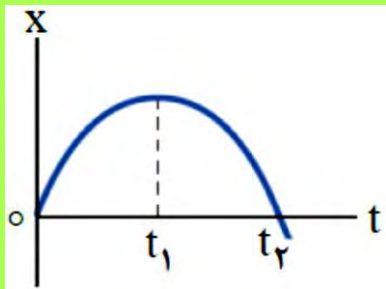
ب) برداری که مبدأ محور را به مکان جسم وصل می کند ، بردار (مکان - جابه جایی) است .

پ) بردار شتاب متوسط همواره هم جهت با بردار (تغییر سرعت - سرعت) است .

ت) معادله مکان - زمان در حرکت با شتاب ثابت، تابعی درجه (اول - دوم) از زمان است.

(ریاضی شهریور ۹۹)

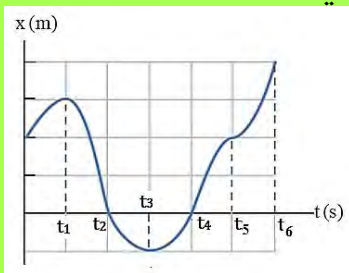
۲۰) نمودار مکان - زمان متحرکی که بر روی محور x در حال حرکت است، مطابق شکل است .
الف) در کدام بازه ی زمانی سرعت در حال افزایش و در کدام بازه سرعت در حال کاهش است؟



ب) در چه لحظه ای سرعت حرکت برابر صفر است ؟
پ) شتاب حرکت در جهت محور x است یا خلاف آن؟
(ریاضی شهریور ۹۹)

۲۱) الف) دو تفاوت بین تنیدی متوسط و سرعت متوسط بیان کنید .
ب) شتاب لحظه ای را با توجه به نمودار سرعت - زمان تعریف کنید .
(ریاضی دی ۹۹)

۲۲) با توجه به نمودار مکان - زمان شکل روبه رو ، به پرسش های زیر پاسخ دهید :



الف) متحرک در کدام لحظه ها از مبدأ مکان عبور کرده است ؟
ب) جهت حرکت در کدام لحظه ها تغییر کرده است ؟
پ) دو بازه زمانی بنویسید که متحرک در حال دور شدن از مبدأ می باشد .
(ریاضی دی ۹۹)

۲۳) در هر یک از گزاره های زیر، واژه مناسب را انتخاب کنید و در پاسخنامه بنویسید.

الف) اگر سرعت متحرک در جهت محور x به تدریج (افزایش - کاهش) یابد شتاب آن در خلاف جهت محور است.

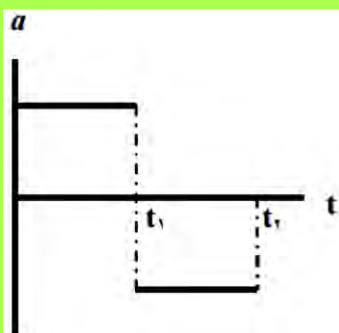
ب) بردار سرعت متوسط متحرک در حرکت روی محور x (خلاف جهت - هم جهت) با بردار جابه جایی است.

پ) در حرکت با شتاب ثابت روی محور x سرعت متوسط بین دو لحظه t_1 و t_2 برابر میانگین (سرعت - شتاب) متحرک این دو لحظه است.

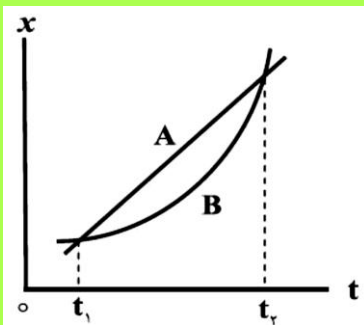
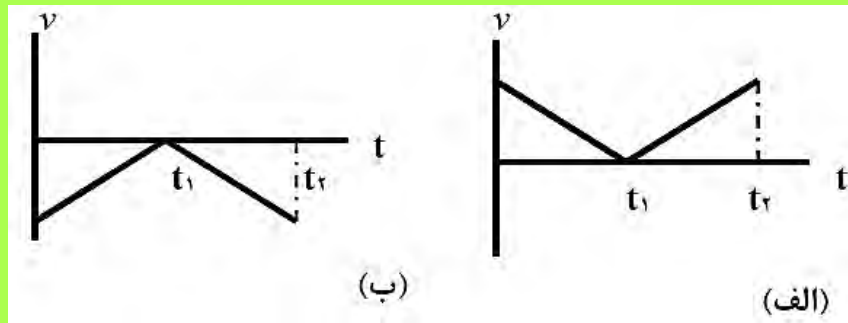
ت) در حرکت روی محور x وقتی متحرک به مکان آغازین حرکتش باز می گردد (مسافت طی شده - سرعت متوسط) متحرک صفر است.

(تجربی خرداد ۹۹)

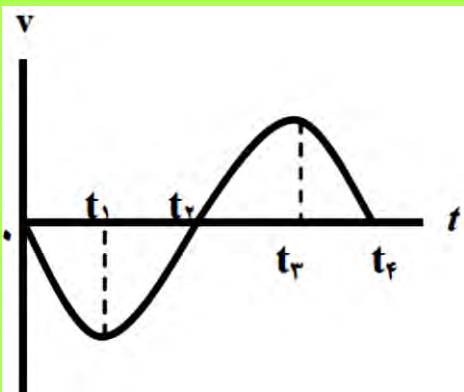
۲۴) نمودار شتاب - زمان متحرکی مطابق شکل روبه رو است .



کدام یک از نمودارهای سرعت - زمان زیر می تواند متناظر با این نمودار شتاب - زمان باشد؟ توضیح دهید.
(تجربی خرداد ۹۹)

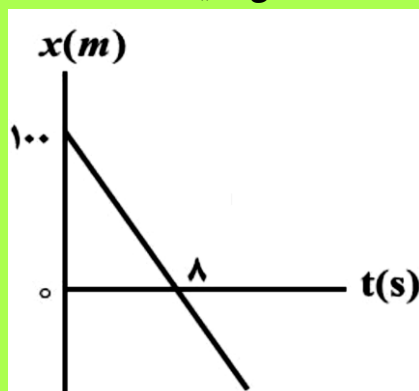


۲۵) شکل روبه رو نمودار مکان - زمان دو خودروی A و B را نشان می دهد که در جهت محور x در حرکت اند. با ذکر دلیل سرعت متوسط دو خودرو را در بازه ی زمانی t_1 تا t_2 با هم مقایسه کنید.
(تجربی خرداد ۹۹)



۲۶) نمودار سرعت - زمان متحرکی که در امتداد محور x حرکت میکند، همانند شکل روبه رو است .
الف) در کدام بازه های زمانی بردار شتاب در خلاف جهت محور x است؟
ب) حرکت متحرک در بازه ی زمانی t_1 تا t_2 کندشونده است یا تندشونده؟ چرا؟
(تجربی شهریور ۹۹)

۲۷) نمودار مکان - زمان متحرکی که روی محور x در حال حرکت است، مطابق شکل زیر است.
درستی یا نادرستی گزاره های زیر را با واژه های ((درست)) یا ((نادرست)) مشخص کنید.



الف) مسافت طی شده توسط متحرک در بازه ی زمانی صفر تا ۸s برابر ۱۰۰ متر است .
ب) جابه جایی این متحرک در خلاف جهت محور x است .
پ) حرکت این متحرک کندشونده است .
ت) متحرک در لحظه ی ۸s تغییر جهت داده است .
(تجربی خرداد ۹۹)

۲۸) درستی یا نادرستی گزاره های زیر را با واژه های ((درست)) یا ((نادرست)) در پاسخنامه مشخص کنید.

الف) شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان حرکت جسم در هر لحظه برابر سرعت لحظه ای است.
ب) اگر جهت حرکت متحرک تغییر کند، حرکت متحرک شتابدار است.

(تجربی دی ۹۹)

۲۹) در جمله های زیر ، عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کرده و در پاسخ برگ بنویسید :

الف) در حرکت (با شتاب ثابت - یکنواخت) بر خط راست ، سرعت متوسط و سرعت لحظه ای با هم برابرند

ب) سطح محصور بین نمودار سرعت - زمان و محور زمان برابر تغییر (مکان - سرعت) است .

پ) در حرکت کندشونده روی خط راست ، بردارهای سرعت و شتاب (هم جهت - در خلاف جهت هم) هستند .

ت) عقربه تندى سنج خودروها ، تندى (متوسط - لحظه ای) را نشان می دهند .

(ریاضی خرداد ۹۸)

۳۰) در جمله های زیر ، جاهای خالی را با کلمه های مناسب تکمیل کنید.

الف) تغییرات سرعت متحرک در بازه زمانی تغییرات را می گویند .

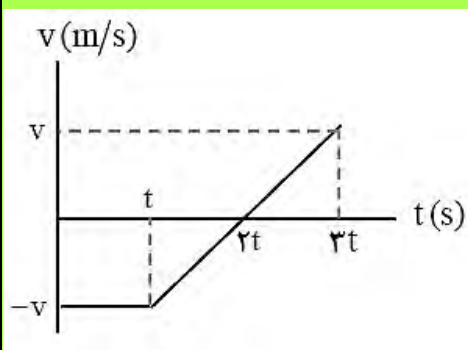
ب) حرکت متحرکی رو به شرق و کندشونده است . جهت بردار شتاب این متحرک رو به است .

پ) در حرکت بر روی و بدون تغییر جهت ، مسافت با جابه جایی برابر است .

ت) سقوط آزاد ، حرکتی است که تنها تحت تأثیر نیروی انجام می گیرد.

(ریاضی شهریور ۹۸)

۳۱) نمودار سرعت - زمان جسمی که بر روی محور x حرکت می کند ،



مطابق شکل است .

الف) در کدام بازه زمانی حرکت جسم کندشونده و در کدام بازه تندشونده است ؟

ب) شتاب متوسط در کل زمان حرکت مثبت است یا منفی ؟ چرا ؟

پ) سطح محصور در این نمودار کدام کمیت را نشان می دهد ؟

(ریاضی شهریور ۹۸)

۳۲) درستی یا نادرستی جمله های زیر را با علامت های (د) یا (ن) مشخص کنید .

الف) شتاب متوسط ، کمیتی برداری است و هم جهت با بردار تغییر سرعت می باشد.

ب) شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان ، برابر شتاب لحظه ای متحرک است.

پ) در حرکت تندشونده روی خط راست ، جهت بردارهای سرعت و شتاب مخالف یکدیگر است.

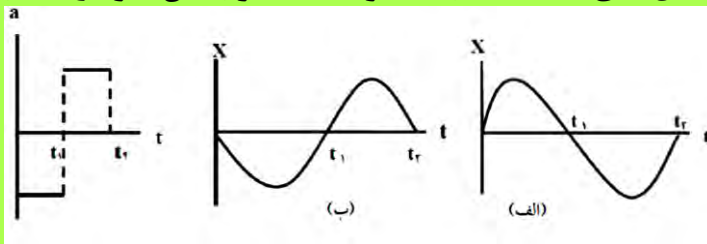
(ریاضی دی ۹۸)

۳۳) الف) بردار مکان را تعریف کنید.

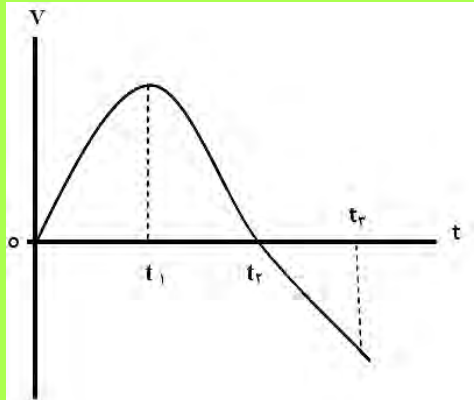
ب) در چه صورت انداز ی سرعت متوسط متحرک با تندى متوسط آن برابر می شود؟

(تجربی خرداد ۹۸)

(۳۴) نمودار شتاب - زمان متحرکی که در امتداد محور x حرکت میکند، مطابق شکل زیر است. توضیح دهید. کدامیک از نمودارهای مکان - زمان شکل های (الف) یا (ب) میتواند متناظر با این نمودار شتاب - زمان باشد. (تجربی خرداد ۹۸)



(۳۵) نمودار سرعت - زمان متحرکی که در حال حرکت در امتداد محور x است در شکل زیر نشان داده شده است.

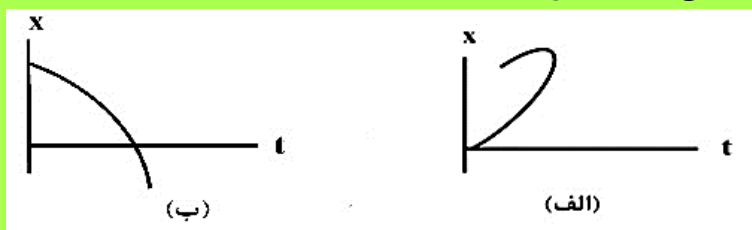


(الف) مساحت سطح بین منحنی سرعت و محور زمان در هر بازه زمانی برابر چه کمیتی است؟
(ب) در کدام بازه زمانی بردار شتاب در جهت محور x است؟
(پ) در بازه زمانی t_2 تا t_3 حرکت تندشونده است یا کندشونده؟
(ت) در چه لحظه ای جهت حرکت متحرک تغییر کرده است؟
(تجربی خرداد ۹۸)

(۳۶) گزاره های زیر را کامل کنید.

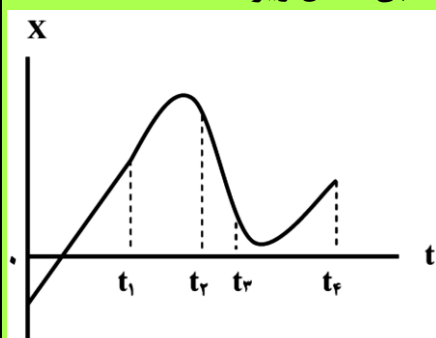
(الف) برداری که مبدأ محور را به مکان جسم در هر لحظه وصل می کند. بردار جسم در آن لحظه نامیده می شود.
(ب) شیب خط مماس بر نمودار سرعت- زمان در هر لحظه دلخواه t ، برابر در آن لحظه است.
(تجربی شهریور ۹۸)

(۳۷) با توجه به شکل روبه رو توضیح دهید کدامیک از نمودارهای مکان-زمان (الف) یا (ب) می تواند نشان دهنده نمودار مکان - زمان یک متحرک باشد؟



(تجربی شهریور ۹۸)

(۳۸) نمودار مکان - زمان متحرکی که روی محور x در حال حرکت است، مطابق شکل زیر است.



(شیب خط در بازه ی صفر تا t_1 ثابت است)
(الف) جهت حرکت متحرک چند بار تغییر کرده است؟
(ب) حرکت متحرک در بازه ی زمانی t_2 تا t_3 در کدام جهت است؟
(پ) نوع حرکت متحرک را در بازه ی صفر تا t_1 بنویسید.
(ت) علامت شتاب متحرک در بازه ی زمانی t_3 تا t_4 مثبت است یا منفی؟
(تجربی دی ۹۸)

۳۹) درستی یا نادرستی گزاره های زیر را با علامت های ((درست)) یا ((نادرست)) مشخص کنید.

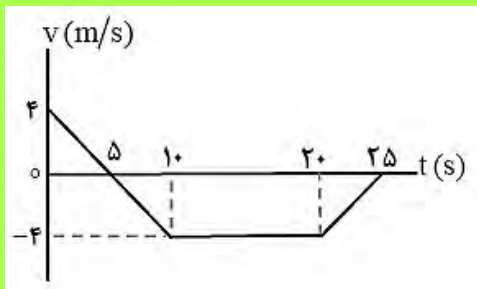
الف) سرعت متوسط یک کمیت برداری است که همواره هم جهت با بردار جابجایی می باشد.

ب) شیب خط مماس بر نمودار سرعت - زمان برابر شتاب متوسط متحرک است.

پ) حرکت متحرکی رو به شمال و کند شونده است، جهت بردار شتاب این متحرک رو به جنوب است.

(ریاضی دی ۹۷)

۴۰) نمودار سرعت - زمان متحرکی در امتداد محور x مطابق شکل است:



الف) متحرک در بازه زمانی $10s$ تا $20s$ در جهت محور x

حرکت کرده یا در خلاف آن ؟

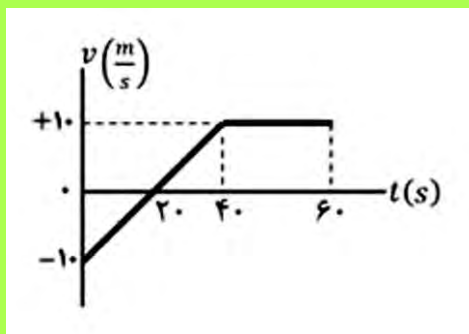
ب) در چه لحظه ای جهت حرکت متحرک تغییر کرده است ؟

پ) در کدام بازه های زمانی حرکت جسم کند شونده است ؟

ت) جابجایی متحرک را در بازه زمانی صفر تا 10 ثانیه پیدا کنید.

(ریاضی خرداد ۱۴۰۱)

۴۱) نمودار سرعت - زمان متحرکی که بر روی محور x حرکت میکند مطابق شکل است:



الف) در چه لحظه ای جهت حرکت تغییر کرده است؟

ب) در بازه زمانی $0s$ تا $40s$ حرکت متحرک با سرعت ثابت است

یا با شتاب ثابت؟

پ) در بازه زمانی $20s$ تا $40s$ متحرک در جهت محور x حرکت

کرده است یا در خلاف آن؟

ت) اندازه جابه جایی در بازه زمانی $40s$ تا $60s$ چند متر است؟

(ریاضی شهریور ۱۴۰۱)

۴۲) معادله حرکت جسمی در دستگاه SI به صورت $x = 2t^2 + 6t - 18$ است.

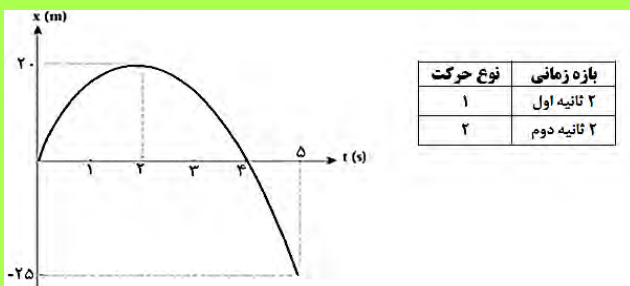
الف) شتاب متحرک و سرعت اولیه چه قدر است؟

ب) سرعت متوسط متحرک در بازه $t_1 = 0s$ تا $t_2 = 2s$ چه قدر است؟

(ریاضی شهریور ۱۴۰۱)

۴۳) شکل زیر نمودار $x - t$ متحرکی را نشان میدهد که در راستای افق با شتاب ثابت در حال حرکت

است .



الف) تندی متوسط را در 5 ثانیه اول حرکت

به دست آورید؟

ب) سرعت اولیه متحرک چقدر است؟

پ) با توجه به نمودار، در جدول مقابل به جای

۱ و ۲ از کلمه های «تندشونده، کندشونده» استفاده کنید.

(ریاضی دی ۱۴۰۱)

(۴۴) معادله سرعت - زمان متحرکی که در راستای محور x حرکت میکند در SI به صورت $V = -2t + 2$ است. اگر متحرک در لحظه $t_0 = 0s$ در مکان $x_0 = 1m$ باشد؛
 الف) معادله مکان - زمان این متحرک را بنویسید.

ب) سرعت متوسط متحرک در بازه زمانی $t_0 = 0s$ تا $t = 3s$ چند متر بر ثانیه است؟
 (تجربی خرداد ۱۴۰۱)

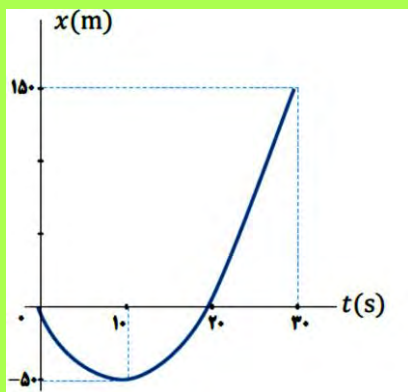
(۴۵) معادله مکان - زمان دو متحرک در SI به صورت $x_A = 2t - 4$ و $x_B = -3t + 6$ می باشد.
 الف) در چه لحظه ای دو متحرک به هم می رسند؟

ب) نمودار مکان - زمان آنها را در یک دستگاه مختصات به طور دقیق رسم کنید.
 (تجربی شهریور ۱۴۰۱)

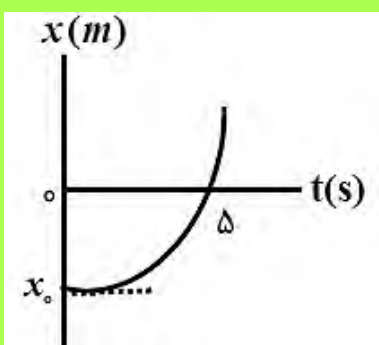
(۴۶) خودرویی با سرعت $20m/s$ در حال حرکت است. وقتی به فاصله $37/5$ متری مانعی میرسد، راننده به محض دیدن مانع ترمز میگیرد و سرعت خودرو با شتاب ثابت کاهش مییابد و با سرعت $10/20m/s$ به مانع برخورد میکند. (زمان واکنش راننده ناچیز فرض شود).

الف) شتاب خودرو پس از ترمز گرفتن چقدر بوده است؟
 ب) اندازه سرعت متوسط خودرو از لحظه ترمز گرفتن تا لحظه برخورد به مانع چقدر است؟
 (تجربی شهریور ۱۴۰۱)

(۴۷) سرعت متحرکی در لحظه $t = 0s$ به صورت $\vec{v}_0 = (10 m/s)\vec{i}$ و شتاب ثابت آن $\vec{a} = (-1 m/s^2)\vec{i}$ است. در بازه زمانی صفر تا $20s$ ، تندی حرکت آن چگونه تغییر می کند؟
 (تجربی دی ۱۴۰۱)



(۴۸) نمودار مکان زمان متحرکی که در امتداد محور x با شتاب ثابت در حرکت می باشد، به صورت سهمی شکل زیر است .
 الف) معادله مکان زمان این متحرک را بنویسید.
 ب) مسیر حرکت متحرک در امتداد محور x را رسم کنید.
 (تجربی دی ۱۴۰۱)



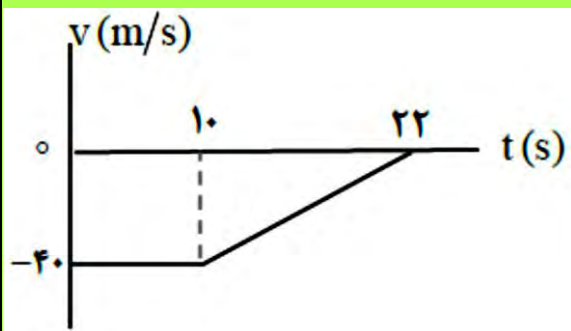
(۴۹) شکل روبه رو، نمودار مکان - زمان متحرکی را نشان میدهد که با شتاب ثابت $2 m/s^2$ در امتداد محور x شروع به حرکت می کند.
 الف) مکان متحرک در لحظه $t = 0s$ چند متر است؟
 ب) سرعت متحرک در لحظه $t = 5s$ چند متر بر ثانیه است؟
 (ریاضی خرداد ۱۴۰۰)

۵۰) معادله حرکت جسمی که روی خط راست حرکت می کند در SI به صورت
 $x = 4t^2 - 20t + 10$ است.

الف) معادله سرعت جسم را به دست آورید.

ب) جابه جایی جسم در بازه زمانی صفر تا ۵s چند متر است ؟
 (ریاضی شهریور ۱۴۰۰)

۵۱) موتورسواری در یک مسیر مستقیم در امتداد محور x حرکت می کند.



نمودار سرعت - زمان موتورسوار مطابق شکل است.
 در این حرکت:

الف) موتورسوار از لحظه صفر تا ۲۲s چقدر جابه جا شده است ؟

ب) اگر $x_0 = 0$ باشد ، نمودار مکان - زمان حرکت او را رسم نمایید.

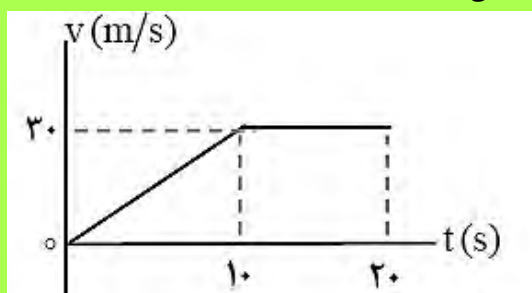
(ریاضی شهریور ۱۴۰۰)

۵۲) معادله حرکت جسمی که روی خط راست حرکت می کند ، در SI به صورت $x = -2t^2 + 5t$ است.

الف) شتاب حرکت جسم چقدر است ؟

ب) جسم در چه لحظه هایی از مبدأ عبور می کند ؟
 (ریاضی دی ۱۴۰۰)

۵۳) نمودار سرعت - زمان متحرکی در امتداد محور x مطابق شکل است :



الف) جابه جایی کل متحرک را حساب کنید.

ب) نمودار شتاب - زمان را در کل مدت زمان حرکت رسم نمایید.

(ریاضی دی ۱۴۰۰)

۵۴) متحرکی در مدت زمان ۸s از مکان $\vec{d}_1 = (-4m)\vec{i}$ به مکان $\vec{d}_2 = (4m)\vec{i}$ می رسد.

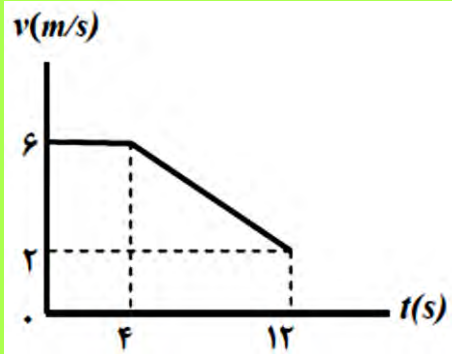
الف) جهت حرکت این متحرک را تعیین کنید.

ب) بزرگی سرعت متوسط متحرک در مدت زمان ۸s چند متر بر ثانیه است؟

پ) مسافت طی شده متحرک چند متر است؟

(تجربی خرداد ۱۴۰۰)

۵۵) شکل روبه رو نمودار سرعت - زمان حرکت یک متحرک که در راستای



محور x حرکت می کند را نشان می دهد.

الف) بزرگی شتاب متوسط متحرک را در

بازه زمانی $t_1 = 4s$ تا $t_2 = 12s$ به دست آورید.

ب) اگر این متحرک در لحظه $t_0 = 0s$ در مکان $x_0 = 2m$ باشد،

در لحظه $t = 2s$ در چند متری مبداء است؟

(تجربی خرداد ۱۴۰۰)

۵۶) شکل روبه رو نمودار مکان - زمان متحرکی را نشان می دهد که

با سرعت ثابت $2m/s$ در جهت محور x حرکت می کند .

الف) مسافت پیموده شده این متحرک در بازه زمانی صفر تا $6s$ ،

چند متر است؟

ب) معادله مکان - زمان این متحرک را بنویسید.

پ) t' چند ثانیه است؟

(تجربی شهریور ۱۴۰۰)

۵۷) خودرویی از حال سکون در امتداد محور x شروع به حرکت می کند. پس از $12s$ ، سرعت خودرو به

$24m/s$ در جهت x می رسد. بزرگی شتاب متوسط خودرو در این بازه زمانی چقدر است؟

(تجربی شهریور ۱۴۰۰)

۵۸) نمودار مکان - زمان حرکت مورچه ای بر روی محور x ، همانند شکل روبه رو است.

با توجه به این نمودار به سوالات زیر پاسخ دهید .

الف) در چه لحظه ای مورچه بیشترین فاصله از مبدا مختصات را دارد؟

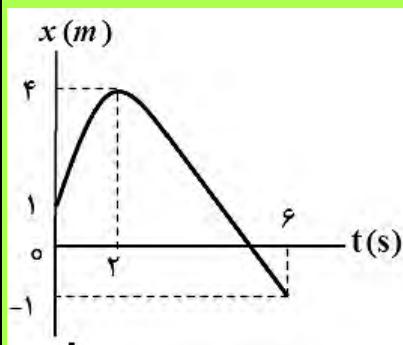
ب) در کدام بازه زمانی سرعت مورچه هم جهت با محور x است؟

پ) سرعت متوسط مورچه از لحظه $t_0 = 0s$ تا

لحظه $t = 6s$ چقدر است؟

ت) در چه لحظه ای جهت حرکت متحرک تغییر کرده است؟

(تجربی دی ۱۴۰۰)



۵۹) شکل روبه رو نمودار مکان - زمان متحرکی را نشان می دهد که در امتداد

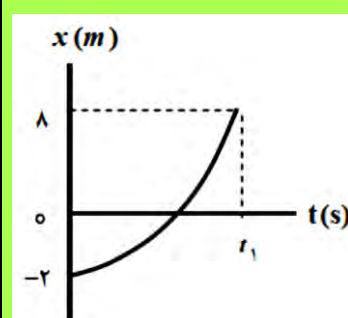
محور x در حرکت است

الف) از لحظه $t_0 = 0s$ تا لحظه t_1 سرعت متحرک رو به افزایش

است یا کاهش؟

ب) مسافت پیموده شده از لحظه $0s$ تا لحظه t_1 چند متر است؟

(تجربی دی ۱۴۰۰)



۶۰) معادله مکان- زمان متحرکی که با سرعت ثابت در جهت محور x در حال حرکت است در SI به صورت $x = 20t + 10$ است

- الف) جابه جایی این متحرک در بازه زمانی $t_1 = 1s$ تا $t_2 = 3s$ چند متر است؟
 ب) نمودار سرعت - زمان آنرا رسم کنید.
 (تجربی دی ۱۴۰۰)

۶۱) یک خودرو میتواند در حرکت بر خط راست با شتاب $50 m/s^2$ حرکت کند.

- الف) چه مدت طول میکشد تا تندی آن از صفر به $108 km/h$ برسد؟
 ب) خودرو در این مدت چه مسافتی را می پیماید؟
 (ریاضی خرداد ۹۹)

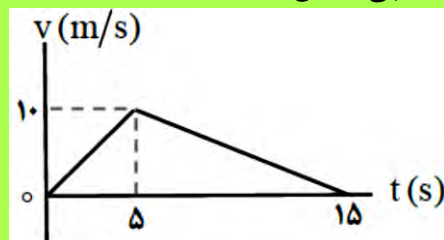
۶۲) متحرکی در امتداد محور x با سرعت ثابت در حرکت است. این متحرک در $t_1 = 0s$ در مکان $x_1 = 20m$ و در $t_2 = 16s$ در مکان $x_2 = 60m$ معادله ی مکان - زمان متحرک را در SI بنویسید.
 (ریاضی خرداد ۹۹)

۶۳) نمودار سرعت - زمان متحرکی که بر خط راست در حرکت است، مطابق شکل است.



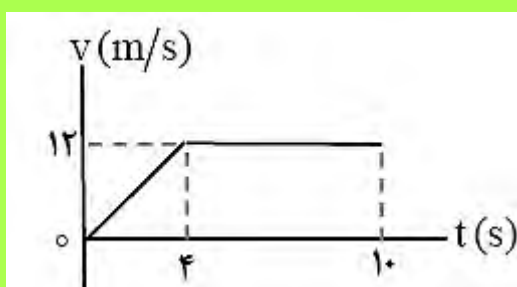
- الف) شتاب متوسط آن در بازه ی زمانی صفر تا ۴ ثانیه چند m/s^2 است؟
 ب) مسافت طی شده توسط متحرک در بازه ی زمانی ۴s تا ۷s چند متر است؟
 پ) در بازه ی زمانی صفر تا ۳s شتاب متحرک چگونه تغییر می کند؟
 ت) در بازه ی زمانی ۳s تا ۴s علامت شتاب مثبت است یا منفی؟
 (ریاضی خرداد ۹۹)

۶۴) نمودار سرعت - زمان متحرکی که در امتداد محور حرکت میکند ، مطابق شکل است:



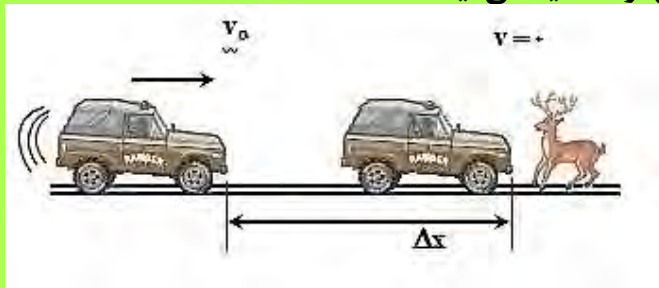
- الف) جابه جایی متحرک در کل زمان حرکت چند متر است؟
 ب) شتاب متوسط متحرک در بازه ی ۵s تا ۱۵s چقدر است؟
 (ریاضی خرداد ۹۹)

۶۵) نمودار سرعت - زمان متحرکی که در امتداد محور x حرکت می کند ، مطابق شکل است:



- الف) جابه جایی متحرک در مدت ۱۰ ثانیه چند متر است؟
 ب) با محاسبه شتاب در هر مرحله ، نمودار شتاب - زمان متحرک را رسم کنید.
 (ریاضی شهریور ۹۹)

۶۶) مطابق شکل، محیط بان با سرعت 20 m/s در حال حرکت است که ناگهان گوزنی را در فاصله ۴۵ متری خود می بیند و ترمز می گیرد. خودرو پس از ۴ ثانیه می ایستد.



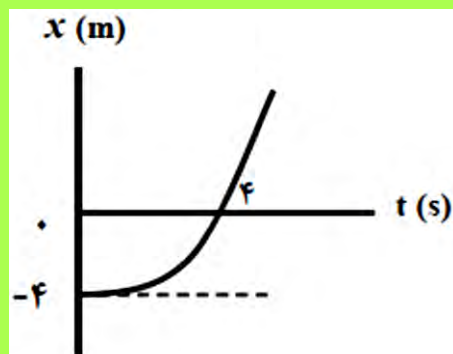
- الف) شتاب کندشونده خودرو را حساب کنید.
 ب) جا به جایی خودرو تا توقف چقدر است؟
 پ) آیا خودرو به گوزن برخورد می کند؟ چرا؟
 (ریاضی دی ۹۹)

۶۷) معادله ی مکان - زمان متحرکی روی خط راست در SI بصورت $x = -4t + 6$ است.

- الف) این متحرک در چه لحظه ای از مبدأ مکان عبور کرده است؟
 ب) آیا جهت حرکت این متحرک تغییر کرده است؟
 پ) نمودار مکان - زمان این متحرک را برای ۳ ثانیه ی ابتدای حرکت رسم کنید.
 (تجربی خرداد ۹۹)

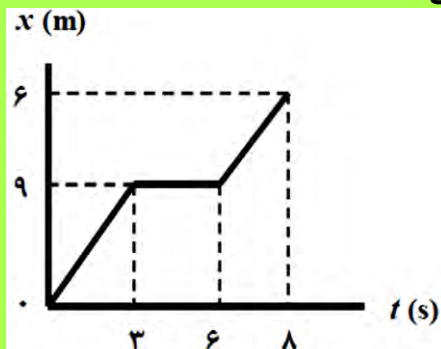
۶۸) راننده ی خودرویی که با سرعت 72 km/h در یک مسیر مستقیم در حال حرکت است، با دیدن مانعی، اقدام به ترمز میکند و خودرو پس از طی مسافت ۲۰ متر متوقف میشود. شتاب خودرو را به دست آورید. (از زمان واکنش راننده صرف نظر شود).
 (تجربی خرداد ۹۹)

۶۹) شکل روبه رو نمودار مکان - زمان متحرکی را نشان میدهد که از حالت

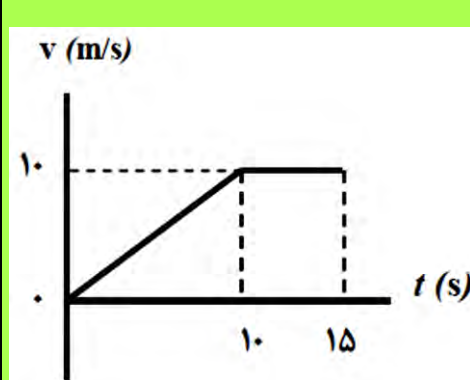


- سکون با شتاب ثابت در امتداد محور x شروع به حرکت می کند.
 الف) حرکت این متحرک در بازه ی زمانی صفر تا 4 s تندشونده است یا کندشونده؟ چرا؟
 ب) معادله ی مکان - زمان این متحرک را به دست آورید.
 (تجربی خرداد ۹۹)

۷۰) شکل روبه رو نمودار مکان - زمان حرکت یک متحرک که در راستای



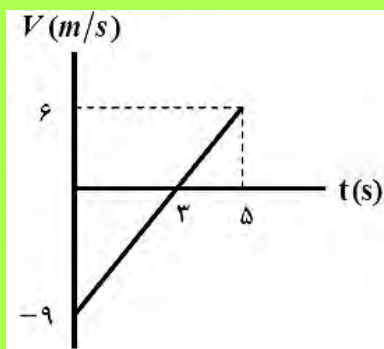
- محور x حرکت می کند را نشان می دهد.
 الف) در کدام لحظه متحرک بیشترین فاصله از مبدأ مختصات را دارد؟
 ب) سرعت متوسط متحرک در بازه ی زمانی 6 s تا 8 s چند متر بر ثانیه است؟
 پ) مسافت طی شده در بازه ی زمانی صفر تا 8 s چند متر است؟
 (تجربی شهریور ۹۹)



(۷۱) نمودار سرعت - زمان متحرکی که در راستای محور x می گذرد و در لحظه ی $t = 0$ از مکان $x = 0$ حرکت می کند همانند شکل روبرو است. سرعت متوسط این متحرک را در بازه ی زمانی صفر تا ۱۵ حساب کنید .
(تجربی شهریور ۹۹)

(۷۲) متحرکی در جهت مثبت محور x با شتاب ثابت در حال حرکت است. در مکان $x_1 = +10m$ سرعت متحرک $4 m/s$ و در مکان $x_2 = +20m$ سرعت متحرک $6 m/s$ است.
(الف) شتاب حرکت متحرک چقدر است؟
(ب) پس از چند ثانیه سرعت متحرک از $4 m/s$ به $6 m/s$ می رسد؟
(تجربی شهریور ۹۹)

(۷۳) متحرکی روی خط راست، فاصله بین مکان آغازین $+5m$ و مکان پایانی $-5m$ را طی می کند.
(الف) بردار جابه جایی این متحرک را به دست آورید.
(ب) در چه صورت اندازه سرعت متوسط متحرک با تندی متوسط حرکت متحرک برابر است.
(تجربی دی ۹۹)



(۷۴) شکل زیر نمودار سرعت - زمان متحرکی را در حرکت روی محور x نشان میدهد
(الف) نوع حرکت متحرک در بازه ی زمانی $0 s$ تا $3 s$ تند شونده است یا کند شونده؟ چرا؟
(ب) مسافتی که متحرک در بازه ی زمانی صفر تا ۵ می پیماید، چند متر است؟
(تجربی دی ۹۹)

(۷۵) معادله مکان - زمان متحرکی که با شتاب ثابت روی خط راست حرکت میکند، در SI به صورت $x = 2t^2 - t$ است. معادله سرعت - زمان این متحرک را به دست آورید.
(تجربی دی ۹۹)

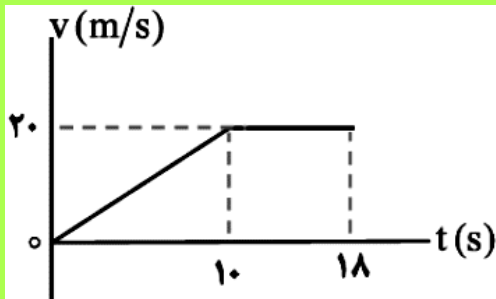
(۷۶) معادله حرکت جسمی که روی خط راست حرکت می کند ، در SI به صورت $x = 6t^2 - 5t - 10$ است.
(الف) سرعت اولیه جسم را تعیین کنید.
(ب) سرعت متوسط جسم را بین دو $t_1 = 0s$ تا $t_2 = 2s$ بدست آورید.
(ریاضی خرداد ۹۸)

۷۷) معادله مکان زمان متحرکی در SI به صورت $x = 2t^2 - 3t + 8$ است.

الف) اندازه سرعت متوسط آن در بازه زمانی $t_1 = 0s$ تا $t_2 = 2s$ چند متر بر ثانیه است؟

ب) شتاب حرکت آن چند متر بر مربع ثانیه است؟

(ریاضی شهریور ۹۸)



۷۸) آهویی در مسیری مستقیم در امتداد محور x می دود.

نمودار سرعت - زمان آهو مطابق شکل است. در این حرکت:

الف) جابه جایی کل آهو را حساب کنید.

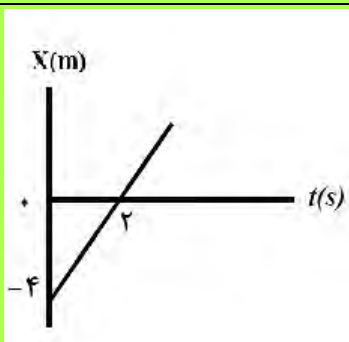
ب) نمودار شتاب - زمان حرکت او را رسم نمایید.

(ریاضی دی ۹۸)

۷۹) سرعت متوسط خودرویی که از حال سکون با شتاب $1/5 m/s^2$ در امتداد محور x به حرکت در می

آید، در $4s$ اول حرکت، چند متر بر ثانیه است؟

(تجربی خرداد ۹۸)



۸۰) شکل رو به رو نمودار مکان زمان متحرکی است که با سرعت ثابت روی

محور x حرکت می کند. معادله مکان - زمان متحرک را بنویسید.

(تجربی شهریور ۹۸)

۸۱) متحرکی در جهت مثبت محور x با شتاب ثابت در حال حرکت است. در مکان $x = +10m$ سرعت

متحرک $4m/s$ و در مکان $x = +30m$ سرعت متحرک $8m/s$ است.

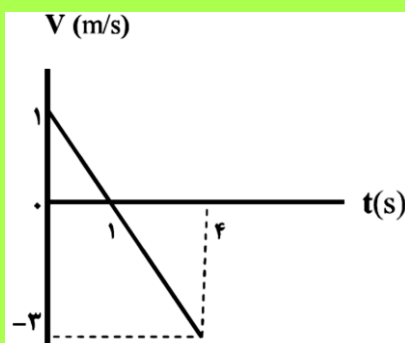
الف) حرکت متحرک تندشونده است یا کندشونده؟ چرا؟

ب) شتاب حرکت متحرک چقدر است؟

پ) سرعت متوسط متحرک در این جابه جایی چند متر بر ثانیه است؟

(تجربی شهریور ۹۸)

۸۲) شکل روبه رو نمودار سرعت - زمان متحرکی را نشان می دهد که روی محور x در حال حرکت است.



الف) نوع حرکت متحرک در بازه ی زمانی $1s$ تا $4s$ تند شونده

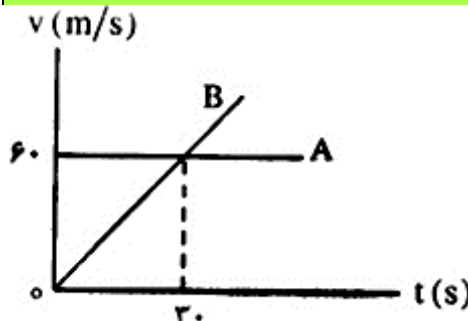
است یا کند شونده؟ چرا؟

ب) مسافتی که متحرک در بازه ی زمانی صفر تا $4s$ می پیماید،

چند متر است؟

(تجربی دی ۹۸)

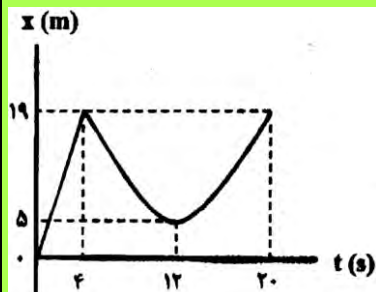
۸۳) معادله حرکت جسمی که روی خط راست حرکت می کند، در SI به صورت $x = t^2 - 4t + 3$ است. الف) جابه جایی این متحرک در بازه زمانی صفر تا ۲ ثانیه، چند متر است؟ ب) معادله ی سرعت - زمان این متحرک را بنویسید. (تجربی دی ۹۸)



۸۴) نمودار سرعت زمان دو متحرک A و B بصورت زیر است.

الف) شتاب هر متحرک را بدست آورید؟
ب) جابجایی هر دو متحرک را از ۰ تا ۳۰ ثانیه حساب کنید؟
(ریاضی دی ۹۷)

۸۵) شکل زیر نمودار مکان - زمان دوچرخه سواری را نشان می دهد که روی مسیر مستقیم در حال حرکت است.



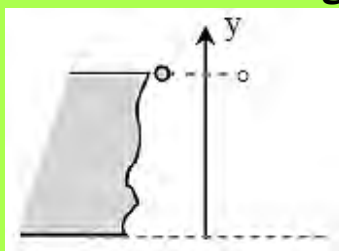
الف) بیشترین فاصله دوچرخه سوار از مبدا چند متر است؟
ب) در کدام بازه زمانی دوچرخه سوار در خلاف جهت محور x حرکت می کند؟
ج) مسافت طی شده توسط دوچرخه سوار در بازه زمانی ۰ تا ۲۰ ثانیه متر است؟
د) اندازه سرعت متوسط دو چرخه سوار در بازه زمانی ۴ تا ۲۰ ثانیه را بدست آورید؟
(تجربی دی ۹۷)

۸۶) معادله ی سرعت - زمان متحرکی در SI بصورت $V = -2t + 1$ است. جابجایی متحرک در بازه ی زمانی $t_1 = 0s$ تا $t_2 = 3s$ چند متر است؟
(تجربی دی ۹۷)

۸۷) خودرویی با سرعت $36 km/h$ در امتداد مسیر مستقیم در حال حرکت است. تندی آن با شتاب $1/5 m/s^2$ افزایش مییابد. سرعت خودرو پس از $500 m$ جابجایی چقدر است؟
(تجربی دی ۹۷)

سوالات ویژه رشته ریاضی

۸۸) گلوله ای از یک صخره به ارتفاع ۱۸۰ متر نسبت به زمین، آزادانه سقوط می کند.

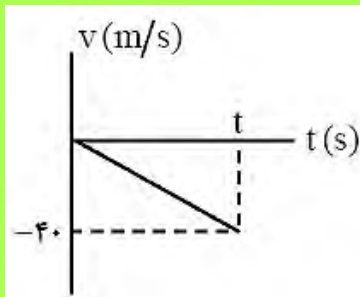


الف) زمان سقوط آزاد گلوله را بدست آورید.
ب) سرعت برخورد گلوله به سطح زمین را پیدا کنید. ($g = 10 m/s^2$)
(ریاضی خرداد ۱۴۰۱)

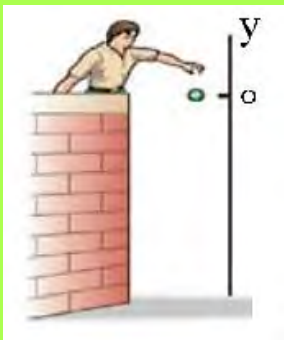
۸۹) سنگی از لبه بام ساختمانی بدون سرعت اولیه و در شرایط خلأ رها می شود و پس از ۸ ثانیه به زمین برخورد می کند. سنگ در ۲ ثانیه آخر حرکت چند متر جابه جا می شود؟ ($g = 10m/s^2$) (ریاضی دی ۱۴۰۱)

۹۰) سنگی از صخره ای به ارتفاع 125 m نسبت به زمین و در شرایط خلأ رها می شود.
 الف) چند ثانیه طول میکشد تا سنگ به زمین برسد؟
 ب) نمودار مکان - زمان آن را رسم کنید. (جهت بالا را مثبت و محل رها شدن سنگ را مبدأ مکان فرض کنید.) ($g = 10m/s^2$) (ریاضی خرداد ۹۹)

۹۱) گلوله ای در شرایط خلأ از ارتفاع ۸۰ متری زمین رها می شود.
 الف) گلوله پس از چند ثانیه به زمین می رسد؟
 ب) سرعت گلوله در لحظه برخورد به زمین چند متر بر ثانیه است؟ ($g = 10m/s^2$) (ریاضی شهریور ۹۹)



۹۲) نمودار سرعت - زمان حرکت سقوط آزاد یک جسم مطابق شکل است:
 الف) زمان سقوط جسم (t) را بدست آورید.
 ب) ارتفاع سقوط چقدر بوده است؟
 پ) نمودار مکان - زمان آن را رسم کنید. ($g = 10m/s^2$) (ریاضی خرداد ۹۸)



۹۳) گلوله ای از بالای یک ساختمان رها می شود.
 الف) پس از ۳ ثانیه چقدر جابجا می شود؟
 ب) سرعت متوسط گلوله را در این مدت حساب کنید. ($g = 10m/s^2$) (ریاضی دی ۹۸)

۹۴) الف) یک توپ را از چه ارتفاعی رها کنیم تا با تندی 40 m/s به زمین برسد؟
 ب) زمان حرکت توپ از ابتدا تا رسیدن به زمین چقدر است؟ ($g = 10m/s^2$) (ریاضی دی ۹۷)

پاسخنامه

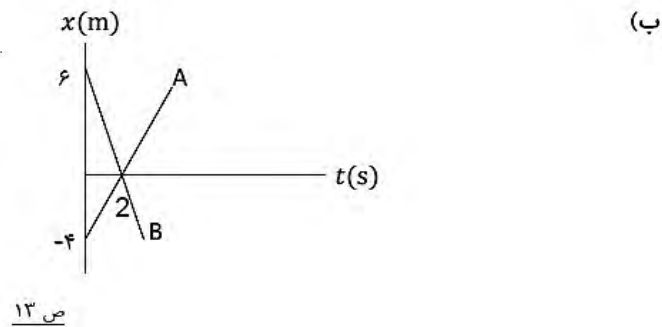
۱) الف) نرده ای	ب) مکان	پ) است	ت) تغییر سرعت	ص ۳ و ۴ و ۱۳ و ۱۱
۲) الف) شتاب	ب) کمتر	پ) تندشونده	ت) ثابت	ص ۴ و ۱۱ و ۱۶ و ۲۲
۳) الف) کم تر	ب) شتاب	پ) ب		ص ۳ و ۱۶ و ۱۹
۴) الف) نرده ای	ب) جابجایی			ص ۱۷ و ۹
۵) الف) متحرک A جهت محور x ، متحرک B خلاف جهت محور x				ص ۱۴
۶) الف) t_1 ص ۸	ب) یک بار ص ۸	پ) کندشونده ص ۱۶	ت) t_1 تا t_2 ص ۸	ث) خلاف جهت محور x ص ۱۲
۷) الف) ن	ب) د	پ) د	ت) ن	ص ۳ و ۶ و ۱۵ و ۱۵
۸) الف) تندشونده	ب) جهت	پ) است	ت) کمتر	ص ۱۱ و ۱۲
۹) الف) نادرست	ب) درست	پ) نادرست		ص ۲۴
۱۰) الف) بدون تغییر	ب) شتاب	پ) لحظه ای	ت) سرعت	ص ۲ و ۹ و ۱۱ و ۱۵
۱۱) الف) نادرست	ب) درست	پ) درست	ت) نادرست	ث) درست ص ۱۹ و ۲۰ و ۲۷
۱۲) الف) (د)	ب) (ن)	پ) (د)	ت) (ن)	ص ۳ و ۹ و ۱۰ و ۱۱
۱۳) الف) تغییر سرعت	ب) مکان	پ) هم جهت	ت) مماس	ص ۱۰ و ۱۱ و ۱۶ و ۱۷
۱۴) الف) t_1 ب) خلاف محور x پ) یکبار	ت) t_1 تا t_2	ث) t_2		پرسش ۱-۳-۸ ص ۸
۱۵) الف) نرده ای	ب) بردار جابه جایی	پ) شتاب		ص ۲ و ۳ و ۴ و ۱۱
ت) بردار مکان	ث) تندی متوسط			
۱۶) شکل الف، زیرا متحرک در هر لحظه از زمان صرفاً در یک مکان می تواند باشد.				ص ۲۳
۱۷) الف) جابه جایی	ب) شتاب			ص ۱۱ و ۲
۱۸) الف) جابجایی	ب) تغییر سرعت	پ) با سرعت ثابت (یکنواخت)		ص ۲ و ۷ و ۱۰ و ۱۱
ت) مماس	ث) شتاب لحظه ای			
۱۹) الف) نرده ای	ب) مکان	پ) تغییر سرعت	ت) دوم	ص ۳ و ۴ و ۱۱ و ۱۷
۲۰) الف) از t_1 تا t_2 در حال افزایش و از صفر تا t_1 در حال کاهش	ب) در t_1	پ) در خلاف آن		ص ۱۰
۲۱) الف) تندی متوسط کمیتی نرده ای و سرعت متوسط کمیتی برداری است				ص ۳ و ۱۱
تندی متوسط یعنی مسافت به زمان و سرعت متوسط یعنی جابه جایی به زمان				
ب) برابر است با شیب خط مماس بر نمودار سرعت - زمان				

(۲۲)	الف) در t_2 و t_4 ب) در t_1 و t_3 پ) (صفر تا t_1) یا (t_2 تا t_3) یا (t_4 تا t_6) ص ۸
ص ۱۹ و ۱۵ و ۱۹	(۲۳) الف) کاهش (ب) هم جهت (پ) سرعت (ت) سرعت متوسط
ص ۲۱	(۲۴) نمودار (ب)، علامت شتاب در هر بازه زمانی نمودار شتاب - زمان، متناظر با شیب خط نمودار سرعت - زمان (ب) است
(۲۵)	با توجه به اینکه سرعت متوسط برابر تغییرات مکان نسبت به زمان است و تغییرات مکان در بازه زمانی داده شده در هر دو نمودار با هم برابر است پس سرعت متوسط هر دو متحرک با هم برابر است.
(۲۶)	الف) بازه زمانی t_1 تا t_2 بازه زمانی t_3 تا t_4 ب) کندشونده است اندازه سرعت در حال کاهش است. ص ۲۴ ص ۱۶
(۲۷) الف) درست	(ب) درست
(پ) نادرست	(ت) نادرست
(۲۸) الف) درست	(ب) درست
ص ۱۰ و ۹	
ص ۱۳ و ۱۷ و ۱۶ و ۹	(۲۹) الف) یکنواخت (ب) مکان (پ) در خلاف جهت هم (ت) لحظه ای
ص ۱۱ و ۱۶ و ۲ و ۲۱	(۳۰) الف) شتاب متوسط (ب) غرب (پ) خط راست (ت) گرانش
ص ۱۲	(۳۱) الف) کندشونده: t تا $2t$ و تندشونده: $2t$ تا $3t$ ب) مثبت، چون شیب خطی که ابتدای نمودار را به انتهای آن وصل می کند، مثبت است. پ) جابه جایی
ص ۱۱ و ۹ و ۱۶	(۳۲) الف) (د) (ب) (ن) (پ) (ن)
ص ۴	(۳۳) الف) برداری که مبداء محور را به مکان جسم در هر لحظه وصل میکند. ب) متحرک روی خط راست و بدون تغییر جهت حرکت کند.
ص ۱۷ و ۱۹	(۳۴) الف) جابجایی (ب) صفر تا t_1 (پ) تندشونده (ت) t_2
ص ۲۱	(۳۵) در نمودار مکان-زمان، جهت تقعر باید در بازه صفر تا t_1 رو به پایین و در بازه زمانی t_1 تا t_2 جهت تقعر رو به بالا باشد، نمودار (الف)
ص ۱۱ و ۴	(۳۶) الف) مکان (ب) شتاب لحظه ای
ص ۲۳	(۳۷) نمودار ب، در برخی نقاط شکل (الف)، متحرک در یک لحظه در دو مکان است که این ممکن نیست.

ص. ۱۷ و ۹	(۳۸) الف) دو بار (ب) خلاف جهت محور x (پ) سرعت ثابت (ت) مثبت
ص ۵ و ۹ و ۱۱	(۳۹) الف) (د) (ب) (ن) (پ) (د)
(۴۰) الف) در خلاف جهت محور x (ب) در $t = 5\text{ s}$ (پ) در بازه 0 s تا 5 s و بازه 20 s تا 25 s (ت) $\Delta x = \left(\frac{-4+4}{2}\right) \times 10 = 0$ $\Delta x = \left(\frac{v+v_0}{2}\right) \Delta t$ ص ۱۹	
(۴۱) الف) در لحظه 20 ثانیه (ب) شتاب ثابت (پ) در جهت محور x (ت) $\Delta x = s(0/25), \Delta x = 10 \times 20 = 200\text{ m}$ ص ۱۹	
(۴۲) الف) $v_0 = 6 \frac{m}{s}, \frac{1}{2}a = 2 \rightarrow a = 4 \frac{m}{s^2}$ (ب) $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{20}{2} = 10 \frac{m}{s}, t_2 = 2\text{ s} \rightarrow x_2 = 2\text{ m}, t_1 = 0 \rightarrow x_1 = -18\text{ m}$ ص ۲۷	
(۴۳) الف) $S_{av} = \frac{l}{\Delta t} \Rightarrow S_{av} = \frac{65}{5} \Rightarrow S_{av} = 13 \frac{m}{s}$ (ب) $\Delta x = \frac{v+v_0}{2} t \Rightarrow 20 = \frac{0+v_0}{2} \times 2 \Rightarrow v_0 = 20 \frac{m}{s}$ (پ) ۱- کند شونده ۲- تند شونده ص ۱۹ و ۱۶ و ۳	
(۴۴) الف) ص ۱۷ $x = -t^2 + 2t + 1$ (ب) ص ۱۵ $a = -2 \frac{m}{s^2}$ $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0$ $v_{av} = \frac{v+v_0}{2}$ $v_{av} = \frac{(-6+2)+(2)}{2}$ $v_{av} = -1 \frac{m}{s}$	

(۴۵)

$$x_A = x_B \quad 2t - 4 = -3t + 6 \Rightarrow t = 2 \text{ s} \quad (\text{الف})$$



(۴۶)

$$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x \quad 10^2 - 40^2 = 2a \times 37.5 \Rightarrow a = -4 \text{ m/s}^2 \quad (\text{الف})$$

$$v_{av} = \frac{v + v_0}{2} \quad v_{av} = \frac{10 + 40}{2} = 15 \text{ m/s} \quad (\text{ب})$$

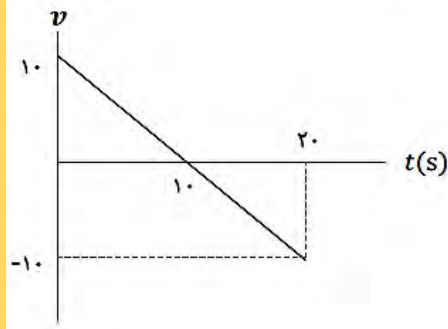
ص ۱۷

(۴۷)

$$v = at + v_0$$

$$v = -t + 10$$

ابتدا تندى متحرک کاهش یافته و سپس افزایش می‌یابد.

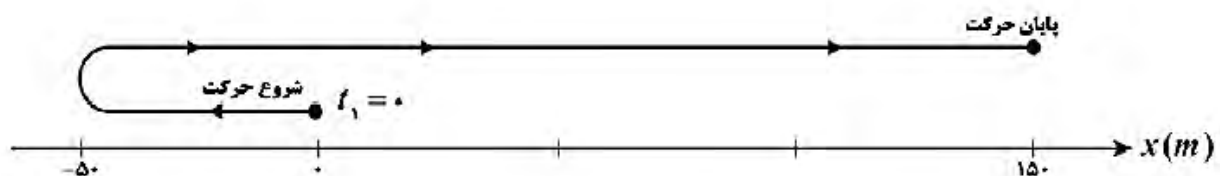


(۴۸)

$$\Delta x = \frac{v + v_0}{2} \Delta t \quad -50 = \frac{v + v_0}{2} 10 \Rightarrow v_0 = -10 \text{ m/s} \quad (\text{الف})$$

$$a = \frac{v - v_0}{t} \quad a = \frac{-(-10)}{10} = 1 \text{ m/s}^2$$

$$x = \frac{1}{2} at^2 + v_0 t + x_0 \quad x = \frac{1}{2} t^2 - 10t \quad (\text{ب})$$



(۴۹)

$$v_0 = 0$$

$$x = \frac{1}{2} a t^2 + v_0 t + x_0$$

(الف)

$$0 = \frac{1}{2} \times 2 \times \Delta^2 + x_0$$

$$x_0 = -2\Delta \text{ m}$$

ص ۱۷

$$v = at + v_0$$

$$v = 2 \times \Delta = 10 \text{ m/s}$$

(ب)

(۵۰)

$$\frac{1}{2} a = 4 \rightarrow a = 8 \text{ m/s}^2$$

$$v_0 = -20 \text{ m/s}$$

$$v = at - 20$$

(الف)

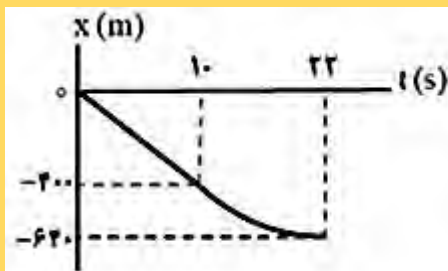
ص ۵ و ۱۶ و ۱۷

$$\Delta x = 4(\Delta)^2 - 20(\Delta)$$

$$\Delta x = 0$$

(ب)

(۵۱)



ص ۳۱

$$\Delta x = (-40 \times 10) + \left(\frac{(-40) \times 12}{2} \right) = -640 \text{ m}$$

(الف)

(ب) نمودار شامل: راست بودن خط نمودار در مرحله اول
منحنی با شیب کم شونده در مرحله دوم
صفر شدن شیب نمودار در ثانیه ۲۲

(۵۲)

$$\frac{1}{2} a = -2 \rightarrow a = -4 \text{ m/s}^2$$

(الف)

$$0 = -2t^2 + \Delta t$$

$$0 = t(-2t + \Delta)$$

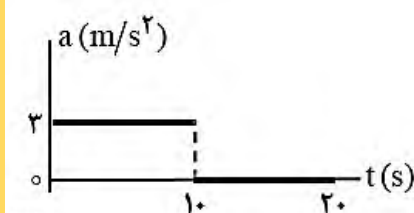
$$t = 0 \text{ s}$$

(ب)

$$t = \Delta / 2 \text{ s}$$

ص ۱۷

(۵۳)



ص ۲۱

$$\Delta x = \left(\frac{10 \times 30}{2} \right) + (10 \times 30) = 450 \text{ m}$$

(الف)

$$a_1 = \frac{30 - 0}{10} = 3 \text{ m/s}^2$$

(ب)

(۵۴)

(الف) در جهت مثبت محور x

(ب)

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$v_{av} = \frac{4 - (-4)}{8}$$

$$v_{av} = 1 \text{ m/s}$$

(ب) اگر متحرک روی خط راست حرکت کند مسافت، ۸ متر است. (پاسخ صحیح دیگر: اگر حرکت متحرک روی خط راست نباشد، نمی توان مسافت را تعیین کرد)

ص ۵

(۵۵)

الف) ص ۱۲

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad a_{av} = \frac{2-6}{12-4} \quad a_{av} = -0.5 \text{ m/s}^2$$

ب) ص ۱۴

$$x = vt + x_0 \Rightarrow x = 6t + 2 \quad x = 6 \times 2 + 2 = 14 \text{ m}$$

(۵۶)

الف) ۱۲ متر

$$x = vt + x_0 \quad x = 2t - 4 \quad \text{ب)}$$

$$v = v_{av} = \frac{x - x_0}{t' - t_0} \quad 2 = \frac{0 - (-4)}{t' - 0} \quad t' = 2 \text{ s} \quad \text{پ) ص ۱۴}$$

(۵۷)

$$a_{av} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} \quad a_{av} = \frac{24 - 0}{12 - 0} \quad a_{av} = 2 \text{ m/s}^2 \quad \text{ص ۱۱}$$

(۵۸)

الف) $t = 2 \text{ s}$

ب) در بازه صفر تا ۲ ثانیه

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad v_{av} = \frac{-1-1}{2} \quad v_{av} = -\frac{1}{3} \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \text{پ)}$$

ت) $t = 2 \text{ s}$

ص ۷

(۵۹)

الف) افزایش

$$l = 8 + 2 = 10 \text{ m} \quad \text{ب)}$$

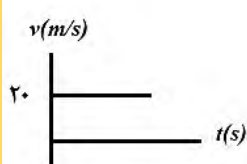
ص ۱۰ و ۹

(۶۰)

الف)

$$x_1 = 20 + 10 = 30 \text{ m} \quad x_2 = 60 + 10 = 70 \text{ m} \quad \Delta x = x_2 - x_1$$

$$\Delta x = 70 - 30 = 40 \text{ m}$$



ب)

ص ۲۴

(۶۱)

(الف)

$$V = at + V_0 \rightarrow 30 = 50 \times t + 0 \rightarrow t = 0.6 \text{ s}$$

(ب)

$$V^2 - V_0^2 = 2a\Delta x \rightarrow 900 - 0 = 2 \times 50 \times \Delta x \rightarrow \Delta x = 9 \text{ m}$$

(۶۲)

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{60 - (-20)}{16} = 5 \text{ m/s}$$

$$x = vt + x_0$$

$$x = 5t - 20$$

ص ۲۷

(۶۳)

(الف)

$$\bar{a} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{2 - 2}{4 - 0} = 0 \text{ m/s}^2$$

(ب)

مسافت پیموده شده = سطح زیر نمودار

$$l = \frac{(2 + 8) \times 3}{2} = 15 \text{ m}$$

(پ) با توجه به اینکه شیب خط مماس بر نمودار سرعت زمان از صفر تا ۳ ثانیه در حال کاهش است پس شتاب لحظه ای در این مدت در حال کاهش است.

(ت) چون شیب خط مماس بر نمودار در این مدت منفی است پس شتاب در این مدت منفی است.

(۶۴)

(الف)

$$\Delta x = S$$

$$\Delta x = \left(\frac{10 \times 15}{2} \right) = 75 \text{ m}$$

(ب)

$$a_{av} = \frac{v - v_0}{t}$$

$$a_{av} = \frac{0 - 10}{10} = -1 \text{ m/s}^2$$

ص ۱۱ و ۱۷

(۶۵)

(الف)

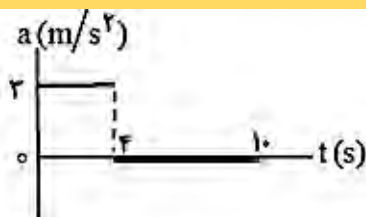
$$\Delta x = S = \left(\frac{10 + 6}{2} \right) \times 12 = 96 \text{ m}$$

(ب)

$$a_1 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = 3 \text{ m/s}^2$$

$$a_2 = 0$$

نمودار



ص ۲۱

(۶۶)

$$a = \frac{v - v_0}{t}$$

$$\Delta x = \left(\frac{v + v_0}{2} \right) t$$

ص ۱۸

$$a = \frac{0 - 20}{4} = -5 \text{ m/s}^2$$

(الف)

$$\Delta x = \left(\frac{0 + 20}{2} \right) \times 4$$

$$\Delta x = 40 \text{ m}$$

(ب)

(پ) خیر، زیرا: $40 \text{ m} < 45 \text{ m}$

(۶۷)

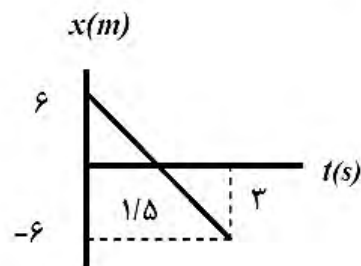
(الف)

$$0 = -4t + 6$$

$$t = \frac{6}{4} = 1.5 \text{ s}$$

(ب) خیر

(پ)



ص ۱۳

(۶۸)

$$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x$$

$$0 - 20^2 = 2a \times 20$$

$$a = -10 \text{ m/s}^2$$

ص ۱۸ و ۱۹

(۶۹)

(الف) تندشونده شیب خط مماس بر نمودار مکان-زمان معرف اندازه سرعت متحرک است در جهت محور x حال افزایش است. ص ۱۶

(ب) ص ۱۷

$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$$

$$0 = \left(\frac{1}{2}a \times 16 \right) - 4$$

$$a = \frac{1}{4} \text{ m/s}^2$$

$$x = \frac{1}{4}t^2 - 4$$

(۷۰)

(الف) ۸s

(ب)

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$v_{av} = \frac{16 - 9}{8 - 6} = 3.5 \text{ m/s}$$

ص ۹

$$l = 16 \text{ m} \quad (\text{پ})$$

(۷۱)

$$\Delta x = S = \left(\frac{10 \times 10}{2}\right) + (5 \times 10) = 50 + 50 = 100m$$

$$V_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{100}{15} = \frac{20}{3} m/s$$

(۷۲)

$$v^2 = v_o^2 + 2a(x_f - x_i)$$

$$۲۶ = ۱۶ + ۲a(۱۰)$$

$$a = ۱ \text{ m/s}^2$$

(الف)

$$v_{av} = \frac{v + v_o}{2}$$

$$\frac{۱۰}{\Delta t} = \frac{۶ + ۴}{2}$$

$$\Delta t = 2s$$

(ب) ص. ۲۵

(۷۳)

$$\vec{d} = \vec{d}_f - \vec{d}_i$$

$$\vec{d} = (-\Delta m)\vec{i} - (+\Delta m)\vec{i}$$

$$\vec{d} = (-۱۰m)\vec{i}$$

(الف)

ص. ۵۴

(ب) متحرک روی خط راست و در یک جهت حرکت کند.

(۷۴)

ص. ۱۶

(الف) کندشونده زیرا تندی متحرک در حال کاهش است.

$$l = |s_i| + s_f$$

$$l = \left| \frac{-9 \times 3}{2} \right| + \frac{6 \times 2}{2}$$

$$l = ۱۹/۵m$$

(ب) ص. ۱۹

(۷۵)

$$a = ۴m/s^2$$

$$v_o = -۱m/s$$

$$v = at + v_o$$

$$v = ۴t - ۱$$

ص. ۱۷

(۷۶)

$$v_o = -۵m/s$$

(الف)

$$x_i = -۱۰m$$

$$x_f = (۶ \times ۴) - (۵ \times ۲) - ۱۰ = ۴m$$

(ب)

ص. ۵

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$v_{av} = \frac{۴ - (-۱۰)}{۲} = ۷m/s$$

(۷۷)

$$x = ۲t^2 - ۳t - ۸$$

$$x_i = -۸m$$

$$x_f = -۶m$$

(الف)

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$v_{av} = \frac{-۶ - (-۸)}{۲ - ۰} = ۱m/s$$

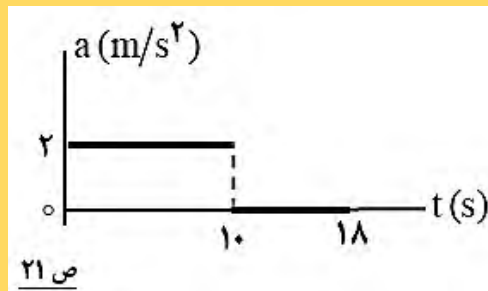
$$\frac{1}{2}a = ۲$$

$$a = ۴m/s^2$$

(ب)

ص. ۵ و ۱۷

(۷۸)



ص ۲۱

$$\Delta x = \left(\frac{10 \times 20}{2} \right) + (8 \times 20) = 260 \text{ m}$$

(الف)

$$a_1 = \frac{20 - 0}{10} = 2 \text{ m/s}^2$$

(ب)

(۷۹)

$$\Delta x = \frac{1}{2} a t^2 + v_0 t$$

$$\Delta x = \frac{1}{2} \times (1/5) \times (4)^2 + \dots$$

$$\Delta x = 12 \text{ m}$$

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$v_{av} = \frac{12}{4} = 3 \text{ m/s}$$

$$v_{av} = 3 \text{ m/s}$$

ص ۱۷

(۸۰)

$$x = vt + x_0$$

$$0 = 2v + (-4)$$

$$v = 2 \text{ m/s}$$

$$x = 2t - 4$$

ص ۱۳

(۸۱)

(الف) تندشونده اندازه سرعت متحرک افزایش یافته است. ص ۱۶

(ب) ص ۱۸

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta x \quad 64 = 16 + 2 \times 20 \times a \quad a = 1/2 \text{ m/s}^2$$

(پ) ص ۱۵

$$v_{av} = \frac{v_1 + v_2}{2}$$

$$v_{av} = \frac{8 + 4}{2}$$

$$v_{av} = 6 \text{ m/s}$$

(۸۲)

(الف) تند شونده اندازه سرعت افزایش یافته است. ص ۱۶

(ب) ص ۲۰

$$l = \frac{1 \times 1}{2} + \left| \frac{3 \times (-3)}{2} \right|$$

$$l = 0/5 + 4/5 = 5 \text{ m}$$

(۸۳)

(الف) ص ۱۷

$$\Delta x = x_2 - x_1 = (4 - 8 + 3) - 3$$

$$\Delta x = -4 \text{ m}$$

(ب) ص ۱۷

$$\frac{1}{2} a = 1 \quad a = 2 \text{ m/s}^2$$

$$v = at + v_0$$

$$v = 2t - 4$$

(۸۴)

A : $a = 0$

B : $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$

$$a = \frac{60 - 0}{30 - 0} = 2 \text{ m/s}^2 \quad (\text{الف})$$

A : $\Delta x = vt = 60 \times 30 = 1800 \text{ m}$

(ب)

B : $\Delta x = \left(\frac{v + v_0}{2}\right)t = 30 \times 30 = 900 \text{ m}$

ص ۱۸ و ۱۱

(۸۵)

$$19 + 14 + 14 = 47 \text{ m} \quad (\text{پ})$$

(ب) ۴ ثانیه تا ۱۲ ثانیه

(الف) ۱۹ متر

(ت) صفر است چون جابجایی در این بازه زمانی صفر است.

ص ۹

(۸۶)

$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t \quad \Delta x = \frac{1}{2}(-2)t^2 + t = -t^2 + t \quad \Delta x = -9 + 3 - 0 = -6 \text{ m}$$

ص ۱۷

(۸۷)

$$v = 36 \text{ km/h} = 10 \text{ m/s} \quad v^2 = v_0^2 + 2a\Delta x \quad v^2 = 100 + (2 \times 1/5 \times 500) \quad v = 40 \text{ m/s}$$

ص ۱۸

(۸۸)

$$\Delta y = -\frac{1}{2}gt^2$$

$$-180 = -\frac{1}{2}gt^2$$

$$t = 6 \text{ s}$$

(الف)

$$v^2 = -2g\Delta y$$

$$v^2 = -2 \times 10 \times (-180) = 3600$$

$$v = -60 \text{ m/s}$$

(ب)

ص ۲۲

(۸۹)

$$\Delta y = -\frac{1}{2}gt^2$$

$$\Delta y_1 = -\frac{1}{2} \times 10 \times 36 \Rightarrow \Delta y_1 = -180 \text{ (m)}$$

$$\Delta y_2 = -\frac{1}{2} \times 10 \times 64 \Rightarrow \Delta y_2 = -320 \text{ (m)}$$

$$\Delta y = -320 + 180 = -140 \text{ (m)}$$

ص ۲۳

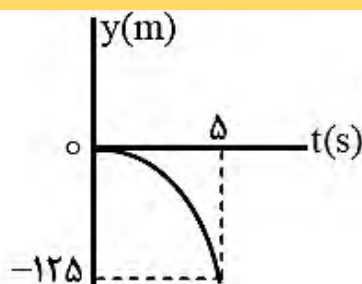
(۹۰)

(ب) رسم نمودار

$$\Delta y = -\frac{1}{2}gt^2 \quad (\text{الف})$$

$$-125 = -\frac{1}{2}gt^2$$

$$t = 5 \text{ s}$$



ص ۲۴

(۹۱)

$$\Delta y = -\frac{1}{2} g t^2$$

$$-۸۰ = -\frac{1}{2} g t^2$$

$$t = 4 \text{ s}$$

(الف)

$$v^2 = -2g\Delta y$$

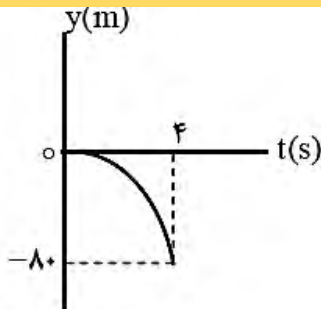
$$v^2 = -2 \times 10 \times (-۸۰) = ۱۶۰۰$$

$$v = -۴۰ \text{ m/s}$$

(ب)

ص ۲۸

(۹۲)



$$v = -gt$$

$$t = \frac{-۴۰}{-۱۰} = 4 \text{ s}$$

(الف)

$$v^2 = -2g\Delta y$$

$$h = |\Delta y| = \frac{۱۶۰۰}{۲۰} = ۸۰ \text{ m}$$

(ب)

(پ) نمودار

ص ۲۴

(۹۳)

$$\Delta y = -\frac{1}{2} g t^2 = -۴۵ \text{ m}$$

(الف)

$$v_{av} = \frac{\Delta y}{\Delta t}$$

$$v_{av} = \frac{-۴۵}{۳} = -۱۵ \text{ m/s}$$

(ب)

ص ۲۳

(۹۴)

$$v^2 - v_0^2 = -2g\Delta y$$

$$۱۶۰۰ = -2 \times ۱۰ \Delta y$$

$$h = |\Delta y| = -۸۰ \text{ m}$$

(الف)

$$\Delta y = -\frac{1}{2} g t^2$$

$$-۸۰ = -\frac{1}{2} g t^2$$

$$t = 4 \text{ s}$$

(ب)

ص ۲۲

$$\Delta y = v \Delta t$$

$$۶۰۰ = ۵ \Delta t \Rightarrow \Delta t = ۱۲۰ \text{ s}$$

ص ۱۳ و ۱۴

$$\frac{1}{2} a = ۴ \rightarrow a = ۸ \text{ m/s}^2$$

$$v_0 = -۲۰ \text{ m/s}$$

$$v = at - ۲۰$$

(الف)

ص ۱۷ و ۱۶ و ۱۵

$$\Delta x = ۴(۵)^2 - ۲۰(۵)$$

$$\Delta x = ۰$$

(ب)

تمرین

(۱) در جاهای خالی کلمه های مناسب بنویسید -

(الف) شیب خط مماس بر نمودار مکان زمان برابر با است - - .

(ب) مساحت زیر نمودار سرعت زمان برابر با است - - .

(پ) در حرکت بر روی خط راست علامت شتاب و سرعت مخالف است - .

(ت) خودرویی که رو به شمال در حرکت است ، ترمز می کند . شتاب این خودرو رو به است - .

(ث) شیب خط مماس بر نمودار سرعت زمان در هر لحظه برابر می باشد

(۲) کلمه یا عبارت صحیح را از داخل پرانتز انتخاب نموده و به پاسخ نامه انتقال دهید .

(الف) در حرکت کند شونده ، شتاب حرکت حتماً منفی است . (درست - نادرست)

(ب) در حرکت تند شونده روی خط راست بردار های سرعت و شتاب (هم جهت در خلاف جهت هم) هستند .

(پ) اگر حاصل ضرب $a \times V$ منفی باشد ، حرکت (کند شونده - تند شونده) است .

(ت) شیب خطی که نمودار مکان زمان را در دو لحظه قطع می کند ، برابر (سرعت متوسط - شتاب متوسط) بین آن دو نقطه است .

(ث) در حرکت یک بعدی اگر شتاب و سرعت هم علامت باشند ، حرکت (تند شونده کند شونده) است .

(ج) شیب خط مماس بر نمودار مکان زمان در هر نقطه ، برابر (شتاب لحظه ای - سرعت لحظه ای) متحرک است .

(۳) درستی یا نادرستی عبارات های زیر را با حروف (ص) یا (غ) مشخص کنید .

(الف) سرعت متوسط بین هر دو لحظه دلخواه را سرعت لحظه ای می گویند .

(ب) در حرکت با شتاب ثابت بر خط راست بردار های سرعت و شتاب ، هم جهت هستند .

(پ) شیب خط مماس بر نمودار مکان زمان برابر شتاب لحظه ای است .

(ت) شیب خط مماس بر نمودار مکان زمان در یک نقطه ، سرعت لحظه ای جسم در آن نقطه نامیده می شود .

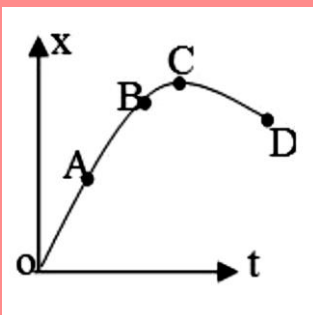
(۴) با توجه به شکل زیر در جاهای خالی کلمه ی مناسب بنویسید:

(الف) سرعت متحرک از نقطه ی A تا نقطه ی C می شود. (کم، زیاد)

(ب) این نمودار مربوط به حرکت است. (یکنواخت، شتابدار)

(پ) سرعت متوسط در کل مسیر است. (مثبت، منفی، صفر)

(ت) جهت حرکت در نقطه تغییر کرده است (C, B, A)

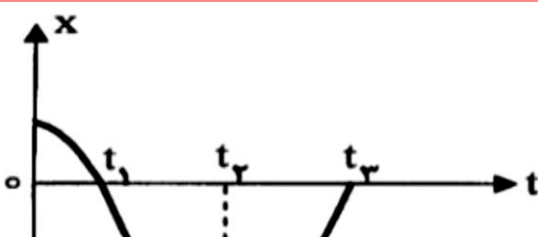


(۵) نمودار مکان زمان متحرکی که روی خط راست حرکت می کند به صورت شکل زیر است.

با دلیل پاسخ دهید:

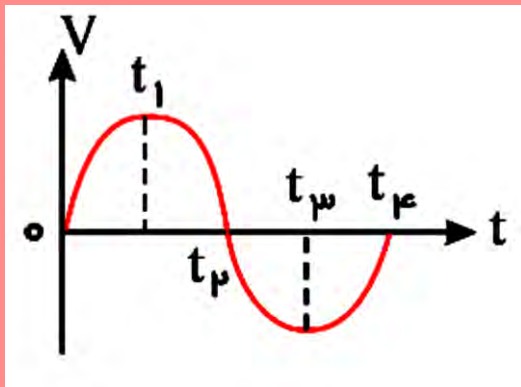
(الف) شیب خط واصل بین دو نقطه از این نمودار معرف چه

کمیتی است؟



ب) در چه لحظاتی متحرک از مبدا مکان گذشته است؟
پ) سرعت متوسط متحرک در بازه زمانی t_1 تا t_3 چقدر است؟

۶) نمودار سرعت - زمان متحرکی بر خط راست به صورت مقابل است در محدوده ی نمودار:

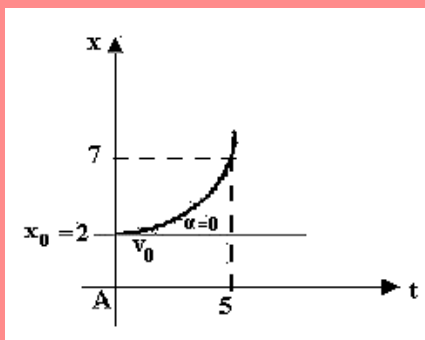


الف) در چه لحظه هایی سرعت بیشترین اندازه را دارد؟
ب) در چه لحظه هایی متحرک فاقد شتاب است؟
ج) نوع حرکت را در هر بازه تعیین کنید.

۷) نمودار مکان - زمان متحرکی که از حال سکون با شتاب ثابت به حرکت در می آید،

مطابق شکل می باشد. مطلوبست: الف) نوع حرکت ب) معادله حرکت

ج) سرعت این متحرک را در لحظه $t = 5\text{ s}$ بدست آورید.

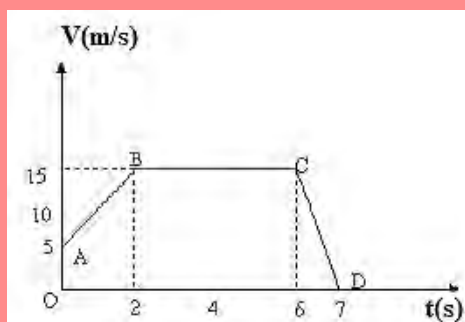


۸) نمودار تغییرات سرعت - زمان متحرکی مطابق شکل زیر است. مطلوبست:

الف) بزرگی شتاب و نوع حرکت در مرحله AB و BC

ب) شتاب حرکت در ثانیه آخر

پ) اندازه جابجایی متحرک در این مدت



۹) اتومبیلی از حال سکون و با شتاب ثابت 2 m/s^2 روی خط راست شروع به حرکت می کند پس از ۵ ثانیه به مدت ۲۰s سرعت ثابت به حرکت خود ادامه می دهد.

الف) سرعت متوسط آن را در مدت ۲۵ ثانیه محاسبه کنید.

(ب) نمودار سرعت-زمان آن را رسم کنید.

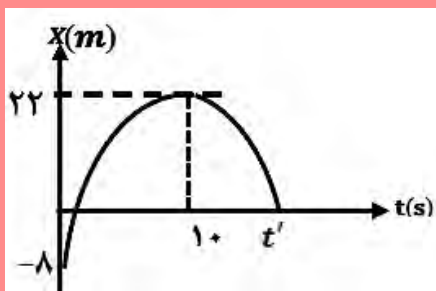
(۱۰) اتومبیلی در مسیری مستقیم با شتاب ثابت از حال سکون شروع به حرکت می کند و پس از ۱۰ ثانیه سرعتش به 20 m/s می رسد سپس به مدت ۲۵ ثانیه با همین سرعت به حرکتش ادامه می دهد و پس از آن ترمز می کند و بعد از ۵ ثانیه متوقف می شود اگر در مدت ترمز کردن شتاب ثابت باشد تعیین کنید.

(الف) شتاب و نوع حرکت در هر مرحله .

(ب) جا به جایی کل

(ج) نمودار سرعت - زمان را از لحظه شروع تا لحظه توقف رسم کنید.

(۱۱) نمودار مکان زمان متحرکی که با شتاب ثابت روی خط راست در حرکت است مطابق شکل است .

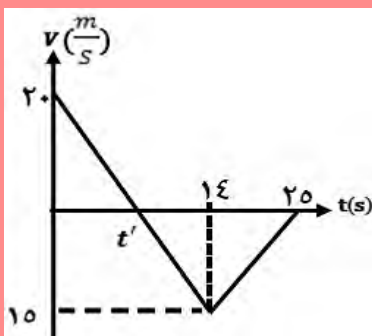


معین کنید :

(الف) سرعت اولیه متحرک

(ب) شتاب حرکت

(۱۲) اتومبیل در کنار جاده ای مستقیم ساکن است در یک لحظه کامیونی با سرعت ثابت 20 m/s از کنار آن عبور می کند. اگر پس از 20 s اتومبیل با شتاب 1 m/s^2 شروع به حرکت کند در چه مکانی و با چه سرعتی به کامیون خواهد رسید؟



(۱۳) نمودار سرعت - زمان متحرکی مطابق شکل است.

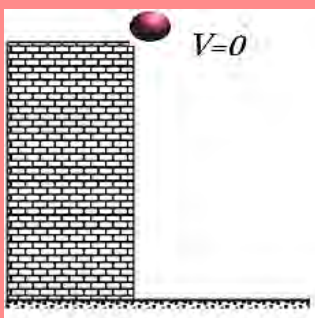
اندازه ی شتاب و جابجایی متحرک را در مرحله کند شونده حرکت حساب کنید .

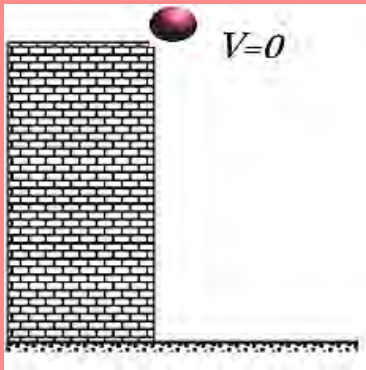
(۱۴) گلوله ای در شرایط خلا را از ارتفاع h رها می کنیم در لحظه ای که

به 50 متری سطح زمین می رسد سرعتش 15 m/s می شود این

گلوله چند ثانیه پس از رها شدن به زمین می رسد و سرعت برخورد

آن با سطح زمین چند متر بر ثانیه است؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$)





۱۵) گلوله ای در شرایط خلا را از ارتفاع h رها می کنیم در لحظه ای که به ۵۰ متری سطح زمین می رسد سرعتش 15 m/s می شود این گلوله چند ثانیه پس از رها شدن به زمین می رسد و سرعت برخورد آن با سطح زمین چند متر بر ثانیه است؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

معرفی درس

دینامیک شاخه ای از مکانیک است که حرکت و سکون اجسام را با توجه به نیروهای وارد بر آن آنها مورد مطالعه قرار می دهد.

در امتحان نیمسال اول بارم این فصل برای رشته ریاضی $۸/۲۵$ و برای امتحان نهایی خرداد و شهریور و دی ماه ۴ نمره می باشد

در امتحان نیمسال اول بارم این فصل برای رشته تجربی $۸/۵$ و برای امتحان نهایی خرداد و شهریور و دی ماه $۴/۲۵$ نمره می باشد

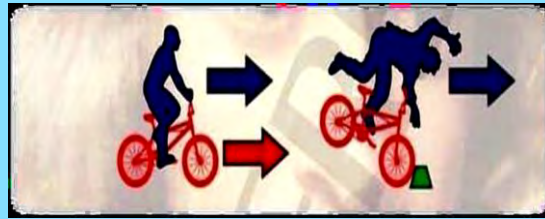
درسنامه ۱

قوانین نیوتن درباره ی حرکت:

قانون اول نیوتن:

اگر به جسمی هیچ نیرویی اثر نکند، جسم در حال سکون، ساکن می ماند و جسم در حال حرکت، به

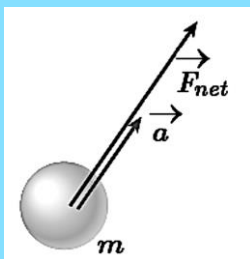
حرکت با سرعت ثابت روی خط راست تا ابد ادامه می دهد.



یک بحث مهم در این قسمت (لختی) است. بر اساس قانون اول نیوتون، اجسام تمایل دارند وضعیت حرکت خود را هنگامی که نیروی خالص وارد بر آنها صفر است، حفظ کنند. یعنی اگر ساکن باشند ساکن باقی بمانند و اگر در حال حرکت باشند، به حرکت خود با سرعت ثابت ادامه دهند.

قانون دوم نیوتن:

اگر به جسمی نیرویی وارد شود، جسم در راستا و جهت برآیند نیروهای وارد شتابی می گیرد که مقدار آن از رابطه زیر بدست می آید.



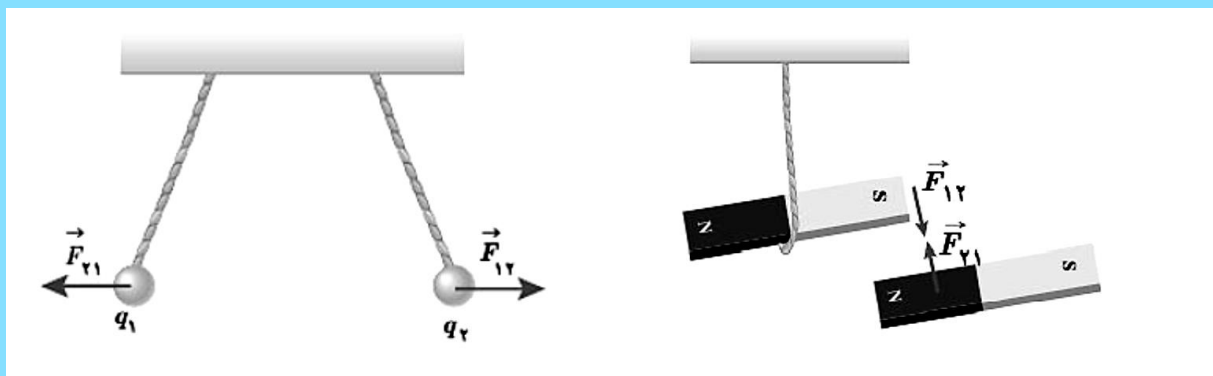
$$\vec{F}_{net} = m\vec{a}$$

توجه! در مسایل دینامیک که نیروها به حالت دو بعدی به جسم وارد می شود، معمولاً دو معادله نیرو مینویسیم، یکی در جهت x و دیگری در جهت y .

نکته: همیشه جهت برآیند نیروها و شتاب یکسان است. در مسایلی که جهت شتاب و نیرو داده نشده است، به دلخواه یک جهت برای شتاب یا نیرو در نظر بگیرید ولی توجه داشته باشید که این جهت مثبت نیرو، همان جهت مثبت شتاب است.

قانون سوم نیوتن:

برای هر عملی، عکس العملی وجود دارد که مقدار آن مساوی و جهتش مخالف جهت نیروی عمل است.



در مورد قانون سوم نیوتن توجه به دو نکته ضروری است.

۱: دو نیروی کنش و واکنش، به دو جسم متفاوت اثر میکنند، لذا این نیروها قابل برآیند گیری نیستند.
 ۲: گرچه نیروهای عمل و عکس العمل مساویند ولی آثار یکسانی ندارند، چون شرایط دو جسم یکسان نمی باشد، مثلاً اگر اسب گاری را با نیروی ۱۰۰۰ نیوتن به جلو بکشد، گاری نیز اسب را با همان نیرو رو به عقب خواهد کشید. اما گاری رو به جلو حرکت می کند و اسب به عقب حرکت نخواهد کرد. علت این موضوع آن است که اصطکاک بین چرخ های گاری و زمین غلتشی است ولی اصطکاک بین کف پاهای اسب با زمین لغزشی می باشد و اصطکاک غلتشی به مراتب کمتر از اصطکاک لغزشی است و در کل شرایط دو جسم متفاوت است.

مثال (۱) دانش آموزی روی صندلی اتوبوس نشسته است و توپ او نیز کنار صندلی روی کف اتوبوس قرار دارد. ناگهان اتوبوس به راه می افتد و توپ به سمت انتهای اتوبوس قل می خورد. دانش آموز از این که بدون وارد شدن نیرویی، توپ به سمت عقب حرکت کرده است، نتیجه می گیرد قانون اول نیوتن در اتوبوس صدق نمی کند. چگونه او را توجیه می کنید؟

مشاهده دانش آموز درست اما نتیجه گیری او اشتباه است. در واقع به توپ نیرویی وارد نشده و توپ در جای خود ساکن است و این اتوبوس و دانش آموز هستند که به سمت جلو حرکت می کنند. به همین علت او فکر می کند توپ به سمت عقب حرکت می کند ولی این طور نیست.
 ناظری که کنار خیابان ایستاده و با اتوبوس حرکت نمی کند، می تواند این موضوع را تشخیص دهد که اتوبوس و دانش آموز در حال حرکت به جلو هستند و توپ نسبت به زمین در جای اولیه خود ساکن است.

مثال (۲) راننده خودرویی به جرم ۲ تن که با سرعت ۳۶ کیلومتر بر ساعت در یک مسیر مستقیم و افقی در حرکت است، با دیدن مانعی ترمز می کند. در اثر ترمز، خودرو با طی مسافت ۴ متر می ایستد. نیروی مقاوم وارد شده بر خودرو چند نیوتون است؟

ابتدا با استفاده از معادله مستقل از زمان حرکت با شتاب ثابت بر روی خط راست، شتاب حرکت را حساب می کنیم. چون خودرو در نهایت می ایستد تندی نهایی صفر دارد.

$$v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0)$$

$$0 = 100 + 2a(4) \rightarrow a = -12.5 \frac{m}{s^2}$$

با توجه به اینکه نیروی مقاوم در خلاف جهت حرکت است و نیروی پیشرانی هم در حین ترمز کردن وجود ندارد، می توان نیروی خالص وارد بر خودرو را به صورت زیر نمایش داد.

$$F_{net} = F_{پیشران} - F_{مقاومت} = 0 - f = -f$$

$$-f = ma \rightarrow f = -ma = -2000 \times (-12.5) = 25000N$$



مثال ۳) اسکیت بازی کنار دیواری ایستاده و دیوار را با نیروی 70 N هل می دهد؟
 الف) نیرویی که دیوار به شخص وارد می کند ، چند نیوتن و در چه جهتی است؟
 ب) شتاب لحظه شروع حرکت اسکیت باز چند متر بر مجذور ثانیه است؟

الف) 70 نیوتن و به سمت چپ

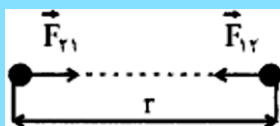
ب) $F_{net} = ma \rightarrow 70 = 50 \times a \rightarrow a = \frac{70}{50} = \frac{1}{4} \text{ m/s}^2$

درسنامه ۲

انواع نیروها در دینامیک: نیرو یک کمیت برداری است، بنابراین در تمام مسایل دینامیک علاوه بر مقدار باید جهت صحیح نیرو ها را در نظر گرفت

الف - نیروی گرانشی نیوتن:

دو جسم همواره به هم نیروی گرانشی وارد می کنند. این نیرو ربایشی است و مقدار آن از رابطه زیر بدست می آید.



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

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

G = ثابت جهانی گرانش که معمولاً در صورت سوال مقدار آن داده می شود و یا در تناسب نویسی حذف می شود.

نکته: این نیرو بین دو جسم مختلف صرف نظر از کوچکی و بزرگی و فاصله آن ها وجود دارد ولی اگر جرم دو جسم کم باشد و یا فاصله آن دو زیاد باشد، مقدار آن بسیار ناچیز است.

ب- نیروی وزن:

نیرویی که از طرف زمین بر اجسام وارد می شود و آنها را به سمت مرکز زمین می کشد نیروی وزن نام دارد. نیروی وزن را با W نمایش می دهند و رابطه آن $W = mg$ می باشد. جهت وزن و در نتیجه شتاب گرانشی در تمام نقاط در اطراف زمین به سمت مرکز زمین است.



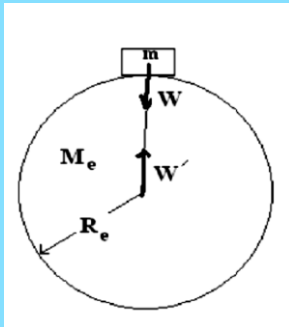
در هر نقطه از سطح زمین، جهت نیروی وزن، به سمت مرکز زمین است.



جرم جسم در مکان های مختلف ثابت ولی چون شتاب گرانش در



مکان های مختلف متفاوت است، وزن جسم نیز متناسب با آن تغییر می کند.



طبق قانون سوم نیوتن، عکس العمل نیروی وزن به مرکز زمین وارد می شود که در شکل با W' نشان داده شده است.

$$M_e = \text{جرم زمین} \quad R_e = \text{شعاع زمین}$$

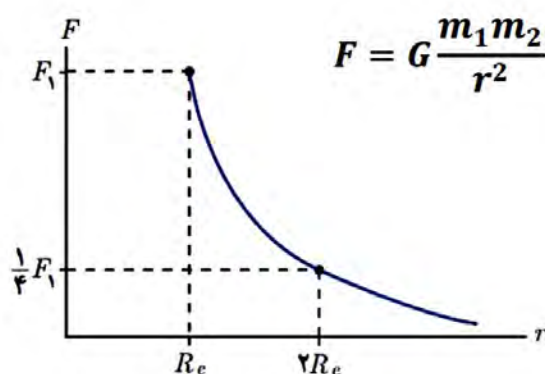
نیروی وزن در واقع نیروی گرانشی است که زمین به اجسام اطراف خود وارد می کند.

پس: $F_G = G \frac{mM_e}{(R_e + h)^2}$ نیروی گرانشی بین زمین و جسم

$$F_G = W \rightarrow G \frac{mM_e}{(R_e + h)^2} = mg \rightarrow g = G \frac{M_e}{(R_e + h)^2}$$

در سطح زمین $h = 0$ بنابراین g در سطح زمین برابر خواهد بود با: $g = G \frac{M_e}{R_e^2}$

نمودار نیروی گرانشی وارد بر ماهواره بر حسب فاصله ی آن از مرکز زمین



نسبت شتاب گرانش زمین در فاصله ی دلخواه به شتاب گرانش روی سطح زمین $\frac{g'}{g} = \left(\frac{R_e}{r}\right)^2$

پ) نیروی مقاومت شاره: وقتی جسمی در یک شاره (مایع-گاز) قرار دارد و نسبت به آن حرکت می کند، از طرف شاره بر آن نیرویی درخلاف جهت حرکت جسم، به آن وارد می شود که به آن نیروی مقاومت شاره می گوئیم.

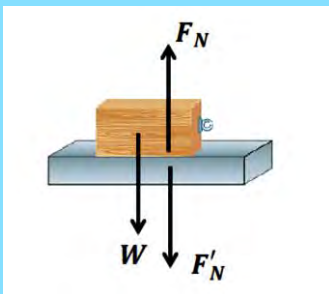
- ✓ نیروی مقاومت شاره به بزرگی جسم و تندی آن بستگی دارد، هرچه تندی جسم بیشتر باشد نیروی مقاومت شاره بیشتر است
- ✓ نیروی مقاومت شاره را با f_D نشان داده و اگر جسم در هوا حرکت کند، به این نیروی مقاوم هوا می‌گوییم.
- ✓ نیروی مقاومت شاره با نیروی شناوری متفاوت است.



هنگامی که جسم در داخل یک شاره سقوط می‌کند، سرعت آن رفته رفته کاهش می‌یابد و نیروی مقاومت آن کم شده تا اینکه نیروی وزن جسم با نیروی مقاومت شاره برابر می‌شود یعنی نیروهای وارد بر جسم متوازن شده و جسم با تندی ثابتی موسوم به تندی حدی سقوط می‌کند.

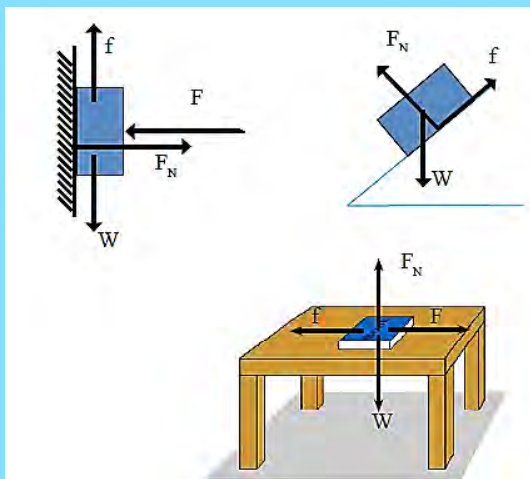
مثلاً تندی حدی برای چتر باز $5m/s$ و برای قطره باران $7m/s$ است.

(ت) نیروی عمودی سطح (تکیه‌گاه): اگر جسمی به سطحی تکیه کند در سطح تماس نیروی از طرف سطح به جسم وارد می‌شود. این نیرو که همیشه عمود بر سطح و جهت آن به طرف جسم است، نیروی عمودی تکیه‌گاه نام دارد و با N یا F_N نشان داده می‌شود.



- ✓ واکنش نیروی عمودی سطح از جسم به سطح وارد می‌شود که در شکل نشان داده شده است.

نیروی عمودی ناشی از تغییر شکل سطح تماس دو جسم است. مثلاً اگر جسم سنگینی را روی اسفنجی قرار دهیم تغییر شکل اسفنج به خوبی دیده می‌شود.



برای محاسبه نیروی عمودی تکیه‌گاه قانون دوم نیوتن را در راستای عمود بر سطح می‌نویسیم.

اگر جسم در راستای عمود بر سطح ساکن باشد، برای محاسبه نیروی عمودی تکیه‌گاه، برآیند نیروهای طرفین سطح را مساوی صفر قرار می‌دهیم.

(ث) نیروی اصطکاک: اگر مطابق شکل به جسمی نیروی F اثر کند ولی جسم حرکت نکند، نیرویی که مانع

حرکت جسم است نیروی اصطکاک ایستایی نام دارد.



چون جسم ساکن است بر آیند نیروهای وارد بر آن صفر است، لذا: $F = f_s$ یعنی نیروی اصطکاک ایستایی برابر نیرویی است که می خواهد جسم را به حرکت در آورد ولی موفق نمی شود.

نیروی اصطکاک ایستایی یک نیروی متغیر است و با افزایش نیروی محرک افزایش می یابد تا اینکه جسم در آستانه حرکت قرار گیرد در این صورت نیروی اصطکاک ایستایی به بیشترین مقدار خود می رسد که به آن نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه می گوئیم.



تذکر: نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه بیشترین نیروی اصطکاک ایستایی است و در موارد بسیاری نیروی اصطکاک ایستایی از مقدار بیشینه خود کمتر است و مقدار آن را از حل معادله نیرو بدست می آوریم. نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه به نیروی عمودی تکیه گاه وابسته است و مقدار آن از رابطه زیر بدست می آید و جهت آن همیشه مخالف با بر آیند نیرویی است که قصد دارد جسم را به حرکت در آورد.

$$f_{smax} = \mu_s F_N$$

نیروی اصطکاک ایستایی فقط در آستانه حرکت به ضریب اصطکاک ایستایی و نیروی عمودی تکیه گاه بستگی دارد. قبل از آستانه حرکت فقط به نیروی موازی با سطح بستگی دارد.

ضریب اصطکاک به جنس سطوح تماس، زبری و نرمی سطوح، دما و رطوبت بستگی دارد.

اگر نیروی محرک بیشتر از نیروی اصطکاک ایستایی شود در این صورت جسم حرکت می کند و اصطکاک از نوع جنبشی یا لغزشی و ثابت خواهد بود. (مگر آن که جنس سطوح تماس یا نیروی عمودی سطح تغییر کند.)

$$f_k = \mu_k F_N$$

برای حل مسائل اصطکاک (اگر جسم ساکن باشد) ابتدا نیروی اصطکاک $f_{smax} = \mu_s F_N$ را محاسبه کرده و سپس با نیروی محرک F مقایسه می کنیم

۱) if: $f_{smax} > F \Rightarrow$ جسم ساکن می ماند $\Rightarrow f_s = F$ نیروی اصطکاک

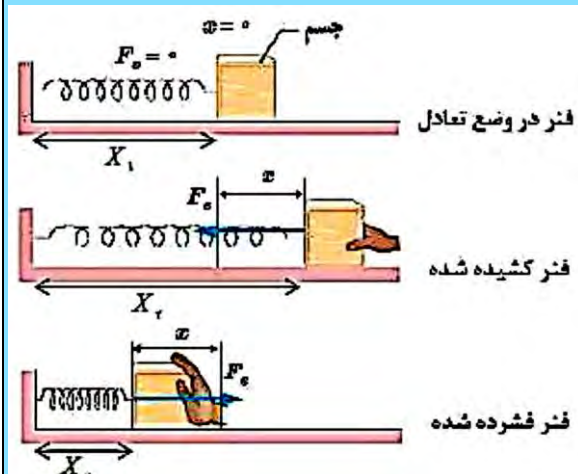
۲) if: $f_{smax} = F \Rightarrow$ جسم در آستانه حرکت است $\Rightarrow f_{smax} = \mu_s N$ نیروی اصطکاک

۳) if: $f_{smax} < F \Rightarrow$ جسم در حال حرکت است $\Rightarrow f_k = \mu_k N$ نیروی اصطکاک

✓ اگر جسمی را روی یک سطح افقی پرتاب کنیم، تنها نیرویی که به جسم شتاب می دهد نیروی اصطکاک جنبشی می باشد که در اینصورت شتاب حرکت جسم مستقل از جرم جسم بوده و از رابطه روبرو محاسبه می شود:

$$a = -\mu_k g$$

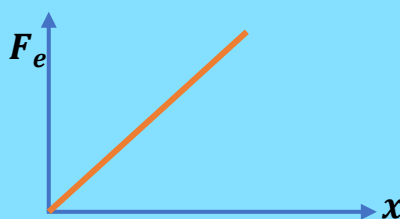
(ج) نیروی کشسانی فنر: به نیرویی گفته می شود که در اثر تغییرات طول فنر ظاهر می شود و این نیرو همواره در جهتی است که می خواهد فنر را به حالت عادی خود برساند.



نیروی کشسانی فنر با اندازه تغییر طول فنر رابطه مستقیم دارد.
قانون هوک:

$$F_e = K\Delta L = Kx \rightarrow \Delta L = x = x_2 - x_1$$

K ثابت فنر است و به مشخصات فیزیکی فنر مانند جنس و شکل و اندازه فنر بستگی دارد. واحد آن N/m است.
 x تغییر طول فنر است.



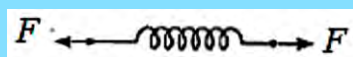
نمودار نیروی کشسانی فنر بر حسب تغییرات طول فنر:

$$\tan \alpha = K$$



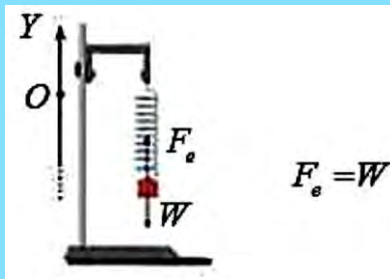
هرچه شیب نمودار بیشتر باشد، ثابت فنر بیشتر، در نتیجه فنر سخت تر است.

اگر فنری را از دو طرف با نیروی بکشیم، نیروی کشش فنر خواهد بود.

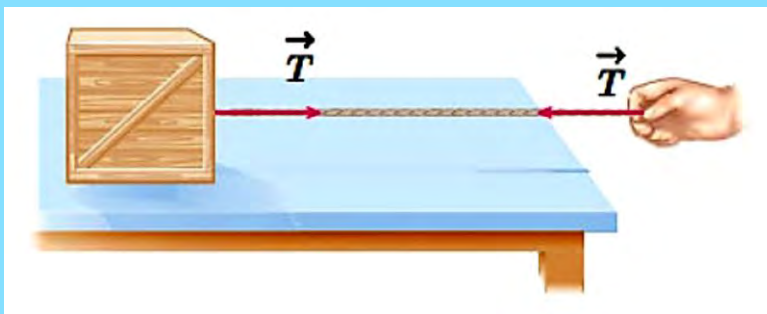


اگر فنری را به n قسمت مساوی تقسیم کنیم، ثابت هر قسمت n برابر ثابت فنر اولیه خواهد بود.

اگر وزنه ای را به فنری سبک ببندیم و فنر را در راستای قائم آویزان کنیم، در وضع تعادل، نیروی کشسانی فنر با وزن وزنه برابر است.



(چ) **نیروی کشش طناب:** نخ کشیده به اجسام متصل به خود نیرویی وارد می کند تا آنها را مقید به خود نگه دارد. این نیرو در راستای نخ و جهت آن از طرف جسم به طرف نخ می باشد. این نیرو، نیروی کشش نخ نامیده می شود. اگر از جرم نخ صرف نظر کنیم نیروی کشش نخ تمام نقاط آن مساوی خواهد بود.



محاسبه نیروی کشش نخ: برای محاسبه نیروی کشش نخ، سیستم را در نقطه ای که می خواهیم کشش را به دست آوریم برش زده و قانون دوم نیوتن را برای یکی از قسمت های مورد نظر می نویسیم.

مثال ۱: دو جسم به جرم های یکسان m در فاصله r به هم نیروی گرانشی ۶۴ نیوتن وارد می کنند. اگر دو کیلوگرم از جرم یکی برداریم و روی دیگری قرار دهیم نیرویی که در همان فاصله به هم وارد می کنند ۶۰ نیوتن می شود. m چند کیلوگرم است؟

جواب: در بیشتر مسایل فیزیک از تناسب بهره می گیریم. در استفاده از روش تناسب اعداد و ثابت ها و متغیرهایی که مقدار آن در مساله مورد نظر تغییر نمی کند را از فرمول حذف می کنیم، به عبارت دیگر فقط پارامترهایی که در مساله تغییر کرده اند را در نظر می گیریم. در این مساله فقط مقدار دو جرم تغییر کرده است، پس:

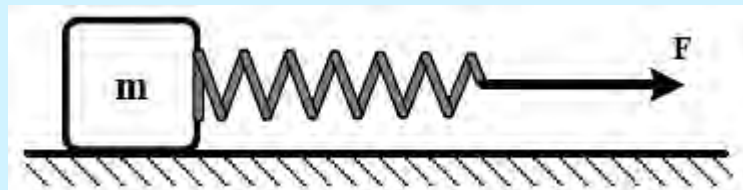
$$F \propto m_1 m_2 \rightarrow \frac{64}{60} = \frac{m \cdot m}{(m-2) \cdot (m+2)} \rightarrow \frac{16}{15} = \frac{m^2}{m^2-4} \rightarrow 15m^2 = 16m^2 - 64$$

$$\rightarrow m^2 = 64 \rightarrow \begin{cases} m=8 & \text{ق ق} \\ m=-8 & \text{غ ق ق} \end{cases}$$

مثال ۲: ماهواره ای در مداری که فاصله اش از سطح زمین نصف شعاع زمین است به دور زمین می چرخد. وزن ماهواره روی زمین چند برابر وزن آن در این مدار است؟

$$W \propto \frac{1}{R^2} \rightarrow \frac{W_1}{W_2} = \frac{R_2^2}{R_1^2} = \frac{2^2}{1^2} = 4$$

مثال ۳: در شکل زیر روی یک میز افقی بدون اصطکاک جسمی به فنری متصل است و جسم با نیروی افقی کشیده می شود. وقتی $F = ۱۲N$ است طول فنر ۲۶ سانتی متر می باشد و وقتی $F = ۲۰N$ شده، طول فنر ۳۰ سانتی متر می شود. طول اولیه فنر (طول تعادل) و ضریب سختی آن چقدر است؟



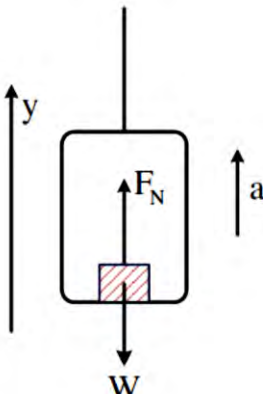
چون ثابت فنر در دو حالت یکسان است، پس در تناسب حذف می شود.

$$F \propto (x_2 - x_1) \rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{(x_2' - x_1)}{(x_2 - x_1)} \rightarrow \frac{۲۰}{۱۲} = \frac{(۳۰ - x_1)}{(۲۶ - x_1)} \rightarrow x_1 = ۲۰ \text{ cm}$$

حال که مقدار اولیه طول فنر به دست آمد، به جایگذاری در یکی از حالات مساله مقدار K بدست می آید.

$$۲۰ = K(۳۰ - ۲۰) \rightarrow K = ۲ \frac{N}{\text{cm}} = ۲ \frac{N}{\text{cm}} * \frac{۱۰۰ \text{ cm}}{m} = ۲۰۰ \text{ N/m}$$

مثال ۴: دانش آموزی به جرم ۶۰ kg روی یک ترازوی فنری در آسانسور ساکن، ایستاده است. آسانسور با شتاب $۱/۲ \text{ m/s}^2$ به طرف بالا شروع به حرکت می کند. در این حالت ترازو چند نیوتن را نشان می دهد؟ ($g = 9.8 \text{ m/s}^2$)



عدد ترازو = F_N

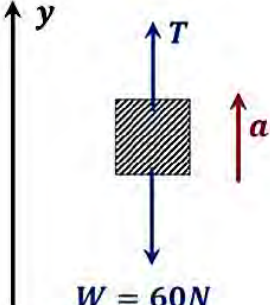
$$F_N - mg = ma$$

$$F_N = mg + ma$$

$$F_N = 60 \times 9.8 + 60 \times 1.2$$

$$F_N = 588 + 72 = 660 \text{ N}$$

مثال ۵: جسمی به وزن ۶۰ نیوتن را با طناب سبکی به طرف بالا می کشیم. اگر شتاب ثابت رو به بالای جسم ۲ m/s^2 باشد، نیروهای وارد بر جسم را رسم کرده و نیروی کشش طناب را بدست آورید. ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

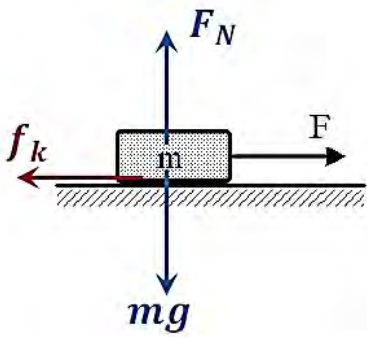


$$T - W = ma$$

$$T - 60 = 6 \times 2$$

$$T = 72 \text{ N}$$

مثال ۶: جسمی به جرم 2 kg با تندی ثابت روی سطح افقی با نیروی 10 نیوتن کشیده می شود. ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح را حساب کنید. ($g = 10\text{ m/s}^2$)

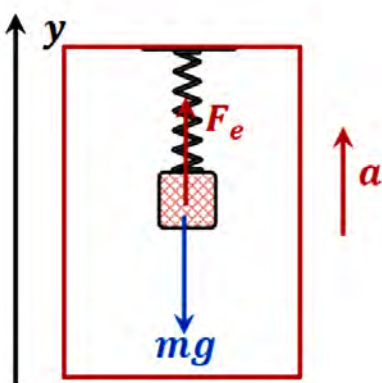


راستای $y \rightarrow F_N = mg = 40\text{ N}$

راستای $x \rightarrow F = f_k = 10\text{ N}$ (سرعت ثابت)

$f_k = \mu_k F_N \rightarrow 10 = \mu_k \times 40 \rightarrow \mu_k = \frac{1}{4}$

مثال ۷: فنری به طول 20 cm و ثابت 40 N/cm را از سقف یک آسانسور آویزان کرده و جسمی به جرم 2 kg را به انتهای فنر وصل می کنیم. اگر آسانسور با شتاب ثابت 2 m/s^2 به طرف بالا شروع به حرکت کند، طول فنر چند سانتی متر می شود؟ ($g = 10\text{ m/s}^2$)



$F_e - mg = ma$

$F_e = mg + ma = 20 + 2 \times 2$

$F_e = 24\text{ N}$

$F_e = kx \rightarrow x = \frac{F_e}{k} = \frac{24}{4000} = 0.006\text{ m}$

$x = 0.6\text{ cm} \rightarrow l_2 = 20 + 0.6 = 20.6\text{ cm}$

درسنامه ۳

تکانه (اندازه حرکت جسم): حاصلضرب جرم جسم در سرعت آن برابر تکانه جسم است که با P نشان می

$$\vec{P} = m\vec{V}$$

دهیم. یک کمیت برداری است و واحد آن $\frac{\text{kgm}}{\text{s}}$ است.

جهت بردار تکانه در جهت بردار سرعت جسم است.

تغییرات تکانه:

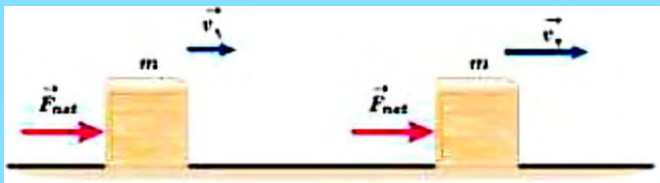
$$\Delta \vec{P} = m \Delta \vec{V}$$

جهت بردار تغییرات تکانه در جهت بردار تغییرات سرعت جسم است.

- ✓ نمودار تکانه - زمان هر متحرکی از نوع نمودار سرعت - زمان آن متحرک است. یعنی اگر نمودار سرعت - زمان متحرکی خط راست باشد، نمودار تکانه - زمان آن نیز خط راست است. یا اگر هر نوع منحنی دیگری باشد، نمودار تکانه - زمان نیز همان منحنی است.
- ✓ اگر نمودار تکانه - زمان جسمی از محور زمان دور شود، حرکت جسم تند شونده و اگر به محور زمان نزدیک شود حرکت آن کند شونده می باشد.

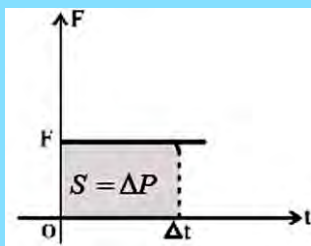
بیان قانون دوم نیوتن با استفاده از مفهوم تکانه (برای نیروی ثابت):

نیروی خالص وارد بر جسم با آهنگ تغییرات تکانه آن جسم برابر است.



$$F_{net} = \frac{\Delta P}{\Delta t}$$

- ✓ سطح زیر نمودار نیرو - زمان با تغییرات تکانه جسم برابر است.



$$S = \Delta P$$

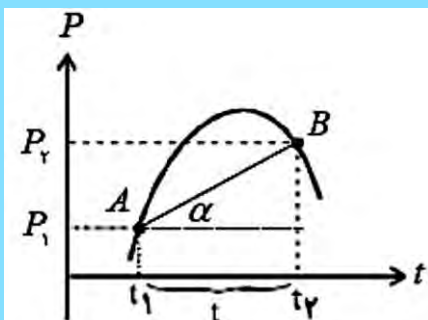
ضربه: حاصلضرب نیرو در زمان اثر نیرو را ضربه می گوئیم.

تغییرات تکانه جسم را ضربه مؤثر بر جسم می گوئیم.

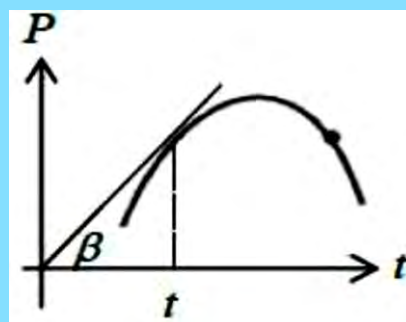
$$\Delta P = F \Delta t$$

- ✓ شیب خطی که دو نقطه از نمودار تکانه - زمان را به هم وصل می کند، برابر نیروی متوسط وارد بر جسم است.

- ✓ شیب خط مماس بر نمودار تکانه - زمان در هر لحظه با نیروی خالص وارد بر جسم در آن لحظه برابر است.



$$\tan \alpha = \bar{F}_{net}$$



$$\tan \beta = F_{net}$$

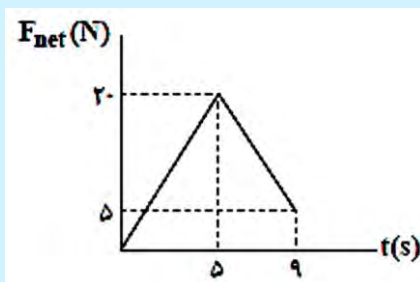
رابطه انرژی جنبشی جسم با تکانه جسم:

$$K = \frac{1}{2} m V^2 = \frac{P^2}{2m}$$

مثال ۸: تویی با جرم ۲۰۰ گرم با سرعت $5m/s$ به دیواری برخورد کرده و با سرعت $3m/s$ در همان راستا و در خلاف جهت بر می گردد. اگر زمان تماس برخورد با دیوار 0.1 ثانیه باشد، نیروی متوسطی که در اثر این برخورد بر توپ وارد می شود چند نیوتن است؟

$$\bar{F}_{net} = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{m \Delta V}{\Delta T} = \frac{0.2 \times (-3 - 5)}{0.1} = -16N$$

مثال ۹: نمودار نیروی خالص - زمان برای جسمی به جرم $2kg$ که از حال سکون روی خط راست شروع به حرکت می کند مانند شکل زیر است. تندی جسم در لحظه $t = 9s$ چند متر بر ثانیه است؟



$$S = \Delta P \rightarrow S = \left(\frac{5 \times 20}{2} \right) + \left(\frac{5 + 20}{2} \right) \times 4 = 100$$

$$\Delta P = m \Delta V \rightarrow 100 = 2 \Delta V \rightarrow \Delta V = 50 m/s$$

$$\Delta V = V_f - V_i \rightarrow 50 = V_f - 0 \rightarrow V_f = 50 m/s$$

مثال ۱۰: جرم جسم A ، $\frac{1}{4}$ برابر جرم جسم B و انرژی جنبشی آن، ۲ برابر انرژی جنبشی جسم B است.

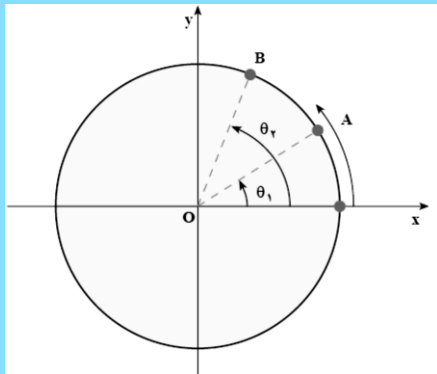
$$\frac{K_A}{K_B} = \left(\frac{P_A}{P_B} \right)^2 \times \frac{m_B}{m_A} \rightarrow 2 = \left(\frac{P_A}{P_B} \right)^2 \times \frac{1}{4}$$

تکانه جسم A چند برابر تکانه جسم B می باشد؟

$$\left(\frac{P_A}{P_B} \right)^2 = 8 \rightarrow \frac{P_A}{P_B} = 2\sqrt{2}$$

درسنامه ۴ (ویژه رشته ریاضی)

حرکت دایره ای: این نوع حرکت مربوط به متحرکی است که بر مسیر دایره به شعاع ثابت R حرکت می کند.



شعاع حامل متحرک در بازه ی زمانی معین زاویه ی $\Delta\theta$ را طی می کند که نسبت $\frac{\Delta\theta}{\Delta t}$ را سرعت زاویه ای متوسط می گویند. واحد این کمیت رادیان بر ثانیه است.

$$\bar{\omega} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

حرکت دایره ای یکنواخت:

هرگاه اندازه ی سرعت زاویه ای ذره ای که بر روی مسیر دایره ای در حرکت است ثابت بماند حرکت را دایره ای یکنواخت می گویند. در چنین حرکتی، سرعت زاویه ای متوسط در هر بازه زمانی با سرعت زاویه ای لحظه ای برابر است. معادله این حرکت بصورت زیر است:

$$\theta = \omega t + \omega_0$$

در این حالت می توان تعداد دورهای کامل در یک ثانیه یعنی بسامد (f) و مدت زمان یک دور کامل یعنی دوره

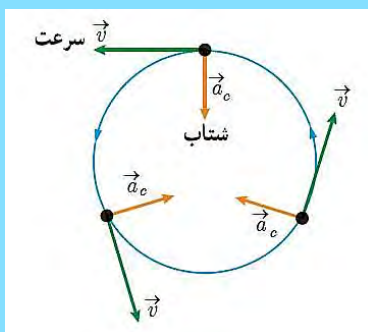
$$T \text{ (را تعریف نمود). } T = \frac{t}{N}, \quad f = \frac{N}{t} \rightarrow T = \frac{1}{f}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

سرعت خطی حرکت دایره ای: یک کمیت برداری است و این بردار مماس مسیر حرکت است.

$$V = r\omega$$

شتاب حرکت دایره ای: در حرکت دایره ای یکنواخت بردار سرعت لحظه ای مماس بر مسیر حرکت است. با آنکه اندازه ی سرعت ثابت است. ولی جهت و راستای آن تغییر می کند. به علت تغییر راستای بردار سرعت $\Delta V \neq 0$ ، بنابر این حرکت دایره ای یکنواخت یک حرکت شتابدار خواهد بود. که راستای این شتاب در راستای شعاع دایره و جهت آن نیز به سمت مرکز دایره است به همین دلیل این شتاب را جانب مرکز یا مرکز گرا نیز می نامند.



$$a = \frac{V^2}{r} = r\omega^2$$

دینامیک حرکت دایره ای یکنواخت (نیروی مرکزگرا):

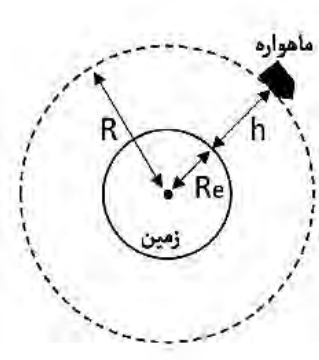
بنابر قانون دوم نیوتن نیروی وارد بر جسم به جسم شتاب می دهد. در حرکت دایره ای یکنواخت نیرو وارد بر جسم شتاب مرکزگرا ایجاد می کند. که جهت این نیرو به سمت مرکز دایره است که به آن نیروی مرکزگرا می گویند.

$$F_T = ma = m \frac{V^2}{r} = mr\omega^2$$

دقت داشته باشید در هر حرکت دایره ای یکنواخت نیروی مرکزگرا همواره بوجود می آید این نیرو می تواند بوسیله کشش نخ، نیروی اصطکاک، نیروی گرانش، نیروی کشسانی فنر، نیروی عمودی عکس العمل سطح و تأمین شود.

سرعت و دوره ماهواره :

در چرخش ماهواره به دور زمین ، نیروی گرانشی بین ماهواره و زمین ، نیروی مرکزگرا را تأمین می کند.



$$\frac{mv^2}{R} = G \frac{m M_e}{R^2} \Rightarrow V = \sqrt{\frac{G \cdot M_e}{R}}$$

R_e : شعاع زمین
 h : فاصله ماهواره تا زمین

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{R^3}{G \cdot M_e}}$$

T : دوره گردش ماهواره

یعنی مربع دوره حرکت ماهواره به دور زمین با مکعب فاصله ماهواره تا مرکز زمین نسبت مستقیم دارد.

$$\left(\frac{T_2}{T_1}\right)^2 = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^3$$

مثال ۱۱: خودرویی در یک جاده به شعاع انحنای $200m$ با سرعت خطی $20m/s$ حرکت می کند. شتاب مرکز گرای این خودرو را بدست آورید. دوره ی تناوب این خودرو چه اندازه است؟

$$a = \frac{V^2}{r} = \frac{20^2}{200} = 2m/s^2$$

$$T = \frac{2\pi r}{V} = \frac{2\pi \times 200}{20} = 20\pi \text{ s}$$

مثال ۱۲: اتومبیلی به جرم یک تن پیچ جاده ای به شعاع ۱۵ متر را حداکثر می تواند با سرعت $54 km/h$ دور بزند. حداقل ضریب اصطکاک لازم برای آنکه از مسیر خود منحرف نشود چه اندازه است؟

$$F_T = m \frac{V^2}{r} \rightarrow f_s = m \frac{V^2}{r} \rightarrow f_{smax} = m \frac{V_{max}^2}{r} \rightarrow \mu_s F_N = m \frac{V_{max}^2}{r}$$

$$\mu_s mg = m \frac{V_{max}^2}{r} \rightarrow \mu_s g = \frac{V_{max}^2}{r}$$

$$\mu_s = \frac{V_{max}^2}{rg} = \frac{225}{150} = 1/5$$

سوالات

۱) درستی یا نادرستی جمله های زیر را ، با علامت های (د) یا (ن) مشخص کنید:

- الف) نیروی کنش و واکنش همواره به دو جسم وارد می شوند.
 ب) نیروی مقاومت شاره به بزرگی جسم بستگی ندارد.
 پ) وزن یک جسم ، در سطح سیاره های مختلف یکسان است.
 ت) هر چه ثابت فنر کمتر باشد ، فنر سخت تر است.
 ث) تکانه یک کمیت برداری است و یکای SI آن kgm/s است
 ج) دوره تناوب افراد واقع بر یک دیسک گردان در فاصله های متفاوت از مرکز دیسک یکسان است.
 (ریاضی خرداد ۱۴۰۱)

۲) درست یا نادرست بودن جمله های زیر را مشخص کنید:

- الف) نگه داشتن یک قلم در دست بدون نیروی اصطکاک ممکن نیست.
 ب) ثابت فنر به شکل آن بستگی ندارد.
 پ) با افزایش تندی جسم، بزرگی تکان آن بیشتر میشود.
 ت) اگر فاصل ماهواره از مرکز زمین نصف شود، نیروی گرانشی وارد بر ماهواره دو برابر میشود.
 (ریاضی شهریور ۱۴۰۱)

۳) به سوالات زیر پاسخ دهید:

الف) چتربازی در هوای آرام و در امتداد قائم در حال سقوط است. واکنش هر یک از نیروهای وارد بر آن به چه جسمی وارد می شود؟



ب) نیروی مرکزگرا برای الکترونی که به دور هسته میچرخد، الکتریکی است یا گرانشی؟

پ) چرا حرکت سریع مقوا در شکل مقابل، سبب افتادن سکه در لیوان می شود؟

ت) با ذکر دلیل، نقش کیسه هوا در کم شدن آسیب در تصادفات را بنویسید .

(ریاضی شهریور ۱۴۰۱)

۴) درست یا نادرست بودن جمله های زیر را مشخص کنید.

- الف) در حرکت خودرو بر روی پیچ مسطح افقی (بدون لغزش) ، نیروی اصطکاک جنبشی ، نقش نیروی مرکزگرا را ایفا می کند.
 ب) در نمودار نیروی کشسانی بر حسب اندازه تغییر طول، هر چه ثابت فنر کمتر باشد، شیب نمودار بیشتر است.

(پ) به لحاظ فیزیکی، برای متوقف کردن یک جسم در زمان معین، هر چه تکانه بیشتر باشد باید نیروی بیشتری به آن وارد کرد.

(ت) یک دیسک گردان شهر بازی توسط یک موتور الکتریکی میچرخد. هر چه از مرکز دیسک دور شویم، تندی حرکت بیشتر می شود در حالی که دوره تناوب برای همه افراد یکسان است.

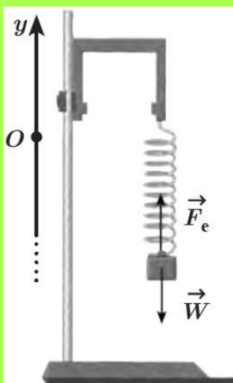
(ث) برای جسمی که با تندی ثابت در مسیر منحنی حرکت می کند، نیروهای وارد بر جسم متوازن اند. (ریاضی دی ۱۴۰۱)

(۵) به سوالات زیر پاسخ دهید.

(الف) در چه صورتی ماهواره مخابراتی در یک محل نسبت به مکانی در روی زمین (مثلاً بالای ایران) ثابت می ماند، یعنی مدار آن همگام با زمین می شود؟

(ب) شخصی درون آسانسور در حال حرکت، روی یک ترازوی فنری ایستاده است. در دو حالت ترازو عددی بزرگتر از وزن شخص را نشان می دهد. آن حالت ها را بنویسید.

(پ) در شکل مقابل، وزنه ای به فنر متصل و در حالت تعادل است. دو دلیل بیاورید که نشان دهد نیروهای $\vec{F}_e$ و $\vec{W}$ ، کنش و واکنش یکدیگر نیستند؟ (ریاضی دی ۱۴۰۱)



(۶) واژه مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید و در پاسخنامه بنویسید.

(الف) اگر جسمی با سرعت ثابت حرکت کند، نیروهای وارد بر جسم متوازن (هستند - نیستند).

(ب) هنگام حرکت جسم در راستای قائم به طرف بالا، جهت نیروی مقاومت هوا به طرف (بالا - پایین) است.

(پ) اگر بر ماه نیرویی وارد نشود، ماه باید به صورت (مستقیم - دایره ای) حرکت کند. (تجربی خرداد ۱۴۰۱)

(۷) مانند شکل روبه رو، جسمی را با نیروی عمودی به دیوار قائمی فشرده و

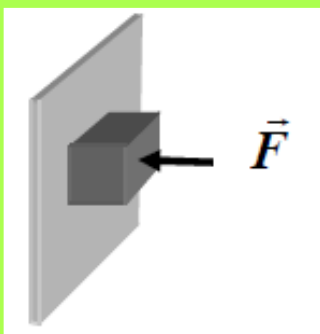
ثابت نگه داشته ایم. توضیح دهید؛ تأثیر افزایش نیروی F

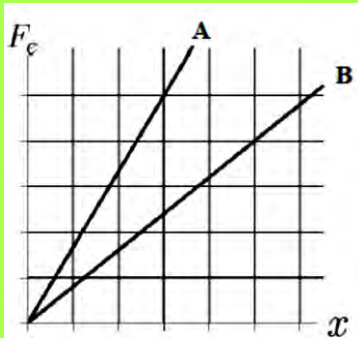
بر هر یک از کمیت های زیر چگونه است؟

(الف) اندازه نیروی اصطکاک ایستایی وارد بر جسم

(ب) اندازه نیروی عمودی سطح

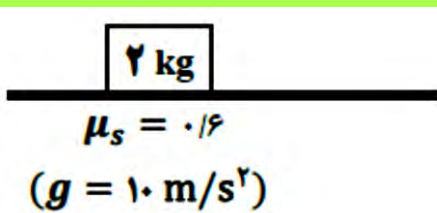
(تجربی خرداد ۱۴۰۱)





۸) به پرسش های زیر پاسخ کوتاه بدهید.

- الف) چرا در ترمزهای ناگهانی، سرنشینان خودرو رو به جلو پرتاب میشوند؟
 ب) در چه شرایطی، چتربازی که در حال سقوط است، به تندی حدی میرسد؟
 پ) دو عامل مؤثر بر ضریب اصطکاک جنبشی را بنویسید.
 ت) در شکل مقابل، نمودار نیرو بر حسب تغییر طول را برای دو فنر A و B مشاهده میکنید. ثابت فنر کدام یک بیشتر است؟
 ث) نمودار نیروی گرانشی وارد بر یک ماهواره را بر حسب فاصله از سطح زمین به طور کیفی رسم کنید.
 (تجربی شهریور ۱۴۰۱)



۹) به پرسش های زیر پاسخ دهید:

- الف) در شکل مقابل، جسم بر روی سطح افقی ساکن است. نیروی اصطکاک جسم با سطح چند نیوتون است؟ (با ذکر دلیل)
 ب) شخصی به جرم 60 kg روی یک ترازوی فنری، داخل آسانسور ایستاده است. اگر ترازو عدد 500 N را نشان دهد، در این صورت کدام گزینه صحیح است؟
 ۱) حرکت آسانسور کندشونده رو به پایین است.
 ۲) حرکت آسانسور تندشونده رو به بالا است.
 ۳) حرکت آسانسور می تواند تندشونده رو به پایین یا کند شونده رو به بالا باشد.
 (تجربی دی ۱۴۰۱)

۱۰) جاهای خالی را در جمله های زیر را با کلمه های مناسب پر کنید و در پاسخنامه بنویسید.

- الف) نیروهای کنش و واکنش هم نوع هستند و همواره به جسم وارد می شوند.
 ب) هر چه تندی حرکت یک جسم درون شاره باشد، اندازه نیروی مقاومت شاره بیشتر خواهد شد.
 پ) نیروی اصطکاک جنبشی به مساحت سطح تماس بین دو جسم، بستگی.....
 ت) معمولاً ضریب اصطکاک جنبشی میان دو سطح، از ضریب اصطکاک ایستایی میان آن دو سطح است.
 ث) با ۳ برابر کردن فاصله میان دو ذره، اندازه نیروی گرانشی بین آنها برابر می شود.
 (ریاضی خرداد ۱۴۰۰)

۱۱) الف) خودرویی در یک جاده مستقیم حرکت می کند. اگر سرنشینان خودرو کمربند ایمنی را نبسته

باشند و راننده ناگهان ترمز کند، چرا سرنشینان خودرو به طرف جلو پرتاب (متمایل) می شوند؟

ب) فنری به طول 12 cm را از یک نقطه آویزان میکنیم و به سر دیگر آن وزنه $3/0 \text{ kg}$ وصل می

کنیم. پس از رسیدن به تعادل، طول آن به 14 cm میرسد. ثابت فنر چند نیوتون بر متر است؟

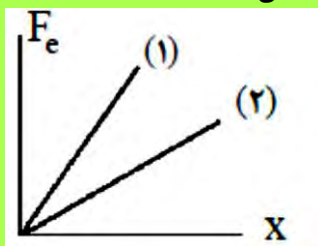
$$(g = 10 \text{ N/kg})$$

(ریاضی خرداد ۱۴۰۰)

۱۲) در جمله های زیر ، عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کرده و در پاسخ برگ بنویسید:

- الف) لختی ، خاصیتی در اجسام است که می خواهند وضعیت حرکت خود را (تغییر دهند - حفظ کنند)
 ب) نیروی وزن یک جسم ، به مکانی که جسم در آن قرار دارد ، وابسته (است - نیست) .
 پ) برای اعمال نیرو بین دو جسم ، (باید - نیازی نیست) دو جسم در تماس با هم باشند .
 ت) نیروهای کنش و واکنش ، اثرهای (متفاوتی - یکسانی) در اجسام ایجاد می کنند .
 ث) در چرخش (ماه به دور زمین - الکترون به دور هسته) نیروی مرکزگرا ، نیروی الکتریکی است .
 (ریاضی شهریور ۱۴۰۰)

۱۳) نمودار نیروی کشسانی بر حسب تغییر طول برای دو فنر (۱) و (۲) مطابق شکل است.



- الف) ثابت کدام فنر بزرگتر است ؟ چرا ؟
 ب) ثابت هر فنر به چه عامل هایی بستگی دارد ؟ (دو مورد)
 (ریاضی شهریور ۱۴۰۰)

۱۴) درستی یا نادرستی جمله های زیر را ، با علامت های (د) یا (ن) مشخص کنید:

- الف) برای اعمال نیرو بین دو جسم ، باید دو جسم در تماس با هم باشند .
 ب) اگر نیروی خالص وارد بر یک جسم بزرگتر شود ، شتاب حاصل از آن نیز بیشتر می شود .
 پ) نیروی کنش و واکنش هم اندازه و همراستا هستند و جهت آن ها مانند یکدیگر است .
 ت) نیروی مقاومت شاره در برابر حرکت یک جسم ، به اندازه و تندی آن جسم بستگی دارد .
 ث) اندازه نیروی کشسانی فنر با اندازه تغییر طول آن ، نسبت وارون دارد .
 ج) نیروی گرانشی بین دو ذره با مربع فاصله آن ها از یکدیگر نسبت وارون دارد .
 (ریاضی دی ۱۴۰۰)

۱۵) الف) در فیلمی علمی - تخیلی، موتور یک کشتی فضایی در حال حرکت، در فضای تهی و خالی از جو

زمین و دور از هر سیاره و خورشید از کار میافتد. آیا ممکن است حرکت کشتی کند شود و کشتی

متوقف شود؟ چرا؟

ب) چتربازی در هوای آرام در حال سقوط است. در چه شرایطی چترباز با تندی حدی به طرف پائین حرکت میکند؟

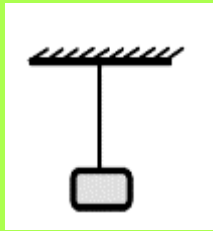
پ) یک مکعب چوبی روی یک میز افقی با نیروی ثابت و افقی F کشیده میشود. اگر مکعب روی سطح

بلغزد، نیروی اصطکاک بین مکعب چوبی و سطح میز به کدام عامل یا عوامل زیر وابسته است؟

(۱) میزان زبری سطح میز (۲) مساحت سطح تماس مکعب با میز (۳) جرم مکعب چوبی

(تجربی خرداد ۱۴۰۰)

(۱۶) الف) اندازه نیروی مقاومت شاره وارد بر جسم در حال حرکت درون شاره به چه عواملی بستگی دارد؟ (۲ مورد)



ب) دو عامل مؤثر بر ضریب اصطکاک ایستایی بین دو سطح را بنویسید.
پ) همانند شکل روبه رو، جسمی را به نخ بسته و از سقف آویزان می کنیم.
با انتقال شکل به پاسخنامه، نیروهای وارد بر این جسم ساکن را رسم کنید.
(تجربی شهریور ۱۴۰۰)

(۱۷) الف) در شکل روبه رو دو نخ به گوی سنگین و ساکنی متصل است. اگر نخ (۲) را به سرعت به سمت پایین بکشیم، احتمال پاره شدن کدام نخ بیشتر است؟
ب) منظور از تندی حدی در حرکت چترباز چیست؟
(تجربی دی ۱۴۰۰)

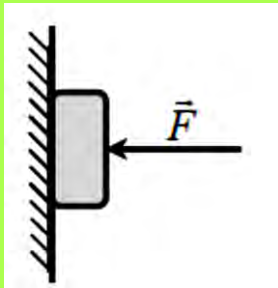


(۱۸) در هر یک از پرسش های زیر، گزینه درست را انتخاب کنید و در پاسخ نامه بنویسید.
الف) کدامیک از نیروهای زیر، نیروی گرانشی است که از طرف زمین به جسم وارد می شود؟
(۱) نیروی مقاومت شاره (۲) نیروی کشش طناب (۳) نیروی وزن
ب) شخصی درون آسانسور روی ترازوی فنری ایستاده است. در کدام حالت، عددی که ترازو نشان می دهد از وزن شخص بیشتر است؟
آسانسور ساکن باشد.
آسانسور به طرف بالا شروع به حرکت کند.
آسانسور به طرف پایین شروع به حرکت کند.
پ) جسمی روی یک میز افقی و در حالت ساکن قرار دارد. واکنش نیروی عمودی سطح وارد بر جسم:
(۱) به میز وارد می شود. (۲) به زمین وارد می شود. (۳) به جسم وارد می شود.
ت) ضریب اصطکاک ایستایی میان دو سطح به کدام عامل بستگی دارد؟
(۱) نیروی عمودی سطح (۲) وزن (۳) جنس دو سطح
(تجربی دی ۱۴۰۰)

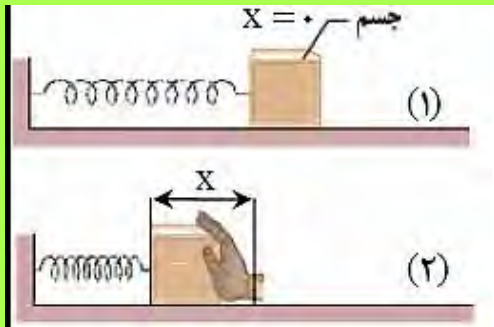
(۱۹) درستی یا نادرستی جمله های زیر را با علامتهای (د) یا (ن) مشخص کنید.
الف) در حرکت دایره ای یکنواخت، ذره در بازه های زمانی برابر، مسافت های یکسانی را طی میکند.
ب) در حرکت دایره ای یکنواخت، بردار شتاب در هر لحظه، به طرف مرکز دایره است.
پ) نیروی گرانشی میان دو ذره، با فاصله آنها از یکدیگر نسبت وارون دارد.
ت) در حرکت ماهواره ها، تندی مداری یک ماهواره، به جرم آن بستگی ندارد.
ث) الکترونها در اتم، تحت تأثیر نیروی گرانشی هسته، در مدارهای خود میچرخند.
(ریاضی خرداد ۹۹)

۲۰) مطابق شکل، کتابی را با نیروی افقی F به دیوار قائمی فشرده و ثابت نگه داشته ایم. با افزایش نیروی F نیروهای زیر چه تغییری می کنند؟

الف) نیروی اصطکاک ایستایی
ب) نیروی عمودی تکیه گاه
پ) نیرویی که دیوار به کتاب وارد می کند.
(ریاضی خرداد ۹۹)



۲۱) مطابق شکل، فنری را نسبت به حالت تعادل فشرده ایم. به پرسش های زیر پاسخ کوتاه دهید:



الف) در شکل (۲) نیروی کشسانی فنر به چه سمتی است؟
(چپ یا راست)
ب) اگر فنر را بیشتر فشرده کنیم، چه تأثیری در نیروی کشسانی فنر دارد؟
پ) ثابت فنر به چه عامل هایی بستگی دارد؟ (دو عامل)
(ریاضی شهریور ۹۹)

۲۲) به پرسش های زیر، پاسخ کوتاه دهید:

الف) در هنگام ترمز ناگهانی، در اثر چه خاصیتی به جلو پرتاب می شویم؟
ب) نیرویی که از طرف شاره بر جسم، خلاف جهت حرکت وارد می شود، چه نام دارد؟
پ) نیرویی که از طرف زمین بر ماه وارد میشود، چه نام دارد؟
ت) با افزایش تندی جسم، تکانه آن چه تغییری می کند؟
(ریاضی شهریور ۹۹)

۲۳) جاهای خالی را در جمله های زیر با کلمه های مناسب پر کنید:

الف) اگر نیروی خالص وارد بر یک جسم بزرگتر شود، شتاب حاصل می شود.
ب) نیروی کنش و واکنش هم اندازه و هم راستا هستند و جهت آن ها است.
پ) نیروی مقاومت شاره در برابر حرکت یک جسم، به و تندی آن بستگی دارد.
ت) نیروی کشسانی فنر با اندازه تغییر طول آن، نسبت دارد.
(ریاضی دی ۹۹)

۲۴) الف) وقتی در خودروی ساکنی نشسته اید و خودرو ناگهان شروع به حرکت می کند به صندلی فشرده می شوید. علت این پدیده را توضیح دهید.
ب) آزمایشی را طراحی کنید که با آن بتوان ثابت فنر را به دست آورد.
(تجربی خرداد ۹۹)

۲۵) هر یک از گزاره های زیر، به کدامیک از قانون های نیوتون مربوط می شود؟

الف) هرگاه جسمی به جسم دیگر نیرو وارد کند، جسم دوم نیز به جسم اول نیرویی هم اندازه و هم راستا اما در خلاف جهت وارد می کند.

(ب) یک جسم، حالت سکون یا حرکت با سرعت ثابت خود را حفظ می کند مگر آنکه نیروی خالص غیر صفری به آن وارد شود.
(تجربی شهریور ۹۹)

(۲۶) در هر یک از پرسش های زیر، گزینه درست را انتخاب کنید و در پاسخ نامه بنویسید.

الف) ثابت فنر (k) به کدام یک از عوامل زیر بستگی ندارد؟

(۱) تغییر طول فنر (۲) شکل فنر (۳) اندازه فنر

(ب) هر چه فاصله ماهواره از سطح زمین بیشتر شود، نیروی گرانشی وارد بر ماهواره

(۱) افزایش می یابد (۲) کاهش می یابد (۳) تغییر نمی یابد

(پ) مساحت سطح زیر نمودار نیرو - زمان برابر است.

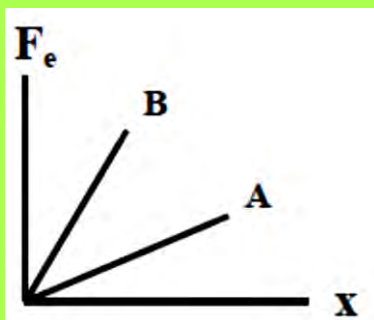
(۱) تغییر تندی (۲) تغییر نیرو (۳) تغییر تکانه

(ت) کدام یک از روابط زیر در مورد اندازه نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه درست است؟

(۱) $f_{s,max} = \mu_s F_N$ (۲) $f_{s,max} > \mu_s F_N$ (۳) $f_{s,max} < \mu_s F_N$

(تجربی شهریور ۹۹)

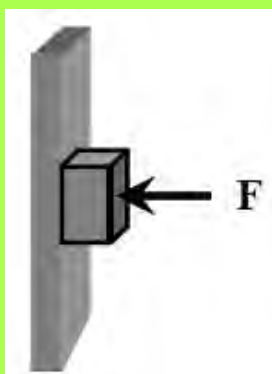
(۲۷) نمودار نیروی کشسانی دو فنر A و B بر حسب تغییر طول آنها مطابق شکل زیر است.



ثابت (سختی) کدام فنر بیشتر است؟ توضیح دهید .

(تجربی دی ۹۹)

(۲۸) جسمی به وزن یک نیوتون را مانند شکل، با نیروی عمودی F به دیوار قائمی فشرده و ثابت نگه داشته ایم.



الف) مقدار نیروی اصطکاک چقدر است؟

(ب) اگر نیروی عمودی F را افزایش دهیم، تعیین کنید با این کار اندازه هر یک

نیروهای زیر؛ کاهش می یابد، افزایش می یابد یا ثابت می ماند؟

(۱) نیروی عمودی سطح (۲) نیروی وزن

(۳) نیروی اصطکاک بیشینه (۴) نیروی اصطکاک

(تجربی دی ۹۹)

(۲۹) در هر یک از گزاره های زیر، جای خالی را با واژه مناسب پر کنید.

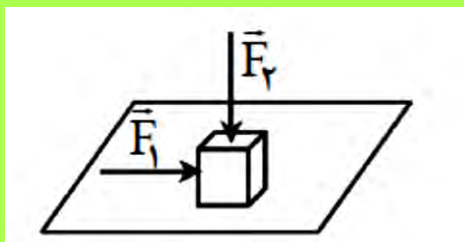
الف) طبق قانون نیوتون، شتاب جسم با نیروی خالص وارد بر جسم نسبت مستقیم دارد.

(ب) جهت نیروی وزن و در نتیجه شتاب گرانشی همواره به طرف است.

(پ) وزن ماهواره ای که در ارتفاع R_e (شعاع زمین) از سطح زمین قرار دارد برابر وزن آن روی سطح زمین است.
(تجربی دی ۹۹)

(۳۰) درستی یا نادرستی جمله های زیر را با علامت های (د) یا (ن) مشخص کنید.
(الف) لختی ، به خاصیتی در اجسام می گویند که می خواهند وضعیت حرکت خود را تغییر دهند.
(ب) تغییر تکانه ناشی از نیروی متوسط برابر با تغییر تکانه نیروی واقعی متغیر با زمان است.
(پ) نیروی مقاومت یک شاره مانند هوا ، به تندی حرکت جسم بستگی دارد.
(ت) نیروهای کنش و واکنش هم نوع نیستند و اثرات یکسانی ایجاد می کنند.
(ث) مربع دوره گردش ماهواره ها به دور زمین ، متناسب با مکعب فاصله آن ها از مرکز زمین است.
(ریاضی خرداد ۹۸)

(۳۱) مطابق شکل، نیروی افقی F_1 بر جعبه وارد می شود ، اما جعبه هم چنان ساکن است . اگر در همین حالت ، بزرگی نیروی قائم F_2 از صفر شروع به افزایش کند ، کمیت های زیر چگونه تغییر می کنند ؟



(الف) اندازه نیروی عمودی سطح وارد بر جعبه
(ب) اندازه نیروی اصطکاک ایستایی وارد بر جعبه
(پ) اندازه بیشینه نیروی اصطکاک ایستایی
(ت) نیروی خالص وارد بر جسم
(ریاضی خرداد ۹۸)

(۳۲) در جمله های زیر ، عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کرده و در پاسخ برگ بنویسید:
(الف) شتاب ایجاد شده در جسم به علت تأثیر یک نیروی خالص ، با جرم جسم نسبت (وارون - مستقیم) دارد.

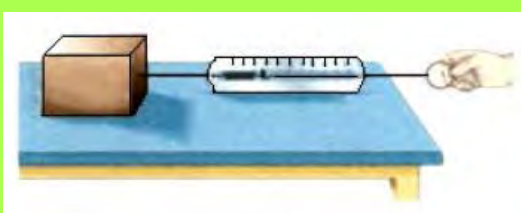
(ب) اگر جسم ساکنی به حرکت در آید ، در شروع حرکت بردار های سرعت و (مکان - شتاب) هم جهت اند.

(پ) در حرکت یک جسم ، بردار تکانه همواره بر مسیر حرکت (مماس - عمود) است.

(ت) سطح زیر نمودار نیرو - زمان برای یک جسم ، با تغییر (تکانه - سرعت) جسم ، برابر است.

(ث) وقتی جسم متصل به نخ را بصورت افقی می چرخانیم ، نیروی مرکزگرا نیروی (کشش نخ - کشسانی) است.

(ج) نیروی گرانشی بین دو ذره با (فاصله - مربع فاصله) آن ها از یکدیگر نسبت وارون دارد.
(ریاضی شهریور ۹۸)



(۳۳) شکل مقابل ، آزمایشی را نشان می دهد :
هدف از انجام این آزمایش چیست ؟ اگر جرم قطعه چوب را تغییر دهیم ، چه نتیجه ای در مورد $f_{s,max}$ می گیریم ؟
(ریاضی شهریور ۹۸)

(۳۴) در جمله های زیر ، عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کرده و در پاسخ برگ بنویسید:

- (الف) شتاب ایجاد شده در جسم ، با (نیروی خالص وارد بر - جرم) جسم ، نسبت مستقیم دارد.
 (ب) نیروی وزن اجسام در مکان های مختلف (ثابت است - فرق می کند).
 (پ) برای اعمال نیرو بین دو جسم ، (باید - لازم نیست) دو جسم در تماس با هم باشند.
 (ت) هر جسم متحرک ، برای ادامه حرکت نیاز به نیرو (دارد - ندارد).
 (ث) در گردش (ماه به دور زمین - الکترون به دور هسته) نیروی مرکزگرا ، نیروی گرانشی است. **(ویژه)**

(ریاضی)

(ریاضی دی ۹۸)

(۳۵) چتربازی در هوای آرام و در امتداد قائم در حال سقوط است. با رسم شکل، نیروهای وارد بر چترباز را مشخص کرده و تعیین کنید واکنش هر یک از این نیروها به چه جسمی وارد میشود؟
 (تجربی خرداد ۹۸)

(۳۶) آزمایشی طراحی کنید که با آن بتوانید ضریب اصطکاک ایستایی μ_s بین یک مکعب چوبی با وجوه مشابه و میز افقی را اندازه بگیرید.
 (تجربی خرداد ۹۸)

(۳۷) (الف) دو عامل مؤثر بر بزرگی نیروی مقاومت شاره را نام ببرید.
 (ب) با طراحی یک آزمایش، ثابت یک فنر (k) را به دست آورید.
 (تجربی شهریور ۹۸)

(۳۸) چتربازی در هوای آرام و در امتداد قائم در حال سقوط است.
 (الف) چه نیروهایی بر چترباز وارد می شود؟
 (ب) در چه صورت تندی چترباز به تندی حدی می رسد؟
 (تجربی دی ۹۸)

(۳۹) جاهای خالی را در جمله های زیر با کلمه های مناسب پر کنید:
 (الف) زمانی که طول می کشد تا ذره یک دور کامل از مسیر دایره ای را طی کند ، نام دارد.
 (ب) نیروی مقاوم یک شاره مانند هوا ، به جسم و تندی آن بستگی دارد.
 (پ) نیروی گرانشی بین دو ذره با مربع فاصله آن ها از یکدیگر نسبت دارد.
 (ت) در هر حرکتی ، بردار تکانه همواره بر مسیر حرکت است.
 (ث) هنگامی که از سطح مین به طرف بالا برویم ، شتاب گرانشی زمین می یابد.
 (ریاضی دی ۹۷)

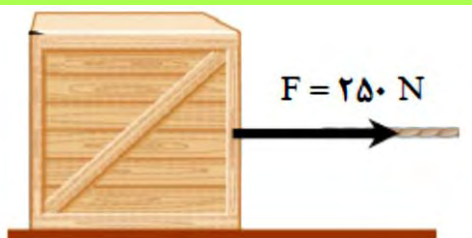
(۴۰) درستی یا نادرستی جمله های زیر را با کلمات (درست) یا (نادرست) در پاسخ برگ مشخص کنید.
 (الف) نیروهای کنش و واکنش ممکن است منجر به اثرات متفاوتی شوند.

(ب) هر چه تندی جسم بیشتر باشد، نیروی مقاومت شاره کمتر خواهد شد.
 (پ) هر چه مدت زمان اثر نیروی خالص وارد بر جسم بیشتر باشد، تغییر تکانه جسم کمتر است.
 (تجربی دی ۹۷)

(۴۱) شخصی به جرم 50 kg درون آسانسوری ساکن روی یک ترازوی فنری ایستاده است.
 وقتی آسانسور شتاب رو به پایین 2 m/s^2 دارد، ترازو چه عددی را نشان می دهد؟
 $(g = 10\text{ m/s}^2)$
 (ریاضی خرداد ۱۴۰۱)



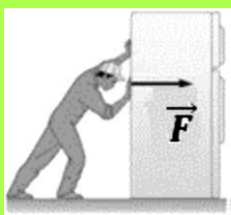
(۴۲) مطابق شکل جعبه ساکنی به جرم 100 kg را با نیروی ثابت افقی می کشیم. اگر ضریب اصطکاک ایستایی جعبه و سطح 0.4 باشد، با محاسبه مشخص کنید جعبه ساکن می ماند یا شروع به حرکت می کند؟
 $(g = 10\text{ m/s}^2)$
 (ریاضی خرداد ۱۴۰۱)



(۴۳) مطابق شکل، جسمی به جرم 40 kg بر روی سطحی افقی با نیروی افقی $F = 200\text{ N}$ با سرعت ثابت کشیده می شود. ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح را به دست آورید.
 $(g = 10\text{ N/kg})$
 (ریاضی شهریور ۱۴۰۱)



(۴۴) مطابق شکل، شخصی یک یخچال به جرم 100 kg را بر روی سطحی افقی با نیروی $F = 500\text{ N}$ هل میدهد و یخچال در آستانه حرکت قرار می گیرد.
 الف) ضریب اصطکاک ایستایی بین یخچال و سطح چه قدر است؟
 ب) اندازه نیرویی که سطح زمین به یخچال وارد می کند را محاسبه کنید؟
 $(g = 10\text{ N/kg})$
 (ریاضی دی ۱۴۰۱)



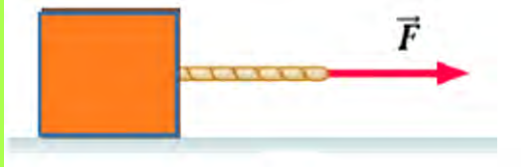
(۴۵) فنری با ثابت 20 N/cm از سقف یک آسانسور آویزان است. اگر جسمی به جرم 20 kg از انتهای فنر آویزان شده و آسانسور با شتاب ثابت 2 m/s^2 از حال سکون رو به بالا شروع به حرکت کند، تغییر طول فنر چند سانتیمتر است؟
 (تجربی خرداد ۱۴۰۱)

۴۶) ماهواره ای روی مدار تقریباً دایره ای در ارتفاع $h = 1600 \text{ km}$ از سطح زمین ، به دور زمین می چرخد. شتاب گرانشی وارد بر ماهواره در این فاصله، چند برابر شتاب گرانشی وارد به آن در سطح زمین است؟ ($R_e = 6400 \text{ km}$)

(تجربی خرداد ۱۴۰۱)

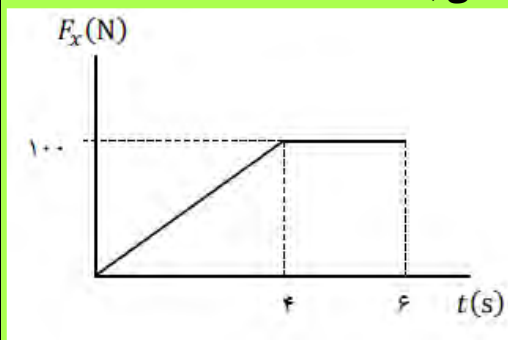
۴۷) به جسمی به جرم 20 kg ، نیروی $F = 80 \text{ N}$ مطابق شکل اثر میکند و جسم بر روی سطح افقی به حرکت در می آید. اگر ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح 0.2 باشد، شتاب حرکت جسم را حساب کنید ($g = 10 \text{ N/kg}$)

(تجربی شهریور ۱۴۰۱)



۴۸) شکل مقابل نمودار نیروی خالص بر حسب زمان برای جسمی به

جرم 100 kg که در لحظه $t = 0 \text{ s}$ بر سطح افقی، در حال سکون است را نشان می دهد. جسم پس از اعمال نیرو ، روی محور x شروع به حرکت میکند. اندازه سرعت آن در لحظه $t = 6 \text{ s}$ چند متر بر ثانیه است؟ (تجربی شهریور ۱۴۰۱)



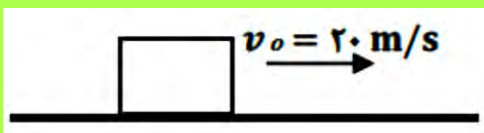
۴۹) چتربازی در هوای آرام و در امتداد قائم چتر خود را باز می کند و در ارتفاع 600 متری سطح زمین به تندی حدی خود که 5 m/s است می رسد. چند ثانیه طول می کشد تا چتر باز به سطح زمین برسد؟

(تجربی دی ۱۴۰۱)

۵۰) اگر مطابق شکل مکعب چوبی را با تندی 20 m/s افقی پرتاب کنیم ، پس از طی مسافت 40 m متوقف می شود. ضریب اصطکاک جنبشی سطح با جسم چقدر است؟

($g = 10 \text{ m/s}^2$)

(تجربی دی ۱۴۰۱)



۵۱) مطابق شکل فنر سبکی از سقف آویزان است. اگر فنر را بکشیم تا طول آن 12 cm شود ، نیروی کشسانی فنر 2 N است و اگر فنر را فشرده کنیم تا طول آن 7 cm شود نیروی کشسانی فنر 3 N می شود. طول عادی فنر چند سانتی متر است؟

(تجربی دی ۱۴۰۱)



۵۲) اگر به اندازه شعاع کره زمین از سطح زمین دور شویم، شتاب گرانشی چند متر بر مربع ثانیه می شود؟ (شتاب گرانشی در سطح زمین را 10 m/s^2 فرض کنید.)

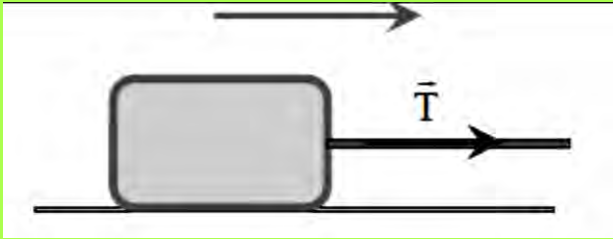
(تجربی دی ۱۴۰۱)

۵۳) مطابق شکل، یک جسم به جرم 800 kg در سطح افقی به ضریب اصطکاک جنبشی $0/4$ در حرکت است. اگر نیروی

کشش طناب 5600 N باشد، شتاب حرکت جسم را به

دست آورید. ($g = 10\text{ N/kg}$)

(ریاضی شهریور ۱۴۰۰)



۵۴) در شکل روبه رو، شخصی با یک طناب افقی جعبه 100 کیلوگرمی را با نیروی T می کشد.

الف) اگر جعبه در آستانه حرکت و $T = 400\text{ N}$ باشد،

ضریب اصطکاک ایستایی بین جعبه و سطح را محاسبه کنید.

ب) اگر ضریب اصطکاک جنبشی بین جعبه و سطح $0/3$ و

$T = 440\text{ N}$ باشد، شتاب حرکت جعبه را پس از حرکت

حساب کنید. ($g = 10\text{ m/s}^2$)

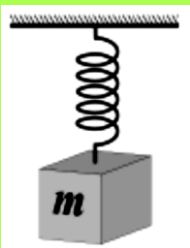
(ریاضی دی ۱۴۰۰)



۵۵) در شکل روبه رو وقتی وزنه 20 N را به فنری با طول اولیه 12 cm آویزان میکنیم،

طول فنر 16 cm میشود. ثابت فنر چند نیوتون بر متر است؟

(تجربی خرداد ۱۴۰۰)



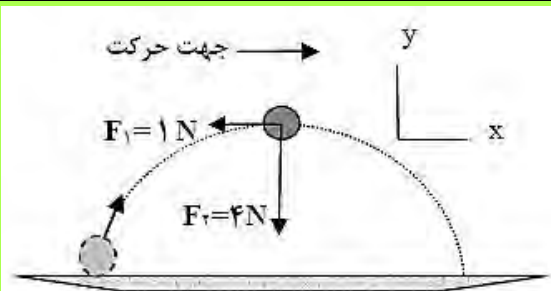
۵۶) شکل روبه رو نیروهای وارد بر تویی به جرم $0/4\text{ kg}$

را در بالاترین نقطه مسیرش نشان میدهد. بردار

شتاب این توپ را در نقطه نشان داده شده بر حسب

بردارهای یگه بنویسید.

(تجربی خرداد ۱۴۰۰)



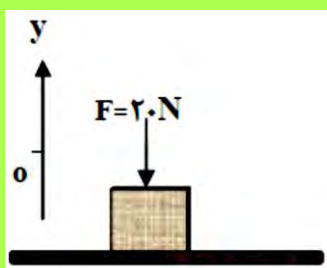
۵۷) همانند شکل روبه رو، نیروی $F = 20\text{ N}$ به جعبه ای به جرم 5 kg که روی میز افقی قرار دارد وارد

می شود.

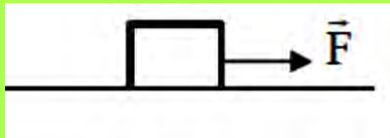
الف) نیروی عمودی سطح چند نیوتون است؟

ب) واکنش نیروی عمودی سطح در چه جهتی است؟

(تجربی خرداد ۱۴۰۰)



۵۸) همانند شکل زیر، به جسمی به جرم 20 kg ، نیروی افقی ثابت $F = 50\text{ N}$ وارد می‌شود و جسم با



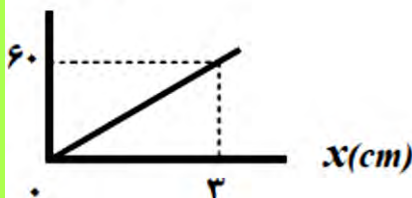
شتاب ثابت 2 m/s^2 روی سطح افقی به طرف راست حرکت می‌کند.

الف) آیا نیروهای وارد بر جسم متوازن اند؟

ب) اندازه و جهت نیروی اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح را تعیین کنید.

(تجربی شهریور ۱۴۰۰)

$F_e(N)$



۵۹) در شکل روبه رو، نمودار نیروی کشسانی بر حسب تغییر

طول فنر برای یک فنر رسم شده است. ثابت فنر k چند نیوتون

بر سانتی متر است؟

(تجربی شهریور ۱۴۰۰)

۶۰) شخصی به وزن 600 N درون آسانسوری، روی یک ترازوی فنری ایستاده است. اگر آسانسور با سرعت

ثابت در حال حرکت باشد، ترازو چه عددی را نشان می‌دهد؟ چرا؟

(تجربی شهریور ۱۴۰۰)

۶۱) همانند شکل روبه رو، وزنه 4 kg را به فنر آویزان می‌کنیم. پس از رسیدن به تعادل، طول فنر 14 cm



می‌شود. اگر ثابت فنر 1000 N/m باشد، طول اولیه فنر را به دست آورید.

($g = 10\text{ N/kg}$)

(تجربی دی ۱۴۰۰)

۶۲) یک خودروی باری با طناب افقی محکمی یک خودروی سواری را می‌کشد. نیروی اصطکاک جنبشی

و مقاومت هوا در مقابل حرکت خودروی سواری 200 N و 400 N

است. اگر سرعت خودرو ثابت باشد، نیروی کشش طناب چند

نیوتون است؟

(تجربی دی ۱۴۰۰)



۶۳) وزنه ای به جرم 2 kg را به فنری به طول 15 cm که ثابت آن 10 N/cm است، می‌بندیم و فنر را از

سقف یک آسانسور می‌بندیم. اگر آسانسور در حالی که به طرف پایین حرکت میکند، با شتاب ثابت

2 m/s^2 متوقف شود، طول فنر چند سانتی متر می‌شود؟

(ریاضی خرداد ۹۹)

۶۴) شخصی به جرم 60 kg از یک بلندی روی یک تشک سقوط می‌کند. اگر تندی او هنگام

رسیدن به تشک 5 m/s باشد و پس از $2/0$ ثانیه متوقف شود، اندازه نیروی متوسطی که تشک بر او

وارد می‌کند، چقدر است؟

(ریاضی خرداد ۹۹)



۶۵) شکل مقابل، شخصی را نشان میدهد که در حال کشیدن یک جعبه ۸۰ کیلوگرمی با نیروی افقی 400 N بر روی سطح افقی است و جسم در حال حرکت است. اگر ضریب اصطکاک جنبشی $0/4$ باشد،

الف) نیروی اصطکاک جنبشی چند نیوتون است؟

ب) شتاب حرکت جعبه را حساب کنید. (ریاضی شهریور ۹۹)



۶۶) در شکل روبه رو، شخصی با یک طناب افقی جعبه ۱۰۰ کیلوگرمی را می کشد. اگر ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی بین جعبه و سطح به ترتیب $4/3$ و $0/3$ باشد:

الف) با محاسبه نشان دهید چرا جعبه شروع به حرکت می کند؟
ب) شتاب جعبه را پس از حرکت حساب کنید.

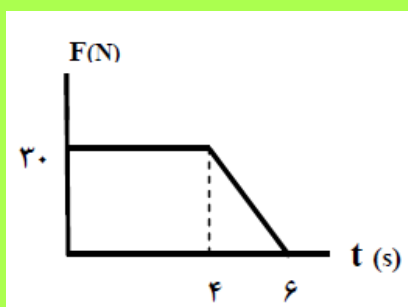
(ریاضی دی ۹۹)

۶۷) وزنه ای به جرم 3 kg را به فنری با ثابت 20 N/cm می بندیم و فنر را از سقف یک آسانسور می آویزیم. اگر آسانسور با شتاب ثابت و تندشونده 2 m/s^2 به طرف بالا حرکت کند، تغییر طول فنر چند سانتی متر می شود؟

(ریاضی دی ۹۹)

۶۸) شخصی درون آسانسور ساکن روی ترازوی فنری ایستاده است و ترازو وزن او را 600 نیوتون نشان میدهد. در لحظه شروع حرکت آسانسور رو به بالا، ترازو عدد 750 نیوتون را نشان میدهد. شتاب حرکت آسانسور در این لحظه چقدر است؟

(تجربی خرداد ۹۹)



۶۹) مطابق نمودار رو به رو، به جسم ساکنی به جرم 2 kg نیروی خالص افقی بر حسب زمان وارد می شود.

نیروی خالص متوسط وارد بر جسم را در مدت 6 s به دست آورید.

(تجربی خرداد ۹۹)

۷۰) جعبه ساکنی به جرم 4 kg روی سطح افقی قرار دارد. ابتدا جعبه را با نیروی ثابت افقی 100 نیوتون، هل می دهیم و جعبه ساکن می ماند. هنگامیکه نیروی افقی را به 120 نیوتون میرسانیم، جعبه در آستانه حرکت قرار میگیرد؛

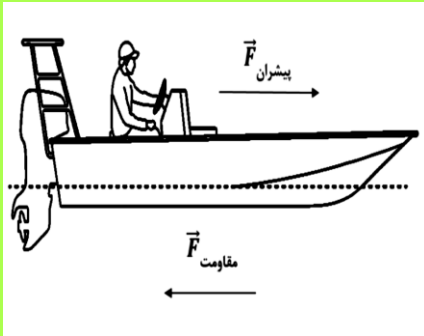
الف) ضریب اصطکاک ایستایی بین سطح و جعبه چقدر است؟ ($g = 10\text{ N/kg}$)

ب) نیروی اصطکاک ایستایی در حالت اول چند نیوتون است؟

(تجربی خرداد ۹۹)



(۷۱) شخصی یک سطل محتوی مصالح به جرم 20 kg را با طناب سبکی به طرف بالا می کشد. اگر تندی حرکت رو به بالای سطل، ثابت باشد نیروی کشش طناب چند نیوتون است؟
(از مقاومت هوا صرف نظر شود).
(تجربی شهریور ۹۹)

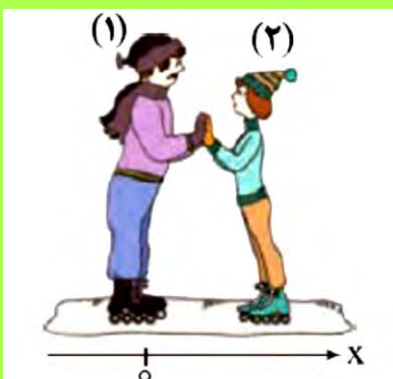


(۷۲) نیروی موتور یک قایق موتوری که جرم آن با سرنشینش 400 kg است به گونه ای تنظیم میشود که در بازه زمانی معینی، همواره نیروی افقی خالص 800 N به طرف جلو بر قایق وارد می کند.
(الف) اگر نیروی پیشران 1400 N باشد، نیروی مقاومت در آن لحظه چقدر است؟
(ب) شتاب این قایق چقدر و در چه جهتی است؟
(تجربی شهریور ۹۹)

(۷۳) اندازه تکانه جسمی به جرم 2 kg که با سرعت ثابت 10 m/s در حرکت است را حساب کنید.
(تجربی دی ۹۹)

(۷۴) (الف) جسمی به وزن 60 نیوتون را با طناب سبکی به طرف بالا می کشیم. اگر شتاب ثابت رو به بالای جسم 2 m/s^2 باشد، نیروهای وارد بر جسم را رسم کرده و نیروی کشش طناب را بدست آورید.
($g = 10\text{ m/s}^2$)
(ب) تندی نوک عقربه ثانیه شمار یک ساعت دیواری به طول 10 cm را حساب کنید. (ویژه رشته ریاضی)
(ریاضی خرداد ۹۸)

(۷۵) (الف) جسمی به جرم 3 kg را به انتهای فنری با ثابت 50 N/cm بسته ایم و فنر را از سقف یک آسانسور آویزان می کنیم. اگر آسانسور با شتاب ثابت به طرف بالا شروع به حرکت کند و تغییر طول فنر 72 cm باشد، اندازه شتاب آسانسور چقدر است؟ ($g = 10\text{ m/s}^2$)
(ب) سیاره ای به شعاع 10^4 کیلومتر و جرم $2 \times 10^{25}\text{ kg}$ به دور خود می چرخد. شتاب گرانشی در سطح این سیاره چند m/s^2 است؟ ($G \approx 6.67 \times 10^{-11}\text{ Nm}^2/\text{kg}^2$)
(ریاضی شهریور ۹۸)



(۷۶) دو شخص به جرم های 75 kg و 50 kg با کفش های چرخ دار در یک سالن مسطح و صاف روبه روی هم ایستاده اند. شخص اول با نیروی 120 N شخص دوم را به طرف راست هل می دهد.
(الف) شتابی که شخص دوم می گیرد چقدر است؟
(ب) شتابی که شخص اول می گیرد چقدر و در چه جهتی است؟
(ریاضی دی ۹۸)

(۷۷) توپی به جرم $۰/۴\text{ kg}$ با تندی ۱۰ m/s به بازیکنی نزدیک می شود. بازیکن با مشت به توپ ضربه می زند و باعث می شود توپ با تندی ۱۵ m/s در جهت مخالف برگردد. اگر مشت بازیکن $۰/۰۵\text{ s}$ با توپ در تماس باشد، اندازه نیروی متوسط وارد بر توپ از طرف مشت بازیکن را حساب کنید. (ریاضی دی ۹۸)

(۷۸) شخصی به جرم ۵۰ کیلوگرم در یک آسانسور بر روی نیروسنجی ایستاده است. نیروسنج وزن او را وقتی آسانسور با شتاب ثابت ۳ m/s^2 رو به پایین شروع به حرکت می کند، چقدر نشان می دهد؟ ($g = 10\text{ m/s}^2$) (ریاضی دی ۹۸)

(۷۹) دانش آموزی به جرم ۶۰ kg روی یک ترازوی فنری در آسانسور ساکن، ایستاده است. آسانسور با شتاب $۱/۲\text{ m/s}^2$ به طرف بالا شروع به حرکت میکند. در این حالت ترازو چند نیوتون را نشان میدهد؟

$$(g = 9.8\text{ N/kg})$$

(تجربی خرداد ۹۸)

(۸۰) گلوله ای به جرم $۰/۰۵\text{ kg}$ با تندی افقی ۲۰ m/s به دیواری برخورد میکند و بصورت افقی با تندی ۱۵ m/s در جهت مخالف برمیگردد. اندازه تغییر تکانه گلوله را محاسبه کنید. (تجربی خرداد ۹۸)

(۸۱) دو کره توپر همگن به جرمهای ۱۲۰ kg و ۴۰ kg را در نظر بگیرید که فاصله مرکز آنها از یکدیگر ۴ m است. نیروی گرانشی که این دو کره به یکدیگر وارد میکنند چند نیوتون است؟ (تجربی خرداد ۹۸)

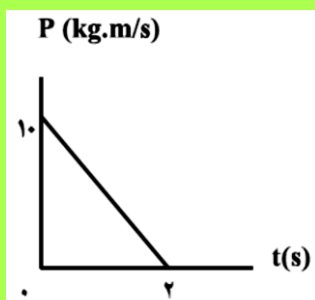
$$(G \approx 6 / 6 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 / \text{kg}^2)$$

(۸۲) جسمی به جرم $۰/۵\text{ kg}$ مطابق شکل روی سطحی با ضریب اصطکاک جنبشی $۰/۲$ در حال حرکت به طرف راست است. اگر نیروی ثابت افقی وارد بر جسم $F = 5\text{ N}$ باشد؛ شتاب حرکت جسم را بدست آورید. (تجربی شهریور ۹۸)



$$(g = 10\text{ N/kg})$$

(۸۳) توپی به جرم $۰/۵\text{ kg}$ با انرژی جنبشی به اندازه ۴۰۰ J در حرکت است. بزرگی تکانه این توپ را حساب کنید. (تجربی شهریور ۹۸)



(۸۴) نمودار تغییر تکانه متحرکی بر حسب زمان در SI ، مطابق شکل روبه رو است. اندازه نیروی خالص متوسط وارد بر این متحرک در بازه صفر تا ۲ s چند نیوتون است؟ (تجربی دی ۹۸)

۸۵) قطعه چوبی را به طور افقی ، روی سطحی افقی پرتاب می کنیم . ضریب اصطکاک جنبشی بین چوب و سطح 0.2 است. شتاب حرکت چوب را بدست آورید. ($g = 10 \text{ m/s}^2$) (تجربی دی ۹۸)

۸۶) ماهواره ای در فاصله 1600 km از سطح زمین روی مدار تقریباً دایره ای شکل ، به دور زمین می چرخد. وزن این ماهواره در این ارتفاع ، چند برابر وزن آن روی سطح زمین است؟ ($R_e = 6400 \text{ km}$) (تجربی دی ۹۸)

۸۷) الف) معنای تندی حدی چیست؟
ب) شخصی به جرم 60 کیلوگرم از یک بلندی روی یک تشک سقوط می کند. اگر تندی او هنگام رسیدن به تشک 5 m/s باشد . پس از 0.2 ثانیه متوقف شود ، اندازه نیروی متوسطی که تشک بر او وارد می کند ، چقدر است؟ (ریاضی دی ۹۷)

۸۸) فنری به طول 20 cm و ثابت 40 N/cm را از سقف یک آسانسور آویزان کرده و جسمی به جرم 2 kg را به انتهای فنر وصل می کنیم. اگر آسانسور با شتاب ثابت 2 m/s^2 به طرف بالا شروع به حرکت کند، طول فنر چند سانتی متر می شود؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$) (ریاضی دی ۹۷)

۸۹) وزنه ای به جرم 2 kg را به انتهای فنری به طول 0.2 m که ثابت آن 1000 N/m است می بندیم و فنر را از سقف یک آسانسور آویزان می کنیم. آسانسور با شتاب ثابت 2 m/s^2 از حال سکون رو به پایین شروع به حرکت می کند، طول فنر در این حالت چقدر است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$) (تجربی دی ۹۷)

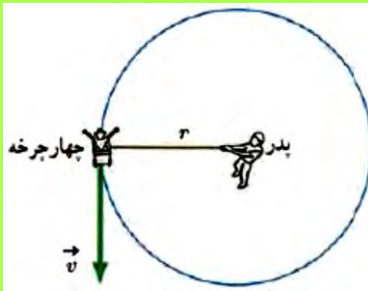
۹۰) جسمی به جرم 2 kg با تندی ثابت روی یک سطح افقی با نیروی 10 نیوتن کشیده می شود . ضریب اصطکاک جسم و سطح را حساب کنید. ($g = 10 \text{ N/kg}$) (تجربی دی ۹۷)

۹۱) جرم و شعاع سیاره ای به ترتیب 5 و 2 برابر جرم و شعاع زمین است. شتاب گرانشی در این سیاره چند برابر شتاب گرانشی در سطح زمین است؟ (تجربی دی ۹۷)

سوالات ویژه رشته ریاضی

۹۲) خودرویی در یک میدان به شعاع 160 m با تندی 72 km/h در حال دور زدن است. شتاب مرکز گرای خودرو را محاسبه کنید. (ریاضی خرداد ۱۴۰۱)

۹۳) مطابق شکل، شخصی یک چهارچرخه را با طناب $1/8$ متری روی سطح افقی زمین به گونه ای میکشد که چهارچرخه با تندی 3 m/s روی دایره ای حرکت کند. اگر حرکت یکنواخت و نیروی کشش طناب 120 N باشد، با صرف نظر کردن از اصطکاک،



الف) دوره چهارچرخه چند ثانیه است؟ ($\pi \approx 3$)
 ب) جرم چهارچرخه چقدر است؟
 (ریاضی خرداد ۱۴۰۰)

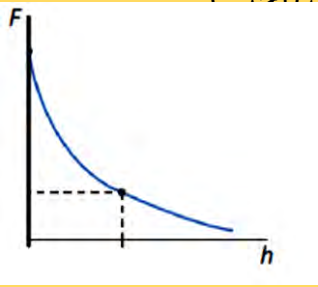
۹۴) خودرویی در یک میدان مسطح افقی به شعاع 100 متر با تندی 20 m/s در حال دور زدن است. شتاب مرکزگرای خودرو را حساب کنید.
 (ریاضی شهریور ۱۴۰۰)

۹۵) حداقل نیروی اصطکاک ایستایی بین چرخ های خودرو و سطح جاده چقدر باشد تا خودرویی به جرم 800 kg بتواند با تندی 54 km/h پیچ افقی مسطحی را که شعاع آن 50 متر است، دور بزند؟
 (ریاضی دی ۱۴۰۰)

۹۶) تندی نوک عقربه دقیقه شمار یک ساعت دیواری به طول 18 سانتی متر چند متر بر ثانیه است؟
 ($\pi \approx 3$)
 (ریاضی شهریور ۹۹)

۹۷) پره یک بالگرد با دوره 0.3 s بطور یکنواخت می چرخد. اگر شعاع پره $2/5$ متر باشد، تندی نوک پره چقدر است؟ ($\pi \approx 3$)
 (ریاضی دی ۹۹)

پاسخنامه

ص ۳۴ و ۳۶ و ۴۳ و ۵۰	(ج (د (ث (ن (ت (پ (ن (ب (د (الف (۱)
ص ۳۹ و ۴۲ و ۴۷ و ۵۴	(۲ (الف (۲ درست (ب) نادرست (پ) درست (ت) نادرست
(۳ الف) به هوا و زمین (ب) الکتریکی (پ) بنا بر لختی، سکه تمایل دارد وضعیت قبلی خود را حفظ کند. (ت) مطابق رابطه $F_{av} = \Delta p \Delta t$، زمان برخورد افزایش یافته بنابراین نیروی خالص وارد بر شخص کم می گردد.	
ص ۳۲ و ۳۶ و ۴۷ و ۵۲	(۴ الف) نادرست (ب) نادرست (پ) درست (ت) درست (ث) نادرست
ص ۳۱ و ۴۳ و ۴۷ و ۵۰ و ۵۳	(۵ الف) دوره گردش ماهواره با دوره چرخش زمین به دور خودش برابر باشد.
(ب) ۱- تند شونده رو به بالا ۲- کند شونده رو به پایین (پ) ۱- هم نوع نیستند ۲- به یک جسم وارد می شوند	
ص ۲۹ و ۳۴ و ۴۷	(۶ الف) هستند (ب) پایین (پ) مستقیم
(۷ الف) $f_s = mg$، اندازه نیروی وزن ثابت است، بنابراین اندازه نیروی اصطکاک ایستایی تغییر نمی کند. (ب) نیروی عمودی سطح افزایش می یابد جسم در حال تعادل است، اندازه نیروی عمودی سطح برابر F می شود.	
	(۸ الف) زیرا اجسام در مقابل تغییر سرعت از خود مقاومت نشان میدهند (لختی) (ب) زمانی که نیروی مقاومت هوا و نیروی وزن وارد بر چتر باز متوازن شوند (پ) جنس سطح تماس و میزان صافی و زبری سطوح (ت) A (ث)
	ص ۲۹ و ۳۵ و ۴۰ و ۴۱ و ۴۸
(۹ الف) بنا به قانون اول نیوتون چون جسم در حال سکون است، پس نیروهای وارد بر آن متوازن هستند و اندازه نیروی اصطکاک ایستایی برابر است با اندازه نیروی محرکی که در راستای سطح به جسم وارد می شود. $f_s = 0 \text{ N}$	
ص ۳۶ و ۳۸	(ب) گزینه ۳
ص ۳۴ و ۳۶ و ۴۱ و ۴۲ و ۵۴	(۱۰ الف) دو (ب) بیشتر (پ) ندارد (ت) کمتر (ث) $\frac{1}{9}$

(۱۱)

الف) طبق قانون اول نیوتون و خاصیت لختی، سرنشینان خودرو تمایل دارند حرکت رو به جلوی خود را حفظ کنند. بنابراین با ترمز ناگهانی خودرو، سرنشینان به طرف جلو پرتاب (متمایل) می‌شوند.

$$k(L-L_0) - mg = 0 \quad k \times (14-12) \times 10^{-2} = 0.3 \times 10 \quad k = 150 \text{ N/m} \quad (\text{ب})$$

ص ۳۱ و ۴۴

(۱۲) الف) حفظ کنند (ب) است (پ) نیازی نیست

ص ۳۱ و ۳۴ و ۵۲

(ت) متفاوتی (ث) الکترون به دور هسته

(۱۳) الف) فنر (۱)، چون شیب بیشتری دارد

ص ۴۳

(ب) دو عامل از : اندازه، شکل یا جنس فنر

(۱۴) الف) (ن) (ب) (د) (پ) (ن) (ت) (د) (ث) (ن) (ج) ص ۳۲ و ۳۴ و ۴۳ و ۵۴

(۱۵) الف) خیر، اگر نیروی خالصی به متحرک وارد نشود، متحرک با سرعت ثابت به حرکتش ادامه

میدهد (قانون اول نیوتون)

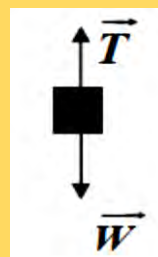
(ب) هنگامیکه نیروی مقاومت هوا و وزن هم اندازه شده و نیروهای وارد بر چتر باز متوازن شوند.

(پ) میزان زبری سطح میز، جرم مکعب چوبی

(۱۶) الف) بزرگی جسم، تندی جسم

(ب) جنس سطح تماس دو جسم، میزان صافی و زبری آنها

(پ)



ص ۳۴ و ۴۰ و ۵۰

(۱۷) الف) نخ

(ب) در سقوط آزاد چتر باز، پس از آنکه نیروی مقاومت هوا و وزن هم اندازه شوند، (نیروهای وارد بر

چتر باز متوازن شوند) چتر باز با تندی ثابت موسوم به تندی حدی به طرف پایین حرکت می‌کند

ص ۳۰ و ۳۵

(۱۸) الف) ۳ (ب) ۲ (پ) ۱ (ت) ۳

ص ۳۳ و ۳۶ و ۳۵ و ۳۸

(۱۹) الف) (د) (ب) (د) (پ) (ن) (ت) (د) (ث) (ن)

ص ۴۹ و ۵۱ و ۵۲ و ۵۴ و ۵۵

(۲۰) الف) ثابت می‌ماند (ب) افزایش می‌یابد (پ) افزایش می‌یابد

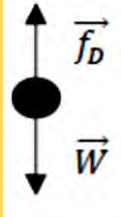
ص ۵۹

(۲۱) الف) راست (ب) افزایش می‌یابد (پ) اندازه، شکل و جنس فنر

ص ۴۳

(۲۲) الف) لختی (ب) مقاومت شاره (پ) نیروی گرانشی (ت) بیشتر می‌شود

ص ۳۱ و ۳۶ و ۵۴ و ۴۷

(۲۳) الف) بیشتر (ب) در خلاف یکدیگر (پ) بزرگی جسم (ت) مستقیم ص ۳۲ و ۳۴ و ۳۶ و ۴۳	
(۲۴) الف) در حرکت ناگهانی خودرو سرنشینان به دلیل خاصیت لختی تمایل دارند به حالت سکون باقی بمانند پس به سمت عقب به صندلی فشرده می شوند. (ب) فنری با طول اولیه L_0 را از یک نقطه بطور قائم آویزان میکنیم و به سر دیگر آن جسمی به جرم m وصل می کنیم. پس از رسیدن فنر به حالت تعادل، تغییر طول فنر (x) را حساب کرده و از رابطه زیر ثابت فنر به دست می آوریم : ص ۴۱	$kx - mg = 0 \quad k = \frac{mg}{x}$
ص ۳۰ و ۲۹	(۲۵) الف) قانون سوم (ب) قانون اول
ص ۴۱ و ۴۸ و ۴۶ و ۳۹	(۲۶) الف) (۱) (ب) (۲) (پ) (۳) (ت) (۱)
ص ۴۱	(۲۷) فنر B، شیب خط این نمودار برابر ثابت فنر است و شیب خط B بیشتر است.
ص ۵۲	(۲۸) الف) $f_s = mg = 1 \text{ N}$ (ب) ۱- افزایش ۲- ثابت ۳- افزایش ۴- ثابت
ص ۳۲ و ۳۴ و ۴۹	(۲۹) الف) دوم (ب) زمین (پ) یک چهارم
ص ۳۱ و ۴۷ و ۳۶ و ۵۶	(۳۰) الف) (ن) (ب) (د) (پ) (د) (ت) (ن) (ث) (د)
ص ۵۸	(۳۱) الف) افزایش می یابد (ب) ثابت می ماند (پ) افزایش می یابد (ت) ثابت می ماند
ص ۳۲ و ۳۳ و ۴۷ و ۵۲ و ۵۴	(۳۲) الف) وارون (ب) شتاب (پ) مماس (ت) تکانه (ث) کشش نخ (ج) مربع فاصله
ص ۴۱	(۳۳) برای اندازه گیری ضریب اصطکاک ایستایی نتیجه می گیریم که نیروی استبا نیروی عمودی سطح F_N متناسب است
ص ۳۲ و ۳۶ و ۳۴ و ۳۱ و ۵۲	(۳۴) الف) نیروی خالص وارد بر (ب) فرق می کند (پ) لازم نیست (ت) ندارد
ص ۵۰	(۳۵) دو نیروی وزن و مقاومت هوا واکنش نیروی مقاومت هوا به مولکولهای هوا واکنش نیروی وزن به مرکز زمین 

(۳۶) مکعب چوبی را روی میز افقی قرار میدهیم و نیروسنج را به مکعب چوبی وصل می کنیم و سر دیگر نیروسنج را با دست به طور افقی میکشیم. نیروی دست را به آرامی افزایش میدهیم تا جایی که مکعب در آستانه لغزیدن قرار گیرد. عددی که در این حالت نیروسنج نشان میدهد است پس از اندازه گیری جرم مکعب بنا به قانون دوم نیوتون:

$$F_N = mg, f_{s,max} = \mu_s F_N, \mu_s = \frac{f_{s,max}}{mg}$$

ص. ۳۹

(۳۷) الف) تندی جسم و بزرگی جسم

ب) فنی با طول اولیه L_0 را از یک نقطه بطور قائم آویزان میکنیم و به سر دیگر آن جسمی به جرم m وصل می کنیم. پس از رسیدن فنر به حالت تعادل، تغییر طول فنر (x) را حساب کرده و از رابطه زیر ثابت فنر به دست می آوریم:

ص. ۳۴ و ص. ۴۱

$$kx - mg = 0 \quad k = \frac{mg}{x}$$

(۳۸) الف) نیروی وزن و نیروی مقاومت هوا

ص. ۳۵

ب) نیروهای وارد بر چتر باز، متوازن باشد.

(۳۹) الف) دوره ب) بزرگی پ) وارون ت) مماس ث) کاهش

ص. ۴۹ و ۳۶ و ۵۴ و ۴۷ و ۵۶

(۴۰) الف) درست ب) نادرست پ) نادرست

ص. ۳۲ و ص. ۳۴ و ص. ۴۵

(۴۱)

$$mg - F_N = ma \quad 500 - F_N = 50(+2) \quad F_N = 50 \times 8 = 400 \text{ N}$$

ص. ۳۸

(۴۲)

$$f_{s,max} = \mu_s F_N = \mu_s mg \quad f_{s,max} = 0.4 \times 1000 = 400 \text{ N} \quad F < f_{s,max}$$

ص. ۴۴

بنابراین جعبه ساکن می ماند

(۴۳)

$$F - f_k = ma \quad \xrightarrow{f_k = \mu_k F_N = \mu_k mg} \quad 200 - \mu_k \times 400 = 0 \rightarrow \mu_k = 0.5$$

ص. ۴۲

(۴۴)

$$F_N = mg = 1000 \text{ N}$$

الف)

$$f_{s,max} = F \Rightarrow f_{s,max} = \mu_s F_N \Rightarrow 500 = \mu_s \times 1000 \rightarrow \mu_s = 0.5$$

$$R = \sqrt{F_N^2 + f_{s,max}^2} \Rightarrow R = 500\sqrt{2} \text{ (N)}$$

ص. ۴۵ ب)

$$F_e - mg = ma \quad F_e = (2 \times 2) + (2 \times 10) \quad 20 \Delta L = 24 \quad (45)$$

$$\Delta L = 1/2 \text{ cm} \quad \text{ص ۵۱}$$

$$g_0 = G \frac{M_e}{R_e^2} \quad \frac{g}{g_0} = \left(\frac{R_e}{R_e + h} \right)^2 \quad \frac{g}{g_0} = \left(\frac{6400}{6400 + 1600} \right)^2 \quad \frac{g}{g_0} = 0.64 \quad (46)$$

$$\text{ص ۴۹}$$

$$F_N = W = mg = 20 \text{ N} \quad (47)$$

$$f_k = \mu_k F_N = f_k = 0.2 \times 20 = 4 \text{ N}$$

$$F - f_k = ma \quad 8 - 4 = 2a \Rightarrow a = 2 \text{ m/s}^2$$

$$\text{ص ۳۹}$$

$$S = \frac{(2+6) \times 10}{2} = 40 \text{ N} \cdot \text{s} \quad S = \Delta p \quad (48)$$

$$\Delta p = m \Delta v \quad 40 = 10(v - 0) \Rightarrow v = 4 \text{ m/s}$$

$$\text{ص ۴۶}$$

$$\Delta y = v \Delta t \quad 60 = 5 \Delta t \Rightarrow \Delta t = 12 \text{ s} \quad (49)$$

$$\text{ص ۱۳ و ۱۴}$$

$$v^2 - v_0^2 = 2 a \Delta x \quad 0^2 - 2^2 = 2 a \times 40 \Rightarrow a = -0.5 \text{ m/s}^2 \quad (50)$$

$$a = -\frac{f_k}{m} \quad a = -\frac{\mu_k F_N}{m} \quad a = -\frac{\mu_k mg}{m} = -\mu_k g$$

$$a = -0.5 = -\mu_k g \Rightarrow \mu_k = 0.05$$

$$\text{ص ۱۸ و ۴۰}$$

$$F_e = kx \quad 2 = k(12 - L_0) \quad 3 = k(L_0 - 7) \quad (51)$$

$$\frac{2}{3} = \frac{12 - L_0}{L_0 - 7} \Rightarrow L_0 = 10 \text{ cm}$$

$$\text{ص ۴۱}$$

(۵۲)

$$g = \frac{GM_E}{r^2}$$

$$\frac{g_2}{g_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$$

$$\frac{g_2}{10} = \left(\frac{R_E}{2R_E}\right)^2$$

$$g_2 = 2/5 \text{ m/s}^2$$

ص ۴۹

(۵۳)

$$f_k = \mu_k F_N = \mu_k mg$$

$$f_k = 0/4 \times 8000 = 2000 \text{ N}$$

$$F - f_k = ma$$

$$5600 - 2000 = 800 a$$

$$a = 3 \text{ m/s}^2$$

ص ۴۲ و ۴۳

(۵۴)

$$f_{s,\max} = \mu_s F_N = \mu_s mg$$

$$400 = \mu_s \times 1000$$

$$\mu_s = 0/4$$

(الف)

$$F - \mu_k F_N = ma$$

$$440 - (0/3 \times 1000) = 100 a$$

$$a = 1/4 \text{ m/s}^2$$

(ب)

ص ۴۴

(۵۵)

$$F_e = W$$

$$k \Delta x = W \Rightarrow k (0/16 - 0/12) = (20)$$

$$k = 500 \text{ N/m}$$

ص ۴۲

(۵۶)

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

$$\vec{a} = \frac{(-1)\vec{i} + (-4)\vec{j}}{0/4}$$

$$\vec{a} = (-2/5)\vec{i} + (-10)\vec{j}$$

مثال ص ۳۲

(الف) (۵۷)

$$F_{net} = 0 \Rightarrow F_N = mg + F$$

$$F_N = 5 \times 10 + 20 = 70 \text{ N}$$

تمرین ص ۳۶

(ب) عمود بر سطح به طرف پایین (خلاف جهت محور y)

(۵۸)

ص ۲۸

(الف) خیر

(ب) به طرف چپ

$$F - f_k = ma$$

$$50 - f_k = 20 \times 2$$

$$f_k = 10 \text{ N}$$

ص ۴۰

(۵۹)

$$F_e = kx \quad \epsilon_0 = k(3) \quad k = 20 \text{ N/cm} \quad \text{ص ۴۱}$$

(۶۰)

$$F_N - W = ma \quad F_N - W = 0 \Rightarrow F_N = W \quad F_N = 600 \text{ N} \quad \text{ص ۵۰}$$

(۶۱)

$$F = k(L - L_0) \quad mg = k(L - L_0)$$

$$4 \times 10 = 1000(0.14 - L_0) \quad L_0 = 0.1 \text{ m}$$

ص ۴۲

(۶۲)

$$F_{net} = ma \quad T - f_D - f_k = 0$$

$$T - 200 - 400 = 0 \quad T = 600 \text{ N} \quad \text{ص ۵۲}$$

(۶۳)

$$mg - F_e = ma \quad 20 - 10x = 2(-2) \quad 10x = 24$$

$$x = 2/5 \text{ cm} \quad x = L_2 - L_1 \quad L_2 = 17/5 \text{ cm}$$

ص ۵۸

(۶۴)

$$\text{ص ۵۹} \quad F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{m(\Delta v)}{\Delta t} \quad |F_{av}| = \left| \frac{60 \times (0 - 5)}{0.2} \right| \quad F_{av} = 1500 \text{ N}$$

(۶۵)

$$f_k = \mu_k F_N = \mu_k mg \quad f_k = 0.4 \times 800 = 320 \text{ N} \quad \text{(الف)}$$

$$F - f_k = ma \quad 400 - 320 = 80a \quad a = 1 \text{ m/s}^2 \quad \text{(ب)}$$

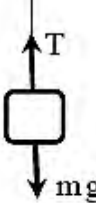
ص ۴۲

(۶۶)

$$f_{s_{max}} = \mu_s F_N = \mu_s mg \quad f_{s_{max}} = 0.4 \times 1000 = 400 \text{ N} \quad T > f_s \quad \text{(الف)}$$

$$T - \mu_k F_N = ma \quad 440 - (0.3 \times 1000) = 100a \quad a = 1/4 \text{ m/s}^2 \quad \text{(ب)}$$

ص ۴۴

ص ۵۸	$F_e - mg = ma$ $۲۰ \times x = ۳۶$	$kx = m(g + a)$ $x = ۱/۸ \text{ cm}$	(۶۷)
ص ۳۶	$F_N - mg = ma$ $۷۵۰ - ۶۰۰ = ۶۰a$	$a = ۲/۵ \text{ m/s}^2$	(۶۸)
	$\Delta p = \frac{۳۰ \times (۴ + ۶)}{۲} = ۱۵۰ \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$	$ F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{۱۵۰}{۶} = ۲۵ \text{ N}$ ص ۵۲	(۶۹)
$F - \mu_s F_N = ma$	$۱۲۰ - \mu_s \times ۴۰۰ = ۰$	$\mu_s = ۰/۳$	(الف) (۷۰) (ب) ص ۵۰
$F - F_s = ۰$	$F = F_s = ۱۰۰ \text{ N}$		
$T - mg = ma$	$T - (۲۰ \times ۱۰) = ۰$	$T = ۲۰۰ \text{ N}$	(۷۱) ص ۴۳
$F_{net} = F_{\text{پیشران}} - F_{\text{مقاومت}}$	$۸۰۰ = ۱۴۰۰ - F_{\text{مقاومت}}$	$F_{\text{مقاومت}} = ۶۰۰ \text{ N}$	(الف) (۷۲) (ب) شتاب قایق به طرف جلو ص ۳۱
$a = \frac{F_{net}}{m}$	$a = \frac{۸۰۰}{۴۰۰} = ۲ \text{ m/s}^2$		
$P = mv$	$P = ۲ \times ۱۰ = ۲۰ \text{ kg} \cdot \text{m/s}$	ص ۴۵	(۷۳)
	$T - mg = ma$	$T - ۶۰ = ۶ \times (۲)$	(الف) (۷۴) (ب)
ص ۴۵	$v = \frac{۲\pi r}{T}$	$T = ۷۲ \text{ N}$ $v = \frac{\pi}{۳۰۰} \text{ m/s}$	

(۷۵)

$$\begin{array}{lll}
 F_e - mg = ma & kx = m(g+a) & \text{(الف)} \\
 50 \times 0.77 = 30 + 3a & a = 2 \text{ m/s}^2 & \\
 g = \frac{GM}{r^2} & g = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 2 \times 10^{25}}{(10^7)^2} & \text{(ب)} \\
 g = 13.7 \text{ m/s}^2 & &
 \end{array}$$

ص ۵۸ و ۵۶

(۷۶)

$$\begin{array}{lll}
 F_{12} = m_2 a_2 & a_2 = \frac{120}{50} = 2.4 \text{ m/s}^2 & \text{(الف)} \\
 \vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21} & \vec{a}_1 = \frac{-120}{75} \vec{i} = (-1.6 \text{ m/s}^2) \vec{i} & \text{(ب)}
 \end{array}$$

ص ۳۵

(۷۷)

$$\begin{array}{lll}
 F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{m(\Delta v)}{\Delta t} & |F_{av}| = \left| \frac{0.4 \times (-15 - 10)}{0.5} \right| & |F_{av}| = 200 \text{ N}
 \end{array}$$

ص ۴۸

(۷۸)

$$\begin{array}{lll}
 F_{net} = ma & mg - F_N = ma \rightarrow F_N = m(g-a) & |F_{av}| = 200 \text{ N} \\
 & F_N = 50 \times 7 = 350 \text{ N} &
 \end{array}$$

ص ۳۸

(۷۹)

$$\begin{array}{lll}
 F_N - W = ma & F_N = 60 \times (1/2 + 9/8) & F_N = 660 \text{ N}
 \end{array}$$

ص ۳۶۰

(۸۰)

$$\begin{array}{lll}
 \Delta p = m(v_f - v_i) & |\Delta p| = |0.5 \times (-15 - 20)| & |\Delta p| = 17.5 \text{ kg.m/s}
 \end{array}$$

ص ۴۶۰

(۸۱)

$$\begin{array}{lll}
 F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} & F = 6.67 \times 10^{-11} \times \frac{2 \times 120}{r^2} & F = 1/98 \times 10^{-8} \text{ N}
 \end{array}$$

ص ۴۷۰

(۸۲)

$$\begin{array}{lll}
 F_N - mg = 0 & F_N = mg = 5 \text{ N} & F - f_k = ma \\
 F - \mu_k F_N = ma & 5 - (0.2 \times 5) = 0.5 a & a = 8 \text{ m/s}^2
 \end{array}$$

ص ۵۱

$$k = \frac{P^2}{\gamma m} \quad \gamma_{0.5} = \frac{P^2}{\gamma \times 0.5} \quad P = 20 \text{ kg.m/s} \quad (83)$$

ص. ۴۵

$$F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t} \quad F_{av} = \left| \frac{0 - 10}{2 - 0} \right| = 5N \quad \text{ص. ۴۶} \quad (84)$$

$$F_{net} = ma \quad -f_k = ma \quad -\mu_k \times mg = ma \quad (85)$$

$$a = -0.2 \times 10 = -2 \text{ m/s}^2 \quad \text{ص. ۵۱}$$

$$\frac{w'}{w} = \left(\frac{R_e}{R_e + h} \right)^2 \quad \frac{w'}{w} = \left(\frac{6400}{6400 + 1600} \right)^2 = \frac{64}{100} \quad \text{ص. ۴۹} \quad (86)$$

(۸۷) الف) برای جسمی که در هوا سقوط می کند، اگر نیروی مقاومت هوا با نیروی وزن برابر شود، جسم با تندی ثابتی به نام تندی حدی به حرکت خود ادامه می دهد.

$$F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t} \quad F_{av} = \frac{m(v_2 - v_1)}{\Delta t} \quad F_{av} = \frac{60(0 - 5)}{0.2} = -1500N \quad \text{ب) ص. ۴۶ و ۴۷}$$

(۸۸)

$$F_e - mg = ma \quad kx = m(g + a) \quad 40x = 2 \times 12$$

$$x = \frac{24}{40} = 0.6 \text{ cm} \quad x = L_2 - L_1 \quad L_2 = 20.6 \text{ cm}$$

ص. ۴۴

(۸۹)

$$Kx - mg = ma \quad (1000 \text{ N/m})(L - 0.2 \text{ m}) - (2 \text{ kg} \times 10 \text{ N/kg}) = (2 \text{ kg})(-2 \text{ m/s}^2) \quad L = 0.216 \text{ m} \quad \text{ص. ۵۱}$$

(۹۰)

$$F_N = mg = 20N \quad F - f_k = 0 \quad f_k = F = 10N \quad (10N) = \mu_k(20N) \quad \mu_k = 0.5 \quad \text{ص. ۴۰}$$

(۹۱)

$$\frac{g}{g_e} = \frac{M}{M_e} \times \left(\frac{R_e}{R}\right)^2 \quad \frac{g}{g_e} = \frac{\Delta M_e}{M_e} \times \left(\frac{R_e}{r R_e}\right)^2 \quad \frac{g}{g_e} = \frac{\Delta}{r}$$

ص. ۴۹

(۹۲)

$$a = \frac{v^2}{r} \quad a = \frac{(20)^2}{160} \quad a = 2.5 \text{ m/s}^2$$

ص. ۵۳

(۹۳)

$$T = \frac{2\pi r}{v} \quad T = \frac{2 \times 3 \times 1/8}{2} \quad T = 3/6 \text{ s} \quad \text{(الف)}$$

$$F_{\text{net}} = T = m \frac{v^2}{r} \quad 120 = m \times \frac{9}{1/8} \quad m = 24 \text{ kg} \quad \text{(ب)}$$

ص. ۵۳

(۹۴)

$$a = \frac{v^2}{r} \quad a = \frac{400}{100} = 4 \text{ m/s}^2$$

ص. ۵۱ و ۵۲

(۹۵)

$$F = f_s = m \frac{v^2}{r} \quad f_s = 800 \times \frac{(15)^2}{50} \quad f_s = 3600 \text{ N}$$

ص. ۵۹

(۹۶)

$$T = 1 \text{ h} = 3600 \text{ s} \quad v = \frac{2\pi r}{T} \quad v = \frac{2 \times 3 \times 18 \times 10^{-2}}{3600} = 3 \times 10^{-4} \text{ m/s}$$

ص. ۴۹

(۹۷)

$$v = \frac{2\pi r}{T} \quad v = \frac{2 \times 3 \times 2/5}{3 \times 10^{-2}} = 500 \text{ m/s}$$

ص. ۵۰

تمرین

(۱) با توجه به قوانین نیوتون کدام مطلب نادرست است؟

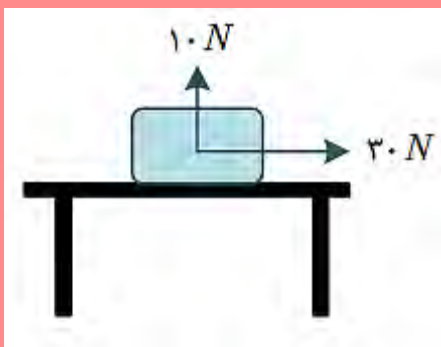
(الف) اگر بر جسمی نیرو وارد نشود، جسم وضعیت خود را حفظ می‌کند.

(ب) هنگامی که جسمی در هوا در حال سقوط است، عکس‌العمل نیروهای وارد بر جسم بر زمین و هوا وارد می‌شود.

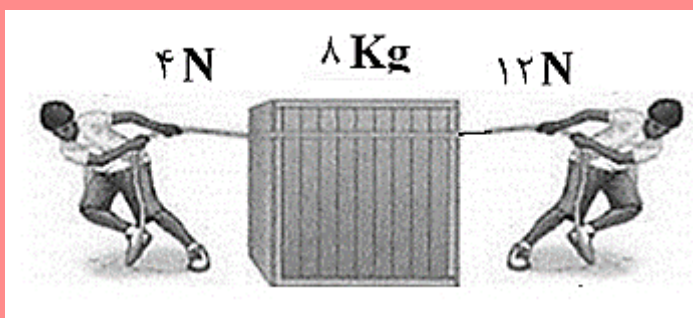
(ج) در لحظه‌ای که بر آیند نیروهای وارد بر متحرک به سمت شمال می‌باشد، سرعت متحرک به هر سمتی ممکن است باشد.

(د) وزنه‌ای توسط نخ از سقف آویزان است، عکس‌العمل نیروی جاذبه گرانشی که به وزنه اثر می‌کند به وزنه وارد می‌شود.

(۲) در شکل روبه‌رو جسمی به جرم ۸ کیلوگرم روی سطح میزی قرار دارد. با توجه به نیروهای وارد شده به جسم، مقدار نیروی اصطکاک و نیروی عمودی سطح (تکیه‌گاه) به ترتیب از راست به چپ چند نیوتن است؟ (جسم ساکن است و $g = 10 \text{ N/kg}$)

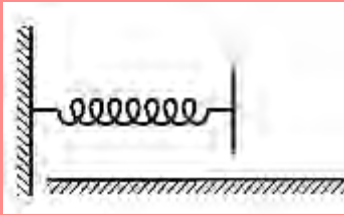


(۳) جعبه‌ای ۸ کیلوگرمی مطابق شکل، توسط دو نفر کشیده می‌شود. اگر نیروی اصطکاک جعبه با سطح ۴ نیوتن باشد حرکت جعبه چگونه و به کدام سمت می‌باشد؟



(۴) با نیروی ۱۰۰ نیوتن، جسمی را روی سطح افقی به حرکت در می‌آوریم و پس از گذشت ۵ ثانیه سرعت جسم به ۳۶ کیلومتر بر ساعت می‌رسد. اگر اصطکاک بین جسم و سطح ۱۰ نیوتن باشد، وزن جسم برابر چند نیوتن است؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

(۵) جسمی به جرم 2 kg با تندی V به یک فنر افقی با طول اولیه 12 cm و ثابت 200 N/m برخورد می‌کند. اگر ضریب اصطکاک جنبشی جسم با سطح افقی برابر با 0.2 باشد، در لحظه‌ای که اندازه شتاب جسم بیشینه و برابر با 5 m/s^2 می‌شود، طول فنر چند سانتی متر است؟

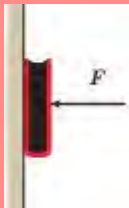


(۶) جسمی به وزن 60 نیوتون را با طناب سبکی به طرف بالا می‌کشیم. اگر شتاب ثابت رو به بالای جسم 2 m/s^2 بر مجذور ثانیه باشد، نیروی کشش طناب را بدست آورید؟ شتاب جاذبه را 10 نیوتن بر کیلوگرم در نظر بگیرید.

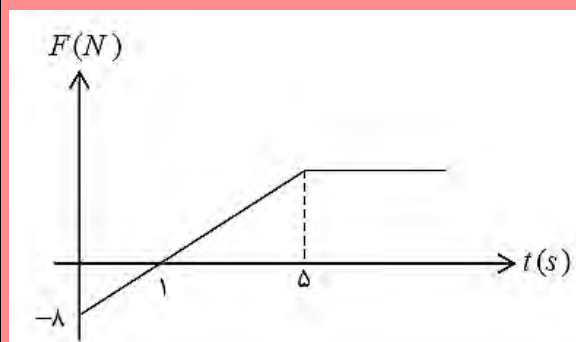
(۷) جسمی به جرم 20 کیلوگرم روی سطح افقی ساکن است. نیروی افقی 50 نیوتون بر جسم وارد می‌شود و در مدت 4 s سرعت آن را به 4 m/s می‌رساند. اگر در لحظه‌ی $t = 4\text{ s}$ ، نیروی افقی 50 نیوتون قطع شود، جسم پس از مدتی متوقف می‌شود. کل مسافت طی شده از شروع حرکت تا توقف چند متر است؟

(۸) چتربازی به جرم 60 کیلوگرم پس از یک پرش آزاد، چترش را باز می‌کند. ناگهان نیروی مقاومت هوا به 1080 نیوتن افزایش می‌یابد. شتاب چترباز در این لحظه چند متر بر مجذور ثانیه است؟ ($g = 10\text{ N/kg}$)

(۹) کتابی به جرم 2 کیلوگرم را با نیروی F عمود بر دیوار می‌فشاریم اگر جسم با شتاب $2/5$ متر بر مجذور ثانیه به پایین بلغزد و ضریب اصطکاک جنبشی با سطح 0.25 باشد، نیروی F چند نیوتن است؟



(۱۰) نمودار نیرو زمان یک جسم 2 kg که از حال سکون شروع به حرکت می‌کند مطابق شکل روبروست. تغییرات تکانه ی جسم در دو ثانیه سوم چه اندازه است؟



(۱۱) در هر یک از موارد زیر نیروی مرکزگرا را مشخص کنید:

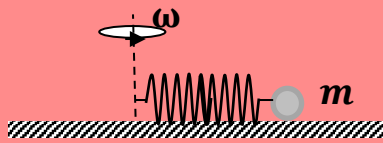
۱- در حرکت لباس هایی که در ماشین لباس شویی میچرخند.

۲- در چرخش الکترون به دور هسته

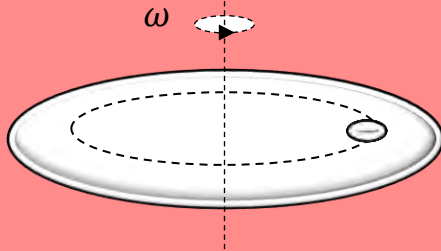
۳- در گردش سیاره ها به دور خورشید

(۱۲) در موارد زیر نیروی جانب مرکز را بررسی کنید.

(الف) دوران وزنه بسته شده به انتهای فنری به طول اولیه L_0 و ثابت فنر K در سطح افقی با سرعت ثابت V



(ب) دوران یک صفحه گردان با سرعت ثابت ω و قرار داشتن جسمی به جرم m روی آن که ضریب اصطکاک μ می باشد.



(پ) حرکت اتومبیلی به جرم m روی پل به شکل محدب و مقعر به شعاع R بدون اصطکاک



ب



الف

(۱۳) نیروی مرکزگرای وارد بر ماهواره ای برابر وزن آن در سطح زمین است. فاصله ماهواره از سطح زمین چند برابر شعاع زمین است؟

(۱۴) دو ماهواره ، یکی به جرم m و دومی به جرم $3m$ در مدار دایره ای به دور زمین می گردند. اگر ارتفاع آن ها از سطح زمین به ترتیب R_e و $3R_e$ باشد. (R_e شعاع زمین است).

(الف) بزرگی نیروی گرانش زمین وارد بر ماهواره اول چند برابر ماهواره دوم است؟

(ب) بزرگی شتاب ماهواره اول چند برابر شتاب ماهواره دوم است؟

(ج) بزرگی سرعت خطی ماهواره اول چند برابر دوره تناوب ماهواره دوم است؟

(د) دوره تناوب ماهواره اول چند برابر دوره تناوب ماهواره دوم است؟

معرفی درس

دنیای پیرامون ما پر از نوسان است. مطالعه و کنترل نوسانها دو هدف اصلی فیزیکدانها و مهندسان است. بارم این فصل برای رشته ریاضی نیمسال اول تا ص ۷۷، ۴/۵ نمره و برای امتحان نهایی خرداد و شهریور و دی ماه تا آخر فصل ۳/۷۵ نمره می باشد. بارم این فصل برای رشته تجربی نیمسال اول تا ص ۶۲، ۳/۵ نمره و برای امتحان نهایی خرداد و شهریور و دی ماه تا آخر فصل ۶/۷۵ نمره می باشد.

درسنامه ۱

نوسان ها به دو صورت دوره ای و یا غیردوره ای هستند. نوسان های دوره ای به نوسان هایی گفته می شود که هر دور آن در دورهای دیگر دقیقاً تکرار میشود. تپش قلب انسان مثالی از نوسان دوره ای است. در نوسان های دوره ای دو مفهوم مهم دوره تناوب و بسامد(فرکانس) وجود دارد.

دوره تناوب

به مدت زمان یک چرخه(سیکل)، دوره تناوب گفته می شود و با T نشان داده می شود. یکای دوره تناوب ثانیه (s) است.

بسامد یا فرکانس

به تعداد نوسان های انجام شده (تعداد چرخه) در واحد زمان بسامد(فرکانس) گفته می شود. با f نشان داده میشود. یکای بسامد در SI هرتز (Hz)، که معادل با عکس ثانیه است.

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

نکته ۱: بین دوره تناوب و بسامد، رابطه مهم مقابل وجود دارد

نکته ۲: هر گاه در مدت زمان t ثانیه، N نوسان انجام شود

$$T = \frac{t}{N}$$

مثال ۱: قلب یک جانور در مدت زمان دو و نیم دقیقه، ۱۰۰ بار می تپد.

الف) دوره تناوب ضربان قلب این جانور چند ثانیه است؟

ب) بسامد ضربان قلب این جانور چند هرتز است؟

$$T = \frac{t}{N} = \frac{2.5 \times 60}{100} = 1.5 \text{ s} \quad \text{الف)}$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{1.5} \approx 0.7 \text{ Hz} \quad \text{ب)}$$

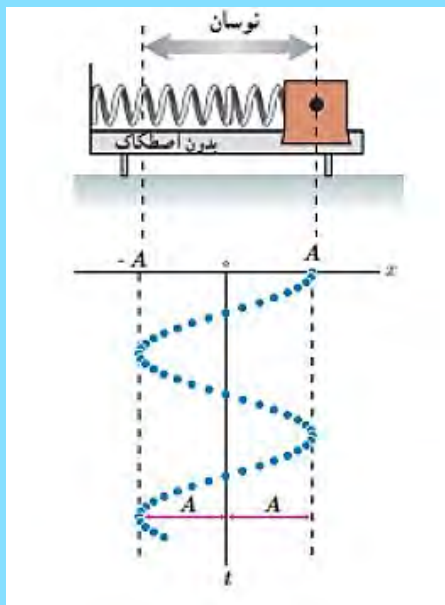
درسنامه ۲

حرکت نوسانی ساده

به حرکت نوسانی سینوسی، حرکت هماهنگ ساده گفته میشود.

حرکت هماهنگ ساده مبنایی برای درک هر نوع نوسان دوره ای است چرا که هر نوسان دوره ای را می توان از مجموع چند نوسان سینوسی ایجاد کرد.

حرکت جرمی که به فنر متصل باشد و روی یک پاره خط نوسان کند مثالی از حرکت هماهنگ ساده می باشد.



علت سینوسی بودن این نوع حرکت به علت سرعت و شتابی است که جسم در لحظات مختلف دارد. در انتها سرعت صفر می شود و شتاب ماکزیمم و در وسط بالعکس

برای مطالعه حرکت هماهنگ ساده باید با مفاهیم زیر آشنا شویم:

۱- پاره خط نوسان: به پاره خطی که نوسانگر روی آن حرکت رفت و برگشتی انجام میدهد، پاره خط نوسان گفته می شود.

در پاره خط نوسان چند نکته مهم وجود دارد:

الف- نقطه تعادل (نقطه 0)

به نقطه وسط پاره خط نوسان که نوسانگر حول آن حرکت رفت و برگشتی انجام می دهد، نقطه تعادل گفته می شود.

در این نقطه فنر در حالت تعادل قرار دارد و حالت کشیدگی یا فشردگی ندارد. در این حالت مکان نوسانگر $x = 0$ می باشد.

ب- نقطه های دامنه (یا نقاط بازگشت)

دو نقطه انتهایی پاره خط که با $x = \pm A$ نشان داده می شوند، نقطه های دامنه (نقاط بازگشت حرکت) نام دارند. دامنه حرکت به بیشینه جابه جایی نوسانگر نسبت به نقطه تعادل (x_{max}) گفته می شود.

در این نقاط فنر در حداکثر کشیدگی یا فشردگی خود قرار دارد و از آنجا که نوسانگر در این نقاط به طور لحظه ای متوقف

می شود و باز می گردد ($V = 0$) به این نقاط، نقاط بازگشت گفته می شود

نکته: نوسانگر در هر نوسان دو بار پاره خط نوسان را میپیماید. یعنی اگر طول پاره خط $2A$ نوسان باشد، نوسانگر در هر نوسان مسافت $4A$ را طی می کند.

۲- بسامد زاویه ای

در حرکت هماهنگ ساده بسامد زاویه ای عبارت است از
یکای بسامد زاویه ای در SI رادیان بر ثانیه rad/s است.

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$$

۳- معادله مکان- زمان نوسانگر:

در حرکت هماهنگ ساده تغییرات مکان نسبت به زمان رفتار سینوسی دارد یعنی مکان را می توان به صورت تابعی سینوسی و یا کسینوسی از زمان نوشت. در این کتاب برای سادگی تابع کسینوس را بررسی می کنیم.
یعنی فرض بر این است که نوسانگر از $x = \pm A$ رها می شود (یعنی از فاز $\frac{\pi}{2}$) و شروع به حرکت نوسانی می کند.
در این صورت معادله مکان- زمان نوسانگر به صورت مقابل تعریف می شود:
 $x = A \cos \omega t$
که در آن A دامنه و ω سرعت زاویه ای است و ωt بر حسب رادیان، شناسه حرکت نوسانگر را نشان می دهد.

نکته ۱: همواره نوسانگر در مدت $\frac{T}{2}$ به اندازه $2A$ مسافت طی میکند.

نکته ۲: بررسی نوع حرکت در حرکت هماهنگ ساده:

در حرکت هماهنگ ساده در لحظاتی که نوسانگر به سمت نقطه تعادل حرکت میکند، حرکتش تند شونده است و در لحظاتی که از نقطه تعادل دور می شود و به سمت دو انتهای پاره خط نوسان (نقاط بازگشت) می رود، حرکتش کند شونده است.

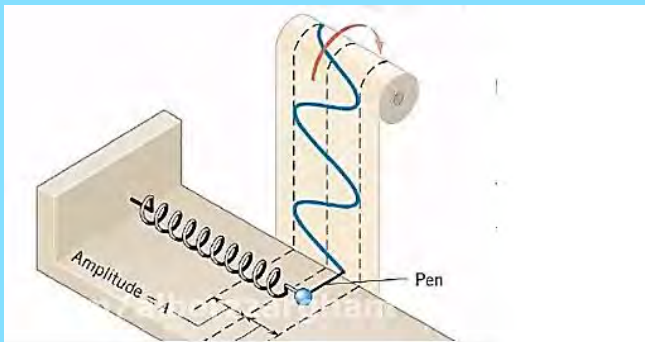
نکته ۳: تعیین حداکثر و حداقل مسافت طی شده در یک مدت زمان معین

در حرکت هماهنگ ساده، هرچه به نقطه تعادل نزدیک تر باشیم حرکت تندتر است و با نزدیک شدن به دو انتها، حرکت کندتر می شود. پس برای آنکه نوسانگر در یک مدت معین حداکثر مسافت ممکن را طی کند کافی است تا حد امکان به نقطه تعادل نزدیک باشیم. این یعنی باید مدت زمان را به طور متقارن نسبت به نقطه تعادل تقسیم کنیم. اما برای آنکه در یک مدت معین حداقل مسافت را طی کنیم باید مدت زمان را به طور متقارن نسبت به یکی از دو انتهای پاره خط نوسان تقسیم کنیم تا از حرکتی کندتر بهره بگیریم.

نکته ۴: در دو انتهای پاره خط نوسان، اندازه سرعت نوسانگر به صفر و در نقطه تعادل یعنی در $x = 0$ اندازه سرعت نوسانگر به بیشینه مقدار خود یعنی $V_{max} = \pm A\omega$ می رسد.

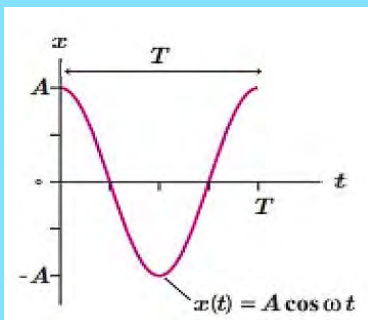
۴- نمودار مکان-زمان حرکت هماهنگ ساده

برای رسم نمودار مکان-زمان یک نوسانگر هماهنگ ساده می توانیم از یک نوسان نگار استفاده کنیم. به خط موج داری که توسط نوسان نگار رسم میشود، نوسان نگاشت می گوئیم.

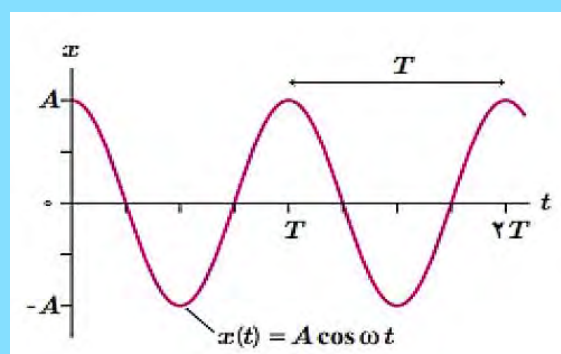


نمودار مکان - زمان حرکت هماهنگ ساده (با فرض این که شروع حرکت از دامنه باشد)

یک نمودار کسینوسی است. در شکل مقابل این نمودار برای یک دوره تناوب رسم شده است.



برای زمان های بیشتر از یک دوره تناوب می توان با ادامه ترسیم به نمودار موردنظر دست یافت.

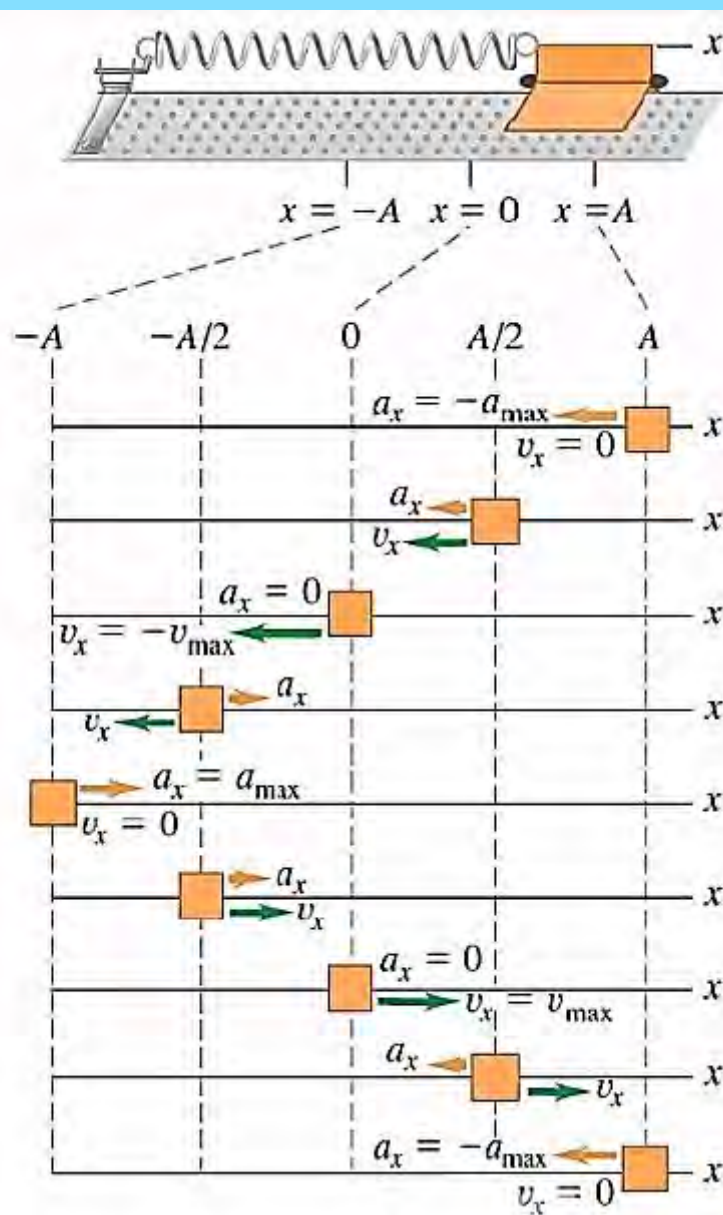


چند رابطه ی مهم

اندازه سرعت بیشینه $v_{max} = A\omega$
(هنگام عبور از وضع تعادل)

اندازه شتاب بیشینه $a_{max} = A\omega^2$
(در نقطه بازگشت)

انرژی مکانیکی نوسانگر $E = \frac{1}{2}mv_{max}^2$



مثال ۲: معادله ی مکان - زمان نوسانگر هماهنگ ساده ای با دامنه ی $0.06m$ و بسامد $2.5 Hz$ را بنویسید.

$$x = A \cos \omega t \quad \text{معادله ی کلی}$$

$$A = 0.06m$$

$$f = 2.5Hz$$

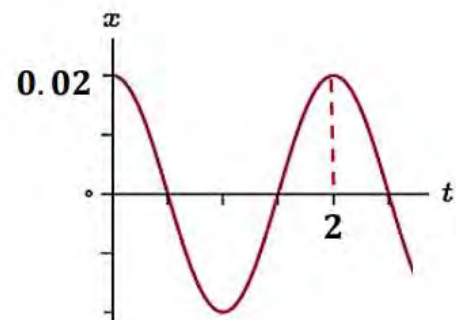
$$\omega = 2\pi f$$

$$\left. \begin{array}{l} f = 2.5Hz \\ \omega = 2\pi f \end{array} \right\} \longrightarrow \omega = 2\pi \times 2.5 = 5\pi \longrightarrow \boxed{x = 0.06 \cos 5\pi t}$$

مثال ۳: معادله ی حرکت هماهنگ ساده ی یک نوسانگر در SI به صورت $x = 0.02 \cos \pi t$ است.
الف) دوره ی حرکت چند ثانیه است؟ ب) نمودار مکان - زمان این حرکت را در یک دوره رسم نمایید.

$$\left. \begin{array}{l} x = A \cos \omega t \\ x = 0.02 \cos \pi t \end{array} \right\} \longrightarrow \left\{ \begin{array}{l} A = 0.02m \\ \omega = \pi \frac{rad}{s} \end{array} \right.$$

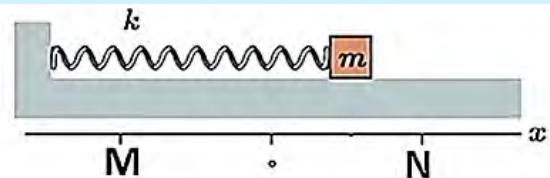
$$\omega = \frac{2\pi}{T} \longrightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\pi} = 2s$$



مثال ۴: نوسانگر ساده ای روی پاره خطی به طول ۴ سانتی متر نوسان می کند و در هر ثانیه یک بار طول این پاره خط را طی می کند. بیشینه ی سرعت این نوسانگر چند سانتی متر بر ثانیه است؟

$$A = 0.02m$$

$$T = 2s \longrightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2} = \pi$$



$$v_{max} = A\omega = 0.02 \times \pi = 0.02\pi \frac{m}{s} = 2\pi \frac{cm}{s}$$

مثال ۵: در طرح واره ی روبه رو، فرض بر این است که یک ظرف پر از شن بدون کاهش دامنه، نوسان میکند و از سوراخ پایین آن شن ریزه ها با آهنگ ثابتی خارج شده و روی یک سطح افقی می ریزند. وضعیت توزیع و تراکم شن ها روی سطح افقی را به صورت تقریبی رسم نموده و توضیح دهید این طرح واره بازگوکننده ی کدام ویژگی فیزیکی در حرکت نوسانی است؟



نوسانگر در هنگام حرکت به سمت نقطه تعادل دارای حرکت تند شونده و در هنگام دور شدن از این نقطه و نزدیک شدن به نقاط بازگشت دارای حرکت کند شونده است. در نتیجه نوسانگر از نقطه تعادل خیلی سریعتر از نقطه بازگشت عبور میکند.

این یعنی به دلیل فرصت بیشتر در دو انتها شدن بیشتری در مقایسه با نقطه تعادل خواهیم داشت. از این طرح واره به نوع حرکت تند شونده یا کند شونده در حرکت نوسانی پی می بریم.

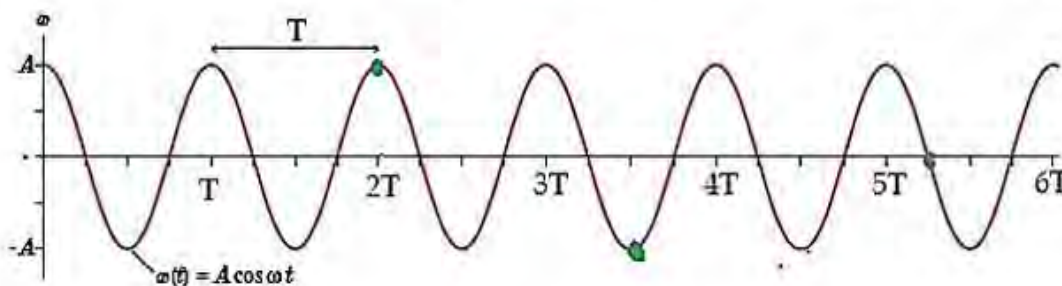
مثال ۶: ذره ای در حال نوسان هماهنگ ساده با دوره تناوب T است. با فرض اینکه در $t = 0s$ ذره در $x = +A$ باشد، تعیین کنید در هر یک از لحظات زیر، آیا ذره در $x = -A$ ، در $x = +A$ ، یا در $x = 0$ خواهد بود؟

(الف) $t = 2T$

(ب) $t = 3.5T$

(پ) $t = 5.25T$

نمودار مکان-زمان نوسانگر را رسم می کنیم و دوره های نوسان را نمایش دادیم.



مطابق شکل بالا، همانطور که با نقاط سبز رنگ نشان داده شده است، در زمان $t = 2T$ ، نوسانگر در مکان $x = A$ قرار دارد. در زمان $t = 3.5T$ ، نوسانگر در مکان $x = -A$ قرار دارد و در زمان $t = 5.25T$ ، نوسانگر در مکان $x = 0$ قرار دارد.

مثال ۷: معادله حرکت هماهنگ ساده یک نوسانگر در SI به صورت $x = 0.02 \cos 10\pi t$ است. در چه لحظه ای پس از لحظه صفر، برای دومین بار تندی نوسانگر به بیشینه مقدار خود می رسد؟

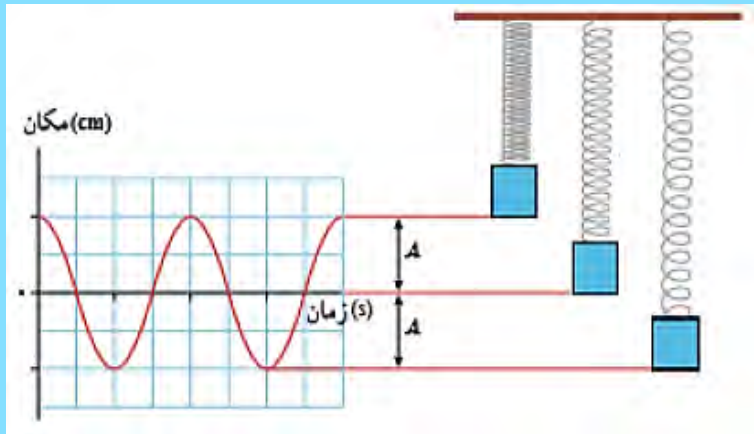
زمانی تندی به بیشترین مقدار خود می رسد که نوسانگر در مبدأ باشد یعنی $x = 0$ ، پس اگر معادله حرکت را برابر صفر بگیریم زمان مورد نظر محاسبه می شود:

$$x = 0 \xrightarrow{0.02 \cos 10\pi t = 0} \cos 10\pi t = 0 = \cos \frac{\pi}{2} \rightarrow 10\pi t = \frac{\pi}{2} \rightarrow t = \frac{1}{20} s$$

درسنامه ۳

دستگاه جرم - فنر:

اگر جسمی به جرم m متصل به یک فنر به سختی k داشته باشیم و در صورتی که نیروهای اتلافی نداشته باشیم و جسم را به نقطه دامنه (A) کشیده و سپس رها کنیم، حرکت نوسانی ساده خواهد بود که دوره این نوسانات از رابطه ی زیر بدست می آید:



$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad \Rightarrow \quad k = m\omega^2$$

مثال ۸: در حرکت هماهنگ ساده جرم - فنری، ثابت فنر 180 N/m و جرم نوسانگر 200 گرم می باشد.

الف) بسامد زاویه ای آن را به دست آورید .

ب) دوره نوسان را حساب کنید. ($\pi = 3$)

الف) $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{180}{0.2}} = 30 \text{ rad/s}$

ب) $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2 \times 3}{30} = 0.2 \text{ s}$

درسنامه ۴

انرژی نوسانگر: در حرکت هماهنگ ساده، نوسانگر دارای انرژی جنبشی (K)، انرژی پتانسیل (U) و انرژی مکانیکی (E) است.

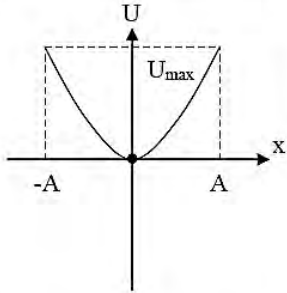
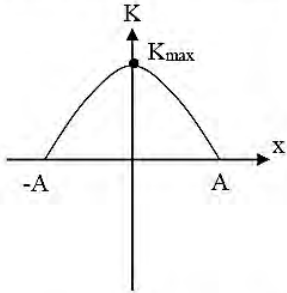
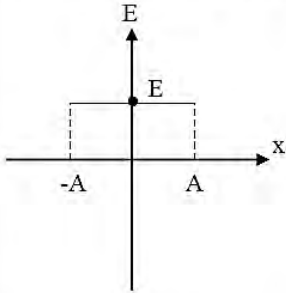
$$E = K + U$$

در صورتیکه نیروهای تلف کننده (مانند اصطکاک و ...) وجود نداشته باشد، انرژی مکانیکی پایسته است. می توان نشان داد که انرژی مکانیکی نوسانگر به صورت مقابل است:

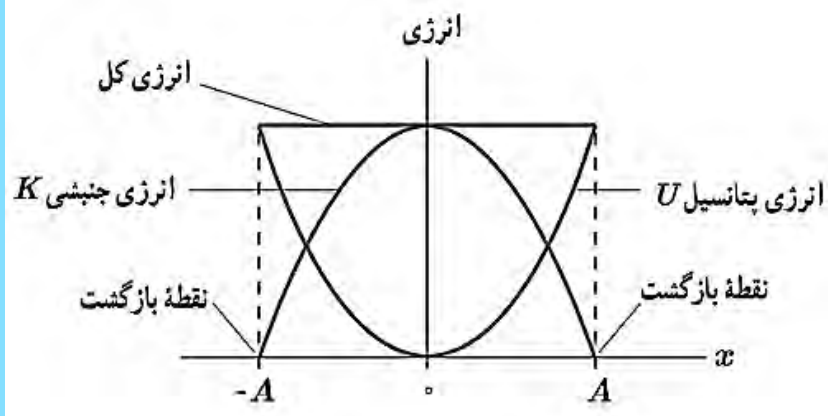
$$E = \frac{1}{2} k A^2 = \frac{1}{2} m \omega^2 = 2\pi^2 m f^2 A^2$$

همانطور که در رابطه مشاهده می کنیم، انرژی مکانیکی هر نوسانگر با مربع دامنه (A^2) و مربع بسامد (f^2) متناسب است.

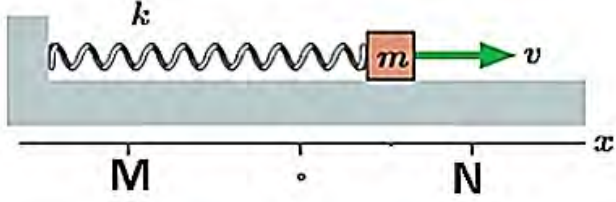
نمودارهای انرژی نوسانگر بر حسب مکان :

نمودار انرژی پتانسیل بر حسب مکان	نمودار انرژی جنبشی - مکان	نمودارهای انرژی مکانیکی - مکان
		
انرژی پتانسیل با افزایش مکان افزایش می یابد	انرژی جنبشی با افزایش مکان کاهش می یابد	انرژی مکانیکی در تمام نقاط ثابت است

نمودار انرژی در یک نگاه:



مقادیر سرعت، شتاب، نیرو، انرژی جنبشی و پتانسیل نوسانگر در مبدا و دامنه ها:

		
$x = x_{max} = -A$	$x = 0$	$x = x_{max} = +A$
$F = F_{max}$	$F = 0$	$F = F_{max}$
$a = a_{max}$	$a = 0$	$a = a_{max}$
$U = U_{max}$	$U = 0$	$U = U_{max}$
$v = 0$	$v = v_{max}$	$v = 0$
$k = 0$	$k = k_{max}$	$k = 0$

مثال ۹: معادله ی حرکت هماهنگ ساده ی یک نوسانگر به جرم ۱۰۰ گرم در SI به صورت $x = 0.2 \cos 50\pi t$ است

الف) بیشینه ی تندی نوسانگر چند متر بر ثانیه است؟

ب) انرژی مکانیکی نوسانگر چند ژول است؟

$$\left. \begin{array}{l} \text{الف} \quad x = A \cos \omega t \quad \text{معادله ی کلی} \\ x = 0.02 \cos 50\pi t \end{array} \right\} \longrightarrow \begin{cases} A = 0.02 \text{ m} \\ \omega = 50\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} \end{cases}$$

$$v_{\max} = A\omega = 0.02 \times 50\pi = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{ب} \quad E = \frac{1}{2} m v_{\max}^2 = \frac{1}{2} \times 0.1 \times 1^2 = 0.05 \text{ J}$$

مثال ۱۰: معادله ی حرکت یک نوسانگر هماهنگ ساده در SI به صورت $x = 0.2 \cos 10\pi t$ است.

الف) در چه لحظه ای پس از لحظه ی صفر، برای نخستین بار تندی نوسانگر به صفر می رسد؟

ب) اندازه ی بیشترین شتاب حرکت این نوسانگر چقدر است؟ ($\pi^2 = 10$)

$$\text{الف} \quad x = 0.02 \cos(10\pi t) \longrightarrow -0.02 = 0.02 \cos 10\pi t \longrightarrow$$

$$\cos 10\pi t = -1 = \cos \pi \longrightarrow 10\pi t = \pi \longrightarrow t = \frac{1}{10} \text{ s}$$

$$\text{ب} \quad a_{\max} = A\omega^2 = 0.02 \times (10\pi)^2 = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

مثال ۱۱: انرژی جنبشی و پتانسیل نوسانگری در یک لحظه معین به ترتیب برابر 0.12 J و 0.06 J است. اگر جرم

نوسانگر 10 g و دامنه حرکت 4 cm باشد، دوره حرکت چند ثانیه است؟

$$E = U + K \rightarrow E = 0.06 + 0.12 = 0.18 = 18 \times 10^{-2} \text{ J}$$

$$E = \frac{1}{2} m A^2 \omega^2 \rightarrow 18 \times 10^{-2} = \frac{1}{2} \times 10^{-2} \times (4 \times 10^{-2})^2 \omega^2 \rightarrow \omega^2 = \frac{9}{4 \times 10^{-4}} \rightarrow \omega = 150 = \frac{2\pi}{T} \rightarrow T = \frac{\pi}{75}$$

درسنامه ۵



آونگ ساده ، وزنه ای به جرم m است که به نخ به طول L بسته شده و آویزان است. در صورتیکه زاویه انحراف از راستای قائم این آونگ کوچک باشد ($\theta \ll 6^\circ$)، حرکت نو آونگ یک حرکت هماهنگ ساده خواهد بود. در این صورت:

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} \quad \omega = \frac{2\pi}{T} \quad \Rightarrow \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

مشاهده می کنیم که بسامد زاویه ای و دوره ی تناوب آونگ ساده فقط به جذر l و g بستگی دارد و به جرم و دامنه بستگی ندارد. یعنی :

$$\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{l_2}{l_1} \times \frac{g_1}{g_2}}$$

مثال ۱۲: آونگ ساده ای به طول یک متر، در محلی که شتاب گرانش زمین در SI برابر $g = \pi^2$ است، نوساناتی کم دامنه انجام می دهد. گلوله ی این آونگ در هر دقیقه چند نوسان کامل انجام می دهد؟

$$L = 1m$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{1}{\pi^2}} = 2s$$

در دو ثانیه یک نوسان انجام می دهد ← در ۶۰ ثانیه (یک دقیقه) ۳۰ نوسان انجام می دهد

مثال ۱۳: آونگ ساده ای به طول 80 cm با دامنه ی کم در حال نوسان است. طول آونگ را چگونه تغییر دهیم تا دوره ی نوسان آن نصف شود؟

$$\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}} \times \sqrt{\frac{g_2}{g_1}} \quad \longrightarrow \quad \frac{1}{2} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}} \times 1 \quad \longrightarrow \quad \frac{L_2}{L_1} = \frac{1}{4} \quad \longrightarrow$$

$$L_2 = \frac{80}{4} = 20\text{ cm} \quad \longrightarrow \quad \text{باید } 60 \text{ سانتی متر کاهش یابد}$$

درسنامه ۶

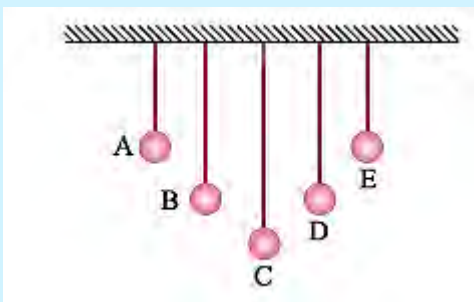
تشدید:

هر نوسانگری دارای یک بسامد طبیعی است. مثلاً بسامد طبیعی نوسانگر جرم- فنر از $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$ و بسامد طبیعی آونگ ساده از $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}}$ به دست می آید. با اعمال یک نیروی خارجی دوره ای می توان دستگاه را با بسامدی مستقل از بسامد طبیعی آن به نوسان وا داشت. به این حرکت نوسان واداشته گفته می شود و بسامد این نوسان را با f_d نشان می دهند.

در صورتیکه بسامد نوسان واداشته با بسامد طبیعی نوسانگر یکسان شود، دامنه نوسان بیشتر و بیشتر می شود. در این حالت به اصطلاح گفته میشود برای دستگاه تشدید (رزونانس) رخ داده است.

پدیده تشدید از میرا شدن نوسان جلوگیری می کند.

این پدیده میتواند باعث رخدادهایی مفید مورد انتظار و یا رخدادهای مخرب غیر منتظره گردد.



مثال ۱۴: مطابق شکل زیر، از یک نخ، آونگ های ساده ای با جرم های یکسان می آویزیم. اگر آونگ B را از وضع تعادل خارج و رها کنیم، کدام آونگ پس از مدت طولانی تری می ایستد؟

هرگاه بسامد نیروی خارجی اعمالی به یک نوسانگر با بسامد طبیعی آن یکسان باشد، برای آن نوسانگر تشدید رخ می دهد. این یعنی آن نوسانگر در مقایسه با نوسانگرهای دیگری که برای آنها تشدید رخ نمی دهد، مدت زمان بیشتری به نوسان می پردازد. در آونگ هایی که در یک مکان در حال نوسان هستند اگر طول دو آونگ یکسان باشد، میان آنها تشدید رخ می دهد. پس آونگ D که با آونگ A هم طول است، در مقایسه با بقیه آونگ ها پس از مدت زمان طولانی تری می ایستد.

درسنامه ۷

امواج: به هرگونه آشفتگی که در یک محیط کشسان (قابل ارتجاع) بوجود می آید، موج گفته میشود. محیط کشسان محیطی است که اگر آن را از حالت تعادل خارج کنیم، با ایجاد یک نیروی برگرداننده در خود، دوباره به حالت اولیه اش برمیگردد. گازها (مثل هوا)، مایعات (مثل آب) و جامدات (مثل فنر) یک محیط کشسان هستند.

تذکر: انتشار موج در هر محیط با انتقال انرژی همراه است. در واقع یکی از روشهای انتقال انرژی در محیط های مادی استفاده از امواج است. موج، ارتعاش یا نوسانی است که انرژی را در محیط یا خلاء منتقل می کند. موج ها را به دو دسته تقسیم می کنند.

تذکر: امواج به دو صورت وجود دارند:

۱- امواج مکانیکی: امواجی که برای انتشار احتیاج به محیط های مادی کشسان و بصورت پیوسته دارند. انتشار صدا در هوا و یا امواج تولید شده در سطح آب مثل موج دریا و یا انتشار موج در فنی که آن را کشیده و رها میکنیم، همه نمونه هایی از انتشار امواج مکانیکی میباشند.

امواج مکانیکی در خلاء منتشر نمیشوند. (صوت در خلاء شنیده نمی شود)

۲- امواج الکترومغناطیسی: امواجی که از برهم نهی میدان های الکتریکی و میدان های مغناطیسی بر یکدیگر بوجود میآیند و برای انتشار خود احتیاج به محیطهای مادی ندارند. این موجها هم در خلاء و هم در مواد منتشر میشوند. مثل نورهای مرئی و امواج رادیویی و تلویزیونی.

تذکر: در امواج مکانیکی، ذرات مادی محیط در جای خود وادار به ارتعاش می شوند و انرژی خود را به ذرات مجاور منتقل می کنند و ذرات بصورت تک تک اما با تأخیر زمانی نسبت به هم وادار به ارتعاش می شوند و در نهایت موج در محیط منتشر خواهد شد. (البته فرض بر این است که انرژی پایسته مانده و در محیط تلف نمی شود)

تذکر: در امواج الکترومغناطیسی این ذرات محیط نیستند که در جای خود نوسان و ارتعاش می کنند بلکه از نوسان میدان های الکتریکی و میدانهای مغناطیسی در هر لحظه انرژی و در نهایت موج در فضا منتشر خواهد شد.

تعاریف و مفاهیم اولیه:

- ۱) محیط کشسان: محیطی است که وقتی در آن تغییر شکل ایجاد شود، نیروهای کشسان ایجاد شده بین اجزای محیط تمایل دارند محیط را به حالت اولیه ی خود بازگردانند،
- ۲) تپ (پالس یا آشفستگی): هر نوع تغییر شکل در یک محیط کشسان را تپ می نامیم.
- ۳) انتشار موج: به حرکت و انتقال یک تپ در یک محیط کشسان انتشار موج می گوئیم.

نکته: برای ایجاد موج مکانیکی به دو عامل نیاز داریم :

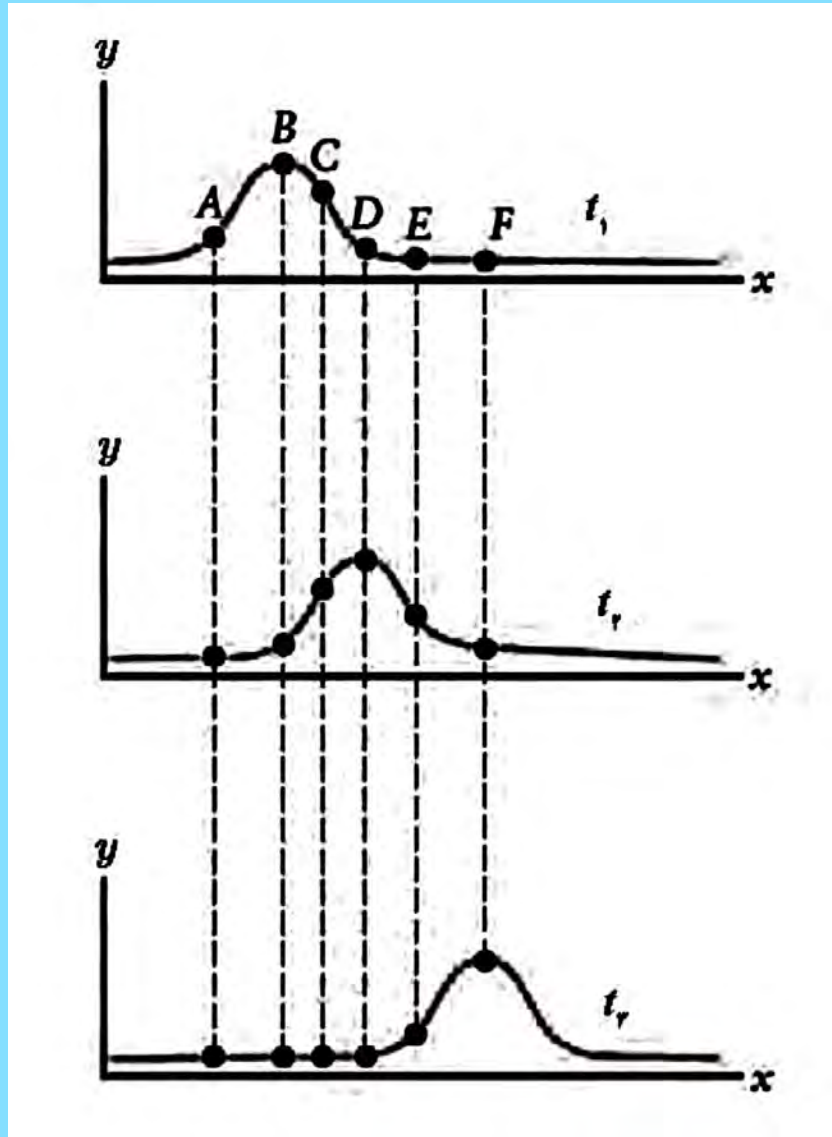
۱) منبع نوسان (چشمه ی موج): محل ایجاد تپ

۲) محیط انتشار موج

تفاوت تپ و موج

هردوی این ها به آشفستگی در محیط اشاره دارند . اما موج آشفستگی ای پیوسته است، در حالی که تپ یک آشفستگی تنها است . به عنوان مثالی مفهومی نقش یک تپ را در سه زمان مختلف نشان

می‌دهیم. در شکل زیر مشاهده می‌کنید تپ به طرف راست در حال حرکت است و هنگام حرکت، ذره‌های طناب را به بالا و پایین به نوسان درمی‌آورد. نقش تپ هنگام حرکت تغییری نمی‌کند و هر ذره طناب پس از نوسان به حالت تعادل خود بازمی‌گردد. در واقع کشش موجود در طناب پس از عبور تپ، آن را به شکل خط راست بازمی‌گرداند.



موجهای پیش رونده:

موجهای پیش رونده در یک محیط به دو صورت وجود دارند.

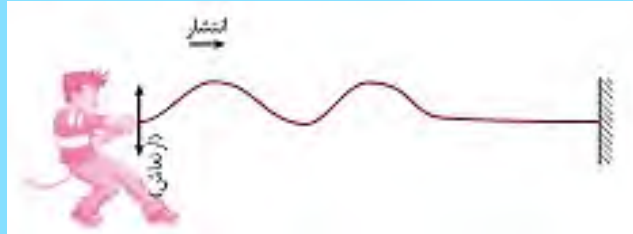
(۱) موجهای عرضی

(۲) موجهای طولی

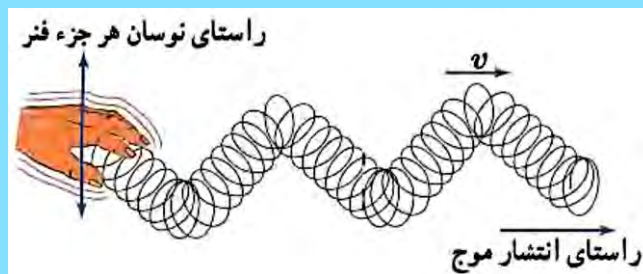
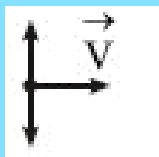
به موج‌های عرضی و طولی، موج‌های پیش رونده گفته می‌شود زیرا، هر دوی این موج‌ها از نقطه‌ای به نقطه دیگر حرکت کرده و انرژی را با خود منتقل می‌کنند.

(۱) موج عرضی: اگر راستای حرکت و پیش روی موج در یک محیط، عمود بر راستای ارتعاش و یا نوسان تک تک ذرات آن محیط باشد، طریق انتشار این موج عرضی می باشد.

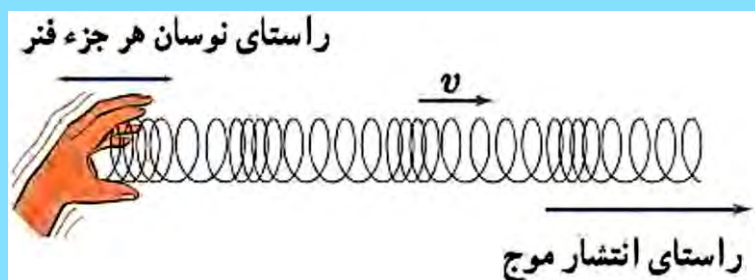
بطور مثال مطابق شکل زیر هنگامی که یک طناب کشیده شده را با دست خود بالا و پایین می بریم، انتشار موج در طول طناب به طرف راست می باشد، در حالی که تک تک ذرات و نقاط طناب در جای خودشان بالا و پایین می روند.



در واقع حرکت یا انتشار موج در طول طناب با سرعت ثابت در جای خود به طرف بالا و پایین است یعنی ارتعاش ذرات بر انتشار موج عمود است و شبیه به یک موج سینوسی خواهد بود.



(۲) موج طولی: اگر راستای حرکت و یا انتشار موج در یک محیط هم راستا یا موازی با نوسان و یا ارتعاش ذرات آن محیط باشد انتشار موج به طریق طولی خواهد بود. یک فنر بلند که روی سطح افقی میزی قرار دارد را تصور کنید، حال اگر یک سر آزاد آن را به جلو و عقب حرکت دهیم، حلقه های فنر به سرعت این وضعیت کشیدگی و یا فشردگی را به نوبت به حلقه های مجاور در طول فنر منتقل می کنند در این صورت انتشار موج منطبق یا موازی با ارتعاش ذرات محیط است.



تذکر: در انتشار امواج به صورت عرضی با نقاطی بصورت برجستگی (قله) و فرورفتگی (دره) و در انتشار امواج به صورت طولی با نقاطی به صورت تراکم (نزدیک شدن حلقه های فنر) و انبساط (دور شدن حلقه های فنر) مواجه هستیم.

نکته مهم: سرعت انتشار موج (v) در هر محیط مقدار ثابتی خواهد بود، که به جنس آن محیط بستگی دارد در حالیکه سرعت ارتعاش با نوسان تک تک ذرات محیط در جای خودش، دقیقاً مثل یک نوسانگر ساده به شرایطی مثل دامنه نوسان (A) و بسامد (f) بستگی دارد.

تذکر: تمام نقاط و ذرات محیط با یک دامنه و یک بسامد نوسان ارتعاش می کنند که دقیقاً همان دامنه و بسامد چشمه تولید موج است. مثلاً اگر دست شخصی برای تولید موج عرضی در طول یک طناب در هر ثانیه ۴ بار بالا و پایین شده باشد، بسامد ارتعاش تمام نقاط طناب ($f = 4\text{Hz}$) همین مقدار خواهد بود.

مثال ۱۵: به سوالات زیر پاسخ دهید:

الف) چه عاملی از یک محیط کشسان، باعث انتشار موج در آن می شود؟

ب) درستی یا نادرستی جمله های زیر را مشخص کنید.

۱) محیط کشسان، محیطی است که وقتی در آن تغییر شکلی ایجاد شود، نیروهای کشسان ایجاد شده بین اجزای محیط، تمایل دارند محیط را به حالت اول خود برگردانند.

۲) چشمه یک موج سینوسی، نوسانگری است که دارای دامنه و بسامد ثابتی است.

ج) انتقال انرژی بدون انتقال ماده را می نامند.

الف) در یک محیط کشسان وجود یک نیروی برگرداننده باعث ایجاد موج می شود. (مثل نیروی برگرداننده فنر)

ب) ۱- درست ۲- درست

ج) موج

مثال ۱۶: اگر دامنه ارتعاشات یا نوسان یک طناب کشیده شده را دو برابر کنیم، سرعت انتشار موج در طول طناب و سرعت ارتعاشات ذرات طناب به ترتیب از راست به چپ چند برابر خواهند شد؟

۱) ۱ و ۱ ۲) ۱ و ۲ ۳) ۲ و ۲ ۴) ۲ و ۱

سرعت موج فقط به محیط انتشار مرتبط است یعنی ثابت است و تغییری نمی کند و حداکثر سرعت ذرات از رابطه $A\omega$ تبعیت میکند پس ۲ برابر می شود. پس گزینه ۲ درست است.

درسنامه ۸

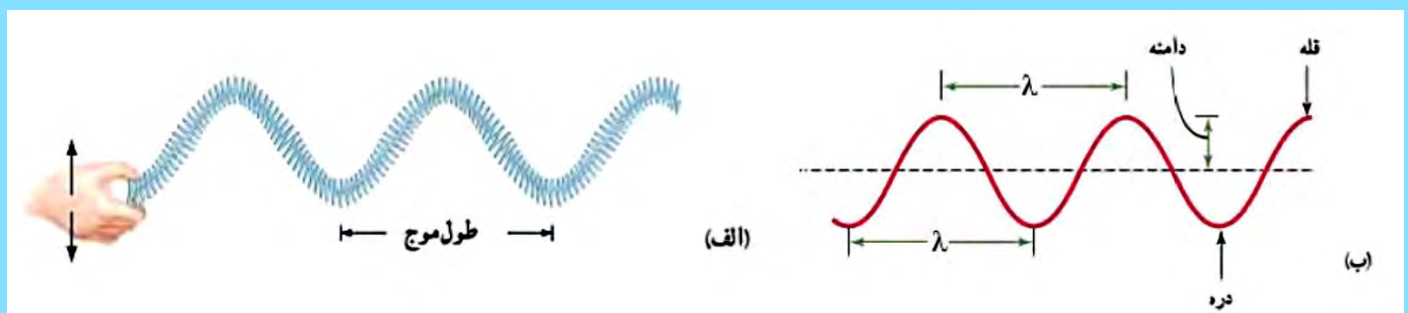
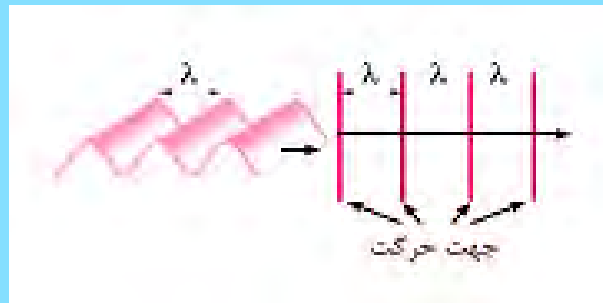
مشخصه های موج :

در یک دستگاه تشت موج (مطابق شکل مقابل) اگر نوسان ساز یک میله نازک باشد در سطح آب امواج تخت و اگر به جای نوسان ساز یک گلوله فلزی قرار گرفته باشد امواج دایره ای حاصل خواهد شد. امواج تولید شده در سطح آب در تمام جهات روی

سطح آب بصورت فرو رفتگی و برآمدگی ایجاد می شوند که به آنها یک جبهه موج می گویند.



تعریف طول موج: فاصله بین دو برآمدگی متوالی از هم یا دو فرورفتگی متوالی از هم را طول موج میگویند. در واقع مسافتی که موج در مدت یک دوره تناوب در محیط پیشروی میکند، طول موج نامیده میشود



تذکر: همان طور که قبلاً هم اشاره شد دامنه امواج تولید شده (A) در سطح آب و بسامد ارتعاشات (f) با دامنه و بسامد جبهه تولید موج برابر است.

یادآوری: بسامد یا فرکانس (f) تعداد نوسانات (ارتعاشات) انجام شده توسط هر ذره محیط (یا تعداد نوسانات چشمه موج)، در هر ثانیه می باشد و یکای آن هرتز Hz است.

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{رابطه بسامد و دوره تناوب:}$$

نکته: از آنجایی که سرعت تندی انتشار موج در یک محیط ثابت می باشد مسافت طی شده توسط موج در یک دوره تناوب برابر است با :

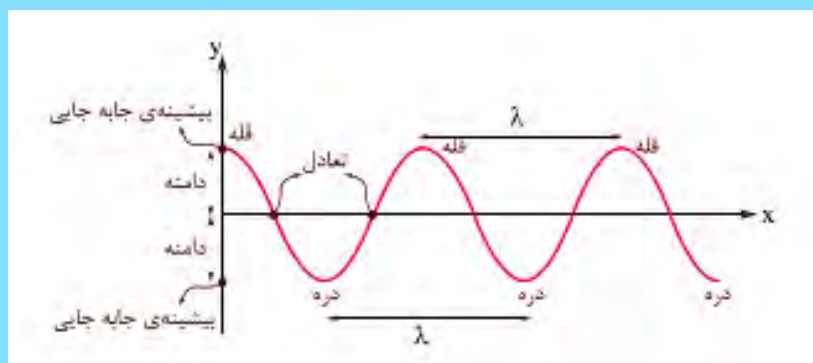
$$\Delta x = v \cdot \Delta t \xrightarrow{\Delta t=T, \Delta x=\lambda} \lambda = v \cdot T = \frac{v}{f}$$

تذکر: در رابطه $\lambda = \frac{v}{f}$ ، v سرعت تندی انتشار موج در محیط بوده که فقط به جنس و ویژگیهای محیط مثل (چگالی، فشار، دما و...) بستگی دارد و تابع شرایط منبع تولید موج نیست در صورتی f (بسامد) به ویژگیهای منبع تولید موج بستگی دارد و تابع شرایط محیط نیست.

نکته: تندی انتشار امواج لرزه‌ای بر سطح آب به عمق آب موجود در تشت بستگی دارد.

همچنین در عمق های زیاد، تندی موج فقط به طول موج بستگی دارد و در عمق های نه چندان زیاد، تندی موج علاوه بر طول موج به عمق آب هم بستگی دارد.

تذکر: نمودار تابع موج های عرضی و یا طولی می توانند بصورت سینوسی یا کسینوسی باشند.



تذکر: دامنه امواج همواره برابر با بیشینه جابه جایی موج نسبت به نقطه تعادل است.

مثال ۱۷: در سطح تشت آبی امواج دایره ای با دوره تناوب یک ثانیه تولید شده است.

الف) اگر فاصله دو برآمدگی متوالی از هم ۵۰ m باشد، تندی موج چند cm/s است؟

ب) اگر عمق آب در همین تشت بیشتر شود، بسامد امواج تولیدی و فاصله دو برآمدگی مجاور هم چه تغییری خواهد کرد؟

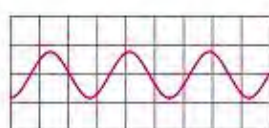
(الف)

$$\lambda = v \cdot T \xrightarrow{T=1s, \lambda=0.5m} v = 0.5 m/s$$

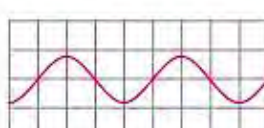
ب) بسامد امواج تابع شرایط چشمه موج بوده و تغییری نمیکند، اما چون عمق آب تشت زیاد شده،

تندی موج افزایش یافته و طبق رابطه $\lambda = \frac{v}{f}$ یا ثابت ماندن f و افزایش v مقدار λ بیشتر می شود و فاصله دو برآمدگی مجاور از هم بیشتر از حالت قبل خواهد بود.

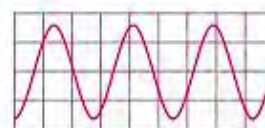
مثال ۱۸: دامنه و طول موج هر کدام از اشکال موج های الف، ب، پ را با دامنه و طول موج عرضی شکل روبرو مقایسه کنید.



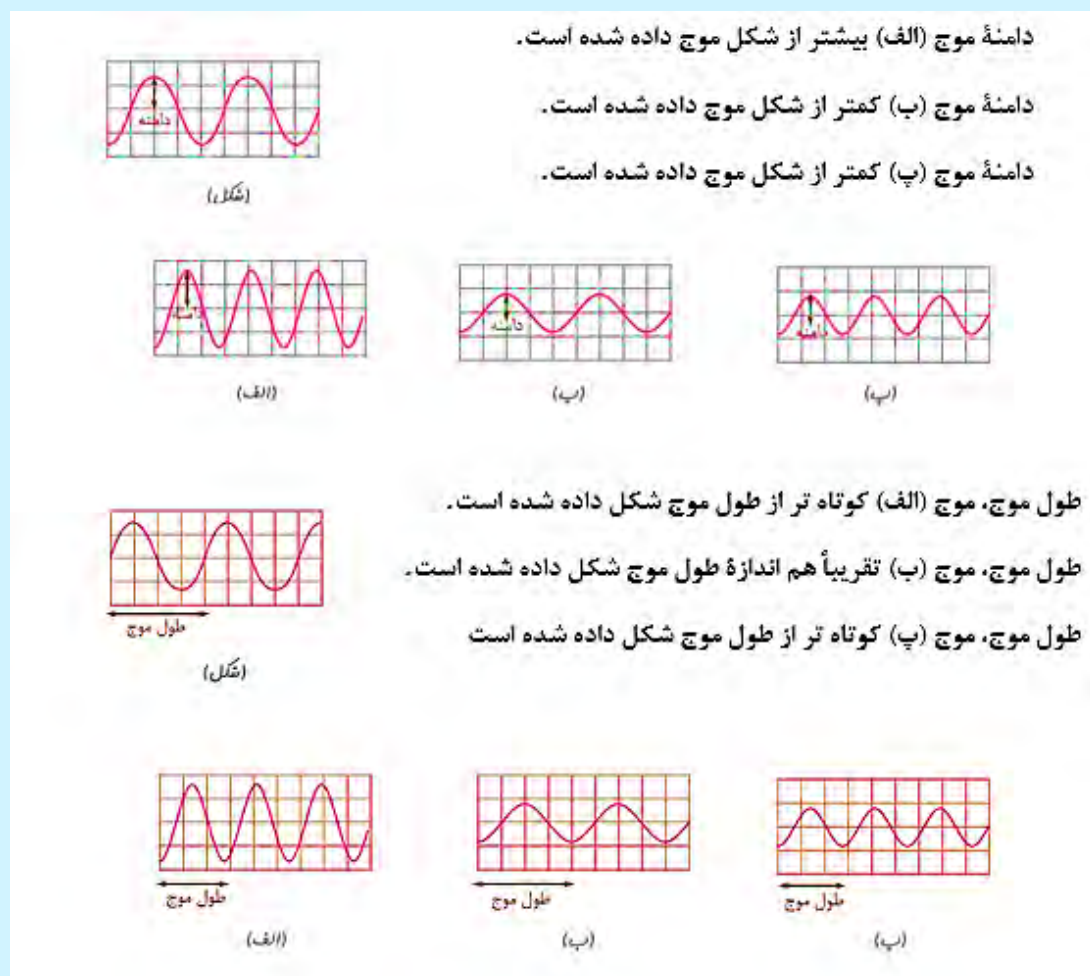
(پ)



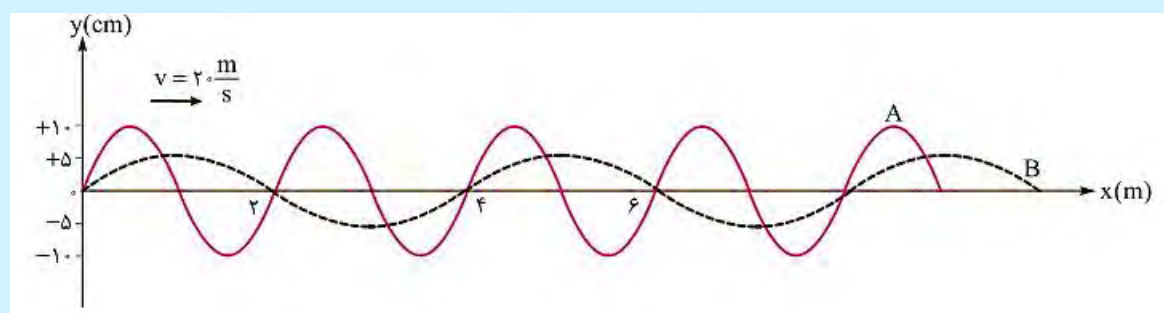
(ب)



(الف)



مثال ۱۹: شکل زیر نقش دو موج را در یک لحظه معین نشان می دهد که با سرعت یکسان ۲۰ متر بر ثانیه به طرف راست در حرکت اند.



الف) طول موج هر موج چند متر است؟

ب) بسامد هر موج چند هرتز است؟

پ) بیشینه تندی که هر دو موج به

ذره های محیط کشسان میدهد تا حول وضع تعادلشان به نوسان در آیند چند متر بر ثانیه است؟

$$\lambda_A = 2m$$

(الف)

$$\frac{1}{2}\lambda_B = 2 \rightarrow \lambda_B = 4m$$

(ب)

$$\lambda_A = \frac{v_A}{f_A} \rightarrow 2 = \frac{20}{f_A} \rightarrow f_A = 10Hz$$

$$\lambda_B = \frac{v_B}{f_B} \rightarrow 4 = \frac{20}{f_B} \rightarrow f_B = 5Hz$$

(پ)

$$v_{\max} = A \cdot \omega$$

$$\omega_A = 2\pi f_A = 2\pi \times 10 = 20\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} \simeq 60 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$(v_{\max})_A = A \cdot \omega = 0.1 \times 20\pi = 2\pi \simeq 6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\omega_B = 2\pi f_B = 2\pi \times 5 = 10\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} \simeq 30 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$(v_{\max})_B = A \cdot \omega = 0.1 \times 10\pi = \pi \simeq 1/3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

مثال ۲۰: عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

(الف) هرچه سرعت انتشار موج در یک محیط بیشتر باشد، طول موج (کمتر - بیشتر) می شود.

(ب) هنگام انتشار موج مکانیکی در یک محیط، ذره های محیط همگی با (یک بسامد - بسامدهای متفاوت) نوسان می کنند.

(پ) در یک محیط با افزایش بسامد چشمه موج، طول موج (کاهش - افزایش) می یابد.

(ت) در یک محیط دو موج با طول موجهای $\lambda_1 = 25cm$ و $\lambda_2 = 100cm$ منتشر می شود. سرعت انتشار دو موج در این محیط (یکسان - متفاوت) بوده و نسبت بسامد موج دوم به موج اول برابر (چهار - یک چهارم) است.

$$(\lambda \uparrow = \frac{v \uparrow}{f} \text{ طبق رابطه})$$

(ب) یک بسامد

$$(\lambda \downarrow = \frac{v \uparrow}{f \uparrow} \text{ طبق رابطه})$$

(ت) یکسان (سرعت امواج در یک محیط با شرایط محیطی یکسان بدون تغییر خواهد ماند).

$$\lambda = \frac{v}{f} \xrightarrow{v_1=v_2} \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{f_2}{f_1} \Rightarrow \frac{25}{100} = \frac{f_2}{f_1} \rightarrow \frac{f_2}{f_1} = \frac{1}{4}$$

مثال ۲۱: موج عرضی در یک محیط منتشر می شود و فاصله بین دو قله متوالی آن 10 cm است. اگر سرعت انتشار موج در آن محیط 5 m/s باشد، بسامد موج چند هرتز است؟

$$\lambda = \frac{v}{f} \xrightarrow[\substack{v=5\frac{m}{s} \\ \lambda=10\text{ cm}}]{\substack{\lambda=10\text{ cm} \\ v=5\frac{m}{s}}} \rightarrow 0.1 = \frac{5}{f} \rightarrow f = 50\text{ Hz}$$

مثال ۲۲: معادله حرکت نوسانی چشمه موجی در SI به صورت $x(t) = A \cos \omega t$ است. اگر این نوسان ها در یک محیط با سرعت 20 m/s انتشار یابد و طول موج برابر 8 متر باشد، ω چند رادیان بر ثانیه است؟

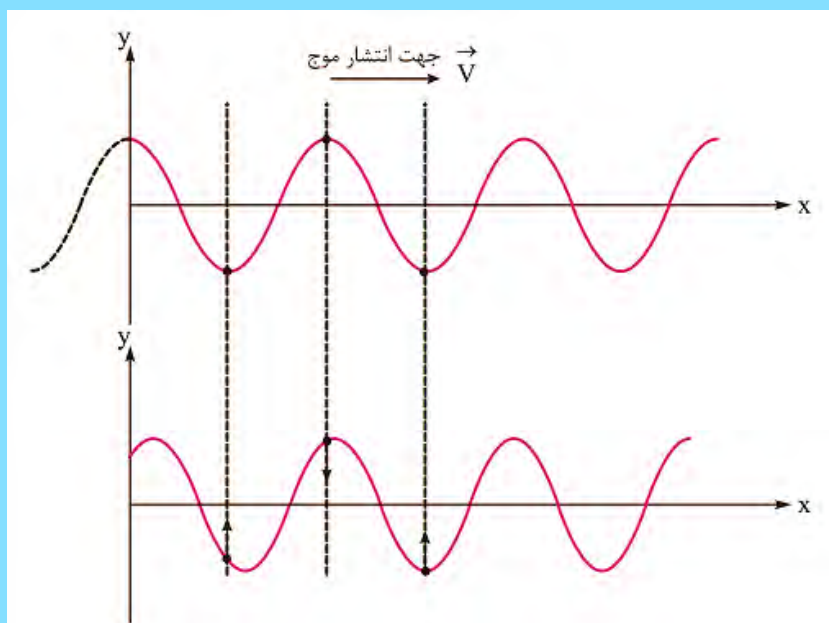
$$\lambda = v \cdot T \xrightarrow[\substack{v=20\frac{m}{s} \\ \lambda=8\text{ m}}]{\substack{\lambda=8\text{ m} \\ v=20\frac{m}{s}}} \rightarrow 8 = 20 \times T \rightarrow T = \frac{8}{20} = \frac{1}{25}\text{ (s)}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \rightarrow \omega = \frac{2\pi}{\frac{1}{25}} = 50\pi \left(\frac{\text{rad}}{\text{s}}\right)$$

درسنامه ۹

موج عرضی و مشخصه های آن:

باتوجه به نقش انتشار یک موج عرضی در طول یک طناب (مطابق شکل) برای اینکه جهت ارتعاش و یا نوسان هر ذره از طناب را در وضعیت بعدی آن (عکس بعدی طناب) درک کنیم، باید باتوجه به جهت انتشار موج به وضعیت تپ یا پالس قبلی آن نگاه کنیم: اگر تپ قبلی دره باشد، جهت ارتعاش این ذره رو به پایین خواهد بود و اگر تپ قبلی قله باشد، جهت ارتعاش این ذره رو به بالا خواهد بود.



همچنین تمام ذرات طناب با پیشروی موج به اندازه یک طول موج یک نوسان کامل انجام داده اند.

نکته: تندی انتشار موج در یک فنر یا تار برابر است با:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

در این رابطه F نیروی کشیدگی یا کششی ریسمان یا تار میباشد که یکای آن در SI نیوتن است و μ چگالی خطی جرم یا جرم واحد طول تار مرتعش میباشد یعنی جرم تار تقسیم بر طول آن.

$$\mu = \frac{m}{L} \rightarrow v = \sqrt{\frac{F \cdot L}{m}}$$

نکته: رابطه قبلی را می توان به این صورت نوشت:

$$v = \sqrt{\frac{F \cdot L}{m}} \xrightarrow{m=\rho V, V=A \cdot L} v = \sqrt{\frac{F}{\rho \cdot A}} \xrightarrow{A=\pi r^2 = \pi \frac{D^2}{4}} v = \frac{2}{D} \sqrt{\frac{F}{\rho \cdot \pi}}$$

تذکر: هرچه سختی جسمی بیشتر و چگالی آن کمتر باشد، تندی انتشار موج آن بیشتر میشود. به عنوان مثال در آونگ های فنری یا آونگ های جفت شده در قسمت نوسان (مطابق شکل مقابل) هرچه جرم گوی ها کم تر و ضریب سختی (ثابت فنرها) بیشتر باشد، تندی انتشار موج تولید شده در طول فنر بیشتر خواهد بود.



انتقال انرژی در موج عرضی :

همان طور که اشاره شد یکی از راه های انتقال انرژی، استفاده از موج است. هنگامی که در یک طناب یا فنر کشیده شده امواج عرضی تولید می شود، در طول این طناب توسط نیروی دست خودمان انرژی را برای حرکت موج در طناب ایجاد کرده ایم.

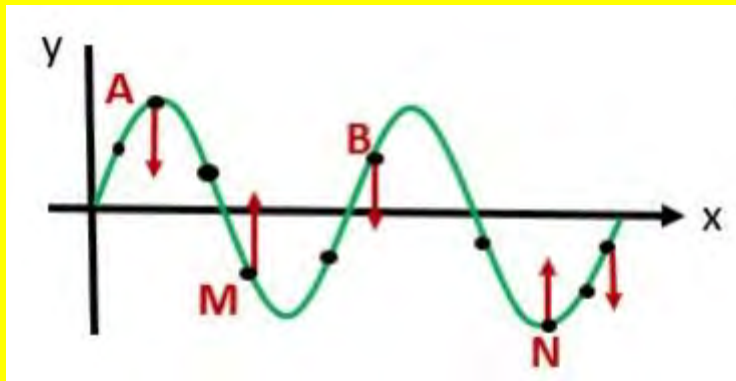
نکته: آهنگ انتقال انرژی (توان متوسط انتقال موج) در تمام امواج فقط به دو عامل منبع تولید موج بستگی دارد.

(۱) مربع دامنه امواج

(۲) مربع بسامد امواج

نکته مهم :

هرگاه از موج در حال انتشار ، در یک لحظه عکس بگیریم ، شکل حاصل از موج که در آن لحظه ثبت می شود ، نقش موج در آن لحظه است . بنابراین هر ذره از محیط انتشار موج تحت تاثیر ذره قبل از خود حرکت می کند و می خواهد وضعیت ذره ماقبل خودرا تکرار کند . به عنوان مثال شکل زیر نقشی از یک موج در جهت محور x می باشد ، نقطه M چون ذره قبل آن بالاتر از آن است، پس به سمت بالا حرکت می کند و نقطه A چون ذره قبل از آن پایین تر است پس به سمت پایین حرکت می کند.



مثال ۲۳: اگر یک فنر به جرم 0.6 kg بر روی سطح سختی با نیروی $1/2\text{ N}$ کشیده می شود و طول آن به cm $12/5$ برسد:

(الف)

$$\mu = \frac{m}{L} = \frac{0.6}{0.125} = 4.8 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{1/2}{4.8}} = \sqrt{\frac{1}{9.6}} = 0.25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

(ب)

$$\lambda = \frac{v}{f} \rightarrow f = \frac{v}{\lambda} = \frac{0.25}{0.05} = 5\text{ Hz}$$

الف) تندی انتشار موج در فنر چند m/s است؟
 ب) در صورتیکه طول موج ایجاد شده در فنر 5 cm باشد، بسامد نوسان فنر چند هرتز است؟

مثال ۲۴: سیم مرتعشی به قطر 2 mm و چگالی $8 \times 10^3 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ بین دو نقطه با نیروی 240 N کشیده شده است. سرعت انتشار موجهای عرضی چند m/s است؟ ($\pi = 3$)

$$v = \frac{2}{D} \sqrt{\frac{F}{\rho \cdot \pi}} = \frac{2}{2 \times 10^{-3}} \sqrt{\frac{240}{8 \times 10^3 \times 3}} = 1000 \times \frac{1}{10} = 100 \text{ m/s}$$

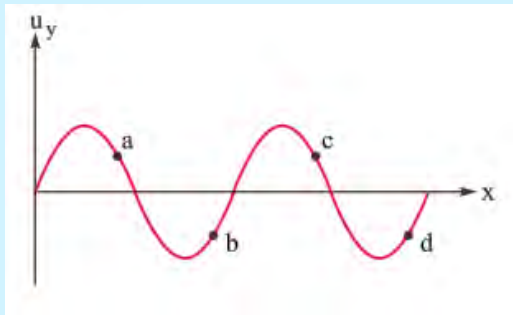
مثال ۲۵: سرعت انتشار موج در یک طناب به طول L و جرم m که با نیروی کشیده شده F است. با محاسبه پاسخ دهید که اگر طناب را دولا کرده و بین دو نقطه دیگر با نیروی $4F$ بکشیم، سرعت انتشار موج چقدر می شود؟

در صورتی که طناب را به صورت دولا شده در آوریم طول طناب نصف شده اما همان جرم قبلی را خواهد داشت.

$$v = \sqrt{\frac{F \cdot L}{m}} \rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{F_2}{F_1} \times \frac{L_2}{L_1} \times \frac{m_1}{m_2}} \Rightarrow \frac{F_2 = 4F_1 \quad L_2 = \frac{1}{2}L_1}{m_1 = m_2} \rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{4F_1}{F_1} \times \frac{\frac{1}{2}L_1}{L_1} \times 1} = \sqrt{2}$$

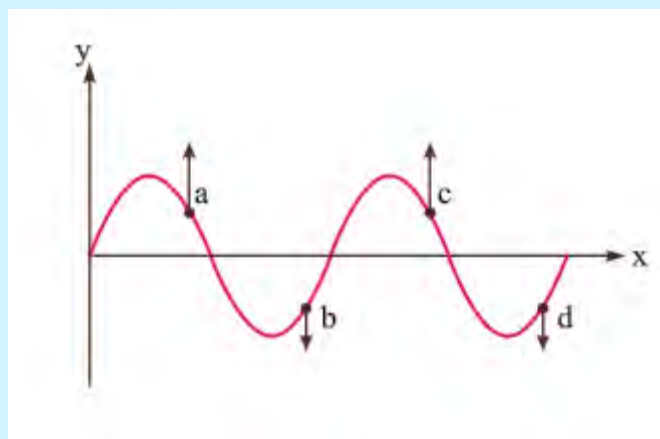
تذکر: دقت کنید با کشیده شدن و یا چند لا کردن یک تار مرتعش جرم آن تغییر نمی کند.

مثال ۲۶: در شکل زیر نقش موجی در لحظه t نشان داده شده است، این موج در جهت مثبت محور x در طول طناب تحت کششی حرکت می کند. در این حالت کدام نقطه ها به طرف بالا و کدام نقطه ها به طرف پایین حرکت می کنند؟



با استفاده از نکته اشاره شده در درسنامه، با توجه به حرکت موج در جهت مثبت محور ها نقاطی که وضع ارتعاشی قبلی قله بوده (a و c)، بطرف بالا و نقاطی که وضع ارتعاشی قبلی دره بوده (b و d)، بطرف پایین ارتعاش می کنند.

مثال ۲۷: شکل زیر موجی عرضی را نشان می دهد که در جهت مثبت محور x در امتداد طناب تحت کششی در حال انتشار است. در این شکل شتاب نقطه b و نقطه d با بیشینه سرعت در جهت نوسان می کنند.



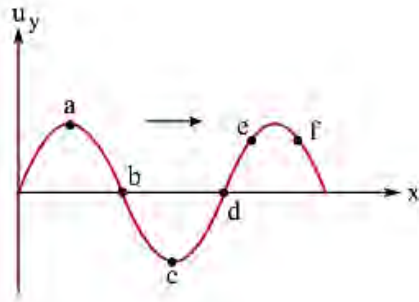
(۱) صفر - $+y$

(۲) صفر - $-y$

(۳) بیشینه - $+y$

(۴) بیشینه - $-y$

نقطه b در وضع تعادل ارتعاشی خودش قرار دارد (در مرکز نوسان) و شتاب آن صفر است و نقطه d در نیز در مرکز نوسان است اما سرعت ذره در این حالت بیشینه و روبه پایین است. گزینه ۳ صحیح است.



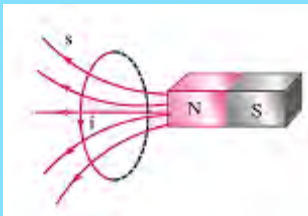
درسنامه ۱۰

امواج الکترومغناطیسی :

همانطور که قبلاً اشاره شد، امواج الکترومغناطیسی از تغییرات و نوسان میدانهای الکتریکی و مغناطیسی بوجود می آیند.

نظریهٔ ماکسول:

امواج الکترومغناطیسی از تغییرات هم زمان میدانهای الکتریکی و مغناطیسی در فضا بوجود می آیند. در واقع همانطور که در درس القای مغناطیسی گفته شده، در اثر تغییر میدان مغناطیسی (مثلاً در یک پیچه) میدان الکتریکی (جریان القایی در آن) بوجود می آید و می بایست در اثر تغییرات میدان الکتریکی (مثلاً یک جریان الکتریکی متناوب) در یک رسانا یک میدان مغناطیسی متغیر بوجود آید. با نزدیک کردن آهنربا به پیچه در آن جریان القایی بوجود می آید.



نکته: در چشمه های تولید امواج الکترومغناطیسی (مثل آنتن های بلند رادیو تلویزیونی) بصورت همزمان میدانهای الکتریکی و مغناطیسی متغیر که در هر لحظه بر هم عمود بوده و تغییرات همسانی دارند، بوجود می آید.

ویژگیهای مشترک امواج الکترومغناطیسی:

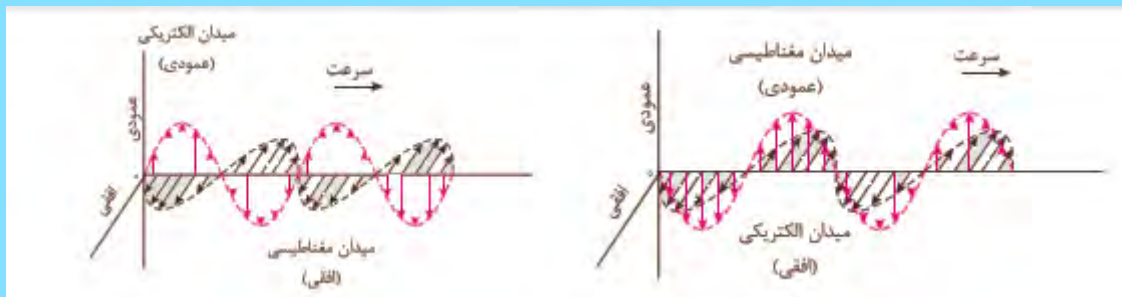
- ۱- میدان های الکتریکی و مغناطیسی تولید شده در چشمه تولید این امواج در هر لحظه بر هم عمودند.
- ۲- میدان های الکتریکی و مغناطیسی تولید شده هم بر یکدیگر و هم بر راستای انتشار امواج عمود هستند و به همین دلیل جزء امواج عرضی محسوب می شوند.
- ۳- میدان های الکتریکی و مغناطیسی تولید شده دارای بسامد یکسان بوده و تغییرات آنها شبیه هم می باشد (یعنی هر دو با هم رو به افزایش یا هر دو با هم رو به کاهش می روند).
- ۴- تغییرات میدانهای الکتریکی و مغناطیسی بصورت سینوسی می باشد.
- ۵- تندی (سرعت) انتشار این امواج در خلاء از رابطه $c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}$ بدست می آید.

(c همان سرعت نور در خلاء است)

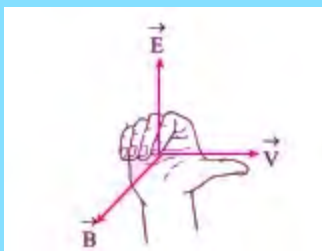
$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}, \epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \frac{C^2}{N \cdot m^2}, c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}$$

۶- تمام امواج الکترومغناطیسی شامل نورهای مرئی، رادیویی، تلویزیونی حتی امواج فرسرخ و فرابنفش در خلاء با سرعت یکسان (سرعت نور) منتشر می شوند.

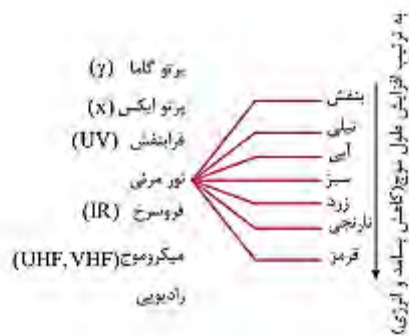
۷- امواج الکترومغناطیسی برای انتشار احتیاج به محیطهای مادی و کشسان ندارند و انرژی را بصورت انرژی میدان های الکتریکی و مغناطیسی منتقل می کنند.



نکته: برای تعیین جهت انتشار امواج الکترومغناطیسی در فضا از قانون دست راست بصورت زیر استفاده می شود.



اگر چهار انگشت دست راست را در جهت بردار میدان الکتریکی (E) قرار داده و فرض کنیم بردار میدان مغناطیسی (B) عمود بر کف دست می باشد. در این صورت انگشت شست دست راست جهت انتشار این امواج را در فضا نمایش می دهد



گستره کاملی از امواج الکترومغناطیسی، از بلندترین طول موج (رادیویی) تا کوتاهترین آنها (اشعه گاما)، را به صورت یک طیف پیوسته بصورت زیر مشخص می کنند.
تذکر: تمام این امواج با داشتن تفاوت های زیاد در نحوه تولید و آشکارسازی آنها، امواج الکترومغناطیسی هستند.



مثال ۲۸: یک ایستگاه رادیویی، موجی با بسامد ۵۸۸ مگاهرتز منتشر میکند. چند ثانیه طول میکشد تا این موج فاصله 300 km را طی کند؟ ($c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}$)

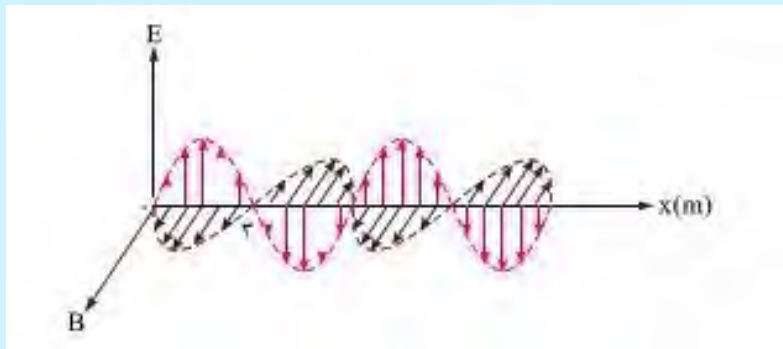
$$\Delta x = v \Delta t = c \Delta t \rightarrow 300000 = 3 \times 10^8 \times \Delta t \rightarrow \Delta t = 10^{-3} s$$

مثال ۲۹: در طیف موجهای الکترومغناطیسی، بیشترین بسامد مربوط به و بلندترین طول موج مربوط به است.

- (۱) نور بنفش – نور قرمز
(۲) امواج رادیویی – اشعه ایکس
(۳) اشعه گاما – امواج فرسرخ
(۴) اشعه گاما – امواج رادیویی و مخابراتی

گزینه ۴ صحیح است

مثال ۳۰: شکل زیر نقش یک موج الکترومغناطیسی را در خلأ نشان میدهد. بسامد آن چند مگاهرتز است؟ ($c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}$)



$$\frac{\lambda}{3} = 3\text{ m} \rightarrow \lambda = 9\text{ m}$$

$$\lambda = \frac{c}{f} \rightarrow f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8}{9} = 0.33 \times 10^8 \text{ Hz} = 33\text{ MHz}$$

درسنامه ۱۱

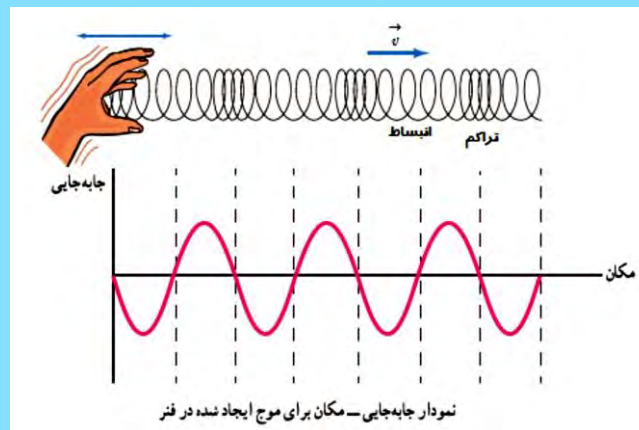
موج طولی:

همان طور که قبلاً اشاره شد، در امواج طولی ذرات محیط بصورت لایه های متراکم (مثل جمع شدگی در فنر) و منبسط (مثل کشیدگی در فنر) در انتشار موج نقش دارند. (برخلاف امواج عرضی که ذرات محیط بصورت قله ها و دره ها در انتشار موج نقش داشتند)

تذکر: در امواج طولی فاصله دو تراکم متوالی و یا فاصله بین دو انبساط متوالی برابر طول موج λ است و دامنه امواج نیز برابر بیشینه جابه جایی از وضع تعادل ذرات است.

تذکر: سرعت (تندی) انتشار امواج طولی در یک محیط بیشتر از سرعت انتشار امواج عرضی در همان محیط است.

تذکر: امواج لرزه ای که از لایه های زمین عبور می کنند و منشاء زمین لرزه ها می شوند هم بصورت طولی (امواج P) و هم بصورت عرضی (امواج S) می باشند. سرعت یا تندی موجهای طولی P بیشتر از (تقریباً دو برابر) موجهای عرضی S می باشد
تذکر نمودار جابه جایی - مکان یک موج طولی که در فتر در حال انتشار است.



مثال ۳۱: به سؤالات زیر پاسخ دهید.

الف) تعریف موج طولی را بنویسید.

ب) موج ایجاد شده در سطح آب، نمونه ای از موج (طولی - عرضی) است.

الف) موج طولی موجی است که در یک محیط مادی مثل فتر یا هوا بصورت لایه های تراکمی و انبساطی منتشر میشود و انتشار موج در محیط با نوسان ذرات موازی می باشند.

ب) موج ایجاد شده در سطح آب (سطح آب دریا) موج عرضی می باشد چون دارای قله و دره است.

مثال ۳۲: اگر طول موج یک موج صوتی در هوا برابر $0.5m$ باشد، (تندی صوت در هوا تقریباً $335m/s$ فرض

شود) الف - بسامد این صوت چند هرتز است؟

ب - طول موج این موج صوتی در آب $2.2m$ است. تندی انتشار صوت در آب چند متر بر ثانیه است؟

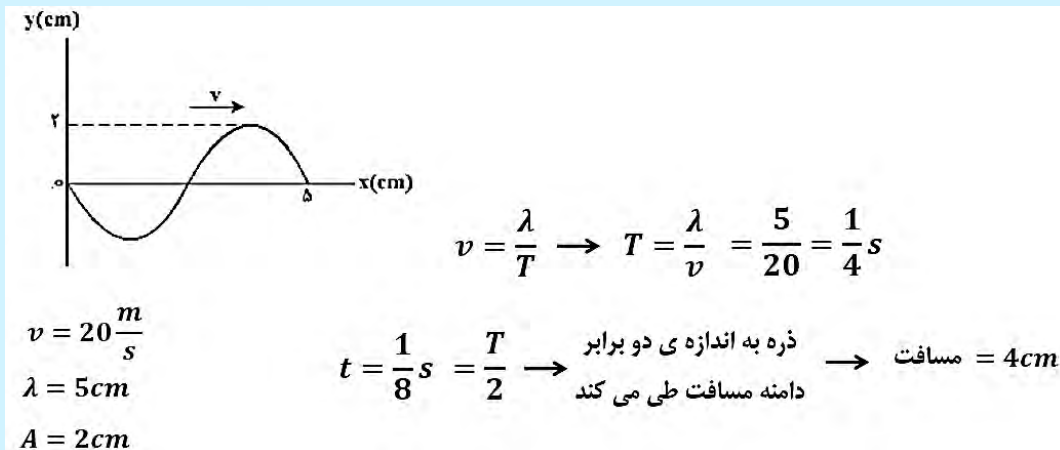
$$\lambda = 0.5m \quad v = \lambda f \rightarrow f = \frac{v}{\lambda} = \frac{335}{0.5} = 670 \text{ Hz}$$

$$v = 335 \frac{m}{s}$$

$$\text{وقتی محیط عوض می شود، بسامد ثابت می ماند} \quad f_1 = f_2 \rightarrow \frac{v_1}{\lambda_1} = \frac{v_2}{\lambda_2} \rightarrow \boxed{\frac{v_2}{v_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}} \rightarrow \frac{v_2}{335} = \frac{2.2}{0.5}$$

$$\rightarrow v_2 = \frac{2.2 \times 335}{0.5} = 1474 \frac{m}{s}$$

مثال ۳۳: نقش یک موج عرضی که در یک طناب با سرعت 20 cm/s در حال انتشار است، مطابق شکل زیر است. مسافتی که یک ذره از طناب در مدت 18 s طی میکند، چند سانتی متر است؟



مثال ۳۴: یک ایستگاه رادیویی سیگنال هایی با بسامد 1.5 MHz گسیل می کند طول موج این سیگنال ها چند متر است؟

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{1.5 \times 10^6} = 2 \times 10^2 = 200 \text{ m}$$

مثال ۳۵: درستی یا نادرستی جمله های زیر را مشخص کنید.

- (الف) یک موج طولی به کمک تراکم ها و انبساط های پی در پی قابل تشخیص است.
- (ب) در موج های طولی، راستای نوسان ذره های محیط، عمود بر راستای انتشار موج است.
- (پ) در یک موج طولی سینوسی، فاصله دو لایه متراکم مجاور هم، برابر یک طول موج است.

(پ) درست

(ب) نادرست

(الف) درست

درسنامه ۱۲

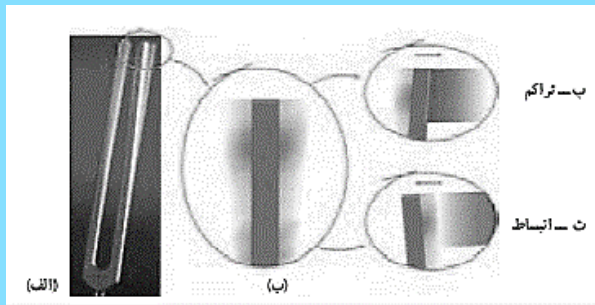
امواج صوتی:

موج های صوتی از نوع امواج مکانیکی هستند و برای انتشار احتیاج به محیط های مادی دارند لذا امواج صوتی در خلاء منتشر نمی شوند.

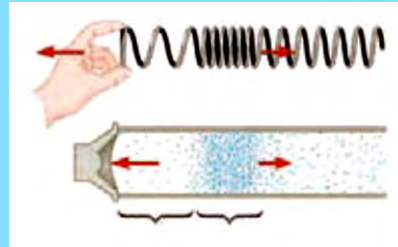
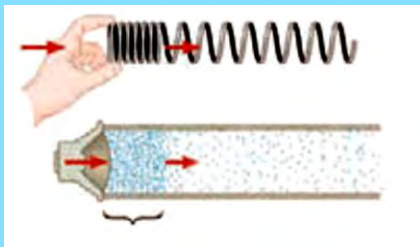
- برای آشنایی با نحوه انتشار امواج صوتی در هوا به چگونگی ارتعاش یک شاخه دیاپازون در هوا می پردازیم.

مطابق شکل های (الف و ب) شاخه فنری دیاپازون در اثر یک ضربه به ارتعاش درآمده و به سمت چپ و راست حرکت می کند و هوای اطراف خود را، که قبل از ارتعاش در وضع تعادل (با فشار P_0) بوده، با افزایش فشار محیط مواجه می سازد و لایه های متراکم بوجود آمده نیز به همین ترتیب، لایه های مجاور خود را متراکم می سازد و

تپ تولید شده با فشار بیشتر از وضع تعادل محیط (پرفشار) شروع به انتشار می کند (شکل پ). همچنین هنگامی که شاخه مرتعش شده دیافراژم برمی گردد، فشار اولیه هوای مجاور خودش را نسبت به حالت تعادل کاهش می دهد و در واقع این لایه، یک لایه انبساطی (کم فشار) بوجود می آورد و لایه های مجاور خودش را نیز بصورت لایه های انبساطی تحت تأثیر قرار میدهد (شکل ت)



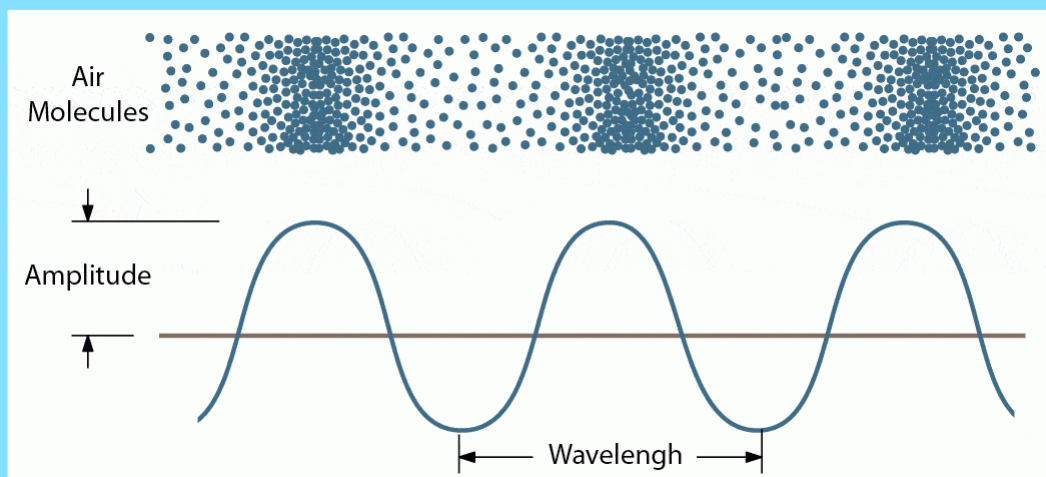
همچنین با جلو و عقب بردن یک دیافراگم درون یک لوله محتوی هوا می توان موج طولی همانند موج ایجاد شده در فنر مطابق شکل ایجاد کرد.



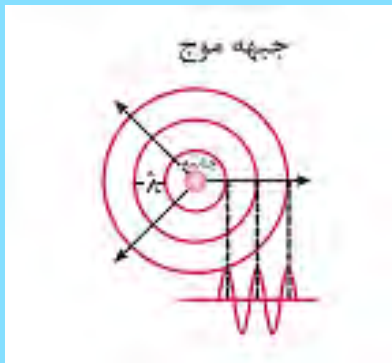
تذکر: هر جسم مرتعش در هوا خود به عنوان یک چشمه تولید موجهای صوتی می باشد و صوت ایجاد شده در تمام جهت ها منتشر می شود. مثلاً صدای یک رادیو در اتاق های مجاور و حتی طبقات بالایی و پایینی هم شنیده می شود.



می توان نمودار فشار هوا بر حسب فاصله از دیافراژم را برای هر نقطه از هوا رسم کرد.



در نقاطی که فشار بیشینه می شود، چگالی هم بیشینه می شود. در نقاطی که فشار برابر فشار هوای معمولی (P_0) است چگالی هم برابر چگالی هوای معمولی است (ρ_0).
در نقاطی که فشار کمینه می شود، چگالی هم کمینه می شود.
فشار و چگالی هوا با هم متناسب هستند و با هم کم و زیاد می شوند و در یک تب تراکمی هر دو بیشینه هستند.



تذکر: امواج صوتی در اطراف چشمه های صوت در فضا به صورت امواج کروی منتشر می شوند. جبهه های این امواج به صورت کره هایی هم مرکز به مرکز چشمه صوت هستند.

سرعت (تندی) صوت:

همانطور که قبلاً اشاره شد سرعت انتشار امواج در یک محیط مثل طناب یا تار مرتعش به ویژگی های فیزیکی محیط انتشار نظیر کشش طناب و جرم یکای طول آن بستگی دارد.

سرعت صوت نیز در هر محیط به ویژگی های فیزیکی محیطی که صوت در آن منتشر می شود بستگی دارد. سرعت صوت در موادی که متراکم تر باشند بیشتر خواهد بود.

به همین دلیل سرعت صوت در جامدات بیشتر از مایعات و در گازها می باشد.

* محیط هایی که تراکم نایزیر تر و چگالی بیشتری دارند سرعت صوت در آنها بیشتر است.

- مثلاً با وجود اینکه چگالی آب ۱۰۰۰ برابر چگالی هوا میباشد تندی صوت در آب بیشتر از هوا است زیرا در

مایعات مولکولها تراکم بیشتری دارند و سرعت صوت در آنها بیشتر از گازها خواهد بود.

* همچنین: در جامدات مولکولها با یکدیگر برهم کنش قویتری نسبت به مولکولهای یک گاز دارند

رابطه تندی صوت با دما:

تندی صوت در گازها و مایعات علاوه بر اینکه به جنس محیط بستگی دارد، تابع دمای آن نیز می باشد. در صورتیکه تندی صوت در جامدات به دما بستگی ندارد.

شدت و بلندی صوت:

تعریف شدت صوت: شدت یک صوت I در یک سطح (A) برابر است با آهنگ متوسط انرژی که توسط موج به واحد سطح عمود بر راستای انتشار صوت می رسد یا از آن عبور می کند.

$$I = \frac{E}{A \cdot t} = \frac{P}{A}$$

P توان متوسط منبع تولید صوت می باشد .

A مساحت سطحی که صوت با آن برخورد میکند .

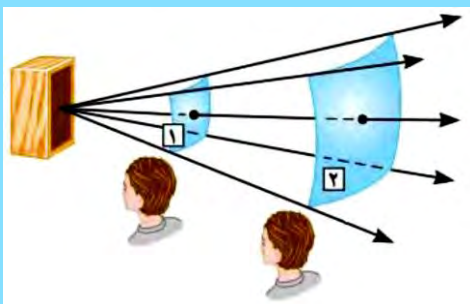
E انرژی موج و t زمان

تذکر: از آنجاییکه امواج صوتی در فضا به صورت امواج کروی شکل منتشر میشوند سطح عمود بر راستای انتشار امواج صوتی را در هر نقطه میتوان سطح کره ای به شعاع r (فاصله شنونده از منبع) فرض کرد.

$$I = \frac{P}{A} \xrightarrow{A=4\pi r^2} I = \frac{P}{4\pi r^2}$$

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{P_2}{P_1} \times \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \xrightarrow{P=\frac{E}{t}, E=2\pi^2 m f^2 A^2} \frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{f_2}{f_1}\right)^2 \times \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2 \times \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \xrightarrow{\text{if } P_1=P_2} \frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$$

*** شدت صوت با مجذور فاصله شنونده رابطه عکس دارد.**



$$\frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$$

تراز شدت صوت:

بیشترین شدت صوتی که گوش انسان میتواند بدون اینکه به درد آید بشنود آستانه دردناکی گفته میشود که در حدود $10^{-2} \frac{W}{m^2}$ می باشد و کمترین شدت صوتی که گوش انسان به زحمت آن را می شنود آستانه شنوایی گفته می شود که در حدود $10^{-12} \frac{W}{m^2}$ می باشد.

تذکر: آستانه شنوایی و آستانه دردناکی گوش انسان به بسامد امواج بستگی دارد.

تراز شدت یک صوت عبارت است از لگاریتم (در پایه ده) نسبت شدت آن صوت به شدت صوت مبنا I_0 (مرجع) شدت صوت مبنا همان شدت صوت آستانه شنوایی گوش انسان در بسامد ۱۰۰۰ هرتز است می باشد.

$$\beta = \log_{10} \frac{I}{I_0}$$

بر حسب بل

$$\beta = 10 \log_{10} \frac{I}{I_0}$$

بر حسب دسی بل

تذکر: اگر شدت صوتی مثلاً دو برابر شود بلندی صدایی را که احساس می کنیم دو برابر نخواهد شد به همین دلیل تراز شدت نسبی احساس صوت یک کمیت لگاریتمی می باشد مثلاً شدت صوت صدای نفس کشیدن در حدود $10^{-11} \frac{W}{m^2}$ می باشد این شدت در حدود ده برابر شدت صوت آستانه شنوایی $10^{-12} \frac{W}{m^2}$ می باشد اما گوش انسان بلندی این صوت را تقریباً هم اندازه با آن صوت خواهد شنید.

$$\beta = \log_{10} \frac{10^{-11}}{10^{-12}} = 1 \text{ b}$$

یعنی بلندی آن یک واحد بیشتر از تراز شدت صوت مبنا خواهد بود.

تذکر: تراز شدت صوت مبنا برابر صفر دسی بل و تراز شدت صوت آستانه دردناکی برابر ۱۲۰ دسی بل است.

نکته: تغییرات تراز شدت صوت در صورتی که شدت صوتی تغییر کند می توان تغییرات تراز آن را به صورت های زیر بدست آورد.

(۱) اگر شدت صوت افزایش یافته باشد: $I_2 > I_1 \rightarrow \Delta\beta = \beta_2 - \beta_1 = \log_{10} \frac{I_2}{I_1}$

(۲) اگر شدت صوت کاهش یافته باشد: $I_2 < I_1 \rightarrow \Delta\beta = \beta_1 - \beta_2 = \log_{10} \frac{I_1}{I_2}$

مثال	تعریف	خاصیت
$\log_3 9x = \log_3 9 + \log_3 x$	$\log_b mn = \log_b m + \log_b n$	حاصل ضرب
$\log_{\frac{1}{4}} \frac{4}{5} = \log_{\frac{1}{4}} 4 - \log_{\frac{1}{4}} 5$	$\log_b \frac{m}{n} = \log_b m - \log_b n$	منها
$\log_2 8^x = x \cdot \log_2 8$	$\log_b m^p = p \cdot \log_b m$	توان
$\log_8 (3x - 4) = \log_8 (5x + 2)$ so, $3x - 4 = 5x + 2$	If $\log_b m = \log_b n$, then $m = n$.	تساوی

جدول لگاریتم های مهم با مثال تشریحی

ادراک شنوایی :

گوش انسان می‌تواند تن‌های صدای بین 20Hz تا 20000Hz را بشنود. بیشترین حساسیت گوش انسان به بسامدهای بین 2000Hz تا 5000Hz است.

تن موسیقی : به صوت حاصل از چشمه موجی کم میرا که دارای حرکت هماهنگ ساده است (مثل دیاپازون) تن موسیقی یا به اختصار تن گویند.

هر تن موسیقی دارای دو ویژگی می باشد:

۱- ارتفاع

۲- بلندی

۱- ارتفاع، بسامدی است که گوش انسان آن را درک میکند (جنس صدا) که در زبان روزمره به آن زیر یا بم بودن صوت می‌گوییم. هر چه صدا زیرتر باشد فرکانس آن بیشتر است. (معمولاً صدای آقایان نسبت به خانم‌ها بم تر، یعنی دارای فرکانس کمتری است و به طور کلی ارتفاع صدای خانم‌ها بیشتر از ارتفاع صدای آقایان است.)

۲- بلندی، شدت صوتی است که گوش انسان از آن صوت درک می‌کند. در یک تن موسیقی با بسامد معین در صورتی که دامنه تغییر کرده باشد، انرژی یا در واقع شدت همان صوت تغییر کرده بدون اینکه بسامد آن صوت تغییر کرده باشد.

بلندی یک صوت علاوه بر شدت به بسامد صوت نیز بستگی دارد.

پدیده دوپلر:

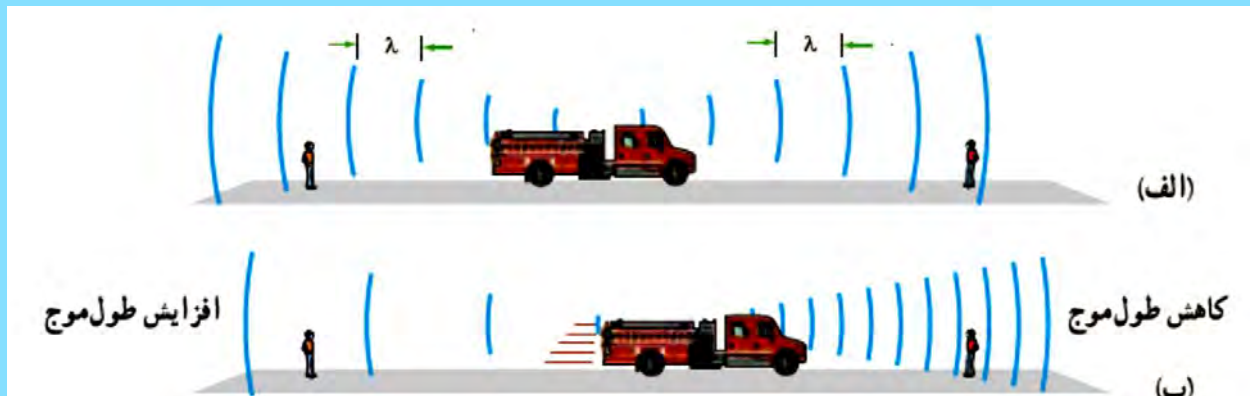
تغییر بسامد یک منبع صوتی هنگامی که شنونده و منبع صوتی نسبت به هم در حال حرکت می‌باشند را پدیده دوپلر می‌گویند.

حرکت نسبی منبع صوتی و شنونده می‌تواند بصورت ساکن بودن یکی از آنها و متحرک بودن دیگری و یا متحرک بودن هر دو آنها باشد. دقت کنید اگر منبع و شنونده نسبت به هم ساکن باشند، شنونده تغییری در بسامد صوت منبع احساس نمی‌کند و پدیده دوپلر رخ نمی‌دهد.

بررسی دو حالت خاص در پدیده دوپلر:

۱- چشمه تولید موج در حال حرکت به طرف شنونده ساکن باشد.

در صورتی که یک چشمه تولید صوت مثل آمبولانس به طرف شنونده ساکنی که در جلوی او قرار دارد، حرکت کند، فاصله جبهه‌های موج در جلوی منبع کمتر از فاصله همین جبهه‌ها در پشت منبع (آمبولانس) خواهد بود، بنابراین طول موج صوت در جلوی منبع کوتاه‌تر و در پشت منبع بلندتر از حالتی می‌باشد که آمبولانس در جای خودش ساکن بوده است. در نتیجه بسامد ظاهری که به گوش شنونده ساکن در جلوی آمبولانس می‌رسد بیشتر و شنونده ساکن در پشت منبع بسامد صدا را کمتر خواهد شنید.

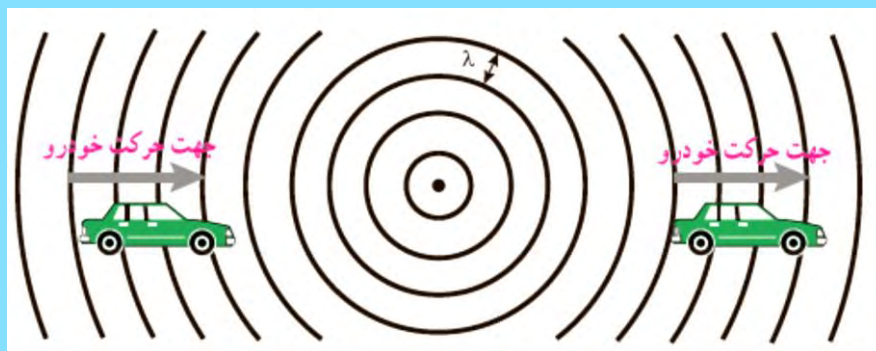


(الف) وقتی ماشین ساکن است تجمع جبهه های موج در جلو و عقب ماشین یکسان است.

(ب) با حرکت رو به جلوی ماشین، تجمع جبهه های موج در جلوی ماشین بیشتر و در عقب آن کمتر می شود.

۲- چشمه تولید موج ساکن و شنونده در حالت حرکت باشد.

فرض کنیم چشمه تولید صوت در جای خود ساکن باشد و به طور یکنواخت به طراف خود امواج ارسال می کند، در اینصورت شنونده های که به منبع نزدیک می شود بسامد امواج را بیشتر دریافت می کند و شنونده ای که از منبع دور می شود امواج کمتری دریافت می کند بنابراین بسامدی که به گوش شنونده در جلوی منبع می رسد بیشتر از بسامد واقعی منبع و بسامد که به گوش شنونده در پشت منبع می رسد کمتر از بسامد واقعی منبع است.

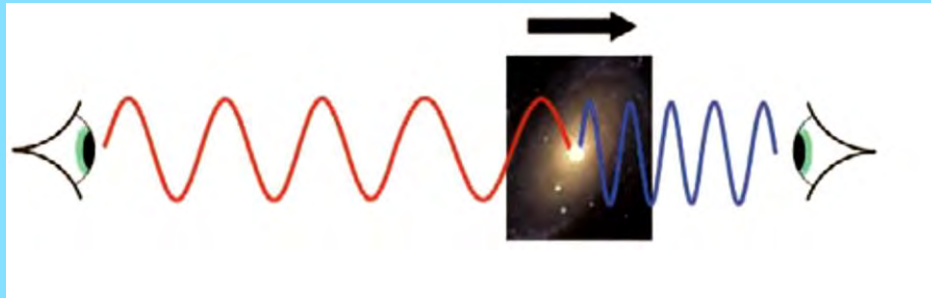


در مدت زمان یکسان خودرویی که به چشمه ساکن صوت نزدیک می شود با جبهه های موج بیشتری برخورد می کند، در حالی که خودرویی که از این چشمه دور می شود با جبهه های موج کمتری برخورد می کند.

اثر دوپلر برای امواج الکترومغناطیسی:

پدیده دوپلر در مورد امواج الکترومغناطیسی برقرار است. بطور مثال اگر یک ستاره در حال نزدیک شدن به کره زمین باشد چون ناظر زمینی در جلوی منبع نورانی قرار دارد، طول موج دریافتی ستاره را کم تر از طول موج واقعی اش می بیند که به رنگ آبی می باشد و به آن اصطلاحاً انتقال به آبی می گویند. در صورتی که ستاره در

حال دور شدن از کره زمین باشد چون ناظر زمینی در پشت منبع نورانی قرار گرفته طول موج دریافتی ستاره را بیشتر از طول موج واقعی اش می بیند که به رنگ قرمز می باشد و به آن اصطلاحاً انتقال به سرخ می گویند.



اگر کهکشانی به ما نزدیک یا از ما دور شود، بسامد و طول موج دریافتی از آن تغییر می کند.

مثال ۳۶: به سطح یک میکروفن که مساحت آن 3 cm^2 است در مدت ۵ ثانیه، $1.5 \times 10^{-11}\text{ J}$ انرژی صوتی در راستای عمود بر سطح می رسد. شدت صوت در سطح میکروفن چه مقدار است؟

$$I = \frac{E}{A \cdot t} = \frac{1.5 \times 10^{-11}}{3 \times 10^{-4} \times 5} = 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

مثال ۳۷: در فاصله ۲۸ متری از یک چشمه صوتی تراز شدت صوتی برابر 60 dB است با فرض آن که اتلاف انرژی صوتی در هوا ناچیز باشد در چند متری از این چشمه صوت آن به زحمت شنیده می شود؟

منظور از اینکه صدا به زحمت شنیده شود این است که شدت صوت برابر با شدت آستانه شنوایی گوش انسان شده باشد یعنی برابر $10^{-12} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$ و تراز آن به صفر رسیده باشد.

$$\Delta\beta = \beta_1 - \beta_2 = 10 \log_{10} \frac{I_1}{I_2} \rightarrow 60 - 0 = 10 \log_{10} \frac{I_1}{I_2} \rightarrow 6 = \log_{10} \frac{I_1}{I_2}$$

$$\rightarrow \frac{I_1}{I_2} = 10^6 \xrightarrow{I_2 = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2} 10^{-6} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \rightarrow \frac{r_1}{r_2} = 10^{-3} \rightarrow \frac{20}{r_2} = 10^{-3} \rightarrow$$

$$r_2 = 20 \times 10^3 \text{ m}$$

مثال ۳۸: تراز شدت صوتی ۲۴ دسی بل است. شدت صوت آن چند میکرووات بر متر مربع است؟
 $(\log_{10} 2, I_0 = 10^{-12} \frac{w}{m^2})$

$$\begin{aligned}\beta &= 10 \log_{10} \frac{I}{I_0} \rightarrow 24 = 10 \log_{10} \frac{I}{I_0} \rightarrow 2.4 = \log_{10} \frac{I}{I_0} \\ 8 \times 0.3 &= \log_{10} \frac{I}{I_0} \rightarrow 8 \log_{10} 2 = \log_{10} \frac{I}{I_0} \\ \log_{10} 2^8 &= \log_{10} \frac{I}{I_0} \rightarrow 2^8 = \frac{I}{I_0} = \frac{I}{10^{-12}} \rightarrow I = 2^8 \times 10^{-12} \\ &= 256 \times 10^{-12} \frac{w}{m^2} = 2.56 \times 10^{-4} \frac{\mu w}{m^2}\end{aligned}$$

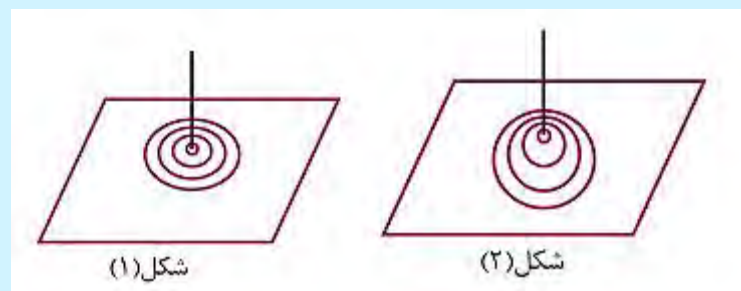
مثال ۳۹: اگر دامنه و بسامد یک موج صوتی را همزمان ۲ برابر و نیز فاصله ناظر تا چشمه صوت را نصف کنیم تراز شدت صوت برای آن ناظر چند دسی بل افزایش می یابد؟

$$\begin{aligned}\frac{I_2}{I_1} &= \left(\frac{f_2}{f_1}\right)^2 \times \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2 \times \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 = 2^2 \times 2^2 \times 2^2 = 2^6 \\ \Delta\beta &= \beta_2 - \beta_1 = 10 \log_{10} \frac{I_2}{I_1} = 10 \log_{10} 2^6 = 10 \times 6 \times \log_{10} 2 = 18 \text{ db}\end{aligned}$$

مثال ۴۰: در شکل های زیر نقش جبهه های موج را در اثر ضربه های تناوبی یک میله بر سطح آب مشاهده می کنید.

الف) استنباط خود را از این مشاهده بنویسید.

ب) شکل ۲ چه موضوع مهمی را نشان می دهد و هدف آن توصیف کدام پدیده در فیزیک موج است؟



الف) در شکل ۱، یک میله را نشان می دهد که ساکن بوده و در بازه های زمانی یکسان روی سطح آب ضربه میزند و جبهه های موج دایره ای یکسان در طرفین آن ایجاد میکند. در شکل ۲ میله در حین حرکت بر روی سطح آب ضربه میزند و ملاحظه می شود که طول موج در جلوی میله کوتاهتر، و در پشت میله طول موج بلندتر از طول موجی خواهد بود که میله ساکن ایجاد میکند.

ب) این پدیده توجیه پدیده دوپلر میباشد.

مثال ۴۰: شخصی به طرف یک منبع صوتی ساکن در حرکت است. طول موجی که دریافت میکند در مقایسه با طول موج واقعی منبع است.

کوتاه تر

چون شخص در جلوی یک منبع ساکن قرار دارد، طول موج کوتاهتر و بسامد بزرگتری دریافت می کند.

سوالات

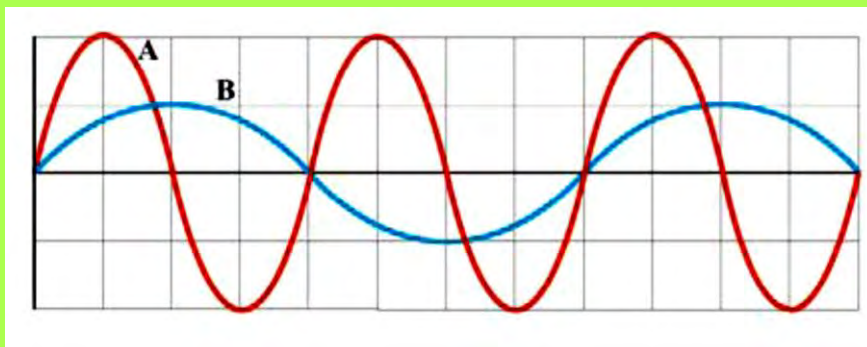
(۱) به پرسشهای زیر پاسخ کوتاه دهید:

- (الف) در طیف امواج الکترومغناطیس کمترین بسامد مربوط به امواج رادیویی است یا پرتوهای گاما ؟
 (ب) وقتی نوسانگر به نقاط بازگشتی نزدیک می شود ، انرژی جنبشی آن افزایش می یابد یا کاهش ؟
 (پ) اگر در یک محیط ، طول آونگ ساده ای را کاهش دهیم ، دوره تناوب آن چه تغییری می کند ؟
 (ت) از دو عامل بسامد موج و دمای هوا ، کدام یک بر تندی صوت در هوا مؤثر است ؟
 (ریاضی خرداد ۱۴۰۱)

(۲) با توجه به مفاهیم حرکت نوسانی و موج ، هر کدام از موارد ستون A ، با یک مورد از ستون B ارتباط دارد.
 آنها را در پاسخ برگ مشخص کنید. (درستون B دو مورد اضافی است)
 (ریاضی شهریور ۱۴۰۱)

ستون B	ستون A
(الف) نقطه بازگشتی (ب) واداشته (ج) طولی (د) نقطه تعادل (ه) عرضی	الف) نوسانگر در دو انتهای مسیر، لحظه ای می ایستد و سپس جهت حرکت خود را تغییر می دهد. ب) از نظر شکل ظاهری، همیشه می توان این موج را از روی برآمدگی ها و فرورفتگی های آن تشخیص داد. پ) تاب خوردن کودکی که به طور دوره ای هل داده می شود مثالی از این نوسان است.

(۳) نمودار جابه جایی - زمان دو موج صوتی A و B که در یک محیط منتشر شده اند، به صورت زیر است. کمیت های زیر را برای این دو موج مقایسه کنید؟



الف) دامنه

ب) طول موج

پ) بسامد

(ریاضی شهریور ۱۴۰۱)

(۴) یک نوسان ساز موج هایی دوره ای در یک ریسمان کشیده ایجاد می کند:

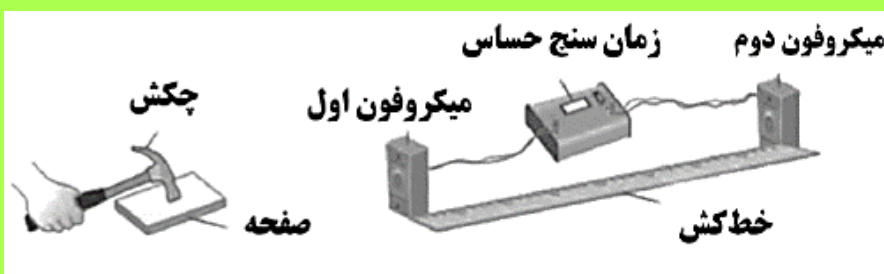
- الف) با افزایش بسامد نوسان ساز، کدامیک از کمیت های موج « تندی، طول موج » تغییر می کند؟
 ب) با افزایش نیروی کشش ریسمان، کدامیک از کمیت های موج « تندی، طول موج » تغییر می کند؟
 (ریاضی دی ۱۴۰۱)

۵) با توجه به مفاهیم حرکت نوسانی و موج، هر کدام از موارد ستون A با یک مورد از ستون B ارتباط دارد. پاسخ درست را مشخص کنید و به پاسخ برگ انتقال دهید. (در ستون B سه مورد اضافی است).

ستون B	ستون A
(a) ارتفاع صوت	الف) در طیف امواج الکترومغناطیسی از امواج رادیویی به سمت امواج گاما این کمیت در خلأ ثابت می ماند.
(b) نوسان های دوره ای	ب) در این پدیده، با برابر شدن بسامدهای واداشته و طبیعی نوسانگر، دامنه نوسان تا حد معینی افزایش می یابد.
(c) تندی انتشار	پ) در اثر دوپلر وقتی چشمه نور از ناظر (آشکارساز) دور می شود، این کمیت افزایش می یابد.
(d) بسامد	ت) شدت صوتی است که گوش انسان از صوت درک می کند.
(e) بلندی صوت	
(f) تشدید	
(g) طول موج	

(ریاضی دی ۱۴۰۱)

۶) شکل زیر آزمایش ساده مربوط به اندازه گیری مشخصه امواج صوتی را نشان می دهد.



الف) هدف از انجام این آزمایش چیست؟
 ب) چرا با افزایش دمای محیط، اختلاف زمانی بین دریافت صوت ها توسط دو میکروفون اندکی کاهش می یابد؟

پ) اگر فاصله بین دو میکروفون $1/7m$ و تندی صوت در هوا $340 \frac{m}{s}$ باشند، اختلاف زمانی بین دریافت صوت توسط میکروفون ها را محاسبه کنید؟

(ریاضی دی ۱۴۰۱)

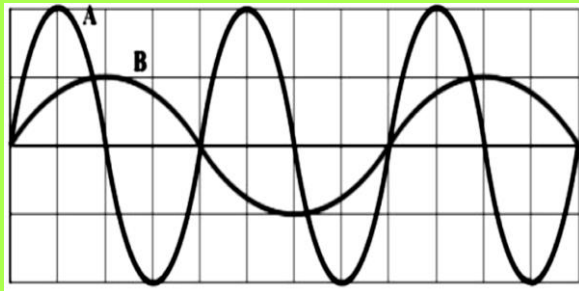
۷) درستی یا نادرستی هریک از گزاره های زیر را با واژه ((درست)) یا ((نادرست)) در پاسخنامه مشخص کنید.
 الف) با افزایش ثابت فنر در سامانه جرم - فنر (با جرم یکسان) دوره تناوب نوسان ها کوتاه تر می شود.
 ب) نوسان تاب بدون هل دادن، یک نوسان نامیرا است.
 پ) در امواج دایره ای ایجاد شده بر سطح آب، فاصله بین دو برآمدگی مجاور برابر یک طول موج است.
 ت) بیشترین بسامد در طیف امواج الکترومغناطیسی، متعلق به امواج رادیویی است.
 ث) امواج صوتی هنگام انتشار در هوا، عرضی هستند.
 ج) با حرکت یک چشمه صوتی، فاصله جبهه های موج در جلوی چشمه، بیشتر از پشت آن می شود.
 (تجربی خرداد ۱۴۰۱)

۸) جمله های زیر را با عبارت های مناسب کامل کنید:

الف) اگر آونگ ساده ای را از سطح زمین به سطح ماه انتقال دهیم، دوره نوسان آونگ ساده می یابد.
 ب) به نوسانی که در آن به نوسانگر یک نیروی خارجی متناوب وارد می شود، گفته می شود.
 پ) شتاب نوسانگر در نقطه تعادل است.
 ت) بسامد زاویه ای نوسانگر جرم - فنر با جذر نسبت وارون دارد.

(تجربی شهریور ۱۴۰۱)

۹) نمودار جابه جایی - مکان دو موج صوتی A و B که در یک محیط منتشر شده اند، به صورت زیر است. با توجه به نمودار به سؤالات پاسخ دهید :



الف) طول موج A چند برابر طول موج B است؟

ب) تندی انتشار موج A چند برابر تندی انتشار موج B است؟

پ) دامنه صوت A چند برابر دامنه صوت B است؟

ت) با محاسبه نشان دهید بسامد صوت A چند برابر بسامد صوت B است؟

(تجربی شهریور ۱۴۰۱)

۱۰) با توجه به عبارتهای ستون اول، از ستون دوم یک عبارت مرتبط با هر کدام از آنها انتخاب کنید. (در ستون دوم دومورد اضافه است).

ستون اول	ستون دوم
الف) موج عرضی	۱) فراصوت
ب) رادار دوپلری	۲) شکست موج
پ) سراب	۳) پرتو گاما
ت) فاصله دو تراکم متوالی موج	۴) بسامد موج
	۵) بازتاب موج
	۶) طول موج

(تجربی شهریور ۱۴۰۱)

۱۱) جاهای خالی را با عبارات مناسب پر کنید.

الف) دوره تناوب سامانه جرم - فنر با جذر به طور مستقیم متناسب است.

ب) اگر ناظر به طرف چشمه صوت حرکت کند، در مقایسه با ناظر ساکن، بسامد صوتی که می شنود می یابد.

پ) موج صوتی در منتشر نمی شود.

ت) ارتفاع صوت است که گوش انسان درک می کند.

(تجربی دی ۱۴۰۱)

۱۲) با طراحی آزمایشی، چگونگی اندازه گیری شتاب گرانشی زمین را به کمک یک آونگ ساده شرح دهید.

(تجربی دی ۱۴۰۱)

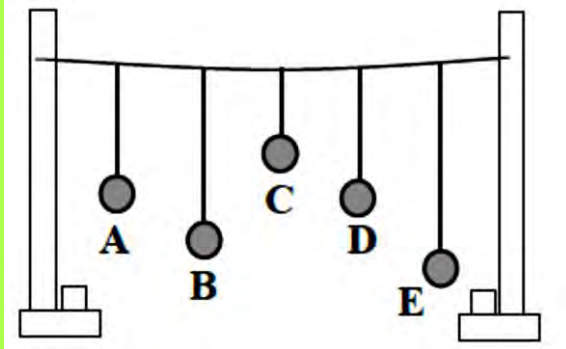
۱۳) به سؤال های زیر پاسخ کوتاه دهید.

الف) در حرکت هماهنگ ساده سامانه جرم - فنر، کدام انرژی در نقاط بازگشتی به بیشینه مقدار خود می رسد؟

ب) کدام امواج در طیف امواج الکترومغناطیسی، بیشترین طول موج را دارند؟

پ) برای امواج مکانیکی، در یک محیط جامد تندی انتشار امواج عرضی بیشتر است یا تندی انتشار امواج طولی؟
(ریاضی خرداد ۱۴۰۰)

۱۴) در شکل مقابل، چند آونگ را از سیمی آویخته ایم .
آونگ (A) را به نوسان درمی آوریم. کدام آونگ با
دامنه بزرگتری به نوسان درمی آید؟ توضیح دهید.
(ریاضی خرداد ۱۴۰۰)



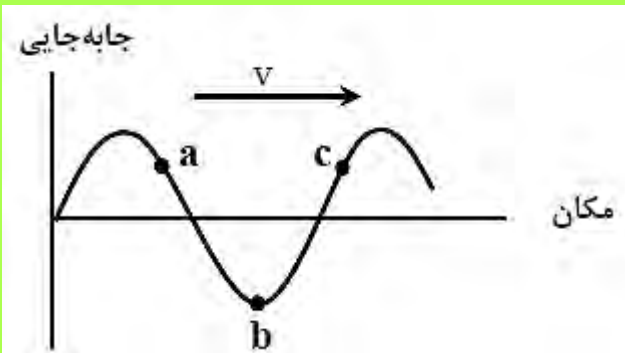
۱۵) شکل روبه رو یک موج سینوسی را در لحظه ای از زمان نشان می دهد که با تندی v در جهت محور x در طول ریسمان کشیده شده ای حرکت می کند.

سه جزء a ، b و c از این ریسمان روی شکل نشان داده شده اند .

الف) در این لحظه، کدام جزء به طرف پایین می رود؟

ب) کاهش نیروی کشش وارد بر این ریسمان، چه اثری بر تندی انتشار موج عرضی دارد؟

(ریاضی خرداد ۱۴۰۰)



۱۶) جاهای خالی جمله های زیر را در مورد یک سامانه جرم - فنر، با کلمه های مناسب تکمیل کنید:

الف) اگر به ازاء جرم معین، ثابت فنر را کاهش دهیم، دوره نوسان ها می یابد.

ب) وقتی سطح اصطکاک ندارد، انرژی مکانیکی سامانه، می ماند.

پ) انرژی جنبشی نوسانگر در، صفر است.

(ریاضی شهریور ۱۴۰۰)

۱۷) شکل مقابل، نحوه انتشار یک موج سینوسی را نشان می دهد:

الف) این موج مکانیکی است یا الکترومغناطیسی؟

ب) این نوع موج طولی است یا عرضی؟ چرا؟

(ریاضی شهریور ۱۴۰۰)



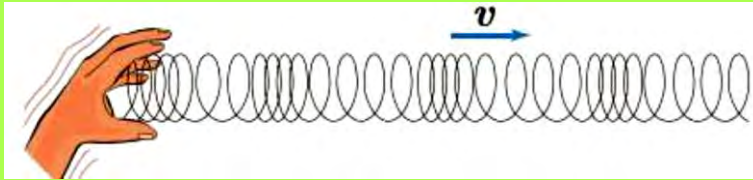
۱۸) به پرسش های زیر در مورد حرکت هماهنگ ساده، پاسخ کوتاه دهید:

الف) به مدت زمان یک چرخه کامل (یک نوسان کامل) چه می گویند؟

ب) انرژی پتانسیل نوسانگر، در وسط مسیر نوسان (نقطه تعادل) چقدر است؟

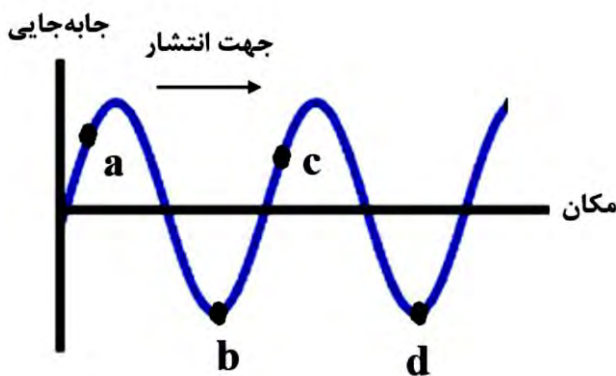
پ) به کمک کدام وسیله می توان شتاب گرانشی یک محل را اندازه گرفت ؟
 ت) اگر بسامد نوسان های واداشته با بسامد نوسان طبیعی نوسانگر برابر باشد ، چه اتفاقی می افتد ؟
 (ریاضی دی ۱۴۰۰)

۱۹) شکل مقابل ، نحوه انتشار یک موج سینوسی را نشان می دهد:



الف) این نوع موج طولی است یا عرضی ؟ چرا ؟
 ب) این موج مکانیکی است یا الکترومغناطیسی ؟
 (ریاضی دی ۱۴۰۰)

۲۰) شکل رو به رو یک موج سینوسی را در لحظه ای از زمان نشان می دهد که در جهت محور x در طول ریسمان کشیده شده ای، حرکت می کند. با توجه به شکل، تعیین کنید هر یک از اجزای (یا نقاط) مشخص شده به طرف بالا می روند یا پایین ؟



الف) نقطه a ب) نقطه b

پ) نقطه c ت) نقطه d

(تجربی خرداد ۱۴۰۰)

۲۱) درستی یا نادرستی گزاره های زیر را با واژه های ((درست)) یا ((نادرست)) در پاسخ نامه مشخص کنید.

الف) دوره تناوب آونگ ساده، به جرم و دامنه آن بستگی دارد.

ب) بیشینه تندی نوسانگر در حرکت هماهنگ ساده با بسامد زاویه ای به طور مستقیم، متناسب است.

پ) یکی از ویژگی های موج پیش رونده، انتقال انرژی از یک نقطه به نقطه دیگر در جهت انتشار موج است.

ت) امواج مکانیکی، از رابطه متقابل میدان های الکتریکی و مغناطیسی به وجود می آیند.

ث) در طیف امواج الکترومغناطیسی، بیشترین بسامد مربوط به امواج رادیویی است.

ج) اگر یک آونگ با بسامدی برابر با بسامد طبیعی آن به نوسان درآید، برای آونگ، تشدید (رزونانس) رخ می دهد.

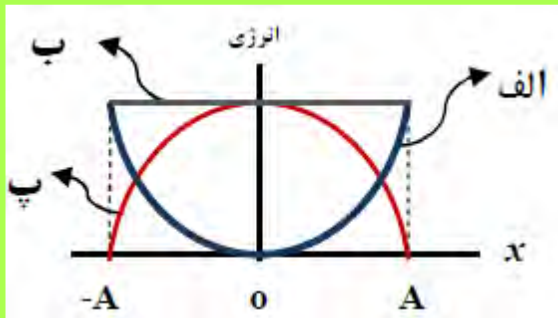
(تجربی شهریور ۱۴۰۰)

۲۲) از بین موارد زیر، عامل های مؤثر بر تندی صوت را انتخاب کنید و در پاسخنامه بنویسید.

« شکل موج - جنس محیط - دامنه موج - دمای محیط - بسامد موج »

(تجربی شهریور ۱۴۰۰)

۲۳) شکل زیر، نمودار تبدیل انرژی در حین حرکت هماهنگ ساده یک سامانه جرم - فنر روی سطح افقی



(بدون اصطکاک) را نشان می‌دهد .

نام هر یک از انرژی های ((الف، ب و پ)) را در پاسخنامه بنویسید.

(تجربی شهریور ۱۴۰۰)

۲۴) درستی یا نادرستی هر یک از گزاره های زیر را با واژه ((درست)) یا ((نادرست)) در پاسخنامه مشخص کنید.
الف) دامنه حرکت در حرکت نوسانی، فاصله بین دو انتهای مسیر حرکت نوسانگر هماهنگ ساده است.
ب) دوره تناوب سامانه جرم - فنر، با یک فنر معین ولی وزنه های متفاوت، با جذر جرم وزنه، به طور مستقیم متناسب است.

پ) تاب خوردن کودکی که به طور دوره ای هل داده می شود، مثالی از نوسان واداشته است.

ت) موجهای پیش رونده از نقطه ای به نقطه دیگر حرکت کرده و انرژی را با خود منتقل می کنند.

ث) هنگام انتشار موج الکترومغناطیسی در خلأ، میدانهای الکتریکی و مغناطیسی با بسامد متفاوت، تغییر می کنند.

ج) موج صوتی در محیط جامد نمی تواند تولید و منتشر شود.

(تجربی دی ۱۴۰۰)

۲۵) الف) تندی انتشار موج عرضی در یک ریسمان یا تار کشیده، به چه عواملی بستگی دارد؟

ب) در انتشار موج سطحی روی آب های کم عمق با ورود موج به بخش عمیق (تشت موج)، بسامد موج و تندی انتشار موج در بخش کم عمق و بخش عمیق را مقایسه کنید.

(تجربی دی ۱۴۰۰)

۲۶) در جمله های زیر ، عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کرده و در پاسخ برگ بنویسید:

الف) با توجه به نحوه انتشار امواج الکترومغناطیسی ، می توان گفت این امواج (طولی - عرضی) هستند.

ب) برای امواج مکانیکی ، تندی انتشار موج طولی در یک محیط جامد (بیشتر - کمتر) از تندی انتشار موج عرضی در همان محیط است.

پ) اگر چشمه صوتی به یک ناظر ساکن نزدیک شود ، بسامد صوتی که ناظر می شنود ، (افزایش - کاهش) می یابد.

ت) وقتی چشمه نور از یک ناظر (آشکارساز) دور میشود ، طول موج تغییر می کند که به آن انتقال به (آبی - سرخ) می گویند.

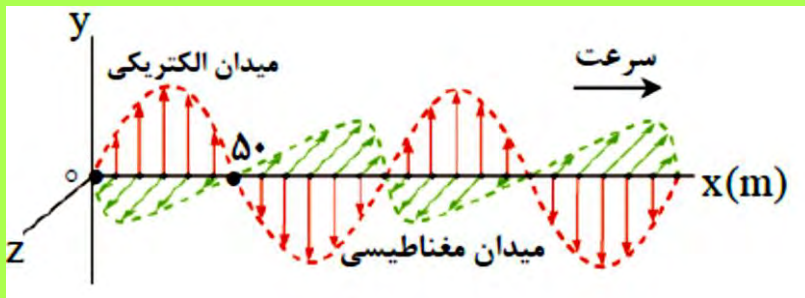
(ریاضی خرداد ۹۹)

۲۷) جاهای خالی را در جمله های زیر با کلمه های مناسب پر کنید:

الف) امواج صوتی از نوع امواج مکانیکی هستند.

- (ب) تندی انتشار امواج صوتی در جامدات از تندی انتشار امواج صوتی در مایعات است.
- (پ) ارتفاع صوت ، است که گوش انسان درک میکند.
- (ت) گوش انسان قادر به شنیدن تن های صدای 20 Hz تا است.
- (ریاضی شهریور ۹۹)

(۲۸) شکل مقابل ، یک موج الکترومغناطیسی را نشان می دهد:

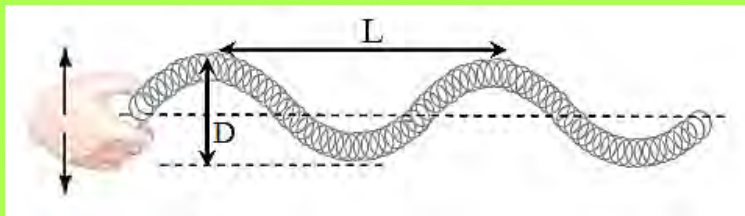


- (الف) این نوع موج طولی است یا عرضی ؟
- (ب) طول موج و بسامد موج را بدست آورید.
- $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$
- (ریاضی شهریور ۹۹)

(۲۹) به پرسش های زیر در مورد حرکت هماهنگ ساده ، پاسخ کوتاه دهید:

- (الف) تعداد چرخه ها در مدت یک ثانیه را چه می گویند ؟
- (ب) انرژی جنبشی نوسانگر در دو انتهای مسیر چقدر است ؟
- (پ) به کمک کدام وسیله می توان شتاب گرانشی یک محل را اندازه گرفت ؟
- (ت) نوسانگرها با اعمال یک نیروی خارجی ، می توانند چنین نوسان هایی انجام دهند.
- (ریاضی دی ۹۹)

(۳۰) شکل روبه رو ، یک موج در حال انتشار را نشان می دهد.



- (الف) معین کنید L و D چه کمیت هایی هستند ؟
- (ب) این موج ، طولی است یا عرضی ؟ چرا ؟
- (ریاضی دی ۹۹)

(۳۱) درستی یا نادرستی هر یک از گزاره های زیر را با واژه های ((درست)) یا ((نادرست)) مشخص کنید.

- (الف) افزایش جرم در سامانه جرم - فنر ، با فنر یکسان به گندشدن نوسان ها می انجامد.
- (ب) یکی از ویژگی های امواج پیشرونده، انتقال انرژی از یک نقطه به نقطه دیگر در جهت انتشار موج است.
- (پ) برای امواج مکانیکی، تندی انتشار موج طولی در یک محیط جامد کمتر از تندی انتشار موج عرضی در همان محیط است.

(ت) موج های رادیویی برای انتشار خود به محیط مادی نیاز ندارند.

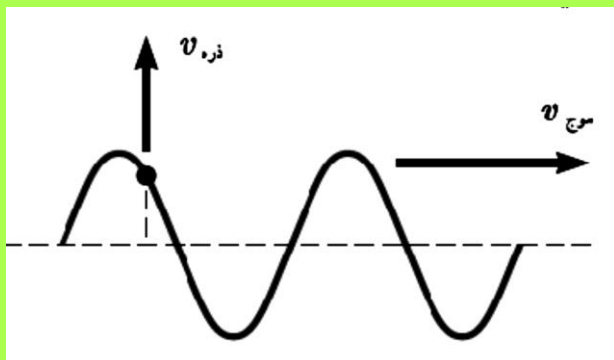
(ث) گوش انسان قادر به شنیدن صداها با بسامدهای بیشتر از ۲۰۰۰۰ هرتز است.

(ج) اثر دوپلر برای میکروموج و نور مرئی برقرار نیست.

(د) با کاهش چگالی هوا، ضریب شکست هوا افزایش می یابد.

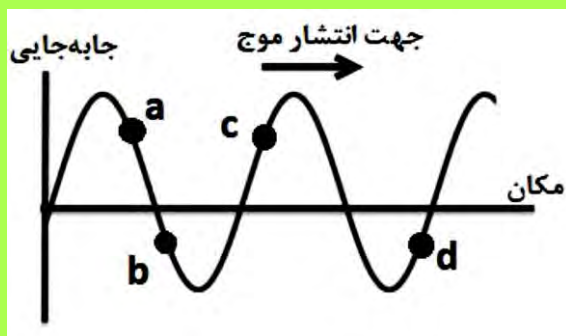
(تجربی خرداد ۹۹)

۳۲) شکل زیر موجی عرضی در یک ریسمان را نشان می دهد که با تندی $v_{\text{موج}}$ به سمت راست حرکت می کند، در حالی که تندی ذره نشان داده شده ریسمان، $v_{\text{ذره}}$ است. آیا این دو تندی با هم برابرند؟ توضیح دهید. (تجربی خرداد ۹۹)



۳۳) الف) دو عامل مؤثر بر تندی انتشار موج صوتی را بنویسید.
ب) چرا امواج الکترومغناطیسی برای انتقال انرژی به محیط مادی نیاز ندارند؟ (تجربی شهریور ۹۹)

۳۴) درستی یا نادرستی هر گزاره را با واژه ((درست)) یا ((نادرست)) مشخص کنید و در پاسخ نامه بنویسید.
الف) تاب خوردن کودکی که به طور دوره ای هل داده می شود مثالی از یک نوسان طبیعی است.
ب) بلندی صوت، بسامدی است که گوش انسان درک می کند.
پ) امواج الکترومغناطیسی تخت تابیده به یک سطح تخت، پس از بازتابش در یک نقطه کانونی می شوند.
ت) یک موج صوتی با شدت $I = I_0$ تراز شدت صوتی برابر صفر دسی بل دارد. (تجربی شهریور ۹۹)



۳۵) شکل روبه رو، یک موج سینوسی را در لحظه ای از زمان نشان می دهد که در جهت محور x در طول ریسمان کشیده شده ای حرکت می کند. چهار جزء از این ریسمان روی شکل نشان داده شده اند. نام اجزایی که در این لحظه، به طرف پایین می روند را بنویسید. (تجربی شهریور ۹۹)

۳۶) درستی یا نادرستی گزاره های زیر را با واژه های ((درست)) یا ((نادرست)) در پاسخنامه مشخص کنید.
الف) دوره تناوب آونگ ساده به جرم و وزن متصل به آونگ بستگی دارد.
ب) تاب خوردن کودک که به طور دوره ای هل داده میشود مثالی از نوسان واداشته است. (تجربی دی ۹۹)

۳۷) در هر یک از گزاره های زیر، جای خالی را با واژه مناسب پر کنید.
الف) در نقطه تعادل حرکت هماهنگ ساده سامانه جرم - فنر، انرژی نوسانگر صفر است.

(ب) مسافتی که موج در مدت یک دوره تناوب نوسان چشمه طی می کند برابر است. (تجربی دی ۹۹)

(۳۸) از داخل پرنانتز گزینه درست را انتخاب کرده و در پاسخ نامه بنویسید.

(الف) در حرکت هماهنگ ساده، دامنه نوسان؛ بیشینه فاصله نوسانگر از (نقطه تعادل - نقطه بازگشتی) است.

(ب) تندی انتشار صوت در هوا به (دامنه موج صوتی - دمای هوا) بستگی دارد.

(پ) طول موج (امواج رادیویی - نور مرئی) از طول موج امواج فرسرخ بیشتر است.

(ت) وقتی چشمه صوت به ناظر ساکن نزدیک می شود، فاصله جبهه های موج در عقب چشمه (بیشتر - کمتر) می شود.

(ث) میدان های الکتریکی و مغناطیسی یک موج الکترومغناطیسی همواره (عمودبر - موازی با) جهت حرکت موج هستند.

(تجربی دی ۹۹)

(۳۹) در جمله های زیر، جاهای خالی را با کلمه های مناسب تکمیل کنید:

(الف) افزایش جرم در یک سامانه جرم - فنر، باعث می شود که دوره نوسان ها شود.

(ب) انرژی مکانیکی هر نوسانگر هماهنگ ساده، با مربع دامنه است.

(پ) نوسان هایی با اعمال یک نیروی خارجی، نوسان های نام دارند.

(ت) یکای در SI ، وات بر مترمربع $\frac{W}{m^2}$ است.

(ریاضی خرداد ۹۸)

(۴۰) شکل زیر، جهت های حرکت یک چشمه صوتی و یک ناظر (شنونده) را در وضعیت های مختلف نشان می دهد:

وضعیت	چشمه	ناظر
(a)		
(b)		
(c)		

بسامدی را که ناظر در وضعیت های (b) و (c) می شنود، با وضعیت (a) مقایسه کنید

(ریاضی خرداد ۹۸)

(۴۱) درستی یا نادرستی جمله های زیر را در مورد یک سامانه جرم - فنر، با علامت های (د) یا (ن) مشخص کنید:

(الف) اگر ثابت فنر را افزایش دهیم، دوره نوسان ها نیز افزایش می یابد.

(ب) چون سطح بدون اصطکاک است، انرژی مکانیکی سامانه، پایسته می ماند.

(پ) بیشینه تندی مربوط به دو انتهای مسیر ($x = \pm A$) است.

(ریاضی شهریور ۹۸)

(۴۲) با توجه به مشخصات بارز امواج الکترومغناطیسی ، به پرسش های زیر پاسخ کوتاه دهید:

(الف) زاویه میدان الکتریکی نسبت به میدان مغناطیسی چگونه است ؟

(ب) امواج الکترومغناطیسی طولی هستند یا عرضی ؟

(پ) بسامد میدان های الکتریکی و مغناطیسی نسبت به هم چگونه است ؟

(ریاضی شهریور ۹۸)

(۴۳) به پرسش های زیر پاسخ دهید.



(الف) شکل مقابل چگونه نوسانی را نشان می دهد؟

(ب) آیا شتاب در حرکت هماهنگ ساده ، ثابت است یا متغیر؟

(ج) آیا بسامد نوسان های سامانه وزنه - فنر به جرم وزنه بستگی دارد؟

(ریاضی دی ۹۸)

(۴۴) (الف) امواج الکترومغناطیسی طولی هستند یا عرضی؟ چرا؟

(ب) هنگام حرکت یک منبع صوتی ، تجمع جبهه های موج در جلو و عقب آن چگونه می شود؟

(ریاضی دی ۹۸)

(۴۵) درستی یا نادرستی گزاره های زیر را با واژه های ((درست)) یا ((نادرست)) در پاسخنامه مشخص کنید.

(الف) اندازه شتاب نوسانگر هماهنگ ساده در نقاط بازگشتی صفر است.

(ب) بسامد سامانه جرم - فنر با یک فنر معین ولی وزنه های متفاوت با جذر جرم وزنه به طور مستقیم متناسب است.

(پ) با افزایش دما در یک منطقه، ساعت آونگ دار (با آونگ ساده) عقب می افتد.

(ت) اگر بسامد نوسان های واداشته بیشتر از بسامد طبیعی آونگ ساده باشد، برای آونگ تشدید رخ نمی دهد.

(ث) تندی انتشار امواج الکترومغناطیسی در خلاء از رابطه $c = \sqrt{\mu_0 \epsilon_0}$ بدست می آید.

(ج) بسامد موج فرابنفش بیشتر از بسامد میکروموج است.

(تجربی خرداد ۹۸)

(۴۶) گزاره های زیر را با واژه مناسب کامل کنید.

(الف) به هر یک از برآمدگی ها یا فرو رفتگی های ایجاد شده روی سطح آب یک تشت موج میگویند.

(تجربی خرداد ۹۸)

(۴۷) در هر یک از موارد زیر، گزینه مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید و در پاسخ نامه بنویسید.

(الف) با کاهش شتاب گرانشی زمین ، بسامد یک آونگ ساده با طول ثابت، (افزایش - کاهش) می یابد.

(ب) اگر یک دیپازون را با ضربه های متفاوت به ارتعاش واداریم، (بلندی - ارتفاع) صدا تغییر می کند.

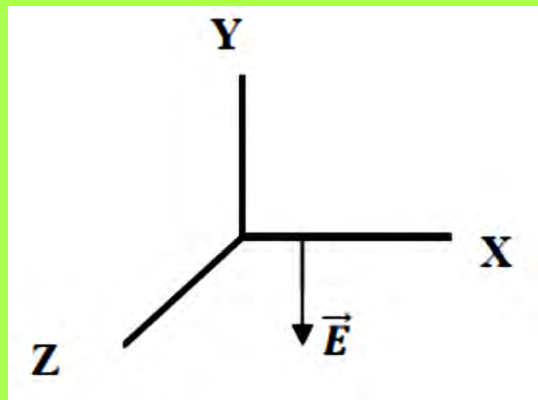
(پ) طول موج موج سطحی آب در قسمت عمیق (کمتر - بیشتر) از قسمت کم عمق آن است.

(تجربی شهریور ۹۸)

۴۸) شکل زیر جهت های حرکت یک چشمه صوتی و یک ناظر (شنونده) را در وضعیت های مختلف نشان می دهد. بسامدی را که ناظر در حالت های (۱) و (۲) و (۳) می شنود در مقایسه با حالت ((الف)) کمتر است یا بیشتر؟ (تجربی شهریور ۹۸)



۴۹) مطابق شکل روبه رو در نقطه ای از فضا و در یک لحظه خاص، جهت میدان الکتریکی



یک موج الکترومغناطیسی خلاف جهت محور Y است.

اگر در این لحظه موج در جهت محور Z + منتشر شود،

برای این نقطه جهت میدان مغناطیسی در کدام سو است؟

(تجربی شهریور ۹۸)

۵۰) برای هر یک از سوالات زیر، گزینه درست را انتخاب کنید و در پاسخ نامه بنویسید.

الف) انرژی مکانیکی سامانه جرم - فنر با کدامیک از عوامل زیر متناسب نیست؟

(۱) مربع دامنه نوسان (۲) مربع ثابت فنر (۳) مربع بسامد زاویه ای

ب) در پدیده تشدید، بسامد نوسانگر بسامد طبیعی آن است.

(۱) برابر (۲) بیشتر از (۳) کمتر از

پ) فاصله دو جبهه متوالی موج تخت تشکیل شده روی سطح آب برابر؛

(۱) $\lambda/2$ (۲) λ (۳) 2λ

ت) بسامد کدام یک از امواج زیر از بسامد امواج فروسرخ بیشتر است؟

(۱) امواج رادیویی (۲) میکروموج (۳) نور مرئی

(تجربی دی ۹۸)

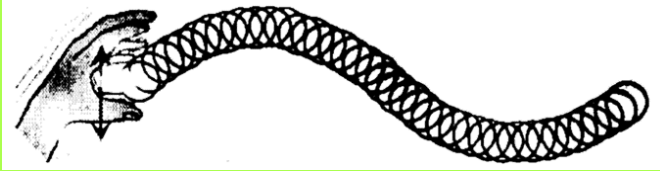
۵۱) در جمله های زیر، عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کرده و در پاسخ برگ بنویسید.

الف) تندی موج های سطح آب، در آب کم عمق (بیشتر - کمتر) از آب عمیق است.

ب) حساسیت دستگاه شنوایی انسان، برای بسامدهای مختلف، (یکسان - متفاوت) است.

پ) نوسان هایی با منشا یک نیروی خارجی ، نوسان های (طبیعی - واداشته) نام دارند.
 ت) موج های مکانیکی برای انتشار به محیط مادی نیاز (دارند - ندارند).
 (ریاضی دی ۹۷)

(۵۲) الف) شکل مقابل نشان دهنده انتشار کدام موج در طول فنر است؟ چرا؟



(ریاضی دی ۹۷)

(۵۳) در هر یک از موارد زیر ، گزینه مناسب را انتخاب کنید و در پاسخ برگ بنویسید.
 الف) طول موج نور مرئی (بلندتر - کوتاه تر) از میکرو موج هاست.
 ب) شدتی است که گوش انسان از صوت درک می کند. (بلندی - ارتفاع)
 (تجربی دی ۹۷)

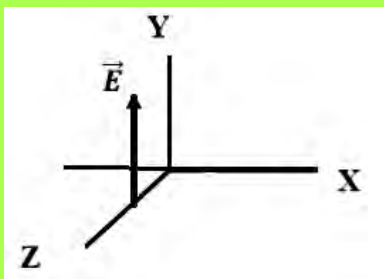
(۵۴) الف) از بین کمیت های زیر ، دو عامل موثر بر دوره تناوب آونگ ساده را مشخص کنید و در پاسخ برگ بنویسید.

« شتاب گرانشی - جرم وزنه آونگ - دامنه - طول آونگ »

ب) نوسان واداشته را تعریف کنید.

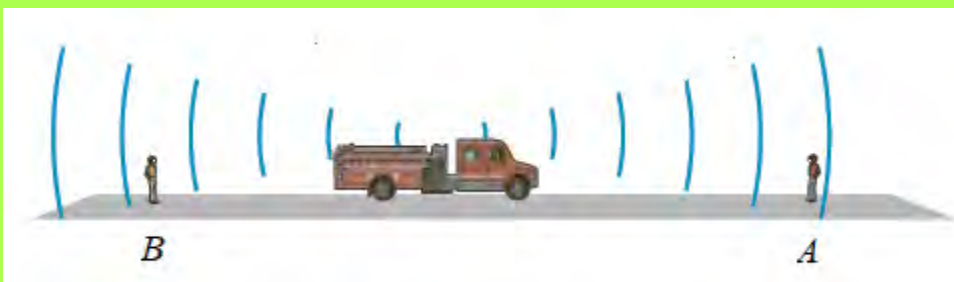
(تجربی دی ۹۷)

(۵۵) الف) در یک لحظه خاص ، میدان الکتریکی مربوط به یک موج الکترومغناطیسی در نقطه ای از فضا در جهت $+y$ و جهت انتقال انرژی در جهت $+x$ است .



جهت میدان مغناطیسی در این لحظه در کدام سو است؟

ب) در شکل روبرو ماشین آتش نشانی (نسبت به دو ناظر A و B ساکن است. با حرکت ماشین به طرف ناظر A ، طول موج دریافتی دو ناظر A و B ، چه تغییری نسبت به قبل خواهند داشت؟



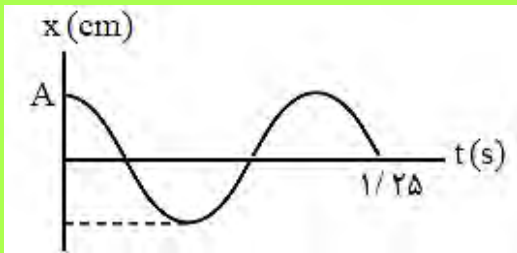
(تجربی دی ۹۷)

(۵۶) نمودار مکان - زمان حرکت هماهنگ ساده یک نوسانگر به صورت شکل مقابل است:

(الف) بسامد زاویه ای این نوسانگر را حساب کنید .

(ب) در چه مکانی تندی نوسانگر بیشینه است ؟

(ریاضی خرداد ۱۴۰۱)



(۵۷) فنری به جرم 0.5 kg و طول 2 m را با نیروی 9 N می کشیم.

(الف) تندی انتشار موج عرضی در این فنر چند متر بر ثانیه است ؟

(ب) اگر در فنر موج عرضی ایجاد کنیم ، فاصله دو قله متوالی چه نام دارد ؟

(ریاضی خرداد ۱۴۰۱)

(۵۸) (الف) در یک رستوران ساکت شدت صوت $10^{-7} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$ است . تراز شدت صوت چند دسی بل است ؟

$$I_0 = 10^{-12} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

(ب) شکل مقابل نشان دهنده کدام پدیده فیزیکی است ؟



(ریاضی خرداد ۱۴۰۱)

(۵۹) طول موج نور بنفش در هوا حدود $4 \times 10^{-7} \text{ m}$ است. بسامد این نور چند هرتز است؟

(تندی نور در هوا را $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ در نظر بگیرید)

(ریاضی شهریور ۱۴۰۱)

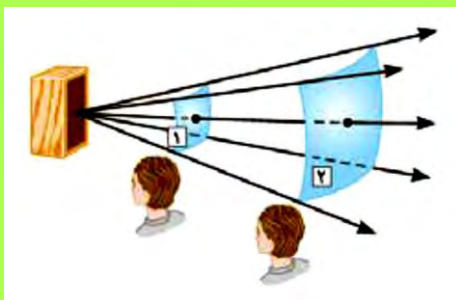
(۶۰) رابطه مکان - زمان یک نوسانگر ساده در SI ، به صورت $x = 0.3 \cos(10\pi t)$ است ($\pi = 3$) :

(الف) دوره تناوب حرکت چند ثانیه است؟

(ب) بیشینه ی تندی نوسانگر چند متر بر ثانیه است؟

(ریاضی شهریور ۱۴۰۱)

(۶۱) (الف) مطابق شکل روبه رو، شدت صوت دریافتی کدام شنونده بیشتر است؟

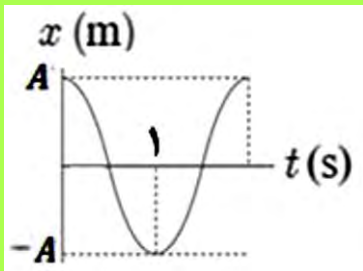


(ب) در یک کارگاه ماشین آلات، شدت صوت 10^{-2} W/m^2 است.

تراز شدت آن چند دسی بل است؟

$$(I_0 = 10^{-12} \frac{\text{W}}{\text{m}^2})$$

(ریاضی شهریور ۱۴۰۱)



۶۲) نمودار مکان - زمان یک آونگ ساده مطابق شکل مقابل است.
 الف) طول این آونگ چه قدر است؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$ و $\pi^2 = 10$)
 ب) تعداد نوسانهای این آونگ را در مدت یک دقیقه به دست آورید.
 (ریاضی دی ۱۴۰۱)

۶۳) دامنه نوسان یک نوسانگر جرم - فنر در حرکت هماهنگ ساده 0.1 m و سختی فنر آن 100 N/m است. انرژی مکانیکی نوسانگر هنگام نوسان روی یک سطح افقی بدون اصطکاک، چند ژول است؟
 (تجربی خرداد ۱۴۰۱)

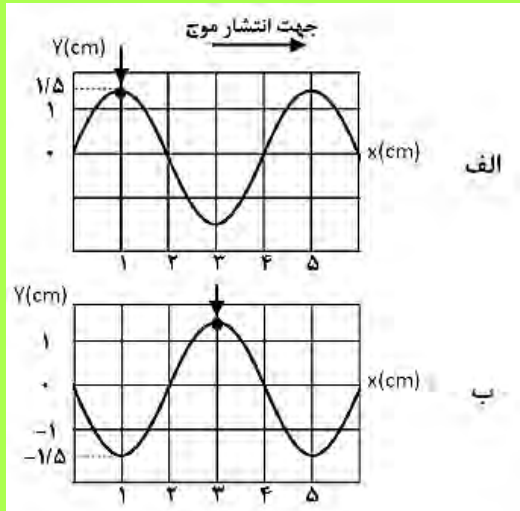
۶۴) در یک طناب تحت کشش با چگالی خطی جرم $2 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$ و تندی انتشار موج $5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ است. نیروی کشش طناب را به دست آورید.
 (تجربی خرداد ۱۴۰۱)

۶۵) یک موج صوتی با توان $1.6 \times 10^{-4} \text{ W}$ از صفحه ای با مساحت 4 m^2 در راستای عمود بر صفحه میگذرد. شدت صوت عبوری از این صفحه چقدر است؟
 (تجربی خرداد ۱۴۰۱)

۶۶) معادله حرکت هماهنگ ساده یک نوسانگر در SI به صورت $x = 0.4 \cos 10\pi t$ می باشد.
 الف) بسامد نوسان را حساب کنید.
 ب) تندی بیشینه نوسانگر را حساب کنید.
 پ) اگر جرم نوسانگر 400 g باشد، انرژی مکانیکی آن را حساب کنید. ($\pi = 3$)
 (تجربی شهریور ۱۴۰۱)

۶۷) الف) با شنیدن هر تن موسیقی، دو ویژگی صوت را می توان از هم متمایز ساخت. این دو ویژگی را نام ببرید.
 ب) شدت یک صوت 10^{-6} W/m^2 است. تراز شدت این صوت چند دسی بل است؟ ($I_0 = 10^{-12} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$)
 (تجربی شهریور ۱۴۰۱)

۶۸) معادله مکان - زمان یک نوسانگر هماهنگ ساده در $x = 0.2 \cos 20\pi t$ است.
 الف) در لحظه $t = \frac{1}{60} \text{ s}$ اندازه شتاب نوسانگر چند متر بر مربع ثانیه است؟
 ب) اگر جرم نوسانگر 20 g باشد، انرژی مکانیکی آن چند ژول است؟ ($\pi^2 = 10$, $\cos \frac{\pi}{3} = \frac{1}{2}$)
 (تجربی دی ۱۴۰۱)



۶۹) شکل الف مربوط به نقش یک موج مکانیکی در یک محیط در لحظه $t_1 = 0s$ است و در لحظه $t_2 = 0.2 s$ برای اولین بار شکل موج به صورت شکل ب میشود. بیشینه تندی هر ذره از محیط انتشار موج در SI چقدر است؟ ($\pi = 3$) (تجربی دی ۱۴۰۱)

۷۰) دامنه نوسان یک حرکت هماهنگ ساده $0.5m$ و دوره آن $1/0 s$ است. معادله مکان - زمان این نوسانگر را بنویسید. (ریاضی خرداد ۱۴۰۰)

۷۱) تراز شدت صوت یک خیابان بی سروصدا $40db$ است. شدت صوت این خیابان، چند وات بر مترمربع است؟ ($I_0 = 10^{-12} \frac{w}{m^2}$) (ریاضی خرداد ۱۴۰۰)

۷۲) معادله حرکت هماهنگ ساده یک نوسانگر در SI به صورت $x = 0.03 \cos 25\pi t$ است. در چه زمانی پس از لحظه صفر، برای اولین بار تندی آن بیشینه می شود؟ (ریاضی شهریور ۱۴۰۰)

تندی (m/s)	محیط
۳۳۱	هوا ($0^\circ C$)
۳۴۳	هوا ($20^\circ C$)
۱۴۸۲	آب ($20^\circ C$)

۷۳) الف) تندی صوت در تعدادی محیط مادی، مطابق جدول است: دو نتیجه از مقایسه عددهای این جدول بنویسید.

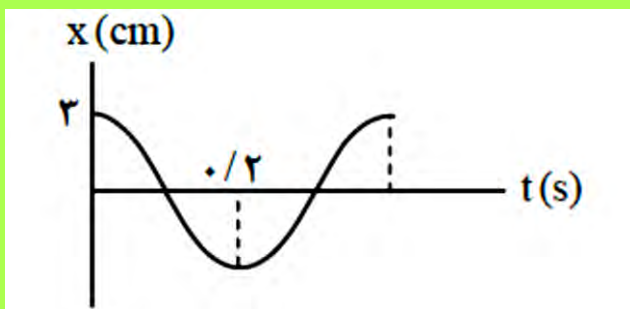
ب) شدت صوت حاصل از یک منبع صوتی در فاصله $r_1 = 80 m$ برابر $2 \times 10^{-4} W/m^2$ است. با فرض چشم پوشی از جذب انرژی صوتی در محیط و بازتاب موج، شدت این صوت در فاصله $r_2 = 320 m$ به چه مقدار می رسد؟ (ریاضی شهریور ۱۴۰۰)

۷۴) تراز شدت صوتی $70db$ است. شدت این صوت چند وات بر متر مربع است؟ ($I_0 = 10^{-12} \frac{w}{m^2}$) (ریاضی دی ۱۴۰۰)

(۷۵) تراز شدت صوت یک مخلوط کن ۸۰ db است. شدت این صوت چقدر است؟ ($I_0 = 10^{-12} \frac{W}{m^2}$) (تجربی خرداد ۱۴۰۰)

(۷۶) معادله حرکت هماهنگ ساده یک نوسانگر در SI به صورت $x = \frac{2}{\pi} \cos 25\pi t$ است.
 الف) دوره تناوب این نوسانگر چند ثانیه است؟
 ب) تندی بیشینه این نوسانگر چند متر بر ثانیه است؟
 (تجربی خرداد ۱۴۰۰)

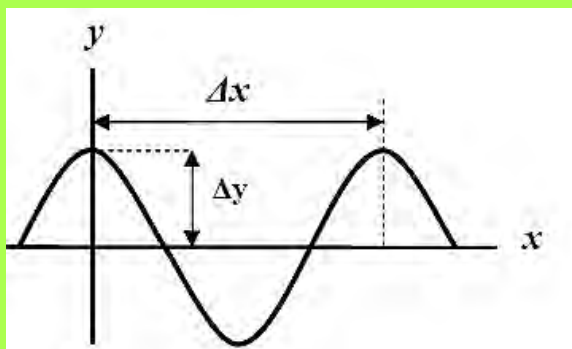
(۷۷) نمودار مکان - زمان یک حرکت هماهنگ ساده به شکل مقابل است.



الف) دوره این حرکت چقدر است؟
 ب) معادله حرکت آن را بنویسید.
 (ریاضی دی ۱۴۰۰)

(۷۸) معادله حرکت هماهنگ ساده یک نوسانگر در SI به صورت $x = 0 / 1 \cos 40\pi t$ است. بسامد این نوسانگر چند هرتز است؟
 (تجربی شهریور ۱۴۰۰)

(۷۹) در نمودار جابه جایی - مکان موج عرضی شکل زیر $\Delta y = 10 \text{ cm}$ و $\Delta x = 25 \text{ cm}$ است.



اگر بسامد نوسان های چشمه این موج ۱۰ Hz باشد؛
 الف) طول موج چند سانتی متر است؟
 ب) دامنه موج چند سانتی متر است؟
 پ) دوره تناوب موج چند ثانیه است؟
 (تجربی شهریور ۱۴۰۰)

(۸۰) الف) شدت صوت در یک کتابخانه $10^{-2} W/m^2$ است. تراز شدت این صوت چند دسی بل است؟
 ب) $I_0 = 10^{-12} \frac{W}{m^2}$
 (تجربی شهریور ۱۴۰۰)

(۸۱) انرژی مکانیکی یک نوسانگر وزنه - فنر که روی سطح افقی بدون اصطکاکی در حال نوسان است برابر $10 J$ و جرم وزنه این نوسانگر $4 kg$ است. در لحظه ای که انرژی جنبشی نوسانگر برابر انرژی پتانسیل آن است، تندی حرکت نوسانگر چند m/s است؟
 (تجربی دی ۱۴۰۰)

۸۲) تراز شدت صوت در کتابخانه 30 dB است. شدت این صوت چند وات بر مترمربع است؟ ($I_0 = 10^{-12} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$) (تجربی دی ۱۴۰۰)

۸۳) چشمه موجی با بسامد 10 Hz در یک محیط که تندی انتشار موج در آن 100 m/s است نوسان های طولی ایجاد میکند.

الف) دوره تناوب این موج چند ثانیه است؟

ب) فاصله بین یک تراکم و یک انبساط متوالی چند متر است؟

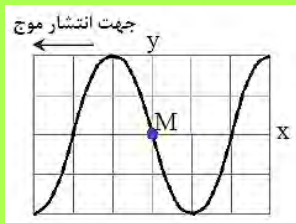
(تجربی دی ۱۴۰۰)

۸۴) معادله حرکت هماهنگ ساده یک نوسانگر به جرم 100 گرم در SI به صورت $x = 0.02 \cos 50\pi t$ است.

الف) بیشینه تندی نوسانگر چند متر بر ثانیه است؟

ب) انرژی مکانیکی نوسانگر چند ژول است؟

(ریاضی خرداد ۹۹)



۸۵) شکل مقابل، تصویر یک موج عرضی در یک ریسمان کشیده شده را در یک لحظه نشان می دهد. نقش موج را در زمان $T/4$ بعد رسم کنید و نشان دهید جزء M در چه جهتی حرکت کرده است.

(ریاضی خرداد ۹۹)

۸۶) با زیاد کردن صدای تلویزیونی، شدت صوتی که به گوش می رسد، 100 برابر می شود. تراز شدت صوت چند دسی بل افزایش می یابد؟ (از جذب انرژی صوتی توسط محیط صرف نظر شود)

(ریاضی خرداد ۹۹)

۸۷) معادله حرکت هماهنگ ساده یک نوسانگر در SI به صورت $x = 0.02 \cos \pi t$ است.

الف) دوره حرکت چند ثانیه است؟

ب) نمودار مکان - زمان این حرکت را در یک دوره رسم نمایید.

(ریاضی شهریور ۹۹)

۸۸) تراز شدت صوتی 50 dB است. شدت این صوت چند وات بر متر مربع است؟ ($I_0 = 10^{-12} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$)

(ریاضی شهریور ۹۹)

۸۹) یک سامانه جرم - فنر بر روی سطح افقی بدون اصطکاکی حرکت هماهنگ ساده انجام می دهد. اگر جرم وزنه 800 g و ثابت فنر 80 N/m باشد، دوره تناوب سامانه را حساب کنید. ($\pi \approx 3$)

(ریاضی دی ۹۹)

۹۰) الف) اگر در طول طیف موج های الکترومغناطیسی از پرتوهای گاما به طرف امواج رادیویی حرکت کنیم،

کدام مشخصه امواج کاهش و کدام افزایش می یابد؟

ب) یک موج صوتی با توان $4 \times 10^{-4}\text{ W}$ از یک صفحه به مساحت 8 مترمربع می گذرد. شدت صوت در صفحه را تعیین کنید.

(ریاضی دی ۹۹)

(۹۱) معادله حرکت هماهنگ ساده یک نوسانگر در SI به صورت $x = 0.02 \cos 10\pi t$ است. الف) در چه لحظه ای پس از لحظه صفر، برای نخستین بار تندی نوسانگر به صفر میرسد؟ ب) اندازه بیشترین شتاب حرکت این نوسانگر چقدر است؟ ($\pi^2 \approx 10$) (تجربی خرداد ۹۹)
(۹۲) یک دستگاه صوتی صدایی با تراز شدت $\beta_1 = 40 \text{ db}$ و دستگاه صوتی دیگر، صدایی با تراز شدت $\beta_2 = 60 \text{ db}$ ایجاد می کند. شدت های مربوط به این دو تراز (بر حسب W/m^2) به ترتیب I_1 و I_2 هستند. نسبت $\frac{I_2}{I_1}$ چقدر است؟ (تجربی خرداد ۹۹)
(۹۳) در یک تار به طول $1/2 \text{ m}$ و جرم 30 g، تندی انتشار امواج عرضی 10 m/s است. نیروی کشش تار چند نیوتن است؟ (تجربی خرداد ۹۹)
(۹۴) یک فنر روی سطح افقی (بدون اصطکاک) به وزنه ای 200 g گرمی متصل است و حرکت هماهنگ ساده، با دامنه 5 cm و بسامد زاویه ای 20 rad/s انجام میدهد. انرژی مکانیکی این نوسانگر چند ژول است؟ (تجربی خرداد ۹۹)
(۹۵) معادله مکان - زمان نوسانگر هماهنگ ساده ای با دامنه 0.06 m و بسامد $2/5 \text{ Hz}$ را بنویسید. با فرض اینکه در لحظه $t = 0 \text{ s}$ نوسانگر در بیشینه فاصله از نقطه تعادل ($x = +A$) باشد. (تجربی شهریور ۹۹)
(۹۶) ریسمانی به طول 0.8 m و جرم 0.4 kg بین دو نقطه ثابت با نیروی 50 N کشیده شده است. تندی انتشار موج در این ریسمان چند متر بر ثانیه است؟ (تجربی شهریور ۹۹)
(۹۷) در مکانی که مقدار شتاب گرانشی $9/75 \text{ m/s}^2$ است، دوره تناوب یک آونگ ساده در حال نوسان، ۲ ثانیه است. الف) طول آونگ چند متر است؟ ($\pi^2 = 10$) ب) آیا جرم آونگ تأثیری در بسامد آونگ دارد؟ (تجربی شهریور ۹۹)
(۹۸) دامنه نوسان یک حرکت هماهنگ ساده 0.1 m و دوره تناوب آن 0.4 s است. (این نوسانگر در مبداء زمان، در انتهای مثبت مسیر نوسان قرار دارد) الف) معادله مکان - زمان این نوسانگر را بنویسید. ب) نمودار مکان - زمان این نوسانگر را در یک دوره تناوب رسم کنید. (تجربی دی ۹۹)

۹۹) در یک فاصله مشخص از یک دستگاه صوتی، صدایی با تراز شدت $\beta = 100 \text{ db}$ دریافت میشود. شدت این صدا را (بر حسب W/m^2) حساب کنید. ($I_0 = 10^{-12} \frac{W}{m^2}$) (تجربی دی ۹۹)

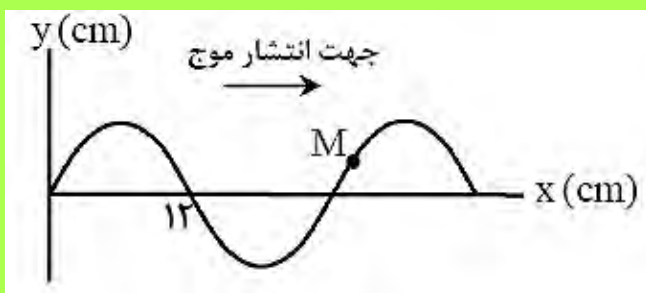
۱۰۰) جرم یک تار تحت کشش kg ۰/۵ و طول آن m ۱ است. اگر تندی انتشار موج در این تار m/s ۲۰ باشد، نیروی کشش تار چند نیوتون است؟ (تجربی دی ۹۹)

۱۰۱) معادله حرکت هماهنگ ساده یک نوسانگر در SI به صورت $x = 0.05 \cos 5\pi t$ است. در چه لحظه ای پس از زمان صفر، برای دومین بار انرژی جنبشی آن بیشینه می شود؟ (ریاضی خرداد ۹۸)

۱۰۲) شکل روبه رو، یک موج سینوسی را در لحظه ای از زمان در یک ریسمان کشیده شده، نشان می دهد.

الف) اگر تندی موج m/s ۱/۲ باشد، بسامد موج چند هرتز است؟

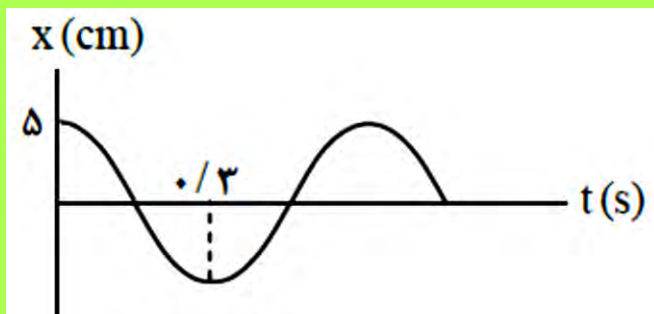
ب) نقطه M ریسمان، در این لحظه بالا می رود یا پایین؟ (ریاضی خرداد ۹۸)



۱۰۳) نمودار مکان - زمان یک حرکت هماهنگ ساده به شکل مقابل است.

الف) دوره این حرکت چقدر است؟

ب) معادله حرکت آن را بنویسید. (ریاضی شهریور ۹۸)

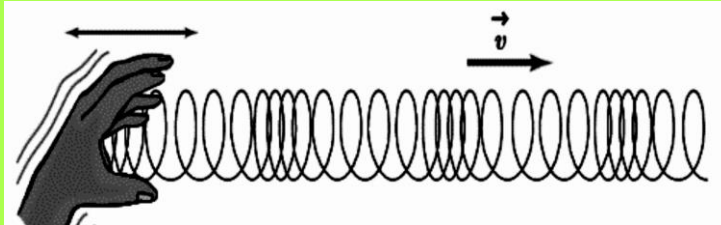


۱۰۴) الف) ارتفاع و بلندی که هر دو به ادراک شنوایی ما مربوط می شوند، هر کدام به کدام کمیت فیزیکی وابسته هستند؟

ب) طول موج نور قرمز رنگ 750 nm است. اگر تندی نور $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ برابر باشد، بسامد نور قرمز را حساب کنید. (ریاضی شهریور ۹۸)

(۱۰۵) الف) دورهٔ آونگ ساده ای ۲ ثانیه است. طول این آونگ چند متر است؟ ($\pi^2 = g$)

ب) معادلهٔ حرکت هماهنگ سادهٔ یک نوسانگر در SI به صورت $x = 0.03 \cos 50\pi t$ است. دورهٔ این حرکت را حساب کرده و نمودار مکان - زمان آن را رسم کنید.
(ریاضی دی ۹۸)

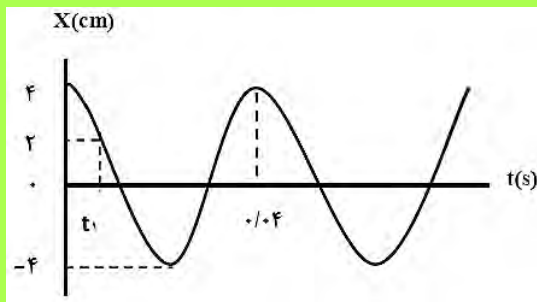


(۱۰۶) الف) موج ایجاد شده در فنر شکل روبه رو طولی است یا عرضی؟

ب) چرا به این موج پیشرونده میگویند؟

پ) ریسمانی به جرم 0.5 kg و طول 6 m را با نیروی 3 N می کشیم.
تندی انتشار موج در این ریسمان چند متر بر ثانیه است؟
(تجربی خرداد ۹۸)

(۱۰۷) در شکل زیر نمودار مکان - زمان نوسانگر هماهنگ سادهٔ جرم - فنری با دوره 0.4 s و دامنه نوسان 4 cm نشان داده شده است. اگر ثابت فنر این نوسانگر 60 N/m باشد؛



الف) انرژی مکانیکی این نوسانگر چند ژول است؟
ب) مقدار t_1 چند ثانیه است؟
(تجربی خرداد ۹۸)

(۱۰۸) یک دستگاه صوتی صدایی با تراز شدت $\beta_1 = 80 \text{ db}$ و دستگاه صوتی دیگر، صدایی با تراز شدت $\beta_2 = 90 \text{ db}$ ایجاد می کند. شدت های مربوط به این دو تراز (بر حسب W/m^2) به ترتیب I_1 و I_2 هستند.
 I_2 چند برابر I_1 است؟
(تجربی خرداد ۹۸)

(۱۰۹) جسمی به جرم 25 kg به فنری با ثابت 100 N/m متصل است و روی سطح افقی بدون اصطکاک قرار دارد. جسم را به اندازه 0.4 m می کشیم و رها می کنیم. جسم روی سطح افقی شروع به نوسان می کند؛
الف) بسامد زاوی های این سامانهٔ جرم - فنر چند رادیان بر ثانیه است؟
ب) انرژی مکانیکی این سامانهٔ جرم - فنر چند ژول است؟
(تجربی شهریور ۹۸)

(۱۱۰) یک دستگاه صوتی، صدایی با تراز شدت $\beta = 90 \text{ db}$ ایجاد می کند. شدت این صدا چند W/m^2 است؟ ($I_0 = 10^{-12} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$)
(تجربی شهریور ۹۸)

(۱۱۱) دوره تناوب آونگ ساده ای به طول $0.2m$ در مکانی که $g = 9/8 m/s^2$ است ، چند ثانیه است؟ $(\pi = 3)$ (تجربی دی ۹۸)
(۱۱۲) معادله حرکت هماهنگ ساده یک نوسانگر در SI به صورت $x = 0.1 \cos 50\pi t$ است. در چه لحظه ای پس از لحظه صفر، برای نخستین بار تندی نوسانگر به بیشترین مقدار خود می رسد؟ (تجربی دی ۹۸)
(۱۱۳) یک دستگاه صوتی، صدایی با با تراز شدت $\beta = 100 db$ ایجاد می کند. شدت این صوت (بر حسب W/m^2) چقدر است؟ (تجربی دی ۹۸)
(۱۱۴) تندی انتشار موج عرضی در سیمی به طول $2m$ و جرم $0.08 kg$ که بین دو نقطه با نیروی $160 N$ کشیده می شود ، چند متر بر ثانیه است؟ (تجربی دی ۹۸)
(۱۱۵) الف) دامنه نوسان یک حرکت هماهنگ ساده $3cm$ و بسامد آن $50 Hz$ است. معادله حرکت این نوسانگر را بنویسید. ب) نسبت شدت صوت دو دستگاه صوتی $\frac{I_2}{I_1} = \sqrt{10}$ است. اختلاف ترازهای شدت صوت این دو دستگاه چند دسی بل است؟ (ریاضی دی ۹۷)
(۱۱۶) معادله حرکت هماهنگ ساده یک نوسانگر در SI به صورت $x = 0.02 \cos 10\pi t$ است. الف) بیشینه تندی این نوسانگر چقدر است؟ $(\pi = 3)$ ب) در چه زمانی پس از لحظه صفر، برای نخستین بار انرژی پتانسیل نوسانگر بیشینه می شود؟ (تجربی دی ۹۷)
(۱۱۷) دو تار A و B با طول های یکسان به ترتیب با جرم های $8g$ و $3/2g$ ، تحت نیروی کشش برابر قرار دارند. تندی انتشار موج در تار A چند برابر تندی انتشار موج در تار B است؟ (تجربی دی ۹۷)
(۱۱۸) یک دستگاه صوتی صدایی با تراز شدت $\beta_1 = 120db$ و دستگاه صوتی دیگر، صدایی با تراز شدت $\beta_2 = 100 db$ ایجاد می کند. شدت های مربوط به این دو تراز (بر حسب W/m^2) به ترتیب I_1 و I_2 هستند. نسبت $\frac{I_1}{I_2}$ چقدر است؟ (تجربی دی ۹۷)

پاسخنامه

۱) الف) امواج رادیویی	ب) کاهش	پ) کاهش می یابد	ت) دمای هوا	ص ۷۶ و ۶۶ و ۶۷ و ۸۷
۲) الف) a	ب) e	پ) b		ص ۶۳ و ۶۸ و ۷۰
۳)	الف) دامنه A بزرگتر از B. ب) طول موج B بزرگتر از A. پ) بسامد A بزرگتر از B است. ص ۸۸			
۴) الف) طول موج	ب) تندی			ص ۸۶
۵) الف) c	ب) f	پ) g	ت) e	ص ۶۸ و ۷۶ و ۸۱ و ۸۳
۶) الف) اندازه گیری تندی صوت	ب) چون سرعت صوت افزایش می یابد. پ) $t = \frac{\Delta x}{v} \Rightarrow t = 0.005s$ ص ۷۹ و ۸۰			
۷) الف) درست	ب) نادرست	پ) درست		
ت) نادرست	ث) نادرست	ج) نادرست		
۸) الف) افزایش	ب) نوسان واداشته	پ) صفر	ت) جرم وزنه	ص ۵۹ و ۶۰ و ۸۹ و ۵۷
۹)	الف) $\frac{1}{2}$ ب) ۱ پ) ۲ ت) $\frac{f_A}{f_B} = \frac{\lambda_B}{\lambda_A}$ $\frac{f_A}{f_B} = \frac{2}{1} = 2$ ص ۵۹			
۱۰)	الف و ۳ ب و ۵ پ و ۲ ت و ۶ ص ۶۸ و ۸۰ و ۸۶ و ۶۹			
۱۱) الف) جرم وزنه	ب) افزایش	پ) خلأ	ت) بسامدی	ص ۵۷ و ۷۶ و ۶۸ و ۷۴

(۱۲) ابتدا طول آونگ ساده را اندازه گیری می کنیم و سپس آن را با زاویه کوچک به نوسان درمی آوریم و مدت زمان چند نوسان کامل را اندازه گیری می کنیم . به کمک رابطه $T = t/n$ دوره را محاسبه می کنیم ، با قرار دادن دوره در رابطه $T = 2\pi\sqrt{L/g}$ شتاب گرانشی (g) را محاسبه می کنیم.	(۱۳) الف) انرژی پتانسیل (ب) امواج رادیویی (پ) امواج طولی
(۱۴) آونگ (D)، چون طول آونگ (D)، با طول آونگ (A)، برابر است، طبق رابطه $f = \sqrt{g/L}/2\pi$ بسامد نوسان آن ها با هم برابر شده و پدیده تشدید رخ می دهد. در نتیجه دامنه نوسان های آن بزرگ تر و بزرگ تر می شود.	(۱۵) الف) جزء C (ب) کاهش می یابد.
(۱۶) الف) افزایش (ب) ثابت (پایسته) (پ) نقاط بازگشتی	(۱۷) الف) الکترومغناطیسی
(ب) عرضی ، چون راستای نوسان میدان ها ، عمود بر راستای انتشار موج است	(۱۸) الف) دوره (ب) صفر (پ) آونگ ساده (ت) تشدید
(۱۹) الف) طولی ، چون راستای نوسان اجزاء فنر ، در همان راستای انتشار موج است (ب) مکانیکی	(۲۰) الف) پایین (ب) بالا (پ) پایین (ت) بالا
(۲۱) الف) نادرست (ب) درست (پ) درست (ت) نادرست ث) نادرست (ج) درست	(۲۲) جنس محیط ، دمای محیط
(۲۳) الف) انرژی پتانسیل (ب) انرژی کل (مکانیکی) (پ) انرژی جنبشی	(۲۴) الف) نادرست (ب) درست (پ) درست ت) درست (ث) نادرست (ج) نادرست
(۲۵) الف) نیروی کشش تار، چگالی خطی جرم (ب) بسامد موج هر دو بخش برابر است. تندی انتشار موج در بخش عمیق، بیشتر است.	(۲۶) الف) عرضی (ب) بیشتر (پ) افزایش (ت) سرخ
(۲۷) الف) طولی (ب) بیشتر (پ) بسامدی (ت) 20000 Hz	(۲۸) الف) عرضی (ب) $f = \frac{3 \times 10^8}{100} = 3 \times 10^6\text{ Hz}$ $\lambda = 100\text{ m}$ $f = \frac{c}{\lambda}$
(۲۹) الف) بسامد (ب) صفر (پ) آونگ ساده (ت) واداشته	

(۳۰)			
الف) $L = \lambda$ و $D = 2A$			
ب) عرضی ، چون راستای نوسانات ذره های محیط عمود بر راستای انتشار موج است ص ۷۰ و ۷۱			
(۳۱) الف) درست	ب) درست	پ) نادرست	ت) درست
ث) نادرست	ج) نادرست	د) نادرست	ص ۵۷ و ۶۲ و ۶۹ و ۶۱ و ۷۴ و ۷۵ و ۸۶
(۳۲) خیر، تندی انتشار موج ، به شرایط فیزیکی محیط بستگی دارد و با تغییر محیط تغییر خواهد کرد و تندی انتشار در یک محیط مقدار ثابتی است. تندی ذره ؛ که فقط به شرایط چشمه موج بستگی دارد ص ۹۰			
(۳۳) الف) جنس محیط ، دمای محیط			
ب) امواج الکترومغناطیسی، انرژی را به صورت انرژی میدان های الکتریکی و مغناطیسی منتقل می کنند. ص ۷۱ و ۶۸			
(۳۴) الف) نادرست	ب) نادرست	پ) نادرست	ت) درست
			ص ۶۰ و ۷۴ و ۸۰ و ۷۳
(۳۵) d و c ص ۹۰			
(۳۶) الف) نادرست	ب) درست		
	ص ۴۵ و ۶۰		
(۳۷) الف) پتانسیل	ب) طول موج		
	ص ۴۵ و ۶۰		
(۳۸) الف) نقطه تعادل	ب) دمای هوا	پ) امواج رادیویی	
ت) بیشتر	ث) عمود بر	ج) فرو سرخ	ص ۵۵ و ۶۵ و ۶۸ و ۷۵ و ۶۷ و ۹۹
(۳۹) الف) بیشتر	ب) متناسب	پ) واداشته	ت) شدت صوت
			ص ۶۵ و ۶۷ و ۶۸ و ۶۹
(۴۰) $f_c < f_a$ و $f_b > f_a$ ص ۸۸			
(۴۱) الف) (ن)	ب) (د)	پ) (ن)	ص ۶۵ و ۶۷ و ۶۸ و ۶۹
(۴۲) الف) عمود (یا 90°)	ب) عرضی	پ) یکسان است	ص ۷۵
(۴۳) الف) دوره ای	ب) متغیر	پ) بله	ت) طول موج
			ص ۶۲ و ۶۳ و ۶۵ و ۷۱
(۴۴) الف) عرضی ، ، چون راستای نوسان میدان های الکتریکی و مغناطیسی بر راستای انتشار موج عمود است. ب) در جلوی منبع صوتی بیشتر و در عقب آن ، کمتر می شود . ص ۷۵ و ۸۲			
(۴۵) الف) نادرست	ب) نادرست	پ) درست	ت) درست
ث) نادرست	ج) درست	ص ۸۹ و ۵۷ و ۸۹ و ۶۰ و ۶۷ و ۶۸	
(۴۶) جبهه موج ص ۶۳			

ص. ۵۹. ص. ۷۴. ص. ۸۲	پ) بیشتر	ب) بلندی	الف) کاهش	(۴۷)
ص. ۹۲	(۳) کمتر	(۲) کمتر	(۱) بیشتر	(۴۸)
ص. ۶۷			$+x$	(۴۹)
ص. ۵۹. ص. ۶۰. ص. ۶۳. ص. ۶۸	پ) گزینه (۲) ت) گزینه (۳)	ب) گزینه (۱)	الف) گزینه (۲)	(۵۰)
ص. ۶۹ و ۸۱ و ۹۵ و ۶۸	پ) واداشته ت) دارند	ب) متفاوت	الف) کمتر	(۵۱)
ص. ۷۱	موج عرضی ، زیرا جابه جایی هر جزء نوسان کننده از فنر ، در راستای عمود بر حرکت موج است.			(۵۲)
ص. ۶۸. ص. ۷۴		ب) بلندی	الف) کوتاه تر	(۵۳)
(۵۴) الف) شتاب گرانشی - طول آونگ ب) نوسانی است که نوسانگر می تواند با اعمال یک نیروی خارجی ، با بسامدهای دیگری نیز به نوسان در می آید.				ص. ۵۹. ص. ۶۰
ص. ۶۷. ص. ۷۵	(۵۵) الف) جهت $+z$ ب) طول موج صوت برای ناظر A کاهش و برای ناظر B افزایش می یابد.			
ص. ۸۵	$\omega = \frac{2\pi}{T}$	$\omega = \frac{2\pi}{1} = 2\pi \text{ rad/s}$	الف) $\omega = \frac{2\pi}{T}$	(۵۶)
	$\Delta \frac{T}{f} = 1/25 \rightarrow T = 1 \text{ s}$		ب) در مرکز نوسان (نقطه تعادل)	
ص. ۷۱ و ۷۳	$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{FL}{m}}$	$v = \sqrt{\frac{9 \times 2}{0.5}} = 6 \text{ m/s}$	الف) $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{FL}{m}}$	(۵۷)
			ب) طول موج	
ص. ۸۱ و ۸۲	$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$	$\beta = 10 \log \frac{10^{-7}}{10^{-12}}$	الف) $\beta = 50 \text{ dB}$	(۵۸)
			ب) اثر دوپلر	

(۵۹)

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8}{4 \times 10^{-7}} = 7.5 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

ص ۷۵

(۶۰)

$$10\pi = \frac{2\pi}{T} \rightarrow T = 0.2 \text{ s} \quad \text{(الف)}$$

ص ۶۷

$$V_{\max} = A\omega = 0.2 \times 10 \times 3 = 0.6 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \text{(ب)}$$

(۶۱)

الف) شنونده ۱

ص ۸۰

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} = 10 \log \frac{10^{-2}}{10^{-12}} = 100 \text{ db} \quad \text{(ب)}$$

(۶۲)

$$\frac{T}{2} = 1 \rightarrow T = 2 \text{ s} \quad \text{(الف)}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \rightarrow 2 = 2\pi \sqrt{\frac{L}{10}} \rightarrow L = 1 \text{ m}$$

(ب)

$$T = \frac{t}{n} \Rightarrow 2 = \frac{60}{n} \Rightarrow n = 30$$

ص ۶۳ و ۶۷ و ۶۸

(۶۳)

$$E = \frac{1}{2} kA^2 \quad E = \frac{1}{2} \times 100 \times (0.1)^2 \quad E = 0.5 \text{ J} \quad \text{ص ۵۸}$$

(۶۴)

$$V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \quad \Delta = \sqrt{\frac{F}{0.2}} \quad F = 5 \text{ N}$$

ص ۶۵

(۶۵)

$$I = \frac{P_{av}}{A} \quad I = \frac{1/6 \times 10^{-2}}{4} \quad I = 4 \times 10^{-5} \text{ W/m}^2 \quad \text{ص ۷۲}$$

(۶۶)	(الف)	$f = 5 \text{ Hz}$	$2\pi f = 10\pi \text{ rad/s}$
	(ب)	$v_{max} = 0.4 \times 10 \times 3 = 12 \text{ m/s}$	$v_{max} = A\omega$
	(پ)	$E = \frac{1}{2} \times 0.4 \times 900 \times 0.16 = 28.8 \text{ J}$	$E = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2$
	ص ۵۵ و ۵۹		
(۶۷)	(الف) ارتفاع و بلندی.		
	(ب)	$\beta = 10 \log \frac{10^{-6}}{10^{-12}} = 60 \text{ dB}$	$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$
	ص ۷۳ و ۷۴		
(۶۸)	(الف)	$x = 0.2 \cos 20\pi t \xrightarrow{t=\frac{1}{60}\text{s}} x = 0.2 \cos \frac{\pi}{3} = 0.1 \text{ m}$	
		$ a = 400\pi^2 \times 0.1 = 400 \text{ m/s}^2$	$ a = \omega^2 x$
	(ب)	$E = 1/6 \text{ J}$	$E = \frac{1}{2} \times 0.2 \times 400\pi^2 \times 0.4$
			$E = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2$
	ص ۸۹		
(۶۹)	با توجه به شکل، میزان پیشروی موج در بازه زمانی t_1 تا t_2 ، $\frac{\lambda}{2}$ است.		
		$\frac{T}{2} = t_2 - t_1 = 0.1 \text{ s} \Rightarrow T = 0.2 \text{ s}$	
		$\omega = 10\pi \text{ rad/s}$	$\omega = \frac{2\pi}{T}$
		$v_{max} = 1/5 \times 10^{-2} \times 10 \times 3 = 0.45 \text{ m/s}$	$v_{max} = A\omega$
	ص ۶۵		
(۷۰)		$\omega = \frac{2\pi}{0.1} = 20\pi \text{ rad/s}$	$\omega = \frac{2\pi}{T}$
		$x = 0.05 \cos 20\pi t$	$x = A \cos \omega t$
	ص ۶۴ و ۸۹		
(۷۱)		$I = 10^{-4} \text{ W/m}^2$	$40 = 10 \log \frac{I}{10^{-12}}$
			$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$
	ص ۸۱		

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \quad T = \frac{2\pi}{25\pi} = 0.08 \text{ s} \quad (72)$$

$$t = \frac{T}{4} \quad t = \frac{0.08}{4} = 0.02 \text{ s}$$

ص ۸۵

(73)

الف (۱) تندی صوت در محیط مایع بیشتر از محیط گاز است
 (۲) تندی صوت در گاز، با افزایش دما، بیشتر می شود

$$\frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \quad \frac{I_2}{2 \times 10^{-4}} = \left(\frac{10}{320}\right)^2 \quad (ب)$$

$$\frac{I_2}{2 \times 10^{-4}} = \frac{1}{16} \quad I_2 = \frac{1}{8} \times 10^{-4} \text{ W/m}^2$$

ص ۷۹ و ۸۸

(74)

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \quad 70 = 10 \log \frac{I}{10^{-12}} \quad I = 10^{-5} \text{ W/m}^2$$

ص ۸۱

(75)

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \quad 10 = 10 \log \frac{I}{10^{-12}} \quad I = 10^{-4} \text{ W/m}^2 \quad \text{مثال ص. ۷۳}$$

(76)

الف) ص. ۵۵

$$w = \frac{2\pi}{T} \quad T = \frac{2\pi}{25\pi} \quad T = 0.08 \text{ s}$$

ب) مثال ص. ۵۹

$$v_{\max} = Aw \quad v_{\max} = \frac{2}{\pi} \times 25\pi \quad v_{\max} = 50 \text{ m/s}$$

(77)

الف)

$$\frac{T}{2} = 0.2 \rightarrow T = 0.4 \text{ s}$$

ب)

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \quad \omega = \frac{2\pi}{0.4} = 5\pi \text{ rad/s} \quad x_{(\text{cm})} = 2 \cos 5\pi t$$

ص ۸۵

(78)

$$w = 2\pi f \quad 40\pi = 2\pi f \quad f = 20 \text{ Hz} \quad \text{ص. ۵۵}$$

(۷۹)

الف) $\lambda = 25 \text{ cm}$ ب) $A = 10 \text{ cm}$

پ) ص ۹۰

$$T = \frac{1}{f} \qquad T = \frac{1}{10} \text{ s}$$

(۸۰)

ص ۷۳

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \qquad \beta = 10 \log \frac{10^{-9}}{10^{-12}} \qquad \beta = 30 \text{ dB}$$

(۸۱)

ص ۷۰

$$E = K + U \qquad E = 2K = 2\left(\frac{1}{2} \times m v^2\right) \qquad 10 = 2\left(\frac{1}{2} \times 0.4 \times v^2\right)$$

$$v = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

(۸۲)

ص ۷۳

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \qquad 30 = 10 \log \frac{I}{10^{-12}} \qquad 10^3 = \frac{I}{10^{-12}} \qquad I = 10^{-9} \text{ W/m}^2$$

(۸۳)

الف) $T = \frac{1}{f}$ ب) $T = 0.1 \text{ s}$

پ) ص ۹۱

$$\lambda = \frac{v}{f} \qquad \lambda = \frac{300}{10} = 30 \text{ m} \qquad \Delta x = \frac{\lambda}{2} \qquad \Delta x = 15 \text{ m}$$

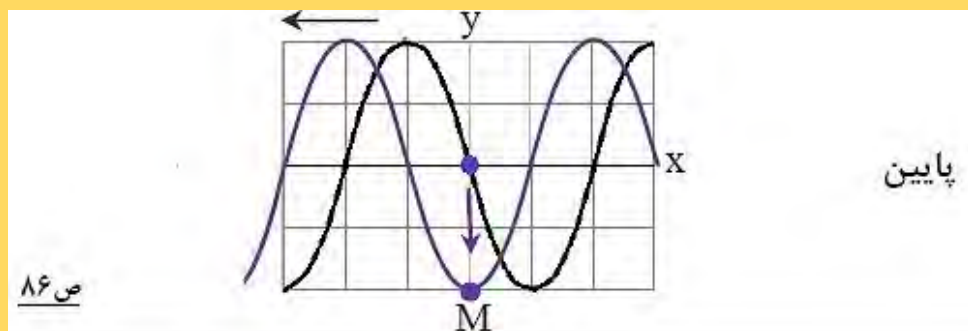
(۸۴)

الف) $v_{\text{max}} = A\omega$ ب) $v_{\text{max}} = 0.2 \times 50\pi$ الف) $v_{\text{max}} = \pi \text{ m/s}$

ب) $E = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2$ ب) $E = \frac{1}{2} \times 0.1 \times 2500 \times \pi^2 \times 4 \times 10^{-4}$ ب) $E = 0.5 \pi^2 \text{ J}$

ص ۶۷

(۸۵)



$\Delta\beta = 10 \log \frac{I_2}{I_1} \quad \Delta\beta = 10 \log \frac{100 I_1}{I_1} \quad \Delta\beta = 20 \text{ dB}$	(۸۶)
ص ۶۳ (ب) $T = \frac{2\pi}{\omega}$ $T = \frac{2\pi}{\pi} = 2 \text{ s}$ (الف)	(۸۷)
$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \quad \Delta\beta = 10 \log \frac{I}{10^{-12}} \quad I = 10^{-7} \text{ W/m}^2$	(۸۸)
$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{0.18}{180}} \quad T = 0.6 \text{ s}$	(۸۹)
(الف) بسامد امواج کاهش و طول موج آن ها افزایش می یابد . (ب) $I = \frac{P}{A} \quad I = \frac{4 \times 10^{-4}}{8} \quad I = 5 \times 10^{-5} \text{ W/m}^2$ (الف)	(۹۰)
(الف) در لحظه ای که $x = -A$ باشد. تندی نوسانگر به صفر می رسد $-0.02 = 0.02 \cos 10\pi t \quad 10\pi t = \pi \quad t = \frac{1}{10} \text{ s}$ (ب) $a_{max} = w^2 \times A$ $a_{max} = 100 \times 10 \times 0.02 = 20 \text{ m/s}^2$	(۹۱)
$\beta_2 - \beta_1 = 10 \log \frac{I_2}{I_1} \quad 60 - 40 = 10 \log \frac{I_2}{I_1} \quad 2 = \log \frac{I_2}{I_1} \quad \frac{I_2}{I_1} = 100$	(۹۲)
$v = \sqrt{\frac{F.L}{m}} \quad 10 = \sqrt{\frac{F \times 1/2}{0.03}} \quad F = 2/5 \text{ N}$	(۹۳)

$$E = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 \quad E = \frac{1}{2} \times 0.2 \times (2.0^2 \times 0.05^2) \quad E = 0.1 J$$

ص. ۵۹

$$x = A \cos \omega t \quad x = 0.06 \cos(2\pi \times 2/5)t \quad x = 0.06 \cos 5\pi t$$

ص. ۵۶

$$v = \sqrt{\frac{F.L}{m}} \quad v = \sqrt{\frac{50 \times 0.1}{0.4}} \quad v = 1.0 \text{ m/s}$$

ص. ۶۵

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \quad r = 4 \times 10^3 \left(\frac{L}{9.75} \right) \quad L = 0.975 \text{ m}$$

(الف) (ب) خیر

ص. ۵۹

$$x = A \cos \frac{2\pi}{T} t \quad x = 0.1 \cos \frac{2\pi}{0.4} t \quad x = 0.1 \cos 5\pi t$$

(الف) (ب) ص. ۸۹

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \quad 100 = 10 \log \frac{I}{10^{-12}} \quad I = 10^{-2} \text{ W/m}^2$$

ص. ۷۳

$$v = \sqrt{\frac{F.L}{m}} \quad r = \frac{1 \times F}{0.05} \quad F = 2.0 \text{ N}$$

ص. ۶۵

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \quad T = \frac{2\pi}{5\pi} = 0.4 \text{ s} \quad \text{الف}$$

$$t = \frac{3T}{4} \quad t = 0.3 \text{ s} \quad \text{ب}$$

ص. ۸۵

(۱۰۲)

$$\frac{\lambda}{2} = 12 \rightarrow \lambda = 24 \text{ cm} \quad f = \frac{v}{\lambda} \quad f = \frac{1/2}{0.24} = 5 \text{ Hz} \quad \text{(الف)}$$

(ب) پایین

ص ۸۶

(۱۰۳)

$$\frac{T}{2} = 0.3 \rightarrow T = 0.6 \text{ s} \quad \text{(الف)}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \quad \omega = \frac{2\pi}{0.6} = \frac{10\pi}{3} \text{ rad/s} \quad x = 0.05 \cos \frac{10\pi}{3} t \quad \text{(ب)}$$

ص ۸۵

(۱۰۴)

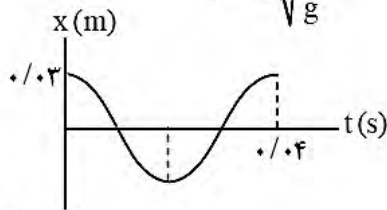
(الف) ارتفاع به بسامد و بلندی به شدت

$$f = \frac{v}{\lambda} \quad f = \frac{3 \times 10^8}{750 \times 10^{-9}} \quad f = 4 \times 10^{14} \text{ Hz} \quad \text{(ب)}$$

ص ۸۱ و ۸۷

(۱۰۵)

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \quad \tau = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \quad L = 1 \text{ m} \quad \text{(الف)}$$



$$T = \frac{2\pi}{\omega} \quad \text{(ب)}$$

$$T = \frac{2\pi}{50\pi} = 0.04 \text{ s}$$

ص ۸۶

(۱۰۶)

(الف) طولی

(ب) این موج با حرکت از نقطه‌ای به نقطه دیگر، انرژی را منتقل می‌کند.

(پ)

$$v = \sqrt{\frac{FL}{m}} \quad v = \sqrt{\frac{3 \times 6}{0.5}} \quad v = 6 \text{ m/s}$$

ص ۶۲ و ۶۵

(۱۰۷)

(الف)

$$E = \frac{1}{2} k A^2 \quad E = \frac{1}{2} \times (60) \times (0.04)^2 \quad E = 4/8 \times 10^{-2} \text{ J}$$

(ب)

$$x = A \cos \frac{\pi}{T} t_1 \quad y = 4 \cos \frac{\pi}{0.4} t_1 \quad \frac{\pi}{0.4} t_1 = \frac{\pi}{2} \quad t_1 = \frac{1}{10} \text{ s}$$

ص ۵۸ و ۸۹

$$\beta_r - \beta_l = 10 \log \frac{I_r}{I_l} \quad 90 - 80 = 10 \log \frac{I_r}{I_l} \quad I_r = 10 I_l \quad (108)$$

ص. ۷۳

الف) ص. ۵۷

$$w = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad w = \sqrt{\frac{100}{0.25}} \quad w = 20 \text{ rad/s}$$

ب) ص. ۵۸

$$E = \frac{1}{2} k A^2 \quad E = \frac{1}{2} \times 100 \times (0.04)^2 \quad E = 0.8 \text{ J}$$

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \quad 90 = 10 \log \frac{I}{10^{-12}} \quad \frac{I}{10^{-12}} = 10^9$$

$$I = 10^{-3} \frac{W}{m^2}$$

ص. ۷۳

(110)

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{0.2}{9.8}} = \frac{6}{5} \text{ s} \quad \text{ص. ۵۹}$$

(111)

$$x = 0 \quad \cos 5\pi t = \cos \frac{\pi}{5} \quad 5\pi t = \frac{\pi}{5} \quad t = 0.1 \text{ s} \quad \text{ص. ۸۹}$$

(112)

$$\beta = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right) \quad 100 = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right) \quad \frac{I}{10^{-12}} = 10^{10} \quad I = 10^{-2} \text{ W/m}^2 \quad \text{ص. ۷۳}$$

(113)

$$v = \sqrt{\frac{F.L}{m}} \quad v = \sqrt{\frac{160 \times 2}{0.008}} \quad v = 200 \text{ m/s} \quad \text{ص. ۶۵}$$

(114)

$$\omega = 2\pi f$$

$$\omega = 2\pi \times 50 = 100\pi \text{ rad/s}$$

(الف)

$$x = A \cos \omega t$$

$$x_{(cm)} = 3 \cos 100\pi t$$

$$\beta_r - \beta_l = 10 \log \frac{I_r}{I_l}$$

$$\Delta\beta = 10 \log 10^{0.5}$$

$$\Delta\beta = 5 \text{ dB}$$

(ب)

ص. ۶۳ و ۸۰

(115)

(۱۱۶)

$$v_{Max} = AW \quad v_{Max} = ۰/۰۲ \times ۱۰ \times ۳ \quad v_{Max} = ۰/۶ m/s \quad \text{الف)}$$

$$x = -A \quad \cos ۱ \cdot \pi t = -۱ \quad ۱ \cdot \pi t = \pi \quad t = ۰/۱ s \quad \text{ب)}$$

ص. ۵۹

(۱۱۷)

$$\frac{v_A}{v_B} = \sqrt{\frac{m_B}{m_A}} \quad \frac{v_A}{v_B} = \sqrt{\frac{۳/۲}{۰/۸}} \quad \frac{v_A}{v_B} = ۲ \quad \text{ص. ۶۵}$$

(۱۱۸)

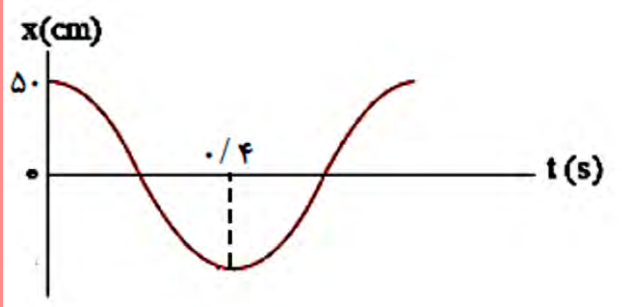
$$\beta_۱ - \beta_۲ = ۱۰ \log \frac{I_۱}{I_۲} \quad ۲۰ dB = ۱۰ \log \frac{I_۱}{I_۲} \quad \frac{I_۱}{I_۲} = ۱۰۰$$

ص. ۹۲

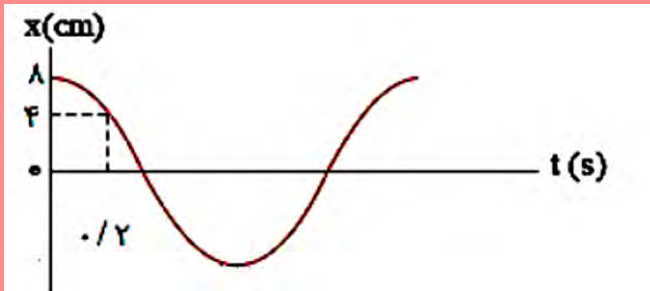
تمرین

(۱) نوسانگر هماهنگ ساده ای بر روی پاره خطی به طول 20 cm و بسامد 3 Hz نوسان می کند. این نوسانگر در هر دقیقه چه مسافتی را بر حسب متر، طی می کند؟

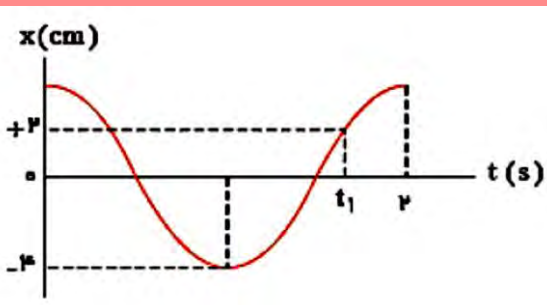
(۲) نمودار مکان - زمان نوسانگر ساده ای مانند شکل زیر است. معادله مکان - زمان آن را در SI بنویسید.



(۳) نمودار مکان - زمان نوسانگر ساده ای مانند شکل زیر است. معادله مکان - زمان آن را در SI بنویسید.

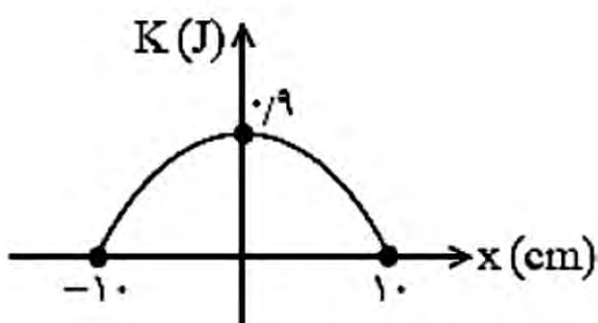


(۴) نمودار مکان - زمان نوسانگر ساده ای مانند شکل زیر است.
الف) بیشینه سرعت این نوسانگر چند سانتی متر بر ثانیه است؟
ب) در چه لحظه ای برای دومین بار شتاب نوسانگر صفر می شود؟



(۵) انرژی مکانیکی نوسانگری به جرم 100 g برابر 20 mJ است. در لحظه ای که انرژی پتانسیل کشسانی نوسانگر 15 mJ است، بزرگی سرعت نوسانگر چند سانتی متر بر ثانیه است؟

(۶) نمودار انرژی جنبشی نوسانگر هماهنگ ساده ای به جرم 200 g بر حسب مکان به صورت زیر است. این نوسانگر در هر دقیقه چند بار طول پاره خط مسیر نوسان را طی می کند؟



۷) آونگ ساده ای به طول $24/5\text{cm}$ در حال نوسان است. دوره این آونگ چند ثانیه است؟
۸) آونگ ساده‌ای به طول یک متر، نوساناتی کم دامنه انجام می‌دهد. گلوله این آونگ در هر دقیقه چند نوسان کامل انجام می‌دهد؟ ($g = \pi^2$)
۹) دوره تناوب آونگ ساده ای ۳ ثانیه است. کاهش طول آونگ چه کسری از طول اولیه آونگ شود تا دوره تناوب آن یک ثانیه شود؟
۱۰) شخصی آونگ ساده ای به طول ۱۰۱ سانتیمتر را که به انتهای آن وزنه ای به جرم 1kg متصل است، از سقف اتاق خود آویزان کرده و آنرا از وضع تعادل خود (حالت قائم) دور می کند. اگر آونگ در مدت یک دقیقه ۳۰ نوسان کامل کم دامنه انجام دهد، اندازه شتاب گرانش زمین در محل انجام این آزمایش چند m/s^2 است؟ ($\pi^2 = 10$)
۱۱) کدام تغییر می تواند حرکت یک آونگ ساده کم دامنه را کند نماید؟ ۱) افزایش جرم گلوله آونگ ۲) افزایش طول نخ آونگ ۳) افزایش زاویه انحراف آونگ کم دامنه از حالت قائم ۴) افزایش شتاب گرانش در محل آونگ
۱۲) به هر یک از سؤال های زیر پاسخ دهید: الف) ساعت کوکی براساس چه پدیده ای در فیزیک نوسان، کار میکند؟ نقش این پدیده را توضیح دهید. ب) یک اثر مفید و یک اثر مخرب پدیده تشدید را بنویسید. پ) وقتی یک بالگرد از بالای ساختمان عبور می کند، مشاهده می کنید که شیشه های ساختمان به شدت می لرزد. لرزش شدید شیشه ها را چگونه توجیه می کنید؟ (مرتبط با صفحه ۵۹ کتاب درسی، نهایی ریاضی دی ۷۷ عصر)
۱۳) در سیمی به چگالی 10 g/cm^3 ، موج عرضی با بسامد ۶۰۰ هرتز ایجاد شده و طول موج آن 20cm است. اگر نیروی کشش این سیم 36N باشد، سطح مقطع این سیم چند میلی متر مربع است؟
۱۴) توضیح دهید اگر طول یک طناب را به $\frac{1}{3}$ مقدار اولیه ی آن کاهش داده و نیروی کشش آن را ثابت نگه داریم، سرعت انتشار موج در آن چه تغییری می کند؟

معرفی درس

آیا تاکنون پژواک صدای خود را شنیده اید؟ پژواک نمونه ای از بازتاب امواج مکانیکی است. برخی از جانداران نظیر خفاش از همین ویژگی برای یافتن مسیر خود یا طعمه استفاده می کنند

امواج الکترومغناطیسی از جمله نور نیز باز می تابند. در واقع وقتی نور بازتابیده از جسمی به چشم ما برسد، آن جسم را می بینیم. بازتاب، تنها راه برهم کنش امواج با محیط نیست. شکست نیز نوع دیگری از برهم کنش امواج با محیط است.

بارم این فصل برای رشته ریاضی برای امتحان نهایی خرداد و شهریور و دی ماه ۳/۲۵ نمره می باشد.

بارم این فصل برای رشته تجربی برای امتحان نهایی خرداد و شهریور و دی ماه ۵ نمره می باشد.

درسنامه ۱

بر هم کنش امواج: بازتاب امواج ، شکست نور ، پراش و تداخل امواج ، بر هم کنش امواج نامیده می شود.

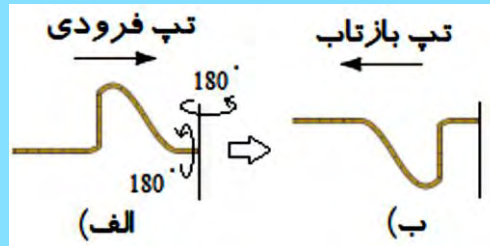
بازتاب

بر هم کنش موج با محیط → شکست

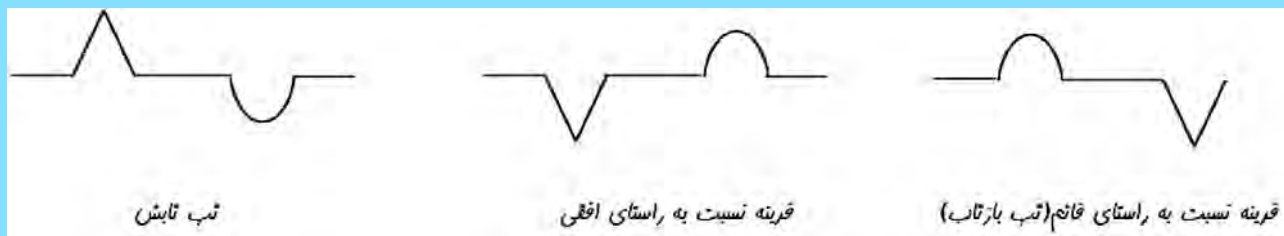
پراش |

بر هم کنش موج با موج → تداخل

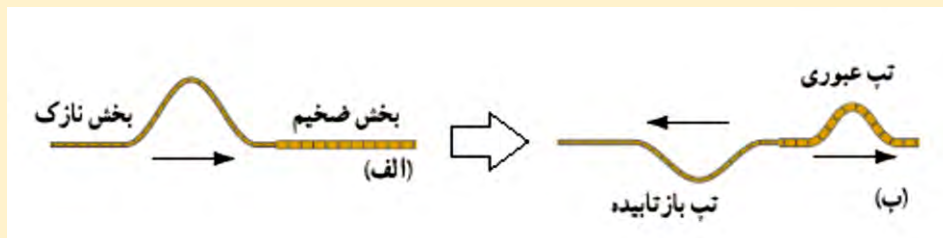
بازتاب امواج مکانیکی در یک بعد: اگر تپی را در یک فنر (یا یک ریسمان) کشیده ی بلند که یک سر آن بر تکیه گاهی ثابت شده است روانه کنیم، وقتی تپ به تکیه گاه (مرز) می رسد نیرویی به آن وارد می کند و طبق قانون سوم نیوتن، تکیه گاه نیز نیرویی با اندازه ی برابر و در جهت مخالف بر فنر وارد می آورد. این نیرو در محل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



برای رسم تپ بازتابش از انتهای ثابت، الف) قرینه تپ فرودی را نسبت با راستای طناب (راستای افقی) رسم می کنیم. ب) شکل به دست آمده در قسمت الف را نسبت به راستای قائم (راستای عمود بر طناب) رسم می کنیم.

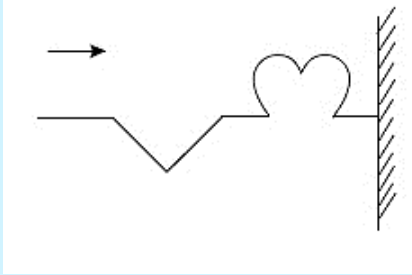


نکته ۱- وقتی موجی به مرز جدایی دو محیط می رسد، بخشی از آن بازتابیده می شود و بخشی دیگر عبور می کند، به طور مثال تپ عبور در یک طناب را به صورت زیر در نظر بگیرید که از سمت نازک طناب به سمت بخش ضخیم آن در حرکت است، بخشی از این تپ بازتاب می شود و بخش دیگر عبور می کند. برای یک موج سینوسی بسامد این دو موج همان بسامد فرودی است که توسط چشمه ی موج تعیین می گردد، اما چون تندی آن در قسمت ضخیم کم تر است، طبق رابطه ی $\lambda = \frac{v}{f}$ ، طول موج کم تری نسبت به موج فرودی خواهد داشت:

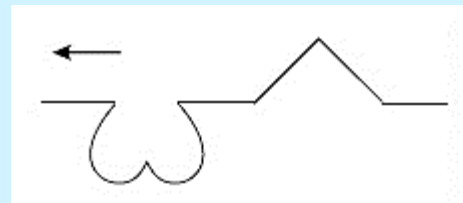


نکته ۲- تولید صدا در آلات موسیقی، پژواک صداها، دیدن ماه، گرم شدن مواد غذایی در اجاق های خورشیدی، جمع شدن امواج رادیویی در کانون آنتن های بشقابی و... مثال هایی از کاربرد بازتاب امواج در زندگی هستند.

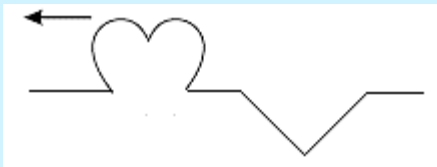
مثال ۱: موجی مطابق شکل زیر به مانع سختی (انتهای بسته ی طناب) برخورد کرده و بازتاب می شود. موج بازتاب آن را رسم کنید.



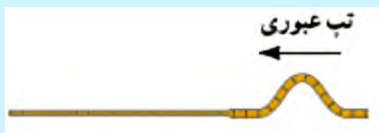
پاسخ:



مثال ۲: در مثال فوق بازتاب موج را از انتهای نرم رسم کنید.



مثال ۳: مطابق تصویر زیر یک تپ موج در طول طنابی را در نظر بگیرید که از سمت ضخیم طناب در حال حرکت به طرف بخش نازک آن است. چه تعداد از عبارت های زیر در مورد آن درست است؟



(آ) بسامد موج عبوری پس از رسیدن به بخش نازک طناب کمتر می شود.

(ب) سرعت موج عبوری پس از رسیدن به بخش نازک طناب بیش تر می شود.

(پ) طول موج موج عبوری پس از رسیدن به بخش نازک طناب بیش تر می شود.

(ت) بخشی از موج عبوری هنگام رسیدن به بخش نازک طناب بازتاب می شود.

۴ (۴)

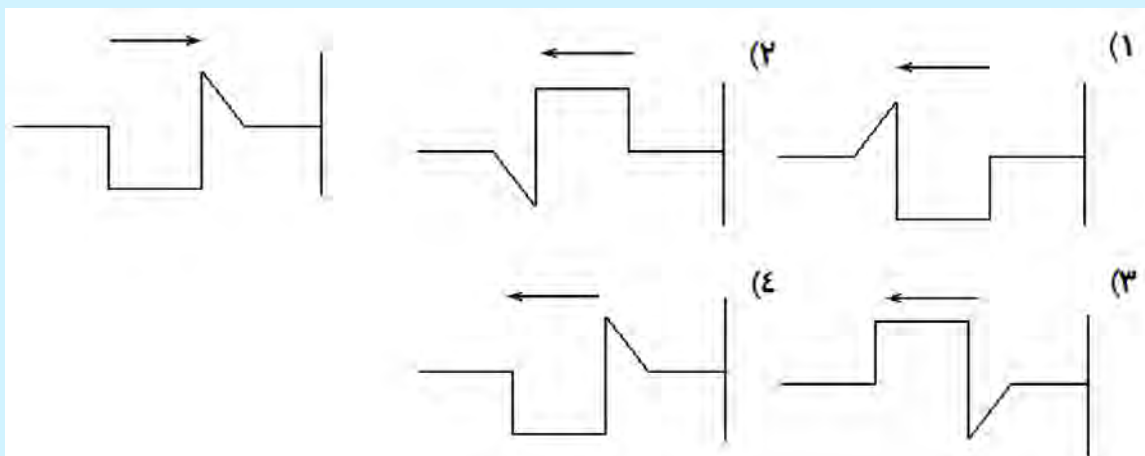
۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

پاسخ : گزینه ۳

مثال ۴: کدام گزینه بازتاب تپ موج رسم شده روی یک طناب را به درستی نشان می دهد؟

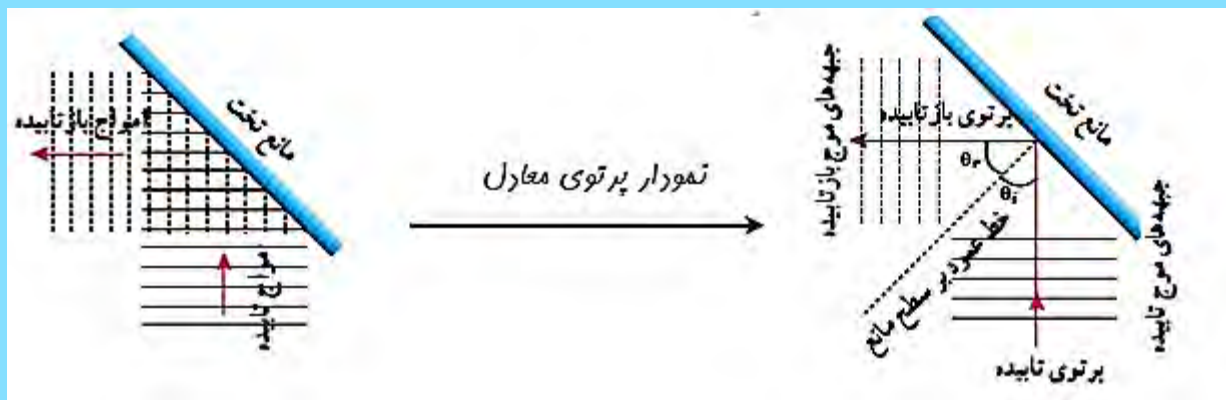
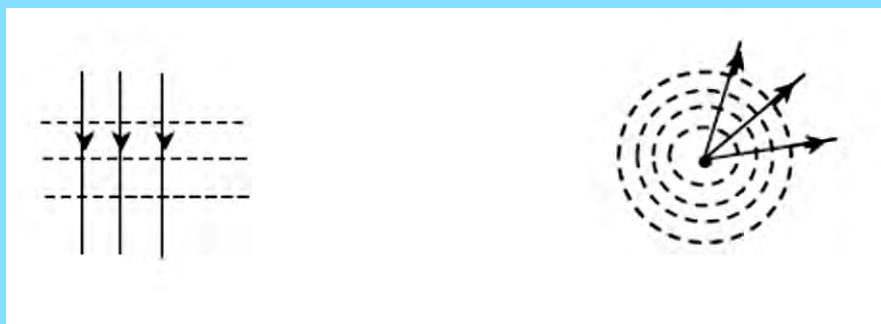


پاسخ : گزینه ۲

درسنامه ۲

بازتاب امواج مکانیکی در دو بعد: اگر بر سر راه امواج تشکیل شده در سطح آب مانعی قرار دهیم بازتاب امواج از این مانع را بازتاب در دو بعد می‌گوییم. ساده‌ترین شکل مانع، مانع تخت است، اگر چنین مانعی سر راه امواج تخت ایجاد شده در سطح آب قرار دهیم موج‌های بازتابش نیز تخت می‌باشند.

نمودار پرتویی برای نمایش بازتاب امواج مکانیکی در دو بعد: در این نمودار یک پرتو، پیکان مستقیمی عمود بر جبهه‌های موج است که جهت انتشار موج را نشان می‌دهد.



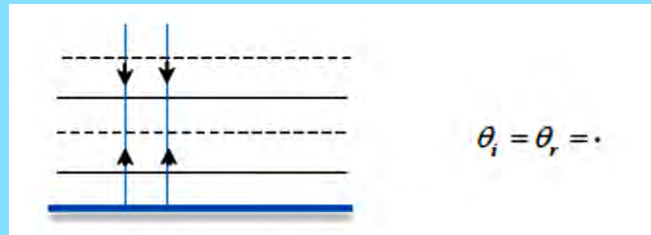
در تصویر فوق موج جبهه‌های موج تابیده با خطوط توپر و خطوط خط چین جبهه‌های موج بازتابیده را نشان می‌دهند.

در این نمودار به موارد زیر توجه کنید:

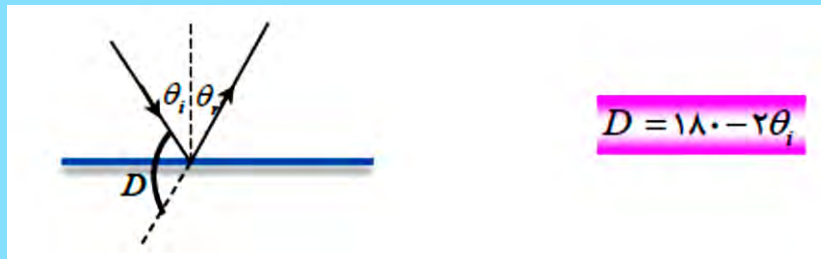
- ۱- زاویه تابش θ_i : زاویه بین خط عمود بر سطح مانع و پرتوی تابیده (فرودی) زاویه تابش نامیده می‌شود.
- ۲- زاویه بازتابش θ_r : زاویه بین خط عمود بر سطح مانع و پرتوی بازتابیده زاویه تابش نامیده می‌شود.

۳- برای امواج دایره‌ای و کروی همواره زاویه تابش و بازتابش برابر است. (یعنی $\theta_i = \theta_r$ ، که به آن قانون بازتاب عمومی گفته می‌شود).

جبهه های موج فرودی موازی با سطح مانع باشد (پرتو تابش عمود بر سطح مانع)، جبهه های موج بازتابش نیز موازی با سطح مانع می باشد (پرتو بازتابش نیز عمود بر سطح مانع) یعنی پرتو بازتابش روی پرتو تابش برمی گردد.



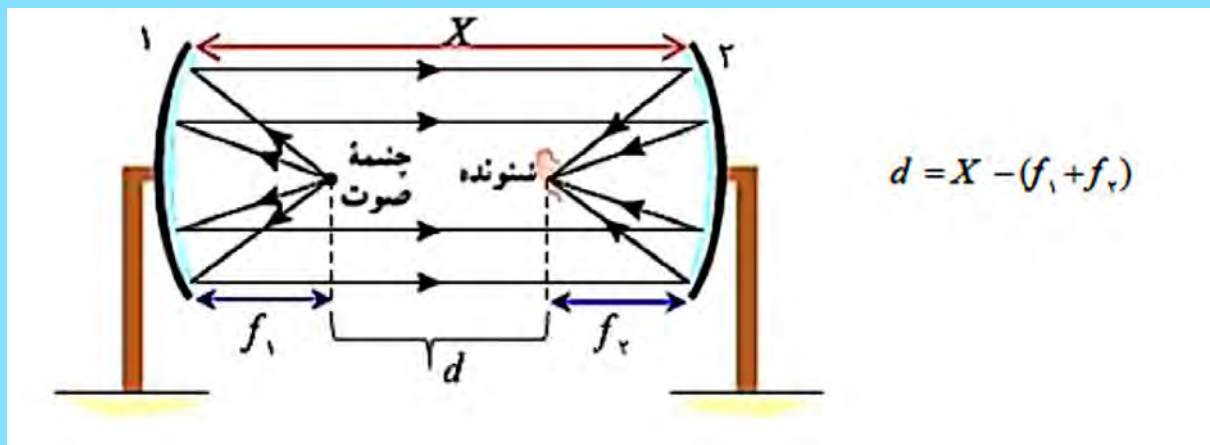
زاویه انحراف بین جبهه موج فرودی و بازتابش: همان زاویه انحراف بین امتداد پرتو تابش و بازتابش می باشد.



درسنامه ۳

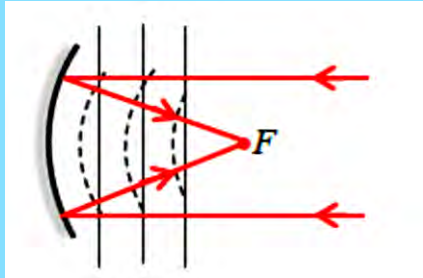
بازتاب امواج مکانیکی در سه بعد: در این بازتاب جبهه های موج به صورت کره های هم مرکز می باشند، مانند امواج صوتی. صوت می تواند از یک مانع سخت مانند دیوار و یا از سطوح خمیده نیز بازتابیده می شوند بازتاب صوت نیز از قانون بازتاب عمومی پیروی می کند.

کاربرد بازتاب امواج صوتی در پارک های تفریحی: دو سطح کاو مانند شکل زیر را در نظر بگیرید که وقتی شخصی در کانون یکی از این سطوح صحبت می کند، شخص دیگری در کانون سطح کاو دیگر آن را می شنود:

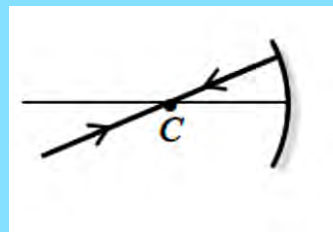


نکته - برای ثبت صداهای ضعیف از میکروفون سهموی استفاده می شود، به اینصورت که گیرنده موج صوتی را در کانون سطح سهموی قرار می دهند که بازتاب پرتوهای موج صوتی در آن قرار دارد. دستگاه سنگ شکن کلیه (لیتوتریپسی)، در این دستگاه به کمک بازتاب کننده های بیضوی، امواج بازتابش فراصوتی را روی سنگ متمرکز می کنند تا برای سنگ پدیده تشدید رخ دهد و شکسته شود.

بازتاب جبهه های موج تخت از روی سطوح خمیده، به صورت خمیده و بازتاب جبهه های موج خمیده روی سطوح خمیده به صورت تخت و موازی خواهد بود.



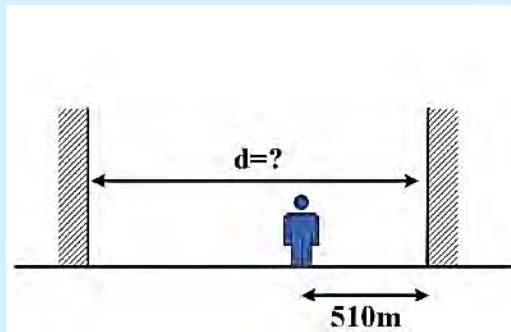
پرتوهایی که روی مرکز سطوح خمیده کروی به این سطوح می تابند، چون بر این سطوح عمودند بنابراین پرتوهای بازتاب روی پرتوهای تابش برمی گردند، در نتیجه اگر شخصی روی مرکز یک سطح کاو صدایی را ایجاد کند، بازتاب صدای خود را به وضوح می شنود.



پژواک: اگر صوت پس از بازتاب، با یک تأخیر زمانی به گوش شنونده ای برسد که صوت اولیه را مستقیماً می شنود به چنین بازتابی پژواک می گویند. (اگر تأخیر زمانی بین دو صوت کم تر از 0.1 ثانیه باشد گوش انسان نمی تواند پژواک صوت را از صوت اصلی تشخیص دهد)

مکان یابی پژواکی: روشی است که بر اساس امواج بازتابیده از یک جسم، مکان آن جسم را تعیین می کند. برخی جانوران نظیر خفاش و دلفین از این روش استفاده می کنند. همین طور در فناوری هایی نظیر اندازه گیری تندی شارش خون در رگ ها، دستگاه سونار که در کشتی ها برای مکان یابی اجسام زیر آب و در سونوگرافی از مکان یابی پژواکی استفاده می شود. حداقل ابعاد جسم برای اینکه جانوران بتوانند بوسیله مکان یابی پژواکی آن ها را تشخیص دهند برابر طول موج صوت گسیلی توسط جانور می باشد.

مثال ۵: شخصی بین دو صخره ی قائم و موازی ایستاده است و فاصله اش از صخره ی نزدیک تر ۵۱۰ متر است. اگر این شخص فریاد بزند، اولین پژواک صدای خود را ۳ ثانیه ی بعد می شنود و پژواک دوم را یک ثانیه پس از آن می شنود. فاصله ی بین دو صخره چند متر است؟



$$t_1 = 1.5 \text{ s} \text{ زمان رفت (یا برگشت) از صخره نزدیک}$$

$$v = \frac{\Delta x_1}{\Delta t} = \frac{510}{1.5} = 340 \frac{m}{s}$$

$$t_2 = 2 \text{ s} \text{ زمان رفت (یا برگشت) از صخره دورتر}$$

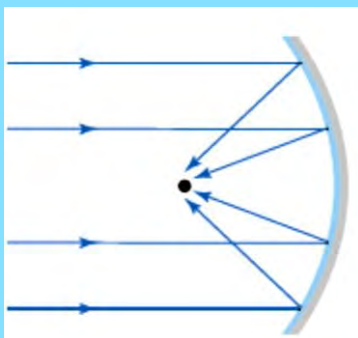
$$\Delta x_2 = vt_2 = 340 \times 2 = 680 \text{ m}$$

$$d = 680 + 510 = 1190 \text{ m}$$

درسنامه ۴

بازتاب امواج الکترومغناطیسی: این امواج نیز می توانند از یک سطح بازتابیده شوند و بازتاب آن ها نمونه

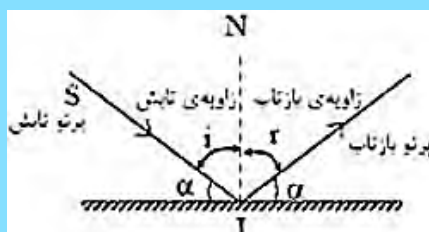
ی دیگری از بازتاب در سه بعد است.



نکته ۱- امواج الکترومغناطیسی تخت تابیده به یک سطح کاو پس از بازتابش ، به یک نقطه ی کانونی می رسند. از این ساز و کار برای دریافت امواج رادیویی توسط آنتن های بشقابی و یا امواج فروسرخ برای گرم کردن آب یا مواد غذایی در اجاق های خورشیدی استفاده می شود:

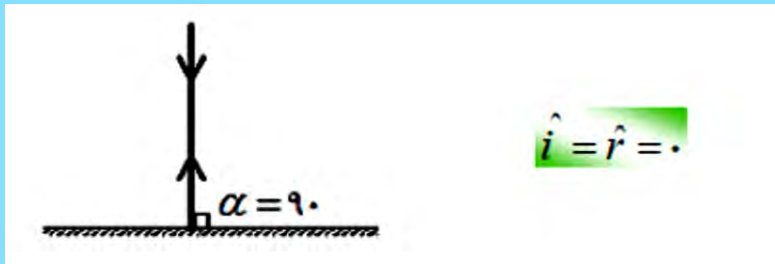
نکته ۲- رادار دوپلری وسیله ای است که از امواج الکترومغناطیسی برای مکان یابی پژواکی و تعیین تندی خودروها استفاده می شود.

بازتاب در نور مرئی: از آنجا که نور مرئی نیز یک موج الکترو مغناطیس است از قانون بازتاب عمومی امواج پیروی می کند. یعنی اولاً زاویه تابش و بازتابشی با هم برابرند و ثانیاً پرتوی تابش، پرتوی بازتابش و خط عمود بر سطح بازتابنده ، در هر بازتابش در یک صفحه واقعند.

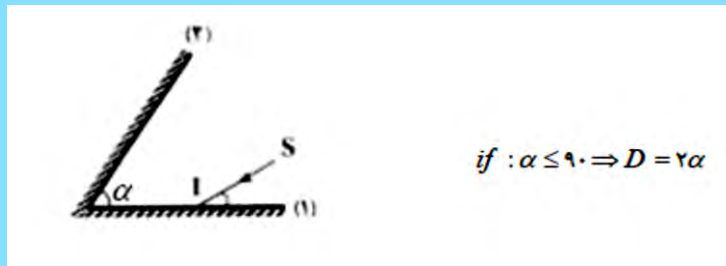


$$\begin{cases} \hat{i} + \hat{\alpha} = 90^\circ \\ \hat{r} + \hat{\alpha} = 90^\circ \end{cases} \longrightarrow \hat{i} = \hat{r}$$

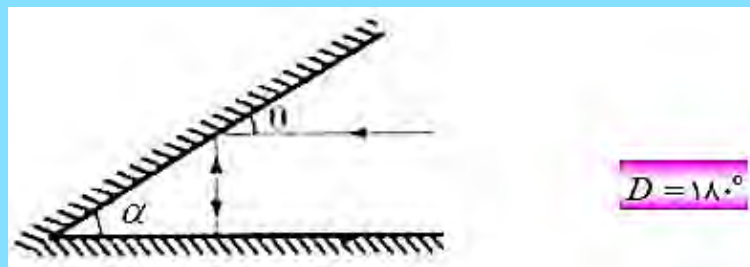
هرگاه پرتو نوری عمود بر یک سطح بتابد، عمود بر سطح نیز بازتاب می کند. در این حالت پرتوهای تابش و بازتاب برهم منطبق اند.



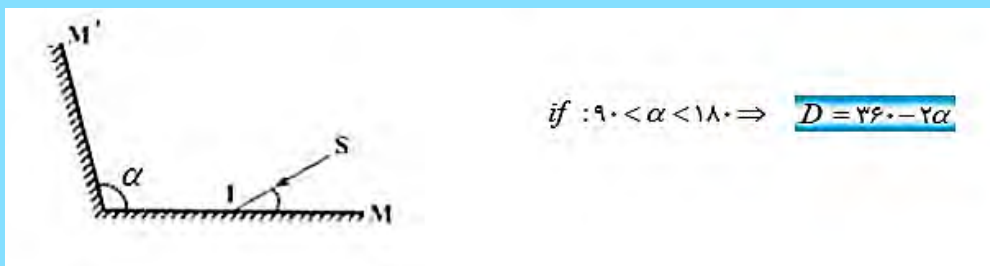
زاویه انحراف در آینه های متقاطع : الف) اگر زاویه بین دو آینه حاده باشد.



حالت خاص: اگر مطابق شکل پرتو تابش به آینه دوم روی خودش برگردد زاویه انحراف ۱۸۰ درجه می باشد.

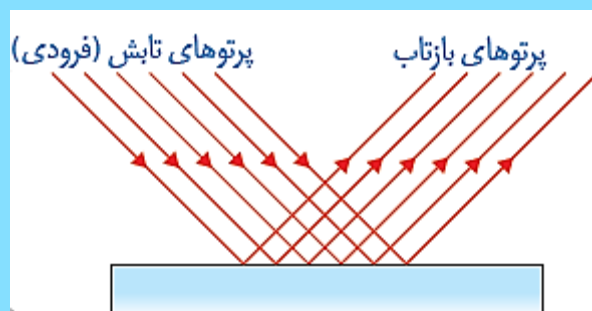


ب) اگر زاویه بین دو آینه باز (منفرجه) باشد.

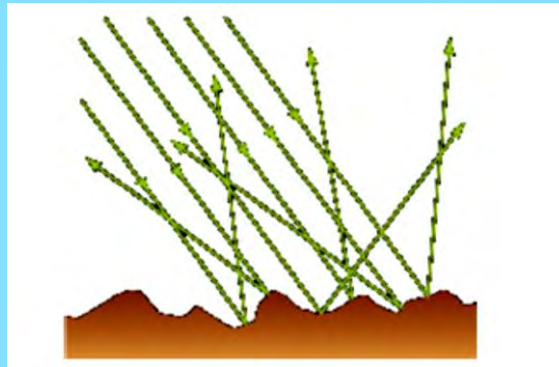


انواع بازتاب نور مرئی:

۱- بازتاب آینه ای یا منظم: در مواردی که سطح بازتابنده ی نور همچون یک آینه ، بسیار هموار باشد، بازتاب نور را بازتاب آینه ای یا منظم می گویند.



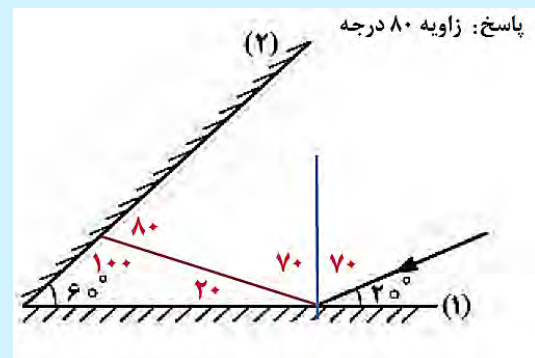
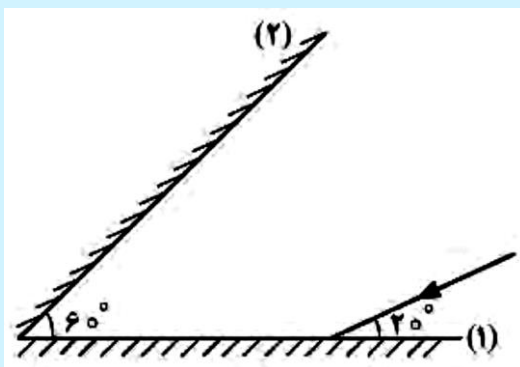
۲- بازتاب پخشنده یا نامنظم: این بازتاب وقتی رخ می دهد که صیقلی و هموار نباشد. پرتوهای نور به طور کاتوره ای از پستی و بلندی های سطح بازتابیده، و در تمام جهات پراکنده می شود. علت دیدن اجسام رخ دادن این نوع بازتاب است.



نکته ۱- در بازتاب آینه ای از یک آینه تخت، دسته پرتوی موازی را تنها در یک جهت می توانید ببینید، اما در بازتاب پخشنده، این دسته پرتو را در جهت های مختلف می توان مشاهده کرد.

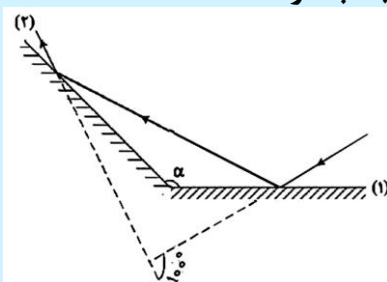
نکته ۲- منظور از سطح ناهموار آن است که سطح در مقایسه با طول موج نور ناهموار است، مثلاً کاغذ در ظاهر بسیار هموار به نظر می رسد اما ازدید میکروسکوپی این سطح از اجزای متمایز و کوچکی تشکیل شده است که برای یک نور مرئی ناهموار محسوب می شود.

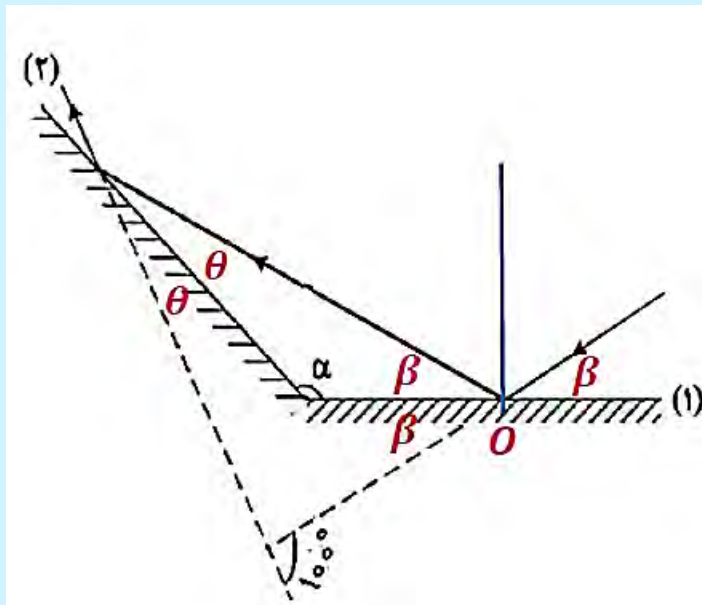
مثال ۶: مطابق شکل زیر، پرتو نوری با سطح آینه تخت ۱ زاویه 20° درجه می سازد. این پرتو در اولین برخورد به آینه ی ۲، با سطح آینه زاویه چند درجه می سازد؟



مثال ۷: مطابق شکل زیر، پرتو نوری به آینه ی ۱ می تابد و پس از بازتاب، به آینه ی ۲ برخورد می کند. اگر امتداد پرتو تابش آینه ی ۱ با امتداد پرتو بازتاب آینه ی ۲ زاویه ی 100° درجه بسازد،

α چند درجه است؟





$$2\theta + 2\beta = 100$$

$$\theta + \beta = 50$$

$$\alpha + \beta + \theta = 180$$

$$\alpha = 130$$

مثال ۸: در شکل داده شده زاویه ی بین پرتو تابش و پرتو بازتابش آن چند درجه است؟

می دانیم مطابق شکل زاویه ی بین پرتو تابش به آینه اول و پرتو بازتاب از آینه دوم، همان زاویه انحراف پرتو بازتاب نسبت به پرتو تابش است. بنابراین داریم:

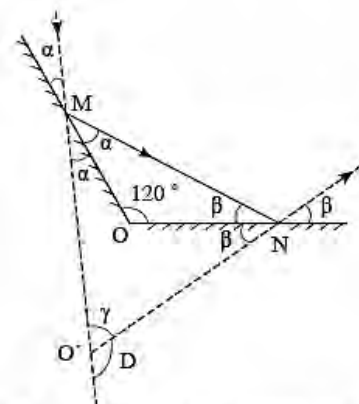
$$\alpha + \beta = 120^\circ = 180^\circ \Rightarrow \alpha + \beta = 60^\circ$$

$$\Delta O'MN \text{ در مثلث: } 2\alpha + 2\beta + \gamma = 180^\circ$$

$$\Rightarrow 2(\alpha + \beta) + \gamma = 180^\circ$$

$$\Rightarrow 2 \times 60^\circ + \gamma = 180^\circ \Rightarrow \gamma = 60^\circ$$

$$D = 180^\circ - \gamma = 180^\circ - 60^\circ = 120^\circ$$



روش دوم: هنگامی که زاویه ی بین دو آینه متقاطع بیشتر از 90° باشد، در این صورت زاویه انحراف برابر است با:

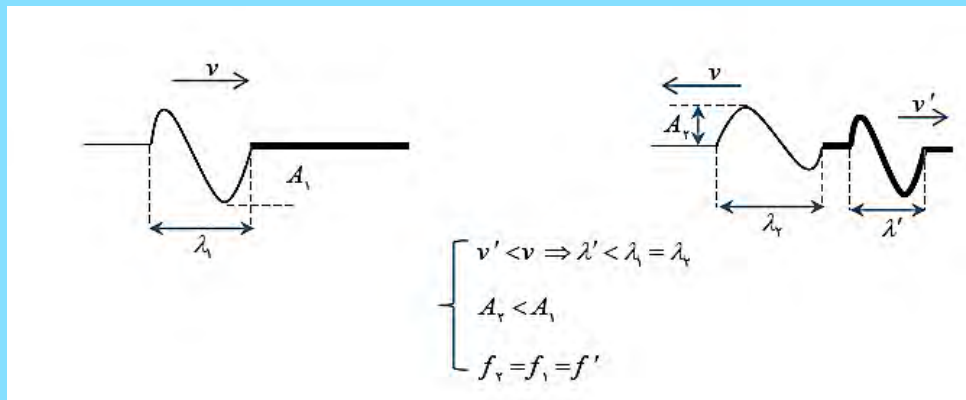
$$D = 360^\circ - 2\theta = 360^\circ - 2 \times 120^\circ = 120^\circ$$

درسنامه ۵

شکست موج: هنگامیکه یک موج به مرز جدایی دو محیط می‌رسد، بخشی از موج از محیط عبور می‌کند بخشی دیگر جذب دو محیط شده و بخشی از آن بازتاب می‌کند. مانند تپی که از قسمت نازک یک طناب وارد قسمت ضخیم تر طناب می‌شود و بسامد آن ثابت و تندی و طول موج آن کاهش می‌یابد.



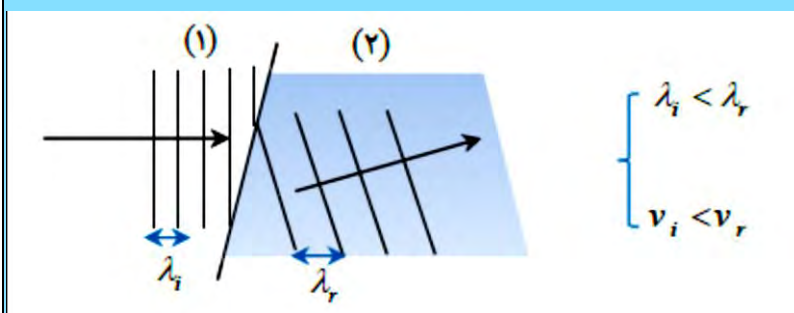
دامنه موج بازتابیده از دامنه موج تابش کمتر است زیرا بخشی از انرژی موج از مرز عبور کرده است.



شکست موج: هنگامی که یک موج دو یا سه بعدی از یک محیط وارد محیط دیگر می‌شود، تندی آن تغییر می‌کند و ممکن است جهت انتشار آن تغییر کند به این پدیده شکست موج می‌گوییم.

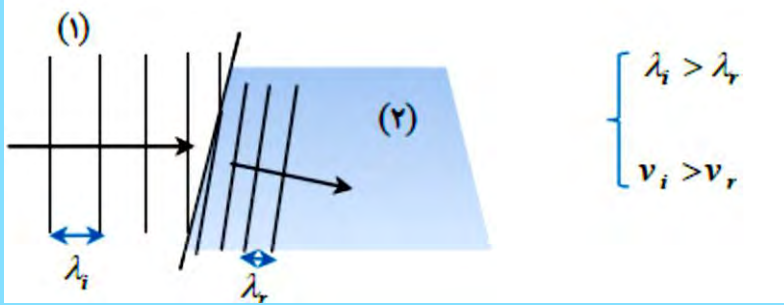
تندی موج در اثر تغییر تندی موج در محیط رخ می‌دهد بنابراین طول موج و جهت انتشار موج نیز در محیط تغییر می‌کند.

اگر موج از محیط (۱) وارد محیط (۲) شود، شکل شکست موج به دو صورت زیر می‌باشد:

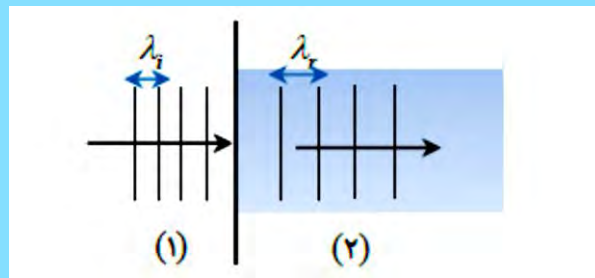


(۱) اگر تندی موج در محیط دوم بیشتر شود:

(۲) اگر تندی موج در محیط دوم کمتر شود:



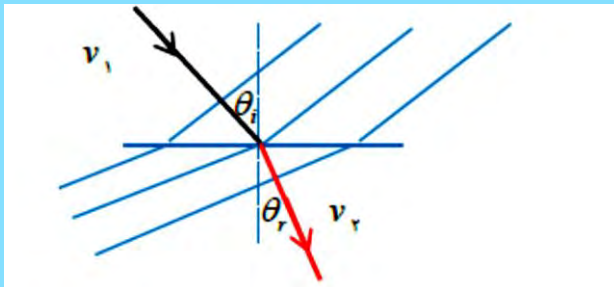
اگر جبهه های موج فرودی موازی با سطح جدایی دو محیط بتابند (پرتو تابش عمود بر مرز مشترک باشد)، جهت انتشار جبهه های موج تغییر نمی کند ولی تندی و طول موج آن ها تغییر می کند.



هنگامی موج از محیط (۱) با تندی v_1 وارد محیط (۲) با تندی v_2 می شود:

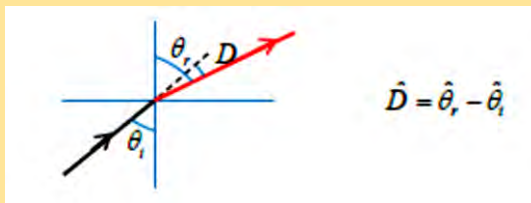
(۱) نسبت سینوس زاویه شکست به سینوس زاویه تابش با نسبت تندی در دو محیط برابر است.

(۲) پرتو تابش، پرتو شکست و خط عمود بر مرز دو محیط همواره در یک صفحه قرار دارند.



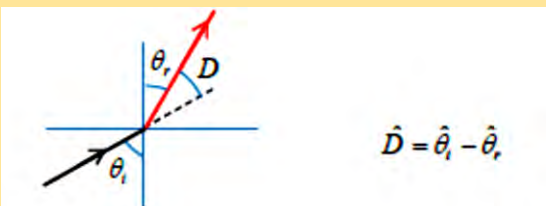
$$\frac{\sin \theta_r}{\sin \theta_i} = \frac{v_r}{v_i}$$

اگر $v_2 > v_1$ باشد، پرتو شکست از خط عمود بر مرز دو محیط دور می شود.



$$\hat{D} = \hat{\theta}_r - \hat{\theta}_i$$

اگر $v_2 < v_1$ باشد، پرتو شکست به خط عمود بر مرز دو محیط نزدیک می شود.



$$\hat{D} = \hat{\theta}_i - \hat{\theta}_r$$

چون طول موج با تندی موج رابطه مستقیم دارد، قانون شکست عمومی را می توان به صورت زیر نوشت:

$$\frac{\sin \theta_r}{\sin \theta_i} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{v_2}{v_1}$$

درسنامه ۶

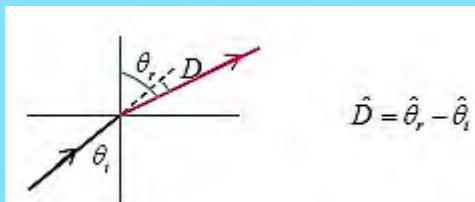
شکست امواج الکترومغناطیسی:

هرگاه یک موج الکترومغناطیسی (مثلاً نور مرئی) به طور مایل از یک محیط شفاف دارد محیط شفاف دیگر شود، مسیرش تغییر می کند، به این پدیده شکست موج می گوئیم.

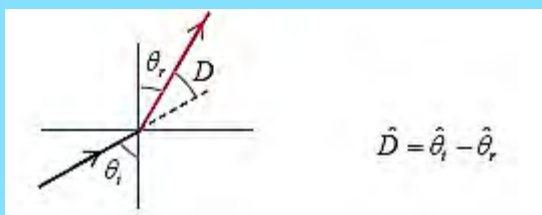
-تشکیل رنگین کمان، تصاویر تشکیل شده در میکروسکوپ و دوربین ها، به وضوح دیدن اجسام در عینک، تشکیل تصویر در چشم، کج دیدن تنه درختانی که در آب قرار دارند، تجزیه نور سفید توسط منشور و.... بر اثر شکست نور می باشند.

- علت شکست نور (یا هر نوع موجی) تغییر در تندی آن می باشد.

اگر نور از محیط غلیظ وارد محیط رقیق شود، پرتو شکست از خط عمود بر مرز دو محیط دور می شود.



اگر نور از محیط رقیق وارد محیط غلیظ شود، پرتو شکست به خط عمود بر مرز دو محیط نزدیک می شود.



ضریب شکست محیط شفاف (n): نسبت تندی نور در هوا به تندی نور در محیط شفاف را ضریب شکست

$$n = \frac{c}{v}$$

محیط شفاف می گوئیم.

-برای خلأ و تقریباً برای هوا: $n = 1$

-برای هر محیط شفافی غیر از خلأ: $n > 1$

رابطه مقایسه ای ضریب شکست محیط شفاف با طول موج و تندی موج:

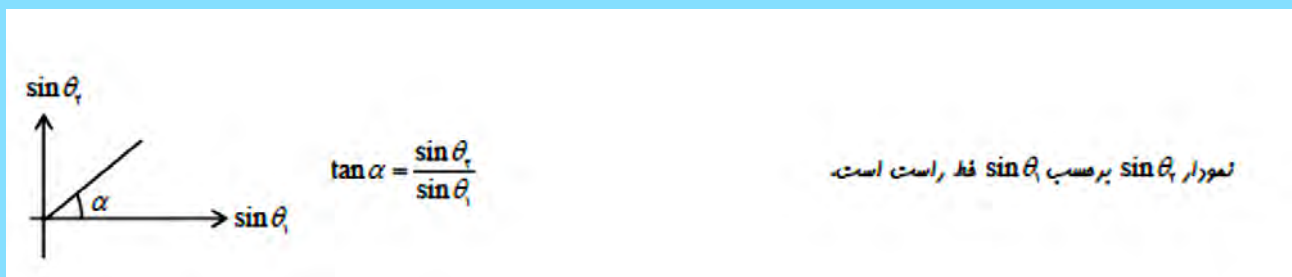
$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{v_1}{v_2}$$

قانون شکست اسنل: هرگاه پرتو نوری با زاویه تابش یا از محیط (۱) وارد محیط (۲) شود و با زاویه شکست یابد

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

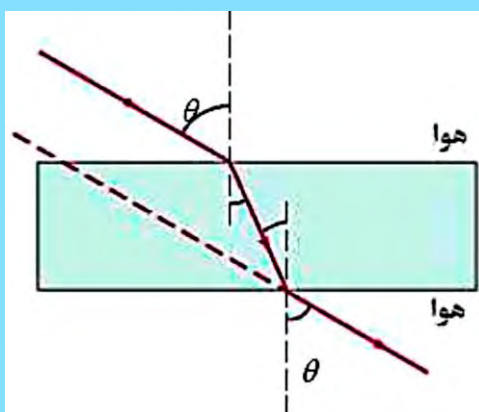
هرچه زاویه تابش در محیط کوچکتر باشد، ضریب شکست نور در آن محیط بیشتر و تندی نور در آن کمتر است.

هرگاه نور به طور عمود از یک محیط شفاف به محیط شفاف دیگر بتابد ($i = 0$) شکست نور رخ نمی دهد ($r = 0$).



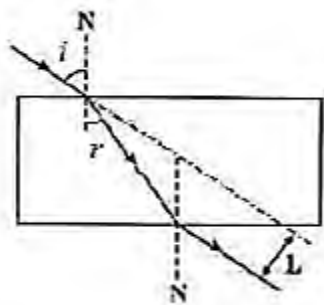
تیغه متوازی السطوح:

محیط شفافی است که بین دو سطح تخت موازی محصور است. اگر جنس محیط های دو طرف تیغه یکسان باشد ($n_1 = n_2$)، پرتوهای نور ورودی و خروجی موازی اند.



تیغه شیشه ای راستای نور را تغییر نمی دهد بلکه آن را جابه جا می کند.

مقدار جابه جایی پرتو در تیغه متوازی السطوح برابر است با:

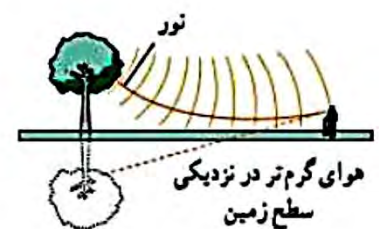
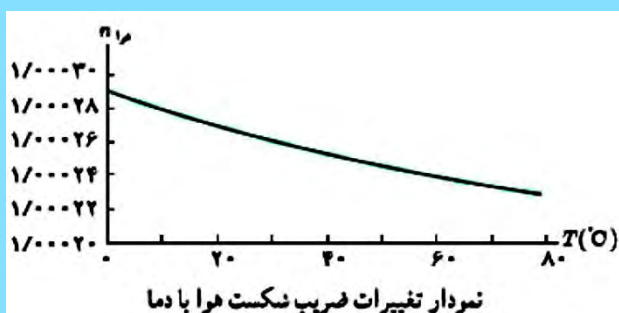


$$L = \frac{h \sin(i - r)}{\cos r}$$

اگر ضخامت تیغه شیشه ای زیاد باشد، نور سفید را به رنگ های تشکیل دهنده آن تجزیه می کند ولی اگر ضخامت تیغه کم باشد، نور خروجی از آن سفید به نظر می رسد.

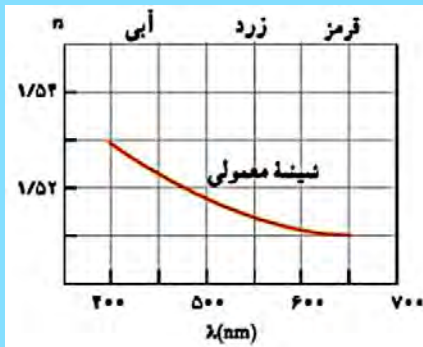
پدیده سراب (سراب آبگیر):

معمولاً در روزهای گرم و آفتابی که غلظت لایه های هوا متفاوت است در اثر شکست های متوالی نور و در نتیجه بازتاب کلی نور در لایه های هوای نزدیک به زمین رخ می دهد. هرچه به سطح زمین نزدیکتر می شویم دما افزایش می یابد بنابراین چگالی و ضریب شکست هوا کاهش می یابد در نتیجه تندی و طول موج جبهه های موج افزایش می یابد و جبهه های موج رو به بالا خم می شوند و چشم، منشأ نور دریافتی را از امتداد پرتوهایی حس می کند که گویی از سطح زمین آمده است. آنچه در پدیده سراب مشاهده می شود گرچه وجود خارجی ندارد ولی می توان از آن عکس گرفت.



پاشندگی نور در منشور: تجزیه نور سفید به رنگ های سازنده آن در منشور را پاشندگی نور در منشور می گوئیم.

علت پاشندگی نور این است که ضریب شکست منشور برای نورهای مختلف متفاوت است. هرچه طول موج نور کمتر باشد ضریب شکست منشور برای آن نور بیشتر است و این نور هنگام خروج از منشور زاویه انحراف بیشتری دارد.



مقایسه عمق ظاهری و واقعی:

الف) اگر از محیط رقیق به جسمی که در محیط غلیظ قرار دارد به طور قائم نگاه شود عمق ظاهری از عمق واقعی کمتر است.

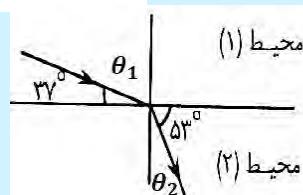
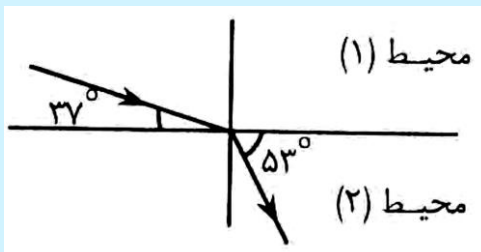
ب) اگر از محیط غلیظ به جسمی که در محیط رقیق قرار دارد به طور قائم نگاه شود عمق ظاهری از عمق واقعی بیشتر است.

مثال ۹: مثال: طول موج نور قرمز لیزر در هوا حدود 630nm و در محیط شیشه حدود 420nm است. تندی این نور در شیشه را محاسبه کنید. (تندی نور در هوا را $3 \times 10^8 \text{m/s}$ فرض کنید)

$$\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{v_2}{v_1} \longrightarrow \frac{420}{630} = \frac{v_2}{3 \times 10^8}$$

$$\longrightarrow v_2 = \frac{420 \times 3 \times 10^8}{630} = 2 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

مثال ۱۰: در شکل زیر، شعاع نورانی SI از محیط ۱ وارد محیط ۲ شده است. زاویه ی شکست چند درجه است و سرعت نور در کدام محیط بیشتر است؟

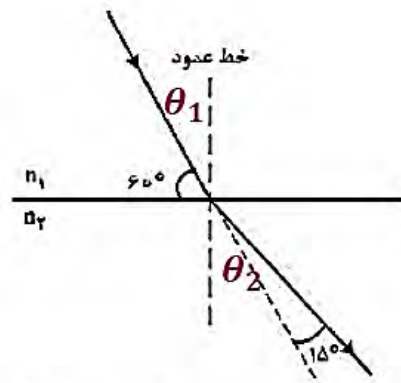
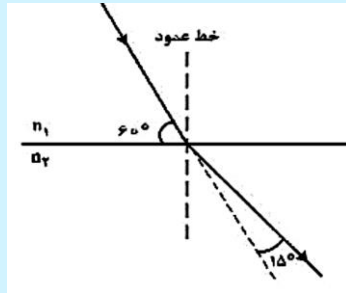


$$\theta_1 = 53$$

$$\theta_2 = 37$$

$\theta_2 < \theta_1$ پس محیط ۱ رقیق تر است و سرعت نور در آن بیشتر است.

مثال ۱۱: مطابق شکل زیر، پرتو نوری از محیط ۱ وارد محیط ۲ می شود. طول موج نور در محیط ۲ چند برابر طول موج نور در محیط ۱ است؟



$$\theta_1 = 30$$

$$\theta_2 = 45$$

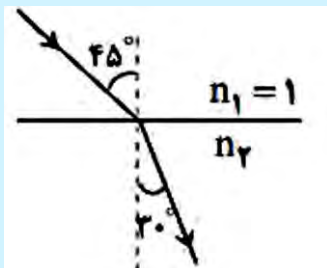
$$\frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$$

$$\frac{\frac{\sqrt{2}}{2}}{\frac{1}{2}} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \longrightarrow \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \sqrt{2}$$

مثال ۱۲: مطابق شکل، پرتو نوری از هوا وارد محیط شفاف می شود.

الف - ضریب شکست محیط شفاف چقدر است؟

ب - تندی نور را در محیط شفاف حساب کنید.



الف $\frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} = \frac{n_1}{n_2} \longrightarrow \frac{\frac{1}{2}}{\frac{\sqrt{2}}{2}} = \frac{1}{n_2} \longrightarrow n_2 = \sqrt{2}$

ب $\frac{n_1}{n_2} = \frac{v_2}{v_1} \longrightarrow \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{v_2}{3 \times 10^8} \longrightarrow v_2 = \frac{3}{\sqrt{2}} \times 10^8 \frac{m}{s}$

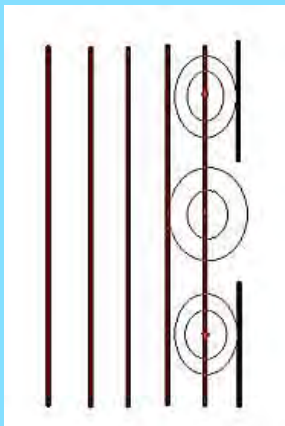
درسنامه ۷

پراش:

اگر شما در اتاقی نشسته باشید و سیستم صوتی در اتاق دیگر در حال پخش کردن موزیک باشد و اگر در اتاق باز باشد شما صدای موزیک را خواهید شنید حتی اگر مستقیم جلوی موج صوتی قرار نگرفته باشید این به معنای آن است امواج صوتی پس از عبور از محل در به سمت شما خم شده اند که به این خم شدن امواج از لبه ها و یا روزنه ها پراش گفته می شود.

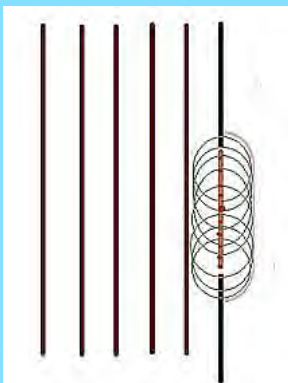


حال چرا جبهه موج خمیده می شود و به صورت مستقیم و صاف از شکاف عبور نمی کند؟



هویگنس در توجیه این پدیده گفت که هر نقطه در جبهه موج، مانند یک منبع کوچک موج کروی رفتار می کند. یعنی هر نقطه، یک موج کروی ایجاد می کند که در تمام جهات با سرعت برابر از این نقطه دور می شود. مانند شکل روبرو:

برآیند این موج های کروی برای تمام نقاط جبهه موج، شکل جبهه موج را می سازد.



حال جبهه موج را پس از عبور از روزنه در نظر بگیرید. بخشی از موج توسط مانع جذب می شود و بخشی از آن عبور می کند. با رسم موج های کروی برای قسمت عبور کرده به شکلی مانند شکل روبرو می رسمیم:

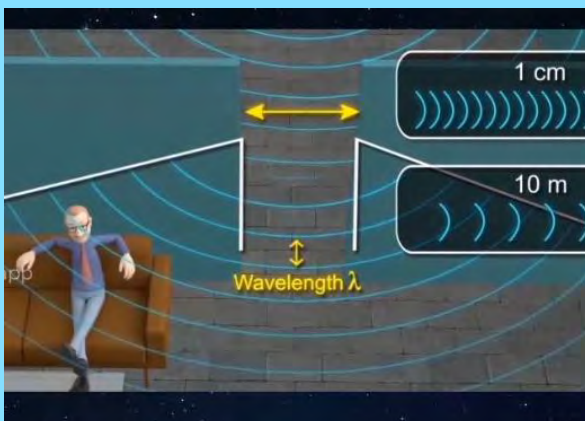
که در نتیجه پس از عبور از شکاف، جبهه های موج به صورت زیر در می آیند و به این صورت موج صوتی پس از پراش به گوش شما می رسد.



حال اگر به جای منبع صوت یک منبع نور را داشته باشیم خواهیم دید که نور هم از محل در عبور می کند ولی قسمت های زیادی از اتاق را نمی تواند روشن کند و فقط یک ناحیه از اتاق روشن می شود. این یعنی نور پراشیده نشده است و یا گسترده گی پیدا نکرده است.



حال سوال اینجاست چرا موج صوتی پراشیده شد ولی موج نوری پراشیده نشد؟



جواب این سوال با استفاده از مشخصه های موج داده می شود که میزان این گسترده گی به قطر دهانه مربوط می شود. به این صورت که اگر اندازه قطر دهانه خیلی بیشتر از طول موج باشد موج پراشیده نمی شود. از آن جا که طول موج صوت در حدود یک سانتی متر تا گاهی ده متر می تواند داشته باشد برای دری در این حدود می تواند پراش خیلی زیاد اتفاق بیفتد

ولی چون طول موج نور در حدود ۴۰۰ الی ۷۰۰ نانومتر است و در مقایسه با دهانه خیلی کوچکتر است پدیده پراش خیلی ناچیز اتفاق می افتد. ولی اگر همین نور از سوراخ ریزتری به اندازه میکرومتر یا چند صد نانومتر عبور کند پراش قابل توجهی خواهد داشت



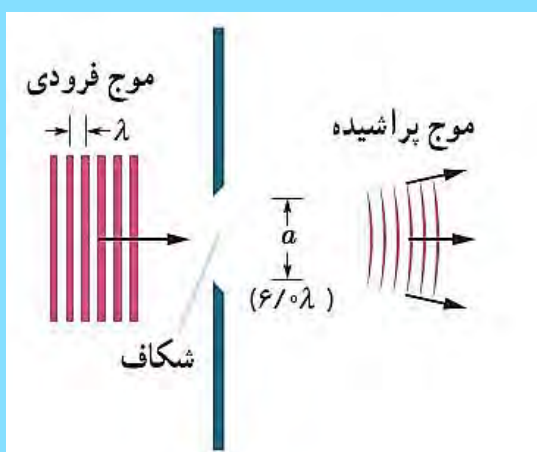
قطر زیاد = پراش کم

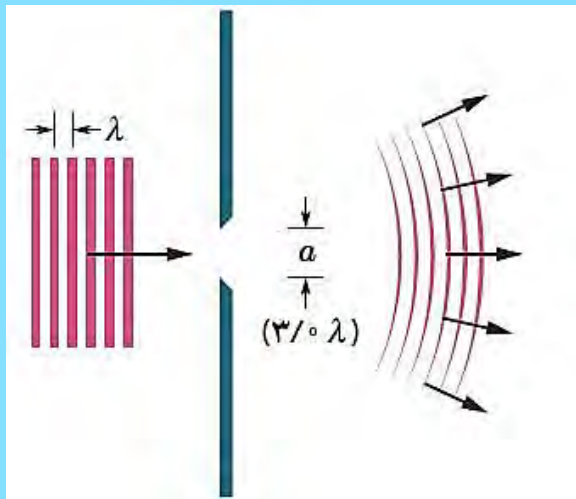
قطر کم = پراش زیاد

پراش چیست؟

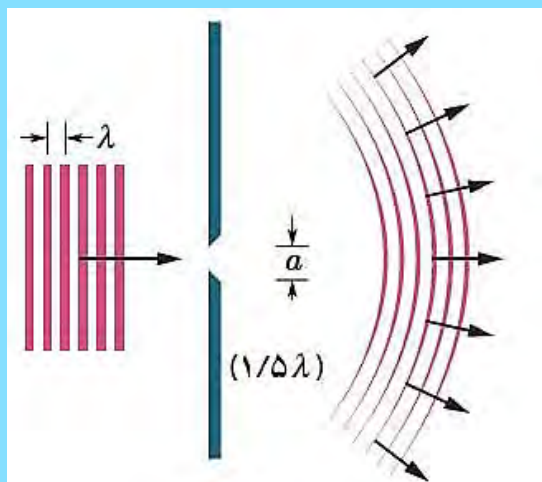
پراش نیز مانند بازتاب و شکست از ویژگی های موج است. اگر در مسیر پیشروی یک موج مانعی قرار دهیم بخشی از موج که به مانع برخورد می کند، توسط مانع بازتاب و یا جذب می شود و به پشت مانع نمی رسد و بخشی دیگر، از لبه های مانع یا شکافهای موجود در آن، می گذرد. در صورتی که ابعاد مانع یا شکاف در حدود طول موج باشد، بخشی از موج که از لبه ها یا شکاف ها عبور می کند، به وضوح به اطراف مانع یا شکاف گسترده می شود. به این پدیده پراش گویند.

همانطوری که در قبل هم گفته شد اگر جبهه به سمت مانعی می رود که روزنه ای در آن قرار دارد که نور فقط می تواند از آن روزنه عبور کند. اگر روزنه به اندازه کافی بزرگ باشد، جبهه موج تقریباً به صورت تخت از روزنه خارج می شود. در شکل زیر اندازه شکاف، $a = 6\lambda$ می باشد و اطراف شکاف، انحنای کمی پیدا می کند.





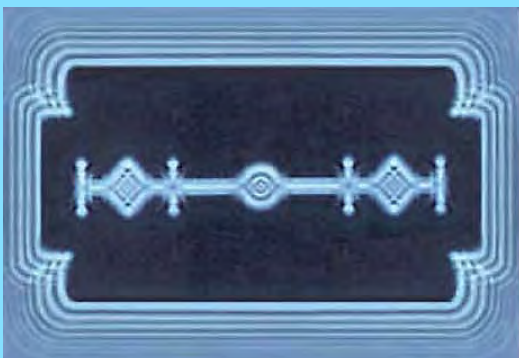
اما وقتی روزنه کوچکتر می شود، می بینیم که جبهه های موج بعد از عبور از روزنه، انحنای بیشتری پیدا می کند. در شکل زیر اندازه شکاف، $a = 3\lambda$ است.



و شکل زیر، $a = 1.5\lambda$ یعنی در حدود اندازه طول موج است و می بینید که جبهه ها از حالت تخت خارج شده و به اطراف شکاف گسترده می شوند.

پراش همین گستردگی جبهه موج نور پس از عبور از شکافی به ابعادی از مرتبه طول موج است.

البته باید گفت پراش فقط در عبور از شکاف رخ نمی دهد بلکه هنگام عبور موج از لبه های مانعی که ابعاد آن در حدود طول موج باشد نیز اتفاق می افتد. در شکل زیر پراش نوری تکفام که از لبه های تیز درون و بیرون یک تیغ ایجاد شده است، را مشاهده می کنید.



مثال ۱۳: گوشی های همراه با امواج رادیویی با بسامد حدود 2GHz کار می کنند. توضیح دهید این امواج تحت چه شرایطی از موانع پراشیده می شوند و به منطقه سایه مانع می رسند؟

شرط پراش این است که ابعاد مانع یا روزنه از مرتبه طول موج عبوری باشند بنابراین باید طول موج مربوط به این موج را به دست آوریم:

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2 \times 10^9 \frac{1}{\text{s}}} = 1.5 \times 10^{-1} \text{m} = 15 \text{cm}$$

بنابر این موانعی با ابعادی در مرتبه ۱۵ سانتی متر می توانند این موج را پراشیده کنند.

مثال ۱۴: در تلویزیون های متداول، سیگنال ها از آنتن های روی دکل ها به گیرنده های تلویزیون فرستاده می شود. حتی وقتی گیرنده به دلیل وجود یک تپه یا ساختمان در معرض ارسال مستقیم امواج یک آنتن نباشد، همچنان سیگنال را به دلیل پراش امواج از لبه های مانع دریافت خواهد کرد (اگر سیگنال در اطراف آن مانع به حد کافی به داخل ناحیه سایه مانع پراشیده شود). سابق بر این، طول موج سیگنال های تلویزیونی در حدود ۵۰ سانتی متر بود، ولی طول موج سیگنال های تلویزیونی دیجیتالی که امروزه از آنتن ها فرستاده می شود بسیار کمتر است. آیا این تغییر طول موج، پراش سیگنال ها به داخل ناحیه سایه را افزایش می دهد یا کاهش؟

چون ابعاد مانع ثابت مانده و طول موج کاهش پیدا کرده است، پس سایه بزرگتر شده و پراش به داخل ناحیه سایه کاهش می یابد. یعنی دور زدن مانع بسیار دشوارتر می شود.

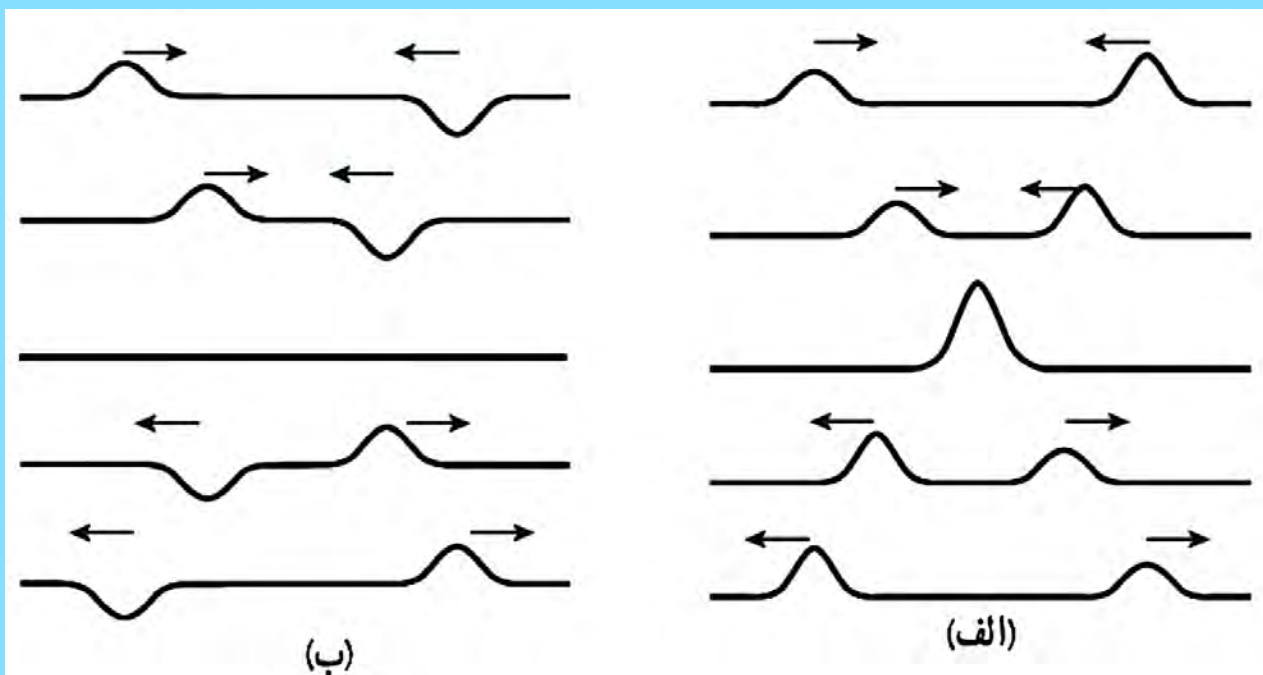
در شکل زیر می توانید پراش را در موج های سطح آب دریا که از یک مسیر بین صخره ها عبور می کنند، مشاهده کنید.



درسنامه ۸

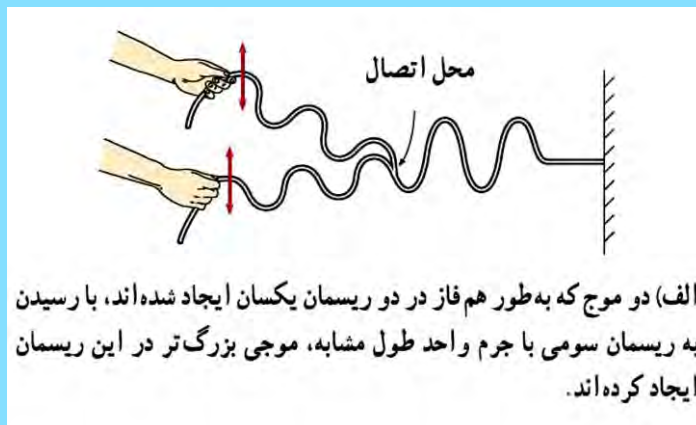
تداخل امواج : وقتی در تالاری به نوای موسیقی گوش می دهید، امواج صوتی حاصل از سازهای مختلف به طور هم زمان به گوشتان می رسد. الکترون ها در آنتن گیرنده های رادیو و تلویزیون تحت تأثیر هم زمان امواج الکترومغناطیسی زیادی که از فرستنده های مختلف ارسال می شوند، به حرکت می افتند. آب یک دریاچه یا بندرگاه ممکن است بر اثر تأثیر هم زمان موج هایی که به دنبال تعداد زیادی قایق در حال حرکت به راه می افتند، متلاطم شود. اینها همگی نمودهایی از اصل برهم نهی امواج هستند که بیان می دارد وقتی چندین موج به طور هم زمان بر ناحیه ای از فضا تأثیر بگذارند، اثر خالص آنها برابر مجموع اثرهای مجزای هر یک از آنها است. که به آن تداخل امواج گوییم.

تداخل امواج در طناب (یک بعد): شکل زیر دو تپ را که در جهت های مخالف هم در یک ریسمان کشیده حرکت می کند را نشان می دهد. وقتی به هم می رسند، بنابر اصل برهم نهی، تپ برآیند با مجموع دو تپ برابر است. این دو تپ وقتی به هم می رسند، شکل و حرکت تپ دیگر را تغییر نمی دهند و پس از همپوشانی بدون هیچ تغییر شکلی به حرکت خود ادامه می دهند. به ترکیب موج ها با یکدیگر، تداخل امواج می گویند. به بیان دیگر، تداخل ترکیب دو یا چند موج است که همزمان از یک مکان عبور می کنند. اگر مانند شکل الف، تپ ها همنگام همپوشانی، تپ بزرگتری ایجاد کنند، به این تداخل، تداخل سازنده می گویند. اگر تپ ها همنگام همپوشانی، اثر یکدیگر را حذف کنند، تداخل ویرانگر رخ می دهد.

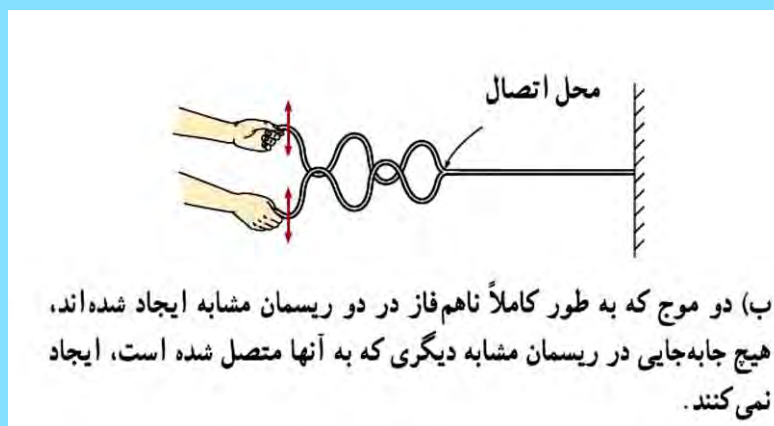


برای اینکه این موضوع را بتوانیم آزمایش کنیم، می توانیم از سه طناب کاملاً مشابه با جرم واحد طول برابر استفاده کنیم. مانند شکل های زیر سر دو طناب را به انتهای یک طناب می بندیم. در حالت اول در دو طنابی که در دستمان قرار دارد دو موج با طول موج و بسامد برابر ایجاد می کنیم. می بینیم وقتی دو موج به طناب

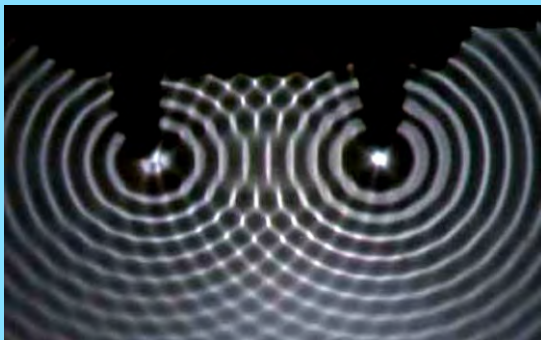
بعدی می‌رسند، با همان طول موج، دامنه دو برابر دامنه ابتدایی ایجاد می‌کنند. در این مورد ما دو موج هم‌فاز ایجاد کرده ایم و موجب تداخل کاملاً سازنده شده‌اند. (شکل الف)



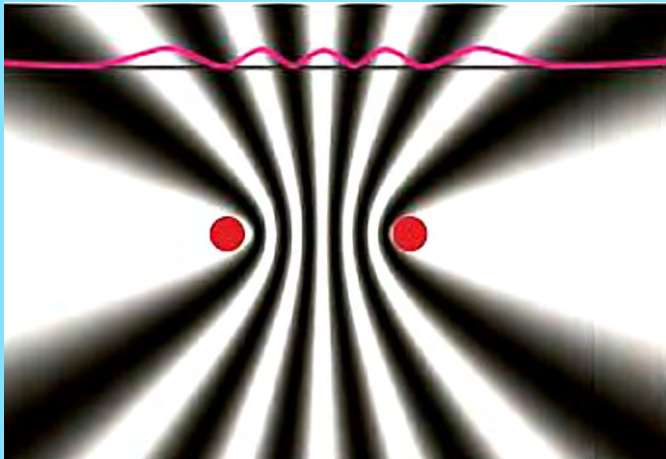
حال اگر در دو طناب در دستمان بتوانیم دو موج هم‌بسامد را طوری ایجاد کنیم که یکی به سمت بالا و دیگری به سمت پایین بروند، ما دو موج نا هم‌فاز ایجاد کرده ایم که اصل برهم‌نهی پیش‌بینی می‌کند، تداخلشان کاملاً ویرانگر است. در شکل ب که در زیر آمده است، این موضوع را مشاهده می‌کنید.



تداخل امواج در سطح آب (دو بعد): اگر بر روی سطح آب، دو گوی کوچک را با بسامد یکسان، به طور همزمان به نوسان در آوریم، دو دسته موج دایروی ایجاد می‌شوند که بر روی سطح آب حرکت می‌کنند. در منطقه‌ای که این دسته امواج به هم می‌رسند، با یکدیگر همپوشانی می‌کنند و نقشی مانند شکل زیر را بر سطح آب به وجود می‌آورند. امواج در برخی از نقاط همدیگر را تقویت می‌کنند و تداخل سازنده می‌کنند و در برخی نقاط همدیگر را تضعیف می‌کنند و تداخل ویرانگر انجام می‌دهند.



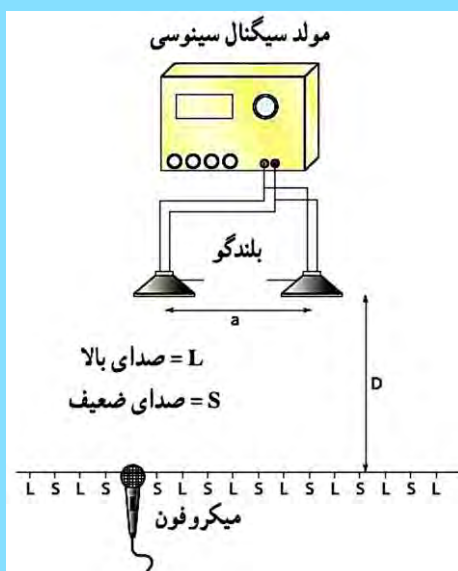
اگر برآمدگی های دو موج و یا فرو رفتگی های دو موج، در یک نقطه از سطح آب به هم برسند، سطح آب را به شدت بالا و پایین می برد اما اگر برآمدگی یک موج با فرو رفتگی موج دیگر، در یک نقطه به هم برسند، در آن نقطه سطح آب نوسان چندانی نخواهد داشت. بنابر این در برخی نقاط روی سطح آب دامنه موج برآیند بیشینه و در نقطه دیگری کمینه می شود. به چنین نقش متناوب یک در میان از بیشینه ها و کمینه ها، نقش تداخلی امواج سطحی آب گفته می شود. این نقش از زیر تشت موج قابل مشاهده است. در شکل زیر، نمودار صورتی رنگ، شدت موج برآیند را نشان می دهد.



تداخل امواج صوتی (سه بعد): امواج صوتی نیز می توانند تداخل کنند. آزمایشی را در نظر بگیرید که در آن دو بلندگو که به یک مولد سیگنال الکتریکی متصلند، امواج سینوسی هم بسامدی را در فضا منتشر می کنند. با حرکت دادن میکروفون در امتداد خط فرضی نشان داده شده در شکل که در فاصله مناسبی از بلندگوها قرار دارد، مشاهده می شود که بلندی صدا به طور متناوب کم و زیاد می شود.

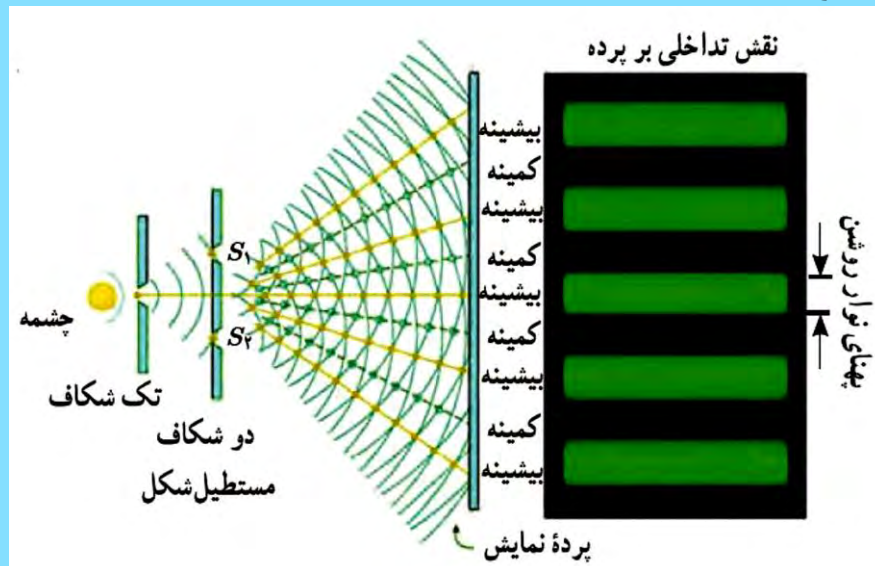
علت این پدیده آن است چون امواج سینوسی هستند،

در نقاط خاصی روی خط پایین، در حالت بیشینه و کمینه قرار دارند. حال اگر در یک نقطه هر دو در حالت بیشینه یا کمینه قرار داشته باشند، تداخل سازنده رخ می دهد و صدا بلند می شود اما در نقطه ای که بیشینه موج تولیدی از یک منبع با کمینه موج تولیدی از منبع دیگر همپوشانی می کنند، تداخل ویرانگر رخ می دهد و صدا کم می شود.

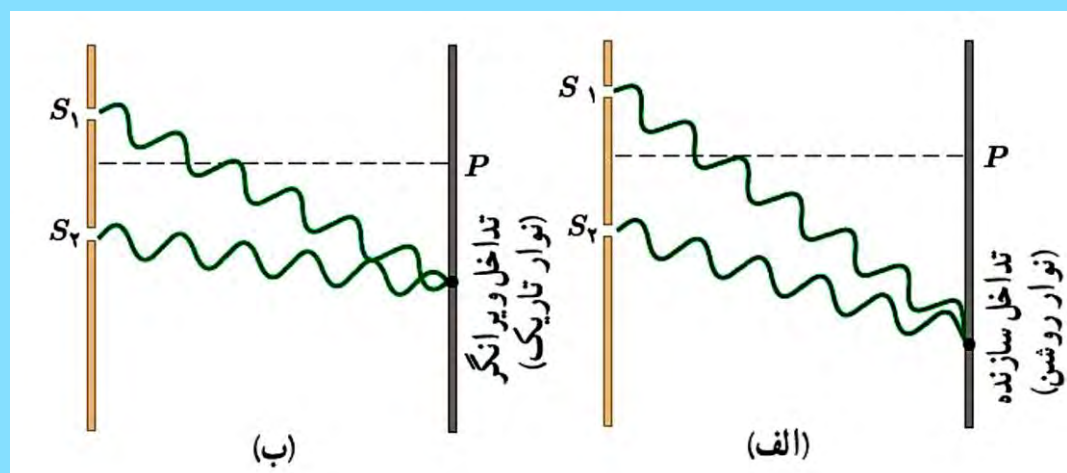


تداخل امواج الکترومغناطیسی (نور مرئی): در سال ۱۸۰۱ توماس یانگ، بر خلاف نظر رایج آن زمان، ثابت کرد که موج یک نور است. در واقع او نشان داد که نور نیز مانند موج های سطحی آب، موج های صوتی و امواج دیگر تداخل می کنند. شکل زیر طرحی از آزمایش یانگ برای تداخل امواج نوری را نشان می دهد. نور حاصل

از یک چشمه تک فام مثال سبز رنگ بر یک شکاف می تابد. نور پس از عبور از این شکاف، پراشیده می شود و گسترده می شود. آنگاه از دو شکاف S_1 و S_2 عبور می کند و مجدداً پراشیده می شود. موج های حاصل، با یکدیگر تداخل می کنند و نقش حاصل از این تداخل را می توان روی پرده ای که در ناحیه سمت راست دو شکاف قرار دارد مشاهده کرد.

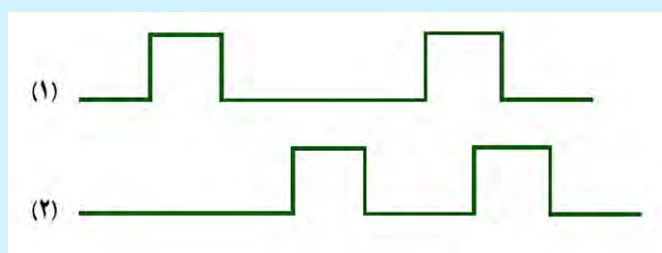


نقطه های با تداخل سازنده فریزهای روشن را تشکیل می دهند و نقطه های با تداخل ویرانگر نوارهای تاریک را نشان می دهند. چون در تداخل سازنده، شدت دو موج نور زیاد شده است و ناحیه ای که در آن تداخل سازنده رخ داده است (شکل الف در زیر)، شدت نور زیادی به آن می تابد بنابراین این روشن دیده می شود اما در تداخل ویرانگر، چون مجموع شدت نور تابیده شده از دو منبع، ضعیف می شود، ناحیه ای که در آن تداخل ویرانگر رخ داده است (شکل ب در زیر)، شدت نور کمی به آن می تابد بنابراین این تاریک دیده می شود.



پهنای این نوارهای تاریک و روشن، به طول موج نور تابیده شده بستگی دارد.

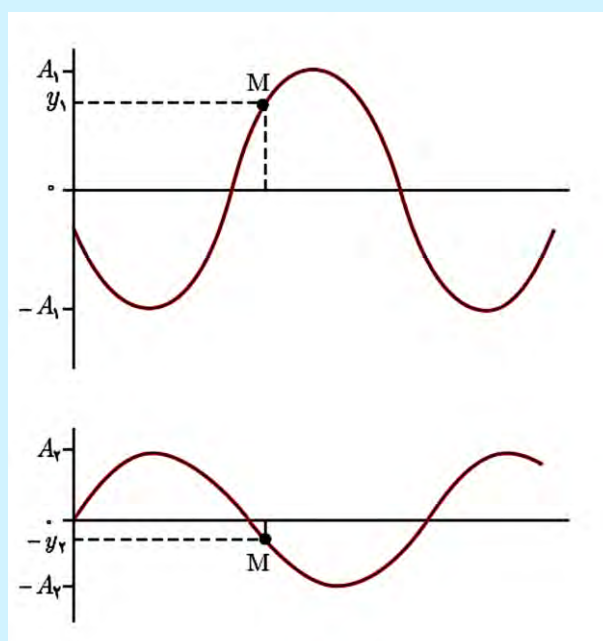
مثال ۱۵: در شکل های زیر، وقتی موج ۱ بر موج ۲ بر هم نهاده شود، شکل موج برهم نهاده را رسم کنید.



چون دامنه دو موج در همه نقاط باید با هم جمع شوند، موج برهم نهاده به صورت زیر در می آید:



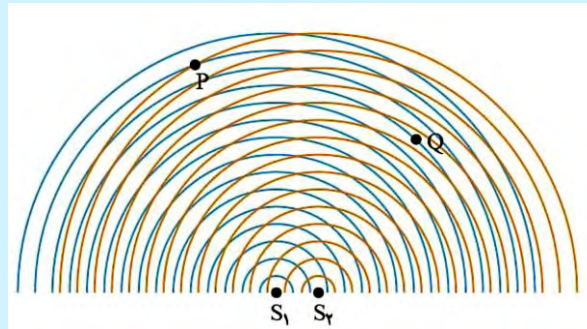
مثال ۱۶: شکل های زیر نمودار جابجایی - مکان دو موج را در لحظه ای معین نشان می دهند. جابجایی بر آیند نقطه M در این لحظه چقدر است؟



در شکل بالا، مکان نقطه M در آن لحظه، y_1 است و در شکل پایین، y_2 است. با برهم نهی این دو موج، مکان هر نقطه از دو نمودار، باید با هم جمع شود بنابراین مکان نقطه M در آن لحظه برابر است با:

$$y = y_1 + (y_2) = y_1 - y_2$$

مثال ۱۷: دو چشمه نقطه ای S_1 و S_2 به طور همزمان، با بسامد یکسان و همگام با یکدیگر در یک تشت موج نوسان می کنند و جبهه های موجی را مطابق شکل زیر به وجود می آورند. توضیح دهید دامنه موج برآیند در نقطه های P و Q چگونه است؟



خطوط جبهه موج نشان دهنده قله موج است یعنی بیشینه های موج منتشر شده از یک منبع. در نتیجه، وسط فاصله دو خط، کمینه موج است. در نقطه Q کمینه جبهه موج قرمز یعنی S_2 یا بیشینه S_1 تداخل می کند. بنابراین تداخل ویرانگر رخ می دهد. در نقطه P بیشینه دو منبع یا هم تداخل می کنند. بنابراین تداخل سازنده در آن نقطه رخ می دهد.

مثال ۱۸: در آزمایش تداخل صوتی، فاصله بین هر نقطه با صدای بالا (L) تا نقطه با صدای ضعیف (S) مجاورش، متناسب با طول موج صوتی به کار رفته در این آزمایش است. برای آنکه این آزمایش به سادگی انجام پذیر باشد باید فاصله نقطه های S و L مجاور نه خیلی زیاد و نه خیلی کم باشد.

الف) بسامد صوت گسیل شده از بلندگوها را چگونه تغییر دهیم تا نقطه های S و L مجاور به هم نزدیک شوند؟

ب) بسامد صوت گسیل شده از بلندگوها را چگونه تغییر دهیم تا نقطه های S و L مجاور از هم دور شوند؟

الف) فاصله نقاط S و L را با Δx نمایش می دهیم. چون این فاصله متناسب با طول موج به کار رفته است می نویسیم:

$$\Delta x \propto \lambda \rightarrow \Delta x \propto \frac{v}{f}$$

بنابر این برای نزدیک شدن این نقطه ها به هم باید طول موج را کاهش دهیم و چون $\lambda = \frac{v}{f}$ است و سرعت صوت در هوا تغییر نمی کند، بنابر این باید بسامد را افزایش دهیم تا طول موج کاهش یابد.

ب) بنابر استدلال بالا با کاهش بسامد، فاصله نقاط S و L زیاد می شود.

مثال ۱۹: در آزمایش یانگ، الف) اگر آزمایش را به جای نور تکفام سبز با نور تکفام قرمز انجام دهیم، پهنای هر نوار تاریک یا روشن چه تغییری می کند؟
 ب) اگر آزمایش را به جای آنکه در هوا انجام دهیم، در آب انجام دهیم، پهنای هر نوار تاریک یا روشن چه تغییری می کند؟

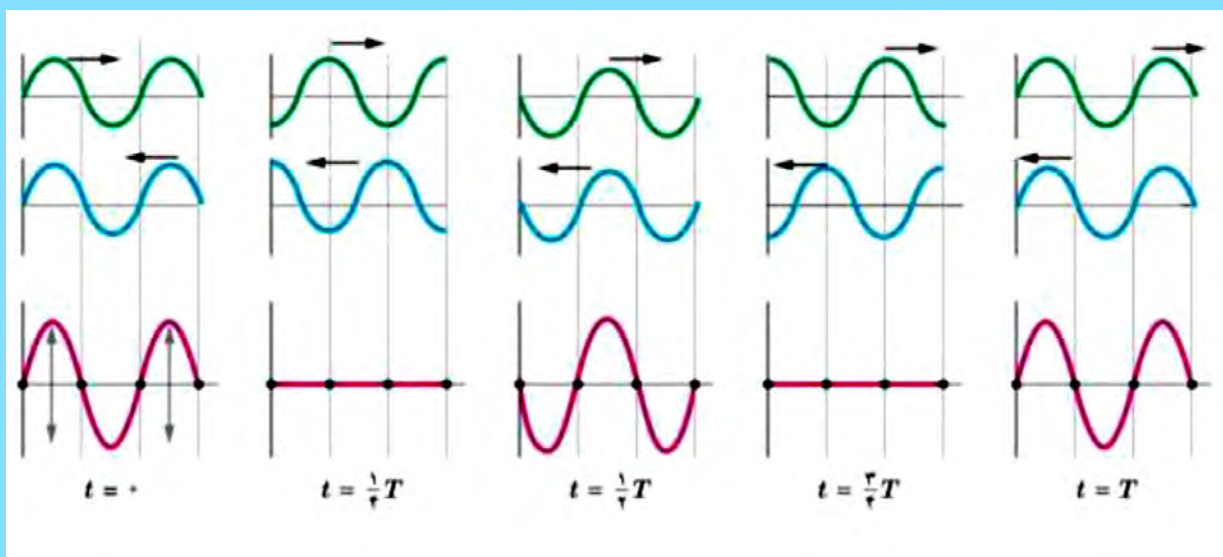
الف) پهنای نوارهای تداخلی یانگ متناسب با طول موج است. بنابراین اگر آزمایش را با نور قرمز انجام دهیم، چون طول موج افزایش می یابد، پهنای نوار هم نسبت به حالتی که آزمایش با نور سبز انجام شده بود، افزایش می یابد.

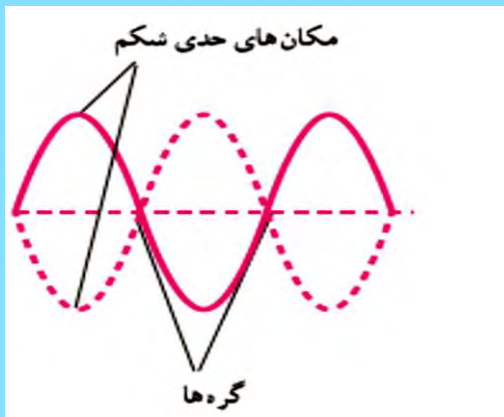
ب) پهنای نوارهای تداخلی با طول موج متناسب است و وقتی موج وارد آب می شود، چون ضریب شکست محیط افزایش می یابد، بنابراین رابطه $\lambda = \frac{\lambda'}{n}$ که رابطه طول موج در محیطی با ضریب شکست n و طول موج در هوا را نشان می دهد، طول موج در آب کاهش می یابد بنابراین پهنای نوارهای تداخلی نیز کاهش می یابد.

درسنامه ۹

موج ایستاده و تشدید در ریسمان کشیده:

هر گاه دو موج عرضی کاملاً مشابه که در دو سوی مختلف انتشار پیدا می کنند با یکدیگر تداخل نمایند، موج برآیند دیگر رونده نیست و به آن موج ساکن یا ایستاده گفته می شود





تصویر موج برآیند به شکل زیر است:

گره: نقاطی روی موج ایستاده که هرگز نوسان نمی کنند،

گره هستند. (دامنه ی نوسان صفر است)

شکم: نقاطی روی موج ایستاده که دامنه ی موج برآیند در

آنجا بیشینه است. (دامنه ی آن ها دو برابر دامنه ی

موج های اولیه است).

نکته ۱- فاصله ی دو گره ی متوالی یا دو شکم متوالی برابر $\frac{\lambda}{2}$ است

نکته ۲- فاصله ی یک گره از شکم مجاورش برابر $\frac{\lambda}{4}$ است.

نکته ۳- موج های تابش و بازتابش در محل گره ها با یکدیگر تداخل ویرانگر انجام می دهند و در اصطلاح

گفته می شود دو موج در محل گره ها کاملاً ناهمفاز (در فاز مخالف) هستند.

نکته ۴- موج های تابش و بازتابش در محل شکم ها با یکدیگر تداخل سازنده انجام می دهند و در اصطلاح

گفته می شود دو موج در محل شکم ها در کاملاً همفاز هستند.

نکته ۵- از آن جا که موج ایستاده به چپ یا راست حرکت نمی کند محل گره ها یا شکم ها ثابت است.

بسامدهای تشدیدی: هر گاه یک تار کشیده شده به وسیله ی یک چشمه به نوسان در آید، به ازای

بسامدهای

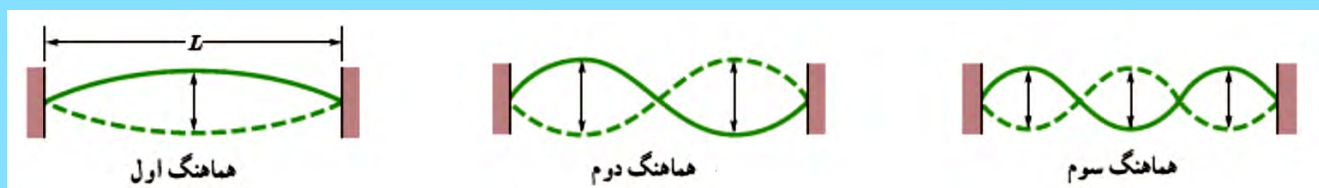
معینی، تداخل موجب ایجاد موج ایستاده ی بارزی (یا اصطلاحاً یک مد نوسان) در تار می شود که به این

بسامدها، بسامدهای تشدیدی گفته می شود. (اگر تار در بسامدهای غیر از بسامدهای تشدیدی نوسان کند

موج ایستاده ی بارزی ایجاد نمی شود).

روابط محاسباتی موج ساکن در تار مرتعش تحت کشش: شکل زیر تصاویر مربوط به حالت های مختلف

موج ایستاده در یک تار است:



$$L = n \frac{\lambda_n}{2}$$

$$f_n = n \frac{V}{2L}$$

$$\left(f_1 = \frac{V}{2L} \right.$$

n : تعداد شکم ها یا عدد هماهنگ (تعدادگره ها $n + 1$)

L : طول تار

V : تندی انتشار موج در طناب

λ_n : طول موج تشدید

f_n : بسامد تشدید

f_1 : بسامد اصلی یا بسامد هماهنگ (مد) اول

یادآوری: تندی انتشار در تار مرتعش با رابطه $V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{F.L}{m}}$ به دست می آید.

نکته - اختلاف بسامد دو هماهنگ متوالی در ریسمان دو انتها ثابت برابر بسامد اصلی f_1 است.

مثال ۲۰: در یک طناب همگن که با نیروی $20N$ کشیده شده است، موجی عرضی در حال انتشار است. اگر جرم هر 10 متر از طناب برابر $2kg$ و فاصله هر قله از دره مجاورش برابر با $10cm$ باشد، بسامد موج در طناب چند هرتز است؟

جرم واحد طول در این طناب برابر است با:

$$\mu = \frac{m}{L} = \frac{2}{10} = \frac{1}{5} \frac{kg}{m}$$

و همچنین سرعت انتشار موج در طناب برابر خواهد بود با:

$$V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{20}{\frac{1}{5}}} = \sqrt{100} = 10 \frac{m}{s}$$

فاصله هر قله تا دره مجاور نیز همواره برابر $\frac{\lambda}{2}$ است، بنابراین داریم:

$$\frac{\lambda}{2} = 10cm \Rightarrow \lambda = 20cm = 0.2m$$

$$\lambda = \frac{V}{f} \Rightarrow f = \frac{V}{\lambda} = \frac{10}{0.2} = 50Hz$$

مثال ۲۱: طول یکی از تارهای پیانویی $1/10\text{ m}$ و جرم آن 9 g است. اگر بسامد اصلی این تار 131 Hz هرتز باشد، الف) تندی انتشار موج عرضی در تار چقدر است؟ ب) این تار تحت چه کششی قرار دارد؟ پ) بسامدهای چهار هماهنگ نخست این تار چقدر است؟

(الف)

$$f_n = \frac{nv}{2L} \Rightarrow (131\text{ Hz}) = \frac{(1)v}{(2)(1/10\text{ m})} \Rightarrow v = 288/2\text{ m/s} = 288\text{ m/s}$$

ب) از رابطه $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{F}{m/L}}$ استفاده می‌کنیم.

$$v = \sqrt{\frac{FL}{m}} \Rightarrow (288/2\text{ m/s}) = \sqrt{\frac{F(1/10\text{ m})}{(9/10 \times 10^{-3}\text{ kg})}} \Rightarrow F = 679/6\text{ N} \approx 680\text{ N}$$

پ) بدیهی است که بسامد هماهنگ اول همان بسامد اصلی است و بنابراین $f_1 = 131\text{ Hz}$. بسامدهای بعدی به‌ازای $n=2, n=3, n=4$ و به‌دست می‌آید و بنابراین $f_2 = 2f_1 = 262\text{ Hz}$, $f_3 = 3f_1 = 393\text{ Hz}$ و $f_4 = 4f_1 = 524\text{ Hz}$.

مثال ۲۲: طول یک تار مرتعش با دو انتهای ثابت 80 cm بوده و در آن 4 گره تشکیل شده است. اگر بسامد موج ایجاد شده در تار 450 Hz هرتز باشد، الف) تندی انتشار موج عرضی در تار را حساب کنید. ب) طول موج ایجاد شده در تار چقدر است؟

چون تعداد گره 4 تاست، پس تعداد شکم 3 تا است یعنی عدد هماهنگ $n = 3$ است.

$$f_n = \frac{nv}{2L} \rightarrow 450 = \frac{3v}{2 \times 0.8} \rightarrow v = 240\text{ m/s} \quad \text{(الف)}$$

(ب)

$$\lambda_3 = \frac{v}{f} = \frac{240}{450} = 0.53\text{ m}$$

درسنامه ۱۰

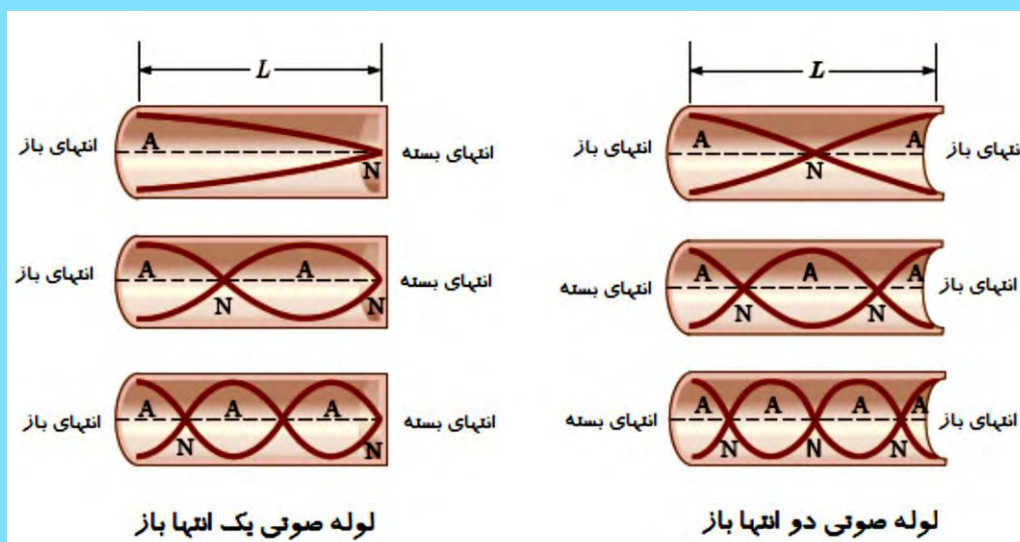
موج ایستاده و تشدید در لوله های صوتی:

در لوله های پر شده از هوا نیز می توان موج ایستاده ایجاد کرد که به آن ها لوله های صوتی گفته می شود و در نوع دو انتها باز و یک انتها باز ساخته می شوند. وقتی موج های صوتی درون لوله حرکت می کنند، از هر دو انتها باز می تابند و به درون لوله باز می گردند، حتی اگر آن انتها باز باشد (البته اگر انتهای لوله باز باشد این بازتاب به کاملی بازتابی نیست که از یک انتهای بسته رخ می دهد).

بسیاری از مشخصه های این موج ایستاده مشابه موج ایستاده در ریسمان است: انتهای بسته ی لوله مانند انتهای ثابت شده ی ریسمان است که در آنجا باید یک گره وجود داشته باشد، و در انتهای باز لوله نیز یک شکم وجود دارد (البته این شکم کمی بیرون از انتهای باز لوله قرار دارد که آن را در نظر نمی گیریم)

همچنین فاصله ی گره های مجاور از هم برابر $\frac{\lambda}{2}$ و فاصله ی گره ها از شکم های مجاور $\frac{\lambda}{4}$ است.

تصویر های زیر سه مد اول را در هر دو نوع لوله نشان می دهد:



نکته ۱- هر چه بسامد صوتی بیش تر می شود، آن صوت زیر تر شنیده می شود و هر چه بسامد صوتی کم تر می شود آن صوت بم تر شنیده خواهد شد.

نکته ۲- طول موج صوت حاصل از لوله ی صوتی با طول لوله رابطه ی مستقیم دارد. (یعنی هر چه طول لوله بیشتر باشد طول موج صوت حاصل از آن نیز بیش تر است)

نکته ۳- صدای حاصل از پر شدن آب داخل یک لیوان گستره ی وسیعی از بسامدها را دارد که در هر لحظه، یکی از این بسامدها با پایین ترین بسامد تشدید می شود (بسامد مد اول) منطبق است، به همین دلیل با پر شدن لیوان و کوتاه شدن فضای پر از هوای آن (که یک لوله ی صوتی فرض می شود) طول موج صوت حاصل کاهش و بسامد آن افزایش یافته و صدا زیر تر شنیده می شود.

تشدیدگر هلمهولتز: کره هایی توخالی با دهانه ای باز به شکل گردن است که همانند لوله های صوتی بسامدهای تشدید می دارند و هر گاه بسامد یک صوت برابر با یکی از بسامدهای تشدید آن ها باشد تشدیدگر پاسخ قوی تری به این صوت می دهد. (این موضوع درست مانند دمیدن در یک بطری است، در بطری نیز یکی از بسامدهایی که هنگام دمیدن تولید می شود با یکی از بسامدهای تشدید منطبق باشد، یک موج صوتی قوی ایجاد می شود).



اجاق های میکروموج (ماکروفر): این اجاق ها بر اساس تداخل امواج الکترومغناطیسی و تشکیل امواج ایستاده کار می کنند. میکرو موج های بازتابیده از دیواره های فلزی اجاق با هم نهی با موج های تابیده (با طول موج حدود 12 cm) ، موج های ایستاده ای را در داخل محفظه ی اجاق ایجاد می کنند که از گره ها و شکم هایی تشکیل شده اند .

در محل شکم ها دامنه ی نوسان میدان الکتریکی بیشینه است . مولکول های آب موجود در مواد غذایی در این نقاط به شدت به ارتعاش در می آیند و بیش ترین افزایش دما ایجاد می شود.

سوالات

(۱) هر کدام از موارد ستون اول در جدول زیر ، با یک مورد از موارد ستون دوم در ارتباط است . آنها را مشخص کنید. توجه : یک مورد در ستون دوم اضافه است.

ستون اول	ستون دوم
الف) تداخل امواج با یکدیگر	a) شکست نور
ب) سونوگرافی	b) پراش
پ) سراب	c) پاشندگی نور
ت) گسترده‌گی موج در عبور از یک شکاف	d) موج ایستاده
	e) بازتاب

(ریاضی خرداد ۱۴۰۱)

(۲) به سؤالات زیر پاسخ کوتاه دهید:

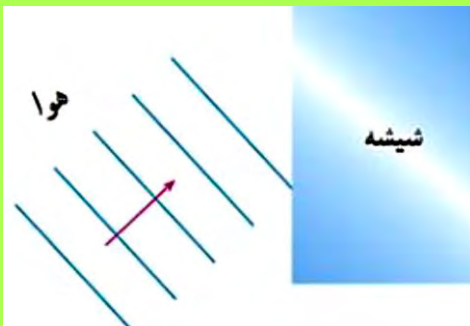
الف) برای دریافت امواج رادیویی توسط آنتن های بشقابی، از چه ساز و کار فیزیکی استفاده می شود؟
 ب) در کدام پدیده، موج هنگام عبور از یک شکاف با پهنایی از مرتب طول موج، به اطراف گسترده می شود؟

پ) در کدام نوع از تداخل امواج، تپ ها هنگام همپوشانی، تپ بزرگتری ایجاد می کنند؟
 (ریاضی شهریور ۱۴۰۱)

(۳) به سؤالات زیر پاسخ کوتاه دهید.

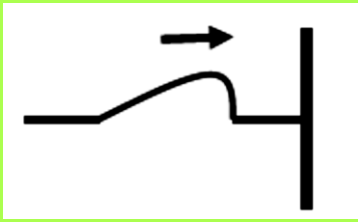
الف) دو باریکه نور آبی و قرمز با زاویه تابش یکسان از هوا وارد شیشه می شوند. کدام نور بیشتر خم می شود؟

ب) در شکل زیر موج نوری فرودی از هوا وارد شیشه می شود. بخشی از موج در سطح جدایی دو محیط باز می تابد و بخشی دیگر شکست می یابد و وارد شیشه می شود :
 ب- ۱) طول موج موج بازتابیده را با موج فرودی مقایسه کنید.
 ب- ۲) جبهه های موج شکست یافته را رسم کنید.



پ) طول موج امواج رادیویی گوشه های همراه در حدود ۱۵ سانتی متر است. پراش این امواج از شکافی به قطر حدود ۱۷ سانتی متر بهتر انجام می شود یا ۲۰ سانتی متر؟
 (ریاضی دی ۱۴۰۱)

(۴) الف) امواج الکترومغناطیسی تخت تابیده به یک سطح کاو پس از بازتابش در یک نقطه کانونی می شوند. از این ساز و کار در چه وسایلی استفاده می شود؟ (۲ مورد)



ب) مانند شکل روبه رو، تپی را در یک ریسمان کشیده بلند که یک سر آن بر تکیه گاهی ثابت شده است روانه می کنیم. بازتاب این تپ را در پاسخنامه رسم کنید.
(تجربی خرداد ۱۴۰۱)

(۵) موارد زیر را تعریف کنید.

الف) پژواک ب) پاشندگی نور
(تجربی خرداد ۱۴۰۱)

(۶) به پرسش های زیر پاسخ بدهید.

الف) چرا رنگهای نور سفید پا از عبور از منشور از هم جدا می شوند؟
ب) یک کاربرد از مکان یابی پژواکی را بنویسید.
(تجربی دی ۱۴۰۱)

(۷) مفاهیم فیزیکی روبه رو را تعریف کنید:

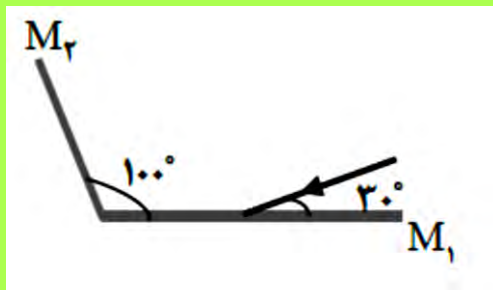
الف) پژواک ب) پراش
(ریاضی خرداد ۱۴۰۰)

(۸) در هریک از پرسش های زیر، گزینه درست را انتخاب کنید و در پاسخنامه بنویسید.

الف) شکل مقابل دو آینه تخت را نشان می دهد. پرتویی از آینه به آینه می تابد.

زاویه بازتاب چقدر است؟

(۱) 50° (۲) 30° (۳) 20°



ب) آزمایش یانگ با نور تکفام سبز انجام شده است. این آزمایش با کدام نور تکفام به جای نور تکفام سبز انجام شود تا پهنای نوارهای روشن و تاریک روی پرده کاهش یابد؟
(۱) قرمز (۲) آبی (۳) زرد
(ریاضی خرداد ۱۴۰۰)

(۹) به پرسش های زیر پاسخ کوتاه دهید:

الف) طبق کدام قانون، زاویه تابش همواره با زاویه بازتابش برابر است؟

ب) در اثر تغییر تندی موج در ورود به یک محیط دیگر، چه پدیده ای رخ می دهد؟

پ) وقتی جبهه های موج به ناحیه کم عمق ساحلی می رسند ، تندی آنها چه تغییری می کند ؟
 ت) کمترین اختلاف زمانی بین دو صوت چقدر باشد تا پژواک صدای خود را از صدای اصلی تشخیص دهید؟

ث) برای ایجاد پدیده پراش ، پهنای شکاف باید از چه مرتبه ای باشد ؟
 (ریاضی شهریور ۱۴۰۰)

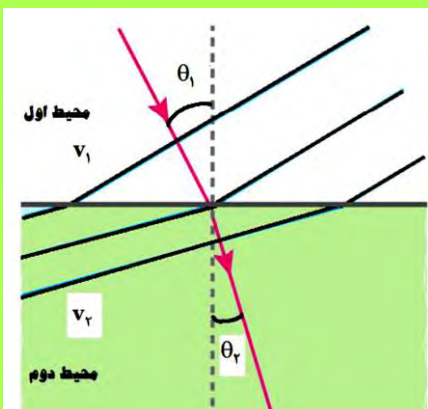
۱۰ الف) شکل روبه رو ، دو تپ را نشان می دهد که به طرف هم حرکت می کنند .



شکل این دو تپ را : (۱) در لحظه همپوشانی و (۲) بعد از همپوشانی رسم کنید.
 ب) نقش تداخلی برای امواج نوری به صورت نوارهای روشن و تاریک است . معین کنید هر کدام از نوارهای روشن و تاریک از کدام نوع تداخل ایجاد شده اند ؟
 (ریاضی شهریور ۱۴۰۰)

۱۱ در جمله های زیر ، جاهای خالی را با کلمه های مناسب تکمیل کنید:

الف) خفاش از طریق مکان یابی ، مکان اجسام متحرک مقابل خود را تعیین می کند.
 ب) اگر سطح بازتابنده نور مانند آینه ، بسیار باشد ، بازتاب را منظم می گویند.
 پ) بازتاب موج در اجسامی مانند را ، بازتاب در یک بعد می گوئیم.
 ت) تندی موج سطحی هنگام ورود از قسمت عمیق آب به قسمت کم عمق ، می یابد.
 ث) به نسبت تندی نور در به تندی نور در هر محیط شفاف ، ضریب شکست آن محیط می گویند.
 (ریاضی دی ۱۴۰۰)



۱۲ شکل روبه رو جبهه های موج تخت نوری را نشان میدهد که به طور مایل به مرز دو محیط میرسند و سپس شکست پیدا می کنند.
 الف) با استفاده از قانون شکست عمومی، توضیح دهید تندی انتشار نور در کدام محیط، بیشتر است؟ $(\theta_1 > \theta_2)$
 ب) ضریب شکست کدام محیط کمتر است؟
 پ) با ذکر دلیل، بسامد نور فرودی و نور شکست یافته را مقایسه کنید
 (تجربی خرداد ۱۴۰۰)

۱۳ درستی یا نادرستی گزاره های زیر را با واژه های ((درست)) یا ((نادرست)) در پاسخ نامه مشخص کنید.

الف) یکی از ویژگیهای موج پیش رونده، انتقال انرژی از یک نقطه به نقطه دیگر در جهت انتشار موج است.
 ب) بازتاب یک دسته پرتوی موازی نور از سطح یک کاغذ، از قانون بازتاب عمومی امواج پیروی نمی کند.
 (تجربی شهریور ۱۴۰۰)

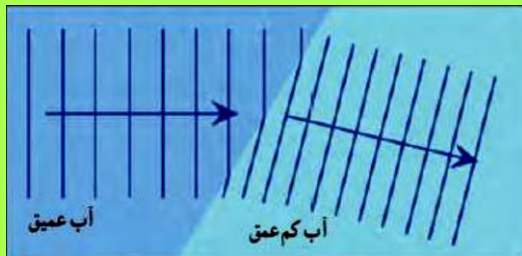


۱۴) در شکل مقابل ، موج فرودی از هوا وارد شیشه می شود .
بخشی از موج در سطح جدایی دو محیط باز می تابد و
بخشی دیگر شکست یافته و وارد شیشه می شود .
مشخصه های موج شکست شامل طول موج ، بسامد
و تندی انتشار را با موج فرودی مقایسه کنید.
(ریاضی خرداد ۹۹)

۱۵) در آزمایش یانگ ، پهنای هر نوار روشن یا تاریک چه تغییری می کند اگر:
الف) به جای نور تکفام آبی از نور تکفام قرمز استفاده کنیم ؟
ب) آزمایش را به جای هوا ، در آب انجام دهیم ؟
(ریاضی خرداد ۹۹)

۱۶) درستی یا نادرستی جمله های زیر را با علامت های (د) یا (ن) مشخص کنید:
الف) ضریب شکست یک محیط شفاف، برابر نسبت تندی نور در خلأ به تندی نور در محیط است.
ب) اگر یک موج سینوسی از قسمت ضخیم طناب به قسمت نازک آن وارد شود ، تندی موج کاهش می یابد.

پ) اجاق های میکروموج (ماکروفر) ، بر اساس تداخل امواج مکانیکی کار می کنند.
ت) وقتی موج در عبور از یک شکاف با پهنایی از مرتبه طول موج ، به اطراف گسترده می شود ، پراش رخ می دهد.
(ریاضی شهریور ۹۹)



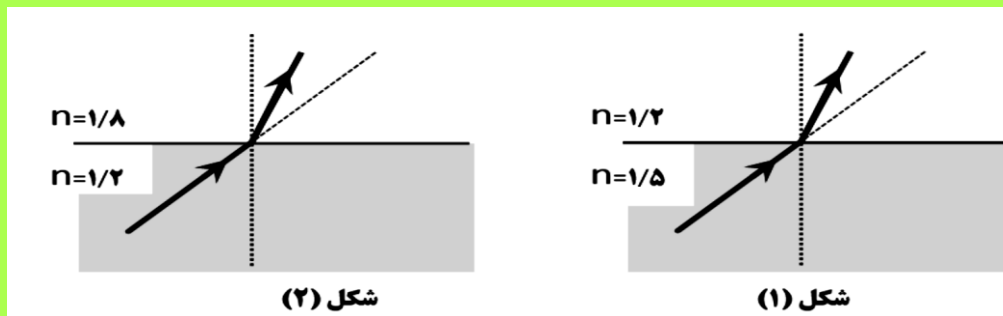
۱۷) الف) استنباط شما از شکل روبه رو چیست ؟
ب) در چه صورت پراش اتفاق می افتد ؟
(ریاضی دی ۹۹)



۱۸) در شکل زیر، پرتوی فرودی I شامل نورهای قرمز و آبی است که از
هوا وارد یک محیط شفاف می شود. کدامیک از پرتوهای شکست ۱
یا ۲ ، مسیر نور قرمز را نشان میدهد؟ توضیح دهید .
(تجربی خرداد ۹۹)

۱۹) دلیل پاشیدگی نور سفید در یک منشور چیست؟
(تجربی شهریور ۹۹)

۲۰) کدامیک از دو شکل زیر، یک شکست نور را نشان میدهد که از لحاظ فیزیکی ممکن است؟ توضیح دهید



(تجربی شهریور ۹۹)

۲۱) اگر یک موج سینوسی از قسمت ضخیم طناب به قسمت نازک آن وارد شود، در قسمت نازک طناب هر یک از کمیت های زیر در مقایسه با موج فرودی چه تغییری می کند؟ (بخشی از موج به قسمت ضخیم بازتاب می شود).

الف) بسامد موج بازتابیده

ب) طول موج موج بازتابیده

پ) تندی موج عبوری

(تجربی دی ۹۹)

۲۲) به پرسش های زیر پاسخ کوتاه دهید:

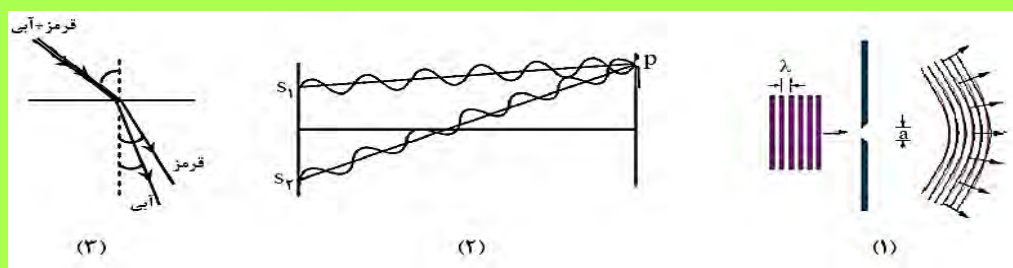
الف) تأخیر زمانی بین دو صوت چقدر باشد تا گوش انسان پژواک را از صوت مستقیم اولیه تمیز دهد؟
 ب) در آزمایش ینگ اگر بجای نور قرمز از نور آبی استفاده کنیم، پهنای نوارها کاهش می یابند یا افزایش ؟

پ) اجاق های میکروموج (مایکروفر) ، بر چه اساسی کار می کنند ؟

ت) آیا در بازتاب پخشنده ، زاویه تابش و زاویه بازتابش با هم برابرند ؟

(ریاضی خرداد ۹۸)

۲۳) به شکل های زیر توجه کنید:



الف) شکل (۱) ، نشان دهنده کدام پدیده در برهم کنش موج با محیط است و در چه صورتی رخ می دهد ؟
 ب) در شکل (۲) ، در نقطه P تداخل سازنده است یا ویرانگر ؟ و چه نواری تشکیل می شود ؟

(پ) در شکل (۳) ، ضریب شکست محیط دوم برای نور قرمز بیشتر است یا آبی ؟ تندی کدام نور بیشتر است ؟
(ریاضی خرداد ۹۸)

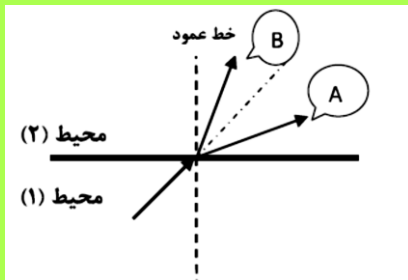
(۲۴) به پرسش های زیر پاسخ کوتاه دهید:
الف) خفاش از چه طریقی مکان یا سرعت اجسام متحرک مقابل خود را تعیین می کند ؟
ب) اگر سطح بازتابنده نور مانند آینه ، بسیار هموار باشد ، بازتاب را چه می گویند ؟
پ) معمولاً هر چه طول موج نور کوتاه تر می شود ، ضریب شکست یک محیط معین چه تغییری می کند ؟
ت) در پدیده پراش ، پهنای شکاف از چه مرتبه ای باشد تا موج به اطراف گسترده شود ؟
(ریاضی شهریور ۹۸)

(۲۵) جاهای خالی را در جمله های زیر با کلمه های مناسب پر کنید:
الف) طبق قانون بازتاب عمومی ، زاویه تابش همواره با زاویه برابر است.
ب) بازتاب امواج صوتی پس از برخورد با سطوح خمیده امکان پذیر
پ) در اثر تغییر تندی موج در ورود به یک محیط دیگر ، پدیده رخ می دهد.
ت) به تجزیه نور به نورهای رنگی توسط منشور می گویند.
ث) برای ایجاد پدیده پراش ، حتماً باید پهنای شکاف از مرتبه باشد.
(ریاضی دی ۹۸)

(۲۶) اجاق های مایکروفر بر چه اساسی کار می کنند ؟ منظور از نقطه سرد در این اجاق ها چیست ؟
(ریاضی دی ۹۸)

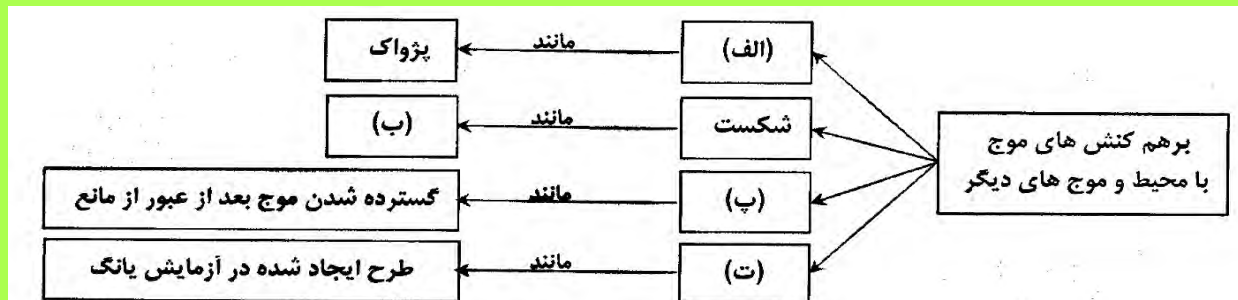
(۲۷) گزاره های زیر را با واژه مناسب کامل کنید.
الف) به هر یک از برآمدگی ها یا فرورفتگی های ایجاد شده روی سطح آب یک تشت موج می گویند.
ب) مکان یابی پژواکی به همراه اثر دوپلر در تعیین و تعیین اجسام متحرک به کار می رود.
پ) با افزایش دمای هوا، ضریب شکست هوا می یابد.
(تجربی خرداد ۹۸)

(۲۸) اگر دو باریکه نور نارنجی و سبز به طور مایل با زاویه تابش یکسانی از هوا وارد شیشه شوند، هنگام عبور از مرز دو محیط، کدام باریکه نور بیشتر خم میشود؟ چرا؟ (ضریب شکست نور نارنجی کمتر از ضریب شکست نور سبز است)
(تجربی شهریور ۹۸)



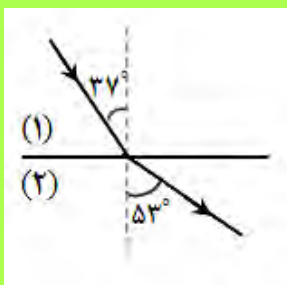
۲۹) شکل روبه رو، پرتو نوری را نشان می دهد که از محیط (۱) وارد محیط (۲) می شود. اگر تندی انتشار نور در محیط (۱)، بیشتر از تندی انتشار نور در محیط (۲) باشد، توضیح دهید کدام یک از پرتوهای A یا B می تواند پرتوی نور در محیط (۲) باشد؟ (تجربی دی ۹۸)

۳۰) نقشه مفهومی زیر را کامل کنید.



(ریاضی دی ۹۷)

۳۱) الف) یک جبهه موج نوری از هوا وارد آب میشود. فاصله جبهه های موج افزایش می یابد یا کاهش؟
ب) مطابق شکل پرتوی از محیط شفاف (۱) به محیط شفاف (۲) می رود. تندی انتشار پرتو موج شکست چند برابر تندی انتشار پرتو موج فرودی است؟
($\sin 53^\circ = 0.8$ و $\sin 37^\circ = 0.6$)

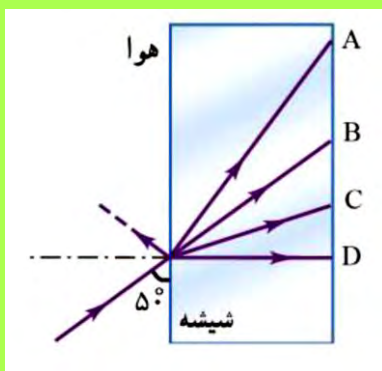


(ریاضی خرداد ۱۴۰۱)

۳۲) در یک تار پیانو موج ایستاده ایجاد می کنیم. اگر طول تار $1/2 m$ و تندی انتشار موج عرضی در آن $240 m/s$ باشد:

الف) بسامد هماهنگ چهارم آن چند هرتز است؟
ب) شکل موج حاصل در هماهنگ چهارم تار را رسم کنید.
(ریاضی خرداد ۱۴۰۱)

۳۳) مطابق شکل، پرتو نور تک رنگی از هوا وارد شیشه به ضریب شکست $1/5$ می شود:



الف) کدام یک پرتوهای A تا D، می تواند مسیر داخل شیشه را به درستی نشان دهد؟
ب) اگر زاویه ای که پرتو نور تک رنگ با سطح شیشه می سازد 50° درجه باشد، زاویه بازتاب چه قدر است؟
پ) تندی انتشار نور در شیشه چند متر بر ثانیه است؟
(تندی نور در هوا را $3 \times 10^8 m/s$ در نظر بگیرید)
(ریاضی شهریور ۱۴۰۱)

(۳۴) در طنابی با دو انتهای ثابت، موج ایستاده ای با ۵ گره تشکیل شده است. اگر طول موج ۲۰ سانتی متر و سرعت انتشار موج در طناب m/s ۳۰۰ باشد:

الف) وضعیت نوسانی طناب را رسم کنید؟

ب) طول طناب چند سانتی متر است؟

پ) بسامد اصلی این طناب چند هرتز است؟

(ریاضی شهریور ۱۴۰۱)

(۳۵) پرتو نوری با طول موج $0.6 \mu m$ با زاویه تابش 37° درجه از هوا وارد محیط شفاف می شود. اگر زاویه شکست در محیط دوم 30° درجه باشد، طول موج پرتو نور در محیط شفاف چند میکرومتر است؟

($\sin 30^\circ = 0.5$ و $\sin 37^\circ = 0.6$)

(ریاضی دی ۱۴۰۱)

(۳۶) شکل زیر تصویری از اسباب آزمایشی را نشان می دهند که در آن تار به طول ۴۰ سانتی متر کشیده شده است. این تار از یک سر به یک مولد نوسان و از سر دیگر به گیره ای متصل است و در آن دو شکم دیده می شود:

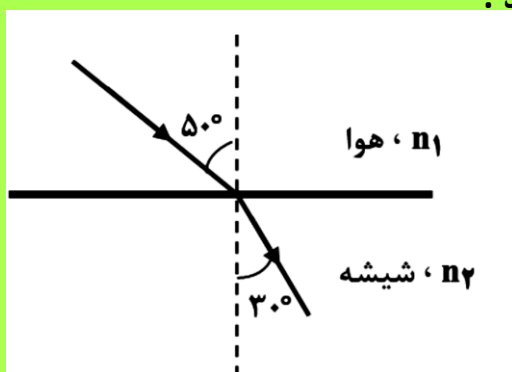


الف) اگر تار تحت نیروی کشش 400 N قرار گیرد و چگالی خطی جرم آن 0.1 kg/m باشد تندی انتشار موج عرضی در تار چند متربر ثانیه است؟

ب) این شکل هماهنگ چندم تار را نشان می دهد؟

پ) بسامد اصلی این تار چند هرتز است؟

(ریاضی دی ۱۴۰۱)



(۳۷) در شکل روبه رو موج نوری فرودی از هوا وارد شیشه می شود.

بخشی از موج در سطح جدایی دو محیط باز می تابد و بخشی دیگر شکست می یابد و وارد شیشه می شود.

الف) زاویه بازتابش چند درجه است؟

ب) ضریب شکست شیشه را حساب کنید.

($n_1 = 1$ و $\sin 30^\circ = 0.5$ و $\sin 50^\circ = 0.75$)

(تجربی خرداد ۱۴۰۱)

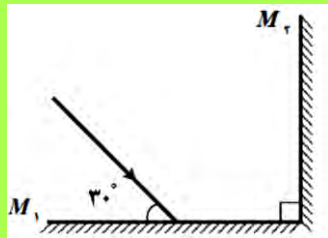
(۳۸) پرتوی نوری از هوا وارد یک محیط شفاف می شود. اگر زاویه تابش 53° باشد و زاویه شکست در محیط شفاف 37° باشد؛

الف) تندی نور در محیط شفاف چقدر است؟

ب) بسامد نور هنگام عبور از مرز دو محیط چگونه تغییر می کند؟ ($c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$)
 $(\sin 53^\circ = 0/8 \text{ و } \sin 37^\circ = 0/6)$

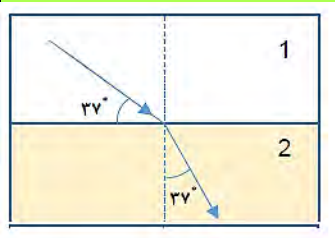
(تجربی شهریور ۱۴۰۱)

۳۹) الف) در شکل زیر مسیر پرتو نور را رسم کنید و زاویه بازتابش از آینه M_2 را حساب کنید.



ب) در شکل زیر نور از هوا وارد محیط شفاف ۲ شده است. اگر تندی نور در هوا $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ باشد،
 تندی نور در محیط ۲ چه قدر است؟ ($\sin 53^\circ = 0/8 \text{ و } \sin 37^\circ = 0/6$)

(تجربی دی ۱۴۰۱)

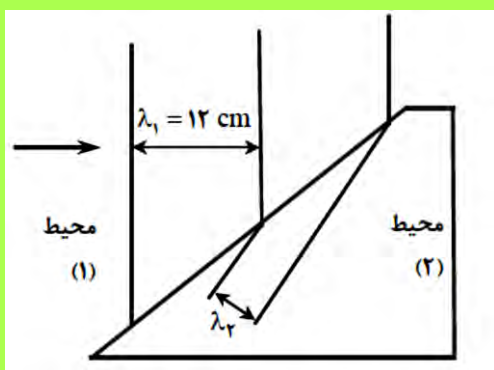


۴۰) شکل مقابل جبهه های موجی را نشان می دهد که بر مرز محیط (۱) و (۲) فرود آمده اند. اگر تندی موج عبوری در محیط (۲) $0/4$ برابر تندی موج فرودی در محیط (۱) باشد،

الف) طول موج λ_2 چند سانتی متر است؟

ب) بسامد موج عبوری در مقایسه با بسامد موج فرودی چه تغییری می کند؟

(ریاضی خرداد ۱۴۰۰)



۴۱) پرتوی نوری با زاویه تابش 30° از یک محیط شفاف وارد هوا ($n = 1$) می شود. اگر زاویه شکست 60° باشد، ضریب شکست محیط شفاف چقدر است؟

$$(\sin 30^\circ = \frac{1}{2} \text{ و } \sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2})$$

(ریاضی خرداد ۱۴۰۰)

۴۲) شکل زیر، موج ایستاده ای را نشان می دهد که در یک تار دو سر بسته تشکیل شده است. اگر تندی انتشار موج در تار 270 m/s و طول موج حاصل $0/6 \text{ m}$ باشد؛



الف) بسامد موج حاصل چند هرتز است؟

ب) طول تار را بدست آورید.

(ریاضی شهریور ۱۴۰۰)

(۴۳) پرتو نوری با زاویه تابش 30° از شیشه وارد محیط شفاف دیگری می شود. اگر تندی نور در شیشه $2 \times 10^8 \text{ m/s}$ و زاویه شکست این پرتو در محیط دوم برابر با 45° باشد، تندی نور در محیط دوم چقدر است؟

$$(\sin 30^\circ = \frac{1}{2} \text{ و } \sin 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2})$$

(ریاضی دی ۱۴۰۰)

(۴۴) در یک تار دو سر بسته به طول 60 cm ، موج ایستاده ای تشکیل شده است. اگر تندی انتشار موج در تار 240 m/s باشد و هماهنگ سوم در تار اجرا شود:

الف) بسامد موج حاصل چند هرتز است؟

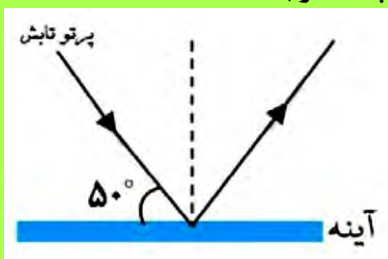
ب) شکل موج حاصل در تار را رسم کنید.

(ریاضی دی ۱۴۰۰)

(۴۵) در آینه تخت شکل روبه رو، مقدار زاویه تابش و زاویه بازتابش آینه، چند درجه

است؟

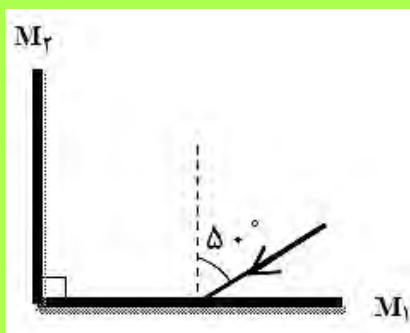
(تجربی خرداد ۱۴۰۰)



(۴۶) ضریب شکست یک نوع شیشه $\frac{3}{2}$ است. تندی انتشار نور در این محیط چند متر بر ثانیه است؟

$$(c = 3 \times 10^8 \text{ m/s})$$

(تجربی شهریور ۱۴۰۰)



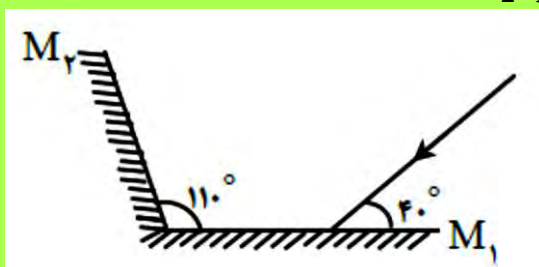
(۴۷) شکل زیر را به پاسخنامه انتقال دهید سپس پرتوهای بازتابیده نور از آینه های M_1 و M_2 را رسم کنید و مقدار زاویه های تابش و بازتابش آینه M_2 را بنویسید.

(تجربی دی ۱۴۰۰)

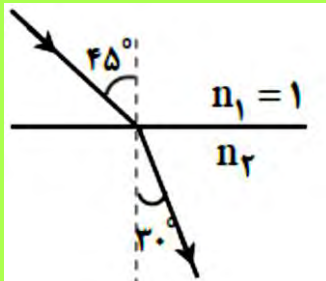
(۴۸) در شکل مقابل، پرتوهای بازتابیده از آینه های تخت M_1 و M_2

را رسم کنید و زاویه بازتاب آینه M_2 را تعیین کنید.

(ریاضی خرداد ۹۹)



(۴۹) در یک تار دو سر بسته ، بسامد هماهنگ های سوم و چهارم به ترتیب 270 Hz و 360 Hz است.
 الف) بسامد اصلی و بسامد تشدیدی پس از 450 Hz هر کدام چند هرتز هستند ؟
 ب) اگر تندی انتشار موج عرضی در 180 m/s باشد ، طول تار چند متر است ؟
 (ریاضی خرداد ۹۹)



(۵۰) مطابق شکل ، پرتو نوری از هوا وارد محیط شفاف می شود.
 الف) ضریب شکست محیط شفاف چقدر است ؟
 ب) تندی نور را در محیط شفاف حساب کنید.
 $(c = 3 \times 10^8\text{ m/s})$
 (ریاضی شهریور ۹۹)

(۵۱) در یک تار دو سر بسته به طول 8 m موج ایستاده به گونه ای تشکیل می شود که ۵ گره در طول تار بوجود می آید. اگر تندی انتشار موج در تار 120 m/s باشد،
 الف) شماره هماهنگ را تعیین کنید و شکل تار را در این حالت رسم کنید.
 ب) بسامد موج حاصل چند هرتز است ؟
 (ریاضی شهریور ۹۹)

(۵۲) شخصی در فاصله ۴۸۰ متری از یک دیوار بلند و قائم ایستاده و فریادی رو به آن می زند . شخص پژواک صدای خود را پس از ۳ ثانیه می شنود . تندی صوت در هوا چقدر است ؟
 (ریاضی دی ۹۹)

(۵۳) شکل زیر ، موج ایستاده ای را نشان می دهد که در یک تار دو سر بسته به طول 60 cm تشکیل شده است اگر تندی انتشار موج در تار 240 m/s باشد:
 الف) بسامد موج حاصل چند هرتز است ؟
 ب) طول موج حاصل را بدست آورید.
 (ریاضی دی ۹۹)



(۵۴) شخصی میان دو صخره قائم قرار دارد. فاصله شخص از صخره نزدیکتر 340 متر است. شخص فریاد می زند و اولین پژواک صدای خود را پس از ۲ ثانیه و صدای پژواک دوم را یک ثانیه بعد از پژواک اول می شنود. فاصله بین دو صخره چند متر است؟
 (تجربی خرداد ۹۹)

(۵۵) دانش آموزی رو به صخره قائمی در فاصله ۲۰۴ متری از صخره ایستاده است و فریاد می زند. اولین پژواک صدای خود را چند ثانیه بعد از فریاد می شنود؟
 (سرعت صوت در هوا 340 m/s فرض شود)
 (تجربی شهریور ۹۹)

(۵۶) اگر بسامد اصلی یک تار ویولن به طول 80 cm برابر با 200 Hz باشد، تندی موج در تار را بدست آورید. (ریاضی خرداد ۹۸)
(۵۷) پرتو نوری از درون شیشه با زاویه تابش 30° وارد محیط شفاف دیگری می شود. اگر زاویه شکست این پرتو در محیط دوم برابر با 45° و تندی نور در شیشه $2 \times 10^8\text{ m/s}$ باشد، تندی نور در محیط دوم چقدر است؟ ($\sin 30^\circ = \frac{1}{2}$ و $\sin 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}$) (ریاضی شهریور ۹۸)
(۵۸) در طنابی با دو انتهای ثابت، موج ایستاده ای با چهار گره ایجاد شده است. تندی انتشار موج در طناب 240 m/s و فاصله دو گره متوالی 10 cm است. الف) وضعیت نوسانی طناب را رسم کنید. ب) طول طناب چند سانتی متر است؟ پ) بسامد نوسان ها چقدر است؟ (ریاضی شهریور ۹۸)
(۵۹) طول یک تار مرتعش با دو انتهای ثابت 80 cm بوده و در طول آن ۴ گره تشکیل شده است. اگر بسامد ایجاد شده در تار 450 هرتز باشد؛ الف) تندی انتشار موج عرضی در تار را حساب کنید. ب) طول موج ایجاد شده در تار چقدر است؟ (ریاضی دی ۹۸)
(۶۰) طول موج نور قرمز لیزر در هوا حدود 630 nm و در محیط شیشه حدود 420 nm است. تندی این نور در شیشه را محاسبه کنید. (تندی نور در هوا $3 \times 10^8\text{ m/s}$ فرض شود). (تجربی خرداد ۹۸)
(۶۱) اگر طول موج یک موج صوتی در هوا برابر 0.5 m باشد؛ (تندی صوت در هوا تقریباً 335 m/s فرض شود) الف) بسامد این صوت چند هرتز است؟ ب) طول موج این موج صوتی در آب $2/2\text{ m}$ است. تندی انتشار صوت در آب چند متر بر ثانیه است؟ (تجربی شهریور ۹۸)
(۶۲) دانش آموزی رو به صخره قائمی در فاصله 225 m از صخره ایستاده است و فریاد می زند. اولین پژواک صدای خود را چند ثانیه بعد از فریاد می شنود؟ (سرعت صوت در هوا 340 m/s فرض شود) (تجربی دی ۹۸)

(۶۳) یک پرتو نور تحت زاویه 45° از هوا وارد محیط شفاف می شود. اگر زاویه شکست در محیط شفاف 37° باشد ضریب شکست محیط شفاف چقدر است؟ ضریب شکست هوا را برابر ۱ فرض کنید.
 $(\sin 45^\circ = 0/7$ و $\sin 37^\circ = 0/6)$
 (ریاضی دی ۹۷)

(۶۴) در طنابی با دو انتهای ثابت موج ایستاده ای با چهار گره تشکیل شده است. تندی انتشار موج در طناب 120 m/s و فاصله دو گره متوالی 12 cm است.
 الف) وضعیت نوسانی طناب را رسم کنید.
 ب) طول طناب چند سانتی متر است؟
 پ) بسامد نوسان ها چقدر است؟
 (ریاضی دی ۹۷)

(۶۵) طول موج نور قرمز لیزر هلیوم - نئون در هوا حدود 633 nm و در زجاجیه چشم 474 nm است. ضریب شکست زجاجیه برای این نور چقدر است؟ (ضریب شکست هوا ، یک فرض شود)
 (تجربی دی ۹۷)

پاسخنامه

ص ۹۲ و ۹۹ و ۱۰۲ و ۱۰۵

(الف) d (ب) e (پ) a (ت) b

ص ۹۳ و ۱۰۲ و ۱۰۳

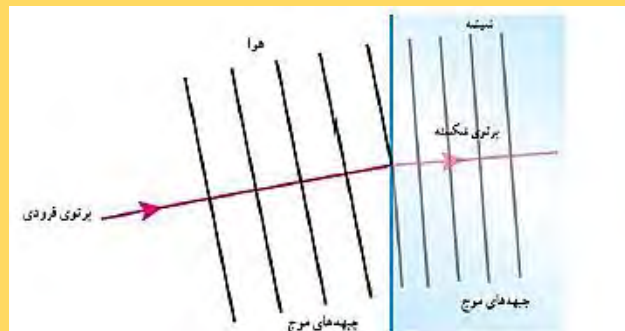
(الف) بازتاب (ب) پراش (پ) سازنده

ب-۱) برابر هستند

(الف) آبی

پ) ۱۷ سانتی متر

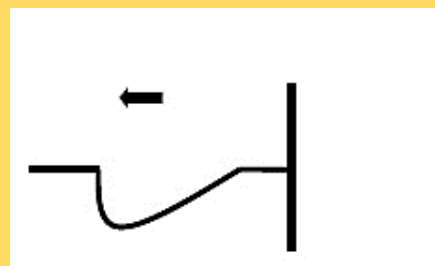
ب-۲)



ص ۹۶ و ۱۰۰ و ۱۰۲ و ۱۱۲

(الف) آنتن های بشقابی ، اجاق های خورشیدی

(ب)



ص ۷۷ و ۸۰

(۵) الف) اگر صوت پس از بازتاب با تاخیر زمانی به گوش شنونده ای برسد که صوت اولیه را مستقیماً می شنود به چنین بازتابی پژواک می گویند. (ب) وقتی باریکه نور سفید به وجهی از یک منشور می تابد، هنگام عبور از منشور به رنگهای مختلفی تجزیه (پاشیده) می شود. ص ۷۸ و ص ۸۷	(۶) الف) زیرا ضریب شکست منشور برای طول موجهای مختلف متفاوت است در نتیجه انحراف آنها هنگام عبور از منشور برابر نیست. (ب) دستگاه سونار کشتی ها یا تندی شارش خون در رگ ها و یا در سونوگرافی ص ۸۷ و ص ۷۹
(۷) الف) اگر صوت پس از بازتاب، با یک تأخیر زمانی به گوش شنونده ای برسد که صوت اولیه را مستقیماً می شنود، به چنین بازتابی پژواک می گویند. (ب) به پدیده ای که موج در عبور از شکاف با پهنایی از مرتبه طول موج به اطراف گسترده می شود، پراش می گویند. ص ۹۲ و ص ۱۰	(۸) الف) گزینه ۳ (ب) گزینه ۲ ص ۱۰۴ و ۱۱۱ و ۱۱۳
(۹) الف) قانون بازتاب عمومی (ب) شکست موج (پ) کاهش می یابد (ت) ۰/۱ ثانیه (ث) از مرتبه طول موج ص ۹۱ و ۹۵ و ۱۰۲	(۱۰) الف) (۱) در لحظه تداخل (۲) بعد از تداخل (ب) نوار روشن : تداخل سازنده ، نوار تاریک : تداخل ویرانگر ص ۱۰۲ و ۱۰۴
(۱۱) الف) پژواکی (ب) هموار (صیقلی) (پ) طناب (فتر ، سیم یا) (ت) کاهش (ث) خلأ ص ۹۰ و ۹۲ و ۹۴ و ۹۵ و ۹۷	(۱۲) الف) طبق رابطه $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2}$ ، چون سینوس زاویه تابش از سینوس زاویه شکست بزرگتر است، تندی انتشار نور در محیط اول بیشتر است. (ب) محیط اول (پ) بسامد موج در محیطهای اول و دوم برابر است. بسامد موج به محیط انتشار موج بستگی ندارد. ص ۸۳
(۱۳) الف) درست (ب) نادرست ص ۶۲ و ص ۸۱	(۱۴) طول موج کاهش می یابد ، بسامد ثابت می ماند و تندی انتشار کاهش می یابد. ص ۱۱۲
(۱۵) الف) بیشتر می شود (ب) کمتر می شود ص ۱۱۳	(۱۶) الف) (د) (ب) (ن) (پ) (ن) (ت) (د) ص ۹۷ و ۹۵ و ۱۰۲ و ۱۱۰
(۱۷) الف) آن بخش از جبهه موج که زودتر به ناحیه کم عمق می رسد ، تندی و طول موج اش کمتر شده و موج که هنوز وارد این ناحیه نشده ، عقب می افتد . پس جبهه های موج در مرز دو ناحیه تغییر جهت می دهند .	

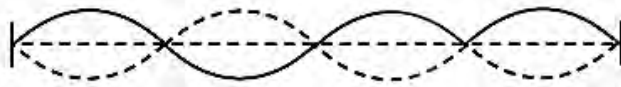
(ب) وقتی موج در عبور از یک شکاف با پهنایی از مرتبه طول موج ، به اطراف گسترده می شود ، پراش رخ می دهد. ص ۹۵ و ۱۰۲	۱۸) پرتو (۲) ، چون طول موج نور قرمز بیشتر از طول موج نور آبی است ، بنابراین ضریب شکست پرتو قرمز کمتر است و کمتر منحرف می شود . ص ۸۷
۱۹) ضریب شکست محیط (منشور) برای طول موج های مختلف نور، متفاوت است. ص ۸۷	۲۰) شکل (۲) ، طبق رابطه $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}$ ، چون ضریب شکست محیط دوم بیشتر است، تندی انتشار کمتر و زاویه شکست از زاویه تابش کوچکتر می شود . ص ۸۶
۲۱) الف) ثابت ب) افزایش پ) افزایش ص ۸۲	۲۲) الف) ۰/۱ ثانیه ب) کاهش می یابند پ) تداخل امواج الکترومغناطیسی (یا تشکیل امواج ایستاده) ت) بله ص ۴۵
۲۳) الف) پراش ، اندازه شکاف از مرتبه طول موج باشد ب) تداخل ویرانگر ، تاریک پ) آبی، قرمز ص ۱۰۰ و ۱۰۲ و ۱۰۴	۲۴) الف) مکان یابی پژواکی ب) منظم (آینه ای) پ) بیشتر می شود ت) طول موج ص ۹۲ و ۹۴ و ۱۰۰ و ۱۰۲
۲۵) الف) بازتاب ب) است پ) شکست ت) کمتر ث) پاشندگی ج) طول موج ص ۹۱ و ۹۲ و ۹۵ و ۱۰۰ و ۱۰۲	۲۶) بر اساس تداخل امواج الکترومغناطیسی (یا تشکیل امواج ایستاده) محل گره ها که دامنه نوسان صفر است و غذا گرم نمی شود. ص ۱۱۰
۲۷) الف) جبهه موج ب) مکان - تندی پ) کاهش ص ۶۳ و ۷۹ و ۸۶	۲۸) سبز، هر چه ضریب شکست نور بیشتر باشد نور بیشتر خم می شود. ص ۸۷
۲۹) پرتو ۲ ، طبق رابطه $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2}$ ، چون تندی انتشار نور در محیط (۲) کمتر است پس زاویه شکست از زاویه تابش کوچکتر می شود. ص ۸۵	۳۰) الف) بازتاب ب) تصویر ایجاد شده در عینک یا میکروسکوپ یا پ) پراش ت) تداخل ص ۹۴ و ۹۶ و ۱۰۲ و ۱۰۴
۳۱) الف) کاهش ب) $\frac{\sin \theta_r}{\sin \theta_i} = \frac{v_r}{v_i} \quad \frac{+ / 8}{+ / 6} = \frac{v_r}{v_i} \quad \frac{v_r}{v_i} = \frac{4}{3}$ ص ۹۶	

(۳۲)

$$f = \frac{nv}{2L}$$

$$f = \frac{4 \times 240}{2 \times 1/2} = 400 \text{ Hz}$$

(الف)



(ب)

ص ۱۱۳

(۳۳)

$$90 - 50 = 40$$

$$\theta_i = \theta_r = 40^\circ \quad (\text{ب})$$

(الف) c

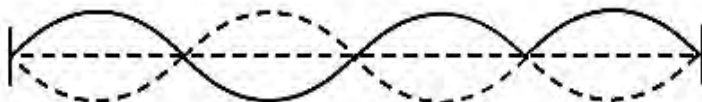
$$n = \frac{c}{v} \rightarrow v = 2 \times 10^8 \frac{m}{s}$$

(پ)

ص ۹۱ و ۹۷ و ۱۱۱

(۳۴)

(الف)



$$L = n \frac{\lambda}{2} = 40 \text{ cm}$$

(ب)

$$f = \frac{nv}{2L} = 375 \text{ Hz}$$

(پ)

ص ۱۰۷

(۳۵)

$$\frac{\sin \theta_r}{\sin \theta_i} = \frac{v_r}{v_i} = \frac{\lambda_r}{\lambda_i} \Rightarrow \frac{\sin 30^\circ}{\sin 45^\circ} = \frac{\lambda_r}{40} \Rightarrow \frac{1/2}{1/\sqrt{2}} = \frac{\lambda_r}{40} \Rightarrow \lambda_r = 40 \mu\text{m}$$

ص ۹۶

(۳۶)

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{400}{0.01}} \Rightarrow v = 200 \frac{m}{s}$$

(الف)

(ب) دوم

$$f_r = 2 \frac{v}{2L} \Rightarrow f_r = \frac{200}{0.4} = 500 \text{ Hz}$$

(پ)

ص ۷۳ و ۱۰۷

(۳۷)

(الف) ۵۰ درجه

ص ۷۷

(ب) ص ۸۵

$$\frac{\sin \theta_r}{\sin \theta_i} = \frac{n_i}{n_r}$$

$$\frac{\sin 30^\circ}{\sin 50^\circ} = \frac{1}{n_r}$$

$$\frac{1/2}{1/\sqrt{2}} = \frac{1}{n_r}$$

$$n_r = 1/\sqrt{2}$$

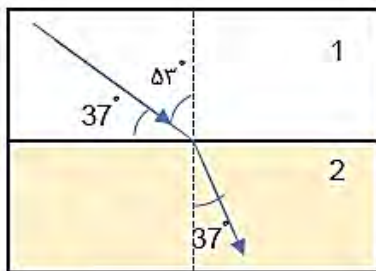
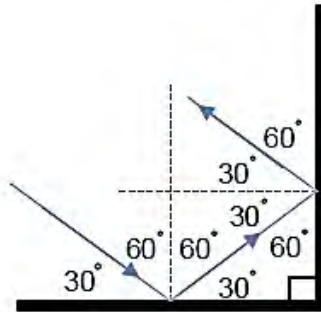
(۳۸)

$$\frac{\sin \theta_r}{\sin \theta_1} = \frac{v_r}{v_1} \quad \frac{\sin 37^\circ}{\sin 53^\circ} = \frac{v_r}{3 \times 10^8} \quad \frac{0.6}{0.8} = \frac{v_r}{3 \times 10^8} \quad v_r = 2.25 \times 10^8 \text{ m/s} \quad \text{الف)}$$

ب) تغییر نمی‌کند.

ص ۸۲ و ۸۳

(۳۹) الف)



$$\frac{\sin \theta_r}{\sin \theta_1} = \frac{v_r}{v_1} \quad \frac{\sin 37^\circ}{\sin 53^\circ} = \frac{v_r}{3 \times 10^8} \quad v_r = 2.25 \times 10^8 \text{ m/s} \quad \text{ب)}$$

ص ۹۳ و ۸۵

(۴۰)

$$\frac{v_r}{v_1} = \frac{\lambda_r}{\lambda_1} \quad \frac{0.4 v_1}{v_1} = \frac{\lambda_r}{12} \quad \lambda_r = 4.8 \text{ cm} \quad \text{الف)}$$

ص ۱۱۱ و ۱۱۲

ب) ثابت می‌ماند.

(۴۱)

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \quad n_1 \times \sin 30^\circ = 1 \times \sin 60^\circ \quad n_1 \times \frac{1}{2} = 1 \times \frac{\sqrt{3}}{2} \quad n_1 = \sqrt{3}$$

ص ۹۸

(۴۲)

$$f = \frac{v}{\lambda} \quad f = \frac{270}{0.6} = 450 \text{ Hz} \quad \text{الف)}$$

$$L = 3 \frac{\lambda}{2} \quad L = 3 \times 0.3 = 0.9 \text{ m} \quad \text{ب)}$$

ص ۱۰۷

(۴۳)

$$\frac{\sin \theta_r}{\sin \theta_i} = \frac{v_r}{v_i} \quad \frac{\frac{\sqrt{2}}{2}}{\frac{1}{2}} = \frac{v_r}{2 \times 10^8} \quad v_r = 2\sqrt{2} \times 10^8 \text{ m/s}$$

ص ۹۶

(۴۴)

(الف)

$$f = \frac{nv}{\lambda L}$$

$$f = \frac{3 \times 240}{2 \times 0.6} = 600 \text{ Hz}$$

(ب)



ص ۱۱۳

(۴۵)

$$\theta_i = \theta_r = 40^\circ$$

ص ۷۷

(۴۶)

$$n = \frac{c}{v}$$

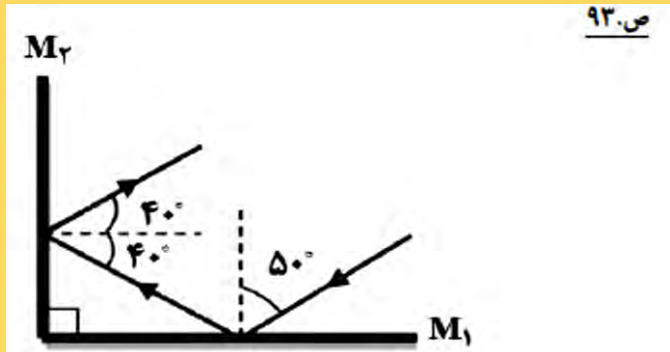
$$\frac{3}{2} = \frac{3 \times 10^8}{v}$$

$$v = 2 \times 10^8 \text{ m/s}$$

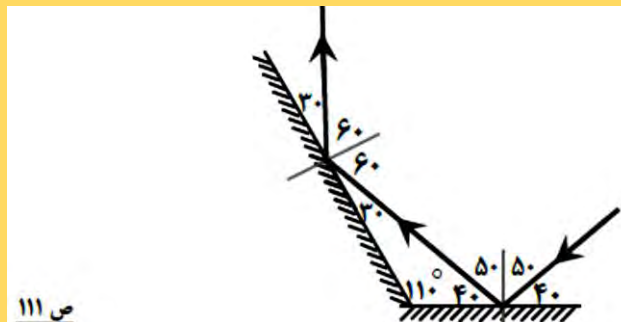
ص ۸۴

(۴۷)

ص ۹۳



(۴۸)



ص ۱۱۱

(۴۹)

$$f_{n+1} - f_n = f_1$$

$$f_1 = 260 - 270 = 90 \text{ Hz}$$

$$f_2 = 6f_1 = 540 \text{ Hz}$$

(الف)

$$f = \frac{nv}{\lambda L}$$

$$90 = \frac{1 \times 180}{\lambda L}$$

$$L = 1 \text{ m}$$

(ب)

ص ۱۱۴

(۵۰)

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

$$1 \times \frac{\sqrt{2}}{2} = n_2 \times \frac{1}{2}$$

$$n_2 = \sqrt{2}$$

(الف)

ص ۹۶ و ۹۸

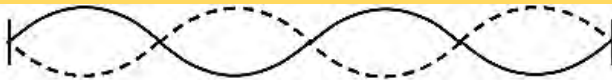
$$\frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} = \frac{v_2}{v_1}$$

$$\frac{\frac{1}{2}}{\frac{\sqrt{2}}{2}} = \frac{v_2}{2 \times 10^8}$$

$$v_2 = \frac{2\sqrt{2}}{2} \times 10^8 \text{ m/s}$$

(ب)

(۵۱)



(الف) چهارم

ص ۱۱۳

$$f = \frac{nv}{2L}$$

$$f = \frac{4 \times 120}{2 \times 0.18} = 1333 \text{ Hz}$$

(ب)

(۵۲)

$$2\Delta x = vt$$

$$2 \times 480 = v \times 3$$

$$v = 320 \text{ m/s}$$

ص ۱۱۱

(۵۳)

$$f = \frac{nv}{2L}$$

$$f = \frac{3 \times 240}{2 \times 0.16} = 2250 \text{ Hz}$$

(الف)

ص ۱۱۳

$$L = n \frac{\lambda}{2}$$

$$\lambda = \frac{2 \times 60}{3} = 40 \text{ cm}$$

(ب)

(۵۴)

$$v = \frac{x}{t} = \frac{240}{1}$$

$$v = \frac{2x'}{2t'}$$

$$\frac{240}{1} = \frac{2x'}{2}$$

$$x' = 510 \text{ m}$$

$$L = 510 + 340 = 850 \text{ m}$$

ص ۹۳

(۵۵)

$$t = \frac{2L}{v}$$

$$t = \frac{2 \times 204}{340} = 1.2 \text{ s}$$

ص ۷۹

(۵۶)

$$f = \frac{nv}{2L}$$

$$2250 = \frac{1 \times v}{2 \times 0.18}$$

$$v = 320 \text{ m/s}$$

ص ۱۰۷

(۵۷)

ص ۹۶

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

$$\frac{\frac{\sqrt{2}}{2}}{\frac{1}{2}} = \frac{v_2}{2 \times 10^8}$$

$$v_2 = 2\sqrt{2} \times 10^8 \text{ m/s}$$

(۵۸)

(الف)
(ب)

$$n = 3$$

$$L = n \frac{\lambda}{2}$$

$$L = 3 \times 10 = 30 \text{ cm}$$

$$f = \frac{nv}{2L}$$

$$f = \frac{3 \times 240}{2 \times 0.3} = 1200 \text{ Hz}$$

(پ)

ص ۱۰۷

(۵۹)

(الف)

$$n = 3$$

$$f_n = \frac{nv}{2L}$$

$$450 = \frac{3v}{2 \times 0.18} \rightarrow v = 240 \text{ m/s}$$

(ب)

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

$$\lambda = \frac{240}{450} = 0.53 \text{ m}$$

ص ۱۰۷

(۶۰)

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

$$\frac{3 \times 10^8}{v_2} = \frac{620}{420}$$

$$v_2 = 2 \times 10^8 \text{ m/s}$$

ص ۸۵

(۶۱)

(الف) ص ۹۴

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

$$f = \frac{335}{0.5}$$

$$f = 670 \text{ Hz}$$

(ب) ص ۹۴

$$\frac{v_1}{\lambda_1} = \frac{v_2}{\lambda_2}$$

$$\frac{335}{0.5} = \frac{v_2}{2/2}$$

$$v_2 = 1474 \text{ m/s}$$

(۶۲)

$$t = \frac{2L}{v}$$

$$t = \frac{2 \times 255}{340} = 1/5 \text{ s}$$

ص ۹۳

(۶۳)

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\frac{0.7}{0.6} = \frac{n_2}{1}$$

$$n_2 = \frac{7}{6}$$

ص ۹۸

(۶۴)

(الف)



$$n = 4 - 1 = 3$$

$$L = n \frac{\lambda}{2}$$

$$L = 3 \times 12 = 36 \text{ cm}$$

(ب)

ص ۱۰۶

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

$$f = \frac{120}{0.24} = 500 \text{ Hz}$$

(پ)

(۶۵)

$$\frac{n'}{n} = \frac{\lambda}{\lambda'}$$

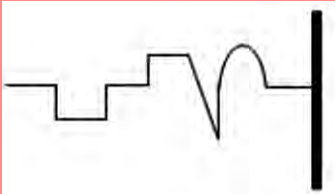
$$\frac{n'}{1} = \frac{623nm}{474nm}$$

$$n' = 1/33$$

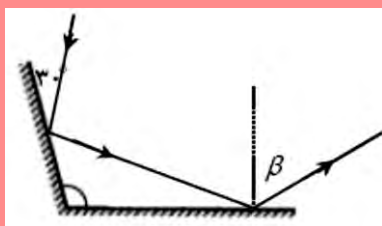
ص ۹۴

تمرین

- (۱) یک تپ عرضی مطابق شکل زیر در یک طناب در حال پیشروی است. تپ بازتاب آن را از انتهای ثابت طناب رسم کنید.

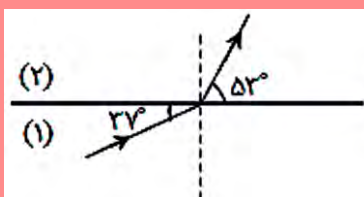


- (۲) در شکل زیر اگر امتداد پرتو تابش از روی آینه (۱) با امتداد پرتو بازتاب از روی آینه (۲) زاویه 160° درجه بسازد چند درجه است؟



- (۳) اگر تندی صوت در هوا 340 m/s باشد، حداقل فاصله یک شخص تا صخره بزرگ مقابلش چند متر باشد تا پژواک صدای خود را تشخیص دهد؟

- (۴) مطابق شکل پرتو موجی از محیط (۱) وارد محیط (۲) می شود. تندی انتشار موج در محیط (۱) چند برابر تندی انتشار موج در محیط (۲) است؟ $\sin 53 = 0.8$



(۵) پرتوی تحت زاویه ۴۵ درجه بر سطح محیطی تابیده، وارد آن می شود. اگر پرتو ۱۵ درجه از مسیر خود منحرف شود ضریب شکست محیط کدام است؟
(۶) در طنابی با دو انتهای ثابت، موج ایستاده ای با چهار گره ایجاد شده است. تندی انتشار موج در طناب ۲۴۰ متر بر ثانیه و فاصله دو گره متوالی ۱۰ سانتی متر است. الف) وضعیت نوسانی طناب را رسم کنید. ب) طول طناب چند سانتی متر است؟ پ) بسامد نوسان ها چقدر است؟
(۷) در یک تار مرتعش، موج ایستاده ایجاد شده است. اگر بسامد این موج ۴۰۰ هرتز و سرعت انتشار موج در تار ۱۶۰ متر بر ثانیه باشد، فاصله بین دو گره متوالی در این تار چند سانتی متر است؟
(۸) جرم یک سیم پیاپی به طول ۴۰ سانتی متر برابر ۸ گرم و نیروی کشش آن ۲۸۸ نیوتون است. این سیم به گونه ای به نوسان در می آید که بسامد صوتی که ایجاد می شود، برابر ۴۵۰ هرتز باشد. تعداد گره ها را حساب کنید.
(۹) اختلاف بسامد دو هماهنگ متوالی یک تار مرتعش با دو انتهای ثابت، ۲۵۰ هرتز است. از این دو هماهنگ، آن که بسامد کمتری دارد، ۳ گره در طول تار ایجاد شده است. بسامد هماهنگ دیگر چند هرتز است؟
(۱۰) تارهای دو سر بسته A و B هم جنس هستند و قطر آن ها یکسان و طول A سه برابر طول B است. اگر در حالتی که ۵ گره در A و ۳ گره در B تشکیل می شود، بسامد ارتعاش تارها مساوی باشد، نیروی کشش تار A چند برابر نیروی کشش تار B است؟
(۱۱) وقتی گالن آبی را خالی می کنیم، با خالی شدن آب صدای گلوپ گلوپی را می شنویم. موقع خالی شدن گالن بسامد صدا می یابد و کیفیت صدا می شود. (۱) افزایش-بم تر (۲) افزایش-زیرتر (۳) کاهش-بم تر (۴) کاهش-زیرتر

معرفی درس

در دهه های پایانی قرن نوزدهم، پدیده هایی مشاهده و آزمایش هایی انجام شد که تبیین کامل و درست آنها با نظریه های فیزیک کلاسیک ممکن نبود و سبب تغییرات بنیادی در دیدگاه فیزیک دانان نسبت به توضیح رفتار برخی از پدیده های فیزیکی شد. به طوری که در سه دهه آغازین قرن بیستم، نتایج این تلاش ها به نظریه نسبیت خاص، نظریه نسبیت عام و نظریه کوانتومی منجر شد که امروزه به آن فیزیک جدید می گویند. اندکی پس از ظهور این نظریه ها، شاخه های دیگری مانند فیزیک هسته ای، فیزیک ذرات بنیادی و کیهان شناسی به تدریج به وجود آمدند.

بارم این فصل برای رشته ریاضی برای امتحان نهایی خرداد و شهریور و دی ماه ۳/۲۵ نمره می باشد.

بارم این فصل برای رشته تجربی برای امتحان نهایی خرداد و شهریور و دی ماه ۵ نمره می باشد.

درسنامه ۱

فیزیک مدرن: فیزیک جدید از سال ۱۹۰۰ به بعد شامل فیزیک کوانتومی و نظریه نسبیت را فیزیک مدرن می گویند. فیزیک کلاسیک: به فیزیک قدیمی و نیوتونی فیزیک کلاسیک می گویند.

نکته: اثر فوتوالکتریک نشان دهنده ی خاصیت ذره ای نور است.

نکته: آزمایش یانگ و پدیده ی پراش نشان دهنده ی خاصیت موجی نور است.

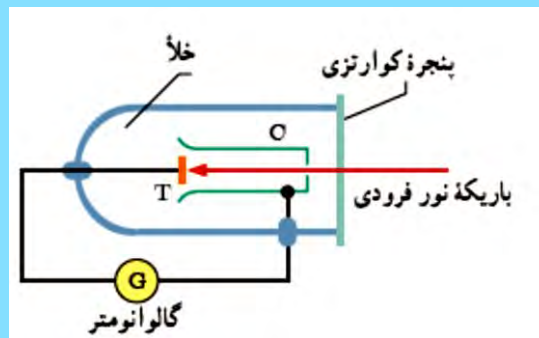
نکته: تشکیل سایه و نیم سایه نشان دهنده هندسی بودن نور است. (نور به خط راست سیر می کند)

اثر فوتوالکتریک: وقتی نوری با بسامد مناسب مانند نور فرابنفش به

سطحی فلزی بتابد الکترون هایی از آن گسیل می شوند. این پدیده ی را اثر فوتوالکتریک و الکترون های جدا شده از سطح فلز را فوتوالکتریک

می نامند:

بررسی اثر پدیده ی فوتوالکتریک: برای بررسی اثر فوتوالکتریک دستگاهی
شود:



در این دستگاه صفحه ی فلزی هدف T و جمع کننده ی فلزی C درون یک محفظه ی شیشه ای خلأ قرار دارند که از بیرون به یک گالوانومتر (آمپرسنج حساس) متصل شده اند. نور تکفام (تک بسامد) که بسامد آن به قدر کافی بالا است بر صفحه ی T الکترون ها را آزاد می کند. این فوتوالکتریک ها به جمع کننده ی C می رسند و در نتیجه گالوانومتر که در مدار قرار دارد جریانی را آشکار می کند. در این آزمایش به نکات زیر باید توجه کنید:

۱- با افزایش شدت این نور، گالوانومتر عدد بزرگتری را نشان می دهد.

۲- اگر بسامد نور فرودی از مقدار معینی کم تر باشد، هر چه قدر هم که شدت نور فرودی افزایش یابد پدیده ی فوتوالکتریک رخ نمی دهد و گالوانومتر عبور جریانی را نشان نمی دهد.

نکته: هر نوری نمی تواند فوتوالکتریک را ایجاد کند.

توجیه اثر فوتوالکتریک بوسیله فیزیک کلاسیک:

۱- نور یک موج الکترومغناطیسی است و میدان الکتریکی آن به الکترون ها نیروی $F = Eq$ وارد می کند و می تواند دامنه نوسانات را افزایش دهد و انرژی جنبشی آنها را زیاد کرده و از سطح فلز جدا می کند.

نتیجه : هر موج الکترو مغناطیسی با هر بسامدی می تواند سبب جدا کردن فوتو الکترون شود . که با تجربه سازگار نیست.

۲- از معادلات ماکسول در نظریه کلاسیک می توان نتیجه گرفت که با افزایش شدت نور فرودی ($I \propto E^2$) دامنه نوسانات خیلی افزایش می یابد و فوتو الکترونهای بیشتری جدا می شوند که با تجربه و واقعیت سازگار نیست.

تفسیر کوانتومی پدیده فوتو الکتریک : فوتون با انرژی زیاد به الکترون فلز برخورد می کند و با غلبه بر نیرو های مفید الکترون به فلز جدا می کند و به آن انرژی جنبشی می دهد.

مثال کوانتومی : کلاس ۱۶ دانش آموز دارد تعداد دانش آموزان کلاس همواره مضرب صحیحی از یک دانش آموز می باشد.

مقدار پایه کوانتوم

بار الکتریکی هر جسم مضرب صحیحی از بار الکترون است

مقدار پایه کوانتوم بار $1/6 \times 10^{-19} C$

اینشتین با استفاده از نظریه ی پلانک در زمینه ی تابش گرمایی، نور با بسامد f را به صورت بسته هایی از انرژی در نظر گرفت و هر بسته را یک فوتون نامید.

انرژی هر موج الکترو مغناطیسی همواره مضرب صحیحی از مقدار پایه hf می باشد . (hf انرژی یک فوتون است.)

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

$$E = nhf \quad f \text{ (Hz) بسامد} \quad \text{یعنی :}$$

تعداد فوتون ها n

طبق نظریه انیشتین وقتی نوری به سطح فلزی می تابد یک فوتون با انرژی hf ، به طور کامل توسط یک الکترون جذب می شود و انرژی خود را به الکترون می دهد، بخشی از این انرژی صرف انجام کار (W) برای جدا شدن الکترون از سطح فلز می شود و بخشی دیگر به این الکترون جدا شده انرژی جنبشی (K) می دهد.

$$hf = K + W$$

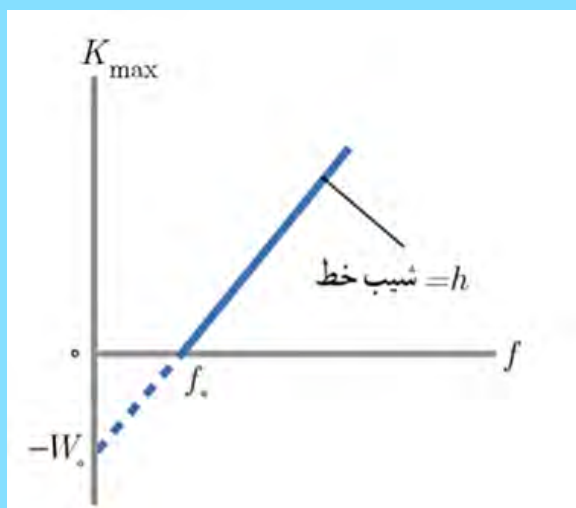
قانون پایستگی انرژی :

$$K_{max} = hf - W_0 \quad \text{انرژی جنبشی سریع ترین فوتوالکترن های گسیل شده :}$$

که W_0 تابع کار کمترین کار لازم برای جدا کردن سست ترین الکترونها از فلز می باشد و فقط به جنس فلز بستگی دارد .

$$W_0 = hf_0 = h \frac{c}{\lambda_0}$$

بسامد آستانه : کمترین بسامد نوری که می تواند بر نیروهای داخلی الکترون فلز غلبه کند و الکترون از سطح فلز جدا کند ، بسامد آستانه (بسامد قطع) می گویند و با f_0 نشان می دهند.
طول موج آستانه : بیشترین طول موج نوری که می تواند از سطح فلز الکترون جدا کند طول موج آستانه یا قطع نامیده می شود و با λ_0 نشان می دهند



نمودار بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترن ها بر حسب بسامد نور فرودی

- نکته: برای یک فلز، اثر فوتوالکتریک در بسامدهای کوچکتر از بسامد قطع رخ نمیدهد.
- نکته: برای یک فلز، اثر فوتوالکتریک در طول موجهای بزرگتر از طول موج قطع رخ نمیدهد.
- نتیجه: کمترین بسامد = بسامد قطع - بلندترین طول موج = طول موج قطع
- نکته: بسامد قطع مانند تابع کار فلز، به جنس فلز بستگی دارد.
- نکته: شیب خط نمودار انرژی جنبشی بیشینه بر حسب بسامد، برابر است با ثابت پلانک (مطابق شکل).
- نکته : عرض از مبدا این نمودار همان تابع کار فلز است. (جایی که محور عمودی را قطع می کند $-W_0$ است).
- نکته: در فیزیک اتمی یکای ژول عددی بسیار بزرگ است و به جای آن معمولاً از یکایی به نام الکترون-ولت استفاده می کنند.

الکترون-ولت: میزان انرژی ای است که در یک الکترونی که تحت اختلاف پتانسیل یک ولت قرار گرفته است ذخیره می شود. (اگر یک الکترون را درون ولتاژ یک ولت قرار دهیم، انرژی ای معادل یک الکترون-ولت در آن ذخیره می شود).

$$1 \text{ eV} = 1/6 \times 10^{-19} \text{ J} \longrightarrow 1 \text{ J} = \frac{1 \text{ eV}}{1/6 \times 10^{-19}} = 6/25 \times 10^{18} \text{ eV}$$

نکته: اگر در ثابت پلانک به جای ژول، الکترون-ولت قرار دهیم مقدار آن برابر می شود با:

$$h = 6/63 \times 10^{-34} \text{ J.s} = 6/63 \times 10^{-34} \left(\frac{1 \text{ eV}}{1/6 \times 10^{-19}} \right) \text{ s} \longrightarrow h = 4/14 \times 10^{-15} \text{ eV.s}$$

مثال ۱: در آزمایش فوتوالکتریک، نوری با طول موج λ بر سطح یک فلز می تابد و فوتوالکترونهایی با بیشینه انرژی جنبشی $4 \times 10^{-19} \text{ J}$ از سطح آن گسیل می شود. اگر تابع کار فلز برابر $2/5 \text{ eV}$ باشد طول موج λ چند نانومتر است؟

ابتدا انرژی جنبشی بیشینه را برحسب الکترون ولت محاسبه کرده و سپس طبق رابطه $K_{\max} = \frac{hc}{\lambda} - W_0$ ، طول موج λ را به دست می آوریم:

$$K_{\max} = 4 \times 10^{-19} \text{ J} = 4 \times 10^{-19} \times \frac{1}{1/6 \times 10^{-19}} \text{ eV} = 2/5 \text{ eV}$$

$$K_{\max} = \frac{hc}{\lambda} - W_0 \Rightarrow 2/5 = \frac{4 \times 10^{-15} \times 3 \times 10^8}{\lambda} - 2/5$$

$$\Rightarrow 5 = \frac{12 \times 10^{-7}}{\lambda} \Rightarrow \lambda = 2/4 \times 10^{-7} \text{ m} = 240 \text{ nm}$$

مثال ۲: تابع کار فلزی 4 eV است. می تابد. بلندترین طول موجی که سبب گسیل فوتوالکترتون از این فلز می شود چند میکرون است؟ ($c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$, $h = 4 \times 10^{-15} \text{ eV.s}$)

با استفاده از رابطه $W_0 = hf_0 = h \frac{c}{\lambda_0}$ ، بلندترین طول موجی که سبب گسیل فوتوالکترتون می شود را برحسب میکرون محاسبه می کنیم:

$$W_0 = h \frac{c}{\lambda_0} \Rightarrow 4 = 4 \times 10^{-15} \times \frac{3 \times 10^8}{\lambda_0} \Rightarrow \lambda_0 = 3 \times 10^{-7} \text{ m} = 0/3 \text{ } \mu\text{m}$$

مثال ۳: در آزمایش فوتوالکتریک، نوری با طول موج 200 nm بر سطح الکتروود فلزی می تابانیم. اگر تابع کار فلز $4/2 \text{ eV}$ باشد، بیشینه سرعت فوتوالکترتون های خارج شده از فلز چند متر بر ثانیه است؟

$$K_{\max} = hf - W_0 \Rightarrow \frac{1}{2} m v_m^2 = h \frac{c}{\lambda} - W_0$$

باید دقت کنیم که در رابطه بالا انرژی ها برحسب eV نوشته می شوند؛ باتوجه به $\frac{[J]}{[e]} = [eV]$ داریم:

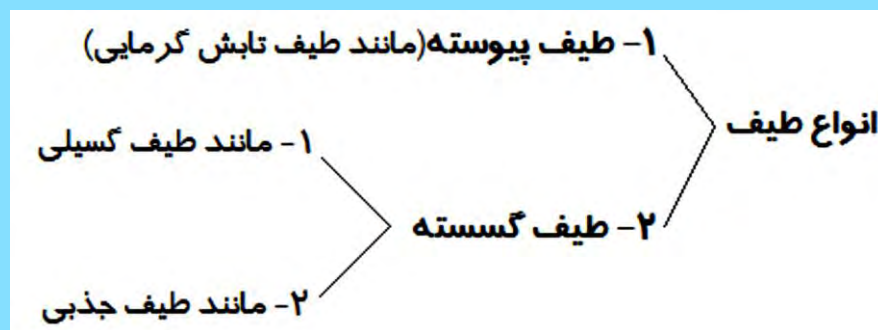
$$\frac{1}{2} \times 9 \times 10^{-31} v_m^2 = \frac{4 \times 10^{-15} \times 3 \times 10^8}{200 \times 10^{-9}} - 4/2$$

$$\Rightarrow \frac{9 \times 10^{-31} v_m^2}{2 \times 1/6 \times 10^{-19}} = 6 - 4/2 \Rightarrow v_m^2 = 64 \times 10^{10} \Rightarrow v_m = 8 \times 10^5 \text{ m/s}$$

درسنامه ۲

تابش گرمایی :

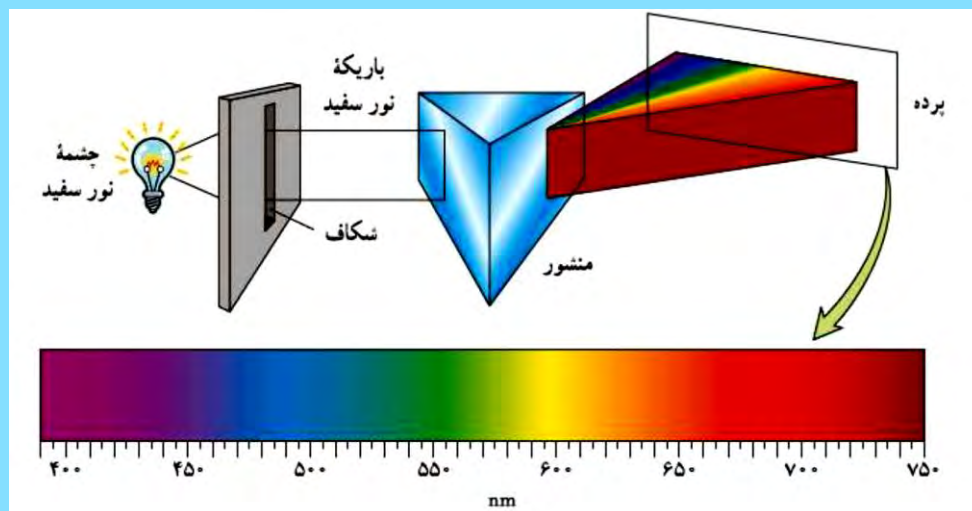
آزمایش های دقیق فیزیکی نشان می دهند که از سطح همه ی اجسام در هر دمایی موج الکترو مغناطیسی گسیل می شود که به دما و برخی خصوصیات سطح جسم بستگی دارد. در تابش گسیل شده از سطح جسم همه ی طول موج های فرو سرخ ، مرئی و فرابنفش به صورت یک طیف پیوسته وجود دارد؛ که در دمای پایین در حد دماهای اتاق این تابش در محدوده ی فرو سرخ است و قابل رویت نیست و هر چه دمای یک جسم بالا رود طول موج گسیل شده به سمت طول موج های کوتاه تر یعنی مرئی و فرا بنفش خواهد رفت. به تابش گسیل شده از سطح جسم ها تابش گرمایی می گویند.



طیف پیوسته :

برای یک جسم جامد، نظیر رشته داغ یک لامپ روشن، این امواج شامل گستره پیوسته ای از طول موج هاست. به همین دلیل طیف ایجاد شده در این شرایط را طیف گسیلی پیوسته یا به اختصار طیف پیوسته می نامند.

تشکیل طیف پیوسته توسط جسم جامد، ناشی از برهم کنش قوی بین اتم های سازنده آن است.



در شکل بالا طیف گسیلی پیوسته نور سفید از رشته داغ یک لامپ روشن در محدوده بخش مرئی گستره طول موج ۴۰۰ نانومتر (نور بنفش) تا حدود ۷۵۰ نانومتر (نور قرمز) نشان داده شده است.

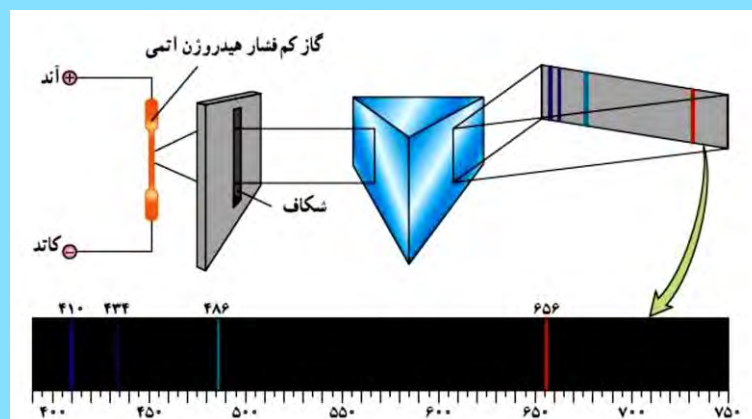
نکته ۱- تابش گرمایی طیف گسیلی پیوسته محسوب می شود.

نکته ۲- طول موج تابش گرمایی بستگی به دمای جسم دارد. به طور مثال اجسام در دماهای بالا از سطح خود نور مرئی گسیل می کنند (مانند آهن گداخته) و در دماهای معمولی اجسام در ناحیه ی فروسرخ تابش می کنند (مانند بدن انسان)

نکته ۳- تشکیل طیف پیوسته توسط جسم جامد، ناشی از برهم کنش قوی بین اتم های سازنده ی آن است.

طیف خطی

در گاز های کم فشار و رقیق، به جای طیف پیوسته، طیفی گسسته گسیل می شود که شامل طول موج های معینی است. این طیف گسسته را، معمولاً طیف گسیلی خطی یا به اختصار طیف خطی می نامند.



برای تشکیل طیف گسیلی خطی اتم های 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 می شود. دو الکترود به نام های آند و کاتد در دو طرف این لامپ قرار دارد که به ترتیب به پایانه های مثبت و منفی یک منبع تغذیه با ولتاژ بالا وصل اند. این ولتاژ بالا سبب تخلیه الکتریکی در گاز می شود و اتم های گاز درون لامپ شروع به گسیل نور می کنند. با توجه به نوع گاز درون لامپ رنگ های مختلفی را می توان مشاهده کرد. که در شکل بالا برای هیدروژن را مشاهده می کنید.

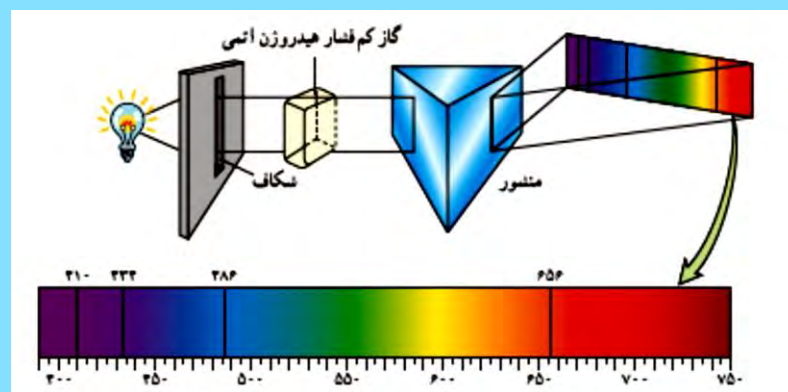
در گاز های رقیق، اتم های منفرد برهم کنش های قوی موجود در جسم جامد را ندارند. بنابراین طیف پیوسته مشاهده نمی شود. و طیف خطی دیده می شود.

نکته ۱- طیف خطی برای اتم های هر گاز منحصر به فرد هستند و سرنخ های مهمی را درباره ی نوع و ساختار اتم های آن گاز می دهند.

نکته ۲- طول موج های مرئی خاصی که اتم های نئون و جیوه گسیل می کنند به تابلوهای نئونی و لامپ های جیوه ای رنگ های مشخصی می دهند.

طیف جذبی: اگر نور سفید از داخل گاز عنصری عبور کند و سپس طیف آن تشکیل شود، در آن طیف خط های تاریکی تشکیل می شود زیرا برخی طول موج های نور سفید توسط گاز جذب شده و از طیف نور سفید حذف می گردند. به این طیف طیف جذبی گفته می شود (این طیف زمینه ی رنگی با خطوط تاریک دارد)

نحوه ی تولید طیف جذبی اتم هیدروژن: برای ایجاد این طیف باریکه ی نور سفید ابتدا از گاز کم فشار هیدروژن عبور می کند و سپس از منشور عبور داده می شود. اتم های هیدروژن در این فرایند برخی طول موج های نور سفید را جذب می کنند و به جای آن ها روی پرده خطوط تاریک مشاهده می شود:

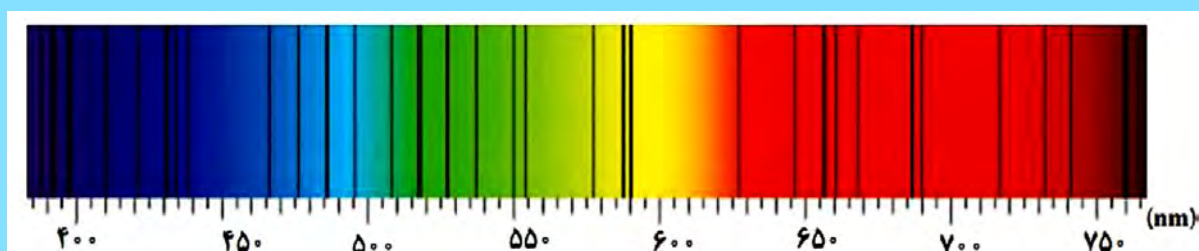


دو ویژگی مهم طیف های گسیلی و جذبی:

۱- هم در طیف گسیلی و هم در طیف جذب اتم های گازی هر عنصر، طول موج های معینی وجود دارد که از مشخصه های آن عنصر است. (یعنی طیف گسیلی و جذبی هیچ دو عنصری همانند یکدیگر نیست و از این ویژگی برای شناسایی عناصر استفاده می شود)

۲- اتم های هر گاز دقیقاً همان طول موج هایی را از نور سفید جذب می کنند که اگر دمای آن ها به اندازه ی کافی بالا رود یا به هر صورت دیگر برانگیخته شوند، آن ها را تابش می کنند.

خطوط فرانهوفر: طیف خورشید یک طیف جذبی خطی گسسته است که خط های نازک تاریکی در آن به علت جذب برخی طول موج ها توسط گازهای جو خورشید و گازهای جو زمین دیده می شود که به این خطوط تاریک خطوط فرانهوفر گفته می شود.



فرمول بالمر:

همه اطلاعات بالا از داده های تجربی بدست آمده و علت دقیق این گسسته بودن طیف خطی اتم ها مشخص نبود. بالمر، ریاضی دان سوئیسی در سال ۱۸۸۵ میلادی، از طریق داده های بدست آمده از طیف خطی هیدروژن تا آن زمان، رابطه ای را پیشنهاد داد که طول موج های طیف را محاسبه می کرد.

$$\lambda = (364.56 \text{ nm}) \frac{n^2}{n^2 - 2^2}$$

که در این فرمول n بزرگتر و مساوی ۳ است. طول موج های طیف گسیلی اتم هیدروژن در ناحیه مرئی با این فرمول به صورت زیر بدست آمد که همخوانی خوبی با طیف داشت.

$$n = 3 \rightarrow \lambda_1 = 656.28 \text{ nm} \quad (\text{خط قرمز})$$

$$n = 4 \rightarrow \lambda_2 = 486.13 \text{ nm} \quad (\text{خط آبی})$$

$$n = 5 \rightarrow \lambda_3 = 434.05 \text{ nm} \quad (\text{خط نیلی})$$

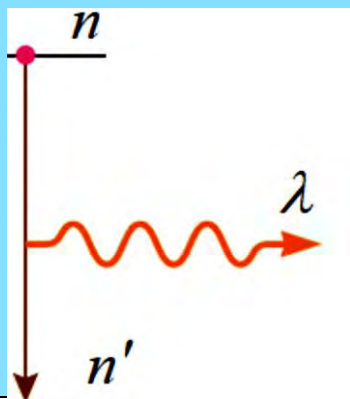
$$n = 6 \rightarrow \lambda_4 = 410.17 \text{ nm} \quad (\text{خط بنفش})$$



بالمر پیشنهاد کرد که ممکن است رشته های دیگری از خط هایی که تا آن زمان در طیف هیدروژن دیده نشده اند وجود داشته باشند.

فرمول ریدبرگ

ریدبرگ، فیزیکدان سوئدی، در راستای همین موضوع تلاش فراوانی برای کامل تر کردن طیف گسیلی خطی هیدروژن انجام داد و در سال ۱۸۸۸ میلادی فرمول بالمر را به صورت زیر اصلاح و بازنویسی کرد.



(اگر الکترون اتم هیدروژن از تراز n به تراز پایین تر n' برود فوتونی با طول موج λ آزاد می کند که از رابطه زیر بدست می آید).

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

$$R = 0.010973731 (nm)^{-1} \cong 0.011(nm)^{-1}$$

ثابت ریدبرگ

اگر در این رابطه n' را برابر ۲ بگیریم همان رابطه بالمر بدست می آید.

چندین سال پس از بالمر با پیشرفت علم و تکنولوژی امکان کشف گستره ی طول موج های دیگری در طیف گسیلی گاز هیدروژن به وجود آمد و مشخص شد که جز رشته ی بالمر رشته های دیگری در طیف گاز هیدروژن اتمی وجود دارد.

در جدول زیر نام این رشته ها به ازای مقادیر متفاوت n' آمده است.

نام طیف	تاریخ کشف	مقدار n'	رابطه ریدبرگ مربوط به رشته	مقدارهای n	ناحیه طیف
لیمان	۱۹۱۴-۱۹۰۶	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

رشته خط های طیف گسیلی هیدروژن اتمی

نکته ۱: در تمامی رشته ها طول موج بدست آمده بر حسب نانو متر است

نکته ۲: با پیشروی از رشته ی لیمان تا پفوند طول موج ها افزایش می یابد. بیشترین مقدار n می تواند بی نهایت باشد.

برای محاسبه بلندترین و کوتاه ترین طول موج یک رشته باید n را به صورت زیر انتخاب کرد.

$n = \infty$ کوتاه ترین طول موج

$n = n' + 1$ بلند ترین طول موج

نارسای فیزیک کلاسیک در توجیه طیف اتمی:

✓ فیزیک کلاسیک پیش بینی می کند که طیف گسیلی از اتم های عناصر باید پیوسته باشد. یعنی هر طول

موجی باید تابش شود ولی در عمل مشاهده می کنیم که تنها طول موج های خاصی تابش می شوند.

✓ مدل های اتمی رایج آن زمان، در خصوص اینکه چرا طول موج های معینی تابش می شوند، پاسخی نداشتند.

مثال ۴: طول موج های اولین و دومین خط های طیفی اتم هیدروژن در رشته پاشن ($n' = 3$) را بدست آورید و تعیین کنید که این خط ها در کدام گستره طول موج های الکترو مغناطیسی واقع اند.

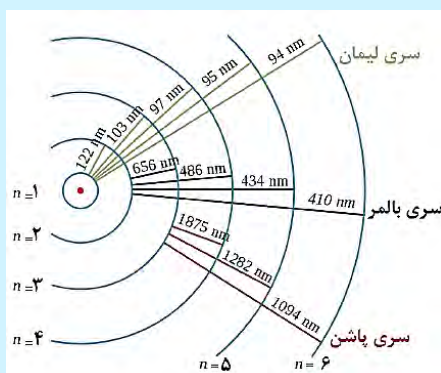
طول موج های رشته پاشن در محدوده فروسرخ قرار دارند.

$$n = 4 \rightarrow \frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) = 0.011 \times \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{4^2} \right) = \frac{77}{144000} \rightarrow$$

$$\lambda = \frac{144000}{77} \approx 1870 \text{ nm}$$

$$n = 5 \rightarrow \frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) = 0.011 \times \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{5^2} \right) = \frac{176}{225000}$$

$$\rightarrow \lambda = \frac{225000}{176} = 1276 \text{ nm}$$



همان طور که در مثال و شکل دیده می شود با افزایش شماره n طول موج ها کاهش می یابند، بنابراین بلندترین طول موج مربوط به زمانی است که الکترون به نزدیک ترین مدار برود (کوچکترین n) و کوتاه ترین طول موج مربوط به زمانی است که $n = \infty$ می شود.

مثال ۵: کوتاه ترین و بلند ترین طول موج در رشته پفوند ($n' = 5$) هیدروژن را بدست آورید.

$$\text{کوتاهترین طول موج} \rightarrow n = \infty \rightarrow \frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{\infty} \right) = \frac{R}{25} \rightarrow \lambda = 2273 \text{ nm}$$

$$\text{بلندترین طول موج} \rightarrow n = 5 + 1 = 6 \rightarrow \frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{6^2} \right) = \frac{11R}{900} \rightarrow \lambda = 7438 \text{ nm}$$

مثال ۶: در اتم هیدروژن الکترونی از تراز ۴ به تراز ۲ رفته است. الف) نام رشته چیست؟ ب) طول موج فوتون آزاد شده را بوسیله ی رابطه ی بالمر حساب کنید. پ) طول موج فوتون آزاد شده را بوسیله ی رابطه ی ریدبرگ حساب کنید.

الف) رشته بالمر است چون به تراز ۲ رفته است. ($n' = 2$).

$$\text{ب)} \quad \lambda = 364 / 56 \text{ nm} \times \left(\frac{n'^2}{n'^2 - 2^2} \right) = 364 / 56 \times \left(\frac{4^2}{4^2 - 2^2} \right) = 364 / 56 \times \left(\frac{16}{12} \right) = 486 \text{ nm}$$

$$\text{پ)} \quad \frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) = \frac{11}{10000} \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2} \right) = \frac{11}{10000} \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{16} \right) \rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{11}{10000} \left(\frac{3}{16} \right) \rightarrow \lambda = \frac{16000}{33} \approx 485 \text{ nm}$$

مثال ۷: در طیف گسیلی هیدروژن، کوتاهترین طول موج گسیلی چند نانومتر است و این گسیل مربوط به کدام رشته است؟

$$\text{این طول موج مربوط به رشته لیمان است.} \quad \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{\infty^2} \right) \Rightarrow \lambda = 100 \text{ nm}$$

مثال ۸: اختلاف طول موج دومین و سومین خط طیفی اتم هیدروژن در رشته پاشن ($n' = 3$) چند نانومتر است؟

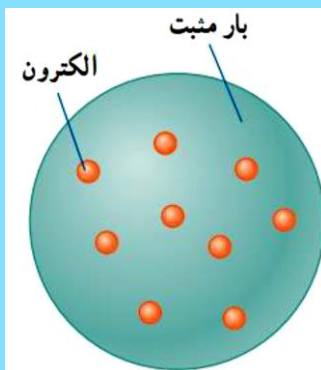
$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad n' = 3, n = 5, n = 6$$

$$\text{دومین طول موج} \quad \frac{1}{\lambda_5} = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{5^2} \right) = \frac{1}{100} \left(\frac{25 - 9}{9 \times 25} \right)$$

$$\text{سومین طول موج} \quad \frac{1}{\lambda_6} = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{6^2} \right) = \frac{1}{100} \left(\frac{36 - 9}{9 \times 36} \right)$$

$$\Delta\lambda = 100 \times 9 \left(\frac{25}{16} - \frac{36}{27} \right) = \frac{825}{4}$$

درسنامه ۳



مدل اتمی تامسون (مدل کیک کشمشی)

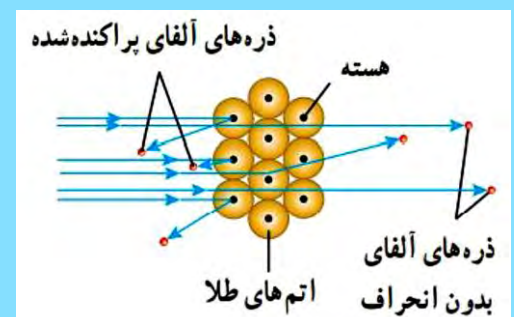
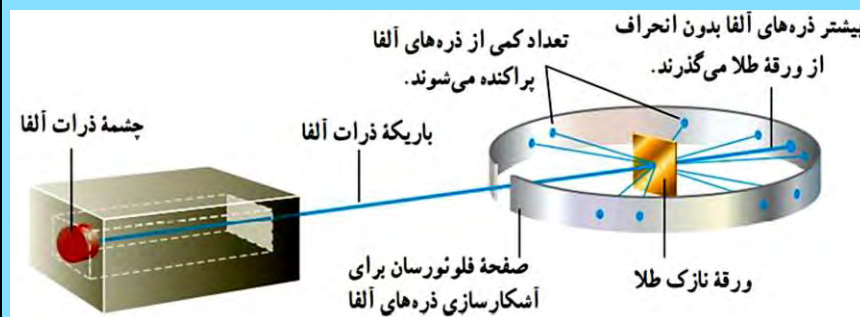
تامسون موفق به کشف الکترون و اندازه گیری نسبت بار به جرم e/m برای آن شد. بنا بر مدل تامسون، اتم همچون کره ای است که بار مثبت بطور همگن در سرتاسر آن گسترده شده است و الکترون ها که سهم ناچیزی در جرم اتم دارند، در جاهای مختلف آن پراکنده اند.

ناسازگاری مدل تامسون با طیف اتمی:

- طبق مدل اتمی تامسون (فیزیک کلاسیک)، وقتی الکترون ها با بسامد های معینی حول وضع تعادلشان نوسان می کنند، این نوسان باعث تابش امواج الکترومغناطیسی از اتم می شود. بسامد هایی که مدل تامسون برای تابش گسیل شده پیش بینی می کرد، با تجربه سازگار نبود.
- نتایج آزمایش های رادفورد، بوسیله ی مدل تامسون قابل توضیح و توجیه نبودند. پس مدل تامسون کنار گذاشته شد.

مدل اتمی رادفورد:

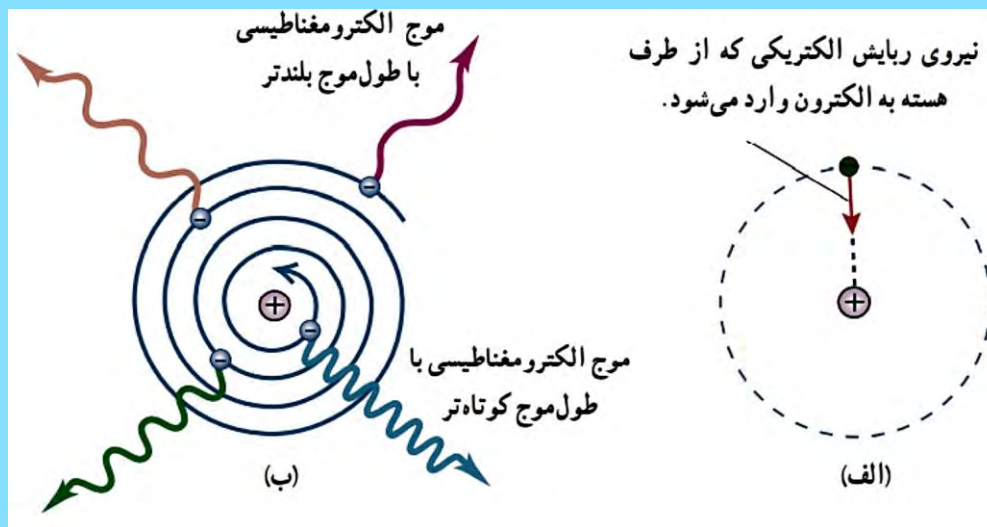
رادفورد، باریکه ای از پرتو آلفا که از جنس هسته ی هلیوم است را بر سطح ورقه ای نازک از جنس طلا تاباند. بیشتر ذره های آلفا بدون انحراف یا با انحراف اندکی از ورقه ی طلا می گذرند. برخی از ذرات آلفا در زاویه های بزرگ منحرف می شوند و حتی تعدادی از آنها نیز به عقب بر می گردند. رادفورد نتیجه گرفت باید هسته ای چگال و دارای بار مثبت در مرکز هر اتم باشد که با تعدادی الکترون در فاصله هایی به نسبت دور، احاطه شده است.



ناسازگاری مدل اتمی رادفورد با تجربه: مدل اتمی رادفورد با تجربه سازگار نیست چون:

- 1- نمی تواند پایداری اتم را توجیه کند.

2- قادر به توجیه طیف گسسته ی اتمی نیست.



اگر الکترون نسبت به هسته ساکن فرض شود، در اثر نیروی ربایشی الکتریکی بین هسته و الکترون، روی هسته سقوط می کند و اتم پایدار نمی ماند.

اگر الکترون به دور هسته در گردش باشد، حرکت شتابدار است و طبق نظریه ی کلاسیکی تابشی کند. با تابش، انرژی الکترون کاهش می یابد و شعاع حرکت آن کمتر شده و بسامد حرکت بیشتر می شود تا در نهایت روی هسته می افتد.

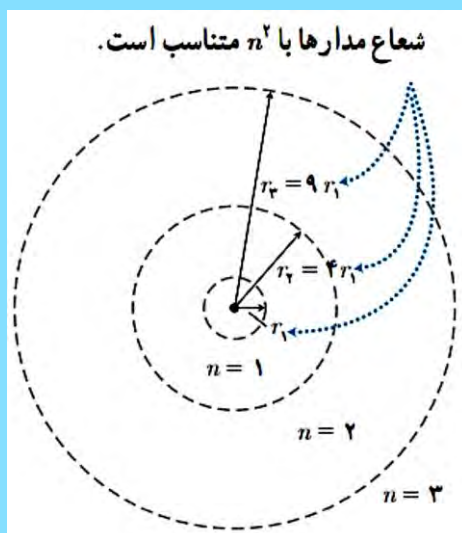
بسامد موج تابش شده با بسامد چرخش برابر است. پس طیف امواج گسیل شده نیز باید پیوسته باشد.

مدل اتمی بور:

مدل اتمی بور علاوه بر آنکه مسئله ی ناپایداری اتم را در مدل رادرفورد حل می کرد، معادله ی ریدبرگ برای طیف خطی اتم هیدروژن را نیز نتیجه می داد.

پیشنهاد بور برای رفع مشکل مدل رادرفورد:

در مقیاس اتمی، قوانین مکانیک کلاسیک و الکترومغناطیس باید توسط قوانین دیگری جایگزین یا تکمیل شود.



اصول و مفروضات مدل بور:

1- مدار ها و انرژی الکترون ها در هر اتم کوانتیده هستند.

به عبارت دیگر، الکترون روی مدارهای ثابتی قرار دارد که شعاع و انرژی آن مقادیر گسسته ای هستند.

$$r_n = a_0 n^2$$

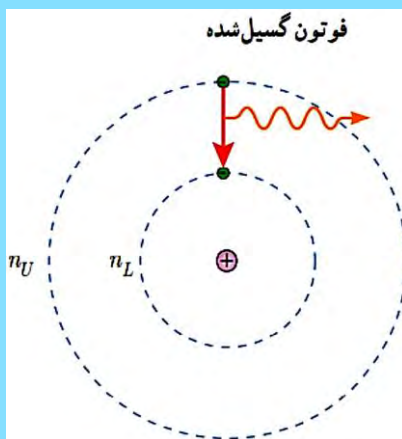
$$a_0 = r_1 = 5.29 \times 10^{-11} m$$

عدد کوانتومی کوچکترین شعاع (شعاع بور)

$$E_n = \frac{-E_R}{n^2} \text{ ev}$$

$$E_R = 13.6 \text{ ev}$$

ترازهای انرژی الکترون



1- وقتی الکترون در مدار مجاز است، تابش نمی کند.

در این حالت گفته می شود الکترون در مدار مانا یا حالت مانا قرار دارد.

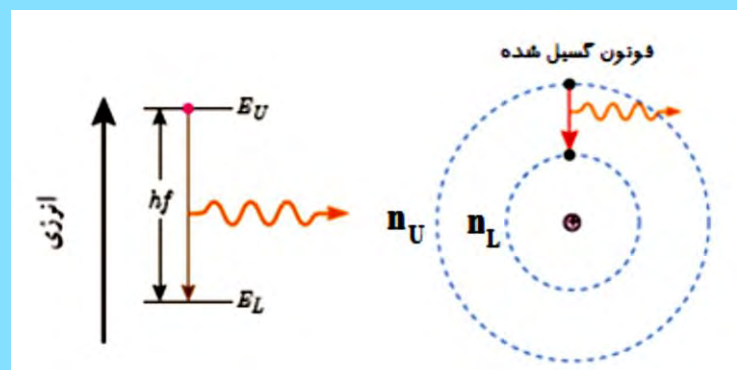
2- وقتی الکترون از یک حالت مانا با انرژی بیشتر به یک حالت مانا با انرژی کمتر برود، یک فوتون تابش می شود.

انرژی فوتون تابش شده برابر با اختلاف انرژی بین دو مدار اولیه و نهایی است.

$$\Delta E = E_U - E_L = hf \quad \text{معادله ی گسیل فوتون از اتم}$$

توجیه تابش گسیسته ی اتم: الکترون می تواند از یک حالت مانا به حالت مانای دیگر برود. هنگام گذار الکترون از یک حالت مانا با انرژی بیش تر (E_U) به یک حالت مانا با انرژی کم تر (E_L) یک فوتون تابش می شود. در این صورت انرژی فوتون تابش شده برابر اختلاف انرژی بین دو مدار اولیه و نهایی است. یعنی:

$$E_U - E_L = hf$$



توجیه جذب به وسیله ی الگوی اتمی بور: هنگام گذار الکترون از یک حالت مانا با انرژی کم تر (E_L) به یک حالت مانا با انرژی بیش تر (E_U) یک فوتون جذب می کند. در این صورت انرژی فوتون جذب شده برابر اختلاف انرژی، بین دو مدار اولیه و نهایی است. یعنی:

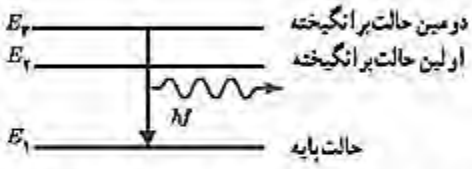
پدیده ی فلئورسانسی: وقتی نور فرابنفش به بسیاری از مواد تابیده شود ، تابش مرئی از خود گسیل می کنند. طول موج های گسیل یافته معمولاً برابر همان طول موج نور فرودی یا بزرگ تر از آن است ، زیرا الکترون ها با جذب انرژی تابش فرابنفش به لایه های بالاتر می رسند و در بازگشت ممکن است برخی الکترون ها به صورت پلکانی سقوط کنند (یعنی به طور مستقیم به حالت پایه برگشت نمی کنند) و از آنجا که انرژی فوتون گسیل شده برابر اختلاف انرژی دو لایه ای است که در آن گذار الکترون رخ داده ، فوتون های با انرژی پایین تر و طول موج بلندتر گسیل می شود.

مثال ۹: الکترونی در دومین حالت برانگیخته اتم هیدروژن قرار دارد. الف) انرژی الکترون را در این حالت پیدا کنید. ب) وقتی الکترون از این حالت برانگیخته به حالت پایه جهش می کند نمودار تراز انرژی آن را رسم کنید. پ) طول موج فوتون گسیل شده را حساب کنید.

الف) در دومین حالت برانگیخته، عدد کوانتومی $n = 3$ است.

$$E_3 = \frac{-13.6 \text{ eV}}{3^2} = -1.51 \text{ eV}$$

ب) شکل مقابل نمودار ترازهای انرژی را برای الکترون اتم هیدروژن نشان می دهد که با گسیل فوتون، از دومین حالت برانگیخته به حالت پایه جهش کرده است.



ب) انرژی الکترون در حالت پایه $E_1 = -13.6 \text{ eV}$ است. به این ترتیب انرژی فوتون گسیل شده برابر $E_3 - E_1$ است.

$$E_3 - E_1 = hf = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{E_3 - E_1} = \frac{1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}}{-1.51 \text{ eV} - (-13.6 \text{ eV})} = 102 \text{ nm}$$

مثال ۱۰: در اتم هیدروژن یک الکترون در تراز $n = 4$ قرار دارد. این الکترون به تراز پایه می رود. الف) طول موج فوتون تابشی تقریباً چند نانومتر است؟ $R = 0.01 \text{ nm}^{-1}$ ب) این فوتون در کدام ناحیه از طیف امواج الکترومغناطیسی قرار دارد؟

الف)

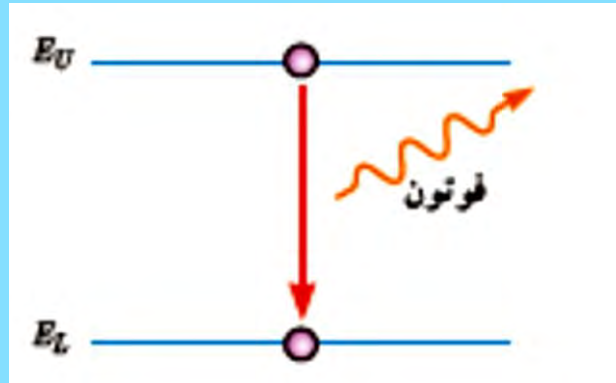
$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) = \frac{1}{100 \text{ nm}} \times \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{4^2} \right) = \frac{15}{1600 \text{ nm}} \rightarrow \lambda = 106.6 \text{ nm}$$

ب) چون این گذار برای رشته لیمان است، در ناحیه فرابنفش قرار می گیرد.

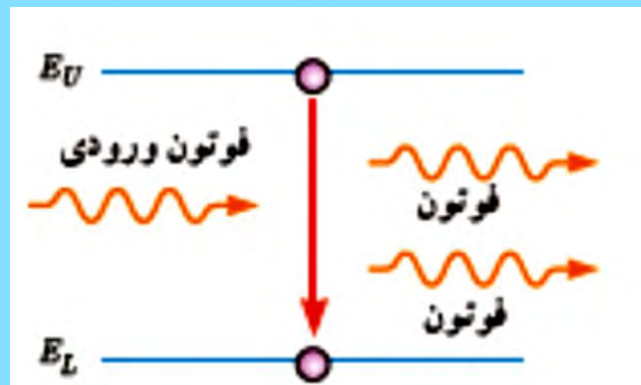
درسنامه ۴

انواع روش های گسیل فوتون:

۱- گسیل خودبه خود: وقتی الکترونی در تراز برانگیخته قرار داشته باشد با گسیل فوتون کاتوره ای به تراز پایین تر جهش می کند که به آن گسیل خودبه خود گفته می شود:



۲- گسیل القایی: در این نوع گسیل، یک فوتون ورودی، الکترون برانگیخته را تحریک (یا القا) می کند تا تراز انرژی خود را تغییر دهد و به تراز پایین تر برود و فوتونی هم سو با فوتون ورودی گسیل می کند:



نکته- در گسیل خودبه خود، گسیل القایی و جذب، انرژی فوتون هایی که مبادله می شود همواره برابر اختلاف انرژی دو تراز است که در آن گذار الکترون اتفاق می افتد.

ویژگی های گسیل القایی:

۱- از آنجا که یک فوتون وارد و دو فوتون خارج می شود، تعداد فوتون ها را افزایش می دهد و نور را تقویت می کند.

۲- فوتون گسیل شده در همان جهت فوتون ورودی حرکت می کند.

۳- فوتون گسیل شده با فوتون ورودی همگام یا هم فاز است.

لیزر (Laser): لیزر برگرفته از سرواژه های عبارت زیر است:

Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

لیزر، تقویت نور به وسیله ی گسیل القایی تابش است. به عبارت دیگر اگر گسیل القایی را در مجموعه ی زیادی از اتم های برانگیخته انجام دهیم تعداد زیادی فوتون همسو، هم بسامد و هم انرژی ایجاد می شود که باریکه ای از نور تقویت شده است.

وارونی جمعیت: در گسیل القایی یک چشمه ی خارجی مناسب باید وجود داشته باشد تا الکترون ها را به ترازهای انرژی بالاتر برانگیخته کند. این انرژی به روش های متعددی از جمله درخش های شدید نور معمولی یا تخلیه های ولتاژ بالا فراهم می شود. اگر انرژی کافی به اتم ها داده شود، الکترون های بیش تری به تراز بالاتر برانگیخته خواهند شد. چنین شرطی وارونی جمعیت نامیده می شود:



ترازهای شبه پایدار: در وارونی جمعیت الکترون ها در یک محیط لیزری باید تعداد الکترون ها در ترازهایی موسوم به ترازهای شبه پایدار نسبت به تراز پایین تر بیش تر باشد. در این ترازها الکترون ها در مدت زمان بسیار طولانی تری ($10^{-3} s$) نسبت به حالت برانگیخته ی معمولی ($10^{-8} s$) باقی می مانند. این زمان طولانی تر، فرصت بیش تری برای افزایش وارونی جمعیت و در نتیجه تقویت نور لیزر فراهم می کند.

تفاوت های لیزر با نور معمولی:

- ۱- بسامد و انرژی فوتون های لیزر کاملاً خالص است. یعنی در باریکه ی لیزر فقط یک نوع فوتون مشاهده می شود اما در نور معمولی اغلب طیف وسیعی از بسامدها وجود دارد.
- ۲- لیزر به خط راست منتشر می شود اما نور معمولی واگرایی دارد.

مثال ۱۱: کدام یک از موارد زیر، گسیل القایی را نشان می دهد؟ (* نشانه اتم برانگیخته است)

- (۱) فوتون + اتم $\Rightarrow$ فوتون* + اتم
- (۲) فوتون + اتم $\Rightarrow$ اتم*
- (۳) اتم* $\Rightarrow$ فوتون + اتم
- (۴) ۲ فوتون + اتم $\Rightarrow$ فوتون* + اتم

گسیل القایی هنگامی رخ می دهد که یک فوتون، اتم برانگیخته را وادار می کند تا با گسیل یک فوتون دیگر با همین بسامد به حالت پایین تر یا حالت پایه برود.

$$۲ \text{ فوتون} + \text{اتم} \Rightarrow \text{فوتون}^* + \text{اتم}$$

سوالات

(۱) الف) یک مورد از نارسایی های مدل بور را بنویسید.

ب) در اتم هیدروژن با افزایش شماره مدار (n) اختلاف شعاع دو مدار متوالی و اختلاف انرژی آنها چه تغییری می کند؟

(ریاضی خرداد ۱۴۰۱)

(۲) با توجه به مفاهیم فیزیک اتمی، به سوالات زیر پاسخ دهید:

الف) شکل زیر، گذار الکترون در ترازهای انرژی اتم هیدروژن را نشان میدهد. این اتم در حال تابش است یا جذب



ب) طیف حاصل از رشت داغ یک لامپ روشن پیوسته است یا خطی

پ) فوتون های لیزری حاصل گسیل خودبه خودی است یا القایی؟

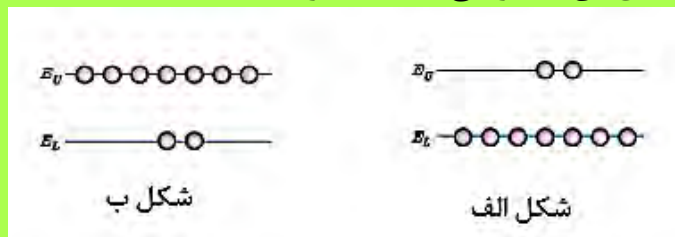
ت) یک مورد ناسازگاری الگوی اتمی رادرفورد را بنویسید؟

(ریاضی شهریور ۱۴۰۱)

(۳) با توجه به مفاهیم فیزیک اتمی، به سوال های زیر پاسخ دهید.

الف) با تابش نور فرابنفش به کلاhek یک برق نما، انحراف ورقه ها از هم کمتر میشود. نوع بار برق نما چیست؟

ب) اگر پرتو نوری از هوا وارد آب شود، انرژی فوتون های آن تغییر می کند یا خیر؟



پ) یک نارسائی مدل اتمی بور را بنویسید.

ت) کدام یک از شکل های مقابل، وارونی جمعیت در

محیط لیزری را نشان می دهد؟

(ریاضی دی ۱۴۰۱)

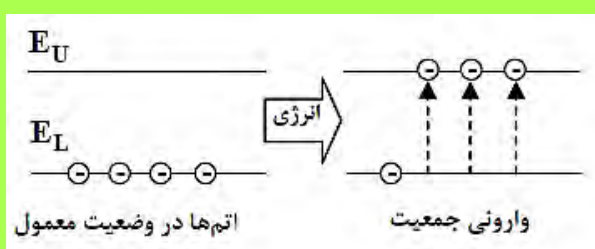
(۴) شکل روبه رو دو مرحله از فرایند ایجاد باریکه لیزر را

به طور طرح وار نشان می دهد.

الف) منظور از عبارت "اتم ها در وضعیت معمول" چیست؟

ب) منظور از "وارونی جمعیت" چیست؟

(تجربی خرداد ۱۴۰۱)



(۵) به پرسش های زیر پاسخ کوتاه بدهید:

الف) بر کلاhek برق نمایی با بار منفی یک مرتبه نور فرورسرخ و مرتبه دیگر نور فرابنفش می تابانیم. در هر حالت، انحراف ورقه های آن چگونه تغییر می کند؟

ب) آیا افزایش طول موج نور، لزوماً باعث کاهش انرژی هر فوتون آن می شود؟ برای پاسخ خود توضیح مناسبی بنویسید.

(تجربی شهریور ۱۴۰۱)

(۶) به پرسش های زیر پاسخ دهید.

الف) در آزمایش فوتوالکتریک برای یک فلز معین، تغییر هر یک از موارد زیر باعث چه تغییری در نتیجه آزمایش می شود.

(۱) افزایش بسامد نور فرودی در بسامدهای بزرگتر از بسامد آستانه.

(۲) افزایش شدت نور فرودی در یک بسامد معین، بزرگتر از بسامد آستانه.

ب) دو ویژگی از ویژگی های گسیل القایی را بنویسید.

(تجربی دی ۱۴۰۱)

(۷) الف) طیف تشکیل شده توسط جسم جامد، نظیر رشته داغ یک لامپ چه نام دارد؟ منشأ فیزیکی تشکیل آن چیست؟

ب) چرا مدل اتمی بور برای حالتی که بیش از یک الکترون به دور هسته می گردد، به کار نمی رود؟

پ) انرژی لازم برای جدا کردن نوکلئون های یک هسته چه نام دارد؟

ت) خواص شیمیایی هر اتم را عدد نوترونی تعیین می کند یا عدد اتمی؟

(ریاضی خرداد ۱۴۰۰)



(۸) الف) خط های تاریک در طیف خورشید ناشی از چیست ؟

ب) یک اشکال مدل اتمی رادرفورد در مورد پایداری اتم را

با توجه به شکل توضیح دهید .

(ریاضی شهریور ۱۴۰۰)

(۹) الف) تابع کار فلز را تعریف کنید.

ب) الکترون ولت ، یکای کدام کمیت در فیزیک اتمی است ؟

پ) چرا به طیف اجسام جامد ، طیف پیوسته می گوییم ؟

(ریاضی دی ۱۴۰۰)

(۱۰) درستی یا نادرستی هر گزاره را با واژه ((درست)) یا ((نادرست)) مشخص کنید و در پاسخ نامه بنویسید.

الف) بر اساس نتایج تجربی، اگر شدت نور فرودی به سطح فلز به قدر کافی بزرگ باشد پدیده فوتوالکتریک در هر بسامدی رخ می دهد.

ب) طیف گسیلی حاصل از گازهای کم فشار و رقیق، طیف خطی است.

پ) مدل اتمی تامسون را مدل اتم هسته ای یا مدل هسته ای اتم می نامند.

ت) در مدل بور، نیروی الکتریکی که یک الکترون بر الکترون دیگر وارد می کند به حساب آمده است.

(تجربی خرداد ۱۴۰۰)

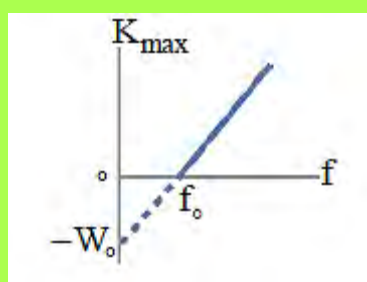
(۱۱) توضیح دهید نظریه کوانتومی تابش که توسط اینشتین مطرح شد و در آن نور به صورت مجموعه ای از بسته های انرژی در نظر گرفته شد چگونه به تبیین اثر فوتوالکتریک کمک کرد؟
(تجربی شهریور ۱۴۰۰)

(۱۲) الف) منشأ فیزیکی تشکیل طیف پیوسته گسیلی جسم جامد چیست؟
ب) فرایند جذب فوتون توسط اتم را توضیح دهید.
(تجربی دی ۱۴۰۰)

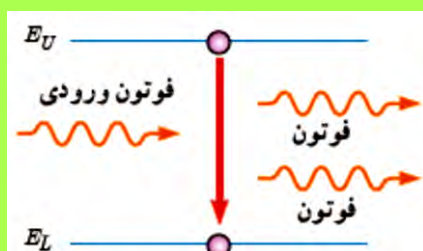
(۱۳) هر یک از گزاره های ستون A تنها به یک رشته خط طیف گسیلی اتم هیدروژن، در ستون B مرتبط است. گزاره مربوط به هر رشته را در پاسخ نامه مشخص کنید. (در ستون B یک مورد اضافه است).
(تجربی دی ۱۴۰۰)

ستون A	ستون B
الف) بلندترین طول موج این رشته متناظر با $(n=4)$ است.	(۱) لیمان $(n'=1)$
ب) خط های طیف گسیلی این رشته در ناحیه فرابنفش است.	(۲) پاشن $(n'=3)$
پ) دومین خط طیفی این رشته متناظر با $(n=6)$ است.	(۳) براکت $(n'=4)$
	(۴) پفوند $(n'=5)$

(۱۴) در پدیده فوتوالکتریک، تابع کار را تعریف کرده و نمودار بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترن ها بر حسب بسامد نور فرودی را رسم کنید.
(ریاضی خرداد ۹۹)



(۱۵) الف) منظور از اثر فوتوالکتریک چیست؟
ب) نمودار K_{max} بر حسب بسامد نور فرودی مطابق شکل است.
مقادیر W_0 و f_0 نشان دهنده چه کمیت هایی هستند؟
(ریاضی دی ۹۹)



(۱۶) الف) انرژی یونش الکترون چیست؟
ب) شکل رو به رو، کدام فرایند گسیل را نشان می دهد؟
پ) فوتون های باریکه لیزری چه ویژگی هایی دارند؟
(ریاضی دی ۹۹)

(۱۷) گزاره های زیر را با واژه مناسب کامل کنید.

(الف) تشکیل طیف گسیلی توسط جسم جامد، ناشی از برهم کنش قوی بین اتمهای سازنده آن است.

(ب) در گسیل فوتون در جهتی کاتوره های گسیل میشود.

(۱۸) طیف گسیلی یک جسم در چه مواردی پیوسته و در چه مواردی گسسته (خطی) است؟ منشأ فیزیکی این تفاوت را توضیح دهید.

(تجربی شهریور ۹۹)

(۱۹) الف) ناکامی مدل اتمی تامسون را بنویسید.

(ب) فرایند گسیل القایی را توضیح دهید.

(تجربی دی ۹۹)

(۲۰) الف) ویژگی ترازهای شبه پایدار در محیط لیزری چیست ؟

(ب) با توجه به شکل ، یک اشکال مدل اتمی رادرفورد را در مورد پایداری اتم توضیح دهید .

(ریاضی خرداد ۹۸)



(۲۱) الف) شکل (۱) بیانگر کدام پدیده در فیزیک جدید است

(ب) شکل های (۱) و (۲) چه تفاوت مهمی دارند ؟

(ریاضی شهریور ۹۸)



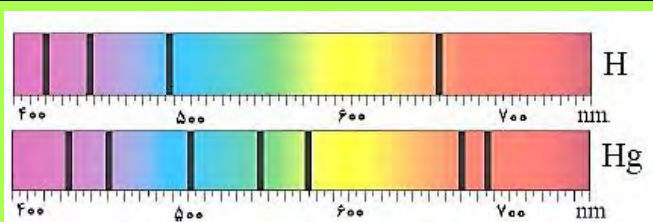
(۲۲) شکل مقابل ، طیف جذبی گازهای

هیدروژن و جیوه را نشان می دهند :

الف) خط های تیره در زمینه طیف معرف چیست ؟

(ب) از مقایسه این دو طیف چه نتیجه مهمی می گیریم

(ریاضی شهریور ۹۸)



(۲۳) الف) توضیح دهید برای یک فلز معین، افزایش شدت نور فرودی در بسامدهای بزرگتر از بسامد

آستانه چه تاثیری در نتیجه اثر فوتوالکتریک دارد؟

(ب) دو مورد از نارسایی های مدل بور را بنویسید.

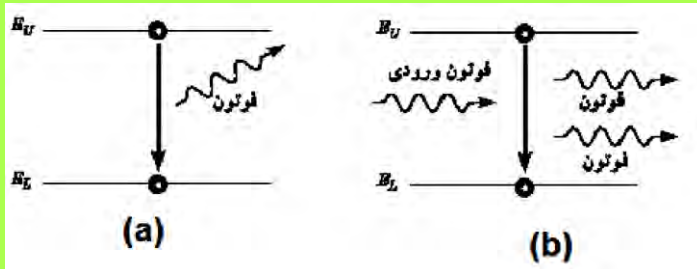
(تجربی خرداد ۹۸)

(۲۴) چرا مدل بور برای وقتی که بیش از یک الکترون به دور هسته می چرخد به کار نمی رود؟

(تجربی شهریور ۹۸)

(۲۵) علت خطوط تاریک در طیف نور خورشید چیست؟

(تجربی دی ۹۸)



(۲۶) الف) نام هر یک از فرآیندهای a و b را در پاسخ نامه بنویسید.

ب) کدام یک از فرآیندهای a یا b برای ایجاد باریکه لیزری به کار می رود؟

(تجربی دی ۹۸)

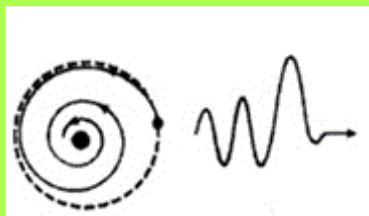
(۲۷) به پرسش های زیر پاسخ کوتاه دهید:

الف) به چه نوع طیفی، طیف پیوسته می گوئیم؟

ب) طول موج رشته بالمر در کدام ناحیه ها از طیف امواج الکترومغناطیسی است؟

پ) فوتون های لیزری، حاصل از کدام نوع گسیل هستند؟

(ریاضی دی ۹۷)



(۲۸) الف) سه ویژگی فوتون های باریکه لیزری را بنویسید.

ب) شکل روبرو به کدام مشکل رادرفورد اشاره دارد؟

پ) چرا مدل بور برای وقتی که بیش از یک الکترون به دور هسته می چرخد

به کار نمی رود؟

(تجربی دی ۹۷)

(۲۹) در یک آزمایش فوتوالکتریک تابع کار فلز برابر 4 eV است.

الف) طول موج آستانه چند نانومتر است؟ ($hc = 1240\text{ eV}\cdot\text{nm}$)

ب) اگر طول موج نور فرودی 200 nm باشد، K_{max} برای فوتوالکترن ها چند الکترون ولت است؟

(ریاضی خرداد ۱۴۰۱)

(۳۰) کوتاهترین طول موج در رشته پفوند ($n' = 5$) هیدروژن اتمی، چند نانومتر است؟

($R = 0.01\text{ nm}^{-1}$)

(ریاضی خرداد ۱۴۰۱)

(۳۱) طول موج آستانه برای اثر فوتوالکتریک در یک فلز معین برابر 248 nm است. تابع کار این فلز

برحسب الکترون ولت چه قدر است؟ ($hc = 1240\text{ eV}\cdot\text{nm}$)

(ریاضی شهریور ۱۴۰۱)

(۳۲) در طیف گسیلی اتم هیدروژن، به پرسش های زیر پاسخ دهید:

الف) گسیل نور قرمز، مربوط به کدام رشته از طیف اتم هیدروژن است؟

ب) اگر الکترون از مدار مانای $n = 1$ به مدار مانای $n = 3$ گذار کند، شعاع مدار چند برابر می گردد؟

پ) کوتاهترین طول موج رشته لیمن ($n' = 1$) را حساب کنید. ($R = 0.01\text{ nm}^{-1}$)

(ریاضی شهریور ۱۴۰۱)

(۳۳) حداقل انرژی لازم برای جدا کردن یک الکترون از سطح فلز طلا برابر $5/2 \text{ eV}$ است. بسامد آستانه فوتوالکترون ها را برای این فلز پیدا کنید؟ $(c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}, h = 4 \times 10^{-15} \text{ eV.s})$ (ریاضی دی ۱۴۰۱)
(۳۴) الکترونی در دومین حالت برانگیخته اتم هیدروژن قرار دارد و این الکترون گذاری به حالت پایه انجام می دهد. الف) انرژی آن افزایش می یابد یا کاهش؟ ب) بسامد فوتون گسیل شده در این گذار را محاسبه کنید. $(c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ و $R = 0/01 \text{ nm}^{-1})$ (ریاضی دی ۱۴۰۱)
(۳۵) در آزمایش فوتوالکتریک، فوتون هایی با طول موج 248 nm بر سطح یک فلز تابش میشود. انرژی هر فوتون چند الکترون ولت است؟ $(hc = 1240 \text{ eV.nm})$ (تجربی خرداد ۱۴۰۱)
(۳۶) سومین طول موج در رشته پاشن ($n' = 3$) هیدروژن اتمی را به دست آورید و تعیین کنید که این طول موج در کدام ناحیه از طیف امواج الکترومغناطیسی قرار دارد. $(R = 0/01 \text{ nm}^{-1})$ (تجربی خرداد ۱۴۰۱)
(۳۷) انرژی فوتونی 2 eV است. الف) طول موج این پرتو را حساب کنید. $(hc = 1240 \text{ eV.nm})$ ب) تعیین کنید این پرتو در چه ناحیه ای از طیف امواج الکترومغناطیسی قرار دارد. (تجربی شهریور ۱۴۰۱)
(۳۸) الکترون در اتم هیدروژن، گذاری از تراز $n_U = 4$ به تراز $n_L = 1$ انجام می دهد. الف) در این فرایند، اتم فوتون گسیل می کند یا جذب می کند؟ ب) انرژی فوتون جذب شده یا گسیل شده، چند الکترون ولت است؟ $(E_R = 13/6 \text{ eV})$ (تجربی شهریور ۱۴۰۱)
(۳۹) الکترونی در دومین حالت برانگیخته اتم هیدروژن قرار دارد. انرژی الکترون در این حالت چند الکترون ولت است؟ $(E_R = 13/6 \text{ eV})$ (تجربی دی ۱۴۰۱)
(۴۰) کوتاهترین طول موج در رشته بالمر ($n' = 2$) هیدروژن اتمی را حساب کنید و بنویسید این طول موج در کدام گستره طول موج های الکترومغناطیسی قرار دارد. $(R = 0/01 \text{ nm}^{-1})$ (تجربی دی ۱۴۰۱)
(۴۱) از یک لامپ که نوری با طول موج 660 nm گسیل میکند، در هر دقیقه 2×10^{21} فوتون گسیل میشود. توان تابشی مفید لامپ چند وات است؟ $(c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}, h = 6/6 \times 10^{-34} \text{ J.s})$ (تجربی دی ۱۴۰۱)

(۴۲) تابع کار فلزی برابر $4/5 \text{ eV}$ است. طول موج نور تابیده بر سطح فلز چند نانومتر باشد تا بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترونها گسیل شده $5/0 \text{ eV}$ شود؟ (ریاضی خرداد ۱۴۰۰)
(۴۳) طول موج سومین خط طیفی اتم هیدروژن در رشته پاشن ($n' = 3$) هیدروژن اتمی را به دست آورید و تعیین کنید که این خط در کدام گستره طول موج های الکترومغناطیسی واقع است. ($R = 0/01 \text{ nm}^{-1}$) (ریاضی خرداد ۱۴۰۰)
(۴۴) کوتاه ترین طول موج در رشته براکت ($n' = 4$) هیدروژن اتمی را به دست آورید. این خط در کدام گستره طول موج های الکترومغناطیسی واقع است؟ ($R = 0/01 \text{ nm}^{-1}$) (ریاضی شهریور ۱۴۰۰)
(۴۵) در اتم هیدروژن ، بلندترین طول موج در رشته پاشن ($n' = 3$) چند نانومتر است؟ ($R = 0/01 \text{ nm}^{-1}$) (ریاضی دی ۱۴۰۰)
(۴۶) الکترونی در اولین حالت برانگیخته اتم هیدروژن قرار دارد. انرژی الکترون را در این حالت پیدا کنید. ($E_R = 13/6 \text{ eV}$) (ریاضی دی ۱۴۰۰)
(۴۷) بلندترین طول موج طیفی اتم هیدروژن در رشته لیمن ($n' = 1$) چند متر است؟ ($R \approx 0/01 \text{ nm}^{-1}$) (تجربی خرداد ۱۴۰۰)
(۴۸) کوتاه ترین طول موج در رشته براکت ($n' = 4$) هیدروژن اتمی را به دست آورید و تعیین کنید که این طول موج در کدام گستره طول موج های الکترومغناطیسی قرار دارد. ($R = 0/01 \text{ nm}^{-1}$) (تجربی شهریور ۱۴۰۰)
(۴۹) یک چشمه نور مرئی با توان 100 W فوتون هایی با طول موج 600 nm گسیل میکند. چه تعداد فوتون در هر ثانیه از این چشمه نور گسیل می شود؟ ($hc = 2 \times 10^{-25} \text{ J.m}$) (تجربی دی ۱۴۰۰)
(۵۰) با استفاده از رابطه بور برای انرژی الکترون در اتم هیدروژن ، اختلاف انرژی ($4 \rightarrow 2$) ΔE را محاسبه کنید. ($E_R = 13/6 \text{ eV}$) (ریاضی خرداد ۹۹)
(۵۱) در پدیده فوتوالکتریک ، تابع کار فلزی 3 eV است. اگر نوری با بسامد $2 \times 10^{15} \text{ Hz}$ به سطح فلز بتابد ،

(الف) بسامد آستانه فلز چند هرتز است؟ ($h = 4 \times 10^{-15} \text{ ev.s}$) (ب) بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون ها چند الکترون ولت است؟ (ریاضی شهریور ۹۹)
(۵۲) در اتم هیدروژن ، بلندترین طول موج در رشته بالمر ($n' = 2$)، چند نانومتر است؟ ($R = 0/01 \text{ nm}^{-1}$) (ریاضی شهریور ۹۹)
(۵۳) اگر الکترون در اتم هیدروژن از تراز $n = 4$ به حالت پایه جهش یابد، انرژی فوتون گسیلی، چند الکترون ولت است؟ ($E_R = 13/6 \text{ eV}$) (تجربی خرداد ۹۹)
(۵۴) یک چشمه نور فوتون هایی با طول موج 398 nm گسیل میکند. انرژی هر فوتون چند ژول است؟ ($hc = 19/9 \times 10^{-26} \text{ j.m}$) (تجربی شهریور ۹۹)
(۵۵) یک چشمه نور فوتون هایی با طول موج 400 nm گسیل میکند. انرژی هر فوتون چند ژول است؟ ($hc = 2 \times 10^{-25} \text{ j.m}$) (تجربی دی ۹۹)
(۵۶) کوتاه ترین طول موج گسیلی اتم هیدروژن در رشته بالمر ($n' = 2$)، چند نانومتر است؟ ($R = 0/01 \text{ nm}^{-1}$) (تجربی دی ۹۹)
(۵۷) طول موج آستانه برای اثر فوتوالکتریک در یک فلز معین 310 nm است. (الف) تابع کار فلز را حساب کنید. ($hc = 1240 \text{ ev.nm}$) (ب) اگر K_{max} برای فوتوالکترون ها $2/2 \text{ eV}$ باشد ، طول موج نور فرودی چند نانومتر است؟ (ریاضی خرداد ۹۸)
(۵۸) کوتاه ترین طول موج رشته پاشن ($n' = 3$) در اتم هیدروژن را بدست آورید. ($R =$) ($0/01 \text{ nm}^{-1}$) (ریاضی خرداد ۹۸)
(۵۹) الکترونی در اتم هیدروژن در دومین حالت برانگیخته قرار دارد . انرژی الکترون را در این حالت حساب کنید. ($E_R = 13/6 \text{ eV}$) (ریاضی شهریور ۹۸)
(۶۰) (الف) طیف خطی را تعریف کنید. (ب) تابع کار یک فلز $5/4 \text{ eV}$ و بسامد تابش مورد استفاده در آزمایش فوتوالکتریک $2 \times 10^{15} \text{ Hz}$ باشد ، بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون ها چند الکترون ولت است؟ ($h = 4/15 \times 10^{-15} \text{ ev.s}$) (ریاضی دی ۹۸)

(۶۱) الف) چرا در طیف نور سفید خورشید خط های تیره دیده می شود؟ ب) اگر در اتم هیدروژن ، الکترون گذاری از تراز $n = 3$ به تراز $n = 1$ انجام دهد، طول موج فوتون گسیلی چند نانومتر است؟ ($R = 0/01 \text{ nm}^{-1}$) (ریاضی دی ۹۸)
(۶۲) طول موج سومین خط طیفی اتم هیدروژن در رشته بالمر ($n' = 2$) چند نانومتر است؟ ($R = 0/01 \text{ nm}^{-1}$) (تجربی خرداد ۹۸)
(۶۳) اگر شدت تابشی متوسط خورشید در سطح زمین به ازای هر متر مربع حدود 330 W/m^2 باشد در هر دقیقه چند فوتون به هر متر مربع از سطح زمین میرسد؟ طول موج متوسط فوتون ها را 570 nm فرض کنید. ($c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$, $h = 6/6 \times 10^{-34} \text{ J.s}$) (تجربی خرداد ۹۸)
(۶۴) در اتم هیدروژن، اگر الکترون از تراز $n_U = 3$ به تراز $n_L = 1$ جهش یابد، انرژی فوتون گسیل شده چند الکترون ولت است؟ ($hc = 1242 \text{ eV.nm}$, $R = 0/01 \text{ nm}^{-1}$) (تجربی شهریور ۹۸)
(۶۵) الکترونی از دومین حالت برانگیخته اتم هیدروژن با انرژی $E_3 = -1/5 \text{ eV}$ به حالت $E_1 = -13/6 \text{ eV}$ جهش می یابد. طول موج فوتون گسیل شده در این جهش تقریباً چند نانومتر است؟ ($hc = 1242 \text{ eV.nm}$) (تجربی دی ۹۸)
(۶۶) در پدیده فوتوالکتریک ، تابع کار فلز تحت تابش $3/8 \text{ eV}$ است. الف) طول موج آستانه برای گسیل فوتوالکتریک ها از سطح فلز چند نانومتر است؟ ($hc = 1240 \text{ eV.nm}$) ب) اگر طول موج فرودی بر سطح این فلز 155 nm باشد ، بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکتریک ها چقدر است؟ (ریاضی دی ۹۷)
(۶۷) اتم هیدروژن در حالت برانگیخته $n = 3$ قرار دارد. کوتاه ترین طول موج تابشی آن چند نانومتر است؟ ($R = 0/01 \text{ nm}^{-1}$) (ریاضی دی ۹۷)
(۶۸) الکترونی در اتم هیدروژن از حالت برانگیخته $n = 3$ به حالت پایه $n = 1$ جهش می یابد . انرژی فوتون تابش شده چند الکترون ولت است؟ ($E_R = 13/6 \text{ eV}$) (تجربی دی ۹۷)
(۶۹) بلندترین طول موج رشته پاشن ($n' = 3$) چند نانومتر است؟ ($R = 0/011 \text{ nm}^{-1}$) (تجربی دی ۹۷)

پاسخنامه

(۱) الف) یکی از موارد: این مدل برای وقتی که بیش از یک الکترون به دور هسته می گردد، بکار نمی رود. یا این مدل نمی تواند متفاوت بودن شدت خط های طیف گسیلی را توضیح دهد. (ب) اختلاف شعاع دو مدار متوالی، افزایش و اختلاف انرژی دو مدار متوالی کاهش می یابد. <u>ص ۱۲۸ و ۱۲۷ و ۱۳۱</u>
(۲) الف) جذب (ب) پیوسته (پ) القایی (ت) عدم پایداری اتم (یا عدم توجیه گسسته بودن طیف اتمی) <u>ص ۱۲۱ و ۱۲۶ و ۱۲۸ و ۱۳۲</u>
(۳) الف) منفی (ب) خیر (پ) نمی تواند متفاوت بودن شدت خط های طیف گسیلی را توضیح دهد و یا این مدل فقط برای اتمهای هیدروژن گونه صادق است (ت) شکل <u>ص ۱۱۶ و ۱۱۷ و ۱۳۱ و ۱۳۳</u>
(۴) الف) بیشتر الکترون ها در تراز انرژی پایین تر قرار دارند. (ب) بیشتر الکترون ها در تراز بالاتری (در مقایسه با تراز پایین تر) قرار دارند. <u>ص ۱۲۳</u>
(۵) الف) با تابش نور فرسرخ تغییری در ورقه ها ایجاد نمی شود، اما با تابش نور فرابنفش، ورقه ها به هم می چسبند. (ب) خیر. انرژی فوتون با بسامد فوتون متناسب است. مثلاً هنگامی که نور از محیط شفاف به محیط شفاف دیگر می رود، بسامد ثابت است، ولی طول موج تغییر می کند. <u>ص ۹۶ و ۹۷</u>
(۶) الف) ۱ - افزایش انرژی جنبشی فوتوالکترون ها افزایش تعداد فوتوالکترون ها (ب) ۱ - یک فوتون وارد میشود و دو فوتون خارج می شود. ۲ - فوتون گسیلی با فوتون فرودی هم جهت است. <u>ص ۱۲۲ و ۱۱۰</u>
(۷) الف) طیف پیوسته تشکیل طیف پیوسته توسط جسم جامد ناشی از برهم کنش قوی بین اتم های سازنده آن است. (ب) در این مدل، نیروی الکتریکی که یک الکترون بر الکترون دیگر وارد میکند به حساب نیاید. <u>ص ۱۲۱ و ۱۳۱</u>
(۸) الف) ناشی از طول موج های جذب شده توسط عناصر موجود در جو خورشید یا زمین. (ب) اگر الکترون دور هسته بچرخد، طیفی پیوسته گسیل می کند و سرانجام روی هسته فرو می افتد. <u>ص ۱۲۱ و ۱۲۶</u>
(۹) الف) کمینه کار لازم برای خارج کردن یک الکترون از سطح یک فلز (ب) انرژی (پ) زیرا شامل گستره پیوسته ای از طول موج هاست <u>ص ۱۱۸ و ۱۲۱</u>
(۱۰) الف) نادرست (ب) درست (پ) نادرست (ت) نادرست <u>ص ۹۷، ص ۹۹، ص ۱۰۴، ص ۱۰۹</u>

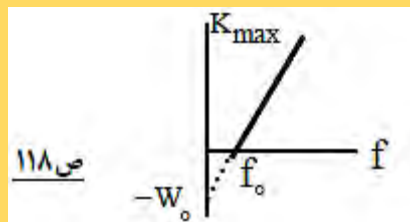
(۱۱) بنابر نظر اینشتین، وقتی نوری تکفام بر سطح فلزی می تابد هر فوتون صرفاً با یکی از الکترون های فلز برهم کنش می کند. اگر فوتون در حین برهم کنش انرژی کافی داشته باشد تا فرایند خارج کردن الکترون از فلز را انجام دهد الکترون به طور آنی از سطح فلز خارج می شود .
ص. ۹۷

(۱۲) الف) این طیف ناشی از برهم کنش قوی بین اتمهای سازنده جسم جامد است.
 ب) هنگامی که الکترون از ترازهای انرژی پایین تر به ترازهای انرژی بالاتر برود اتم، فوتونی را که دقیقاً انرژی لازم برای گذار را دارد جذب می کند .
ص. ۹۹ و ص. ۱۰۹

ص. ۱۰۱

(۱۳) الف) ۲ ب) ۱ پ) ۳

(۱۴) کمترین انرژی لازم برای خارج کردن الکترون ها از سطح فلز



(۱۵) الف) یعنی برخورد نوری با بسامد مناسب به سطح یک فلز و جدا کردن الکترون ها از سطح آن
 ب) بسامد آستانه و تابع کار
ص. ۱۱۶ و ص. ۱۱۸

(۱۶) الف) کمترین انرژی لازم برای خارج کردن الکترون از حالت پایه
 ب) گسیل القایی

ص. ۱۲۸ و ص. ۱۳۲

پ) هم بسامد ، هم جهت و هم فاز هستند .

ص. ۹۹ و ص. ۱۱۰

(۱۷) الف) پیوسته ب) خود به خود

(۱۸) طیف گسیلی جسم جامد، پیوسته و طیف گسیلی گاز کم فشار و رقیق، گسسته (خطی) است.
 طیف پیوسته ناشی از برهم کنش قوی بین اتم های سازنده جسم جامد است در حالی که اتم های منفرد گازها از این برهم کنش های قوی بین اتم ها، آزادند .
ص. ۹۹

(۱۹) الف) بسامدهای تابش شده از اتم که در این مدل پیش بینی شده بود با نتایج تجربی سازگار نبود.
 ب) یک فوتون ورودی، الکترون برانگیخته را تحریک (یا القا) می کند تا تراز انرژی خود را تغییر دهد و به تراز پایین تر برود .
ص. ۱۰۳ و ص. ۱۱۰

(۲۰) الف) در این ترازها ، الکترون ها مدت زمان بیشتری نسبت به حالت برانگیخته معمولی باقی می مانند و فرصت بیشتری برای افزایش وارونی جمعیت و در نتیجه تقویت نور لیزر را فراهم می کنند .
 ب) اگر الکترون ها را نسبت به هسته ساکن فرض کنیم ، باید تحت تأثیر نیروی ربایشی الکتریکی ، روی هسته سقوط کنند و در نتیجه پایداری اتم از بین می رود .
ص. ۱۲۱ و ص. ۱۲۶

(۲۱) الف) پدیده فوتوالکتریک

(ب) در شکل (۱) برهم کنش نور فرودی فرابنفش با کلاهیک برق نما باعث می شود تا ورقه های آن به سرعت به هم نزدیک شوند در حالی که برهم کنش نور مرئی گسیل شده از یک لامپ رشته ای در شکل (۲) ، چنین تأثیری ایجاد نمی کند.

ص ۱۱۶

(۲۲) الف) معرف طول موج های جذب شده توسط اتم های گاز هستند

ص ۱۳۰

(ب) طیف گسیلی و جذبی هیچ دو گازی مانند هم نیست

(۲۳) الف) سبب افزایش تعداد فوتوالکترنها می شود.

(ب) این مدل برای وقتی که بیش از یک الکترون باشد به کار نمی رود. نمی تواند در مورد شدت خط های طیف گسیلی توضیح دهد

ص ۹۷. ص ۱۰۹

(۲۴) در این مدل، نیروی الکتریکی که یک الکترون بر الکترون دیگر وارد می کند به حساب نیامده است

ص ۱۰۹

(۲۵) طول موج های مربوط به این خطوط، توسط گازهای جو خورشید و جو زمین جذب شده است .

ص ۱۰۷

(۲۶) الف) a گسیل خود به خود b گسیل القایی (ب) b

ص ۱۱۱

(۲۷) الف) طیفی که شامل گسترز پیوسته ای از طول موج هاست.

(ب) فرابنفش و مرئی

ص ۱۲۱

(۲۸) الف) هم بسامد ، هم جهت و هم فاز

ص ۱۱۱. ص ۱۰۴. ص ۱۰۹

(ب) طیف گسیلی از اتم پیوسته است.

(پ) در این مدل نیروی الکتریکی که یک الکترون به الکترون دیگر وارد می کند به حساب نیامده است..

(۲۹)

$$\lambda_0 = \frac{hc}{W_0}$$

$$\lambda_0 = \frac{1240}{4} = 310 \text{ nm}$$

(الف)

$$K_{\max} = \frac{hc}{\lambda} - W_0$$

$$K_{\max} = \frac{1240}{200} - 4 = 2/2 \text{ eV}$$

(ب)

ص ۱۲۰

(۳۰)

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{25} - \frac{1}{\infty} \right)$$

$$\lambda = 2500 \text{ nm}$$

ص ۱۲۴

(۳۱)

$$W_0 = \frac{hc}{\lambda} = \frac{1240}{248} = 5 \text{ eV}$$

ص ۱۲۰

(۳۲)

الف) بالمر

ب) ۹ برابر

پ)

ص ۱۲۳ و ۱۲۷

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{\infty} \right) \rightarrow \lambda = 100 \text{ nm}$$

(۳۳)

ص ۱۱۸

$$W_e = hf_e \Rightarrow \Delta/2 = 4 \times 10^{-15} f_e \Rightarrow f_e = 1/3 \times 10^{15} (\text{s})$$

(۳۴)

الف) کاهش

ب)

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n''^2} - \frac{1}{n'^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = 0.01 \times \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{9} \right) \Rightarrow \lambda = \frac{900}{8} \text{ nm}$$

$$\lambda = \frac{c}{f} \Rightarrow \frac{900}{8} \times 10^{-9} = \frac{3 \times 10^8}{f} \Rightarrow f = \frac{8}{3} \times 10^{15} \text{ Hz}$$

ص ۱۲۰ و ۱۲۳

(۳۵)

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

$$E = \frac{1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}}{248 \text{ nm}}$$

$$E = 5 \text{ eV}$$

ص ۹۸

(۳۶)

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

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{6^2} \right)$$

$$\lambda = 1200 \text{ nm}$$

ص ۱۰۲

فروسرخ

(۳۷)

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

$$2 = \frac{1240}{\lambda} \Rightarrow \lambda = 620 \text{ nm}$$

الف)

ب) مرئی

ص ۹۸

(۳۸)

الف) گسیل می کند.

ب)

$$E_U - E_L = E_R \left(\frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_U^2} \right)$$

$$E_U - E_L = 13/6 \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{16} \right) = 12/75 \text{ eV}$$

ص ۱۰۵

(۳۹)

$$E_n = -\frac{E_R}{n^2}$$

$$E_3 = -\frac{13/6}{3^2} \approx -1/5 \text{ eV}$$

ص ۱۰۶

(۴۰)

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad \frac{1}{\lambda} = +/0 \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{\infty} \right) \quad \lambda = 400 \text{ nm}$$

این طول موج در ناحیهٔ فرابنفش قرار دارد.

ص ۱۰۲

(۴۱)

$$E = \frac{nhc}{\lambda}$$

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

$$P = \frac{2 \times 10^{21} \times 616 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{660 \times 10^{-9} \times 60}$$

$$P = 10 \text{ W}$$

ص ۱۲۲

(۴۲)

$$\lambda = 248 \text{ nm}$$

$$+/\Delta = \frac{1240}{\lambda} - 4/\Delta$$

$$K_{\max} = \frac{hc}{\lambda} - W_0$$

ص ۱۳۴

۴۳

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

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100} \times \left(\frac{1}{9} - \frac{1}{36} \right)$$

$$\lambda = 1200 \text{ nm}$$

فروسرخ

ص ۱۲۴

(۴۴)

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

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100} \times \left(\frac{1}{16} - \frac{1}{\infty} \right)$$

$$\lambda = 1600 \text{ nm}$$

فروسرخ

ص ۱۲۴

(۴۵)

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

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{9} - \frac{1}{16} \right)$$

$$\lambda = \frac{14400}{7} \approx 2057 \text{ nm}$$

ص ۱۲۴

(۴۶)

اولین حالت برانگیخته، یعنی: $n = 2$

$$E_n = -\frac{E_R}{n^2}$$

$$E_n = -\frac{13/6}{2^2} = -3/4 \text{ eV}$$

ص ۱۲۸

(۴۷)

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

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{4} \right)$$

$$\lambda = 103/3 \text{ nm}$$

$$\lambda = 1/0.33 \times 10^{-7} \text{ m}$$

ص ۱۰۲

(۴۸)

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad \frac{1}{\lambda} = 0.01 \left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{\infty} \right) \quad \lambda = 1600 \text{ nm}$$

فروسرخ ص. ۱۰۱

(۴۹)

$$E = pt \quad \frac{nhc}{\lambda} = pt \quad \frac{n \times 2 \times 10^{-25}}{600 \times 10^{-9}} = 100 \quad n = 3 \times 10^{20} \quad \text{ص. ۹۸}$$

(۵۰)

$$\Delta E = E_R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad \Delta E = 13.6 \times \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{16} \right) \quad \Delta E = 2.55 \text{ eV} \quad \text{ص. ۱۳۵}$$

(۵۱)

$$f_0 = \frac{W_0}{h} \quad f_0 = \frac{3}{4 \times 10^{-15}} = 7.5 \times 10^{14} \text{ Hz} \quad \text{(الف)}$$

$$K_{\max} = hf - W_0 \quad K_{\max} = (4 \times 10^{-15} \times 7.5 \times 10^{14}) - 3 = 5 \text{ eV} \quad \text{(ب)}$$

ص. ۱۲۰

(۵۲)

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{10^2} \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{9} \right) \quad \lambda = 720 \text{ nm}$$

ص. ۱۲۴

(۵۳)

$$\Delta E = -E_R \left(\frac{1}{n_U^2} - \frac{1}{n_L^2} \right) \quad \Delta E = -13.6 \left(\frac{1}{16} - \frac{1}{4} \right) \quad \Delta E = 12.75 \text{ eV}$$

ص. ۱۰۵ و ۱۰۶

(۵۴)

$$E = \frac{hc}{\lambda} \quad E = \frac{19/9 \times 10^{-26}}{398 \times 10^{-9}} \quad E = 5 \times 10^{-19} \text{ J} \quad \text{ص. ۹۸}$$

(۵۵)

$$E = \frac{hc}{\lambda} \quad E = \frac{2 \times 10^{-25}}{400 \times 10^{-9}} = 5 \times 10^{-19} \text{ J} \quad \text{ص. ۹۸}$$

(۵۶)

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad \frac{1}{\lambda} = 0.01 \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{\infty} \right) \quad \lambda = 400 \text{ nm} \quad \text{ص. ۱۰۲}$$

(۵۷)

(الف)

$$W_0 = \frac{hc}{\lambda_0}$$

$$W_0 = \frac{1240}{310} = 4 \text{ eV}$$

$$K_{\max} = \frac{hc}{\lambda} - W_0$$

$$2/2 = \frac{1240}{\lambda} - 4$$

$$\lambda = \frac{1240}{6/2} = 200 \text{ nm}$$

(ب)

ص ۱۲۰

(۵۸)

ص ۱۲۳

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{9} - 0 \right)$$

$$\lambda = 900 \text{ nm}$$

(۵۹)

دومین حالت برانگیخته، یعنی: $n = 3$

ص ۱۲۸

$$E_n = -\frac{E_R}{n^2}$$

$$E_n = -\frac{13.6}{3^2} = -1.51 \text{ eV}$$

(۶۰) (الف) طیف گسسته ای که شامل طول موج های معینی است

$$K_{\max} = hf - W_0$$

$$K_{\max} = (4/15 \times 10^{-15} \times 2 \times 10^{15}) - 5/4$$

(ب)

$$K_{\max} = 2/9 \text{ eV}$$

ص ۱۱۷ و ۱۲۰

(۶۱) (الف) خط های تیره ناشی از جذب بعضی طول موج ها توسط اتم های گازهای موجود در جو خورشید و زمین اند.

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{3^2} \right)$$

$$\lambda = \frac{900}{8} = 112.5 \text{ nm} \quad (\text{ب})$$

ص ۱۲۹ و ۱۲۳

(۶۲)

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{5^2} \right) = \frac{21 \times R}{100}$$

$$\lambda \simeq 476.2 \text{ nm}$$

ص ۱۰۲

(۶۳)

$$I = \frac{E}{A.t} = \frac{n.h.c}{A.t.\lambda}$$

$$330 = \frac{n \times 6.6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{60 \times 570 \times 10^{-9}}$$

$$n = 5.7 \times 10^{22}$$

ص ۱۲۲

(۶۴)

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_U^2} \right)$$

$$\frac{1}{\lambda} = 0.01 \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{9} \right)$$

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{8}{900}$$

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

ص. ۱۰۷

$$E = \frac{h}{900} \times 1242$$

$$E = 11/0.4 \text{ eV}$$

(۶۵)

$$E_3 - E_1 = \frac{hc}{\lambda}$$

ص. ۱۰۶

$$-1/5 \text{ eV} + 13/6 \text{ eV} = \frac{1240 \text{ eV.nm}}{\lambda}$$

$$\lambda \approx 102/48 \text{ nm}$$

(۶۶)

$$\frac{hc}{\lambda_0} = W_0$$

$$\lambda_0 = \frac{hc}{W_0} = \frac{1240}{3/8} \approx 326/3 \text{ nm} \quad (\text{الف})$$

$$K_{\max} = \frac{hc}{\lambda} - W_0$$

$$K_{\max} = \frac{1240}{155} - 3/8 = 4/2 \text{ eV} \quad (\text{ب})$$

ص. ۱۱۸

(۶۷)

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

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{9} \right)$$

$$\lambda = 112/5 \text{ nm}$$

ص. ۱۲۳

(۶۸)

$$E_n = \left(-\frac{E_R}{n^2} \right)$$

$$\Delta E = \left(\frac{-13/6}{9} - \frac{-13/6}{1} \right)$$

$$\Delta E = 12/0.9 \text{ eV}$$

ص. ۱۰۶

(۶۹)

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

$$\frac{1}{\lambda} = 0.011 \text{ nm}^{-1} \left(\frac{1}{9} - \frac{1}{16} \right)$$

$$\lambda \cong 1870 \text{ nm}$$

ص. ۱۰۱

تمرین

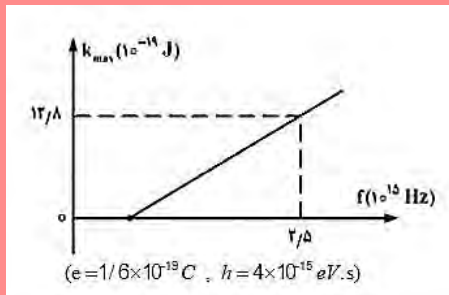
(۱) طول موج آستانه برای اثر فوتوالکتریک در یک فلز معین 310nm است.

الف) تابع کار فلز را حساب کنید.

ب) اگر انرژی جنبشی بیشینه برای فوتوالکترن ها 2.2eV باشد، طول موج نور فرودی چند نانومتر است؟

(۲) در یک آزمایش فوتوالکتریک، بسامد نوری که بر الکتروود فلزی می تابد، ۴ برابر بسامد آستانه است. اگر تابع کار این فلز 2eV باشد، بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترن خارج شده از فلز چند ژول است؟

(۳) در یک آزمایش فوتوالکتریک، نمودار تغییرات بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترن ها بر حسب بسامد نور فرودی مطابق شکل زیر است. بسامد آستانه این فلز را >



(۴) یک لامپ 200W ، نور بنفش با طول موج 400nm گسیل می کند. یک لامپ 200W دیگری نور زرد با طول موج 600nm گسیل می کند. تعداد فوتون هایی که در هر ثانیه از لامپ زرد گسیل می شود، چند برابر تعداد فوتون هایی است که در همین مدت از لامپ بنفش گسیل می شود؟

(۵) تابع کار دو فلز A و B به ترتیب 4eV و 2eV است و نوری با طول موج 200nm به هر دو فلز می تابد. در این صورت سرعت سریع ترین فوتوالکترن هایی که از فلز B جدا می شوند، چند برابر سرعت سریع ترین فوتوالکترن هایی است که از فلز A جدا می شوند؟

(۶) کوتاهترین طول موج رشته پاشن ($n' = 3$) در اتم هیدروژن را بدست آورید.

(۷) بلندترین طول موج رشته لیمان ($n' = 1$) در خطوط طیفی اتم هیدروژن تقریباً چند نانومتر است؟

(۸) طول موج سومین خط طیفی اتم هیدروژن در رشته پاشن ($n' = 3$) بر حسب نانومتر بدست آورید.

(۹) در طیف گسیلی هیدروژن، کوتاه ترین طول موج گسیلی چند نانومتر است؟

(۱۰) الکترونی در سومین حالت برانگیخته قرار دارد.

الف) انرژی الکترون در این حالت چقدر است؟

ب) اگر الکترون به حالت پایه برگردد چه طول موجی را از خود منتشر می کند؟

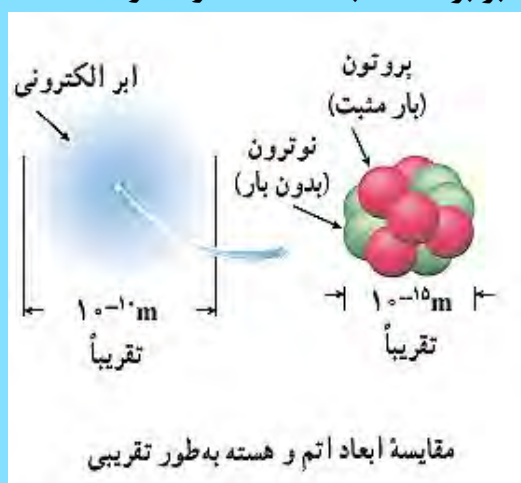
معرفی درس

فیزیک هسته ای، شاخه ای از فیزیک است که در آن با ساختار، برهم کنش ها و واپاشی هسته های اتمی سروکار داریم.
 بارم این فصل برای رشته ریاضی برای امتحان نهایی خرداد و شهریور و دی ماه ۲/۵ نمره می باشد.

درسنامه ۱

فیزیک هسته ای: شاخه ای از فیزیک است که در آن با ساختار، برهم کنش ها و واپاشی هسته های اتمی سروکار داریم.

طبق مدل اتمی می دانیم بار هسته مثبت و با بار منفی الکترون ها برابر است. ابعاد هسته در حدود



10^{-15} متر است که از ابعاد اتم (10^{-10} متر) بسیار کوچکتر است.
 هسته از پروتون ها و نوترون ها تشکیل شده و در فعل و انفعالات شیمیایی دخالتی ندارد. جنس و خواص شیمیایی یک عنصر به تعداد پروتون های اتم بستگی دارد این بدان معنی است که تغییر در تعداد الکترون ها تغییر در جنس اتم را بوجود نمی آورد.

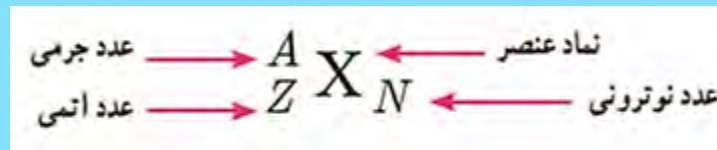
عدد اتمی Z : تعداد پروتون های هسته را عدد اتمی می نامند.

عدد نوترونی N : تعداد نوترون های هسته را عدد نوترونی آن می گویند.

عدد جرمی A : مجموع تعداد پروتون ها و نوترون های را عدد جرمی نامیده می شود. $A = Z + N$

نوکلئون: به ذرات تشکیل دهنده ی هسته که شامل پروتون ها و نوترون ها می باشند نوکلئون گفته می شود

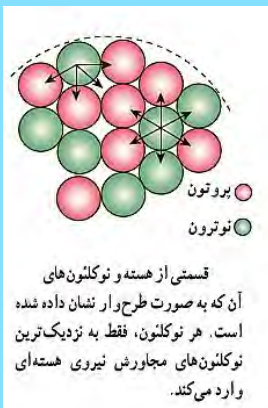
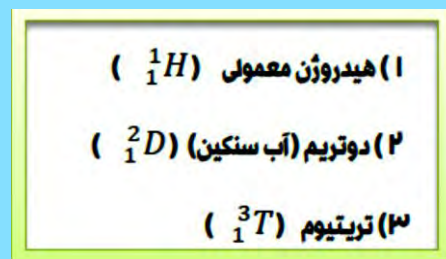
برای یک عنصر با نماد شیمیایی X نماد هسته به صورت زیر نشان داده می شود:



ایزوتوپ: هسته هایی را که دارای عدد اتمی یکسان (تعداد پروتون مساوی) ولی عدد نوترونی و در نتیجه عدد جرمی متفاوت دارند را ایزوتوپ می گویند.

- ایزوتوپ ها دارای خواص شیمیایی یکسان و خواص هسته کاملاً متفاوتی هستند.
- ایزوتوپ های یک عنصر را نمی توان با روش های شیمیایی از یکدیگر جدا کرد بلکه با روش های فیزیکی (اختلاف جرم) می توان آن ها را از هم تفکیک کرد.
- ایزوتوپ های مختلف یک هسته را با نام همان هسته مشخص می کنند به جز هیدروژن.

ایزوتوپ های هیدروژن عبارتند از :



نیروهای هسته ای و پایداری هسته :

نیرو بین الکترون ها و هسته که حاکم بر حرکت الکترون ها در اتم است از نوع الکتریکی است و نیرویی که اجزای هسته را بهم متصل می کند نیروی هسته ای است که باید از نیروی الکتریکی قوی تر باشد تا بتواند بر دافعه بین پروتون ها غلبه کند به همین دلیل نیروی هسته ای قوی خوانده می شود. ولی این نیروها کوتاه برد هستند.

چند نکته در رابطه با نیروی هسته ای:

- ۱- نیروی هسته ای بسیار قوی تر از نیروی رانش الکتریکی بین دو پروتون است.
- ۲- نیروی هسته ای با نیروی گرانشی بسیار تفاوت دارد زیرا جاذبه نیروی گرانشی بین نوکلئون ها چنان ضعیف است که نمی تواند بر نیروی دافعه ی الکتروستاتیکی دو پروتون غلبه کند.
- ۳- نیروی هسته ای کوتاه برد است و تنها در فاصله ای کوچک تر از ابعاد هسته اثر می کند.
- ۴- 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 آن ها با نام عام نوکلئون نیز همین است.

مقایسه نیروهای گرانشی کولنی و هسته ای قوی بین دو پروتون که در فاصله ای در حدود 2 fm از همدیگر واقع اند:

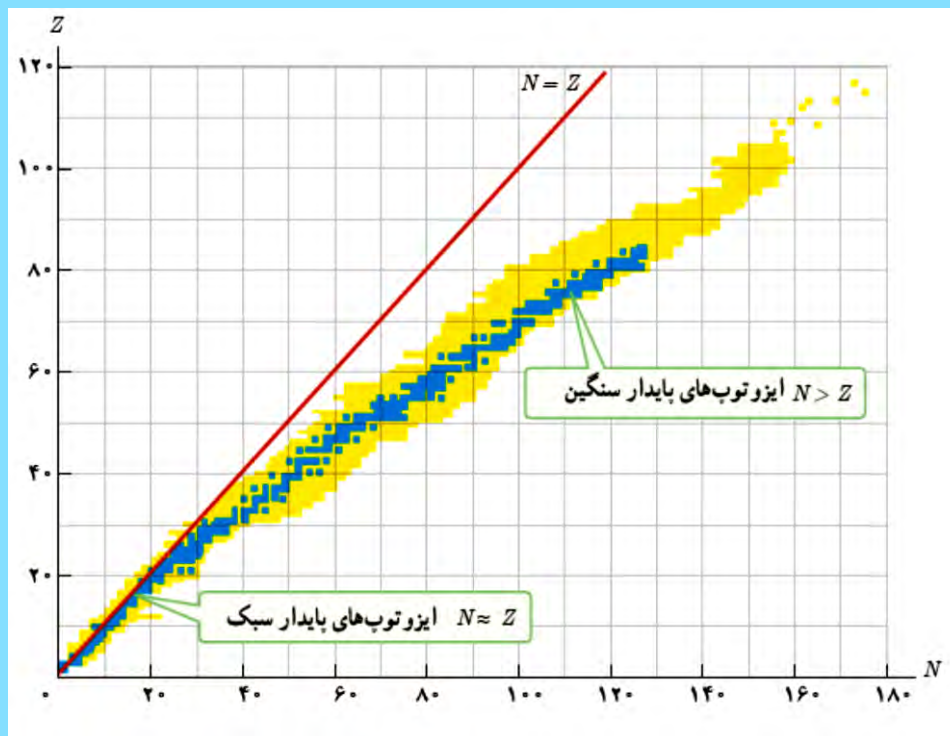
نام نیرو	مؤثر بر	بزرگی N	بود
گرانشی	همه جرمها	$\approx 10^{-34}$	بی نهایت
کولنی	بارهای الکتریک	$\approx 10^2$	خیلی زیاد
هسته ای قوی	ذرات هسته ای ($p-p$)($n-p$)($n-n$)	$\approx 10^4$	در حدود چند فرمی

عناصر طبیعی:

عدد اتمی عناصر طبیعی در گستره $1 \leq Z \leq 92$ و تعداد نوترون آن ها در گستره $0 \leq N \leq 146$ قرار دارد.

برای هسته های سبک ($A \leq 40$) Z و N تقریباً با هم برابرند. برای هسته های سنگین تر N بزرگتر از Z و در حدود $N = 1/5Z$ می باشد.

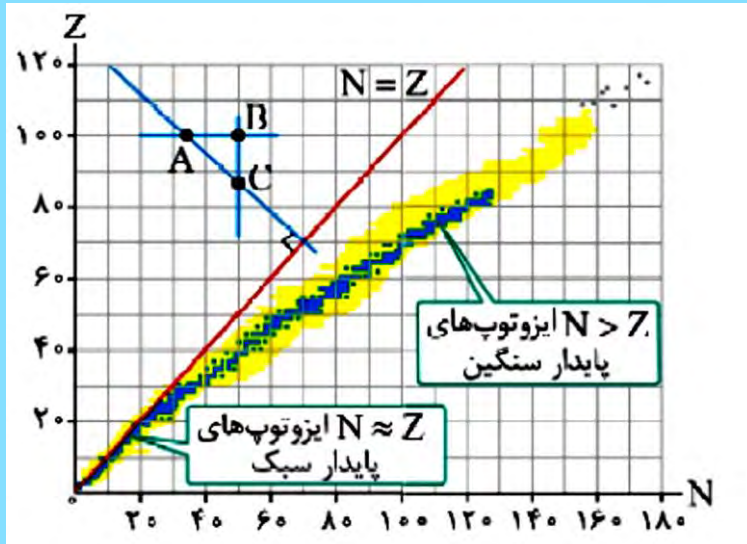
شرط پایداری هسته: برای پایداری هسته، باید نیروی دافعه ی الکتروستاتیکی بین پروتون ها با نیروی جاذبه بین نوکلئون ها، که ناشی از نیروی هسته ای است برابر باشد. ولی به دلیل بلند برد بودن نیروی الکتروستاتیکی، یک پروتون تمام پروتون های دیگر درون هسته را دفع می کند، در حالی که یک پروتون یا یک نوترون فقط نزدیک ترین نوکلئون های مجاور خود را با نیروی هسته ای جذب می کند. به همین دلیل وقتی تعداد پروتون های درون هسته افزایش یابد، اگر هسته بخواهد پایدار بماند، باید تعداد نوترون های درون هسته نیز افزایش یابد.



هسته ی پایدار با بیش ترین تعداد پروتون متعلق به بیسموت است. به جز توریم و اورانیوم که در طبیعت

یافت می شوند سایر هسته های سنگین با عدد اتمی بزرگتر از ۸۳ ناپایدارند. این دو عنصر تنها عنصرهایی اند که واپاشی آن چنان کند است که از هنگام تشکیل منظومه ی شمسی ، فقط مقدار کمی از آن ها بر اثر واپاشی به عنصرهای سبک تر تبدیل شده اند.

تحلیل نمودار:



در نمودار فوق تعداد نوترون بر حسب پروتون یا بر عکس برای ایزوتوپ های پایدار عناصر مختلف به صورت نقطه نقطه نشان داده شده است.

نتیجه می گیریم با افزایش عدد اتمی، نقطه چین مربوط به ایزوتوپ های هسته های پایدار عناصر مختلف به تدریج از خط $N = Z$ فاصله گرفته و به سمت محور نوترون تمایل پیدا می کند. این یعنی با

افزایش عدد اتمی، نسبت $\frac{N}{Z}$ برای هسته های پایدار یکسان نخواهد بود و به تدریج این اندازه بیشتر از یک خواهد شد

یعنی وقتی Z (عدد اتمی یا تعداد پروتون یا تعداد نوکلئون) کم است خط ایزوتوپ های پایدار بر خط $N = Z$ منطبق هستند. چون عدد اتمی و تعداد پروتون کم است و نیروی ربایشی هسته ای بر نیروی رانشی کولنی غالب است اما با افزایش Z چون پروتون بیشتر می شود نیروی کولنی بیشتر می شود هسته ناپایدار تر می شود بنابراین در Z های بزرگتر این پایداری دیگر بر خط $N = Z$ منطبق نیست بلکه این پایداری در نقاطی رخ می دهد که تعداد نوترون بیشتر از پروتون باشد. زیرا در ایزوتوپ هایی که تعداد نوترون بیشتر است نیروی ربایشی هسته ای افزایش می یابد تا بتواند هم چنان بر نیروی رانشی کولنی ناشی از بارهای مثبت هسته غلبه کند و پایدار بماند.

اصل هم ارزی جرم - انرژی انیشتین:

جرم و انرژی جنبه های مختلف یک کمیت فیزیکی هستند که می توانند تحت شرایطی به یکدیگر تبدیل شوند. انرژی معادل جرم m از رابطه مقابل به دست می آید:

$$E = mc^2$$

بر طبق نظریه نسبت انیشتین مجموع کل جرم و انرژی در هر هم کنش ها پایسته (ثابت) می ماند.

انرژی بستگی هسته:

اندازه گیری های دقیق نشان می دهد که جرم هسته M_x از مجموع جرم نوکلئون های تشکیل دهنده آن $(ZM_p + NM_n)$ کمتر است. این اختلاف جرم (جرم ناپدید شده) هنگام تشکیل هسته به انرژی تبدیل شده است که توانسته است نوکلئون ها را گرد هم جمع آوری کند (انرژی بستگی هسته). و یا به عبارت دیگر انرژی بستگی هسته انرژی است که هسته هنگام تشکیل از دست می دهد.

$$B = \Delta MC^2 = (M_p + NM_n - M_x)C^2$$



ترازهای انرژی هسته: انرژی نوکلئون های وابسته به هسته نیز مانند انرژی الکترون های وابسته به اتم کوانتیده اند و نوکلئون ها درون هسته نمی توانند هر انرژی دلخواهی را اختیار کنند. همچنین همان طور 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. هسته ی برانگیخته با گسیل فوتون به به تراز پایه برمی گردد. انرژی فوتون گسیل شده، با اختلاف انرژی بین دو تراز برانگیخته و تراز پایه برابر است.

تفاوت ترازهای انرژی نوکلئون ها با ترازهای انرژی الکترون: اختلاف بین ترازهای انرژی نوکلئون ها در هسته از مرتبه ی keV تا مرتبه ی MeV است در حالی که اختلاف بین ترازهای انرژی الکترون در اتم از مرتبه ی eV است. از این رو، هسته ها در واکنش های شیمیایی برانگیخته نمی شود.

مثال ۱: در یک هسته پایدار، جرم نوکلئون های تشکیل دهنده هسته:

- (۱) مساوی جرم هسته است
- (۲) مساوی جرم تبدیل شده به انرژی بستگی هسته است
- (۳) بزرگ تر از جرم هسته است
- (۴) کوچک تر از جرم تبدیل شده به انرژی بستگی هسته است.

گزینه ۳: اندازه گیری های دقیق نشان می دهد که مجموع جرم پروتون ها و نوترون های هسته (نوکلئون ها) از جرم هسته اندکی بزرگتر است و این اختلاف جرم در موقع تشکیل هسته ایجاد می شود.

مثال ۲: هرچه مجموع جرم نوترون ها و پروتون های یک هسته اتم از جرم آن هسته بیشتر باشد، انرژی بستگی هسته است و آن هسته است.

- (۱) بیشتر - پایدارتر (۲) کمتر - پایدارتر (۳) کمتر - ناپایدارتر (۴) بیشتر - ناپایدارتر

گزینه ۱ طبق رابطه $\Delta E = \Delta Mc^2$ هرچه اختلاف جرم مجموع نوترون ها و پروتون ها (نوکلئون ها) از هسته بیشتر باشد، انرژی بستگی هسته بیشتر است و آن هسته پایدارتر است.

درسنامه ۲

پرتوزایی طبیعی:

هسته های ناپایدار با گذشت زمان با گسیل پرتوهایی واپاشیده و به هسته های سبک تر تبدیل می شوند. این خاصیت هسته ها را پرتوزایی و هسته های ناپایدار و برانگیخته را که توانایی گسیل پرتوها را دارند هسته های پرتوزا گویند.

در پرتوزایی به دو قاعده زیر باید توجه نمود:

- ✓ مجموع عددهای اتمی (Z) در دو طرف واکنش یکسان است.
- ✓ مجموع عددهای جرمی (A) در دو طرف واکنش یکسان است.

پرتوزایی به سه روش صورت می گیرد:

آلفا (${}^4_2\alpha$):

۱. از جنس هسته اتم هلیوم است. ${}^4_2\alpha = {}^4_2\text{He}^{++}$
۲. $q_\alpha = +2e$
۳. در میدان های الکتریکی، مغناطیسی و گرانشی منحرف می شود.
۴. معادله واپاشی ${}^A_ZX \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^4_2\alpha \leftarrow$
۵. با تابش آلفا ۲ واحد از عدد جرمی کاسته می شود و عنصر دو ستون در جدول تناوبی عقب می رود.

بتا (${}^0_{-1}\beta$):

۱. از جنس الکترون است.
 ۲. در میدان های الکتریکی مغناطیسی و گرانشی منحرف می شود.
 ۳. $q_\beta = -e$
 ۴. معادله واپاشی ${}^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z+1}Y + {}^0_{-1}\beta \leftarrow$
 ۵. نحوه واپاشی
- $$n \rightarrow {}^1_1P + {}^0_{-1}e$$
- که در آن P به عدد اتمی هسته اضافه می شود و e به صورت بتای منفی از هسته گسیل می شود.
۶. با واپاشی بتای منفی ۱ واحد به عدد اتمی اضافه می شود و ۱ واحد از عدد نوترونی کم می شود و عدد جرمی تغییر نمی کند.
 ۷. متداول ترین نوع واپاشی است.

گاما زا (${}^0_0\gamma$):

۱. از جنس امواج الکترومغناطیس است.
۲. نه جرم دارد و نه بار الکتریکی، پس در میدان‌های الکتریکی - مغناطیسی و گرانشی منحرف نمی‌شود.
۳. معمولاً بعد از واپاشی‌های آلفا و بتا رخ می‌دهد.
۴. معادله واپاشی $\leftarrow {}^A_ZX \rightarrow {}^A_ZX + {}^0_0\gamma$
۵. با واپاشی گاما از هسته به حالت برانگیخته به حالت پایداری می‌رسد و سطح انرژی هسته کمتر می‌شود.

واپاشی پوزیترون زا (${}^0_{+1}\beta$):

۱. پوزیترون ذره‌ای هم مرتبه با جرم الکترون ولی بارش مثبت است.
 ۲. $q_{\beta+} = +e$
 ۳. در میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی و گرانشی منحرف می‌شود.
 ۴. معادله واپاشی $\leftarrow {}^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z-1}Y + {}^0_{+1}\beta$
 ۵. نحوه واپاشی $\leftarrow {}^1_1P \rightarrow {}^1_0n + {}^0_{+1}e$
 ۶. که در آن p به داخل هسته برمی‌گردد و e به صورت بتای مثبت از هسته گسیل می‌شود.
- یک واحد از عدد اتمی کم و یک واحد به عدد نوترونی اضافه می‌شود و عنصر یک‌خانه در جدول تناوبی عقب می‌رود.

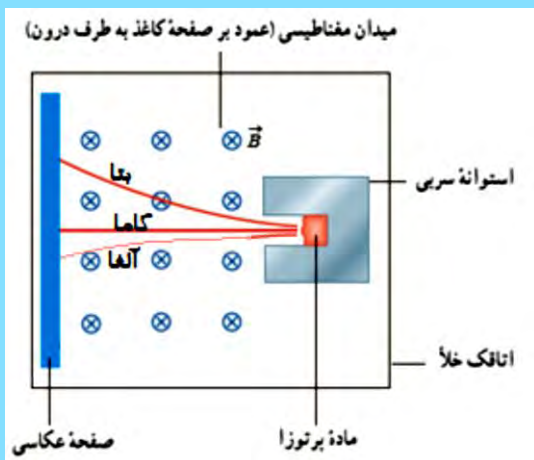
کمی توجه :

واپاشی نوترون زا (1_0n):

۱. ذره‌ای است خنثی $q_n = 0$
۲. در میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی منحرف نمی‌شود.
۳. معادله واپاشی $\leftarrow {}^A_ZX \rightarrow {}^{A-1}_ZX + {}^1_0n$

آزمایش مقایسه ی بار و جرم سه نوع ذره ی پرتوزا: برای انجام این آزمایش نمونه ی ماده ی پرتوزا داخل

استوانه ای سربی قرار می گیرد و پرتوهای آن عمود بر یک میدان مغناطیسی عبور می کنند که با توجه به

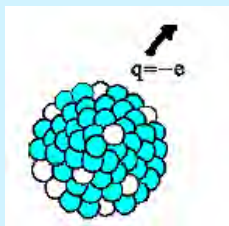


قاعده ی دست راست می توان نوع بارالکتریکی هر ذره را تعیین کرد
۱- پرتوی گاما در میدان مغناطیسی انحراف ندارد که نشان می دهد بار الکتریکی ندارد.

۲- پرتوی بتا به گونه ای در میدان مغناطیسی انحراف پیدا کرده است که نشان می دهد دارای بار الکتریکی منفی است و چون بیش ترین انحراف را دارد نشان می دهد کم ترین جرم را در مقایسه با سایر ذرات واپاشی دارد.

۳- پرتوی آلفا به گونه ای در میدان مغناطیسی انحراف پیدا کرده است که نشان می دهد دارای بار الکتریکی مثبت است و چون کم ترین انحراف را دارد نشان می دهد بیش ترین جرم را در مقایسه با سایر ذرات واپاشی دارد.

مثال ۳: در واپاشی مطابق شکل زیر، تعداد پروتون های هسته و تعداد نوترون های آن:



(۱) یک واحد افزایش می یابد - یک واحد کاهش می یابد

(۲) یک واحد کاهش می یابد - یک واحد افزایش می یابد

(۳) یک واحد افزایش می یابد - ثابت می ماند

(۴) یک واحد کاهش می یابد - ثابت می ماند.

از روی نمودار می توان نتیجه گرفت که پس از ۱۶ روز $\frac{1}{16}$ تعداد هسته های اولیه ماده پرتوزا باقی مانده است؛ بنابراین می توان نیمه عمر این ماده را محاسبه نمود:

$$N = \frac{N_0}{2^n} \quad \text{تعداد هسته های اولیه}$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{16} N_0 &= \frac{N_0}{2^n} \Rightarrow n = 4 \\ n &= \frac{t}{T} \end{aligned} \right\} \Rightarrow 4 = \frac{16}{T} \Rightarrow T = 4 \text{ روز}$$

پس از گذشت ۸ روز داریم:

$$N = \frac{N_0}{2^n} \xrightarrow{n=4} N = \frac{N_0}{2^4} = \frac{1}{16} N_0 \times 100 = 6.25\% N_0$$

مثال ۴: هسته ${}_{91}^{231}\text{Pa}$ با گسیل ذره آلفا و امی پاشد. هسته حاصل چند پروتون و چند نوترون دارد؟

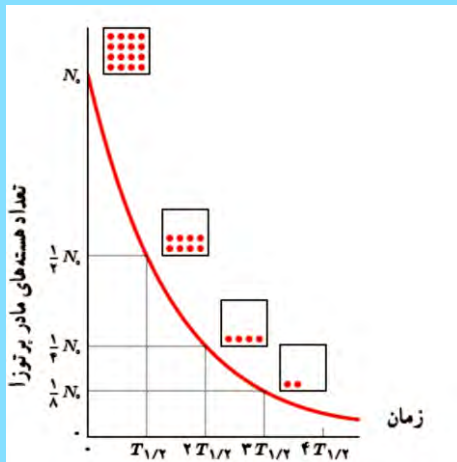
با استفاده از معادله واپاشی هسته ${}_{91}^{231}\text{Pa}$ و ماهیت ذره α (${}^4_2\text{He}$)، تعداد پروتون ها و نوترون های هسته حاصل را به دست می آوریم:

$${}_{91}^{231}\text{Pa} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}_Z^AX \Rightarrow \begin{cases} A + 4 = 231 \Rightarrow A = 227 \\ Z + 2 = 91 \Rightarrow Z = 89 \end{cases} \quad \text{(تعداد پروتون ها)}$$

$$\begin{cases} A = N + Z = 227 \\ Z = 89 \end{cases} \Rightarrow N + 89 = 227 \Rightarrow N = 138 \quad \text{(تعداد نوترون ها)}$$

درسنامه ۳

نیمه عمر ($T_{\frac{1}{2}}$): مدت زمانی است که طول می کشد تا تعداد هسته های مادر موجود در یک نمونه به نصف برسند.



محاسبات جرمی ماده ی پرتوزا با توجه به نیمه عمر آن:

$T_{\frac{1}{2}}$: نیمه عمر

t : کل زمان لازم برای واپاشی (مدت تجزیه)

n : تعداد نیمه عمرهای سپری شده

m_0 : مقدار اولیه ی ماده ی پرتوزا

m : مقدار باقی مانده ی ماده ی پرتوزا (مقدار فعال)

$m - m_0$: مقدار واپاشی شده یا تجزیه شده (غیر فعال)

$$n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}$$

$$m = \frac{m_0}{2^n}$$

$$m_0 - m = m_0 \left(1 - \frac{1}{2^n}\right)$$

تعداد نیم عمر	۱	۲	۳	۴	۵	۶
جرم فعال (باقی مانده)	$\frac{1}{2}m_0$	$\frac{1}{4}m_0$	$\frac{1}{8}m_0$	$\frac{1}{16}m_0$	$\frac{1}{32}m_0$	$\frac{1}{64}m_0$
جرم متلاشی شده	$\frac{1}{2}m_0$	$\frac{3}{4}m_0$	$\frac{7}{8}m_0$	$\frac{15}{16}m_0$	$\frac{31}{32}m_0$	$\frac{63}{64}m_0$

تعداد نیم عمر	۱	۲	۳	۴	۵	۶
جرم فعال	%50	%25	%12.5	%6.25	≈ %3	%1.5
جرم متلاشی شده	%50	%75	%87.5	%93.75	%97	%98.5

نکته- به جای جرم در کلیه ی روابط بالا می توان تعداد هسته های ماده پرتوزا N را قرار داد.

مثال ۵: نیمه عمر برابر ۲۸ سال است. چند سال طول می کشد تا ۲ میلی گرم از این عنصر به ۱۲۵ میکروگرم کاهش یابد؟

گام اول

الف) نیمه عمر Sr برابر ۲۸ سال ← $T_{\frac{1}{2}} = 28$ سال
 ب) چند سال طول می کشد تا ۲ میلی گرم از این عنصر به ۱۲۵ میکروگرم کاهش یابد؟
 ← (سال) $t = ?$, $m = 125 \text{ mg} = 125 \times 10^{-6} \text{ kg}$, $m_0 = 2 \text{ mg} = 2 \times 10^{-3} \text{ kg}$

گام دوم

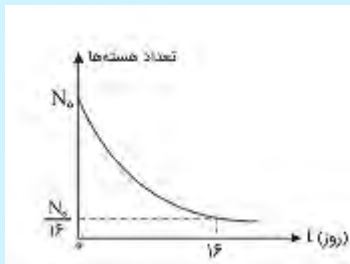
ابتدا تعداد نیمه عمرهای سپری شده را با استفاده از رابطه $N = \frac{N_0}{2^n}$ به دست می آوریم و در رابطه $t = nT_{\frac{1}{2}}$ جایگذاری کرده تا زمان موردنظر را تعیین کنیم.

$$N = \frac{N_0}{2^n} \xrightarrow{N = \frac{m}{m_0}} \frac{m}{m_0} = \frac{1}{2^n} \Rightarrow \frac{125 \times 10^{-6}}{2 \times 10^{-3}} = \frac{1}{2^n} \Rightarrow 2^n = 16 \Rightarrow n = 4$$

$$t = nT_{\frac{1}{2}} \Rightarrow t = 4 \times 28 = 112 \text{ سال}$$

* نکته: نسبت تعداد هسته های پرتوزای یک ماده، قبل و بعد از پرتوزایی، با نسبت جرم های آن ماده در این حالت ها، برابر است: $\frac{N}{N_0} = \frac{m}{m_0}$

مثال ۶: نمودار تغییرات تعداد هسته های یک ماده پرتوزا بر حسب زمان، مطابق شکل زیر است. پس از گذشت هشت روز چند درصد از هسته های آن فعال باقی می ماند؟



از روی نمودار می توان نتیجه گرفت که پس از ۱۶ روز $\frac{1}{16}$ تعداد هسته های اولیه ماده پرتوزا باقی مانده است؛ بنابراین می توان نیمه عمر این ماده را محاسبه نمود:

$$N = \frac{N_0}{2^n} \quad \text{تعداد هسته های اولیه}$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{16} N_0 &= \frac{N_0}{2^n} \Rightarrow n = 4 \\ n &= \frac{t}{T} \end{aligned} \right\} \Rightarrow 4 = \frac{16}{T} \Rightarrow T = 4 \text{ روز}$$

پس از گذشت ۸ روز داریم:

$$N = \frac{N_0}{2^n} \xrightarrow{n = \frac{8}{4} = 2} N = \frac{N_0}{2^2} = \frac{1}{4} N_0 \times 100 = 25\% N_0$$

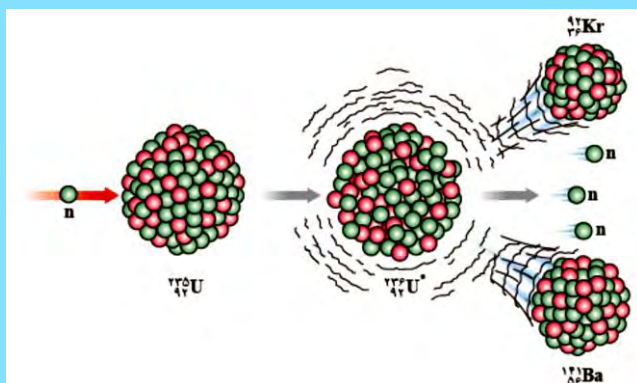
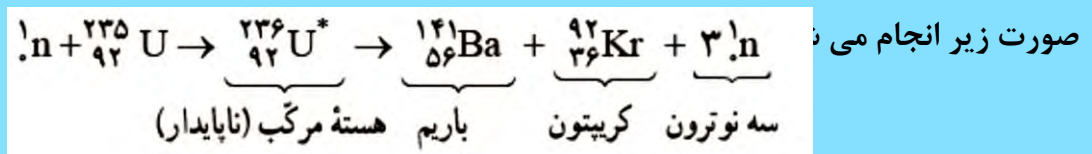
درسنامه ۴

واکنش های هسته ای:

انواع شکافت هسته ای: ۱- شکافت هسته ای ۲- هم جوشی هسته ای

۱- **شکافت هسته ای**: فرایند تقسیم شدن یک هسته ی سنگین به دو هسته با جرم کم تر ، شکافت هسته ای نامیده می شود.

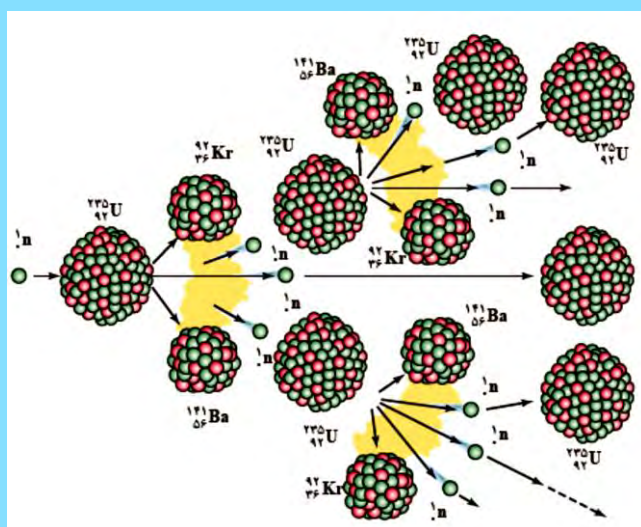
شکافت هسته ی اورانیوم: اورانیوم $^{235}_{92}\text{U}$ پس از جذب نوترون به دو تکه تقسیم می شود و هر تکه ، جرم کم تری از هسته ی اولیه دارد. در فرایند شکافت اورانیوم ، ترکیب های متفاوتی از هسته های کوچک تر همراه با تعدادی نوترون (بین ۲ تا ۵) به وجود می آید . به طور مثال یکی از واکنش های ممکن شکافت به



وقتی نوترونی با هسته ی اورانیوم ^{235}U برخورد کند و جذب شود ، هسته ی اورانیوم شروع به ارتعاش می کند و تغییر شکل می دهد . ارتعاش تا وقتی ادامه می یابد که تغییر شکل چنان جدی شود که نیروی جاذبه ی هسته ای دیگر نتواند با نیروی دافعه ی الکتروستاتیکی بین پروتون های هسته متوازن شود. در این هنگام ، هسته به پاره هایی وا می پاشد که حامل انرژی (به طور عمده انرژی جنبشی) هستند.

واکنش زنجیره ای: فرایند شکافت اورانیوم ^{235}U با

جذب یک نوترون کند آغاز می شود. اگر محصولات شکافت Ba و Kr باشند در این فرایند ۳ نوترون به وجود می آید. چون نوترون ها بار الکتریکی ندارند، هسته های دیگر آن ها را دفع نمی کنند. نوترون ها پس از کند شدن ، توسط هسته های دیگر جذب می شوند و باعث شکافت در ۳ هسته ی اورانیوم دیگر می شوند و ۹ نوترون آزاد می کنند . اگر هر یک از این نوترون ها نیز موفق به شکافت یک هسته ی اورانیوم شود، ۲۷ نوترون آزاد می شود به همین ترتیب تا آخر. این واکنش را واکنش زنجیری می نامند.



انرژی هسته ای: در واکنش شکافت هسته ای، جرم محصولات شکافت، کم تر از جرم هسته ی مرکب است. این

اختلاف جرم بنا به رابطه ی $E = mc^2$ سبب آزاد شدن انرژی گرمایی زیادی می شود. انرژی ای که توسط محصولات شکافت حمل می شود عمدتاً به شکل انرژی جنبشی است.

علت انجام نشدن واکنش زنجیره ای در معادن: در سنگ معدن اورانیوم، دو ایزوتوپ ^{235}U و ^{238}U وجود دارد، به طوری که فراوانی ایزوتوپ ^{235}U که توانایی انجام شکافت را دارد حدود ۰/۷۲ درصد است (یعنی از هر ۱۴۰ اتم اورانیوم در سنگ معدن تنها یکی از آن ها ایزوتوپ ^{235}U است) احتمال اینکه اورانیوم ^{235}U نوترونی را گیر بیندازد و شکافته شود بسیار کم است و در نتیجه واکنش شکافت را ناممکن می سازد.

غنی سازی اورانیوم: به فرایند افزایش درصد یا غلظت ایزوتوپ ^{235}U در یک نمونه، غنی سازی گفته می شود. (بیش تر رآکتورهای تجاری تولید برق تا ۳ درصد غنی سازی انجام می دهند)

کندساز نوترون در واکنش شکافت: نوترون های آزاد شده در فرایند شکافت اورانیوم ^{235}U انرژی جنبشی زیادی دارند (حدود) و به نوترون های تند معروف اند. این نوترون ها با احتمال بسیار بیش تری جذب ایزوتوپ اورانیوم ^{238}U می شوند. تجربه نشان می دهد اگر بتوان نوترون های تند را به نحوی کند ساخت که انرژی جنبشی آن ها به حدود 0.04eV برسد، احتمال جذب آن ها توسط ایزوتوپ های اورانیوم ^{235}U افزایش می یابد. این افزایش احتمال می تواند برای ایجاد واکنش زنجیره ای شکافت کافی باشد. آب معمولی (H_2O) و آب سنگین (D_2O) و گرافیت (اتم های کربن) از جمله موادی هستند که به عنوان کند ساز نوترون ها در واکنش شکافت هسته ای استفاده می شوند.

رآکتور هسته ای: رآکتور جایی است که در آن واکنش زنجیری شکافت به طور کنترل شده رخ می دهد. رآکتور ها بیش تر به منظور تولید انرژی الکتریکی در نیروگاه های هسته ای به کار می روند.

ساختمان و نحوه ی کار رآکتور هسته ای: رآکتور هسته ای افزون بر سوخت هسته ای و ماده ی کند ساز، دارای

میله های کنترل و شاره ای (معمولاً آب هستند که گرما را به خارج رآکتور انتقال می دهد.

سوخت هسته ای (معمولاً با حدود ۳ درصد ایزوتوپ اورانیوم ^{235}U)

به صورت میله هایی با قطر حدود 1cm است که هزاران عدد از این

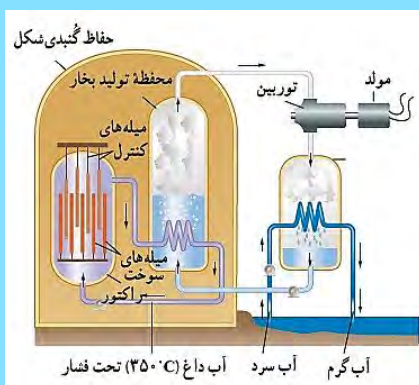
میله ها در قلب رآکتور قرار دارد. با وارد کردن میله های کنترل به

داخل رآکتور، آهنگ شکافت، یعنی تعداد نوترون های موجود برای

به وجود آوردن شکافت تنظیم می شود. میله های کنترل معمولاً از

مواد جذب کننده ی نوترون مانند کادمیم یا بور، ساخته می شوند.

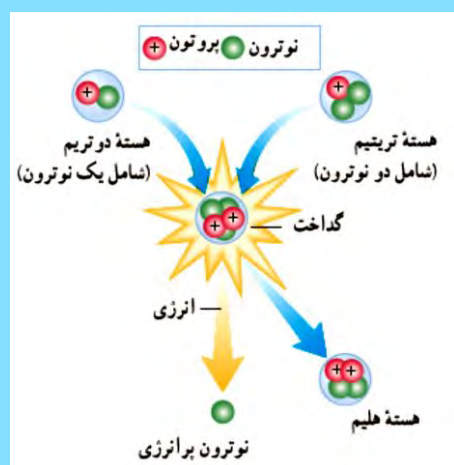
در نوعی از رآکتورها که به رآکتورهای آب (PWR) تحت فشار



معروف اند ، آبی که سوخت هسته ای را احاطه کرده است ، تحت فشار زیاد قرار دارد تا بدون آنکه بجوشد به دماهای بالا برسد . این آب داغ ، به سامانه ی بسته ی دیگری که محتوی آب کم فشار است، پمپ می شود تا این آب را گرم کند. گرمای انتقال یافته به سامانه ی دوم، سبب تولید بخار می شود که توربین ومولد الکتریسیته را به کار می اندازد.

۲- گداخت (همجوشی) هسته ای: یک واکنش هسته ای است که منشأ تولید انرژی در ستارگان و از جمله خورشید است. در این فرایند دو هسته ی سبک با یکدیگر ترکیب می شوند و هسته ی سنگین تری به وجود می آورند.

مثالی از واکنش همجوشی هسته ای: واکنش گداخت زیر را در نظر بگیرید: $D + T \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$



در این واکنش با همجوشی هسته ای دو ایزوتوپ هیدروژن یعنی دوتریم و تریتم، هسته ی هلیوم و یک نوترون پراکنده تولید می شود. در واکنش گداخت ، مجموع جرم محصولات فرایند ، کم تر از مجموع جرم هسته های اولیه است. در اینجا نیز این اختلاف جرم با توجه به رابطه ی $E = mc^2$ سبب آزاد شدن مقدار زیادی انرژی می شود.

مشکل ساخت رآکتور گداخت: برای انجام واکنش گداخت باید دو هسته ی کم جرم به حد کافی به هم نزدیک شوند تا نیروی کوتاه برد هسته ای بتواند آن ها را کنار هم نگه دارد . ولی هر هسته ، بار مثبت دارد وهسته ی دیگر را دفع می کند ، برای آنکه هسته ها با وجود این نیروی رانشی بسیار قوی ، بتوانند به هم گداخته شوند ، باید دما بسیار بالا باشد تا هسته ها با انرژی جنبشی زیادی به یکدیگر برخورد کنند. به همین دلیل ، برای انجام این واکنش باید مقدار زیادی انرژی صرف کرد.(چنین دمایی در ستارگان وخورشید وجود دارد)

سوالات

(۱) جاهای خالی را در جمله های زیر با کلمه های مناسب تکمیل کنید:

(الف) هسته اتم از نوترون ها و پروتون ها تشکیل شده است که به طور کلی نامیده می شوند.

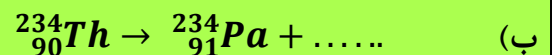
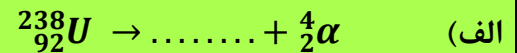
(ب) آب معمولی از جمله موادی است که به عنوان نوترون ها در واکنش شکافت هسته ای استفاده می شود.

(پ) با وارد کردن به داخل راکتور ، آهنگ واکنش شکافت ، تنظیم می شود.

(ت) یک نوع واکنش هسته ای که منشأ تولید انرژی در ستارگان و از جمله خورشید است نام دارد.

(ریاضی خرداد ۱۴۰۱)

(۲) واکنش های زیر را کامل کنید (هسته دختر را A_ZY بگیرید).



(ریاضی خرداد ۱۴۰۱)

(۳) جاهای خالی را با کلمه های مناسب کامل کنید.

(الف) نیروی هسته ای است و مستقل از نوع بار الکتریکی می باشد.

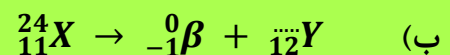
(ب) ایزوتوپ ها دارای خواص هسته ای هستند.

(پ) به فرآیند افزایش درصد یا غلظت اورانیوم ۲۳۵ در یک نمونه گفته می شود.

(ت) در فرآیند دو هسته سبک با هم ترکیب می شوند و هسته سنگین تری به وجود می آورند.

(ریاضی شهریور ۱۴۰۱)

(۴) واکنش های هسته ای زیر را کامل کنید:



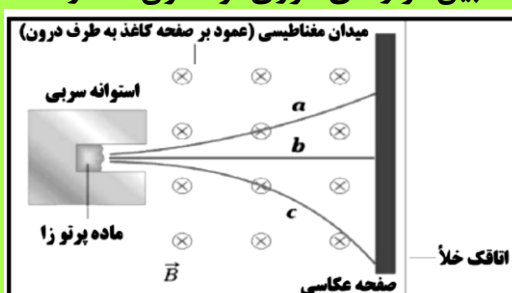
(ریاضی شهریور ۱۴۰۱)

(۵) جاهای خالی را با کلمه های مناسب کامل کنید.

(الف) اختلاف بین ترازهای انرژی الکترون ها در اتم از اختلاف بین ترازهای انرژی نوکلئون ها در هسته است.

(ب) شکل مقابل طرح آزمایش ساده ای را نشان می دهد

که به کمک آن می توان سه نوع پرتو زائی طبیعی را مشاهده کرد. پرتو از نوع گاما است .



پ) انرژی آزاد شده به ازای هر نوکلئون در فرآیند گداخت، انرژی آزاد شده به ازای هر نوکلئون در فرآیند شکافت است.

(ریاضی دی ۱۴۰۱)

۶) در یک واپاشی هسته ای عنصر پرتوزا سرب ($^{207}_{82}Pb$) با تابش دو ذره آلفا و یک ذره بتای منفی ($^0_{-1}\beta$) و دو نوترون (1_0n) تبدیل میشود. معادله واپاشی را نوشته و مقادیر A و Z را حساب کنید.

(ریاضی دی ۱۴۰۱)

۷) در هریک از پرسشهای زیر، گزینه درست را انتخاب کنید و در پاسخنامه بنویسید.

الف) کدامیک از پرتوهای زیر، بیشترین نفوذ را در ورقه سربی دارند؟

۱) پرتو گاما ۲) پرتو آلفا ۳) پرتو بتا

ب) کدام مورد درباره نیروی هسته ای درست است؟

۱) بلندبرد است ۲) کوتاه برد است ۳) رانشی است

(تجربی خرداد ۱۴۰۱)

۸) معادله واپاشی های زیر را کامل کنید. (به جای نماد هسته ایجاد شده در بخش الف، از Y استفاده کنید.)

الف) $^{15}_8O \rightarrow e^+ + \dots\dots\dots$

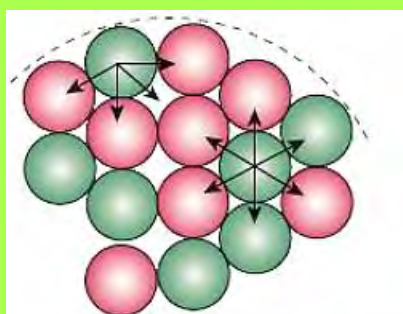
ب) $^{231}_{91}Pa \rightarrow \dots\dots\dots + ^{227}_{89}Ac$

پ) $^{231}_{90}Th^* \rightarrow ^{231}_{90}Th + \dots\dots\dots$

(تجربی شهریور ۱۴۰۱)

۹) به پرسشهای زیر پاسخ دهید.

الف) تصویر مقابل نوکلئون های یک هسته را نشان می دهد. کدام یک از موارد زیر را می توانیم از



مشاهده این تصویر نتیجه گیری کنیم؟

۱) نیروی هسته ای قویتر از نیروی گرانشی است.

۲) نیروی هسته ای کوتاه برد است.

ب) معادله واپاشی های زیر را کامل کنید.

۱) $^{211}_{82}Pb \rightarrow ^{211}_{83}Bi + \dots\dots\dots$

۲) $^{238}_{92}U \rightarrow ^{234}_{90}Th + \dots\dots\dots$

(تجربی دی ۱۴۰۱)

۱۰) جاهای خالی در فرایند واپاشی ستون A تنها با یکی از واپاشی های ستون B مرتبط است. آنها را در پاسخ نامه مشخص کنید. (یک مورد اضافه است.)

ستون B	ستون A
α (۱)	${}_{13}^{27}\text{Al} \rightarrow {}_{14}^{27}\text{Si} + \dots$ (الف)
β^+ (۲)	${}_{92}^{238}\text{U} \rightarrow {}_{90}^{234}\text{Th} + \dots$ (ب)
β^- (۳)	${}_{43}^{99}\text{T}^* \rightarrow {}_{43}^{99}\text{T} + \dots$ (پ)
γ (۴)	

(ریاضی خرداد ۱۴۰۰)

۱۱) الف) ایزوتوپ (هم مکان) یعنی چه ؟

ب) چرا هسته ها در فرایندهای شیمیایی برانگیخته نمیشوند ؟

پ) معادلهٔ مقابل مربوط به واپاشی یک ذرهٔ آلفا را کامل کنید (به جای هستهٔ به دست آمده ${}_Z^AX$ بگذارید:



(ریاضی شهریور ۱۴۰۰)

۱۲) الف) دو ویژگی نیروی هسته ای را بنویسید ؟

ب) وقتی عدد اتمی افزایش می یابد ، عناصر داخل هسته ، برای پایدار ماندن چه تغییری می کنند ؟

پ) معادلهٔ واپاشی بتا (β^{-1}) را بنویسید.

(ریاضی دی ۱۴۰۰)

۱۳) درستی یا نادرستی هر گزاره را با واژه ((درست)) یا ((نادرست)) مشخص کنید و در پاسخ نامه بنویسید.

الف) نیروی هسته ای کوتاه برد است و تنها در فاصله ای کوچکتر از ابعاد هستهٔ اتم اثر می کند.

چ) به اختلاف جرم هسته اتم با مجموع جرم نوکلئون های تشکیل دهندهٔ اتم، کاستی جرم هسته گفته می شود.

(تجربی خرداد ۱۴۰۰)

۱۴) برای ${}_{82}^{208}\text{Pb}$ مطلوب است:

۱) تعداد نوکلئونها ۲) تعداد نوترون ها ۳) تعداد پروتون ها

(تجربی خرداد ۱۴۰۰)

۱۵) واژهٔ مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کرده و در پاسخ نامه بنویسید.

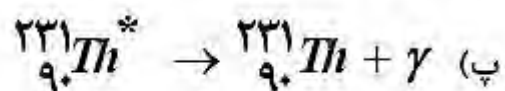
الف) خواص شیمیایی هر اتم را تعداد (پروتون های - نوترون های) هسته تعیین می کنند.

ب) نیروی الکتروستاتیکی بین دو پروتون درون هسته، (بلندبرد - کوتاه برد) است.

(پ) انرژی لازم برای جدا کردن نوکلئون های یک هسته را انرژی (یونش الکترون - بستگی هسته ای) می نامند.

(تجربی شهریور ۱۴۰۰)

(۱۶) نام هر یک از واپاشی های زیر را در پاسخ نامه بنویسید.



(تجربی شهریور ۱۴۰۰)

(۱۷) چرا هسته اتم ها در واکنش های شیمیایی برانگیخته نمی شود؟

(تجربی دی ۱۴۰۰)

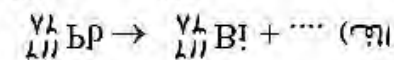
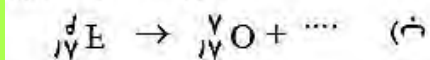
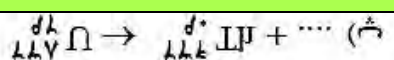
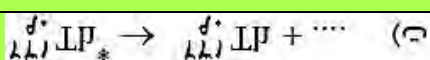
(۱۸) ایزوتوپ ${}_{82}^{207}\text{Pb}$ با گسیل آلفا واپاشی می کند. معادله این واپاشی را در پاسخ نامه بنویسید.

(هسته دختر با نماد ${}_Z^AY$ مشخص شود.)

(تجربی دی ۱۴۰۰)

(۱۹) قسمت های اصلی یک راکتور هسته ای را نام ببرید . (۴ مورد)

(ریاضی خرداد ۹۹)



(۲۰) جاهای () ، نام ذره را بنویسید

(ریاضی شهریور ۹۹)

(۲۱) الف) در هسته های سنگین با زیاد شدن تعداد پروتون ها ، برای پایداری هسته کدام عنصر دیگر باید افزایش یابد ؟

ب) گرافیت ، در راکتورهای شکافت هسته ای به چه عنوان استفاده می شود ؟

پ) واکنش زنجیری در فرایند شکافت به چه معناست ؟

(ریاضی دی ۹۹)

(۲۲) گزاره های زیر را با واژه مناسب کامل کنید.

الف) به دلیل بودن نیروی رانشی الکتروستاتیکی، یک پروتون تمام پروتون های دیگر درون هسته را دفع می کند.

ب) پرتوهای بیشترین نفوذ را دارند و می توانند از ورقهای سربی به ضخامت ($\approx 100\text{mm}$) بگذرند .

(تجربی خرداد ۹۹)

(۲۳) توضیح دهید: آیا می توان ایزوتوپ $^{61}_{25}X$ را با روش شیمیایی از ایزوتوپ $^{59}_{25}X$ جدا کرد؟ از ایزوتوپ $^{61}_{26}Y$ چطور؟ (تجربی خرداد ۹۹)
(۲۴) الف) چرا به ایزوتوپ ها، هم مکان گفته می شود؟ ب) چرا هسته اتم ها در واکنش های شیمیایی برانگیخته نمی شوند؟ (تجربی شهریور ۹۹)
(۲۵) جاهای خالی در فرایندهای واپاشی زیر را کامل کنید. (در پاسخ نامه، هسته دختر با نماد A_ZY نوشته شود.) الف) $^{242}_{94}Pu \rightarrow \dots + \alpha$ ب) $^{18}_9F \rightarrow \dots + ^0_1\beta$ (تجربی شهریور ۹۹)
(۲۶) الف) ناکامی مدل اتمی تامسون را بنویسید. ب) فرایند واپاشی روبه رو را کامل کنید. (هسته دختر با نماد A_ZY در پاسخ نامه نوشته شود.) $^{236}_{92}X \rightarrow \alpha + \dots$ (تجربی دی ۹۹)
(۲۷) الف) چرا واکنش زنجیری به طور طبیعی در معادن اورانیم رخ نمی دهد ؟ ب) چه نیرویی در اتم ، نوکلئون ها را در کنار یکدیگر نگه می دارد ؟ پ) جای خالی داده شده را که ممکن است مربوط به یک یا چند ذره آلفا یا بتا باشد ، کامل کنید: $^{11}_6C \rightarrow ^{11}_3B + \dots$ (ریاضی خرداد ۹۸)
(۲۸) الف) کاستی جرم هسته چیست ؟ ب) معادله واپاشی داده شده را کامل کنید $^{231}_{91}Pa \rightarrow ^4_2\alpha + \dots$ پ) شکافت هسته یعنی چه ؟ (ریاضی شهریور ۹۸)
(۲۹) الف) دو ویژگی نیروی هسته ای را بنویسید. ب) غنی سازی اورانیوم به چه معناست؟ پ) معادله مقابل مربوط به واپاشی بتای مثبت را کامل کنید. (به جای عنصر بدست آمده X بگذارید.) $^{176}_{71}Lu \rightarrow \dots + \dots$ (ریاضی دی ۹۸)
(۳۰) هر یک از گزاره های ستون (الف) تنها به یک واپاشی در ستون (ب) ارتباط دارد. گزاره مرتبط با هر واپاشی را در پاسخ نامه مشخص کنید (در ستون (ب) یک مورد اضافه است).

ستون (الف)	ستون (ب)
(۱) پرتوهای این واپاشی بیشترین نفوذ را در ورقه سرب دارند.	a. آلفا
(۲) نوترون درون هسته به الکترون و پروتون تبدیل می شود.	b. بتای مثبت
(۳) این نوع واپاشی در هسته های سنگین صورت می گیرد.	c. بتای منفی
	d. گاما

(تجربی خرداد ۹۸)

(۳۱) در ایزوتوپ $^{237}_{93}\text{X}$ واپاشی از طریق گسیل ذرات آلفا صورت می گیرد. معادله مربوط به این واپاشی را بنویسید. (هسته دختر با نماد ^A_ZY نوشته شود)

(تجربی شهریور ۹۸)

(۳۲) الف) چرا به ایزوتوپ ها، هم مکان گفته می شود؟

ب) عنصر ($^{238}_{92}\text{U}$) با گسیل دو ذره الکترون واپاشی می کند. معادله این واکنش را بنویسید.

پ) شکافت هسته ای به چه معناست؟

(ریاضی دی ۹۷)

(۳۳) در ایزوتوپ $^{237}_{93}\text{Np}$ واپاشی از طریق گسیل ذرات بتای منفی صورت می گیرد. معادله مربوط به این واپاشی را بنویسید. (هسته دختر با نماد ^A_ZY نوشته شود)

(تجربی دی ۹۷)

(۳۴) پس از گذشت ۱۰۰ روز ، تعداد هسته های پرتوزای یک نمونه ، به $\frac{1}{16}$ تعداد موجود در آغاز کاهش یافته است. نیمه عمر این ماده چند روز است ؟

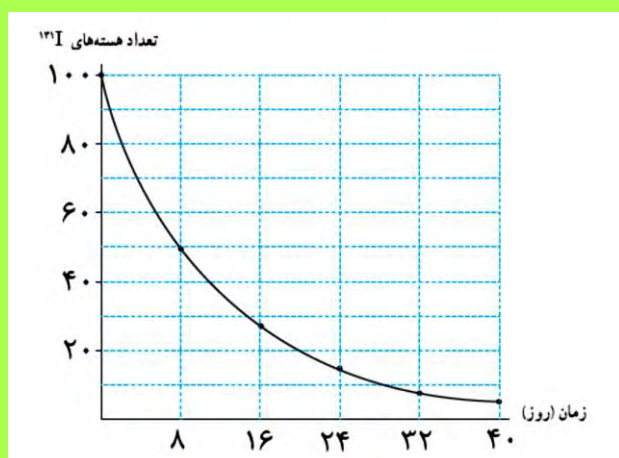
(ریاضی خرداد ۱۴۰۱)

(۳۵) نمودار واپاشی ایزوتوپ $^{131}_{53}\text{I}$ به صورت مقابل است:

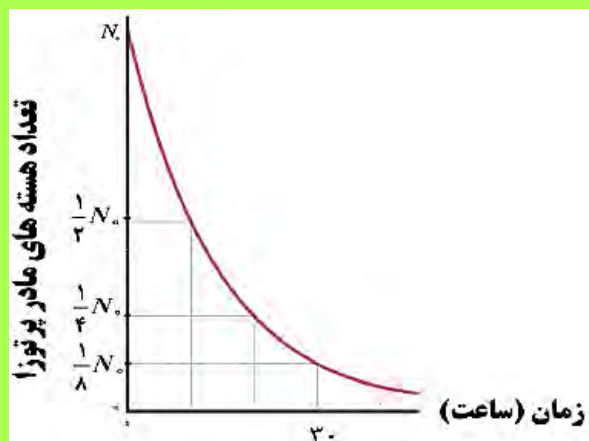
الف) نیمه عمر این عنصر چند روز است؟

ب) پس از چند روز $\frac{63}{64}$ هسته های اولیه واپاشیده می شود

(ریاضی شهریور ۱۴۰۱)



(۳۶) نمودار زیر تعداد هسته های ماده پرتوزا بر حسب زمان را نشان می دهد.
پس از گذشت ۸۰ ساعت چه کسری از هسته های اولیه باقی می ماند؟



(ریاضی دی ۱۴۰۱)

(۳۷) الف) معادله واپاشی روبه رو را کامل کنید. (هسته دختر با نماد A_ZY نوشته شود)



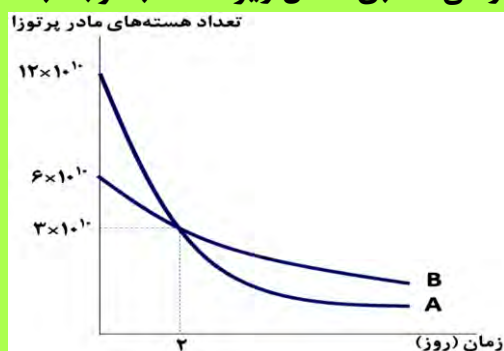
ب) نیمه عمر یک هسته پرتوزا ۴ ساعت است. پس از گذشت ۱۶ ساعت، چه کسری از ماده اولیه باقی می ماند؟

(تجربی خرداد ۱۴۰۱)

(۳۸) پس از ۱۵ دقیقه، $\frac{7}{8}$ هسته های یک نمونه مس پرتوزا به فلز دیگری تبدیل می شود. نیمه عمر این نمونه مس چند دقیقه است؟

(تجربی شهریور ۱۴۰۱)

(۳۹) نمودار تعداد هسته های مادر دو ماده پرتوزا بر حسب زمان مطابق شکل زیر است. با توجه به شکل نیمه عمر ماده A چند برابر نیمه عمر ماده B است؟



(تجربی دی ۱۴۰۱)

(۴۰) نیمه عمر یک نمونه پرتوزا ۲۰ دقیقه است. پس از گذشت چند ساعت تعداد هسته های پرتوزای این نمونه به $\frac{1}{64}$ تعداد هسته های پرتوزای اولیه می رسد؟

(ریاضی خرداد ۱۴۰۰)

(۴۱) نیمه عمر یک ماده رادیواکتیو حدود ۲۳ روز است. پس از گذشت ۱۱۵ روز، چه کسری از هسته های فعال آن باقی مانده اند؟

(ریاضی شهریور ۱۴۰۰)

(۴۲) پس از گذشت ۱۲۰ روز ، از یک ماده رادیواکتیو $\frac{1}{16}$ هسته های اولیه باقی مانده است . نیمه عمر این ماده چند روز است ؟ (ریاضی دی ۱۴۰۰)
(۴۳) نیمه عمر یک نمونه پرتوزا ۴ روز است. پس از گذشت چند روز تعداد هسته های پرتوزای این نمونه به $\frac{1}{64}$ تعداد هسته های پرتوزای اولیه می رسد؟ (تجربی شهریور ۱۴۰۰)
(۴۴) نیمه عمر یک نوع ایزوتوپ بیسموت، یک ساعت است. در نمونه ای از این ایزوتوپ، پس از گذشت ۴ ساعت، چه کسری از ماده اولیه باقی می ماند؟ (تجربی دی ۱۴۰۰)
(۴۵) نیمه عمر ید برابر ۸ روز است . پس از گذشت ۴۰ روز چه کسری از هسته های اولیه در محیط باقی می ماند ؟ (ریاضی خرداد ۹۹)
(۴۶) نیمه عمر یک ماده رادیواکتیو ۲۰ دقیقه است . پس از گذشت ۴۰ دقیقه چه کسری از هسته های اولیه باقی می ماند ؟ (ریاضی شهریور ۹۹)
(۴۷) پس از گذشت ۳۶ ساعت ، از یک ماده رادیواکتیو $\frac{1}{8}$ هسته های اولیه باقی مانده است. نیمه عمر این ماده چند ساعت است ؟ (ریاضی دی ۹۹)
(۴۸) پس از ۲۱ ساعت، $\frac{1}{128}$ تعداد هسته های اولیه یک ماده پرتوزا، فعال باقی میماند. نیمه عمر این ماده پرتوزا چند ساعت است؟ (تجربی خرداد ۹۹)
(۴۹) نیمه عمر یک ماده پرتوزا، حدود ۱۰ روز است. پس از گذشت ۴۰ روز، چه کسری از ماده اولیه در نمونه ای از این ماده پرتوزا، باقی می ماند؟ (تجربی دی ۹۹)
(۵۰) از یک ماده رادیواکتیو پس از گذشت ۱۳۵ روز ، $\frac{7}{8}$ ماده فعال اولیه ، واپاشیده شده است . نیمه عمر این ماده چند روز است ؟ (ریاضی خرداد ۹۸)

(۵۱) نیمه عمر یک مادهٔ رادیواکتیو حدود ۱۵ ساعت است. پس از گذشت ۶۰ ساعت، چه کسری از هسته های فعال آن، باقی مانده اند؟
(ریاضی شهریور ۹۸)

(۵۲) نیمه عمر یک مادهٔ رادیواکتیو حدود ۱۵ روز است. پس از گذشت ۶۰ روز، چه کسری از هسته های فعال آن باقی مانده اند؟
(ریاضی دی ۹۸)

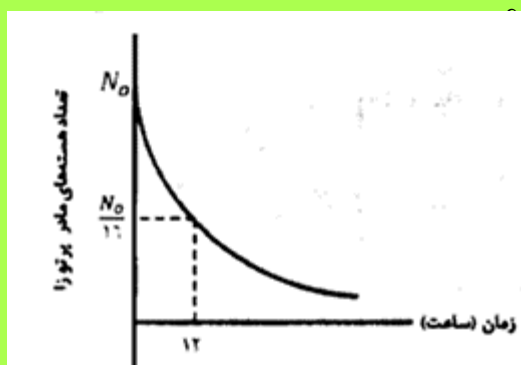
(۵۳) نیمه عمر بیسموت ۲۱۲، حدود یک ساعت است. پس از گذشت ۵ ساعت، در نمونه ای از این بیسموت چه کسری از مادهٔ اولیه باقی می ماند؟
(تجربی خرداد ۹۸)

(۵۴) پس از گذشت ۵ نیمه عمر یک مادهٔ پرتوزا، چه کسری از مادهٔ پرتوزا باقی مانده اولیه باقی مانده می ماند؟
(تجربی شهریور ۹۸)

(۵۵) نیمه عمر یک مادهٔ پرتوزا، ۴ روز است. پس از گذشت ۲۰ روز، چه کسری از هسته های مادر پرتوزای اولیه باقی مانده اند؟
(تجربی دی ۹۸)

(۵۶) نیمه عمر یک مادهٔ رادیواکتیو حدود ۱۲ روز است. ، چه کسری از هسته های فعال آن، پس از گذشت ۶۰ روز باقی مانده اند؟
(ریاضی دی ۹۷)

(۵۷) شکل روبرو نمودار تغییرات تعداد هسته های مادر پرتوزای موجود در یک مادهٔ پرتوزا را بر حسب زمان نشان می دهد. نیمه عمر این مادهٔ پرتوزا چند ساعت است



(تجربی دی ۹۷)

پاسخنامه

(۱) الف) نوکلئون (ب) گندساز (پ) میله های کنترل (ت) گداخت یا همجوشی هسته ای ص ۱۳۸ و ۱۵۰ و ۱۵۱ و ۱۵۲	
(۲) الف) ${}_{90}^{234}\text{Y}$ (ب) ${}_{-1}^0\text{e}^-$ ص ۱۴۲ و ۱۴۴	
(۳) الف) کوتاه برد (یا از نوع جاذبه) (ب) متفاوت (پ) غنی سازی (ت) گداخت (یا همجوشی) ص ۱۳۹ و ۱۴۰ و ۱۵۰ و ۱۵۲	
(۴) الف) α (ب) ۲۴ ص ۱۴۲ و ۱۴۴	
(۵) الف) کم تر (ب) b (پ) بیش تر ص ۱۴۱ و ۱۴۲ و ۱۵۲ و ۱۵۶	
(۶) ${}_{82}^{207}\text{X} \rightarrow 2({}_2^4\alpha) + 1({}_{-1}^0\beta^-) + 2({}_0^1n) + {}_Z^A\text{Y}$ $8 + 0 + 2 + A = 207 \Rightarrow A = 197$ $4 - 1 + 0 + Z = 82 \Rightarrow Z = 79$ ص ۱۴۴ و ۱۴۵	
(۷) الف) (۱) (ب) (۲) ص ۱۱۶ و ۱۱۴	
(۸) الف) ${}_{7}^{15}\text{X}$ (ب) ${}_{2}^4\text{He}$ (پ) γ	
(۹) الف) ۲ ب) (۱) ${}_{83}^{211}\text{Pb} \rightarrow {}_{83}^{211}\text{Bi} + {}_{-1}^0\text{e}^-$ (۲) ${}_{92}^{238}\text{U} \rightarrow {}_{90}^{234}\text{Th} + {}_{2}^4\text{He}$ ص ۱۱۳ و ۱۱۶	
(۱۰) الف) ۳ (ب) ۱ (پ) ۴ ص ۱۴۲ تا ۱۴۵	
(۱۱) الف) هسته هایی که دارای تعداد پروتون مساوی و تعداد نوترون متفاوت هستند. (ب) زیرا اختلاف بین ترازهای انرژی نوکلئون ها در هسته بسیار بالا است و انرژی لازم برای شرکت در واکنش را نمی توانند کسب کنند. (پ) ص ۱۳۹ و ۱۴۱ و ۱۴۷ ${}_{92}^{238}\text{U} \rightarrow {}_{89}^{234}\text{X} + \alpha$	
(۱۲) الف) کوتاه برد و مستقل از بار الکتریکی است (ب) تعداد نوترون ها در هسته افزایش می یابد. (پ) ${}_Z^A\text{X} \rightarrow {}_{Z+1}^A\text{Y} + {}_{-1}^0\text{e}^-$ ص ۱۴۰ و ۱۴۴	

۱۳	الف) درست	ب) درست	ص. ۱۱۴. ص. ۱۱۵
۱۴	۲۰۸ (۱)	۱۲۶ (۲)	۸۲ (۳) تعریف ۱۶ ص. ۱۲۴
۱۵	الف) پروتون های	ب) بلند برد	پ) بستگی هسته ای ص. ۱۱۳. ص. ۱۱۴. ص. ۱۱۵
۱۶	الف) بتای مثبت	ب) آلفا	پ) گاما ص. ۱۱۶. ۱۱۸ و ۱۱۹
۱۷	زیرا اختلاف بین ترازهای انرژی نوکلئون ها در هسته از مرتبه ی keV تا مرتبه ی MeV است در حالی که اختلاف بین ترازهای انرژی الکترون در اتم از مرتبه ی ev است.		
۱۸	${}_{82}^{207}\text{Pb} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_{80}^{203}\text{Y}$ ص. ۱۲۴		
۱۹	سوخت هسته ای ، ماده گندساز ، میله های کنترل ، شاره ای برای خنک کردن ص. ۱۵۱		
۲۰	الف) β^-	ب) β^+	پ) α ت) γ ص. ۱۵۵
۲۱	الف) نوترون ها	ب) گندساز	ص. ۱۴۰ و ۱۴۸ و ۱۵۰
	پ) یعنی نوترون های حاصل از شکافت بتوانند باعث شکافت هسته اورانیم دیگری شوند		
۲۲	الف) بلندبرد	ب) گاما	ص. ۱۱۴. ص. ۱۱۶
۲۳	ایزوتوپ ${}_{25}^{61}\text{X}$ را از ایزوتوپ ${}_{25}^{59}\text{X}$ با روش شیمیایی نمی توان جدا کرد چون ایزوتوپ های یک عنصر دارای خواص شیمیایی یکسان هستند. ایزوتوپ ${}_{25}^{61}\text{X}$ را با روش شیمیایی می توان از ایزوتوپ ${}_{26}^{61}\text{Y}$ جدا کرد چون مربوط به دو عنصر با خواص شیمیایی متفاوت هستند. ص. ۱۲۴		
۲۴	الف) هسته هایی که تعداد پروتون مساوی ولی تعداد نوترون متفاوت دارند خواص شیمیایی یکسانی دارند در نتیجه در جدول تناوبی عناصر هم مکان هستند.	ب) زیرا اختلاف بین ترازهای انرژی نوکلئون ها در هسته از مرتبه ی keV تا مرتبه ی MeV است در حالی که اختلاف بین ترازهای انرژی الکترون در اتم از مرتبه ی ev است.	ص. ۱۱۳. ص. ۱۱۵
۲۵	(۱) ${}_{92}^{238}\text{Y}$	(۲) ${}_{8}^{18}\text{Y}$	ص. ۱۲۴
۲۶	الف) بسامدهای تابش شده از اتم که در این مدل پیش بینی شده بود با نتایج تجربی سازگار نبود. ب) ${}_{90}^{232}\text{Y}$	ص. ۱۱۰. ص. ۱۱۷	
۲۷	الف) چون فراوانی ایزوتوپ ۲۳۵ حدود ۰/۷۲ درصد است و احتمال اینکه ایزوتوپ ۲۳۸ بتواند توسط نوترونی شکافته شود ، بسیار کم است .		

(ب) نیروی هسته ای	
ص ۱۳۹ و ۱۴۰ و ۱۴۴	(پ) $3(e^+)$
(۲۸) الف) جرم هسته از مجموع جرم پروتون ها و نوترون های تشکیل دهنده اش ، اندکی کمتر است . این اختلاف جرم را کاستی جرم هسته می گویند.	
(ب) ${}_{91}^{231}Pa \rightarrow {}_2^4\alpha + {}_{89}^{227}X$	
ص ۱۴۱ و ۱۴۲ و ۱۴۸	(پ) تقسیم شدن یک هسته سنگین به دو هسته با جرم کمتر
(۲۹) الف) کوتاه برد ، بسیار قوی	
(ب) افزایش درصد یا غلظت ایزوتوپ ۲۳۵ در یک نمونه را غنی سازی می گویند	
ص ۱۴۰ و ۱۵۰ و ۱۴۴	(پ) ${}_{71}^{176}Lu \rightarrow {}_{70}^{176}X + \alpha$
ص ۱۱۶ و ۱۱۷	(الف) d (ب) c (پ) a
ص ۱۲۴	(۳۱) ${}_{93}^{237}X \rightarrow {}_{91}^{233}Y + {}_2^4\alpha$
(۳۲) الف) چون همگی در یک خانه جدول تناوبی هستند.	
ص ۱۴۸	(ب) ${}_{92}^{238}U \rightarrow {}_{94}^{238}Y + 2 {}_1^0e$
(پ) فرآیند تقسیم شدن یک هسته سنگین به دو هسته با جرم کمتر	
ص ۱۱۷	(۳۳) ${}_{93}^{237}Np \rightarrow {}_{94}^{237}Y + {}_1^0e$
(۳۴)	
$N = \frac{N_0}{2^n} \qquad N = \frac{N_0}{16} = \frac{N_0}{2^4} \rightarrow n = 4$ $n = \frac{t}{T} \qquad T = \frac{100}{4} = 25 \text{ روز}$	
ص ۱۴۷	
(۳۵)	
(الف) ۸ روز	
(ب) $1 - \frac{63}{64} = \frac{1}{64}$ مقدار باقیمانده	
ص ۱۴۷	$N = \frac{N_0}{2^n} \rightarrow \frac{1}{64} N_0 = \frac{N_0}{2^{t/8}} \rightarrow t = 48 \text{ روز}$
(۳۶)	
$T = 10h \qquad N = \frac{N_0}{2^n} \rightarrow N = \frac{N_0}{2^8} = \frac{1}{256} N_0$	
ص ۱۴۷	

(۳۷)

الف) ${}_{84}^{218}\text{Y}$

ص. ۱۱۶

ب) ص. ۱۲۱

$$N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n \quad n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} \quad n = 4 \quad \frac{N}{N_0} = \frac{1}{16}$$

(۳۸)

$$1 - \frac{1}{2^n} = \frac{3}{8}$$

$$n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}$$

$$n = 3$$

$$3 = \frac{15}{T_{\frac{1}{2}}} \Rightarrow T_{\frac{1}{2}} = 5 \text{ min}$$

(۳۹)

$$N = \frac{N_0}{2^n} \quad 3 \times 10^{10} = \frac{6 \times 10^{10}}{2^n} \Rightarrow \frac{t}{T_B} = n_B = 1$$

$$3 \times 10^{10} = \frac{12 \times 10^{10}}{2^n} \Rightarrow \frac{t}{T_A} = n_A = 2$$

$$\frac{T_A}{T_B} = \frac{1}{2}$$

ص. ۱۲۰

(۴۰)

$$N = \frac{N_0}{2^n}$$

$$\frac{1}{64} N_0 = \frac{N_0}{2^n}$$

$$n = 6$$

$$n = \frac{t}{T}$$

$$t = 20 \times 6 = 120 \text{ min} = 2 \text{ h}$$

ص. ۱۴۷

(۴۱)

$$n = \frac{t}{T}$$

$$n = \frac{115}{23} = 5$$

ص. ۱۴۷

$$N = \frac{N_0}{2^n}$$

$$N = \frac{N_0}{2^5} = \frac{N_0}{32}$$

(۴۲)

$$N = \frac{N_0}{2^n}$$

$$N = \frac{N_0}{16} = \frac{N_0}{2^4} \rightarrow n = 4$$

$$n = \frac{t}{T}$$

$$T = \frac{120}{4} = 30 \text{ روز}$$

ص. ۱۴۷

	$N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n$ $\frac{1}{64} N_0 = \frac{N_0}{2^n}$ $n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}$ $t = 6 \times 4 = 24 \text{ روز}$	(۴۳) ص. ۱۲۱
	$n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} = \frac{4}{1} = 4$ $N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n$ $\frac{N}{N_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^4$ $\frac{N}{N_0} = \frac{1}{16}$	(۴۴) ص. ۱۲۵
	$n = \frac{t}{T} = \frac{40}{8} = 5$ $N = \frac{N_0}{2^n} = \frac{N_0}{2^5} = \frac{1}{32} N_0$	(۴۵) ص. ۱۴۷
	$n = \frac{t}{T} = \frac{40}{20} = 2$ $N = \frac{N_0}{2^n} = \frac{N_0}{2^2} = \frac{1}{4} N_0$	(۴۶) ص. ۱۴۷
	$N = \frac{N_0}{2^n} = \frac{N_0}{8} = \frac{N_0}{2^3}$ $n = \frac{t}{T}$ $T = \frac{36}{3} = 12 \text{ h}$	(۴۷) ص. ۱۴۷
	$\frac{N}{N_0} = \frac{1}{2^n} = \frac{1}{128}$ $n = 7$ $T_{1/2} = \frac{t}{n} = \frac{21}{7} = 3 \text{ ساعت}$	(۴۸) ص. ۱۲۱
	$n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}$ $n = \frac{40}{10} = 4$ $N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n$ $\frac{N}{N_0} = \frac{1}{16}$	(۴۹) ص. ۱۲۱

(۵۰)

$$N = \frac{N_0}{2^n} \quad \frac{1}{8} N_0 = \frac{1}{2^3} N_0 \quad n = 3$$

$$n = \frac{t}{T} \quad 3 = \frac{125}{T} \quad T = 45 \text{ روز}$$

ص ۱۴۷

(۵۱)

$$n = \frac{t}{T} \quad n = \frac{60}{15} = 4$$

$$N = \frac{N_0}{2^n} \quad N = \frac{1}{2^4} N_0 = \frac{1}{16} N_0$$

ص ۱۴۷

(۵۲)

$$n = \frac{t}{T} \quad n = \frac{60}{15} = 4$$

$$N = \frac{N_0}{2^n} \quad N = \frac{1}{2^4} N_0 = \frac{1}{16} N_0$$

ص ۱۴۷

(۵۳)

$$N = \frac{N_0}{2^{T_1/t}} \quad N = \frac{N_0}{2^5} \quad \frac{N}{N_0} = \frac{1}{32}$$

ص ۱۲۱

(۵۴)

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

ص ۱۲۱

(۵۵)

$$n = \frac{t}{T_1} = \frac{20}{4} = 5 \quad \frac{N}{N_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^n \quad \frac{N}{N_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^5 = \frac{1}{32}$$

ص ۱۲۱

(۵۶)

$$n = \frac{t}{T} \quad n = \frac{60}{12} = 5$$

$$N = \frac{N_0}{2^n} \quad N = \frac{1}{2^5} N_0 = \frac{1}{32} N_0$$

ص ۱۴۶

(۵۷)

$$\frac{N_0}{2^n} = \frac{N_0}{16} \quad n = 4 \quad T_{1/2} = \frac{t}{n} = \frac{12}{4} = 3 \text{ ساعت}$$

ص ۱۲۰

تمرین

(۱) کدام یک از موارد زیر درباره هسته اتم های عناصر درست است؟

- (الف) اغلب ایزوتوپ ها عناصر ناپایدارند و با گذشت زمان واپاشیده می شوند
 (ب) برد نیروهای کولنی در مقایسه با برد نیروهای هسته ای بسیار کوتاه است .
 (پ) جرم یک هسته برابر مجموع جرم نوکلئون های تشکیل دهنده آن هسته است.
 (ت) نسبت تعداد نوترون ها به پروتون ها برابر هسته های پایدار مختلف یکسان است.

(۲) در هسته یک اتم، نیروی هسته ای قوی:

- (الف) نیروی جاذبه ای است که هر پروتون به تمام پروتون ها وارد می کند.
 (ب) نیروی دافعه ای است که هر پروتون به تمام پروتون ها وارد می کند.
 (پ) نیروی دافعه ای است که هر نوکلئون فقط به نوکلئون های مجاور خود وارد می کند.
 (ت) نیروی جاذبه ای است که هر نوکلئون فقط به نوکلئون های مجاور خود وارد می کند.

(۳) کدام عبارت درست است؟

- (الف) با گذشت زمان، نیمه عمر یک عنصر پرتوزا کاهش می یابد.
 (ب) در اثر پرتوزایی ممکن است عدد اتمی هسته افزایش یابد.
 (پ) هرچه انرژی بستگی یک هسته بیشتر باشد، آن هسته ناپایدارتر است.
 (ت) اگر از هسته های فقط ذره آلفا گسیل شود، عدد جرمی آن یک واحد کاهش می یابد.

(۴) فرض کنید در واپاشی هسته ای، عنصر پرتوزای سرب با گسیل ذره های α و β (الکترون) و دو نوترون تبدیل به عنصر طلا شود. در این صورت به ترتیب از راست به چپ چند ذره α و چند ذره β تابش خواهد شد؟ ($^{207}_{82}Pb$ و $^{197}_{79}Au$)
(۵) از یک ماده پرتوزا پس از گذشت ۵ نیمه عمر، تقریباً چند درصد از هسته آن واپاشیده شده است؟
(۶) اگر ۸۷/۵ درصد از تعداد هسته های یک ماده رادیواکتیو در مدت ۲۴ ساعت واپاشیده شود، نیمه عمر آن چند ساعت است؟
(۷) نیمه عمر یک ماده پرتوزا ۵ شبانه روز است. اگر پس از ۲۰ شبانه روز مقدار ۷۵ گرم آن واپاشی شود، پس از چند شبانه روز تنها ۲/۵ گرم از آن باقی می ماند؟
(۸) در واکنش هسته ای $^1_0n + ^{10}_5B \rightarrow ^7_3Li + X$، چه عنصری است؟
(۹) در واپاشی گاما: الف) تعداد نوکلئون ها ثابت می ماند. ب) عدد اتمی یک واحد کاهش می یابد. پ) عدد جرمی یک واحد کاهش می یابد. ت) هسته از حالت پایه به حالت برانگیخته می رود.
(۱۰) نیمه عمر یک ماده رادیواکتیو ۲ ساعت است. پس از چند ساعت، $\frac{1}{128}$ هسته های اولیه، فعال باقی می ماند؟