

کد کنترل  
162  
A



162A



اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می شود.  
(امام خمینی (ره))

دفترچه شماره ۲ از ۲

آزمون اختصاصی (سراسری) ورودی دانشگاه ها و مؤسسات آموزش عالی نوبت دوم -  
گروه آزمایشی علوم ریاضی و فنی

| ردیف | مواد امتحانی | تعداد سؤال | از شماره | تا شماره | زمان پاسخ گویی | ملاحظات  |
|------|--------------|------------|----------|----------|----------------|----------|
| ۱    | فیزیک        | ۳۵         | ۴۱       | ۷۵       | ۴۵ دقیقه       | ۶۵ سؤال  |
| ۲    | شیمی         | ۳۰         | ۷۶       | ۱۰۵      | ۳۰ دقیقه       | ۷۵ دقیقه |

این آزمون نمره منفی دارد

استفاده از ماشین حساب ممنوع می باشد

حق چاپ، تکثیر و انتشار سؤالات به هر روش (الکترونیکی و ...) پس از برگزاری آزمون، برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز این سازمان مجاز می باشد و با متخلفین برابری عقوبات رفتار می شود

# فیزیک ۳ (کنکور)

رشته ریاضی فیزیک

سال تحصیلی ۱۴۰۵ - ۱۴۰۴

@Physics\_motee



تهیه و تنظیم: امیر ایل مطیع

# بسم الله الرحمن الرحيم

اُطْلُبُوا الْعِلْمَ مِنَ الْمَهْدِ إِلَى الْمَحَدِ

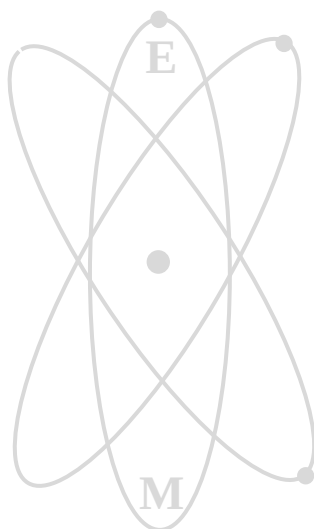
زنگواره تا کوردانش بجوی

حضرت علی (ع):

ارزش هر کس به قدر همت اوست.

# فصل اول

## مکانیک





بردار مکان: برداری که ابتدای آن مبدا مختصات و انتهای آن مکان جسم است.

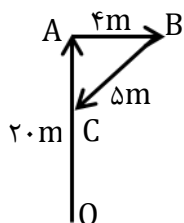
بردار جابه‌جایی: برداری که ابتدای آن مبدا جسم و انتهای آن مقصد جسم است.  $(\vec{\Delta x})$

نکته: بردار مکان وابسته به مبدا مختصات ولی بردار جابه‌جایی مستقل از دستگاه مختصات می‌باشد.

مسافت طی شده: طول مسیر طی شده توسط متحرک ( $l$ )

نکته: جابه‌جایی و مسافت طی شده هیچ‌گاه با یکدیگر برابر نیستند به جز حرکت بر روی خط راست و بدون برگشت (تغییر جهت).

۱. متحرکی مسیر OA به طول ۲۰ متر را به طرف شمال و سپس مسیر AB را به سمت مشرق و در نهایت مسیر BC را به سمت جنوب غربی پیموده است. اندازه‌ی جابه‌جایی متحرک در این حرکت چند متر است؟



۲۹ (۱) ۳ (۲)

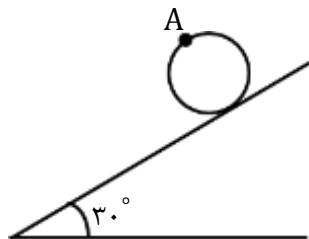
۲۴ (۳) ۱۷ (۴)

۲. پرنده‌ای از لانه‌اش به پرواز درآمد. ابتدا ۸۰ متر به سمت شمال رفت، سپس ۶۰ متر به سمت مشرق پرواز کرد و در نهایت ۱۰۰ متر در راستای قائم رو به بالا پرواز کرد. فاصله‌ی نهایی پرنده از لانه تقریباً چند متر است؟

۶۰√۲ (۱) ۲۰۰ (۲)

۲۴۰ (۳) ۱۰۰√۲ (۴)

۳. در شکل مقابل چرخ‌ی به شعاع ۲۰cm می‌گردد و به پایین می‌آید. موقعیت نقطه‌ی A روی لبه‌ی چرخ در یک لحظه نشان داده شده است. اگر بعد از این موقعیت، چرخ نیم دور بچرخد، نقطه‌ی A چند سانتیمتر جابه‌جا می‌شود؟ ( $\pi \cong 3$ )



۶۰ (۱) ۴۰ (۲)

۲۰√۱۳ (۳) ۴۰√۲ (۴)

۴. پرنده‌ای که روی لبه‌ی ساختمان بلندی به ارتفاع ۵۰m نشسته بود، ابتدا پرواز کرده و به پای ساختمان می‌رسد، سپس ۴۰m به سمت مشرق حرکت می‌کند و در نهایت ۳۰m به طرف شمال می‌رود. جابه‌جایی کل این پرنده چند متر است؟ (۹۷-ر-خ)

۱۲۰ (۱) ۵۰√۲ (۲)

۵۰ (۳) ۴۰√۲ (۴)

سرعت متوسط ( $\bar{V}$ ): نسبت جابه‌جایی متحرک به مدت زمان جابه‌جایی را سرعت متوسط می‌نامیم و آنرا به نماد  $\bar{V}$  نمایش می‌دهیم:  $V_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$

نکته: یکای سرعت متوسط m/s می‌باشد.  $\frac{km}{h} \xrightarrow{\div 3.6} \frac{m}{s}$

نکته: سرعت متوسط کمیتی برداری است و جهت آن الزاما در جهت بردار جابه‌جایی است.

نکته: علامت سرعت تعیین کننده جهت حرکت است. سرعت مثبت باشد حرکت در جهت محور Xها ست و برعکس.

۱. مکان متحرکی روی محور Xها در لحظه‌ی  $t=2s$  برابر  $8m$  و در لحظه‌ی  $t=10s$  برابر  $16m$  می‌باشد. سرعت متوسط متحرک در این مدت چند m/s است؟

(۱) -۳ (۲) -۲

(۳) ۱ (۴) ۲

۲. متحرکی روی محور X حرکت می‌کند و در مبدا زمان از مکان  $x=-40m$  می‌گذرد و در لحظه  $t_1=6s$  به مکان  $x_1=100m$  می‌رسد و در نهایت در لحظه  $t_2=10s$  از مکان  $x_2=20m$  می‌گذرد. سرعت متوسط این متحرک در SI در این ۱۰ ثانیه کدام است؟ (۹۸ت)

(۱) ۲۲ (۲) ۱۴

(۳) ۶ (۴) ۲

۳. متحرکی در صفحه مختصات در امتداد خط مستقیم در مدت  $5s$  از  $A(2,5)$  به  $B(8,-3)$  می‌رسد. سرعت متوسط آن چند m/s است؟

(۱)  $2/8$  (۲) ۳

(۳) ۲ (۴)  $2/5$

۴. متحرکی جابه‌جایی  $\vec{d}_1 = 4\vec{i} - 3\vec{j}$  را در مدت  $3s$  و سپس جابه‌جایی  $\vec{d}_2 = 2\vec{i} - 5\vec{j}$  را در مدت  $2s$  می‌پیماید. سرعت متوسط آن در کل مدت حرکت چند m/s است؟

(۱) ۲ (۲) ۳

(۳)  $2\sqrt{2}$  (۴)  $\frac{2\sqrt{2}}{5}$

۵. متحرکی مسافت  $9Km$  را در مدت  $1h$  در جهت شمال و مسافت  $12Km$  را در مدت  $0.5h$  در جهت شرق طی می‌کند. سرعت متوسط آن را در این جابه‌جایی بیابید؟

(۱) ۱۴ (۲) ۱۰

(۳) ۷ (۴) ۵

۶. اگر سرعت متوسط اتومبیلی که بین دو شهر رفت و آمد می‌کند در مسیر رفت  $90Km/h$  و در مسیر برگشت  $60Km/h$  باشد، سرعت متوسط آن در رفت و برگشت چند Km/h است؟

(۱) ۷۲ (۲) صفر

(۳) ۷۴ (۴) ۷۵

۷. متحرکی می‌خواهد مسافت یک کیلومتر را در  $80\text{ s}$  طی کند. اگر  $400\text{ m}$  اول را با سرعت  $20\text{ m/s}$  طی کند. سرعت متوسط آن در بقیه مسیر چند  $\text{m/s}$  است؟

(۱)  $7/5$

(۲)  $8$

(۳)  $10$

(۴)  $12/5$

۸. معادله‌ی حرکت متحرکی در SI به صورت  $x = t^4 - 4$  است. سرعت متوسط آن در  $2$  ثانیه‌ی اول حرکت را بیابید.

(۱)  $16$

(۲)  $8$

(۳)  $10$

(۴)  $12$

۹. معادله‌ی حرکت متحرکی بر روی محور  $x$  بر حسب یکاهای SI به صورت  $x = 3t^2 - 6t + 8$  می‌باشد. سرعت متوسط این متحرک را در  $2$  ثانیه‌ی دوم بیابید؟

(۱)  $3$

(۲)  $4$

(۳)  $12$

(۴)  $6$

۱۰. معادله‌ی حرکت متحرکی در SI به صورت  $x = 0.25 + \cos \pi t$  می‌باشد. سرعت متوسط آن را در  $5$  ثانیه‌ی اول حرکت بیابید؟

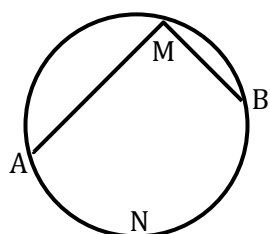
(۱)  $0.4$

(۲)  $-0.4$

(۳)  $0.2$

(۴)  $-0.2$

۱۱. متحرکی مسیر  $A$  تا  $B$  را در مدت زمان  $10\text{ min}$  از یکی از راه‌های نشان داده شده طی می‌کند. در کدام مسیر اندازه سرعت متوسط متحرک کمتر است؟



(۱) کمان  $AMB$

(۲) خط  $AM$  و  $MB$

(۳) کمان  $ANB$

(۴) اندازه سرعت متوسط در هر سه مسیر یکسان است.

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

تندی متوسط: نسبت مسافت طی شده به زمان را تندی متوسط می‌نامند.

نکته: یکای آن نیز مانند سرعت m/s یا km/h می‌باشد.

نکته: تندی متوسط و سرعت متوسط با یکدیگر برابر نیستند به جز حرکت بر روی خط راست و بدون برگشت.

۱۲. فاصله‌ی دو شهر ۳۶۰ km است. اگر اتومبیلی در هنگام رفت با تندی متوسط ۵۰ m/s و در هنگام برگشت با تندی متوسط ۷۲ km/h این مسیر را طی کند، تندی متوسط آن در کل حرکت چند متر بر ثانیه است؟

(۱) ۱۴/۲۸ (۲) ۲۸/۵۷

(۳) ۵۱/۴۲ (۴) صفر

۱۳. مسابقات جهانی شنای ۱۰۰ متر پروانه در استخرهایی به طول ۵۰ m به صورت رفت و برگشت برگزار می‌شود. رکورددار این نوع شنا در حدود ۵۰ s طول این مسیر را طی کرده است. تندی متوسط او چند متر بر ثانیه است؟

(۱) صفر (۲) ۱

(۳) ۲ (۴) ۴

۱۴. اتومبیلی فاصله بین دو شهر را با تندی متوسط ۹۰ km/h طی می‌کند و سپس با تندی متوسط ۷۵ km/h بازمی‌گردد. اگر مدت زمان برگشت ۳۶ دقیقه بیشتر از مدت زمان رفت باشد، فاصله بین دو شهر چند کیلومتر است؟

(۱) ۲۴۰ (۲) ۲۷۰

(۳) ۳۰۰ (۴) ۳۳۰

۱۵. یک متحرک بر خط راست در حرکت است به طوری که در بازه زمانی  $t=0$  تا  $t=4s$  یک بار تغییر جهت می‌دهد و در این صورت، اندازه سرعت متوسط آن ۸ m/s و تندی متوسط آن ۱۰ m/s است. از لحظه  $t=0$  تا وقتی که متحرک تغییر جهت می‌دهد، چه مسافتی بر حسب متر را می‌تواند طی کرده باشد؟

(۱) ۳۲ (۲) ۴۰

(۳) ۳۶ (۴) ۳۴

شتاب متوسط ( $\bar{a}$ ): شتاب متوسط یک متحرک در یک بازه‌ی زمانی برابر است با نسبت تغییرات سرعت به طول بازه‌ی زمانی.

$$a_{av} = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

نکته: بردار شتاب متوسط الزاما با بردار تغییرات سرعت هم جهت است.

۱. سرعت متحرکی که در حال حرکت روی خط راست است در لحظه‌های  $t_1=1s$  و  $t_2=3s$  به ترتیب برابر  $V_1=5m/s$  و  $V_2=9m/s$  بوده است. شتاب متوسط این متحرک در این مدت چند متر بر مجذور ثانیه بوده است؟

(۱) ۴ (۲) ۲

(۳) ۷ (۴) ۳

۲. متحرکی با سرعت  $10m/s$  در جهت مثبت محور  $x$  ها در حرکت است. اگر پس از  $8s$  سرعت آن به  $6m/s$  در خلاف جهت محور  $x$  ها برسد، شتاب متوسط در این بازه‌ی زمانی را بیابید؟

(۱) ۲ (۲) -۲

(۳)  $0.5$  (۴)  $-0.5$

۳. معادله‌ی سرعت- زمان متحرکی بر مسیر مستقیم به صورت  $V=t^2+4$  است. شتاب متوسط آن در بازه‌ی زمانی ۴ تا ۶ ثانیه چند متر بر مربع ثانیه است؟

(۱) ۵ (۲) ۱۰

(۳) ۱۸ (۴) ۹

۴. متحرکی در مسیر مستقیم حرکت می‌کند و معادله سرعت - زمان آن در SI به صورت  $V = 2t^2 - 4t - 2$  است. شتاب متوسط آن در ۲ ثانیه دوم چند متر بر مجذور ثانیه است؟ (۹۸-ت - خ)

(۱) ۲ (۲) ۴

(۳) ۶ (۴) ۸

۵. بردار سرعت متحرک در  $t=0$  به صورت  $\vec{V}_1 = \vec{i} - 2\vec{j}$  و در  $t=3s$  به صورت  $\vec{V}_2 = a\vec{i} + b\vec{j}$  است. اگر بردار شتاب متوسط برابر  $\vec{a} = \frac{5}{3}\vec{i} + \frac{5}{3}\vec{j}$  باشد، مقادیر  $a$  و  $b$  را بیابید؟

(۱) ۳ و ۶ (۲) ۲ و ۶

(۳) ۳ و ۶ (۴) ۲ و ۶

۶. یک توپ تنیس از ارتفاع ۳۲۰ سانتیمتری زمین رها می‌شود و پس از برخورد به زمین تا ارتفاع ۱۲۵ سانتیمتری زمین برمی‌گردد. اگر زمان تماس توپ با زمین  $13ms$  باشد، بزرگی شتاب متوسط آن در ضمن تماس چند متر بر مجذور ثانیه و جهت آن به کدام سو است؟ (۹۷-ر)

(۱) ۱۰۰، بالا (۲) ۱۰۰، پایین

(۳) ۱۰۰۰، بالا (۴) ۱۰۰۰، پایین

۷. متحرکی روی محور  $x$  در حال حرکت است. بردار شتاب متوسط آن در بازه زمانی  $t_1 = 5s$  تا  $t_2 = 10s$  در SI برابر  $4\vec{i}$  - و در بازه زمانی  $t_1 = 5s$  تا  $t_2 = 12s$  برابر  $2\vec{i}$  است. بردار شتاب متوسط آن در بازه زمانی  $t_1 = 5s$  تا  $t_2 = 12s$  در SI، کدام است؟ (۱۴۰۰ت)

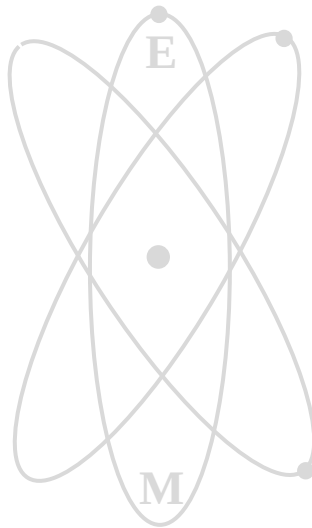
- (۱)  $-\frac{2}{3}\vec{i}$  (۲)  $-\frac{16}{3}\vec{i}$   
(۳)  $4\vec{i}$  (۴)  $8\vec{i}$

۸. متحرکی روی محور  $x$  در حال حرکت است. بردار شتاب متوسط آن در بازه زمانی  $t_1 = 0s$  تا  $t_2 = 10s$  در SI برابر  $2\vec{i}$  - و در بازه زمانی  $t_1 = 0s$  تا  $t_2 = 15s$  برابر  $\frac{2}{3}\vec{i}$  است. بردار شتاب متوسط آن در بازه زمانی  $t_1 = 10s$  تا  $t_2 = 15s$  در SI، کدام است؟ (۱۴۰۰ت - خ)

- (۱)  $2\vec{i}$  (۲)  $4\vec{i}$   
(۳)  $6\vec{i}$  (۴)  $\frac{4}{3}\vec{i}$

۹. معادله سرعت - زمان متحرکی در SI به صورت  $V = 3t^2 - 8$  است. شتاب متوسط آن در ۲ ثانیه دوم چند متر بر مربع ثانیه است؟ (۱۴۰۴ر - اول)

- (۱) ۱۸ (۲) ۱۲  
(۳) ۸ (۴) ۴



(۱) مکان متحرک در هر لحظه را می‌توان تعیین نمود.

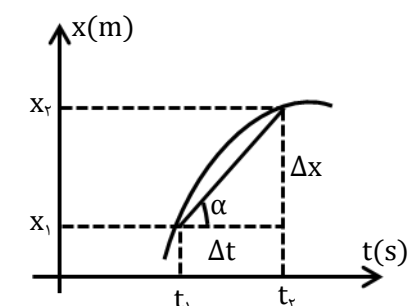
(۲) مسیر حرکت متحرک را می‌توان رسم کرد.

(۳) مسافت طی شده و تندی متوسط متحرک را می‌توان حساب کرد.

(۴) به تعداد قطع شدنهای محور زمان متحرک از مبدا مکان عبور کرده است.

(۵) جابه‌جایی متحرک را در هر بازه می‌توان بدست آورد.

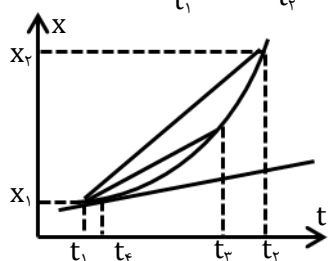
(۶) محاسبه سرعت متوسط: شیب خطی که دو نقطه از نمودار مکان- زمان را به یکدیگر وصل می‌کند، برابر سرعت متوسط در آن بازه‌ی زمانی می‌باشد.



$$\text{شیب خط} = \tan \alpha = \frac{\Delta x}{\Delta t} = V_{av}$$

(۷) سرعت لحظه‌ای: سرعت متحرک در هر لحظه سرعت لحظه‌ای نامیده می‌شود.

شیب خط مماس بر نمودار مکان- زمان در هر لحظه برابر سرعت متحرک در آن لحظه می‌باشد.



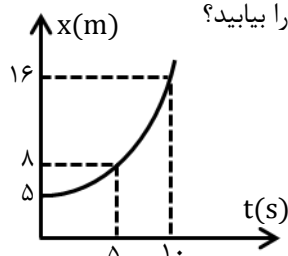
(۸) به تعداد قله‌ها و دره‌ها تغییر جهت داریم.

(۹) به تعداد خط‌های مماس با شیب صفر توقف داریم.

(۱۰) اگر در یک بازه زمانی به خط مماس با شیب صفر نزدیک شویم حرکت کندشونده و اگر از آن دور شویم حرکت تندشونده خواهد بود.

(۱۱) اگر دهانه نمودار به سمت بالا باشد، شتاب متحرک، مثبت و اگر دهانه نمودار به سمت پایین باشد، شتاب متحرک منفی خواهد بود.

۱. نمودار مکان- زمان متحرکی مطابق شکل مقابل است. نسبت سرعت متوسط در ۵ ثانیه‌ی دوم به ۵ ثانیه‌ی اول حرکت را بیابید؟



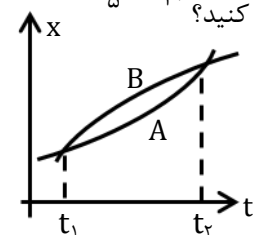
$$\frac{3}{8} \quad (2)$$

$$\frac{8}{3} \quad (1)$$

$$\frac{3}{5} \quad (4)$$

$$\frac{8}{5} \quad (3)$$

۲. نمودار مکان- زمان دو متحرک A و B به صورت شکل مقابل می‌باشد. سرعت متوسط A و B را در بازه‌ی  $t_1$  تا  $t_2$  مقایسه کنید؟



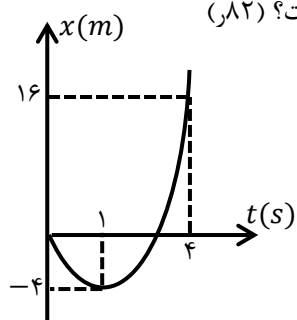
$$v_{avA} < v_{avB} \quad (2)$$

$$v_{avA} > v_{avB} \quad (1)$$

(۴) اطلاعات مسئله کافی نیست.

$$v_{avA} = v_{avB} \quad (3)$$

۳. شکل مقابل نمودار مکان- زمان محرکی در مسیر مستقیم است. سرعت متوسط متحرک در این ۴ ثانیه چند m/s است؟ (۸۲)



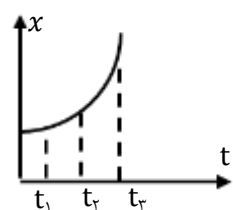
$$3 \quad (2)$$

$$2 \quad (1)$$

$$5 \quad (4)$$

$$4 \quad (3)$$

۴. نمودار مکان - زمان متحرکی سهمی و مطابق شکل است. سرعت متوسط متحرک در کدام بازه زمانی بیشتر است؟ (۸۵)



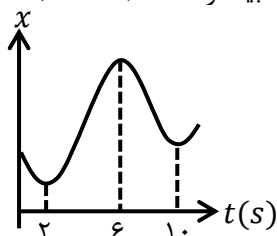
$$t_1 \text{ تا } t_2 \quad (2)$$

$$t_1 \text{ تا } t_3 \quad (1)$$

(۴) بستگی به اندازه فاصله‌های زمانی دارد

$$t_2 \text{ تا } t_3 \quad (3)$$

۵. نمودار مکان - زمان متحرکی مطابق شکل زیر است. تندی متوسط در کدام یک از بازه‌های زمانی مشخص شده در گزینه‌ها بیشتر است؟ (۱۴۰۰)



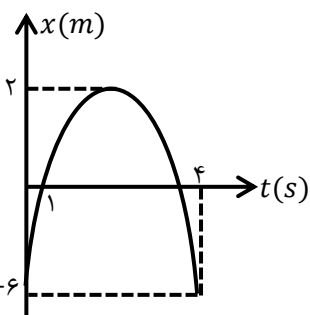
$$\text{صفر تا } 6\text{S} \quad (2)$$

$$\text{صفر تا } 2\text{S} \quad (1)$$

$$6\text{S} \text{ تا } 10\text{S} \quad (4)$$

$$2\text{S} \text{ تا } 10\text{S} \quad (3)$$

۶. نمودار مکان- زمان متحرکی که با شتاب ثابت در مسیر مستقیم حرکت می‌کند، مطابق شکل مقابل است. سرعت متوسط در فاصله‌ی زمانی  $t=1\text{S}$  تا



$t=4\text{S}$  چند متر بر ثانیه است؟ (۸۷)

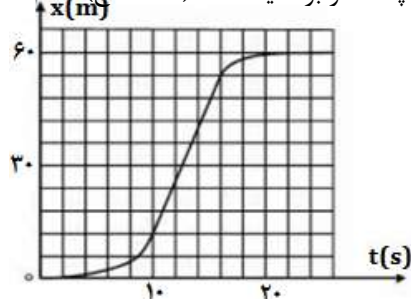
$$-2 \quad (2)$$

$$2 \quad (1)$$

$$-6 \quad (4)$$

$$6 \quad (3)$$

۷. شکل زیر نمودار مکان- زمان متحرکی است که در مسیر مستقیم حرکت کرده است. بیشینه‌ی سرعت آن چند متر بر ثانیه است؟ (۹۵-ج)



$$5 \quad (2)$$

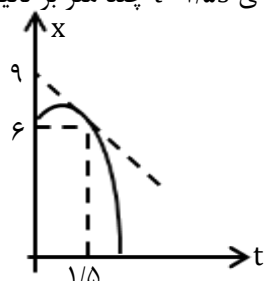
$$3 \quad (1)$$

$$9 \quad (4)$$

$$7 \quad (3)$$

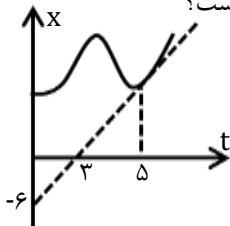


۸. شکل روبه‌رو نمودار مکان- زمان متحرکی را نشان می‌دهد که بر محور  $X$  حرکت می‌کند. سرعت لحظه‌ای متحرک در لحظه‌ی  $t=1/5$  چند متر بر ثانیه است؟



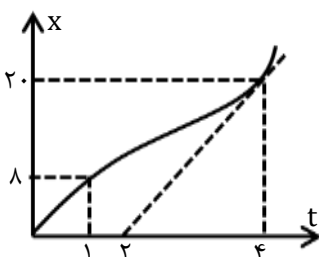
- (۱) ۲  
(۲) -۲  
(۳) ۴  
(۴) -۴

۹. نمودار مکان- زمان متحرکی که روی محور  $X$  در حرکت است، مطابق شکل مقابل است. سرعت متحرک در  $t=5$  چند  $m/s$  است؟



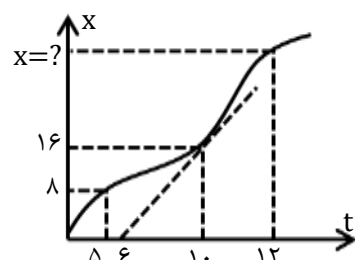
- (۱) ۲  
(۲) -۲  
(۳) ۲/۵  
(۴) -۰/۵

۱۰. نمودار مکان- زمان متحرکی در مسیر مستقیم مطابق شکل مقابل است. سرعت متحرک در  $t=4$  چند برابر سرعت متوسط بین  $t=1$  تا  $t=4$  است؟



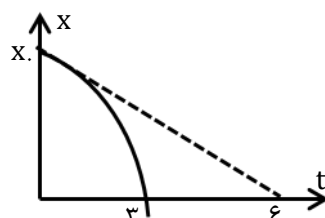
- (۱) ۱/۲۵  
(۲) ۲/۵  
(۳) ۰/۸  
(۴) ۵/۳

۱۱. با توجه به نمودار روبه‌رو اگر سرعت متحرک در  $t=10$  برابر سرعت متوسط بین  $t=5$  تا  $t=12$  باشد، متحرک در  $t=12$  در چند متری مبدا است؟



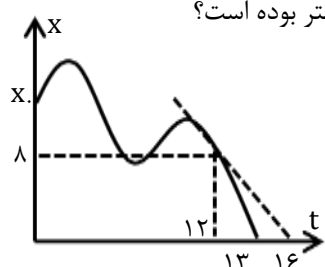
- (۱) ۲۸  
(۲) ۲۴  
(۳) ۳۶  
(۴) ۲۰

۱۲. اگر اندازه‌ی سرعت اولیه متحرک برابر  $4 m/s$  باشد، سرعت متوسط در مدت  $3$  چند  $m/s$  است؟



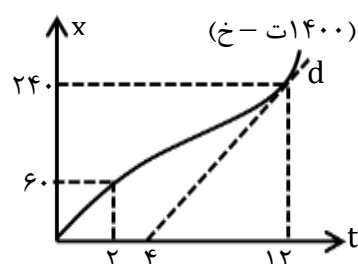
- (۱) ۸  
(۲) -۸  
(۳) ۶  
(۴) -۶

۱۳. چنانچه سرعت متحرک در لحظه  $t=12$  برابر سرعت متوسط در  $13$  ثانیه اول حرکت باشد، مکان اولیه  $X$  چند متر بوده است؟



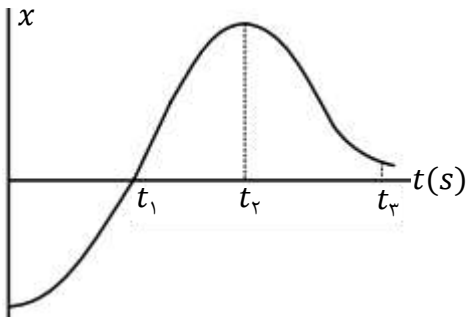
- (۱) ۲۶  
(۲) ۷/۵  
(۳) ۲۶/۳  
(۴) ۱۳

۱۴. نمودار مکان - زمان متحرکی مطابق شکل زیر است. اگر تندی در لحظه  $t=12$  برابر تندی متوسط در بازه  $t_1=2$  تا  $t_2=14$  باشد، سرعت متوسط  $2$  ثانیه اول چند برابر سرعت متوسط  $2$  ثانیه هفتم است؟ (خط  $d$  مماس بر نمودار در لحظه  $t=12$  است). (۴۰۰-ت خ)



- (۱) ۱/۳  
(۲) ۱/۲  
(۳) ۳/۵  
(۴) ۲/۳

۱۵) نمودار مکان - زمان متحرکی مطابق شکل زیر است. در کدام لحظه نشان داده شده، تندی بیشتر است؟ (۱۴۰۲ ت - خ)

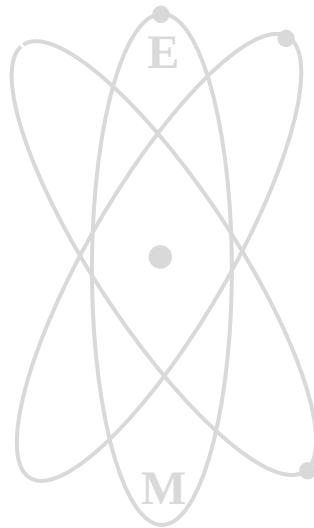


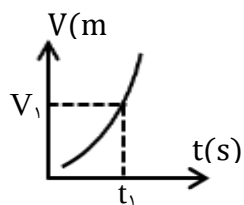
$t_2$  (۲)

$t_1$  (۱)

$t=0$  (۴)

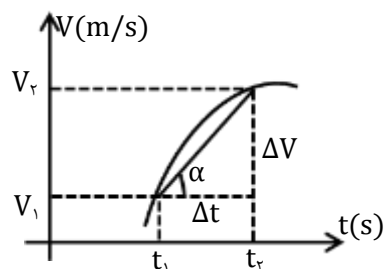
$t_3$  (۳)





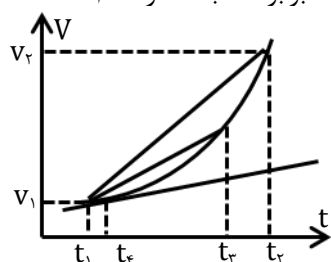
(۱) از روی نمودار سرعت- زمان می‌توان سرعت متحرک را در هر لحظه تعیین نمود.

(۲) شیب خطی که دو نقطه از نمودار سرعت- زمان را به یکدیگر وصل می‌کند برابر شتاب متوسط در آن بازه‌ی زمانی است.

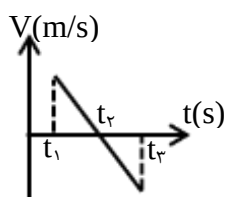


$$\text{شیب خط} = \tan \alpha = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \bar{a}$$

(۳) شتاب لحظه‌ای: اگر  $\Delta t$  به سمت صفر میل کند (یعنی  $\Delta t = t_2 - t_1 \approx 0$ ) آنگاه خطی که دو نقطه از نمودار سرعت- زمان را به یکدیگر وصل می‌کرد، به خط مماس بر نمودار در لحظه‌ی  $t_1$  تبدیل می‌شود. بنابراین: شیب خط مماس بر نمودار سرعت- زمان در هر لحظه برابر شتاب متحرک در آن لحظه می‌باشد.



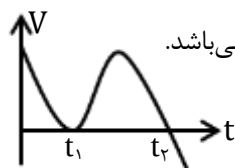
(۴) تا زمانی که نمودار سرعت- زمان در قسمت بالای محور زمان باشد، متحرک در جهت مثبت محور Xها در حال حرکت می‌باشد و تا زمانی که نمودار سرعت- زمان در زیر محور زمان باشد، متحرک در خلاف جهت محور Xها حرکت می‌کند.



$$(t_1 \text{ تا } t_2) : V > 0 \Rightarrow \text{جهت حرکت } +x$$

$$(t_2 \text{ تا } t_3) : V < 0 \Rightarrow \text{جهت حرکت } -x$$

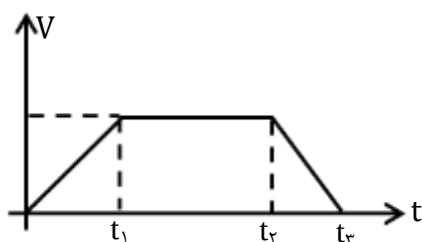
(۵) با توجه به نمودار سرعت- زمان می‌توان نقاط توقف و تغییر جهت متحرک را تعیین نمود.



(الف) در لحظه‌ی  $t_1$  سرعت متحرک صفر است ولی علامت سرعت قبل و بعد از این لحظه تغییر نکرده است. پس  $t_1$  لحظه توقف می‌باشد.

(ب) در لحظه‌ی  $t_2$  هم سرعت متحرک صفر شده و هم علامت سرعت قبل و بعد از این لحظه تغییر کرده است. پس  $t_2$  لحظه‌ی تغییر جهت است.

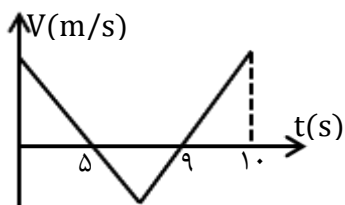
(۶) اگر نمودار سرعت- زمان از محور زمان (t) فاصله بگیرد (اندازه‌ی سرعت افزایش یابد)، حرکت تندشونده و اگر به محور زمان نزدیک شود (اندازه‌ی سرعت کاهش یابد)، حرکت کندشونده است و اگر موازی محور زمان باشد حرکت با سرعت ثابت است. به عنوان مثال در شکل مقابل از صفر تا  $t_1$  حرکت تندشونده و از لحظه‌ی  $t_1$  تا  $t_2$  حرکت یکنواخت با سرعت ثابت و از لحظه‌ی  $t_2$  تا  $t_3$  حرکت کندشونده است.



(۶-۱) اگر بردارهای سرعت و شتاب متحرک هم‌علامت (هم‌جهت) باشند، حرکت تند شونده خواهد بود و برعکس.

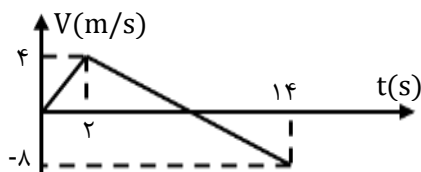
(۶-۲) اگر  $av > 0$  باشد حرکت تندشونده و اگر  $av < 0$  حرکت کندشونده خواهد بود.

۱. نمودار سرعت- زمان متحرکی مطابق شکل مقابل است. اگر به مدت  $t_1$  در جهت مثبت محور X ها و به مدت  $t_2$  در جهت منفی محور X ها باشد.  $\frac{t_1}{t_2}$  را بیابید؟



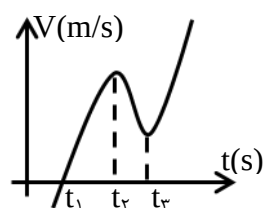
- (۱)  $1/25$   
(۲)  $1/5$   
(۳)  $5$   
(۴)  $4$

۲. متحرکی روی محور X حرکت می کند و نمودار سرعت - زمان آن مطابق شکل روبه رو است. متحرک در ۱۴ ثانیه اول چند ثانیه در سوی مخالف محور X حرکت کرده است؟ (۸۹ر)



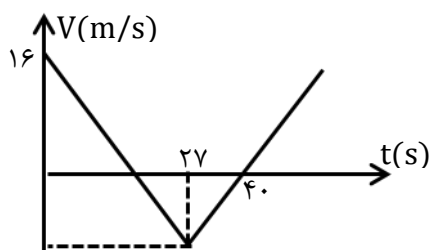
- (۱)  $4$   
(۲)  $6$   
(۳)  $8$   
(۴)  $12$

۳. شکل مقابل نمودار سرعت- زمان متحرک در مسیر مستقیم است. در کدام لحظه جهت حرکت متحرک عوض می شود؟



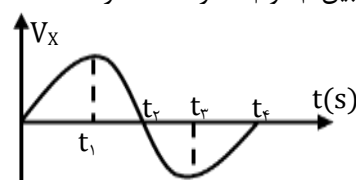
- (۱)  $t_1$   
(۲)  $t_2$   
(۳)  $t_3$   
(۴) تغییر جهت ندارد.

۴. نمودار سرعت- زمان متحرکی که روی خط راست حرکت می کند، مطابق شکل است. در چه لحظاتی متحرک جهت حرکت خود را تغییر داده است؟



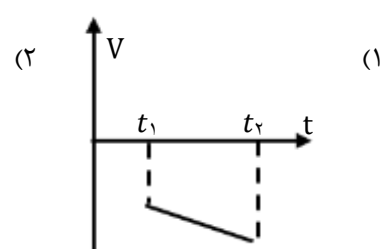
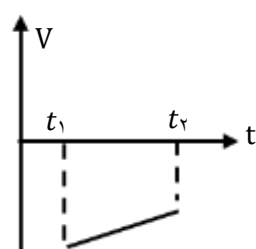
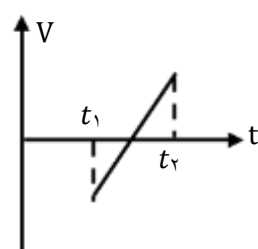
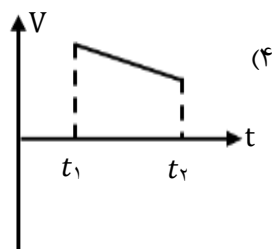
- (۱)  $t=27$   
(۲)  $t=27, 40$   
(۳)  $t=18, 40$   
(۴)  $t=18, 27$

۵. نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی محور X حرکت می کند ، مطابق شکل مقابل است. در بازه زمانی بین  $t_1$  و  $t_2$  حرکت متحرک ..... شونده و در ..... محور X است. (۸۶ت)

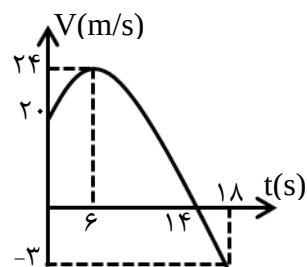


- (۱) کند - جهت  
(۲) تند - جهت  
(۳) کند - خلاف جهت  
(۴) تند - خلاف جهت

۶. کدام نمودار مربوط به متحرکی است که در بازه زمانی نشان داده شده ، حرکت آن پیوسته تندشونده است ؟ (۹۰ت)

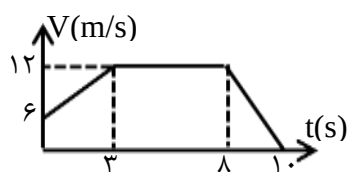


۷. با توجه به نمودار سرعت- زمان روبه رو شتاب متوسط هنگام کند شدن حرکت چند  $m/s^2$  است؟



- (۱)  $3$   
(۲)  $-3$   
(۳)  $\frac{2}{3}$   
(۴)  $-\frac{2}{3}$

۸. با توجه به نمودار روبه‌رو شتاب متوسط در مدت ۱۰S چقدر است؟

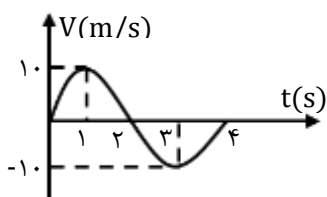


(۱) ۰/۶ (۲) -۰/۶

(۳) ۹/۳ (۴) -۹/۳

۹. نمودار سرعت - زمان متحرکی که بر روی خط راست حرکت می‌کند مطابق شکل است. بزرگی شتاب متوسط و سرعت متوسط در بازه‌ی زمانی ۱ تا ۳

ثانیه به ترتیب از راست به چپ برابر است با: (۸۴ر)

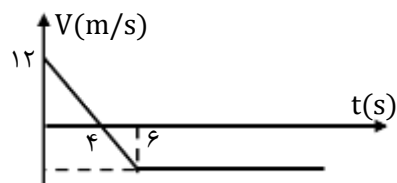


(۱) صفر و صفر (۲) ۱۰- و صفر

(۳) صفر و ۱۰- (۴) ۱۰- و ۱۰

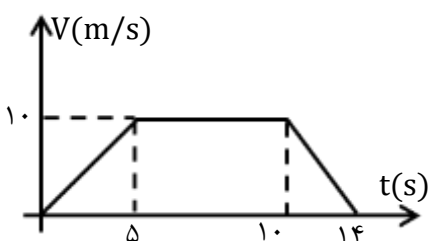
۱۰. نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی محور X حرکت می‌کند، مطابق شکل است. بزرگی شتاب متوسط متحرک در بازه زمانی  $3s \leq t \leq 6s$  چند

متر بر مربع ثانیه است؟ (۸۹ت)

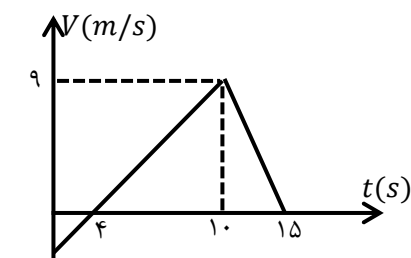


(۱) ۱ (۲) ۳

(۳) ۴ (۴) ۵

۱۱. متحرکی در مسیر مستقیم حرکت می‌کند و نمودار سرعت- زمان آن مطابق شکل زیر است. شتاب متوسط این متحرک در بازه‌ی زمانی  $t=2s$  تا $t=12s$ ، چند متر بر مربع ثانیه است؟ (۹۲ت)(۱)  $\frac{1}{10}$  (۲)  $\frac{5}{10}$ (۳)  $\frac{7}{10}$  (۴) صفر۱۲. نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی محور X حرکت می‌کند، مطابق شکل مقابل است. شتاب متوسط متحرک در بازه‌ی زمانی  $t=0$  تا  $t=15s$ 

چند متر بر مجذور ثانیه است؟ (۹۳ت-خ)

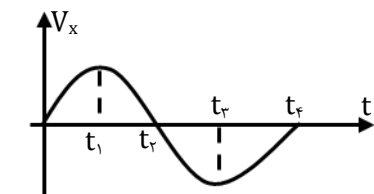


(۱) ۰/۴ (۲) ۰/۶

(۳) ۰/۸ (۴) ۱

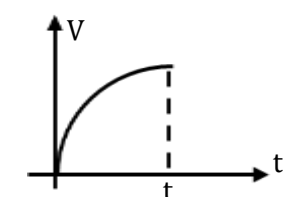
۱۳. نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی محور X حرکت می‌کند، مطابق شکل مقابل است. در چه فاصله زمانی بردار شتاب متحرک در جهت مثبت

محور X است؟ (۸۶ر)

(۱) صفر تا  $t_1$  (۲) صفر تا  $t_2$ (۳)  $t_2$  تا  $t_4$  (۴)  $t_3$  تا  $t_2$ 

۱۴. شکل مقابل نمودار سرعت - زمان متحرکی است که در مسیر مستقیم حرکت می‌کند. حرکت آن در فاصله زمانی نشان داده شده در شکل چگونه

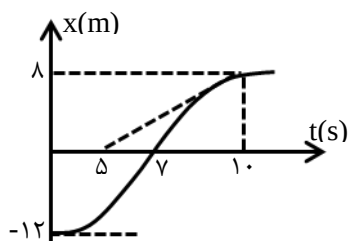
است؟ (۸۷ر)



(۱) کند شونده با شتاب ثابت (۲) تند شونده با شتاب ثابت

(۳) کند شونده با شتاب متغیر (۴) تند شونده با شتاب متغیر

۱۵. در شکل روبه‌رو سرعت متوسط و شتاب متوسط در بازه‌ی زمانی صفر تا ۱۰S کدام است؟



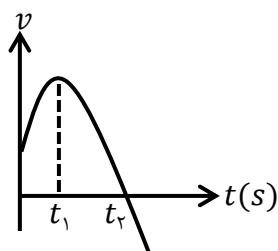
(۲) ۲ و ۰/۴

(۱) ۲ و ۲/۱۵

(۴) ۲ و ۰/۱۶

(۳) ۰/۸ و صفر

۱۶. نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی محور X حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر قسمتی از یک سهمی است. کدام مورد درست است؟ (۱۴۰۰ت)



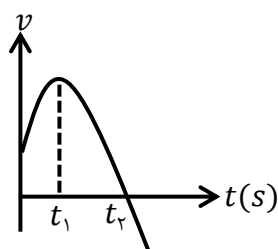
(۱) در بازه صفر تا  $t_1$  تندی در حال کاهش است.

(۲) بزرگی شتاب در لحظه صفر و  $t_2$  برابر است.

(۳) در بازه صفر تا  $t_2$  شتاب خلاف جهت محور X است.

(۴) بزرگی شتاب متوسط در بازه  $t_1$  تا  $t_2$  بیشتر از بزرگی شتاب متوسط در بازه صفر تا  $t_2$  است.

۱۷. نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی محور X حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. کدام موارد زیر درست است؟ (۱۴۰۰ت - خ)



الف) جهت سرعت و شتاب در لحظه  $t_1$  تغییر کرده است.

ب) در بازه زمانی  $t_1$  تا  $t_2$  حرکت در جهت محور X است.

پ) در بازه زمانی صفر تا  $t_1$  تندی در حال کاهش است.

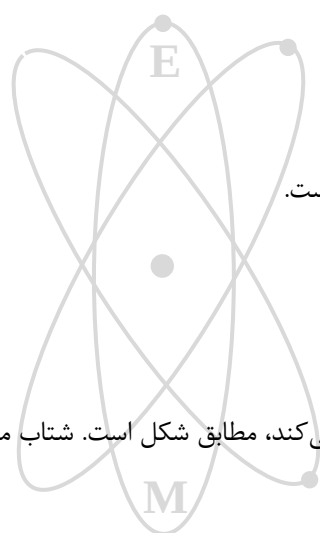
ت) بردار شتاب در بازه زمانی صفر تا  $t_2$  خلاف جهت محور X است.

(۲) پ

(۱) ب

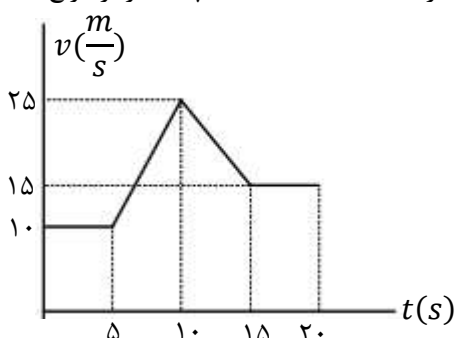
(۴) ب و ت

(۳) الف و ت



۱۸. نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی محور X حرکت می‌کند، مطابق شکل است. شتاب متوسط در بازه  $t_1=7S$  تا  $t_2=12S$  چند متر بر مربع ثانیه

است؟ (۱۴۰۳ت - دوم)



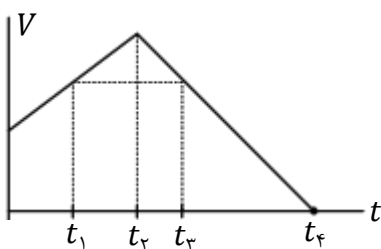
(۲) ۱/۲

(۱) ۱

(۴) صفر

(۳) ۱/۴

۱۹. متحرکی روی محور X حرکت می‌کند. در کدام بازه زمانی زیر، شتاب متوسط خلاف جهت محور X است؟ (۱۴۰۳ت - خ)



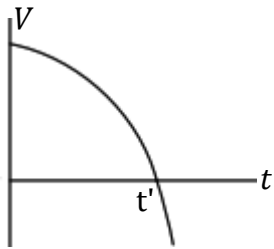
(۲)  $t_1$  تا  $t_2$

(۱)  $t_2$  تا  $t_3$

(۴)  $t_2$  تا  $t_3$

(۳) صفر تا  $t_1$

۲۰. نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی محور  $x$  حرکت می‌کند، مطابق شکل است. اگر سرعت متحرک  $V$  و شتاب آن  $a$  باشد، در بازه صفر تا  $t'$  کدام مورد درست است؟ (۱۴۰۳ ت - اول)

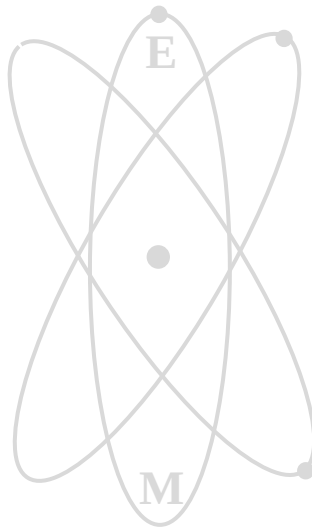


(۲)  $a > 0$  و  $V < 0$

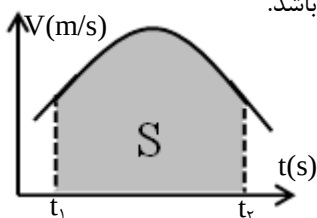
(۱)  $a > 0$  و  $V > 0$

(۴)  $a < 0$  و  $V < 0$

(۳)  $a < 0$  و  $V > 0$

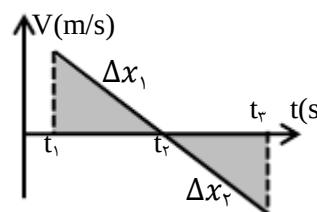


۷) مساحت زیر نمودار سرعت- زمان در بازه‌ی زمانی  $t_1$  تا  $t_2$  ( $S$ ) برابر جابه‌جایی متحرک ( $\Delta x$ ) در این بازه‌ی زمانی می‌باشد.



$$S = \Delta x$$

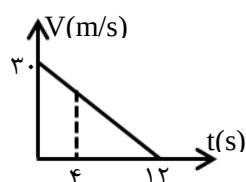
۸) اگر مساحت بالای محور زمان باشد، جابه‌جایی در جهت محور  $x$  است و اگر زیر محور زمان باشد، جابه‌جایی در خلاف جهت محور  $x$  است. بنابراین



$$\left. \begin{array}{l} (t_1 \text{ تا } t_2) : V > 0 \Rightarrow \text{جهت حرکت } +x \Rightarrow \Delta x_1 > 0 \\ (t_2 \text{ تا } t_3) : V < 0 \Rightarrow \text{جهت حرکت } -x \Rightarrow \Delta x_2 < 0 \end{array} \right\} \Rightarrow \begin{cases} \text{جابه‌جایی کل} = \Delta x_1 + \Delta x_2 \\ \text{مسافت طی شده} = |\Delta x_1| + |\Delta x_2| \end{cases}$$

۹) برای محاسبه‌ی سرعت متوسط از روی نمودار سرعت- زمان ابتدا از مساحت زیر نمودار  $\Delta x$  را محاسبه نموده، سپس از رابطه‌ی  $\bar{V} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$  سرعت متوسط را محاسبه می‌کنیم.

۲۱) نمودار سرعت- زمان متحرکی مطابق شکل مقابل است. از  $t=4s$  تا توقف کامل چند متر را طی کرده است؟



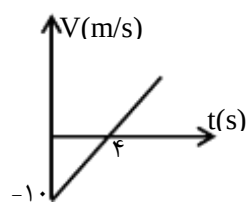
۶۲/۵ (۲)

۹۰ (۱)

۸۰ (۴)

۱۲۵ (۳)

۲۲) اگر نمودار تغییرات سرعت- زمان متحرکی که از مبدا مکان شروع به حرکت کرده است مطابق شکل باشد، این متحرک ۱۰ ثانیه پس از شروع حرکت در چند متری مبدا مکان خواهد بود؟



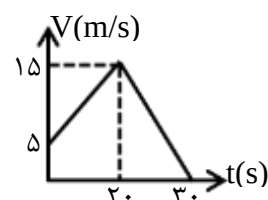
۲۰ (۲)

۴۵ (۱)

۶۵ (۴)

۲۵ (۳)

۲۳) نمودار سرعت- زمان متحرکی مطابق شکل مقابل است. جابه‌جایی متحرک در بازه‌ی زمانی ۱۰ تا ۲۰ ثانیه چند متر است؟



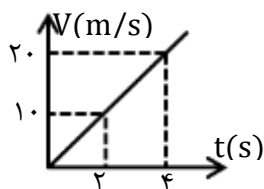
۱۰۰ (۲)

۷۵ (۱)

۱۵۰ (۴)

۱۲۵ (۳)

۲۴) نمودار سرعت- زمان متحرکی مطابق شکل مقابل است. مسافتی که متحرک در ۲ ثانیه‌ی دوم حرکت خود طی می‌کند چند متر بیشتر از مسافت طی شده در ۲ ثانیه‌ی اول حرکت است؟



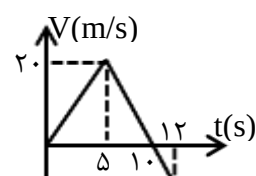
۱۵ (۲)

۱۰ (۱)

۲۵ (۴)

۲۰ (۳)

۲۵) نمودار سرعت- زمان متحرکی مطابق شکل مقابل است. تغییر مکان متحرک در بازه‌ی زمانی ۵ تا ۱۲ ثانیه چند متر است؟



۷۰ (۲)

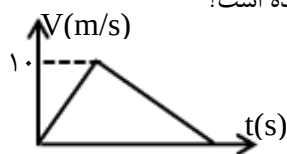
۴۲ (۱)

۹۲ (۴)

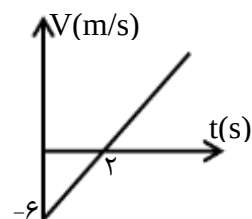
۸۰ (۳)



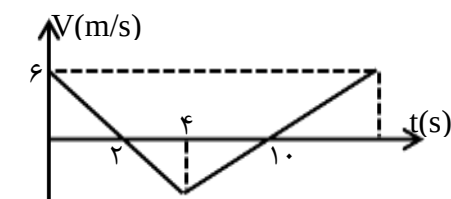
۲۶. نمودار سرعت- زمان متحرکی مطابق شکل مقابل است. اگر جابه‌جایی متحرک  $57\text{m}$  باشد، متحرک چند ثانیه در راه بوده است؟

(۲)  $1/14$ (۱)  $11/4$ (۴)  $28/5$ (۳)  $285$ 

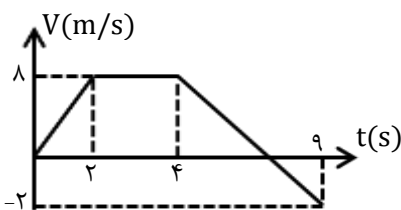
۲۷. نمودار سرعت- زمان متحرکی که در مسیر مستقیم حرکت می‌کند، مطابق شکل مقابل می‌باشد. نسبت مسافت طی شده به جابه‌جایی در ۶ ثانیه‌ی اول چقدر است؟

(۲)  $5/3$ (۱)  $3/5$ (۴)  $2$ (۳)  $1$ 

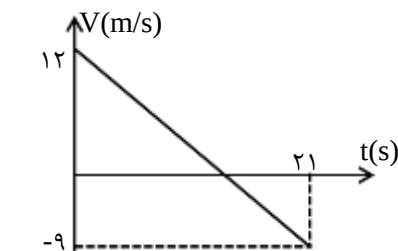
۲۸. نمودار  $V-t$  متحرکی که بر خط راست حرکت می‌کند، بصورت زیر است. این متحرک در بازه‌های زمانی که حرکت به صورت تندشونده است، در کل چند متر را پیموده است؟

(۲)  $8$ (۱)  $12$ (۴)  $24$ (۳)  $15$ 

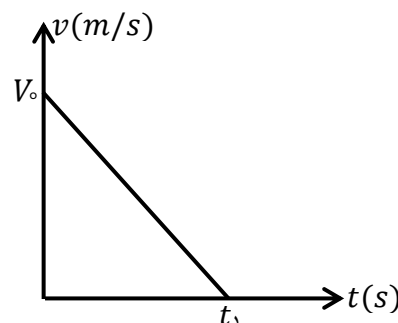
۲۹. نمودار سرعت- زمان متحرکی که از روی محور  $X$  از مکان  $X = -36\text{m}$  شروع به حرکت می‌کند، مطابق شکل روبه‌رو است. پس از چند ثانیه برای اولین بار متحرک از مبدا مکان عبور می‌کند؟ (۸۹-ر خ)

(۲)  $3$ (۱)  $2$ (۴)  $5$ (۳)  $4$ 

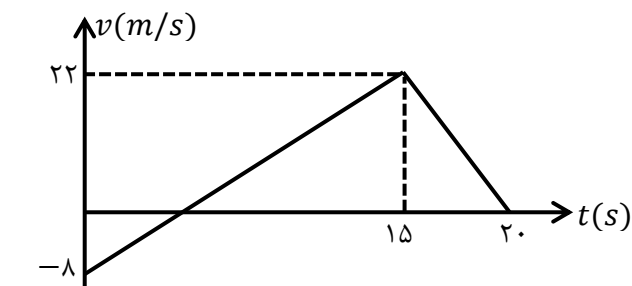
۳۰. نمودار سرعت- زمان متحرکی که روی محور  $X$  حرکت می‌کند، مطابق شکل روبه‌رو است. بزرگی جابه‌جایی متحرک در فاصله‌ی زمانی  $t=6\text{s}$  تا  $t=12\text{s}$  چند متر است؟ (۹۳-ت)

(۲)  $18$ (۱)  $12$ (۴)  $32/5$ (۳)  $22/5$ 

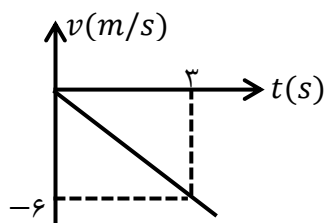
۳۱. نمودار سرعت- زمان متحرکی که در مسیر مستقیم حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. اگر این متحرک در ۲ ثانیه اول  $36$  متر و در ۲ ثانیه آخر  $4$  متر جابه‌جا شده باشد،  $t_1$  چند ثانیه است؟ (۹۷-ر خ)

(۲)  $10$ (۱)  $8$ (۴)  $15$ (۳)  $12$ 

۳۲. نمودار سرعت- زمان متحرکی که بر مسیری مستقیم حرکت می‌کند، به صورت شکل مقابل است. مسافت پیموده شده توسط این متحرک در بازه‌ی زمانی صفر تا  $20\text{s}$  چند متر است؟ (۹۸-ر)

(۲)  $176$ (۱)  $160$ (۴)  $192$ (۳)  $180$

۳۳. شکل زیر نمودار سرعت - زمان متحرکی است که روی محور X حرکت می کند. مسافتی که متحرک در ۵ ثانیه اول پیموده است، چند متر است؟



(۹۸- خ)

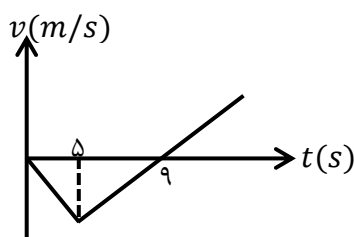
۲۱ (۲)

۱۰ (۱)

۲۹ (۴)

۲۵ (۳)

۳۴. نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی محور X حرکت می کند، مطابق شکل زیر است. اگر متحرک در لحظه  $t=0$  در مکان  $x=0$  باشد، پس از چند



ثانیه دوباره از این نقطه می گذرد؟ (۹۹ر)

۱۶ (۲)

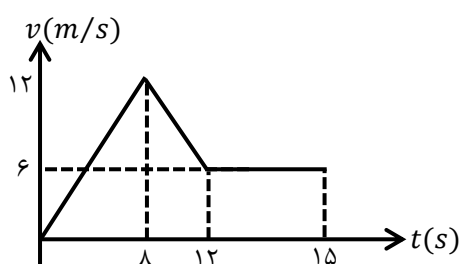
۱۵ (۱)

۲۰ (۴)

۱۸ (۳)

۳۵. نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی محور X حرکت می کند، مطابق شکل زیر است. اگر در لحظه  $t_1=2s$  مکان متحرک در SI به صورت

$\vec{x}_1 = -6\vec{t}$  باشد، مکان متحرک در لحظه  $t_2=15s$  در SI کدام است؟ (۹۹- خ)



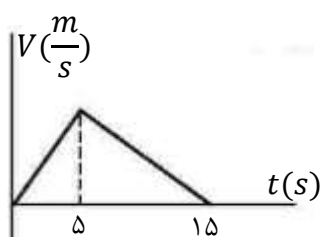
$96\vec{t}$  (۲)

$93\vec{t}$  (۱)

$118\vec{t}$  (۴)

$105\vec{t}$  (۳)

۳۶. شکل زیر نمودار سرعت - زمان متحرکی است که روی محور X حرکت می کند. اگر جابه جایی در بازه زمانی  $t_1=2s$  تا  $t_2=11s$  برابر ۱۲۶ متر باشد،



سرعت متحرک در لحظه  $t=12s$  چند متر بر ثانیه است؟ (۱۴۰۱ر)

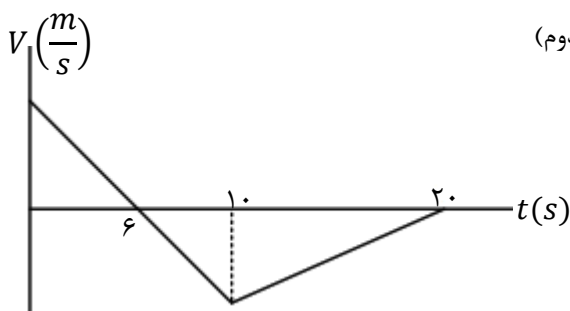
۶ (۲)

۳ (۱)

۱۲ (۴)

۸ (۳)

۳۷. نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی محور X حرکت می کند، مطابق شکل زیر است. اگر کل مسافت طی شده توسط متحرک  $138m$  باشد، بزرگی



شتاب متوسط در بازه زمانی  $t_1=2s$  تا  $t_2=12s$  چند متر بر مربع ثانیه است؟ (۱۴۰۲- دوم)

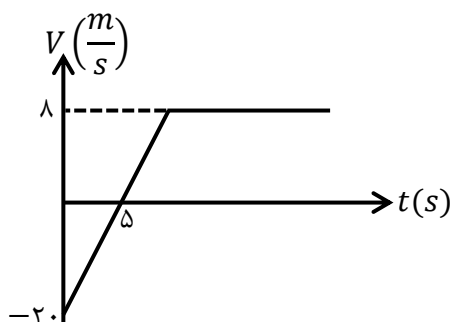
$4/28$  (۲)

$2/16$  (۱)

$4/6$  (۴)

$2/4$  (۳)

۳۸. شکل زیر، نمودار سرعت - زمان متحرکی است که روی محور X حرکت می کند و در مبدا زمان، از مکان  $x=+42m$  گذشته است. در این حرکت،



چند ثانیه فاصله متحرک تا مبدأ محور، کمتر یا مساوی ۱۰ متر است؟ (۱۴۰۲- اول)

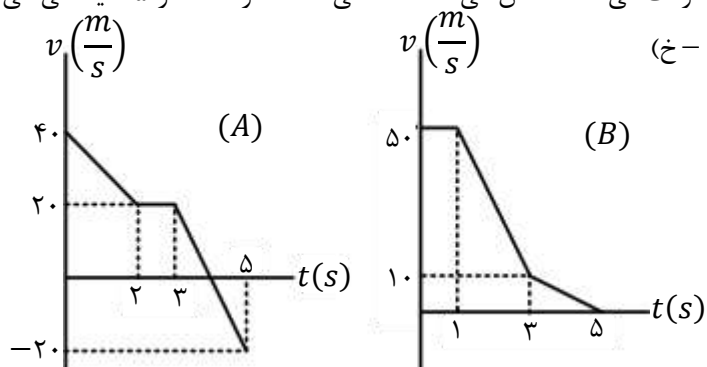
$5/25$  (۲)

۵ (۱)

$6/25$  (۴)

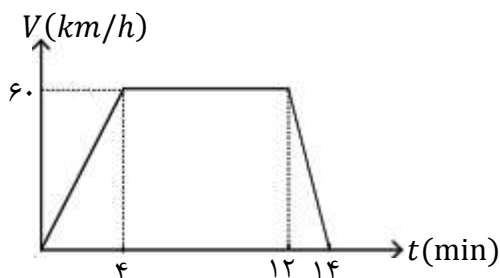
۶ (۳)

۳۹. شکل زیر نمودار سرعت - زمان دو متحرک A و B را که روی خط راست حرکت می کنند، نشان می دهد. مسافتی که متحرک B در ۵ ثانیه طی می کند، چند برابر مسافتی است که متحرک A در ۵ ثانیه طی می کند؟ (۱۴۰۴ - ت - خ)



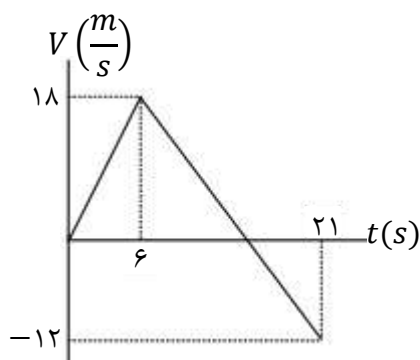
- (۱)  $1/2$  (۲)  $1/5$   
(۳)  $1$  (۴)  $1/8$

۴۰. متحرکی بر روی مسیر مستقیم حرکت می کند. نمودار سرعت - زمان این متحرک مطابق شکل زیر است. این متحرک در مدت ۱۳ دقیقه چند کیلومتر طی می کند؟ (۱۴۰۴ - دوم)



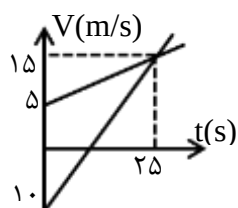
- (۱)  $9/5$  (۲)  $10/75$   
(۳)  $11/5$  (۴)  $12/25$

۴۱. نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی محور X حرکت می کند، مطابق شکل زیر است. اگر متحرک در لحظه  $t=0$  از مکان  $\vec{x}_0 = (10m)\vec{i}$  عبور کند، در چه لحظه هایی بر حسب ثانیه مکان متحرک  $\vec{x} = (136m)\vec{i}$  است؟ (۱۴۰۴ - اول)



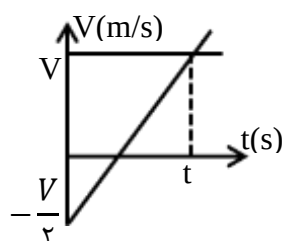
- (۱)  $10$  و  $15$  (۲)  $12$  و  $18$   
(۳)  $13/5$  و  $16/5$  (۴)  $10/5$  و  $19/5$

۴۲. دو متحرک در مسیر مستقیم در مبدا زمان از یک نقطه می گذرند. در لحظه ای که سرعت آنها یکسان است، در چه فاصله ای از یکدیگر قرار دارند؟



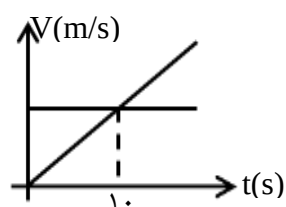
- (۱)  $250$  (۲)  $200$   
(۳)  $187/5$  (۴)  $62/5$

۴۳. نمودار سرعت- زمان دو متحرک A و B که از یک مکان شروع به حرکت می کنند، مطابق شکل مقابل است. در لحظه ای که سرعت دو متحرک یکسان می شود، دو متحرک در چه فاصله ای از یکدیگر قرار می گیرند؟



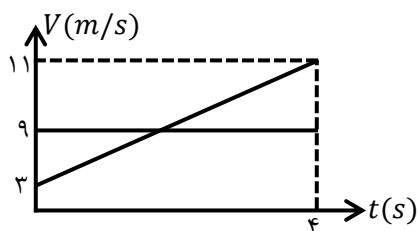
- (۱)  $\frac{vt}{4}$  (۲)  $\frac{3vt}{4}$   
(۳)  $\frac{4vt}{3}$  (۴)  $vt$

۴۴. نمودار سرعت- زمان دو متحرک A و B مطابق شکل مقابل است. در چه لحظه ای دو متحرک به یکدیگر می رسند؟



- (۱)  $10$  (۲)  $5$   
(۳)  $15$  (۴)  $20$

۴۵. نمودار سرعت- زمان دو متحرک A و B که همزمان از یک نقطه در یک سو حرکت می کنند مطابق شکل مقابل است.

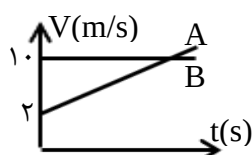


(الف) در مدت ۴ ثانیه پس از آغاز حرکت بیشترین فاصله دو متحرک چند متر است؟

(ب) در مدت ۷ ثانیه پس از آغاز حرکت بیشترین فاصله دو متحرک چند متر است؟

(ج) در مدت ۸ ثانیه پس از آغاز حرکت بیشترین فاصله دو متحرک چند متر است؟

۴۶. نمودار سرعت- زمان دو متحرک A و B که همزمان از یک نقطه در یک سو حرکت می کنند به شکل مقابل است. در لحظه ای که دو متحرک از کنار هم می گذرند، نسبت سرعت آنها  $\frac{V_A}{V_B}$  را بیابید؟

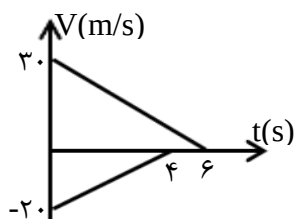


هم می گذرند، نسبت سرعت آنها  $\frac{V_A}{V_B}$  را بیابید؟

(۱)  $1/8$  (۲)  $1/25$

(۳)  $2/5$  (۴) ۴

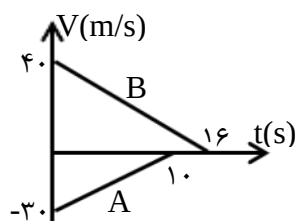
۴۷. دو قطار در امتداد یک خط راست به طرف یکدیگر حرکت می کنند. نمودار تغییرات سرعت بر حسب زمان دو قطار مطابق شکل است. اگر در لحظه ای  $t=0$  فاصله ای دو قطار از هم  $200\text{ m}$  باشد، وقتی دو قطار متوقف می شوند، چند متر از هم فاصله دارند؟ (۸۷-ر-خ)



(۱) ۲۰۰ (۲) ۱۳۰

(۳) ۹۰ (۴) ۷۰

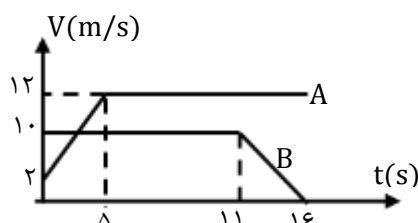
۴۸. نمودار سرعت - زمان دو قطار A و B که روی ریل مستقیم به طرف هم حرکت می کنند، مطابق شکل مقابل است. در لحظه  $t=0$  فاصله قطارها از هم  $500\text{ m}$  است. لحظه ای که قطار A می ایستد، قطار B در چه فاصله ای از آن قرار دارد؟ (۹۷-ر-خ)



(۱) ۳۰ (۲) ۷۵

(۳) ۱۰۰ (۴) ۱۲۵

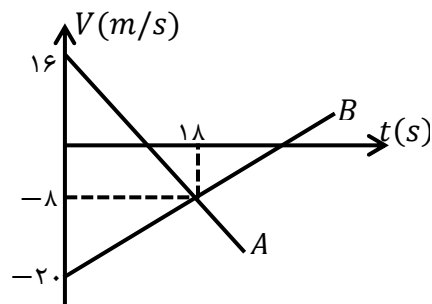
۴۹. نمودار سرعت- زمان دو متحرک A, B که روی محور X حرکت می کنند. مطابق شکل مقابل است. اگر در لحظه  $t=0$  هر دو در مکان  $X=0$  قرار داشته باشند چند ثانیه پس از آن دو متحرک به هم می رسند؟ (۹۰-ر)



(۱)  $7/5$  (۲) ۸

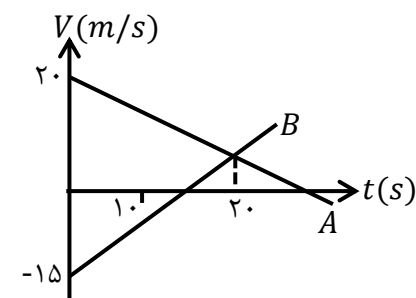
(۳) ۱۲ (۴)  $12/5$

۵۰. نمودار سرعت- زمان دو متحرک A و B که روی محور X حرکت می کنند، مطابق شکل زیر است. در مدتی که متحرک A در جهت محور X حرکت کرده است، بزرگی جابه جایی متحرک B چند متر است؟ (۹۵)



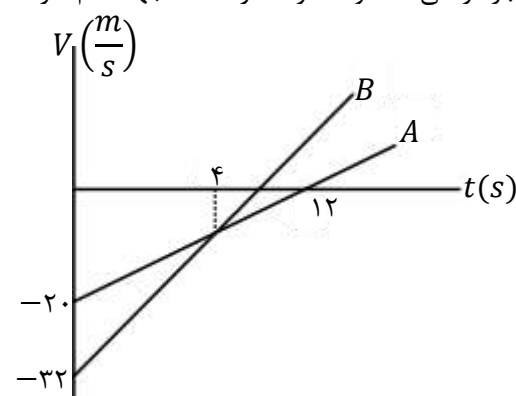
- (۱) ۱۸۶  
(۲) ۱۹۲  
(۳) ۲۰۰  
(۴) ۲۲۸

۵۱. نمودار سرعت - زمان دو متحرک A و B که روی محور X حرکت می کنند، مطابق شکل زیر است. مجموع مسافتی که دو متحرک در بازه زمانی  $t_1 = 0$  s تا  $t_2 = 10$  s طی می کنند، چند متر است؟ (۱۴۰۰ - خ)

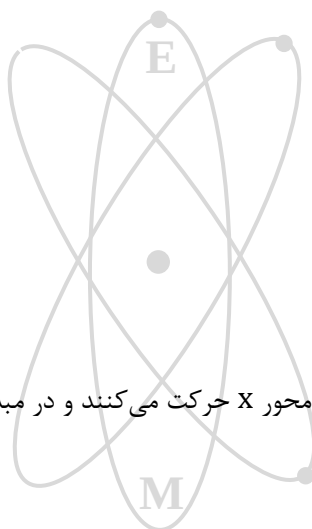


- (۱) ۳۵۰  
(۲) ۲۶۲/۵  
(۳) ۲۵۰  
(۴) ۱۲۵/۵

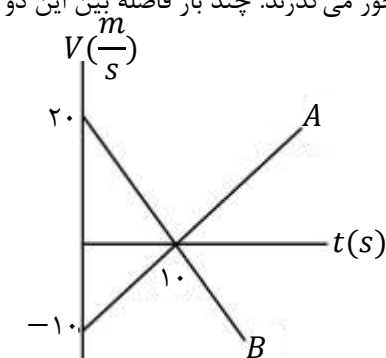
۵۲. شکل زیر، نمودار سرعت - زمان دو متحرک است که در مبدا زمان از مبدا محور می گذرند. در بازه زمانی که دو متحرک در خلاف جهت هم حرکت می کنند، فاصله بین آنها چگونه تغییر می کند؟ (۱۴۰۲ - خ)



- (۱) ۸ متر کاهش می یابد.  
(۲) ۸ متر افزایش می یابد.  
(۳) ۱۲ متر افزایش می یابد.  
(۴) ۱۲ متر کاهش می یابد.

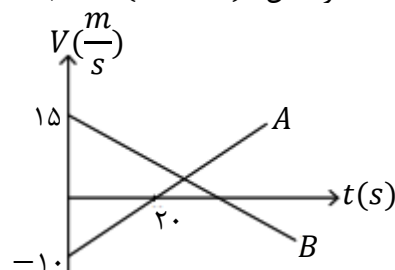


۵۳. شکل زیر، نمودار سرعت - زمان دو متحرک است که روی محور X حرکت می کنند و در مبدا زمان از مبدا محور می گذرند. چند بار فاصله بین این دو متحرک ۱۵۰ متر می شود؟ (۱۴۰۴ - دوم)



- (۱) ۱  
(۲) ۲  
(۳) ۳  
(۴) ۴

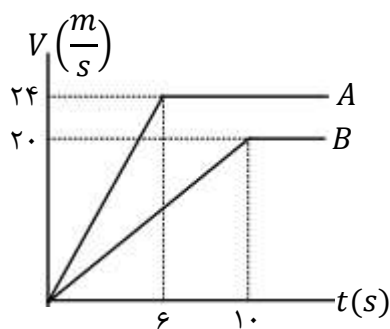
۵۴. نمودار سرعت - زمان دو متحرک A و B که روی محور X حرکت می کنند، مطابق شکل زیر است. مکان دو متحرک در لحظه  $t = 0$  s به صورت  $\vec{x}_{OA} = (-100m)\vec{i}$  و  $\vec{x}_{OB} = (100m)\vec{i}$  است. اگر در لحظه ای که متحرک B تغییر جهت می دهد، متحرک A در مکان  $\vec{x} = (-175m)\vec{i}$  باشد، فاصله دو متحرک در این لحظه چند متر است؟ (۱۴۰۴ - دوم)



- (۱) ۵۲۵  
(۲) ۵۰۰  
(۳) ۴۰۰  
(۴) ۲۰۰

۵۵. شکل زیر، نمودار سرعت - زمان دو متحرک است که روی محور X از حال سکون به راه می‌افتند و متحرک B در مبدا زمان ۶۸ متر جلوتر از A است.

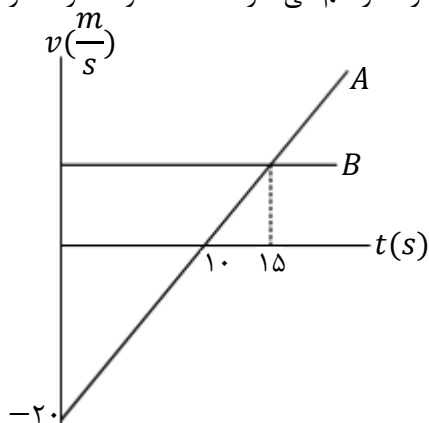
در این مسیر، چند ثانیه فاصله دو متحرک کمتر یا مساوی ۱۲ متر است؟ (۱۴۰۴ - خ)



- (۱) ۶  
(۲) ۵  
(۳) ۴  
(۴) ۳

۵۶. شکل زیر، نمودار سرعت - زمان دو متحرک است که روی محور X حرکت می‌کنند و در لحظه  $t=5s$  از کنار هم می‌گذرند. فاصله دو متحرک در

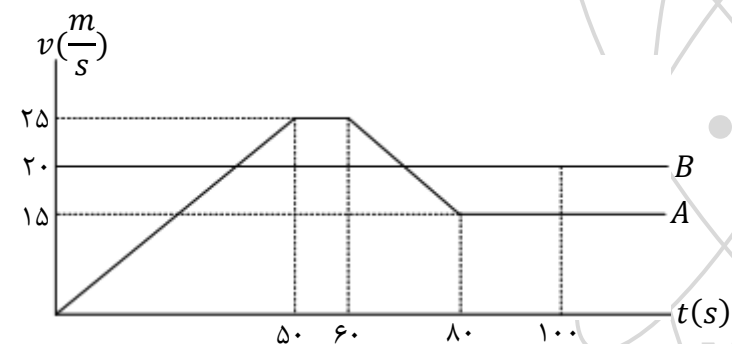
مبدا زمان ( $t=0s$ ) چند متر است؟ (۱۴۰۳ - اول)



- (۱) ۲۵  
(۲) ۴۵  
(۳) ۷۵  
(۴) ۱۲۵

۵۷. شکل زیر، نمودار سرعت - زمان دو متحرک را که روی محور X حرکت می‌کنند، نشان می‌دهد که در مبدا زمان از مبدا محور می‌گذرند. وضعیت این

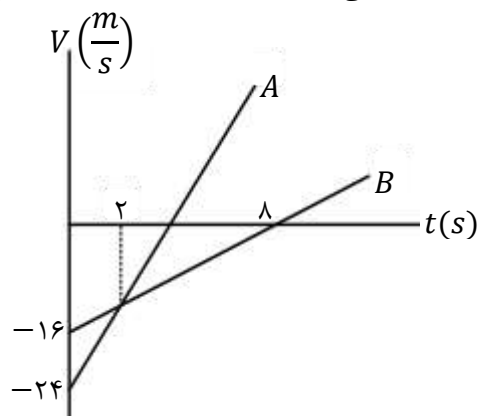
دو متحرک در محدوده زمانی نشان داده شده چگونه است؟ (۱۴۰۳ - خ)



- (۱) هرگز به هم نمی‌رسند.  
(۲) در لحظه‌های  $t=40s$  و  $t=90s$  به هم می‌رسند.  
(۳) در لحظه‌های  $t=60s$  و  $t=90s$  به هم می‌رسند.  
(۴) در بازه زمانی  $t=50s$  تا  $t=60s$  از کنار هم می‌گذرند.

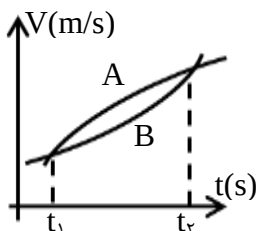
۵۸. دو متحرک در مبدا زمان، از مبدا محور می‌گذرند و نمودار سرعت - زمان آنها مطابق شکل است. در بازه زمانی که دو متحرک در خلاف جهت هم

حرکت می‌کنند، فاصله بین آنها چگونه تغییر می‌کند؟ (۱۴۰۲ - دوم)



- (۱) ۴۸ متر افزایش می‌یابد.  
(۲) ۴۸ متر کاهش می‌یابد.  
(۳) ۶۴ متر افزایش می‌یابد.  
(۴) ۶۴ متر کاهش می‌یابد.

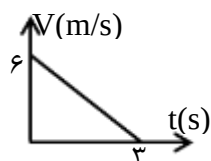
۵۹. شکل مقابل نمودار سرعت- زمان دو متحرک A و B می‌باشد. در مورد سرعت متوسط و شتاب متوسط در بازه‌ی زمانی  $t_1$  تا  $t_2$  کدام گزینه درست است؟



$$a_A < a_B, v_A < v_B \quad (2) \quad a_A > a_B, v_A > v_B \quad (1)$$

$$a_A = a_B, v_A > v_B \quad (4) \quad a_A = a_B, v_A = v_B \quad (3)$$

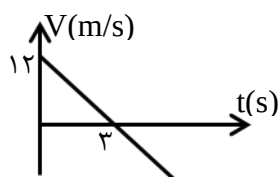
۶۰. نمودار سرعت- زمان متحرکی به صورت شکل مقابل است. سرعت متوسط آن در ۳ ثانیه‌ی اول چند m/s است؟



$$6 \quad (2) \quad 3 \quad (1)$$

$$4 \quad (4) \quad 2 \quad (3)$$

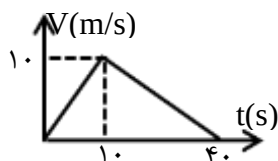
۶۱. با توجه به نمودار سرعت- زمان شکل مقابل سرعت متوسط متحرک را در ۴ ثانیه‌ی اول بیابید؟



$$5 \quad (2) \quad 6 \quad (1)$$

$$1/5 \quad (4) \quad 4 \quad (3)$$

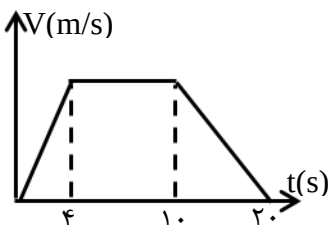
۶۲. نمودار سرعت- زمان متحرکی مطابق شکل مقابل است. سرعت متوسط این متحرک در ۵ ثانیه اول حرکت چند برابر سرعت متوسط آن در ۳۰ ثانیه آخر است؟



$$0/5 \quad (2) \quad 2 \quad (1)$$

$$0/25 \quad (4) \quad 4 \quad (3)$$

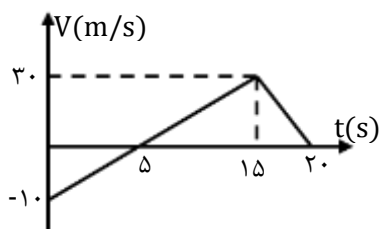
۶۳. نمودار سرعت- زمان متحرکی مطابق شکل مقابل است. اگر سرعت متوسط آن در کل حرکت ۱۲ m/s باشد، مسافتی که متحرک در مرحله‌ی کندشونده طی کرده است چند برابر مسافتی است که در مرحله‌ی تندشونده طی کرده است؟



$$2/5 \quad (2) \quad 5 \quad (1)$$

$$2 \quad (4) \quad 4 \quad (3)$$

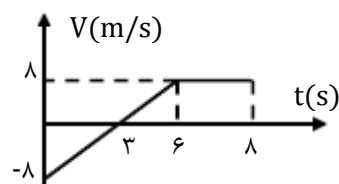
۶۴. نمودار سرعت- زمان متحرکی در مسیر مستقیم مطابق شکل مقابل است. سرعت متوسط آن در مدت ۲۰ ثانیه چند متر بر ثانیه است؟ (۸۳)



$$2/5 \quad (2) \quad 0/5 \quad (1)$$

$$15 \quad (4) \quad 10 \quad (3)$$

۶۵. نمودار سرعت- زمان جسمی که در مسیر مستقیم حرکت می‌کند مطابق شکل مقابل است. سرعت متوسط جسم در مدت ۸ ثانیه نشان داده شده چند متر بر ثانیه است؟ (۸۵)

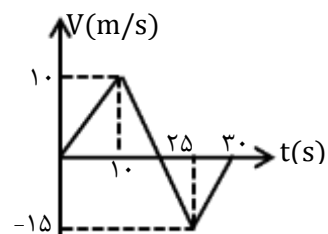


$$3 \quad (2) \quad 2 \quad (1)$$

$$5 \quad (4) \quad 4 \quad (3)$$

۶۶. نمودار سرعت- زمان متحرکی که روی محور  $X$  حرکت می‌کند، مطابق شکل روبه‌رو است. بزرگی سرعت متوسط متحرک در مدتی که در سوی مخالف

محور  $X$  جابه‌جا می‌شود، چند متر است؟ (۹۰-ت-خ)



(۱)  $7/5$

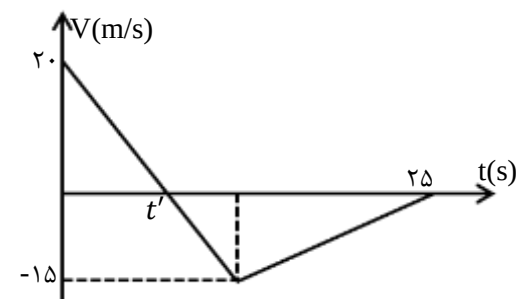
(۲) ۸

(۳) ۱۲

(۴)  $12/5$

۶۷. نمودار سرعت- زمان متحرکی که روی محور  $X$  حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. بزرگی سرعت متوسط متحرک در بازه‌ی زمانی که حرکت

متحرک خلاف جهت محور  $X$  است، چند  $m/s$  است؟ (۹۴-ر)



(۱) صفر

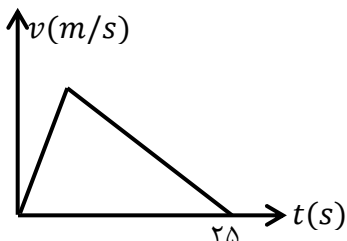
(۲)  $2/5$

(۳)  $7/5$

(۴) ۱۰

۶۸. نمودار سرعت - زمان متحرکی که در مسیری مستقیم در حرکت است، به صورت شکل زیر است. اگر سرعت متوسط متحرک در این ۲۵ ثانیه برابر

$10 m/s$  باشد، بیشینه سرعت متحرک در ضمن حرکت چند متر بر ثانیه است؟ (۹۸-ت)



(۱) ۲۰

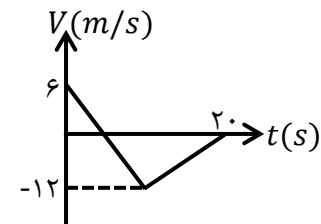
(۲) ۲۵

(۳) ۴۰

(۴) ۵۰

۶۹. شکل زیر، نمودار سرعت - زمان متحرکی است که روی محور  $X$  حرکت می‌کند. تندی متوسط متحرک در مدتی که در خلاف جهت محور حرکت

می‌کند، چند متر بر ثانیه است؟ (۱۴۰۰-ر)



(۱) صفر

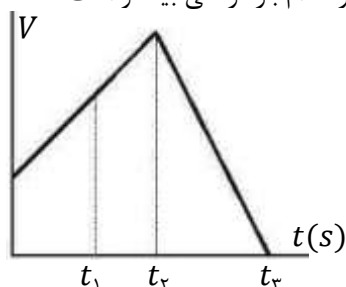
(۲) ۶

(۳) ۸

(۴) ۹

۷۰. نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی محور  $X$  حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. تندی متوسط متحرک در کدام بازه زمانی بیشتر است؟

(۱۴۰۱-ر-خ)



(۱)  $t_1$  تا  $t_2$

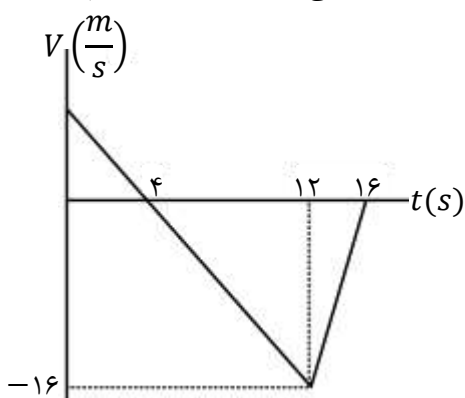
(۲)  $t_1$  تا  $t_2$

(۳)  $t_2$  تا  $t_3$

(۴)  $t_2$  تا  $t_3$

۷۱. شکل زیر، نمودار سرعت - زمان متحرکی است که در مسیر مستقیم حرکت می‌کند. تندی متوسط آن در بازه زمانی  $t_1=3s$  تا  $t_2=13s$  چند متر بر

ثانیه است؟ (۱۴۰۲-ر-خ)



(۱)  $7/9$

(۲)  $7/7$

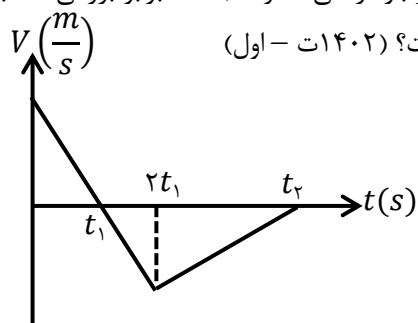
(۳)  $8/3$

(۴)  $8/1$



۷۲. نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی محور X حرکت می‌کند، مطابق شکل است. اگر بزرگی شتاب در بازه زمانی صفر تا  $t_1$ ،  $2$  برابر بزرگی شتاب

در بازه زمانی  $2t_1$  تا  $t_2$  باشد، تندی متوسط در بازه صفر تا  $t_1$  چند برابر تندی متوسط در بازه  $t_1$  تا  $2/5 t_1$  است؟ (۱۴۰۲ ت - اول)



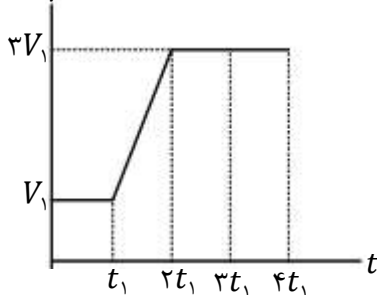
$$\frac{5}{8} \quad (2)$$

$$\frac{7}{12} \quad (1)$$

$$\frac{3}{4} \quad (4)$$

$$\frac{4}{5} \quad (3)$$

۷۳. نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی مسیری مستقیم حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. سرعت متوسط در کدام بازه زمانی بیشتر است؟



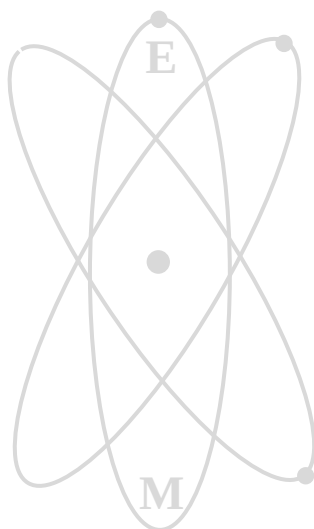
(۱۴۰۴ ر - خ)

(۲)  $t=0$  تا  $2t_1$

(۱)  $t=0$  تا  $t_1$

(۴)  $t=0$  تا  $4t_1$

(۳)  $t=0$  تا  $3t_1$



حرکت یکنواخت بر روی خط راست: اگر سرعت متحرک بر روی خط راست در تمام لحظات با هم برابر باشد (هم از نظر اندازه و هم از نظر جهت) حرکت یکنواخت بر روی خط راست می باشد. در این حالت سرعت متوسط  $V_{av}$  و سرعت لحظه ای  $V$  با هم برابر هستند. معادله ی حرکت یکنواخت بر روی خط راست به صورت زیر می باشد:

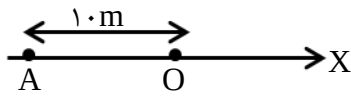
$$\left. \begin{aligned} V_{av} &= V \\ \bar{V} &= \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x - x_0}{t - t_0} \end{aligned} \right\} \Rightarrow V = \frac{x - x_0}{t} \Rightarrow x - x_0 = Vt \Rightarrow \boxed{x = Vt + x_0}$$

۱. ذره ای با سرعت ثابت روی محور  $x$  ها به حرکت در می آید و پس از  $2s$  به نقطه ی  $O$  (مبدأ مکان) می رسد و  $2$  ثانیه ی بعد به نقطه ی  $x = -6m$  می رسد. معادله ی حرکت آن در SI کدام است؟

$$(1) \quad x = -3t - 6 \quad (2) \quad x = -3t + 6$$

$$(3) \quad x = 3t - 6 \quad (4) \quad x = 3t + 6$$

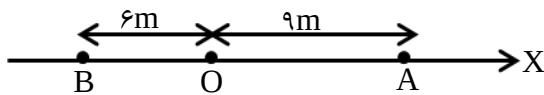
۲. متحرکی مطابق شکل در مبدأ زمان از نقطه ی  $A$  با سرعت ثابت  $6m/s$  در جهت محور  $x$  ها حرکت می کند. اگر نقطه ی  $O$  مبدأ باشد، معادله ی حرکت آن در SI کدام است؟



$$(1) \quad x = -6t - 10 \quad (2) \quad x = 6t + 10$$

$$(3) \quad x = 6t - 10 \quad (4) \quad x = -6t + 10$$

۳. متحرکی با سرعت ثابت مطابق شکل از نقطه ی  $A$  به حرکت در می آید و پس از  $5s$  به نقطه ی  $B$  می رسد. معادله ی حرکت آن را بیابید؟



$$(1) \quad x = -3t + 9 \quad (2) \quad x = 3t - 9$$

$$(3) \quad x = 2t + 9 \quad (4) \quad x = 5t - 6$$

۴. متحرکی با سرعت ثابت حرکت می کند. اگر در لحظه ی  $t = 2s$  در مکان  $x = -6m$  و در لحظه ی  $t = 8s$  در مکان  $x = 54m$  باشد، در لحظه ی  $t = 30s$  در چه مکانی خواهد بود؟

$$(1) \quad 300 \quad (2) \quad 274$$

$$(3) \quad 280 \quad (4) \quad 306$$

۵. متحرکی مسافتی را با سرعت ثابت  $V$  در مدت  $8s$  و همان مسافت را با سرعت ثابت  $V+3$  روی خط راست در مدت  $5s$  طی می کند.  $V$  چند  $m/s$  است؟

$$(1) \quad 3 \quad (2) \quad 4$$

$$(3) \quad 5 \quad (4) \quad 8$$

۶. دوچرخه سواری فاصله ی  $90$  کیلومتری مستقیم بین دو شهر را در مدت  $4/5$  ساعت می پیماید. وی با سرعت  $24km/h$  رکاب می زند ولی برای رفع خستگی توقف هایی هم دارد. مدت کل توقف او چند دقیقه است؟

$$(1) \quad 80 \quad (2) \quad 45$$

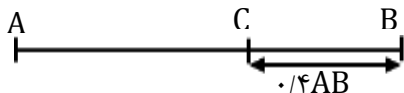
$$(3) \quad 30 \quad (4) \quad 15$$

۷. قطاری از روی پلی به طول ۴۰۰ متر می‌گذرد. اگر سرعت آن ثابت و ۳۰ متر بر ثانیه باشد و ۲۰ ثانیه طول بکشد تا از پل عبور کند، طول قطار چند متر است؟

(۱) ۲۰۰ (۲) ۴۰۰

(۳) ۶۰۰ (۴) ۸۰۰

۸. دو متحرک هم‌زمان از نقاط A و B با سرعت‌های ثابت به سمت یکدیگر حرکت می‌کنند و در نقطه‌ی C به هم می‌رسند. ۴۰ ثانیه پس از این متحرک اول به B می‌رسد. چند ثانیه طول می‌کشد تا متحرک دوم از C به A برسد؟



(۱) ۶۰ (۲) ۸۰

(۳) ۹۰ (۴) معلومات کافی نیست

۹. دو اتومبیل در یک جاده و در یک جهت در حرکت‌اند و مبدا حرکت آنها یکی است. سرعت اتومبیل اول ۵۰ km/h و سرعت اتومبیل دوم ۶۰ km/h است ولی اتومبیل دوم یک ساعت دیرتر از اتومبیل اول به حرکت درآمده است، چند ساعت لازم است تا اتومبیل دوم به اتومبیل اول برسد؟

(۱) ۶ (۲) ۵

(۳) ۳ (۴) ۲

۱۰. دو متحرک هم‌زمان با سرعت‌های ۱۰ m/s و ۲۰ m/s از یک نقطه به سمت یک مقصد به حرکت درمی‌آیند و به فاصله‌ی زمانی ۵۰ s به مقصد می‌رسند. فاصله‌ی نقطه‌ی حرکت تا مقصد چند متر است؟

(۱) ۲۵۰ (۲) ۵۰۰

(۳) ۱۰۰۰ (۴) ۱۵۰۰

۱۱. دو متحرک یکی با سرعت ۱۰ m/s و دیگری با سرعت ۱۲ m/s از یک نقطه هم‌زمان بسوی مقصدی به فاصله‌ی ۲۴۰ m به حرکت درمی‌آیند. حداکثر فاصله‌ی این دو متحرک در طول مسیر چند متر است؟

(۱) ۲۰ (۲) ۴۰

(۳) ۸۰ (۴) ۱۲۰

۱۲. دو هواپیما با سرعت‌های ۸۰۰ Km/h, ۶۰۰ هم‌زمان از یک فرودگاه به مقصد فرودگاه دیگری به فاصله‌ی ۱۲۰۰ Km پرواز می‌کنند. هواپیمای سریع‌تر چند دقیقه زودتر می‌رسد؟

(۱) ۱۵ (۲) ۲۰

(۳) ۳۰ (۴) ۴۰

۱۳. دو پسر بچه با سرعت‌های ۵۰ m/s به طرف یکدیگر می‌روند. اگر فاصله‌ی اولیه آنها ۱۵۰ m باشد، پس از چند ثانیه به هم می‌رسند؟

(۱) ۱۲/۵ (۲) ۱۴

(۳) ۲۰ (۴) ۵۰

۱۴. دو متحرک با سرعت‌های ثابت یکی از نقطه‌ی A واقع در ۱۲ متری O و دیگری از نقطه‌ی B واقع در ۲۸ متری O به سمت هم شروع به حرکت می‌کنند. اگر این دو در نقطه‌ی C که در ۸ متری O است به هم برسند. سرعت متحرک B چند m/s است؟



- (۱) ۲  
(۲) ۴  
(۳) ۶  
(۴) ۸

۱۵. متحرکی مسافتی را با سرعت ثابت ۲۰ m/s در مدت زمان  $t_1$  می‌پیماید و متحرک دیگری همان مسافت را با سرعت ثابت  $(V+20)$  در مدت  $t_2$  طی می‌کند. اگر  $\frac{t_2}{t_1} = \frac{2}{5}$  باشد، اندازه‌ی V را بیابید؟

- (۱) ۳۰  
(۲) ۲۰  
(۳) ۱۰  
(۴) ۱۵

۱۶. دو متحرک A و B با سرعت‌های  $V_A$  و  $V_B$  از دو نقطه‌ی A و B در یک لحظه بسوی نقطه‌های A و B به راه می‌افتند و در C از کنار یکدیگر می‌گذرند. اگر متحرک A مسیر BC را در ۳۲ min و متحرک B مسیر CA را در ۲ min طی کند، نسبت  $V_B$  به  $V_A$  را بیابید؟

- (۱) ۴  
(۲) ۰/۲۵  
(۳) ۱۶  
(۴) ۱/۱۶

۱۷. متحرکی به مدت ۵۰ s با سرعت ثابت ۱/۶ m/s به سمت شرق و سپس ۳۰ s با سرعت ثابت ۲ m/s به سمت شمال می‌رود. سرعت متوسط در این جابه‌جایی چند m/s است؟

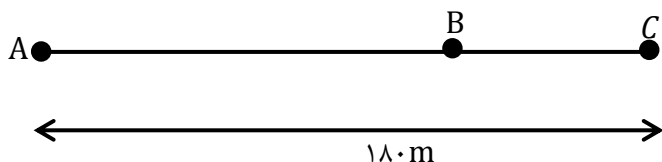
- (۱) ۱/۸  
(۲) ۱/۷۵  
(۳) ۱/۲۵  
(۴) ۱/۵

۱۸. متحرکی مسیر حرکت مستقیم خود را با سرعت ثابت ۱۰ m/s و  $\frac{3}{4}$  مسیر رفت را با همین سرعت برمی‌گردد. سرعت متوسط در این حرکت چند m/s است؟

- (۱)  $\frac{10}{3}$   
(۲)  $\frac{10}{7}$   
(۳)  $\frac{10}{9}$   
(۴)  $\frac{5}{2}$

۱۹. دو متحرک همزمان از نقطه‌های A و C با سرعت‌های ثابت به سمت یکدیگر حرکت می‌کنند و در نقطه B از کنار هم می‌گذرند و در ادامه، ۱۶ ثانیه طول می‌کشد تا متحرک اول از B به C برسد و ۲۵ ثانیه طول می‌کشد تا دومی از B به A برسد. بزرگی سرعت متحرک اول چند متر بر ثانیه است؟ (۹۹ ر

— خ)



- (۱) ۳  
(۲) ۵  
(۳) ۶  
(۴) ۸

۲۰. دو متحرک با تندی ثابت  $V_1$  و  $V_2 > V_1$  روی خط راست طوری حرکت می کنند که اگر خلاف جهت هم بروند، فاصله آنها در هر ثانیه ۱۶ متر تغییر می کند و اگر هم جهت حرکت کنند، فاصله آنها در هر دقیقه ۲۴۰ متر تغییر می کند.  $\frac{V_2}{V_1}$  کدام است؟ (۱۴۰۲ ت - خ)

$$(1) \frac{3}{2}$$

$$(2) \frac{4}{3}$$

$$(3) \frac{5}{3}$$

$$(4) \frac{7}{5}$$

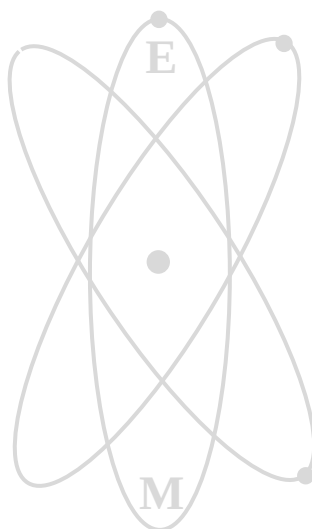
۲۱. جسمی با سرعت ثابت بر مسیری مستقیم در حرکت است. اگر جسم در لحظه  $t_1 = 4s$  در مکان  $x_1 = 8m$  و در لحظه  $t_2 = 10s$  در مکان  $x_2 = 26m$  باشد، معادله مکان - زمان آن در SI کدام است؟ (۱۴۰۳ ت - اول)

$$(1) x = 3t + 4$$

$$(2) x = 3t - 4$$

$$(3) x = 2t + 4$$

$$(4) x = 2t - 4$$



نکته ۴: (محاسبه‌ی سرعت متوسط بر روی مسیر مستقیم در چند حرکت یکنواخت متوالی بر روی خط راست)

نوع اول:

نوع دوم:

نوع سوم:

۲۲. اتومبیلی در جاده‌ای مستقیم فاصله‌ی  $40\text{ Km}$  را در مدت نیم ساعت و  $80\text{ Km}$  بعدی را در یک ساعت طی می‌کند. سرعت متوسط آن در کل مسیر چند  $\text{Km/h}$  است؟

(۱) ۴۰ (۲) ۶۰

(۳) ۸۰ (۴) ۵۰

۲۳. متحرکی در یک مسیر مستقیم  $\frac{1}{3}$  فاصله‌ی بین دو نقطه را با سرعت ثابت  $20\text{ m/s}$  و بقیه‌ی مسیر را با سرعت ثابت  $10\text{ m/s}$  طی می‌کند. سرعت متوسط متحرک در طول مسیر چند متر بر ثانیه است؟

(۱) ۱۵ (۲) ۱۲

(۳) ۱۸ (۴) ۱۶

۲۴. متحرکی ۲ ثانیه با سرعت  $5\text{ m/s}$  و ۳ ثانیه با سرعت  $10\text{ m/s}$  و  $t$  ثانیه با سرعت  $12\text{ m/s}$  بر مسیر مستقیم در یک جهت حرکت می‌کند. اگر سرعت متوسط آن در کل مسیر  $11\text{ m/s}$  باشد،  $t$  چند ثانیه است؟

(۱) ۵ (۲) ۶

(۳) ۹ (۴) ۱۵

۲۵. متحرکی به مدت  $t_1$  با سرعت  $50\text{ m/s}$  و به مدت  $t_2$  با سرعت  $25\text{ m/s}$  بر مسیری مستقیم در یک جهت حرکت می‌کند. اگر سرعت متوسط آن در کل مسیر  $30\text{ m/s}$  باشد، نسبت  $\frac{t_2}{t_1}$  کدام است؟

(۱) ۶ (۲) ۴

(۳) ۳ (۴) ۲

۲۶. متحرکی  $\frac{2}{5}$  مسافت روی خط راست را با سرعت  $10\text{ m/s}$  و  $\frac{3}{5}$  آن را در همان جهت با سرعت  $15\text{ m/s}$  طی می‌کند. سرعت متوسط این متحرک در کل مسیر چند  $\text{m/s}$  است؟

(۱) ۱۴ (۲) ۱۲/۵

(۳) ۱۳ (۴) ۱۲

۲۷. اتومبیلی  $\frac{1}{3}$  مسیرش را با سرعت  $V$  طی می کند. بقیه مسیر را با چه سرعتی طی کند تا سرعت متوسط آن در طول مسیر  $2V$  شود؟

(۱)  $3V$  (۲)  $2V$

(۳)  $4V$  (۴)  $5V$

۲۸. متحرکی نیمی از مسیر حرکت را با سرعت  $10 \text{ m/s}$  و مسیر باقی مانده را در دو مدت مساوی با سرعت های  $5$  و  $25$  متر بر ثانیه می پیماید. سرعت متوسط در کل مسیر چند  $\text{m/s}$  است؟

(۱)  $\frac{55}{6}$  (۲)  $12/5$

(۳)  $\frac{40}{3}$  (۴)  $12$

۲۹. متحرکی نصف مسیر مستقیمی را با سرعت  $30 \text{ m/s}$  و نیمه ی دیگر مسیر را با سرعت  $20 \text{ m/s}$  در همان جهت می پیماید. سرعت متوسط در کل مسیر را بیابید؟

(۱)  $25$  (۲)  $24$

(۳)  $25/5$  (۴)  $26$

۳۰. اتومبیلی روی خط راست نیمی از مسیر خود را با سرعت متوسط  $40 \text{ Km/h}$  و باقی مسیر را در همان جهت با سرعت  $60 \text{ Km/h}$  طی می کند. موتور سواری نیز همین فاصله را با سرعت متوسط  $50 \text{ Km/h}$  طی می کند. کدامیک زودتر به مقصد می رسد؟

(۱) موتور سوار (۲) اتومبیل

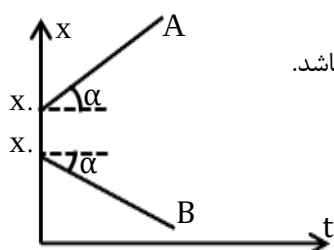
(۳) همزمان می رسند (۴) نمی توان تعیین کرد

۳۱. متحرکی نیمی از مدت حرکت را با سرعت  $20 \text{ m/s}$  و باقی مدت حرکت را با سرعت متوسط  $30 \text{ m/s}$  در همان جهت طی می کند. سرعت متوسط را در کل مدت حرکت بیابید؟

(۱)  $25$  (۲)  $24$

(۳)  $25/5$  (۴)  $26$

نکته: نمودار مکان- زمان حرکت یکنواخت بر روی خط راست:  $(x = Vt + x_0)$



چون بیشترین توان  $t$  در معادله ی حرکت یکنواخت یک (۱) است بنابراین نمودار مکان- زمان به صورت خطی راست می باشد.

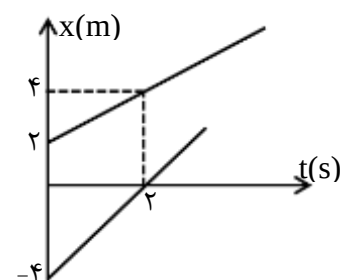
جهت حرکت  $+x \rightarrow V > 0 \rightarrow m = \tan \alpha = V$  : متحرک A

جهت حرکت  $-x \rightarrow V < 0 \rightarrow m = \tan \alpha = V$  : متحرک B

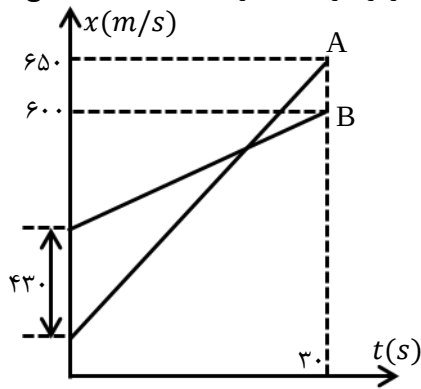
۳۲. نمودار مکان- زمان متحرک A و B مطابق شکل مقابل می باشد. در چه لحظه ای دو متحرک به یکدیگر می رسند؟

(۱)  $4$  (۲)  $6$

(۳)  $3$  (۴)  $5$



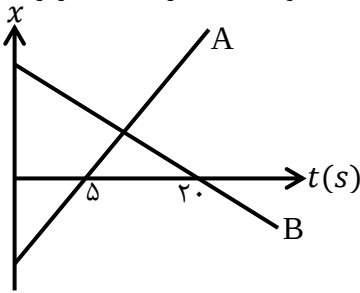
۳۳. نمودار مکان - زمان دو متحرک A و B به صورت شکل زیر است. سرعت متحرک A چند متر بر ثانیه بیشتر از سرعت متحرک B است؟ (۹۴-ت-خ)



(۱) ۱۲ (۲) ۱۲/۶

(۳) ۱۶ (۴) ۱۶/۳

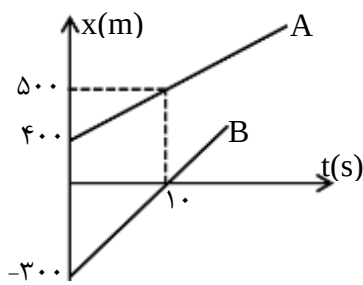
۳۴. نمودار مکان - زمان دو متحرک A و B مطابق شکل زیر است. اگر در لحظه  $t=0$  فاصله دو متحرک ۱۵۰ m باشد و تندی متحرک A، ۲ برابر تندی متحرک B باشد، فاصله دو متحرک در لحظه  $t=20$  s چند متر است؟ (۱۴۰۰-ت)



(۱) ۵۰ (۲) ۱۰۰

(۳) ۱۵۰ (۴) ۲۰۰

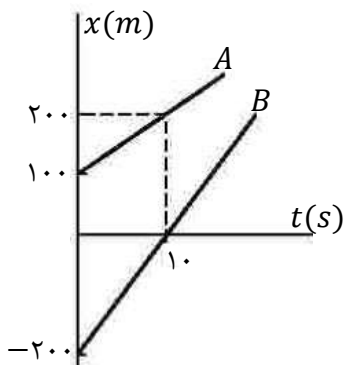
۳۵. نمودار مکان - زمان دو خودرو که روی خط راست حرکت می‌کنند، مطابق شکل زیر است. در لحظه‌های  $t_1$  و  $t_2$  فاصله دو متحرک از هم ۶۰۰ m است.  $t_2/t_1$  کدام است؟ (۱۴۰۰-ت-خ)



(۱) ۱۵ (۲) ۱۳

(۳) ۸ (۴) ۵

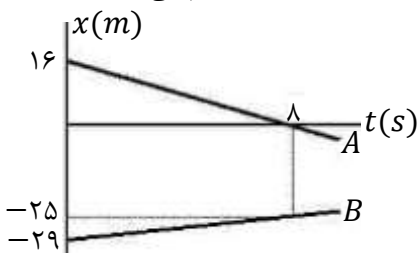
۳۶. شکل زیر، نمودار مکان - زمان دو متحرک A و B را نشان می‌دهد. در این مسیر، به مدت چند ثانیه فاصله دو متحرک از هم کمتر یا مساوی ۲۰ متر است؟ (۱۴۰۱-ر)



(۱) ۸ (۲) ۶

(۳) ۴ (۴) ۲

۳۷. شکل زیر، نمودار مکان - زمان دو متحرک را نشان می‌دهد که روی محور X حرکت می‌کنند. در لحظه‌ای که دو متحرک به هم می‌رسند، مکان آنها در SI کدام است؟ (۱۴۰۱-ر-خ)



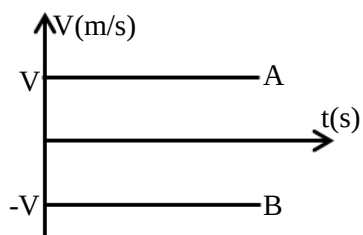
(۱) -۲۰ (۲) -۱۸

(۳) -۱۶ (۴) -۱۴



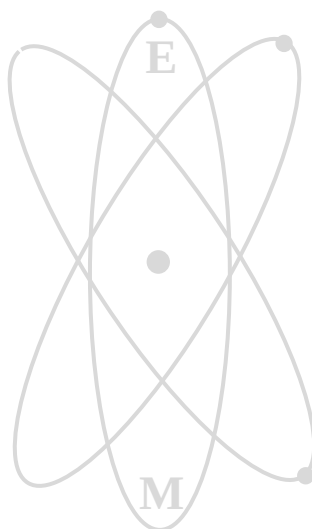
نکته: نمودار سرعت- زمان در حرکت یکنواخت بر روی خط راست:

حرکت یکنواخت، حرکتی است که سرعت متحرک در تمام لحظات ثابت باشد، پس نمودار سرعت- زمان آن به صورت خطی موازی با محور زمان خواهد بود.



جهت حرکت  $+x$  :  $V > 0 \rightarrow$  متحرک A

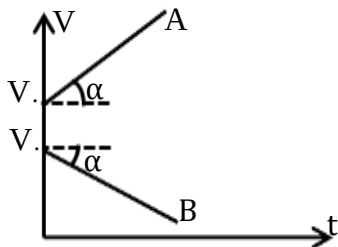
جهت حرکت  $-x$  :  $V < 0 \rightarrow$  متحرک B



(۱) معادله‌ی سرعت- زمان: در حرکت با شتاب ثابت متوسط در هر بازه‌ی زمانی با شتاب در تمام لحظات برابر است. بنابراین:

$$\left. \begin{aligned} \bar{a} &= a \\ \bar{a} &= \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{V - V_0}{t - t_0} \end{aligned} \right\} \Rightarrow a = \frac{V - V_0}{t} \Rightarrow V - V_0 = at \Rightarrow \boxed{V = at + V_0}$$

نکته: نمودار سرعت- زمان در حرکت با شتاب ثابت ( $V = at + V_0$ ): نمودار سرعت- زمان حرکت با شتاب ثابت به صورت خطی راست می‌باشد به طوری که



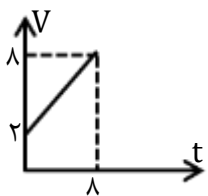
شیب آن برابر شتاب متحرک می‌باشد

$$A \text{ متحرک: } m = \tan \alpha = a > 0$$

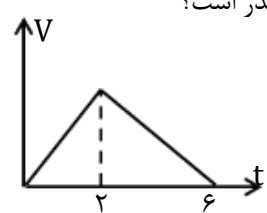
$$B \text{ متحرک: } m = \tan \alpha = a < 0$$

۱. در یک حرکت با شتاب ثابت سرعت متحرکی در لحظه‌ی  $t = 3s$  برابر  $V = 8m/s$  و در لحظه‌ی  $t = 9s$  برابر  $V = 17m/s$  شده است. سرعت اولیه‌ی متحرک چند  $m/s$  بوده است؟

۲. دو متحرک همزمان از یک نقطه یکی با شتاب ثابت  $a$  و دیگری با شتاب  $a + 2$  از حال سکون به حرکت درمی‌آیند و پس از  $t$  ثانیه سرعت آنها به ترتیب  $10$  و  $12m/s$  می‌شود.  $a$  چند  $m/s^2$  است؟

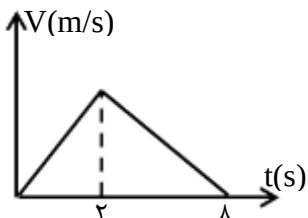


۳. نمودار سرعت- زمان متحرکی مطابق شکل مقابل می‌باشد. سرعت و شتاب جسم را در لحظه‌ی  $t = 4s$  محاسبه کنید؟



۴. نمودار سرعت- زمان متحرکی مطابق شکل مقابل می‌باشد. نسبت شتاب در مرحله‌ی تندشونده به مرحله‌ی کندشونده چقدر است؟

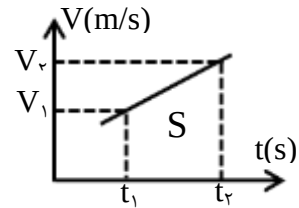
۵. نمودار تغییرات سرعت- زمان متحرکی مطابق شکل روبه‌رو است. اگر مسافت طی شده بوسیله‌ی آن  $40$  متر باشد، اندازه‌ی شتاب این متحرک در مرحله‌ی کندشونده چند واحد SI است؟



۶. متحرکی در مسیر مستقیم از حال سکون به حرکت درمی‌آید و با شتاب ثابت  $5m/s^2$  مسافت  $d_1$  را می‌پیماید و سپس سرعت خود را با شتاب  $4m/s^2$  کاهش می‌دهد تا بعد از طی مسافت  $d_2$  بایستد. نسبت  $\frac{d_2}{d_1}$  را بیابید.

۷. جسمی از حال سکون با شتاب  $2 \text{ m/s}^2$  به حرکت درمی آید و پس از  $t$  ثانیه سرعت خود را بطور یکنواخت کاهش می دهد تا متوقف گردد. اگر کل مدت حرکت  $20 \text{ s}$  و کل مسافت طی شده  $100$  متر باشد.  $t$  را بیابید؟

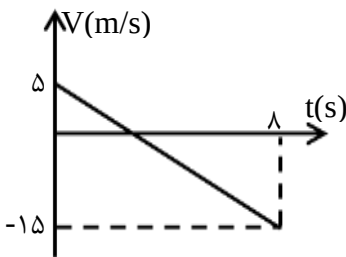
۲) **سرعت متوسط:** برای محاسبه ی سرعت متوسط در حرکت با شتاب ثابت می توان از رابطه ی زیر استفاده نمود. می دانیم مساحت زیر نمودار سرعت-زمان برابر جابه جایی متحرک می باشد، پس خواهیم داشت:



$$\Delta x = S = \frac{(V_1 + V_2)(t_2 - t_1)}{2} \Rightarrow \bar{V} = \frac{(V_1 + V_2)(t_2 - t_1)}{2(t_2 - t_1)} \Rightarrow \boxed{\bar{V} = \frac{V_1 + V_2}{2}}$$

۸. متحرکی با سرعت اولیه ی  $6 \text{ m/s}$  با شتاب ثابت  $4 \text{ m/s}^2$  روی خط راست حرکت می کند. سرعت متوسط متحرک در  $2$  ثانیه اول حرکت چند متر بر ثانیه است؟

۹. شکل مقابل نمودار سرعت-زمان یک متحرک در مسیر مستقیم است. سرعت متوسط متحرک در این  $8$  ثانیه چند متر بر ثانیه است؟



۳) معادله مستقل از شتاب:

$$\left. \begin{aligned} \bar{V} &= \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \Delta x = \bar{V} \Delta t \\ \bar{V} &= \frac{V_1 + V_2}{2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \boxed{\Delta x = \left( \frac{V_1 + V_2}{2} \right) \Delta t}$$

۱۰. اتومبیلی با سرعت  $54 \text{ Km/h}$  در یک جاده مستقیم حرکت می کند وقتی به فاصله ی  $40$  متری یک مانع می رسد، راننده ترمز کرده و بعد از  $4$  ثانیه به مانع برخورد می کند. اگر شتاب اتومبیل در این فاصله ی زمانی ثابت باشد، سرعت اتومبیل در این هنگام چند  $\text{Km/h}$  است؟

۱۱. قطاری با سرعت ثابت  $90 \text{ Km/h}$  روی یک ریل مستقیم در حرکت است. واگن آخر آن جدا شده و با شتاب ثابتی پس از جابه جایی  $X$  می ایستد. اگر قطار در همین مدت فاصله  $600$  متر را با همان سرعت طی کند.  $X$  چند متر است؟

۱۲. متحرکی از حال سکون با شتاب به حرکت درمی آید و پس از  $t$  ثانیه سرعتش به  $V$  می رسد. سپس به مدت  $2t$  ثانیه سرعتش به طور یکنواخت کاهش می یابد تا به  $\frac{V}{4}$  برسد. کل مسافتی که متحرک تا این لحظه پیموده چند متر است؟

۱۳. اتومبیلی با سرعت ثابت  $20 \text{ m/s}$  در حال حرکت است. در یک لحظه راننده مانعی را در مقابل خود مشاهده کرده و ترمز می‌کند. در صورتی که زمان واکنش راننده  $\frac{1}{4}$  ثانیه تا توقف کامل اتومبیل باشد و مسافت  $150$  متر را تا توقف کامل طی کند، زمان واکنش راننده چند ثانیه است؟

۱۴. متحرکی با شتاب ثابت از حال سکون شروع به حرکت کرده و در  $3$  ثانیه اول حرکت خود دارای سرعت متوسط  $12 \text{ m/s}$  است. این متحرک در بازه‌ی زمانی  $5$  تا  $8$  ثانیه چه مسافتی را می‌پیماید؟

(۴) معادله‌ی مکان- زمان:

$$x = \frac{1}{2}at^2 + V_0t + x_0$$

۱۵. متحرکی بر مسیر مستقیم جابه‌جایی  $24$  متر را با شتاب ثابت  $2 \text{ m/s}^2$  در مدت  $4$  ثانیه طی می‌کند.

(الف) اگر متحرک در لحظه‌ی  $t=0$  در مبدا مکان باشد، معادله‌ی مکان- زمان آن را بنویسید.

(ب) سرعت آن در پایان این مدت چند  $\text{m/s}$  است؟

۱۶. معادله‌ی مکان- زمان جسمی که روی محور  $x$  حرکت می‌کند در SI به صورت  $x = 9t^2 - 18t$  است. این متحرک چند ثانیه در جهت مثبت محور  $x$  حرکت کرده است؟

۱۷. معادله‌ی حرکت متحرکی که روی خط راست حرکت می‌کند در SI به صورت  $x = t^2 - 4t$  است. این متحرک در مدت  $4$  ثانیه چه مسافتی را طی خواهد کرد؟

۱۸. متحرکی از حال سکون با شتاب ثابت شروع به حرکت می‌کند. اگر سرعت متوسط آن در  $2$  ثانیه‌ی اول حرکت  $8 \text{ m/s}$  باشد، مسافتی که در ثانیه‌ی اول طی می‌کند، چند متر است؟

۱۹. دو متحرک هر دو از حالت سکون حرکت کرده و یک مسیر مستقیم به طول  $d$  را طی می‌کند. اگر شتاب اولی  $2$  برابر شتاب دومی باشد. سرعت متوسط اولی چند برابر دومی است؟

۲۰. حرکت اتومبیل که با سرعت  $30 \text{ m/s}$  در حرکت است، باشتابی به بزرگی  $2 \text{ m/s}^2$  کند می‌شود. جابه‌جایی اتومبیل در  $2$  ثانیه‌ی آخر حرکتش چند متر است؟

۲۱. جسمی از حال سکون با شتاب ثابت بر مسیر مستقیم به حرکت درمی آید و مسافت  $d$  را طی می کند. اگر  $\frac{d}{4}$  اول مسیر را در مدت  $t_1$  و بقیه ی مسیر را در مدت  $t_2$  طی کرده باشد. نسبت  $\frac{t_2}{t_1}$  را بیابید؟

۲۲. متحرکی با سرعت  $V$  در مسیر مستقیم در حرکت است. با شتاب ثابت از سرعت خود می کاهد تا سرانجام می ایستد. اگر کل مسافت طی شده تا توقف کامل  $d$  باشد،  $\frac{d}{4}$  اول را در مدت  $t_1$  و بقیه را در مدت  $t_2$  طی می کند. نسبت  $\frac{t_2}{t_1}$  را بیابید؟

۲۳. معادله ی مکان- زمان متحرکی روی خط راست به صورت  $x = -t^2 - 4t$  است. جهت حرکت و نوع حرکت (تندشونده- کندشونده) متحرک را تعیین کنید؟

۲۴. دو متحرک A و B در یک لحظه از فاصله ی ۲۰۰ متری یکدیگر در یک جهت شروع به حرکت می کنند. A با سرعت ثابت ۱۰ m/s و B با سرعت اولیه ی ۲۰ m/s و شتاب ثابت ۲ m/s<sup>۲</sup> به حرکت درآمده است. پس از چند ثانیه متحرک A به متحرک B می رسد؟

۲۵. دو متحرک از حال سکون با شتاب های  $a_1$  و  $a_2 = \frac{9}{4}a_1$  همزمان از یک نقطه به سوی مقصد معین به حرکت درمی آیند و با فاصله ی زمانی ۴ ثانیه به مقصد می رسند. زمان حرکت جسمی که زودتر می رسد چند ثانیه است؟

$$\Delta x_n = \frac{1}{4} a (2n - 1) + V.$$

نکته: (جابه جایی متحرک در ثانیه ی  $n$  ام)

در حرکت با شتاب ثابت جابه جایی متحرک در ثانیه های متوالی جملات یک تضاعد حسابی با قدر نسبت  $a$  (شتاب) تشکیل می دهند.

نکته مهم و کاربردی:

۲۶. متحرکی با شتاب ثابت روی خط راست در مدت ۳ ثانیه ۶۰ متر را طی می کند. اگر در ثانیه ی اول ۲۵ m طی کند، سرعت اولیه و شتاب آن را حساب کنید؟

۲۷. متحرکی از حال سکون شروع به حرکت کرده و در ثانیه ی اول حرکت ۱/۵ متر جابه جا می شود. جابه جایی متحرک در ثانیه ی سوم چند متر است؟

نکته: (جابه‌جایی در  $t$  ثانیه‌ی  $n$  ام)

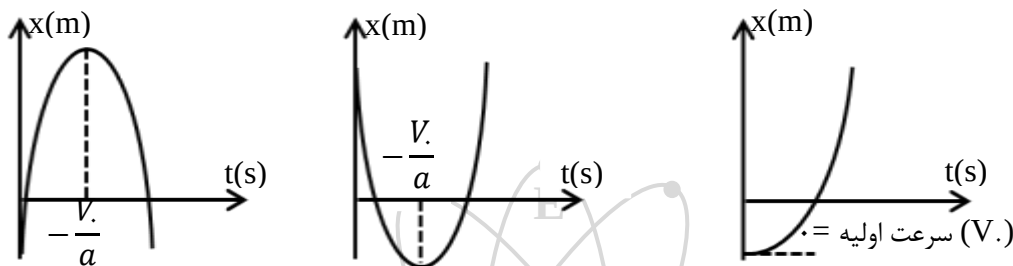
$$\Delta x_n = \frac{1}{2} a (2n - 1) t^2 + V \cdot t$$

در حرکت با شتاب ثابت جابه‌جایی‌های متحرک در  $t$  ثانیه‌های متوالی تشکیل تصاعد عددی با قدر نسبت  $at^2$  می‌دهند.

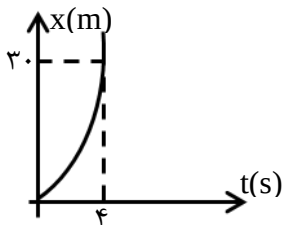
۲۸. متحرکی با شتاب ثابت روی خط راست در مدت ۶ ثانیه متوقف می‌شود. جابه‌جایی دو ثانیه‌ی اول حرکت چند برابر جابه‌جایی دو ثانیه‌ی آخر حرکت است؟

نکته: نمودار مکان- زمان حرکت با شتاب ثابت: چون بیشترین توان  $t$  در معادله‌ی مکان- زمان حرکت با شتاب ثابت ۲ می‌باشد، پس این نمودار به شکل سهمی می‌باشد.

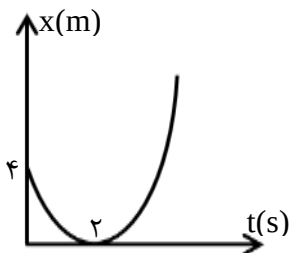
تذکر: یکی از ویژگی‌های سهمی تقارن آن حول نقطه‌ی  $\max$  (min) می‌باشد. به این معنا که در لحظاتی که نسبت به راس متقارن باشند، متحرک در مکان یکسان قرار داشته و تندی متحرک در این لحظات برابر است. (اندازه شیب خط مماس بر نمودار در این لحظات برابر است).



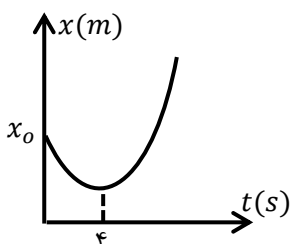
۲۹. شکل مقابل نمودار مکان- زمان متحرکی است که با شتاب ثابت بر مسیر مستقیم در حرکت است. اگر  $V = 2/5 \text{ m/s}$  باشد، شتاب حرکت آن چند متر بر مجذور ثانیه است؟



۳۰. نمودار مکان- زمان متحرکی در مسیر مستقیم سهمی مقابل است. معادله‌ی سرعت- زمان آن را بنویسید.



۳۱. نمودار مکان- زمان متحرکی مطابق شکل مقابل به صورت یک سهمی است. اگر مسافت طی شده توسط متحرک در ۳ ثانیه دوم حرکتش  $15 \text{ m}$  باشد، اندازه جابه‌جایی این متحرک در این بازه زمانی چند متر است؟



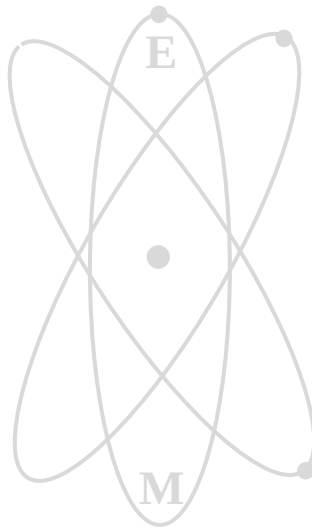
$$2a\Delta x = V^2 - V_0^2$$

(۵) معادله‌ی مستقل از زمان:

۳۲. ذره‌ای با شتاب ثابت بر خط راستی حرکت می‌کند. در لحظه‌ی  $t=0$  این ذره در مکان  $x_0 = -5\text{m}$  است. اگر سرعت این ذره در مکان‌های  $x_1 = 7\text{m}$  و  $x_2 = 16\text{m}$  به ترتیب برابر  $4\text{m/s}$  و  $5\text{m/s}$  باشد. شتاب حرکت، سرعت اولیه و معادله‌ی مکان- زمان و معادله‌ی سرعت- زمان آن را تعیین کنید؟

۳۳. اتومبیلی از حال سکون شروع به حرکت کرده و پس از طی جابه‌جایی  $75\text{m}$  سرعتش به  $10\text{m/s}$  می‌رسد. سرعت این متحرک در  $t=6\text{s}$  چند  $\text{m/s}$  است؟

۳۴. معادله‌ی سرعت متحرکی بر حسب مکان به صورت  $V = \sqrt{5x + 36}$  است. اگر حرکت آن با شتاب ثابت باشد. اندازه‌ی شتاب و سرعت اولیه را بیابید؟



۱. معادله مکان متحرکی در SI به صورت  $X = -t^2 + 4t + 20$  است. حرکت آن از  $t = 0$  تا  $t = 8$  s چگونه است؟ (۸۱)

(۱) ابتدا تندشونده سپس کندشونده (۲) ابتدا کندشونده سپس تند شونده

(۳) پیوسته تند شونده (۴) پیوسته کند شونده

۲. دو متحرک روی خط مستقیمی به طرف یکدیگر در حرکت هستند. زمانی که فاصله آنها ۱۱۲۵ متر است، سرعت متحرک اول  $10 \text{ m/s}$  تند شونده و سرعت متحرک دوم  $20 \text{ m/s}$  و آن هم تند شونده است. اگر شتاب متحرک اول  $\frac{2}{5} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  و شتاب متحرک دوم  $\frac{4}{5} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  باشد. پس از چند ثانیه به یکدیگر می-رسند؟ (۸۲)

(۱) ۱۵ (۲) ۱۹/۴

(۳) ۲۵ (۴) ۱۳

۳. معادله سرعت متحرکی در SI به صورت  $V = 2t + 4$  است. مسافتی که متحرک در ثانیه چهارم حرکت می کند، چند متر است؟ (۸۲)

(۱) ۱۰ (۲) ۱۱

(۳) ۱۲ (۴) ۱۳

۴. در یک مسیر مستقیم اتومبیلی با سرعت  $20 \text{ m/s}$  در حرکت است. ۳۶ متر جلوتر، اتومبیل دیگری با شتاب ثابت  $\frac{2}{5} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  از حال سکون در همان جهت به راه می افتد. در این حرکت اتومبیل ها دو بار از هم سبقت می گیرند. فاصله زمانی این دو سبقت چند ثانیه است؟ (۸۳)

(۱) ۲ (۲) ۱۰

(۳) ۱۶ (۴) ۱۸

۵. متحرکی بر مسیر مستقیم مسافت  $X$  را با شتاب ثابت بدون سرعت اولیه در مدت ۲۷ ثانیه طی می کند. این متحرک  $\frac{1}{9}$  اول مسیر را در چند ثانیه طی می کند؟

(۱) ۳ (۲) ۶

(۳)  $\sqrt{3}$  (۴) ۹

۶. متحرکی از حال سکون با شتاب ثابت به حرکت درمی آید. نسبت زمان طی شده در ۱۰۰ متر اول به ۹۶ متر بعدی کدام است؟

(۱) ۹/۶ (۲) ۲/۵

(۳) ۱/۵ (۴) ۱

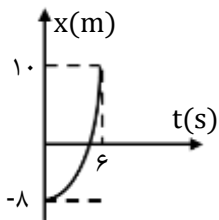
۷. معادله مکان متحرکی که روی محور  $X$  حرکت می کند در SI به صورت  $x = -5t^2 + 6t + 12$  است. در مورد جهت حرکت و نوع آن کدام مطلب درست است؟ (۸۳)

(۱) همواره در جهت محور و کند شونده (۲) ابتدا در جهت محور و کند شونده

(۳) ابتدا در خلاف جهت محور و کند شونده (۴) همواره در خلاف جهت محور و کند شونده



۸. نمودار مکان - زمان متحرکی که با شتاب ثابت روی محور  $X$  حرکت می‌کند مطابق شکل است. سرعت متحرک در لحظه‌ای که متحرک از مبدا مکان عبور کرده است، چند  $m/s$  است؟ (۸۴ر)



- (۱) صفر (۲) ۲  
(۳) ۴ (۴) ۸

۹. معادله‌ی حرکت متحرکی در SI به صورت  $x = -t^2 + 6t + 20$  است. در کدام فاصله‌ی زمانی این حرکت کندشونده است؟ (۸۵ت-خ)

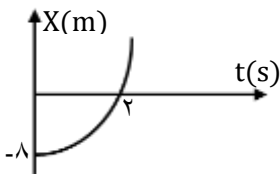
- (۱)  $t < 3$  (۲)  $t < 4$   
(۳)  $t > 6$  (۴)  $3 < t < 6$

۱۰. اتومبیلی با سرعت  $90 \text{ Km/h}$  در حرکت است. راننده ناگهان مانعی را در فاصله‌ی  $80 \text{ m}$  خود می‌بیند و ترمز می‌کند. اگر زمان تاخیر در واکنش راننده  $0.4 \text{ s}$  باشد و اندازه‌ی شتاب کندشدن اتومبیل در حین ترمز  $5 \text{ m/s}^2$  باشد؛ اتومبیل: (۸۶ت-خ)

(۱) در  $7/5$  متری مانع می‌ایستد (۲) به مانع برخورد می‌کند

(۳) در  $10$  متری مانع می‌ایستد (۴) در لحظه‌ی رسیدن به مانع متوقف می‌شود.

۱۱. متحرکی بدون سرعت اولیه و با شتاب ثابت روی خط راست حرکت می‌کند و نمودار مکان - زمان آن مطابق شکل مقابل است. سرعت آن در لحظه  $t = 2 \text{ s}$  چند متر بر ثانیه است؟ (۸۸ت)



- (۱) ۲ (۲) ۴  
(۳) ۶ (۴) ۸

۱۲. متحرکی بدون سرعت اولیه و با شتاب ثابت از نقطه‌ی  $A$  به حرکت درمی‌آید و در ادامه‌ی مسیر به نقطه‌ی  $B$  و سپس  $C$  می‌رسد و فاصله‌ی  $120$  متری  $BC$  را در مدت  $10 \text{ s}$  طی می‌کند. اگر سرعت متحرک در نقطه‌ی  $C$ ،  $20 \text{ m/s}$  باشد، فاصله‌ی بین  $A$  و  $B$  چند متر است؟ (۸۹ر-خ)

- (۱)  $2/5$  (۲) ۵  
(۳) ۱۰ (۴)  $22/5$

۱۳. متحرکی در مسیر مستقیم و با شتاب ثابت فاصله‌ی  $80$  متری از  $A$  تا  $B$  را در مدت  $8$  ثانیه طی می‌کند و در لحظه‌ی رسیدن به نقطه‌ی  $B$  سرعتش به  $15 \text{ m/s}$  می‌رسد. شتاب متحرک چند متر بر مربع ثانیه است؟ (۸۹ر)

- (۱)  $\frac{3}{2}$  (۲)  $\frac{3}{4}$   
(۳)  $\frac{5}{2}$  (۴)  $\frac{5}{4}$

۱۴. متحرکی روی محور  $X$  با شتاب ثابت در حرکت است و در مبدا زمان با سرعت  $v = +3 \text{ m/s}$  از مکان  $x = +4 \text{ m}$  می‌گذرد. اگر متحرک در لحظه‌ی  $t = 4 \text{ s}$  در جهت مثبت محور  $X$  در بیشترین فاصله‌ی خود از مبدا باشد، در لحظه‌ی  $t = 8 \text{ s}$  در چند متری مبدا خواهد بود؟ (۹۰ر-خ)

- (۱) ۴ (۲) ۶  
(۳) ۸ (۴) ۱۲

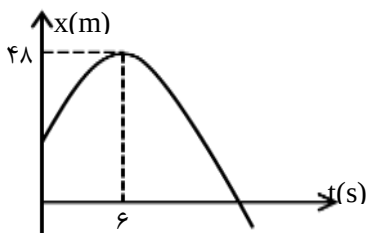
۱۵. متحرکی با شتاب ثابت و سرعت اولیه ی  $V$  در  $۲$  ثانیه ی اول حرکت خود،  $۱۳$  متر، و در  $۲$  ثانیه ی سوم حرکت خود،  $۲۵$  متر را طی می کند. شتاب حرکت در SI کدام است؟ (۹۱ت)

- (۱)  $۱/۵$   
(۲)  $۲/۵$   
(۳)  $۳$   
(۴)  $۵$

۱۶. قطار A به طول  $۲۰۰$  متر با سرعت ثابت  $۴۰\text{ m/s}$  در حال حرکت است. قطار B به طول  $۲۲۵$  متر که روی ریل مجاور توقف کرده است، به محض اینکه قطار A کاملاً از آن عبور کرد، با شتاب ثابت  $۲\text{ m/s}^2$  در همان جهت حرکت قطار A شروع به حرکت می کند و سرعت خود را به  $۵۰\text{ m/s}$  می رساند و با همان سرعت حرکت خود را ادامه می دهد. قطار B چند ثانیه پس از شروع حرکت، از قطار A سبقت گرفته و از کنار آن کاملاً عبور می کند؟ (۹۲ر)

- (۱)  $۵۷/۵$   
(۲)  $۸۲/۵$   
(۳)  $۸۰$   
(۴)  $۱۰۵$

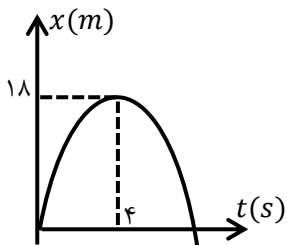
۱۷. نمودار مکان- زمان متحرکی که روی محور X حرکت می کند، مطابق شکل زیر، به صورت سهمی است. اگر مسافت طی شده توسط متحرک در بازه ی زمانی  $t=۳\text{ s}$  تا  $t=۹\text{ s}$  برابر  $۱۲\text{ m}$  باشد، جابه جایی متحرک در این بازه چند متر است؟ (۹۳ر)



ی زمانی  $t=۳\text{ s}$  تا  $t=۹\text{ s}$  برابر  $۱۲\text{ m}$  باشد، جابه جایی متحرک در این بازه چند متر است؟ (۹۳ر)

- (۱) صفر  
(۲)  $۳$   
(۳)  $۶$   
(۴)  $۱۲$

۱۸. نمودار مکان- زمان متحرکی که روی محور X حرکت می کند، مطابق شکل روبه رو به صورت سهمی است. چند ثانیه پس از لحظه  $t=۰$  بزرگی سرعت متحرک برابر بزرگی سرعت اولیه می شود؟ (۹۳ر - خ)



- (۱)  $۶$   
(۲)  $۷$   
(۳)  $۸$   
(۴)  $۹$

۱۹. متحرکی روی محور X حرکت می کند و معادله ی مکان- زمان آن در SI به صورت  $x = -۲t^2 + ۱۲t - ۴۰$  است. مسافتی که این متحرک در بازه ی زمانی صفر تا  $t=۵\text{ s}$  طی می کند، چند متر است؟ (۹۴ر - خ)

- (۱)  $۱۰$   
(۲)  $۱۵$   
(۳)  $۲۴$   
(۴)  $۲۶$

۲۰. دو متحرک روی خط راست با شتاب های ثابت  $a$  و  $a+۱/۵$  از یک نقطه شروع به حرکت می کنند و بعد از مدت  $t$ ، سرعت آنها به ترتیب  $۱۰\text{ m/s}$  و  $۲۲\text{ m/s}$  می شود.  $t$  چند ثانیه است؟ (۹۶ر - خ)

- (۱)  $۱۰$   
(۲)  $۸$   
(۳)  $۶$   
(۴)  $۴$

۲۱. اتومبیلی روی یک خط راست با سرعت  $10.8 \text{ km/h}$  در حال حرکت است. راننده با دیدن مانعی در فاصله  $165 \text{ m}$ ، با شتاب ثابت  $3 \text{ m/s}^2$  ترمز می-کند و درست جلوی مانع می ایستد. اگر زمان واکنش راننده  $t_1$  و زمانی که حرکت اتومبیل کندشونده بوده  $t_2$  باشد،  $\frac{t_2}{t_1}$  کدام است؟ (۹۶ر)

(۱) ۵ (۲) ۱۰

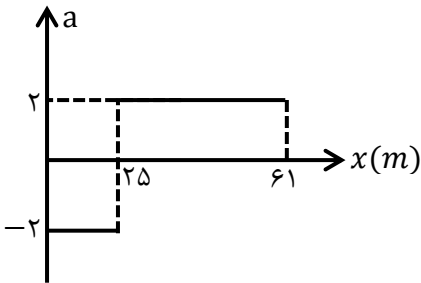
(۳) ۱۵ (۴) ۲۰

۲۲. متحرکی در یک مسیر مستقیم با شتاب ثابت  $5 \text{ m/s}^2$  به حرکت درمی آید و پس از مدتی حرکتش با سرعت ثابت می شود و در نهایت با همان شتاب  $5 \text{ m/s}^2$  حرکتش کند شده و می ایستد. اگر کل زمان حرکت  $25 \text{ s}$  و سرعت متوسط در این مدت  $20 \text{ m/s}$  باشد، زمانی که حرکت متحرک یکنواخت بوده است، چند ثانیه است؟ (۹۷ت)

(۱) ۵ (۲) ۱۰

(۳) ۱۵ (۴) ۲۰

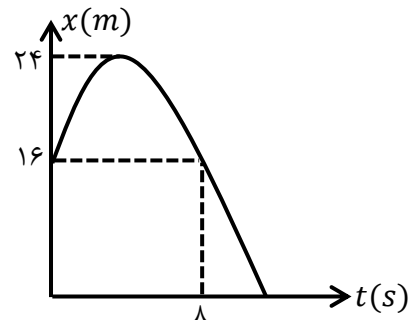
۲۳. نمودار شتاب - مکان متحرکی که روی محور  $x$  حرکت می کند، مطابق شکل زیر است. اگر متحرک در لحظه  $t=0$  از مبدا با سرعت  $10 \text{ m/s}$  عبور کند، سرعت آن در مکان  $x=61 \text{ m}$  چند متر بر ثانیه است؟ (۹۷ت)



(۱) ۲۲ (۲) ۱۲

(۳) ۸ (۴) ۶

۲۴. نمودار مکان - زمان متحرکی مطابق شکل زیر به صورت سهمی است. در بازه‌ی زمانی ۰ تا  $8 \text{ s}$  بزرگی شتاب متوسط و سرعت متوسط در SI کدام است؟ (۹۷ر)



(۱) ۱ و صفر (۲) ۲ و صفر

(۳) ۱ و ۱ (۴) ۲ و ۲

۲۵. متحرکی بدون سرعت اولیه در مبدا زمان از مبدا مکان روی محور  $x$  با شتاب ثابت به حرکت درآمده و در لحظه  $t=5 \text{ s}$  به مکان  $x=-122/5 \text{ m}$  می-رسد. بزرگی سرعت متحرک در این لحظه به چند متر بر ثانیه می‌رسد؟ (۹۸ر)

(۱)  $19/6$  (۲)  $32/4$

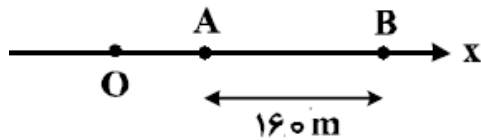
(۳) ۴۵ (۴) ۴۹

۲۶. معادله مکان - زمان متحرکی در SI به صورت  $x = 2t^2 + 4t - 8$  است. در فاصله زمانی  $t_1=0 \text{ s}$  تا  $t_2=2 \text{ s}$  مسافتی که متحرک طی می کند، چند برابر اندازه جابه‌جایی آن است؟ (۹۸ر - خ)

(۱) ۱ (۲)  $1/5$

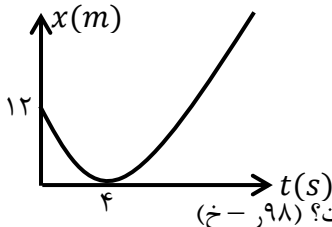
(۳)  $1/6$  (۴) ۲

۲۷. مطابق شکل زیر، متحرکی با شتاب ثابت  $2 \text{ m/s}^2$  روی محور  $x$  حرکت می‌کند. اگر فاصله بین دو نقطه  $A$  و  $B$  را در مدت  $8$  ثانیه طی کند و در نقطه  $O$  سرعتش صفر باشد، فاصله  $OA$  چند متر است؟ (۹۸)



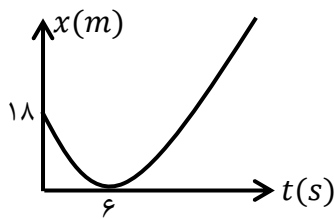
- (۱) ۱۸  
(۲) ۳۶  
(۳) ۴۵  
(۴) ۷۲

۲۸. مطابق شکل زیر، نمودار مکان - زمان متحرکی به صورت سهمی است. سرعت متحرک در لحظه  $t=8\text{s}$  چند متر بر ثانیه است؟ (۹۸)



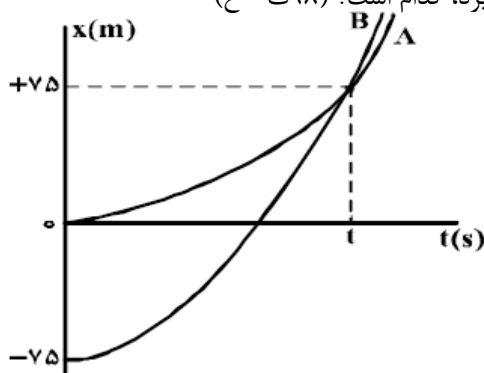
- (۱) ۳  
(۲) ۴  
(۳) ۶  
(۴) ۱۲

۲۹. مطابق شکل زیر نمودار مکان - زمان متحرکی به صورت سهمی است. شتاب حرکت چند متر بر مجذور ثانیه است؟ (۹۸ - خ)



- (۱) ۳  
(۲) ۱  
(۳) -۱  
(۴) -۳

۳۰. نمودار مکان - زمان دو متحرک  $A$  و  $B$  که هم زمان از حال سکون به حرکت درآمده‌اند، به صورت دو سهمی شکل زیر است. اگر شتاب متحرک  $A$  برابر  $1/5 \text{ m/s}^2$  باشد، نسبت سرعت متحرک  $B$  به سرعت متحرک  $A$  در لحظه‌ای که از  $A$  سبقت می‌گیرد، کدام است؟ (۹۸ - خ)

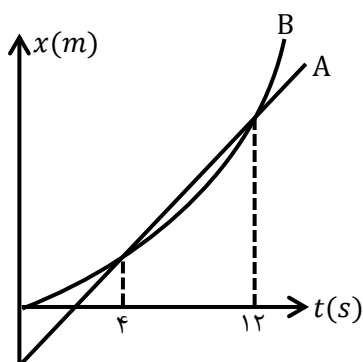


- (۱) ۰/۵  
(۲) ۲  
(۳) ۳  
(۴) ۱۰/۳

۳۱. متحرکی با شتاب ثابت  $\vec{a} = -4\vec{i}$  روی محور  $x$  حرکت می‌کند. اگر جابه‌جایی متحرک در ثانیه سوم برابر صفر باشد، مسافت طی شده توسط متحرک در بازه زمانی  $t_1=2\text{s}$  تا  $t_2=4\text{s}$  چند متر است؟ (۹۹)

- (۱) ۳  
(۲) ۴  
(۳) ۵  
(۴) ۱۰

۳۲. نمودار مکان - زمان دو متحرک  $A$  و  $B$  مطابق شکل زیر است. بزرگی سرعت متحرک  $B$  در چه لحظه‌ای برابر بزرگی سرعت متحرک  $A$  است؟ (نمودار  $B$  قسمتی از یک سهمی است) (۹۹)



- (۱) ۱۰  
(۲) ۸  
(۳) ۶  
(۴) ۵

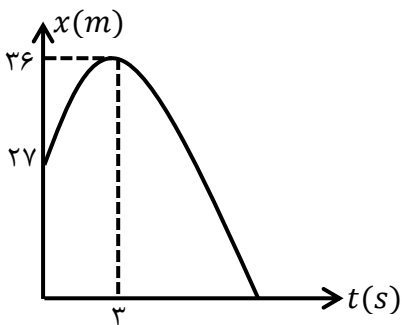
۳۳. متحرکی در یک مسیر مستقیم از حال سکون با شتاب ثابت  $3 \text{ m/s}^2$  شروع به حرکت می‌کند و پس از مدتی حرکتش با شتاب ثابت  $1 \text{ m/s}^2$  کند می‌شود و در نهایت می‌ایستد. اگر مسافت طی شده در کل مسیر ۶۰۰ متر باشد، مسافت طی شده در ۳۰ ثانیه اول حرکت، چند متر است؟ (۹۹ر)

- (۱) ۴۰۰  
(۲) ۴۵۰  
(۳) ۵۰۰  
(۴) ۵۵۰

۳۴. متحرکی روی خط راست با شتاب ثابت حرکت می‌کند و در مدت ۵s، ۷۵m جابه‌جا می‌شود و بزرگی سرعتش به  $20 \text{ m/s}$  می‌رسد. در ۵ ثانیه بعدی سرعت متوسط متحرک چند متر بر ثانیه می‌شود؟ (۹۹ر - خ)

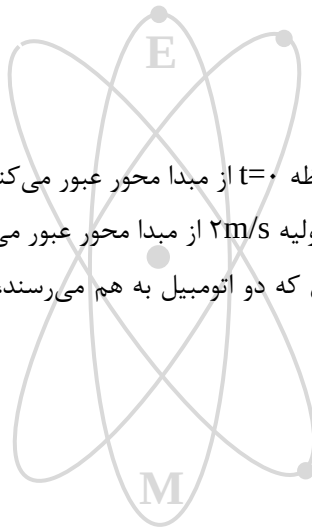
- (۱) ۱۵  
(۲) ۲۵  
(۳) ۳۰  
(۴) ۳۵

۳۵. شکل زیر، نمودار مکان - زمان متحرکی است که در مسیر مستقیم با شتاب ثابت حرکت می‌کند. مسافتی که متحرک در بازه زمانی  $t_1=0$  تا  $t_2=10 \text{ s}$  طی می‌کند، چند متر است؟ (۹۹ر - خ)



- (۱) ۴۰  
(۲) ۴۵  
(۳) ۵۸  
(۴) ۸۵

۳۶. اتومبیل A در جهت محور x با تندی ثابت  $10 \text{ m/s}$  در لحظه  $t=0$  از مبدا محور عبور می‌کند و پس از ۱۱s حرکتش با شتاب ثابت  $2 \text{ m/s}^2$  کند می‌شود. اتومبیل B نیز در جهت محور x در لحظه  $t=0$  با تندی اولیه  $2 \text{ m/s}$  از مبدا محور عبور می‌کند و حرکتش با شتاب ثابت  $2 \text{ m/s}^2$  تند می‌شود و پس از ۵ ثانیه با تندی ثابت به حرکت خود ادامه می‌دهد. لحظه‌ای که دو اتومبیل به هم می‌رسند، تندی اتومبیل B چند متر بر ثانیه از تندی اتومبیل A بیشتر است؟ (۹۹ر - خ)

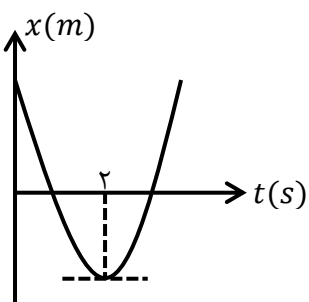


- (۱) ۲  
(۲) ۳  
(۳) ۴  
(۴) ۵

۳۷. دو متحرک روی محور x از حال سکون با شتاب‌های  $a$  و  $\frac{9}{16}a$  همزمان از یک نقطه به سوی مقصدی معین به حرکت درمی‌آیند و با فاصله زمانی ۲ ثانیه به مقصد می‌رسند. زمان حرکت جسمی که زودتر به مقصد می‌رسد، چند ثانیه است؟ (۹۹ت)

- (۱) ۴  
(۲) ۶  
(۳) ۸  
(۴) ۱۰

۳۸. نمودار مکان - زمان متحرکی که با شتاب ثابت حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. اگر سرعت متوسط متحرک در بازه زمانی  $t_1=1 \text{ s}$  تا  $t_2=6 \text{ s}$  برابر با برابر  $3 \text{ m/s}$  باشد، مسافتی که متحرک در این بازه زمانی طی می‌کند، چند متر است؟ (۹۹ت)



- (۱) ۱۳  
(۲) ۱۵  
(۳) ۱۷  
(۴) ۱۹

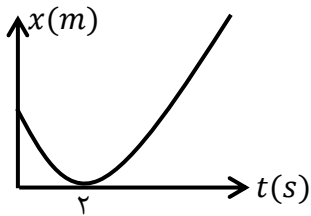
۳۹. نمودار مکان - زمان متحرکی مطابق شکل روبه‌رو، به صورت سهمی است. کدام مورد درست است؟ (۹۹ت - خ)

(۱) مسافت طی شده در ۳ ثانیه اول برابر مسافت طی شده در ۳ ثانیه دوم است.

(۲) مسافت طی شده در ۳ ثانیه اول برابر بزرگی جابه‌جایی این بازه زمانی است.

(۳) بزرگی سرعت متوسط در ۴ ثانیه اول برابر بزرگی سرعت متوسط در بازه زمانی  $t_1 = 1s$  تا  $t_2 = 5s$  است.

(۴) بزرگی سرعت متوسط در ۳ ثانیه اول برابر بزرگی سرعت متوسط در بازه زمانی  $t_1 = 1s$  تا  $t_2 = 4s$  است.

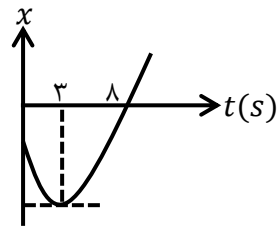


۴۰. اتومبیلی با تندی (سرعت) ثابت  $72 \text{ Km/h}$  در یک مسیر مستقیم حرکت می‌کند که ناگهان راننده مانع ثابتی را در  $52$  متری خود می‌بیند و ترمز می‌کند و حرکت اتومبیل با شتاب ثابت  $4 \text{ m/s}^2$  کند می‌شود. اگر زمان واکنش راننده  $0.5s$  باشد، اتومبیل: (۹۹ت - خ)

(۱) ۲ متر قبل از مانع متوقف می‌شود. (۲) در لحظه رسیدن به مانع متوقف می‌شود.

(۳) با تندی (سرعت)  $8 \text{ m/s}$  به مانع برخورد می‌کند. (۴) با تندی (سرعت)  $4\sqrt{5} \text{ m/s}$  به مانع برخورد می‌کند.

۴۱. نمودار مکان - زمان متحرکی که با شتاب ثابت حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. جابه‌جایی متحرک در بازه زمانی  $t=0$  تا  $t=8s$  چند برابر مسافت طی شده در این بازه زمانی است؟ (۱۴۰۰ر)



$$(1) \frac{5}{17} \quad (2) \frac{5}{14}$$

$$(3) \frac{8}{17} \quad (4) \frac{9}{14}$$

۴۲. متحرکی با شتاب ثابت روی محور X حرکت می‌کند و در لحظه‌های  $t_1 = 3s$  و  $t_2 = 5s$  از مبدا محور عبور می‌کند و در لحظه‌ای که به مکان  $x = -1m$  می‌رسد، جهت حرکتش عوض می‌شود. تندی متوسط متحرک از لحظه  $t_1 = 0s$  تا  $t_2 = 5s$  چند متر بر ثانیه است؟ (۱۴۰۰ر)

$$(1) \frac{13}{5} \quad (2) 3$$

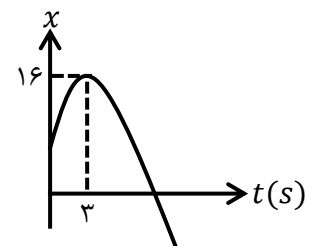
$$(3) \frac{17}{5} \quad (4) 6$$

۴۳. متحرکی روی محور X با شتاب ثابت حرکت می‌کند. اگر سرعت متحرک در لحظه  $t=0$  در جهت محور X باشد و بردار سرعت متوسط در ۱۰ ثانیه اول حرکت برابر  $\vec{V}_{av} = (7/5 \frac{m}{s})\vec{i}$  و تندی متوسط در این بازه  $8/5 \text{ m/s}$  باشد، مسافت طی شده در ۲ ثانیه اول حرکت چند متر است؟ (۱۴۰۰ر)

$$(1) 5 \quad (2) 15$$

$$(3) 25 \quad (4) 35$$

۴۴. نمودار مکان - زمان متحرکی که روی محور X با شتاب ثابت حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. اگر در بازه زمانی  $t_1 = 0s$  تا  $t_2 = 6s$  تندی متوسط متحرک برابر  $3 \text{ m/s}$  باشد، چند ثانیه بردار مکان متحرک در جهت محور X است؟ (۱۴۰۰ر - خ)



$$(1) 9 \quad (2) 8$$

$$(3) 7 \quad (4) 3$$

۴۵. اتومبیلی با تندی ثابت در یک مسیر مستقیم در حال حرکت است. راننده با شتاب ثابت ترمز می‌کند و پس از طی مسافت ۱۵۰ متر، تندی اتومبیل نصف می‌شود. اتومبیل از لحظه ترمز تا توقف کامل چند متر را طی می‌کند؟ (۱۴۰۰ ر - خ)

(۱) ۱۷۵ (۲) ۲۰۰

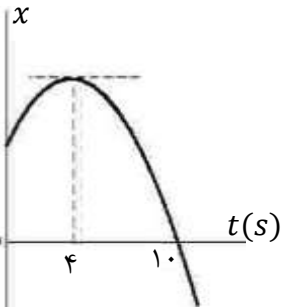
(۳) ۲۵۰ (۴) ۳۰۰

۴۶. متحرکی با شتاب  $\vec{a} = (\frac{4}{3} \frac{m}{s^2}) \vec{i}$  در جهت محور X، در حرکت است. اگر مسافتی که این متحرک در فاصله زمانی  $t_1=0$  تا  $t_2=2s$  طی می‌کند، ۴ متر بیشتر از مسافتی باشد که در ثانیه سوم طی می‌کند، سرعت اولیه آن چند متر بر ثانیه است؟ (۱۴۰۱ ر)

(۱) ۸ (۲) ۶

(۳) ۴ (۴) ۲

۴۷. نمودار مکان - زمان متحرکی که با شتاب ثابت حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. تندی در لحظه  $t=8s$  چند برابر تندی در لحظه  $t=2s$  است؟ (۱۴۰۱ ر)



(۱) ۲ (۲) ۳

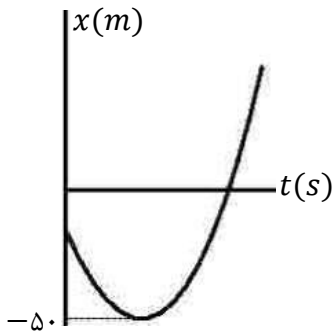
(۳) ۴ (۴) ۵

۴۸. متحرکی در مسیر مستقیم با شتاب ثابت، از حالت سکون به حرکت درمی‌آید و پس از طی مسافت ۱۵ متر، سرعت آن به ۶ متر بر ثانیه می‌رسد. این متحرک با همین شتاب، چند ثانیه دیگر به حرکت خود ادامه دهد تا کل مسافت طی شده به ۱۳۵ متر برسد؟ (۱۴۰۱ ر - خ)

(۱) ۲۰ (۲) ۱۵

(۳) ۱۰ (۴) ۵

۴۹. نمودار مکان - زمان متحرکی که با شتاب ثابت روی محور X حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است و سرعت متوسط در ۸ ثانیه اول حرکت برابر صفر است. اگر در لحظه  $t_1$  که متحرک از مبدا عبور می‌کند، تندی آن  $20 \text{ m/s}$  باشد، سرعت متوسط متحرک در بازه زمانی صفر تا  $t_1$  چند متر بر ثانیه است؟ (۱۴۰۱ ر - خ)



(۱) ۲ (۲) ۴

(۳) ۸ (۴) ۱۶

۵۰. معادله سرعت - زمان متحرکی در SI به صورت  $v = -6t + 18$  است. تندی متوسط متحرک در بازه زمانی  $t_1=0$  تا  $t_2=4s$  چند متر بر ثانیه است؟ (۱۴۰۱ ت)

(۱) ۶ (۲) ۷/۵

(۳) ۸ (۴) ۱۱/۵

۵۱. متحرکی با شتاب ثابت روی محور  $x$  حرکت می‌کند. جابه‌جایی متحرک در بازه زمانی  $t_1$  تا  $t_2 = t_1 + ۱۶s$  برابر  $۴۰۰$  متر است. اگر نیمی از این جابه‌جایی در  $۴$  ثانیه اول و نیم دیگر آن در  $۱۲$  ثانیه بعد از آن انجام شود، بزرگی شتاب حرکت در SI کدام است؟ (۱۴۰۱)

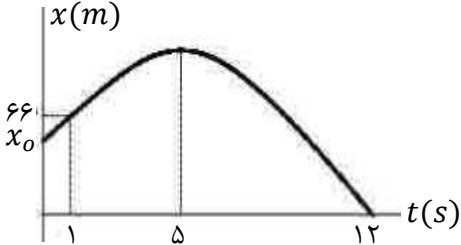
$$(۱) \frac{۵}{۳}$$

$$(۳) \frac{۲۵}{۳}$$

$$(۴) \frac{۲۵}{۶}$$

$$(۲) \frac{۵}{۶}$$

۵۲. نمودار مکان - زمان متحرکی که با شتاب ثابت روی محور  $x$  حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. مکان اولیه متحرک ( $x_0$ ) چند متر است؟ (۱۴۰۱)



$$(۱) ۵۸$$

$$(۳) ۴۸$$

$$(۲) ۵۲$$

$$(۴) ۴۲$$

۵۳. متحرکی با شتاب ثابت  $۴m/s^2$  روی محور  $x$  حرکت می‌کند. اگر جابه‌جایی آن در بازه زمانی  $t_1 = ۹s$  تا  $t_2 = ۱۶s$  برابر صفر باشد، تندى متوسط آن در همین بازه زمانی چند متر بر ثانیه است؟ (۱۴۰۱ - خ)

$$(۱) ۳/۵$$

$$(۳) ۱۰/۵$$

$$(۲) ۷$$

$$(۴) ۱۴$$

۵۴. اتومبیلی در لحظه  $t=0$  با شتاب ثابت شروع به حرکت می‌کند و پس از  $۵$  ثانیه سرعتش به  $۲۰m/s$  می‌رسد.  $۱۰$  ثانیه با همین سرعت به حرکت خود ادامه می‌دهد و سپس با شتاب ثابت، ترمز می‌کند و پس از  $۴$  ثانیه متوقف می‌شود. شتاب متوسط اتومبیل در بازه زمانی  $t_1 = ۲s$  تا  $t_2 = ۱۷s$  چند متر بر مربع ثانیه است؟ (۱۴۰۱ - خ)

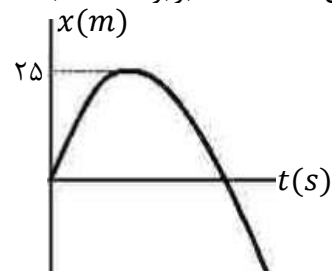
$$(۱) \frac{۹}{۲}$$

$$(۳) \frac{۲}{۱۵}$$

$$(۲) \frac{۲}{۵}$$

$$(۴) \text{ صفر}$$

۵۵. نمودار مکان - زمان متحرکی که با شتاب ثابت حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. اگر تندى متحرک در مکان  $x = -۳۷۵m$  برابر  $۴۰m/s$  باشد، چند ثانیه بردار مکان متحرک در جهت محور  $x$  است؟ (۱۴۰۱ - خ)



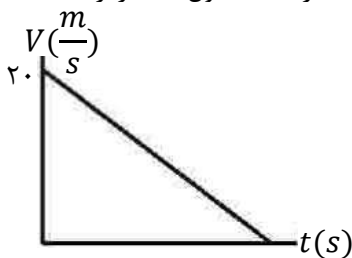
$$(۱) ۲۰$$

$$(۳) ۱۰$$

$$(۲) ۱۵$$

$$(۴) ۵$$

۵۶. نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی خط راست حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. اگر مسافت طی شده در  $۴$  ثانیه اول،  $۳۶$  برابر مسافت طی شده در  $۲$  ثانیه آخر باشد، بزرگی شتاب حرکت، چند متر بر مربع ثانیه است؟ (۱۴۰۱ - خ)



$$(۱) \frac{۱}{۲}$$

$$(۳) \frac{۳}{۲}$$

$$(۲) ۱$$

$$(۴) ۲$$

۵۷. متحرکی روی محور  $x$  با سرعت اولیه  $\vec{V}_0 = \left(۴۰ \frac{m}{s}\right) \vec{i}$  و شتاب ثابت  $\vec{a} = \left(-۵ \frac{m}{s^2}\right) \vec{i}$  در حال حرکت است. تندى متوسط متحرک در  $۵$  ثانیه دوم، چند متر بر ثانیه است؟ (۱۴۰۲ - خ)

$$(۱) ۲/۵$$

$$(۳) ۱۲$$

$$(۲) ۶/۵$$

$$(۴) ۱۵$$



۵۸. در یک مسیر مستقیم و از یک نقطه، متحرک A در مبدا زمان با شتاب ثابت  $a$  از حال سکون به حرکت درمی‌آید و در لحظه  $t=2s$ ، متحرک B از همان نقطه و در همان مسیر با شتاب ثابت  $a=0.5m/s^2$  از حال سکون به حرکت درمی‌آید. اگر در لحظه  $t=6s$  دو متحرک به هم برسند، فاصله آنها در لحظه  $t=10s$  چند متر است؟ (۱۴۰۲ - دوم)

(۱) ۴/۴ (۲) ۸/۸

(۳) ۱۲/۴ (۴) ۲۴/۸

۵۹. خودرو A با سرعت ثابت  $8m/s$  در مسیر مستقیم در حرکت است و پشت سر آن خودرو B با سرعت ثابت  $20m/s$  در همان جهت حرکت می‌کند. وقتی فاصله بین آنها به ۴۶ متر کاهش می‌یابد، خودرو A با شتاب ثابت  $2m/s^2$  سرعت خود را کم می‌کند و یک ثانیه بعد خودرو B نیز با شتاب ثابت  $4m/s^2$  سرعت خود را کم می‌کند. سرعت خودرو B در لحظه رسیدن به خودرو B چند متر بر ثانیه است؟ (۱۴۰۲ - دوم)

(۱) ۲ (۲) ۸

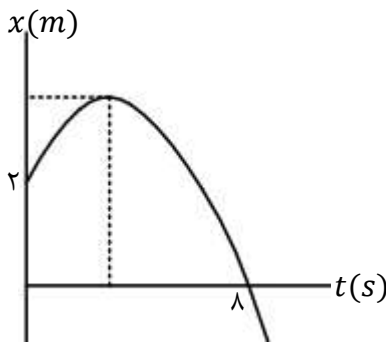
(۳) ۴ (۴) ۶

۶۰. متحرکی روی خط راست، با شتاب ثابت از حال سکون شروع به حرکت می‌کند. در بازه زمانی  $t_1=1s$  تا  $t_2=3s$  مسافت  $20m$  را طی می‌کند. مسافتی که در بازه زمانی  $t_2=3s$  تا  $t_3=7s$  طی می‌کند، چند متر است؟ (۱۴۰۲ - دوم)

(۱) ۴۰ (۲) ۸۰

(۳) ۱۰۰ (۴) ۱۲۰

۶۱. نمودار مکان - زمان متحرکی که با شتاب ثابت حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. اگر در لحظه  $t=5s$  جهت حرکت تغییر کند، تندی متوسط متحرک در بازه زمانی  $t_1=2s$  تا  $t_2=10s$  چند متر بر ثانیه است؟ (۱۴۰۲ - دوم)



(۱)  $\frac{17}{4}$  (۲)  $\frac{15}{4}$

(۳) ۲ (۴) ۸

۶۲. معادله حرکت متحرکی در SI به صورت  $x = 3t^2 - 12t + 9$  است. تندی متوسط متحرک در بازه زمانی  $t_1=1s$  تا  $t_2=4s$ ، چند متر بر ثانیه است؟ (۱۴۰۲ - اول)

(۱) ۵ (۲) ۸

(۳) ۳ (۴) ۶

۶۳. هواپیمایی با سرعت  $60m/s$  روی باند فرودگاه می‌نشیند و با شتاب ثابت، سرعت خود را کاهش می‌دهد تا متوقف شود. اگر هواپیما، ۳۲ متر پایانی مسیر مستقیم خود را در مدت ۴ ثانیه طی کرده باشد، مسافتی که هواپیما روی باند پیموده، چند متر است؟ (۱۴۰۲ - اول)

(۱) ۴۵۰ (۲) ۶۰۰

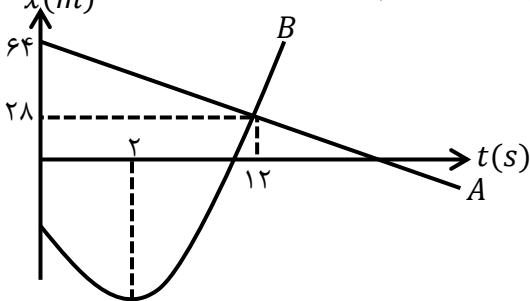
(۳) ۷۵۰ (۴) ۸۰۰

۶۴. متحرکی روی محور  $X$  با شتاب ثابت حرکت می‌کند. اگر در لحظه‌های  $t_1=2s$  و  $t_2=4s$  و  $t_3=6s$  مکان‌های متحرک به ترتیب  $x_1=54m$  و  $x_2=64m$  و  $x_3=54m$  باشد، بزرگی سرعت متوسط متحرک در ۱۰ ثانیه اول حرکت چند متر بر ثانیه است؟ (۱۴۰۲ - اول)

(۱) ۵ (۲) ۱۰

(۳) ۱۵ (۴) ۲۵

۶۵. نمودار مکان - زمان دو متحرک  $A$  و  $B$  مطابق شکل به صورت خط راست و سهمی است. در لحظه‌ای که دو متحرک به هم می‌رسند تندی متحرک  $B$  برابر  $\frac{16}{3}$  برابر تندی متحرک  $A$  است. لحظه‌ای که جهت بردار مکان  $B$  عوض می‌شود، دو متحرک در چند متری از هم قرار دارند؟ (۱۴۰۲ - اول)



(۱) ۸۸ (۲) ۵۶

(۳) ۴۲ (۴) ۳۴

۶۶. متحرکی در مبدأ زمان با سرعت ثابت  $\vec{v} = \left(8 \frac{m}{s}\right) \vec{i}$  از مبدأ محور می‌گذرد، در همان لحظه متحرک دیگری از مکان  $x=7m$  از حال سکون با شتاب ثابت  $\vec{a} = \left(2 \frac{m}{s^2}\right) \vec{i}$  حرکت می‌کند. فاصله بین این دو متحرک چند بار ۵ متر می‌شود؟ (۱۴۰۲ - خ)

(۱) ۱ (۲) ۲

(۳) ۳ (۴) ۴

۶۷. یک اتومبیل و یک کامیون به فاصله  $d$  از هم قرار دارند. در لحظه  $t=0$  هر دو از حال سکون در جهت محور  $X$  با شتاب ثابت حرکت می‌کنند. شتاب اتومبیل و کامیون به ترتیب  $1/5 m/s^2$  و  $2/5 m/s^2$  است. پس از آنکه اتومبیل مسافت ۷۵ متر را طی می‌کند، کامیون از آن سبقت می‌گیرد. در لحظه  $t=15s$  فاصله آنها از هم چند متر است؟ (۱۴۰۲ - خ)

(۱) ۱۲/۵ (۲) ۶۲/۵

(۳) ۱۱۲/۵ (۴) ۱۶۲/۵

۶۸. معادله مکان - زمان متحرکی که روی محور  $X$  حرکت می‌کند، در SI به صورت  $x = \frac{2}{3}t^3 - 6t + 15$  است. بعد از لحظه  $t=0$ ، کمترین فاصله متحرک تا مبدأ محور چند متر است؟ (۱۴۰۳ - دوم)

(۱) ۱/۵ (۲) ۳

(۳) ۴/۵ (۴) ۶

۶۹. متحرکی روی محور  $X$ ، ۱۵ ثانیه با شتاب  $4 m/s^2$  حرکت می‌کند و در ادامه ۵ ثانیه با شتاب  $-4 m/s^2$  به حرکت خود ادامه می‌دهد. شتاب متوسط متحرک در این ۲۰ ثانیه، چند متر بر مربع ثانیه است؟ (۱۴۰۳ - دوم)

(۱) ۴ (۲) ۳

(۳) ۲ (۴) ۱

۷۰. متحرک A از حال سکون به حرکت درمی‌آید، ۴ ثانیه با شتاب ثابت  $\frac{2}{5} \frac{m}{s^2}$  حرکت کرده و ۴ ثانیه دوم را با شتاب ثابت  $\frac{2}{3} \frac{m}{s^2}$  حرکت می‌کند. متحرک B نیز همزمان با متحرک A از حال سکون با شتاب ثابت حرکت می‌کند، به طوری که ۴ ثانیه اول را با شتاب ثابت  $\frac{2}{3} \frac{m}{s^2}$  و ۴ ثانیه دوم را با شتاب ثابت  $\frac{2}{5} \frac{m}{s^2}$  حرکت می‌کند. نسبت سرعت متوسط متحرک B به متحرک A در این ۸ ثانیه چقدر است؟ (۱۴۰۳ - خ)

(۱) ۱ (۲)  $\frac{9}{10}$

(۳)  $\frac{15}{16}$  (۴)  $\frac{17}{19}$

۷۱. اتومبیل A در مبدا زمان با شتاب ثابت  $\frac{2}{3} \frac{m}{s^2}$  از حال سکون از مبدا محور حرکت می‌کند. در لحظه  $t=3s$  اتومبیل B با سرعت ثابت  $16m/s$  از مبدا محور می‌گذرد. در فاصله زمانی  $t_1 = 7s$  تا  $t_2 = 9s$  فاصله بین دو اتومبیل چگونه تغییر می‌کند؟ (هر دو متحرک در جهت محور X حرکت می‌کنند). (۱۴۰۳ - خ)

(۱) پیوسته کاهش می‌یابد. (۲) ابتدا افزایش، سپس کاهش می‌یابد.

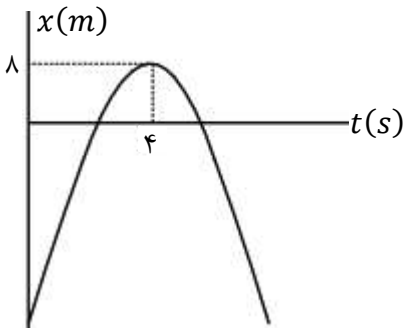
(۳) پیوسته افزایش می‌یابد. (۴) ابتدا کاهش، سپس افزایش می‌یابد.

۷۲. متحرکی با شتاب ثابت روی محور X حرکت می‌کند. تندی متحرک در لحظه‌های  $t_1=0s$  و  $t_2=5s$  برابر  $10m/s$  است. تندی متوسط متحرک در ۵ ثانیه دوم چند متر بر ثانیه است؟ (۱۴۰۳ - دوم)

(۱) ۵ (۲) ۱۰

(۳) ۱۵ (۴) ۲۰

۷۳. نمودار مکان - زمان متحرکی که روی محور X با شتاب ثابت حرکت می‌کند، مطابق شکل است. اگر متحرک در ثانیه ششم، ۶ متر خلاف جهت محور X جابه‌جا شود، تندی آن در لحظه عبور از مبدا محور، چند متر بر ثانیه است؟ (۱۴۰۳ - دوم)



(۱) ۲۴ (۲) ۱۶

(۳) ۸ (۴) ۶

۷۴. معادله حرکت جسمی در SI به صورت  $x = -2t^2 + 10t - 8$  است. در بازه زمانی که متحرک تغییر جهت می‌دهد تا دومین لحظه‌ای که جهت بردار مکان عوض می‌شود، سرعت متوسط متحرک چند متر بر ثانیه است؟ (۱۴۰۳ - دوم)

(۱)  $3\vec{i}$  (۲)  $-3\vec{i}$

(۳)  $-6\vec{i}$  (۴)  $6\vec{i}$

۷۵. دو متحرک از حال سکون با شتاب‌های  $a_1$  و  $a_2 = \frac{16}{3} a_1$  همزمان از یک نقطه، روی خط راست به سوی مقصد معین به حرکت درمی‌آیند و با فاصله زمانی ۵ ثانیه به مقصد می‌رسند. زمان حرکت جسمی که زودتر می‌رسد، چند ثانیه است؟ (۱۴۰۳ - خ)

(۱) ۱۰ (۲) ۱۵

(۳) ۲۰ (۴) ۲۵

۷۶. متحرکی روی محور  $x$  و با شتاب ثابت در حرکت است. در مکان  $x_1 = +10\text{ m}$  سرعت متحرک  $+4\text{ m/s}$  و در مکان  $x_2 = +19\text{ m}$  سرعت متحرک  $+18\text{ km/h}$  است. اگر مکان اولیه  $x_0 = -6\text{ m}$ ، سرعت اولیه متحرک چند متر بر ثانیه است؟ (در طول مسیر جهت حرکت متحرک ثابت است).

(۱۴۰۳ - خ)

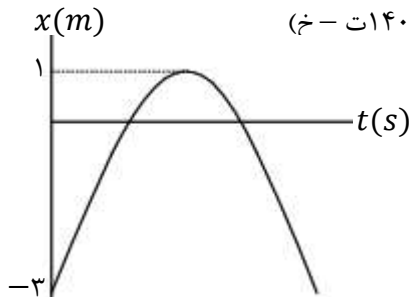
(۲) ۲

(۱) ۳

(۴) صفر

(۳) ۱

۷۷. نمودار مکان - زمان متحرکی که با شتاب ثابت روی محور  $x$  حرکت می کند، مطابق شکل است. اگر بزرگی شتاب  $2\text{ m/s}^2$  باشد، تندی متوسط متحرک در بازه زمانی که اولین بار جهت بردار مکان عوض می شود تا لحظه  $t = 4\text{ s}$  چند متر بر ثانیه است؟ (۱۴۰۳ - خ)

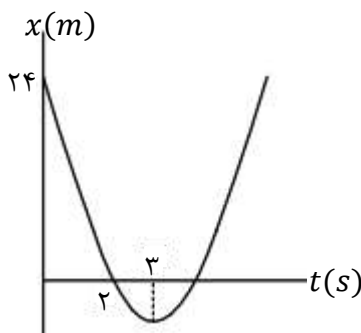


(۲) ۲

(۱) ۱

(۴)  $\frac{5}{3}$ (۳)  $\frac{2}{3}$ 

۷۸. نمودار مکان - زمان متحرکی که روی محور  $x$  با شتاب ثابت حرکت می کند، مطابق شکل زیر است. تندی متوسط متحرک در ۷ ثانیه اول چند برابر اندازه سرعت متوسط آن در این مدت است؟ (۱۴۰۳ - اول)

(۲)  $\frac{25}{7}$ (۱)  $\frac{25}{8}$ (۴)  $\frac{23}{7}$ (۳)  $\frac{23}{8}$ 

۷۹. معادله مکان - زمان متحرکی در SI به صورت  $x = 2t^2 - 12t + 8$  است. بعد از لحظه  $t = 0$ ، چند ثانیه فاصله متحرک تا مبدأ محور، کوچکتر یا برابر ۸ متر است؟ (۱۴۰۳ - اول)

(۲) ۳

(۱) ۲

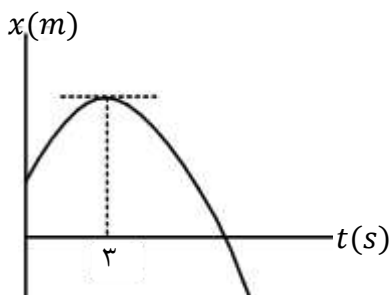
(۴) ۶

(۳) ۴

۸۰. متحرکی در لحظه  $t = 0\text{ s}$  با شتاب ثابت از حال سکون شروع به حرکت می کند. جابه جایی این متحرک در  $n$  ثانیه سوم، چند برابر جابه جایی در  $n$  ثانیه دوم است؟ (۱۴۰۳ - اول)

(۲)  $\frac{9}{4}$ (۱)  $\frac{5}{3}$ (۴)  $2n$ (۳)  $\frac{2}{3}$ 

۸۱. نمودار مکان - زمان متحرکی که با شتاب ثابت روی محور  $x$  حرکت می کند، مطابق شکل است. اگر بزرگی شتاب برابر  $2\text{ m/s}^2$  باشد، مسافت طی شده در چهار ثانیه اول چند برابر مسافت طی شده در ۴ ثانیه دوم است؟ (۱۴۰۳ - اول)

(۲)  $\frac{1}{4}$ (۱)  $\frac{1}{3}$ (۴)  $\frac{5}{12}$ (۳)  $\frac{3}{4}$

۸۲. راننده خودرویی که با سرعت اولیه  $V_0$  در حال حرکت روی خط راست است، ترمز می‌کند و پس از  $20\text{ s}$  متوقف می‌شود. ابتدا در مدت  $t_1$  ثانیه اول با شتابی به بزرگی  $2\text{ m/s}^2$  و سپس با شتابی به بزرگی  $1\text{ m/s}^2$  حرکت می‌کند تا بایستد. اگر در  $t_1$  ثانیه اول مسافتی که طی می‌کند، ۴ برابر باقیمانده مسیر باشد، در ۵ ثانیه پایانی مسافتی که طی می‌کند، چند متر است؟ (۱۴۰۳ - اول)

(۱)  $12/5$  (۲) ۲۵

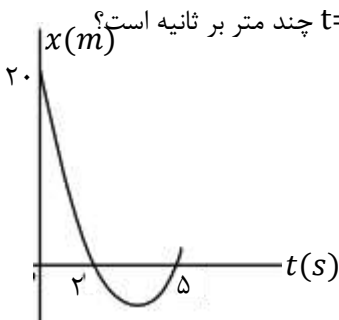
(۳) ۵۰ (۴) ۱۰۰

۸۳. معادله مکان - زمان متحرکی که در مسیر مستقیم حرکت می‌کند، در SI به صورت  $x = \frac{3}{4}t^2 - 15t + 30$  است. سرعت متوسط در ۵ ثانیه اول، چند برابر سرعت متوسط در ۵ ثانیه سوم است؟ (۱۴۰۴ - دوم)

(۱) -۳ (۲) -۴

(۳) ۳ (۴) ۴

۸۴. سهمی زیر، نمودار مکان - زمان متحرکی است که روی محور X حرکت می‌کند. سرعت متحرک در لحظه  $t=5\text{ s}$  چند متر بر ثانیه است؟ (۱۴۰۴ - دوم)



(۱)  $2/5$  (۲) ۴

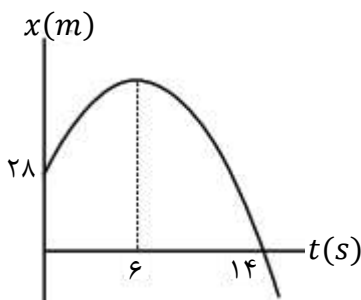
(۳)  $4/5$  (۴) ۶

۸۵. متحرکی در لحظه  $t_1=0\text{ s}$  روی محور X از حال سکون، با شتاب ثابت، شروع به حرکت می‌کند. اگر در بازه زمانی  $t_1=0\text{ s}$  تا  $t_2=12\text{ s}$ ، مسافت  $216\text{ m}$  را طی کند، در کدام بازه زمانی داده شده بر حسب ثانیه، مسافت ۳۶ متر را طی می‌کند؟ (۱۴۰۴ - دوم)

(۱) ۷ تا ۹ (۲) ۶ تا ۸

(۳) ۵ تا ۷ (۴) ۴ تا ۶

۸۶. نمودار مکان - زمان متحرکی که با شتاب ثابت حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. بزرگی سرعت متوسط متحرک در بازه زمانی که بردار مکان متحرک در جهت محور X است، چند متر بر ثانیه است؟ (۱۴۰۴ - دوم)



(۱)  $\frac{23}{7}$  (۲)  $\frac{2}{7}$

(۳) ۲ (۴) ۱۴

۸۷. معادله حرکت جسمی در SI به صورت  $x = t^2 - 12t + 20$  است. مسافتی که متحرک در بازه زمانی صفر تا ۱۰ ثانیه طی می‌کند، چند متر است؟ (۱۴۰۴ - اول)

(۱) ۲۰ (۲) ۳۶

(۳) ۴۲ (۴) ۵۲

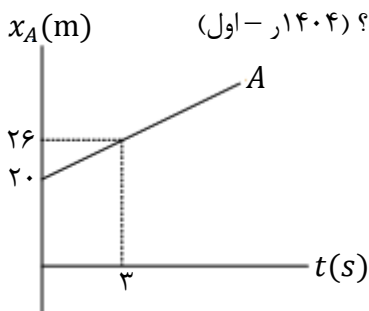
۸۸. متحرکی روی محور X با شتاب ثابت  $3 \text{ m/s}^2$  ترمز می‌کند و پس از طی مسافت ۲۰۰ متر می‌ایستد. در ۳ ثانیه آخر حرکتش چند متر جابه‌جا می‌شود؟ (۱۴۰۴ - اول)

- (۱) ۹  
(۲)  $13/5$   
(۳) ۱۸  
(۴) ۲۷

۸۹. متحرکی روی محور X از مبدا محور با شتاب ثابت  $0.5 \text{ m/s}^2$  از حال سکون به حرکت درمی‌آید. سه ثانیه بعد، متحرک دیگری روی محور X از همان نقطه و در همان جهت با شتاب ثابت  $2 \text{ m/s}^2$  از حال سکون به حرکت درمی‌آید. در این حرکت، چند ثانیه فاصله بین دو متحرک در حال کاهش است؟ (۱۴۰۴ - اول)

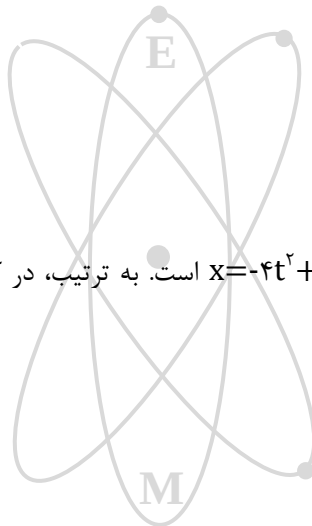
- (۱) ۲  
(۲) ۳  
(۳) ۴  
(۴) ۶

۹۰. نمودار مکان - زمان متحرک A مطابق شکل است. متحرک B که با شتاب ثابت روی محور X حرکت می‌کند، در لحظه  $t=0$  با سرعت  $\vec{V}_0 = \left(12 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right) \vec{i}$  از مبدا محور می‌گذرد. اگر متحرک B در لحظه  $t=4 \text{ s}$  به متحرک A برسد، شتاب آن در SI کدام است؟ (۱۴۰۴ - اول)



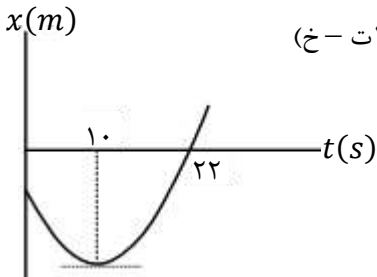
- (۱)  $(1/5) \vec{i}$   
(۲)  $\vec{i}$   
(۳)  $(-2) \vec{i}$   
(۴)  $(-2/5) \vec{i}$

۹۱. معادله مکان - زمان متحرکی در SI به صورت  $x = -4t^2 + 24t - 30$  است. به ترتیب، در کدام لحظه و در کدام مکان، متحرک به صورت لحظه‌ای متوقف می‌شود؟ (۱۴۰۴ - خ)



- (۱)  $x=2 \text{ m}$  و  $t=3 \text{ s}$   
(۲)  $x=2 \text{ m}$  و  $t=4 \text{ s}$   
(۳)  $x=6 \text{ m}$  و  $t=3 \text{ s}$   
(۴)  $x=6 \text{ m}$  و  $t=4 \text{ s}$

۹۲. نمودار مکان - زمان متحرکی که با شتاب ثابت روی خط راست حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. اگر مسافتی که متحرک در بازه زمانی  $t_1=0 \text{ s}$  تا  $t_2=10 \text{ s}$  طی می‌کند، برابر  $50 \text{ m}$  باشد، فاصله متحرک از مبدأ محور در لحظه  $t=20 \text{ s}$  چند متر است؟ (۱۴۰۴ - خ)



- (۱) ۲۴  
(۲) ۳۶  
(۳) ۲۲  
(۴) ۵۶

۹۳. متحرکی روی محور X در لحظه  $t=0 \text{ s}$  از حال سکون در جهت محور شروع به حرکت می‌کند. اگر در مدت ۱۰ ثانیه با شتاب  $a$  و در ۱۰ ثانیه بعدی با شتاب  $-2a$  حرکت کند و در این ۲۰ ثانیه مسافت  $200 \text{ m}$  را طی کند، شتاب متوسط متحرک در بازه زمانی  $t_1=5 \text{ s}$  تا  $t_2=17 \text{ s}$  در SI کدام است؟ (۱۴۰۴ - خ)

- (۱)  $-9 \vec{i}$   
(۲)  $-1/5 \vec{i}$   
(۳)  $9 \vec{i}$   
(۴)  $1/5 \vec{i}$

۹۴. متحرکی روی محور  $x$  با شتاب ثابت در حال حرکت است. اگر در لحظه  $t=0$  s از مکان  $\vec{x} = (-8m)\vec{i}$  عبور کند و در لحظه‌های  $t_1=2$  s و  $t_2=4$  s از مبدأ محور عبور کند، تندی متوسط آن در ۳ ثانیه دوم چند متر بر ثانیه است؟ (۱۴۰۴ ت - خ)

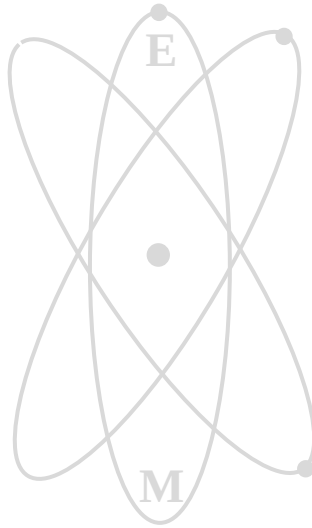
$$\frac{7}{3} \quad (1) \quad \frac{10}{3} \quad (2)$$

$$3 \quad (3) \quad 9 \quad (4)$$

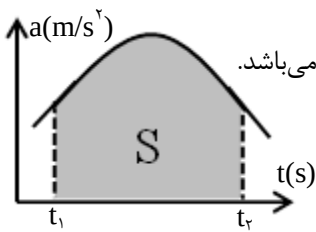
۹۵. اتومبیلی روی خط راست، از حال سکون با شتاب  $3 \text{ m/s}^2$  به حرکت درمی‌آید. تغییر انرژی جنبشی آن در ثانیه دوم، چند برابر تغییر انرژی جنبشی آن در ثانیه اول است؟ (۱۴۰۴ ت - اول)

$$1 \quad (1) \quad 2 \quad (2)$$

$$3 \quad (3) \quad 4 \quad (4)$$



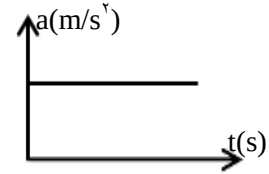
## نکات مربوط به نمودار شتاب- زمان:



$$S = \Delta V$$

(۱) مساحت زیر نمودار شتاب- زمان در بازه‌ی زمانی  $t_1$  تا  $t_2$  ( $S$ ) برابر تغییرات سرعت متحرک ( $\Delta V$ ) در این بازه‌ی زمانی می‌باشد.

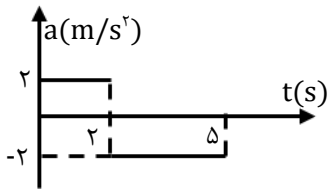
(۲) تعیین نوع حرکت (تندشونده- کندشونده)  $\left\{ \begin{array}{l} \text{الف) اگر } aV > 0 \Rightarrow \text{تندشونده} \\ \text{ب) اگر } aV < 0 \Rightarrow \text{کندشونده} \end{array} \right.$



(۳) نمودار شتاب- زمان حرکت با شتاب ثابت خطی موازی محور زمان می‌باشد.

۱. نمودار شتاب - زمان متحرکی در مسیر مستقیم مطابق شکل است. اگر سرعت متوسط متحرک در این مدت  $6/4 \text{ m/s}$  باشد، سرعت اولیه آن چند متر بر

ثانیه است؟ (۸۵ر)



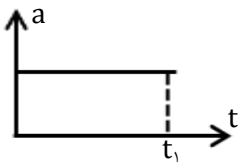
(۲) ۵

(۱) ۴

(۴) ۸

(۳) ۶

۲. نمودار شتاب- زمان متحرکی که در مسیر مستقیم حرکت می‌کند به صورت شکل مقابل است. حرکت متحرک در بازه‌ی زمانی صفر تا  $t_1$  چگونه است؟ (۸۶ر- خ)

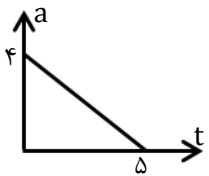


(۲) کندشونده

(۱) تندشونده

(۳) کندشونده سپس تندشونده (۴) بستگی به سرعت اولیه دارد

۳. متحرکی با سرعت اولیه‌ی  $-6 \text{ m/s}$  در مسیر مستقیم به حرکت درمی‌آید و نمودار شتاب- زمان آن به صورت مقابل است. حرکت این متحرک در بازه‌ی زمانی نشان داده شده چگونه است؟ (۸۷ر- خ)

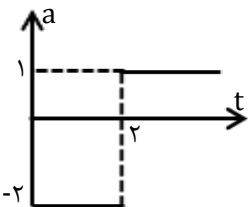


(۲) پیوسته کندشونده

(۱) پیوسته تندشونده

(۳) کندشونده سپس تندشونده (۴) تندشونده سپس کندشونده

۴. متحرکی از حال سکون در مسیر مستقیم به حرکت درمی‌آید و نمودار شتاب- زمان آن مطابق شکل زیر است. در کدام لحظه جهت سرعت عوض می‌شود؟ (۸۹ر- خ)



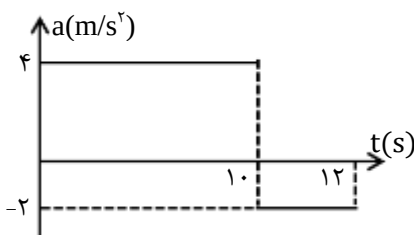
(۲) ۱۴

(۱) ۱۳/۵

(۴) ۲۸

(۳) ۲۷

۵. نمودار شتاب- زمان متحرکی که سرعتش در مبدا زمان  $+5 \text{ m/s}$  است به صورت شکل زیر می‌باشد. سرعت متوسط متحرک در این  $12 \text{ s}$  چند  $\text{m/s}$  است؟ (۹۴ر)



(۲) ۱۴

(۱) ۱۳/۵

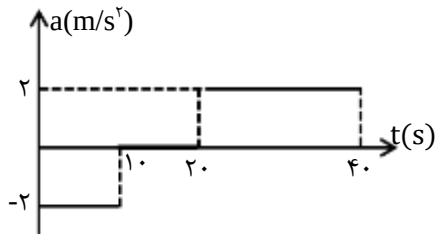
(۴) ۲۸

(۳) ۲۷



۶. نمودار شتاب - زمان متحرکی که از حال سکون روی محور  $X$  حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. در بازه‌ی زمانی  $t_1 = 20\text{ s}$  تا  $t_2 = 35\text{ s}$  کدام مورد

درست است؟ (۹۴ت)

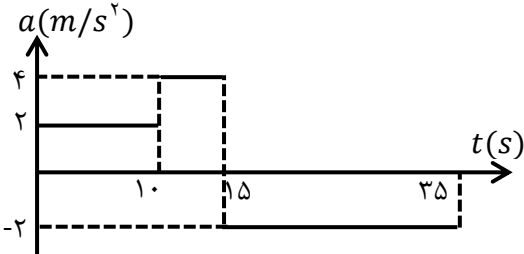


(۱) حرکت تندشونده است. (۲) جهت حرکت یکبار تغییر می‌کند

(۳) حرکت کندشونده است. (۴) متحرک در جهت محور  $X$  حرکت می‌کند.

۷. نمودار شتاب - زمان متحرکی که روی محور  $X$  در لحظه‌ی  $t = 0$  از مبدا می‌گذرد، مطابق شکل زیر است. اگر  $V = -10\text{ m/s}$  باشد، بیشترین فاصله‌ی

متحرک از مبدا در بازه‌ی زمانی  $t = 0$  تا  $t = 35\text{ s}$  چند متر است؟ (۹۵ت)

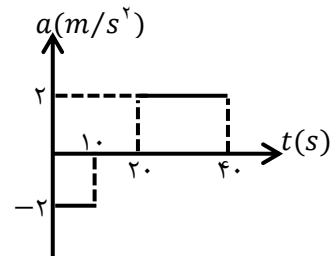


(۱) ۲۱۰ (۲) ۲۲۵

(۳) ۳۲۵ (۴) ۳۵۰

۸. نمودار شتاب - زمان متحرکی که از حال سکون روی محور  $X$  حرکت می‌کند، مطابق شکل مقابل است. در بازه‌ی زمانی  $t_1 = 20\text{ s}$  تا  $t_2 = 35\text{ s}$  کدام

مورد درست است؟ (۹۶ت)

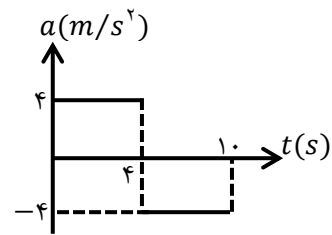


(۱) حرکت تندشونده است. (۲) حرکت کندشونده است.

(۳) جهت حرکت یکبار تغییر می‌کند (۴) متحرک در جهت محور  $X$  حرکت می‌کند.

۹. نمودار شتاب - زمان متحرکی که در مسیر مستقیم حرکت می‌کند، به صورت شکل روبه‌رو است. اگر جابه‌جایی متحرک در این  $10\text{ s}$  برابر  $156\text{ m}$

باشد، سرعت اولیه متحرک چند متر بر ثانیه است؟ (۹۶ت - خ)

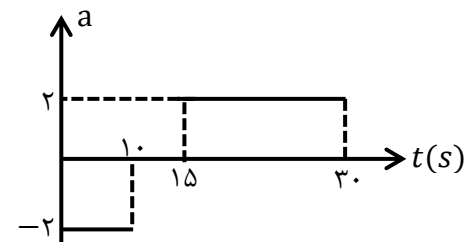


(۱) ۵ (۲) ۱۰

(۳) ۱۵ (۴) ۲۰

۱۰. نمودار شتاب - زمان متحرکی که با سرعت اولیه  $30\text{ m/s}$  در جهت محور  $X$  حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. سرعت متوسط متحرک در بازه

زمانی  $10\text{ s}$  تا  $30\text{ s}$  چند متر بر ثانیه است؟ (۹۸ت - خ)

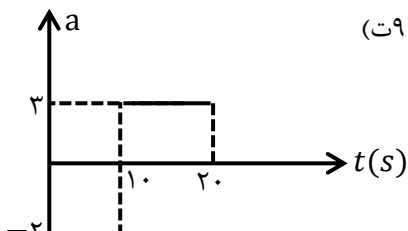


(۱) ۱۵ (۲) ۲۰

(۳) ۲۱/۲۵ (۴) ۴۲/۵

۱۱. نمودار شتاب - زمان متحرکی که روی محور  $X$  حرکت می‌کند و در لحظه  $t = 0$  با سرعت اولیه  $\vec{v}_0 = (10 \frac{\text{m}}{\text{s}})\vec{i}$  برای اولین بار از مبدا مکان عبور

می‌کند، مطابق شکل زیر است. در چه لحظه‌ای بر حسب ثانیه، متحرک برای سومین بار از مبدا عبور می‌کند؟ (۹۹ت)

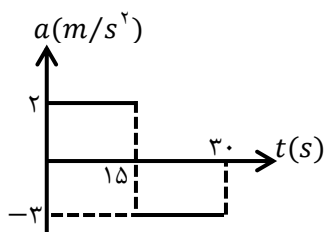


(۱) ۱۰ (۲)  $\frac{40}{3}$

(۳) ۱۵ (۴)  $\frac{50}{3}$

۱۲. نمودار شتاب - زمان متحرکی که روی محور  $X$  حرکت می‌کند و بردار سرعت اولیه آن در  $SI$  به صورت  $\vec{v}_0 = -10\vec{i}$  است، مطابق شکل زیر است.

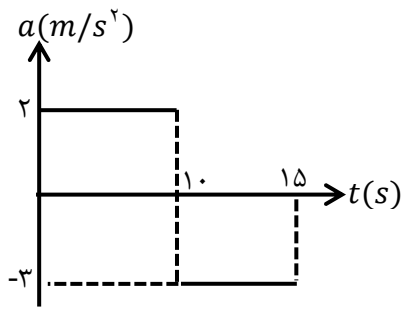
بزرگی جابه‌جایی در ۵ ثانیه ششم، چند برابر بزرگی جابه‌جایی در ۵ ثانیه اول است؟ (۹۹ت - خ)



(۱) ۳/۵ (۲) ۲

(۳) ۱/۵ (۴) ۱

۱۳. نمودار شتاب - زمان متحرکی که روی محور X حرکت می کند، مطابق شکل زیر است. اگر در لحظه  $t=3s$  سرعت متحرک،  $\vec{V} = (1 \frac{m}{s})\vec{i}$  باشد، سرعت متوسط متحرک در بازه زمانی  $t_1 = 7s$  تا  $t_2 = 12s$  چند متر بر ثانیه است؟ (۱۴۰۰ - خ)



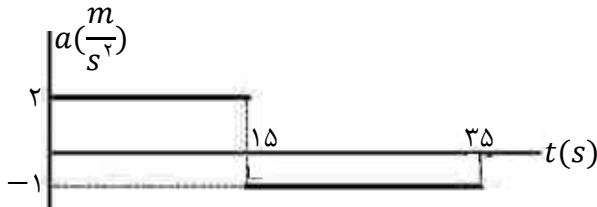
(۲) ۹

(۱) ۶

(۴) ۱۵

(۳) ۱۲

۱۴. نمودار شتاب - زمان متحرکی که روی محور X حرکت می کند، مطابق شکل زیر است. اگر در لحظه  $t=2s$  سرعت متحرک  $\vec{v} = (-6 \frac{m}{s})\vec{i}$  و مکان متحرک  $\vec{x} = (-16m)\vec{i}$  باشد، مکان متحرک در لحظه  $t=3.5s$  کدام است؟ (۱۴۰۱)



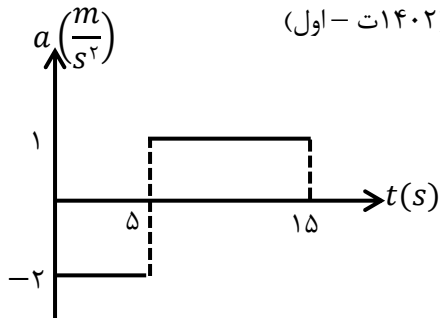
(۲)  $(30.0m)\vec{i}$

(۱)  $(275m)\vec{i}$

(۴)  $(40.0m)\vec{i}$

(۳)  $(375m)\vec{i}$

۱۵. نمودار شتاب - زمان متحرکی که روی محور X حرکت می کند، مطابق شکل زیر است. اگر سرعت و مکان متحرک در لحظه  $t=0$ ، برابر  $\vec{v}_0 = (1.0 \frac{m}{s})\vec{i}$  و  $\vec{x}_0 = (-1.0)\vec{i}$  باشد، در بازه زمانی  $t_1=0s$  تا  $t_2=15s$ ، کدام موارد درست است؟ (۱۴۰۲ - اول)



الف) جهت بردار مکان و بردار سرعت یک بار عوض می شود.

ب) جابه جایی و مسافت هم اندازه اند.

پ) شتاب متوسط برابر صفر است.

ت) سرعت متوسط برابر صفر است.

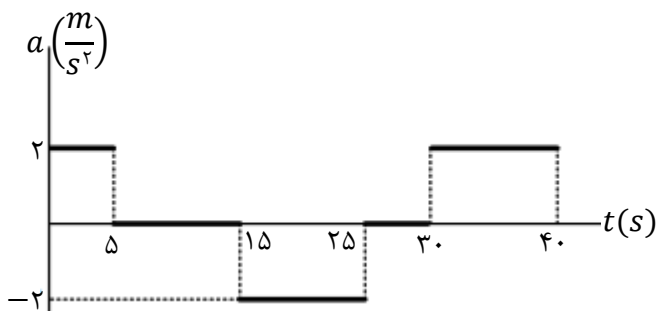
(۴) الف و پ

(۳) الف و ت

(۲) ب و پ

(۱) ب و ت

۱۶. نمودار شتاب - زمان متحرکی که روی محور X حرکت می کند، مطابق شکل زیر است. اگر  $\vec{v}_0 = (-5 \frac{m}{s})\vec{i}$  باشد، کدام مورد در بازه زمانی  $t_1=0s$  تا  $t_2=40s$  درست است؟ (۱۴۰۲ - دوم)



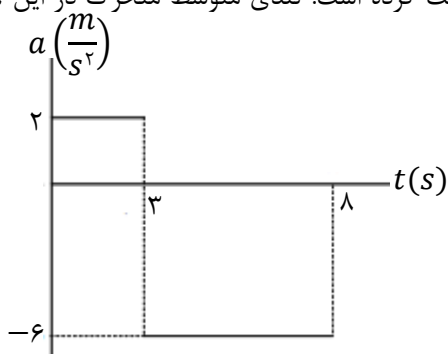
(۱) ۱۵ ثانیه سرعت و شتاب هم جهت اند.

(۲) بزرگی جابه جایی متحرک برابر ۱۵۰ متر است.

(۳) ۱۵ ثانیه متحرک در جهت محور X حرکت کرده است.

(۴) مسافت طی شده توسط متحرک ۲۶۲/۵ متر است.

۱۷. شکل زیر نمودار شتاب - زمان متحرکی است که در لحظه  $t=0$  با سرعت  $\vec{V} = (+8 \frac{m}{s})\vec{i}$  حرکت کرده است. تندی متوسط متحرک در این ۸ ثانیه چند متر بر ثانیه است؟ (۱۴۰۳ - اول)



(۲) ۱۵

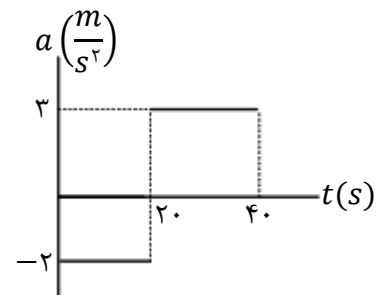
(۱) ۱۲

(۴)  $\frac{53}{6}$

(۳)  $\frac{43}{4}$

۱۸. نمودار شتاب - زمان متحرکی که روی خط راست حرکت می کند، مطابق شکل زیر است. اگر در لحظه  $t=0$  سرعت متحرک  $\vec{V} = \left(20 \frac{m}{s}\right) \vec{i}$  باشد،

مسافتی که متحرک در ۲۰ ثانیه دوم طی می کند، چند متر است؟ (۱۴۰۴ - اول)

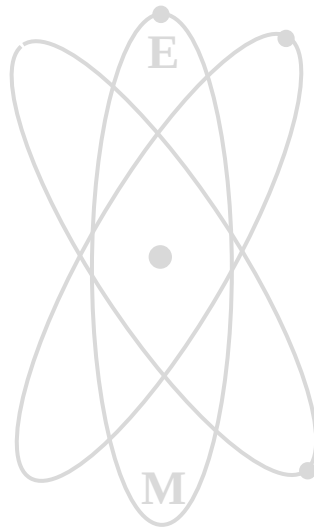


۲۰۰ (۲)

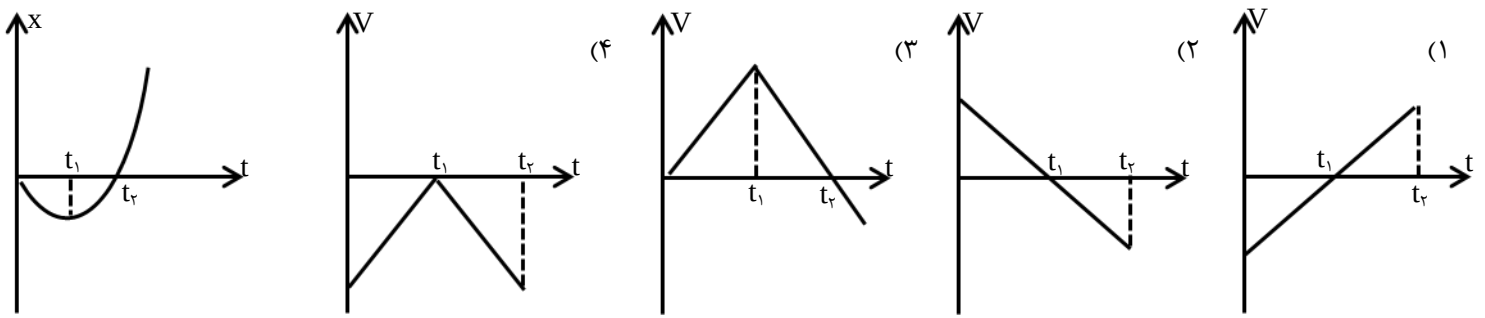
۴۰۰ (۱)

$\frac{2000}{3}$  (۴)

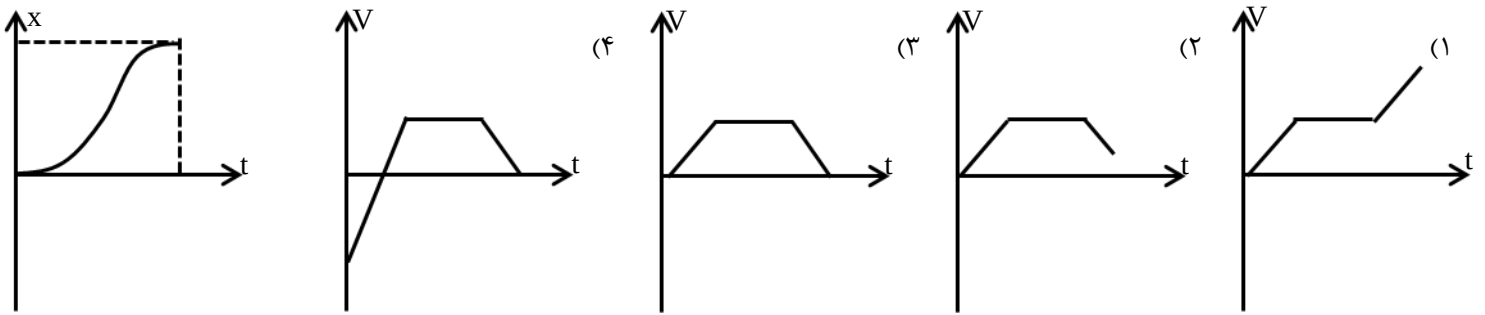
$\frac{1000}{3}$  (۳)



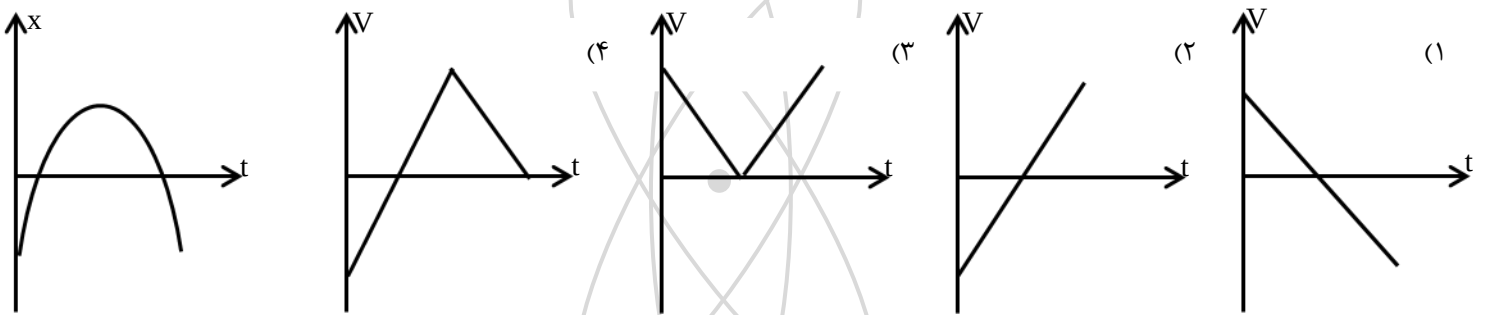
۱. نمودار مکان- زمان متحرکی داده شده است. کدام گزینه می‌تواند مربوط به نمودار سرعت- زمان آن باشد؟



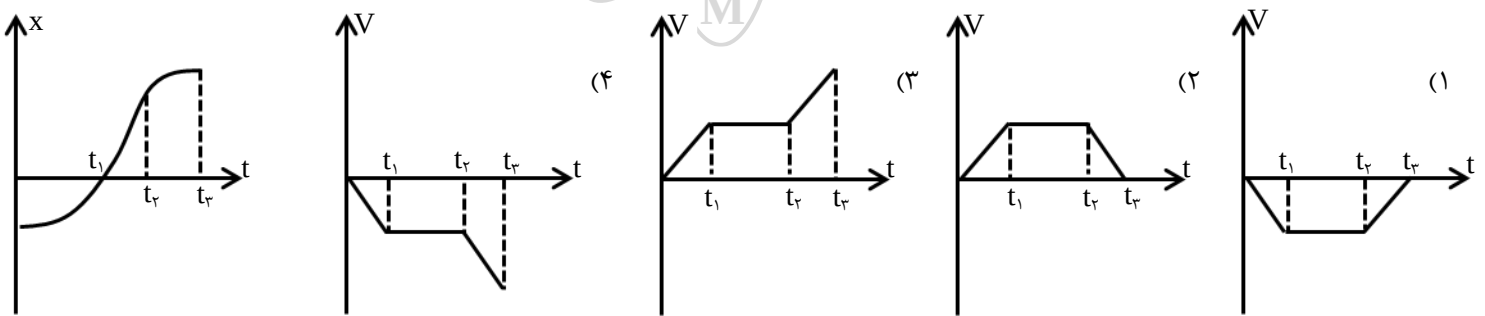
۲. نمودار مکان- زمان یک اتوبوس بین دو ایستگاه مطابق شکل روبه‌رو است. کدام نمودار می‌تواند مربوط به سرعت- زمان آن باشد؟



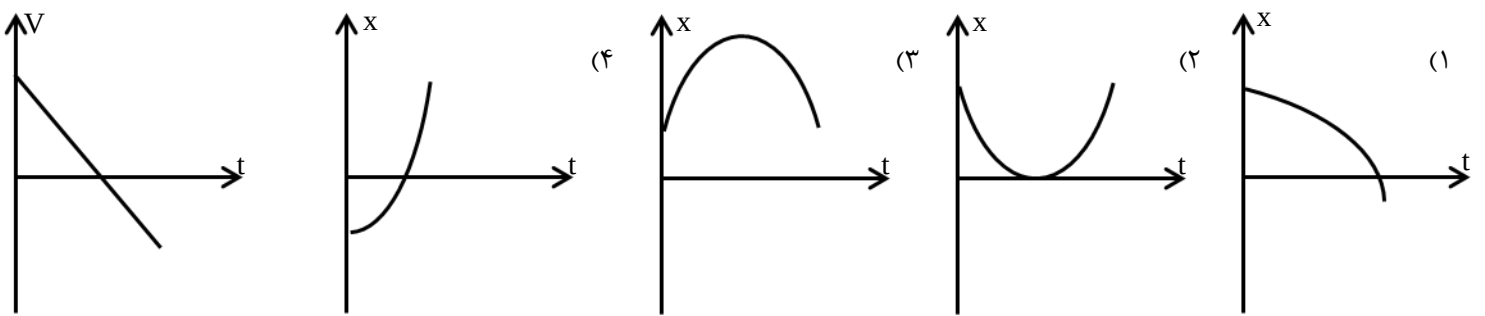
۳. نمودار مکان- زمان متحرکی که بر محور  $x$  حرکت می‌کند، یک سهمی و به شکل مقابل است. نمودار سرعت- زمان این متحرک کدام است؟



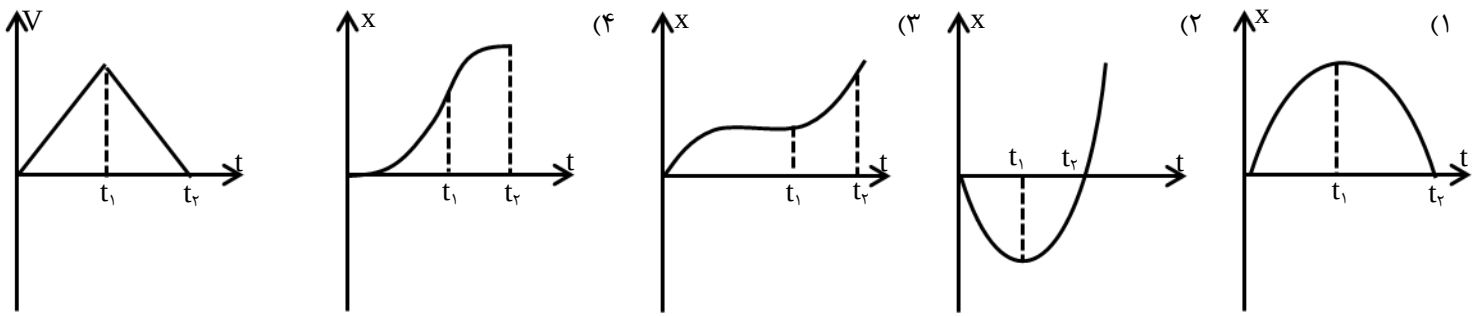
۴. با توجه به نمودار مکان- زمان روبه‌رو کدام گزینه می‌تواند نمودار سرعت- زمان آن باشد؟



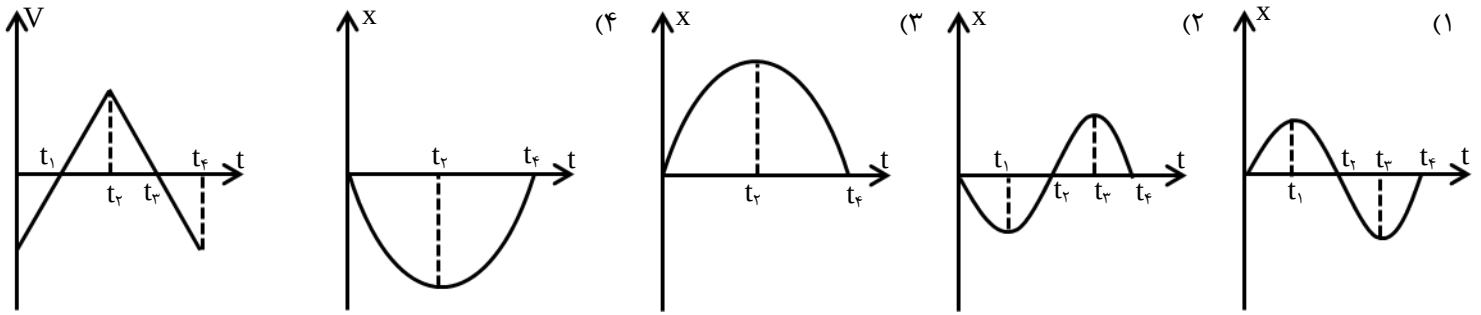
۵. نمودار سرعت- زمان متحرکی که بر محور  $x$  حرکت می‌کند به شکل روبه‌رو است. نمودار  $x-t$  آن کدام گزینه می‌تواند باشد؟



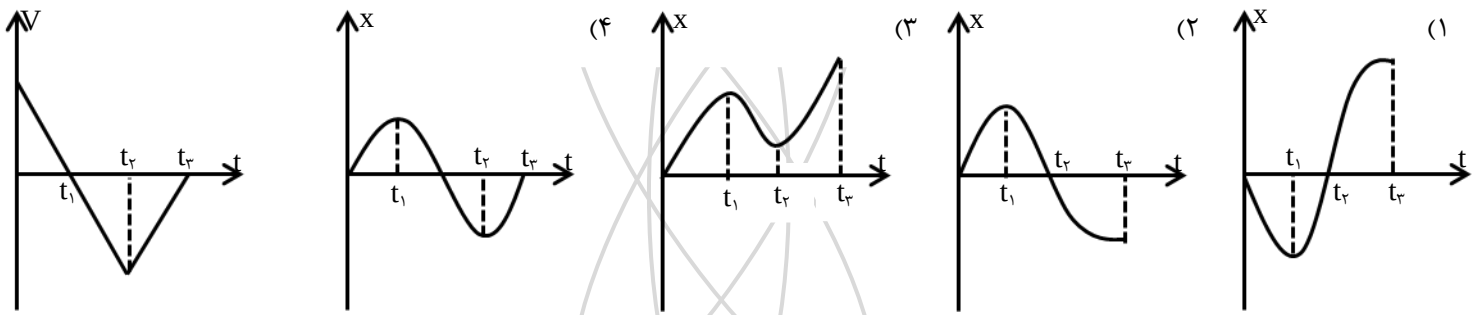
۶. نمودار سرعت- زمان روبه‌رو داده شده است. کدام گزینه نمودار مکان- زمان آن را بهتر نمایش می‌دهد؟



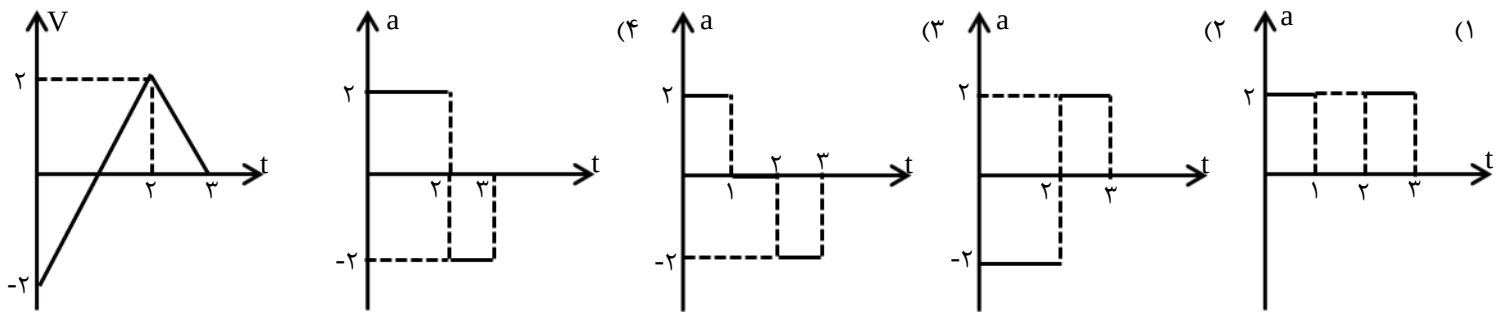
۷. شکل روبه‌رو نمودار سرعت- زمان جسمی را نشان می‌دهد که روی محور  $X$  حرکت می‌کند. نمودار مکان- زمان آن کدام است؟



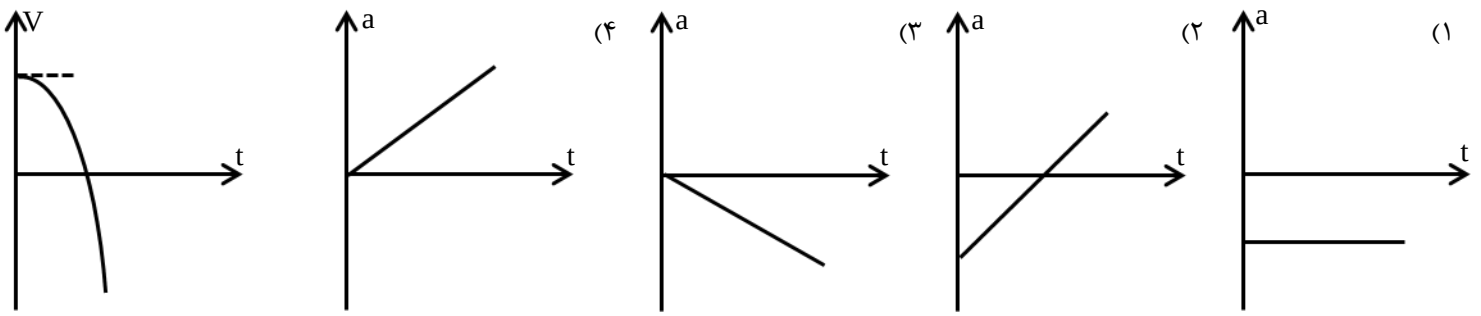
۸. با توجه به نمودار سرعت- زمان زیر نمودار مکان- زمان آن کدام می‌تواند باشد؟



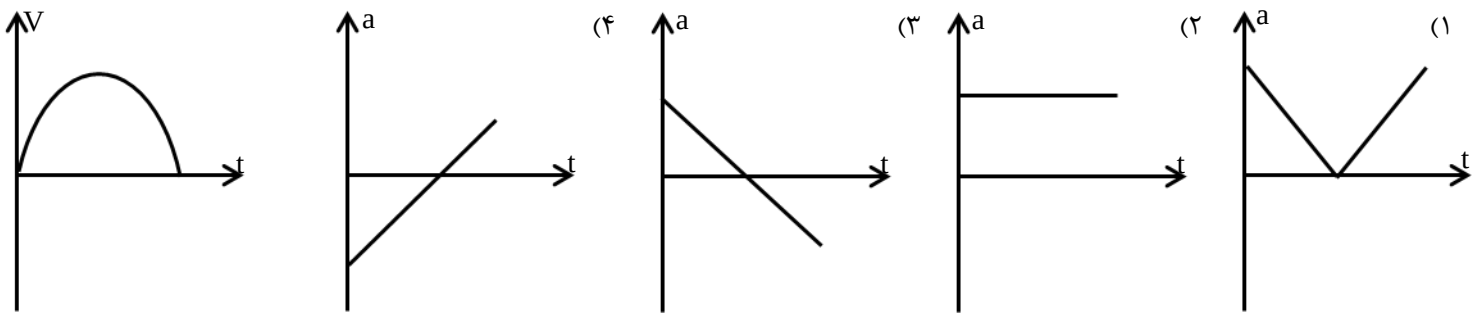
۹. نمودار سرعت- زمان متحرکی مطابق شکل مقابل است. نمودار شتاب- زمان متحرک کدام گزینه است؟



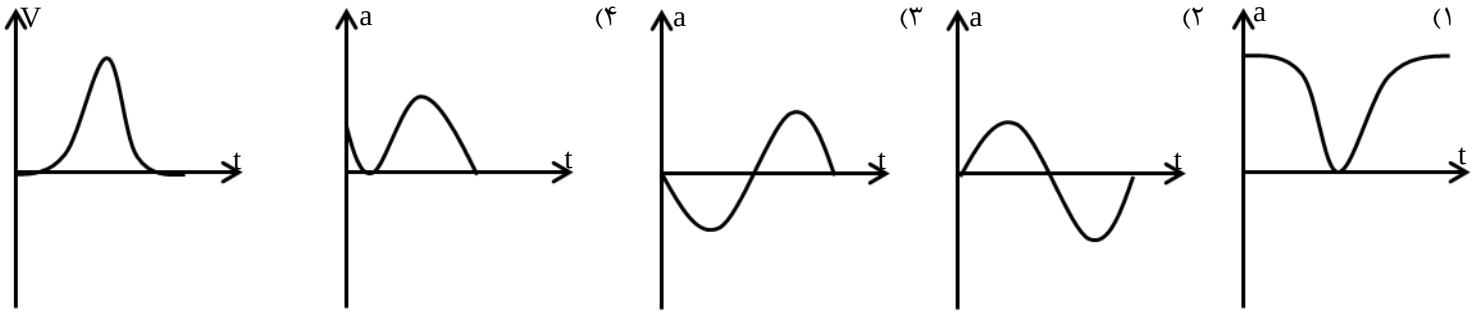
۱۰. نمودار سرعت- زمان متحرکی بر خط مستقیم بصورت سهمی است. نمودار شتاب- زمان آن کدام می‌تواند باشد؟



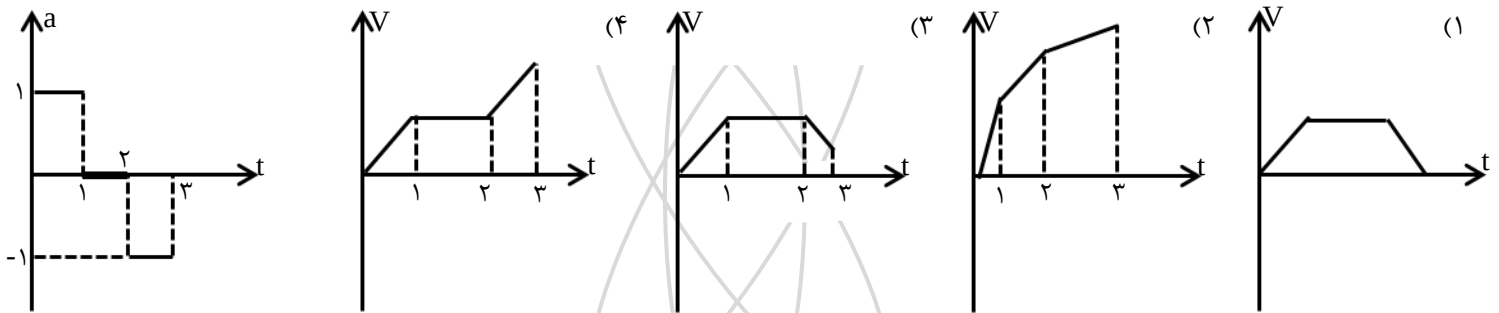
۱۱. نمودار سرعت- زمان متحرکی به صورت روبه‌رو است. نمودار شتاب- زمان آن کدام می‌تواند باشد؟



۱۲. اگر نمودار سرعت- زمان مطابق روبه‌رو باشد. نمودار شتاب- زمان کدام می‌تواند باشد؟

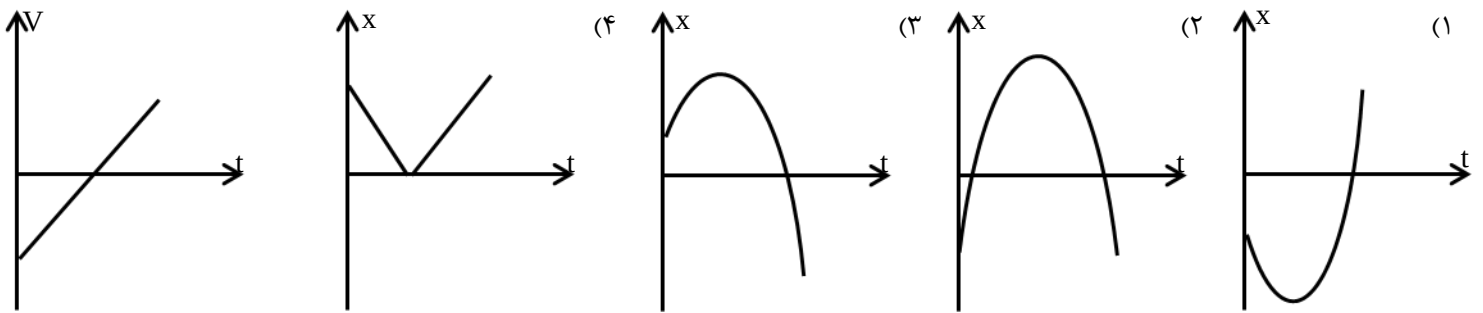


۱۳. نمودار شتاب- زمان متحرکی به صورت مقابل است. نمودار سرعت- زمان آن به کدام صورت می‌تواند باشد؟ ( $V_0 = 0$ )



۱۴. نمودار سرعت- زمان متحرکی که در مسیر مستقیم حرکت می‌کند به شکل زیر است. نمودار مکان- زمان آن به کدام صورت می‌تواند باشد؟ (منحنی-)

های رسم شده در گزینه‌های ۱ و ۲ و ۳ قسمتی از یک سهمی هستند. (۸۵-ت-خ)



**سقوط آزاد:** حرکت تحت تاثیر نیروی وزن در راستای قائم (اگر به جسم فقط نیروی وزن وارد شود) سقوط آزاد نامیده می‌شود. این حرکت از نمونه‌های حرکت با شتاب ثابت بوده و مقدار آن برابر شتاب گرانش و جهت آن رو به پایین است.

در حل مسائل سقوط آزاد به ترتیب زیر عمل می‌نماییم:

(۱) محور قائم را محور مختصات و مبدا آن نقطه‌ی پرتاب فرض می‌شود.

(۲) جهت مثبت محور را رو به بالا در نظر می‌گیریم.

(۳) سرعت به طرف بالا را مثبت و به طرف پایین را منفی در نظر می‌گیریم.

(۴) جابه‌جایی‌های بالای نقطه‌ی پرتاب را مثبت و پایین نقطه‌ی پرتاب را منفی در نظر می‌گیریم.

بنابراین معادلات حرکت به صورت معادلات زیر خواهند بود:

(۱) معادله‌ی مکان- زمان:

$$y = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0t$$

(۲) معادله‌ی سرعت- زمان:

$$v = -gt + v_0$$

(۳) معادله‌ی مستقل از زمان:

$$v^2 - v_0^2 = -2gy$$

(۴) معادله‌ی مستقل از شتاب:

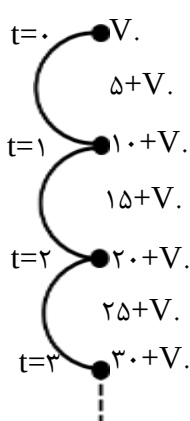
$$\Delta y = \left(\frac{v_1 + v_2}{2}\right)\Delta t$$

تذکر: تمام معادلات و نکات بیان شده در قسمت حرکت با شتاب ثابت در این مورد هم صدق می‌کند. ( $a=-g$ )

**نکته ۱:** جابه‌جایی در ثانیه‌ی  $n$ م از رابطه‌ی مقابل قابل محاسبه است:

$$\Delta y = -\frac{1}{2}g(2n-1) + V.$$

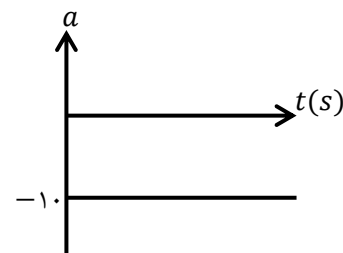
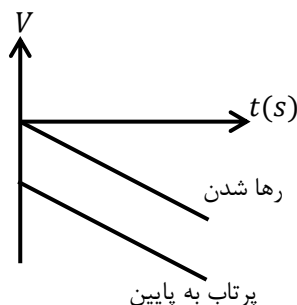
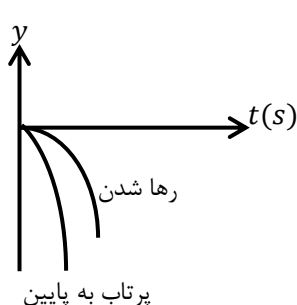
بنابراین جابه‌جایی در ثانیه‌های متوالی سقوط آزاد یک تصاعد حسابی با قدر نسبت  $g$  تشکیل می‌دهد.



**نکته ۲:** زمان و سرعت برخورد گلوله به زمین در صورتی که گلوله رها شده باشد از روابط مقابل قابل محاسبه است:

$$h = \frac{1}{2}gt^2 \rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad \text{و} \quad V = \sqrt{2gh}$$

**نکته ۳:** (بررسی نمودارهای  $x-t$ ,  $v-t$ ,  $a-t$  سقوط آزاد)



۱. گلوله‌ای از یک بلندی بدون سرعت اولیه رها می‌شود و با سرعت  $55 \text{ m/s}$  به زمین می‌رسد. این متحرک در ۲ ثانیه‌ی آخر سقوط چند متر را طی می‌کند؟

- (۱) ۵۵  
(۲) ۳۵  
(۳) ۹۰  
(۴) ۸۰

۲. متحرکی از ارتفاع  $h$  از سطح زمین رها می‌شود. اگر نیمی از مسیر خود را در ثانیه‌ی آخر طی کند، زمان سقوط را بیابید؟

۳. در شرایط خلا گلوله‌ای از ارتفاع ۳۶ متری سطح زمین رها می‌شود و پس از برخورد به زمین تا ارتفاع ۲۵ متر بالا می‌رود. سرعت برخورد گلوله به زمین چند برابر سرعت برگشت آن از سطح زمین است؟

- (۱)  $1/2$   
(۲) ۱  
(۳)  $1/5$   
(۴)  $1/6$

۴. گلوله‌ای در شرایط خلا بدون سرعت اولیه از ارتفاع  $h$  رها می‌شود و در آخرین ثانیه سقوط ۳۵ متر جابه‌جا می‌شود. ارتفاع  $h$  چند متر است؟ (۸۲)

- (۱) ۴۵  
(۲) ۶۰  
(۳) ۸۰  
(۴) ۹۵

۵. گلوله کوچکی از ارتفاعی بالای سطح زمین بدون سرعت اولیه رها می‌شود و ۸۰ متر آخر سقوط را در مدت ۲ ثانیه می‌پیماید. ارتفاع سقوط چند متر است؟ (۸۳)

- (۱) ۱۲۵  
(۲) ۱۵۰  
(۳) ۱۶۰  
(۴) ۲۵۰

۶. گلوله‌ای در شرایط خلا بدون سرعت اولیه از ارتفاعی رها می‌شود و در ثانیه اول مسافتی به اندازه  $\Delta x_1$  و در ثانیه دوم مسافت  $\Delta x_2$  را طی می‌کند. نسبت  $\frac{\Delta x_2}{\Delta x_1}$  کدام است؟ (۸۴)

- (۱) ۲  
(۲) ۳  
(۳) ۴  
(۴)  $\sqrt{2}$

۷. شخصی از ارتفاع ۱۷ متری زمین روی بالشی به ضخامت ۲ متر بدون سرعت اولیه سقوط آزاد می‌کند و مقاومت هوا ناچیز است. اگر در این برخورد ضخامت بالش به  $0/5$  متر برسد، اندازه شتاب شخص بعد از رسیدن به بالش تا انتهای مسیر رو به پایین چند  $g$  است؟ (۸۵)

- (۱) ۴  
(۲) ۶  
(۳) ۸  
(۴) ۱۰



۸. در شرایط خلا گلوله‌ای را از ارتفاع ۳۶۰ متری سطح زمین بدون سرعت اولیه رها می‌کنیم. اگر گلوله نقطه‌ی رها شدن تا سطح زمین را در ۳ بازه‌ی زمانی مساوی و متوالی طی کرده باشد، مسافت طی شده در هر بازه‌ی زمانی به ترتیب چند متر هستند؟ (۸۶ ر - خ)

(۱) ۱۲۰، ۱۲۰، ۱۲۰ (۲) ۱۸۰، ۱۰۰، ۸۰

(۳) ۲۰۰، ۱۲۰، ۴۰ (۴) ۱۸۰، ۱۲۰، ۶۰

۹. گلوله‌ای در شرایط خلا از ارتفاع  $h$  رها می‌شود و در لحظه‌ای که به ۵۰ متری سطح زمین می‌رسد سرعتش  $15\text{ m/s}$  می‌شود. این گلوله چند ثانیه پس از رها شدن به زمین می‌رسد؟ ( $g = 10\text{ m/s}^2$ ) (۸۹ ر)

(۱) ۲ (۲)  $3/5$

(۳) ۵ (۴)  $6/5$

۱۰. گلوله‌ای در شرایط خلا بدون سرعت اولیه از ارتفاع  $h$  رها می‌شود. اگر این گلوله مسافتی را که در ثانیه آخر طی کرده، ۳ برابر مسافتی باشد که تا قبل از آن طی کرده است،  $h$  چند متر است؟ (۹۶ ر)

(۱) ۲۰ (۲) ۲۵

(۳) ۷۵ (۴) ۸۰

۱۱. گلوله‌ای از ارتفاع  $h$  رها می‌شود. این گلوله با سرعت  $V$  از ارتفاع ۹ متری زمین عبور می‌کند و با سرعت  $1/5V$  به زمین می‌رسد.  $H$  چند متر است؟

(۱)  $16/2$  (۲) ۱۸ (۳)  $32/4$  (۴) ۳۶

۱۲. گلوله  $A$  از ارتفاع ۷۰ متری زمین رها می‌شود. یک و نیم ثانیه بعد گلوله  $B$  از همان نقطه رها می‌شود. دو ثانیه پس از رها شدن گلوله  $B$  فاصله دو گلوله از هم چند متر است؟ (۹۸ ر - خ)

(۱)  $11/25$  (۲) ۲۰

(۳) ۳۰ (۴)  $41/25$

۱۳. گلوله‌ای به جرم  $200\text{ g}$  از ارتفاع  $h$  رها می‌شود. اگر کل کار انجام شده روی گلوله در ثانیه آخر حرکت برابر  $70\text{ J}$  باشد،  $h$  چند متر است؟ (۹۸ ر - خ)

(۱) ۳۵ (۲) ۴۵

(۳) ۶۰ (۴) ۸۰

۱۴. گلوله‌ای به جرم  $100\text{ g}$  در شرایط خلا از ارتفاع  $h$  رها می‌شود و پس از مدتی به زمین می‌رسد. اگر انرژی جنبشی گلوله در لحظه برخورد به زمین  $24/2\text{ J}$  باشد، سرعت متوسط گلوله در آخرین ثانیه حرکتش چند متر بر ثانیه است؟ ( $g = 10\text{ m/s}^2$ ) (۹۹ ر)

(۱) ۲۲ (۲) ۱۷

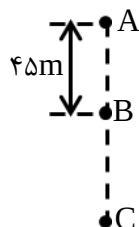
(۳) ۱۵ (۴) ۱۲

۱۵. گلوله‌ای از ارتفاع  $H$  رها می‌شود. از لحظه رها شدن تا مدت زمانی که  $\frac{1}{4}H$  را طی می‌کند، سرعت متوسط آن  $4/9 \text{ m/s}$  است. این گلوله با تندی (سرعت) چند متر بر ثانیه به زمین می‌رسد؟ ( $g=9/8 \text{ m/s}^2$ ) (۹۹- خ)

(۱)  $14/7$  (۲)  $19/8$

(۳)  $29/4$  (۴)  $39/2$

۱۶. در امتداد قائم  $ABC$  گلوله‌ای از نقطه‌ی  $A$  و یک ثانیه بعد گلوله‌ی دیگری از نقطه‌ی  $B$  بدون سرعت اولیه و در شرایط خلا رها می‌شوند. اگر  $AB=45 \text{ m}$  بوده و دو گلوله با هم به نقطه‌ی  $C$  برسند،  $BC$  چند متر است؟



(۱)  $125$  (۲)  $80$

(۳)  $45$  (۴)  $50$

۱۷. از ارتفاع معین گلوله‌ای رها می‌شود و لحظه‌ای بعد گلوله دیگری از همان نقطه رها می‌شود. تا رسیدن گلوله اول به زمین فاصله بین دو گلوله چگونه تغییر می‌کند؟ (۸۷- ر)

(۱) ثابت می‌ماند (۲) کاهش می‌یابد

(۳) افزایش می‌یابد (۴) بستگی به جرم گلوله‌ها دارد

۱۸. دو گلوله به فاصله زمانی یک ثانیه از نقطه‌ای به ارتفاع  $h$  در شرایط خلا رها می‌شوند. اگر بیشترین فاصله بین آنها در طول حرکت به  $45$  متر برسد، ارتفاع  $h$  چند متر است؟ (۸۳- ر)

(۱)  $80$  (۲)  $110$

(۳)  $125$  (۴)  $145$

۱۹. گلوله‌ای را در شرایط خلا از ارتفاع  $80$  متری سطح زمین بدون سرعت اولیه رها می‌کنیم. چند ثانیه بعد، گلوله  $B$  را از همان ارتفاع رها کنیم تا حداکثر فاصله‌ی آنها از یکدیگر به  $35$  متر برسد؟ (۸۸- خ)

(۱)  $1$  (۲)  $2$

(۳)  $3$  (۴)  $\sqrt{2}$

۲۰. دو گلوله در شرایط خلا به فاصله‌ی زمانی  $2/5 \text{ s}$  از یک نقطه بالای زمین رها می‌شوند. چند ثانیه پس از رها شدن گلوله‌ی اول، فاصله دو گلوله به  $68/75 \text{ m}$  می‌رسد؟ (۹۱- ر)

(۱)  $2/5$  (۲)  $3$

(۳)  $4$  (۴)  $4/5$

۲۱. گلوله‌ای از ارتفاع  $h$  رها می‌شود و با شتاب ثابت  $g = 10 \frac{m}{s^2}$  سقوط می‌کند. اگر تندی متوسط آن در  $\frac{3}{4}$  پایانی مسیر  $15 \text{ m/s}$  باشد، تندی متوسط آن در کل مسیر چند متر بر ثانیه است؟ (۱۴۰۱- ر)

(۱)  $5$  (۲)  $7/5$

(۳)  $10$  (۴)  $12/5$

۲۲. گلوله‌ای از ارتفاع ۳۰ متری بدون سرعت اولیه رها می‌شود. تندی متوسط گلوله در نیم ثانیه سوم، چند متر بر ثانیه است؟ ( $g=9.8\text{m/s}^2$ ) (۱۴۰۱ ر - خ)

(۱) ۷/۳۵ (۲) ۹/۸

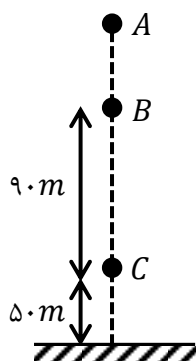
(۳) ۱۲/۲۵ (۴) ۱۴/۷

۲۳. گلوله‌ای از فاصله ۱۰۰ متری زمین از یک نقطه رها می‌شود. یک ثانیه بعد، گلوله دیگری از ده متر پایین‌تر از گلوله اول رها می‌شود. از لحظه رها شدن گلوله دوم تا لحظه‌ای که اولین گلوله به زمین می‌رسد، فاصله دو گلوله چه تغییری می‌کند؟ (۱۴۰۲ ر - دوم)

(۱) ثابت می‌ماند. (۲) افزایش می‌یابد.

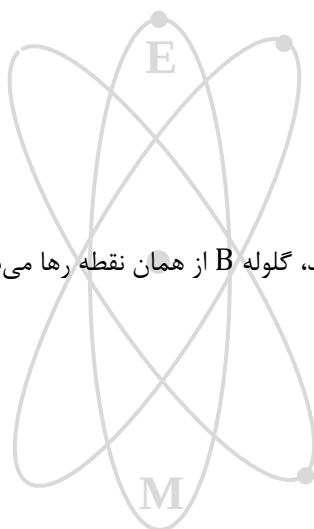
(۳) کاهش می‌یابد. (۴) ابتدا کاهش می‌یابد و سپس افزایش می‌یابد.

۲۴. گلوله‌ای در شرایط خلأ از نقطه A رها می‌شود و ۳ ثانیه طول می‌کشد تا فاصله بین دو نقطه B و C را طی کند. گلوله ۳ ثانیه قبل از رسیدن به زمین، از ارتفاع چند متری عبور می‌کند؟ (۱۴۰۲ ر - اول)



(۱) ۴۵ (۲) ۹۰

(۳) ۱۲۰ (۴) ۱۵۰



۲۵. گلوله A از ارتفاع ۱۳۰ متری زمین رها می‌شود. ۲ ثانیه بعد، گلوله B از همان نقطه رها می‌شود. ۵ ثانیه بعد از حرکت گلوله A، فاصله دو گلوله از هم چند متر است؟ (۱۴۰۲ ر - خ)

(۱) ۶۰ (۲) ۶۵

(۳) ۸۰ (۴) ۸۵

۲۶. گلوله‌ای در شرایط خلأ از ارتفاع ۱۲۵ متری زمین رها می‌شود. سرعت متوسط گلوله در ۲ ثانیه آخر حرکت چند متر بر ثانیه است؟ (۱۴۰۳ ر - اول)

(۱) ۳۰ (۲) ۳۵

(۳) ۴۰ (۴) ۴۵

۲۷. گلوله‌ای از ارتفاع ۸۰ متری سطح زمین رها می‌شود. این گلوله ۰/۶ ثانیه قبل از رسیدن به سطح زمین در ارتفاع چند متری است؟ (۱۴۰۳ ر - خ)

(۱) ۲۲/۲ (۲) ۳۲/۸

(۳) ۵۷/۸ (۴) ۴۷/۲

۲۸. سنگی را در شرایط خلأ از ارتفاع ۱۲/۸m رها می‌کنیم. این سنگ ۰/۶s قبل از رسیدن به زمین از ارتفاع چند متری می‌گذرد؟ (۱۴۰۴ ر - دوم)

(۱) ۷/۸ (۲) ۶/۸

(۳) ۶ (۴) ۵

۲۹. از نقطه‌ای به ارتفاع  $h$  هر دو ثانیه یک گلوله رها می‌شود. اگر در لحظه رها شدن گلوله سوم، گلوله اول به زمین برسد، در این لحظه گلوله دوم از ارتفاع چند متری عبور می‌کند؟ (۱۴۰۴ ر - اول)

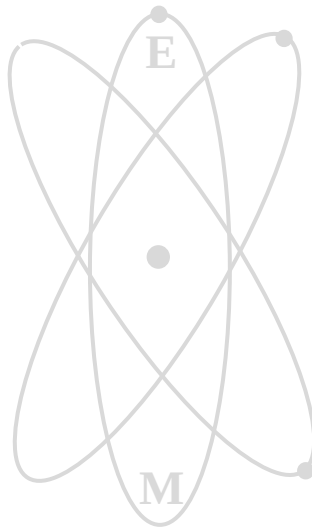
(۱) ۲۰ (۲) ۴۰

(۳) ۵۰ (۴) ۶۰

۳۰. دو گلوله را به فاصله زمانی یک ثانیه از یک نقطه از ارتفاع زیاد رها می‌کنیم. بعد از رها شدن گلوله دوم تا رسیدن گلوله اول به زمین، فاصله بین دو گلوله چگونه تغییر می‌کند؟ (۱۴۰۴ ر - خ)

(۱) در هر ثانیه ۱۰ متر افزایش می‌یابد. (۲) در هر ثانیه ۵ متر افزایش می‌یابد.

(۳) در هر ثانیه ۵ متر کاهش می‌یابد. (۴) ثابت می‌ماند.



# فصل دوم

## دینامیک

(۱) نیرو عامل تغییر وضعیت در حرکت جسم می‌باشد.

(۲) نیرو تاثیر دو جسم بر یکدیگر است. هنگامیکه می‌گوییم به جسمی نیرو وارد می‌شود حتما جسم دیگری وجود دارد که این نیرو را وارد می‌کند.

(۳) تاثیر دو جسم بر هم از دو راه امکان پذیر است: الف) اینکه دو جسم در تماس با یکدیگر باشند. ب) دو جسم از فاصله‌ی دور بر یکدیگر اثر بگذارند.

(۴) نیرو کمیتی برداری می‌باشد. پس علاوه بر اندازه جهت آن نیز باید مشخص شود.

### قوانین نیوتن (قوانین حرکت)

**قانون اول:** اجسام حالت سکون و یا حرکت یکنواخت روی خط راست خود را حفظ می‌کنند مگر آنکه تحت تاثیر نیرویی مجبور به تغییر آن حالت شود.

#### بیانهای معادل:

الف) اگر به جسمی نیرو وارد نشود چنانچه ساکن باشد، ساکن می‌ماند و اگر در حرکت یکنواخت باشد به حرکت خود ادامه خواهد داد.

ب) اجسام تمایل دارند وضعیت سکون و یا حرکت یکنواخت روی خط راست خود را حفظ کنند، به این تمایل ذاتی اجسام به حفظ حالت اولیه «لختی یا اینرسی» گفته می‌شود.

**قانون دوم:** اگر به جسمی نیرو یا نیروهایی وارد شود، جسم شتابی می‌گیرد که مقدار این شتاب با برآیند نیروهای وارد بر جسم نسبت مستقیم و با جرم آن نسبت عکس دارد.

$$a = \frac{F_T}{m} \rightarrow F_T = ma$$

**نکته:** یکای نیرو طبق قانون دوم نیوتن  $\frac{\text{Kg.m}}{\text{s}^2}$  می‌باشد که در اصطلاح به آن نیوتن (N) گفته می‌شود.

**نکته:** چون جرم کمیتی نرده‌ای بوده و همواره مثبت است، بنابراین طبق قانون دوم نیوتن و حاصل ضرب عدد در بردار، شتاب و برآیند نیروهای وارد بر جسم هم جهت‌اند.

**سوال:** منظور از یک نیوتن چیست؟ یک نیوتن نیرویی است که اگر به جسمی به جرم یک کیلوگرم وارد شود، جسم شتابی به بزرگی  $1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  پیدا کند.

۱. اگر نیروهای وارد بر یک جسم در حال حرکت، متوازن باشند (برآیندشان صفر باشد)؛ (۹۸ - خ)

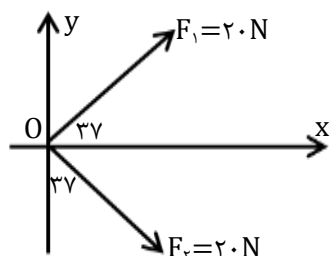
(۱) سرعت جسم ثابت می‌ماند.

(۲) حرکت جسم با شتاب ثابت تندشونده خواهد بود.

(۳) مسیر حرکت جسم ممکن است دایره‌ای یا سهمی باشد.

(۴) سرعت جسم در مسیر مستقیم کاهش می‌یابد تا متوقف شود.

۲. در شکل مقابل دو نیروی  $F_1$  و  $F_2$  در صفحه‌ی  $xOy$  بر نقطه‌ی  $O$  اثر می‌کنند. نیروی  $F_3$  در جهت مناسب بر نقطه‌ی  $O$  اثر می‌کند تا بریند این سه نیرو صفر شود. اندازه‌ی  $F_3$  را بیابید؟ (۸۸ - خ)



(۱) ۲۰

(۲) ۴۰

(۳)  $20\sqrt{2}$

(۴)  $40\sqrt{2}$

۳. نیروی خالص  $F$  به جسمی به جرم  $m_1$  شتاب  $12m/s^2$  و به جسمی به جرم  $m_2$  شتاب  $4m/s^2$  می‌دهد. اگر این نیرو به جسمی به جرم  $m_2 - m_1$  وارد شود، شتاب آن چند متر بر مربع ثانیه می‌شود؟ (۱۴۰۴ - اول)

$$(1) \quad 6$$

$$(2) \quad 8$$

$$(3) \quad 9$$

$$(4) \quad 10$$

نکته: اگر نیروی وارد بر جسمی بر حسب بردارهای یک‌ه‌ی  $i$  و  $j$  بیان شود، آنگاه خواهیم داشت:

$$\vec{\Sigma F} = \Sigma F_x \vec{i} + \Sigma F_y \vec{j} \Rightarrow \begin{cases} \Sigma F_x = ma_x \\ \Sigma F_y = ma_y \end{cases}$$

۴. فرض کنید بر جسمی به جرم  $5/0$  دو نیروی  $\vec{F}_1 = 3\vec{i} - 4\vec{j}$  و  $\vec{F}_2 = -2\vec{F}_1$  اثر می‌کند. بزرگی شتاب حرکت این جسم چقدر است؟ (۸۲)

$$(1) \quad 1$$

$$(2) \quad 5$$

$$(3) \quad 10$$

$$(4) \quad 15$$

۵. به جسمی به جرم  $5Kg$  نیروی  $\vec{F} = \vec{i} - \frac{1}{3}\vec{j}$  وارد می‌شود. اگر سرعت جسم در مبدا زمان  $\vec{V} = 2\vec{i} + \vec{j}$  باشد سرعت آن در لحظه  $t = 2S$  چند متر بر ثانیه است؟ (۸۵)

$$(1) \quad 6$$

$$(2) \quad 8$$

$$(3) \quad \sqrt{17}$$

$$(4) \quad \sqrt{37}$$

۶. دو نیروی  $\vec{F}_1 = 2\vec{i} - 5\vec{j}$  و  $\vec{F}_2 = \vec{F}_1$  به جسم  $1/5$  کیلو گرمی اثر می‌کنند و معادله شتاب حاصل در SI به صورت  $\vec{a} = 2\vec{i} - 4\vec{j}$  می‌شود. کدام  $\vec{F}_3$  کدام است؟ (۸۶)

$$(1) \quad \vec{i} + \vec{j}$$

$$(2) \quad \vec{i} - \vec{j}$$

$$(3) \quad 5\vec{i} - \vec{j}$$

$$(4) \quad 5\vec{i} + \vec{j}$$

۷. جسمی به جرم  $5$  تحت تاثیر سه نیروی  $\vec{F}_1 = -15\vec{i} + 8\vec{j}$ ،  $\vec{F}_2 = -21\vec{i} + 19\vec{j}$  و  $\vec{F}_3$  قرار گرفته و شتاب  $\vec{a} = -4\vec{i} + 3\vec{j}$  را پیدا کرده است. اندازه نیروی  $\vec{F}_3$  کدام است؟ (۸۹)

$$(1) \quad 4$$

$$(2) \quad 20$$

$$(3) \quad 28$$

$$(4) \quad 48$$

۸. فقط دو نیروی  $\vec{F}_1 = 2\vec{i} - 6\vec{j}$  و  $\vec{F}_2$  بر ذره‌ای وارد می‌شوند و این ذره با سرعت ثابت  $\vec{V} = 3\vec{i} + 4\vec{j}$  حرکت می‌کند. در این حالت نیروی  $\vec{F}_3$  کدام است؟ (۸۸ - خ)

$$(1) \quad \vec{i} + 2\vec{j}$$

$$(2) \quad -\vec{i} - 2\vec{j}$$

$$(3) \quad 2\vec{i} - 6\vec{j}$$

$$(4) \quad -2\vec{i} + 6\vec{j}$$

۹. سه نیرو هم‌زمان بر وزنه‌ای به جرم  $5\text{Kg}$  اثر می‌کنند. اگر بردار نیروها بر حسب نیوتن به صورت  $\vec{F}_1 = 20\vec{i} - 50\vec{j}$  و  $\vec{F}_2 = 10\vec{i} + 20\vec{j}$  و  $\vec{F}_3 = -10\vec{j}$  باشد، بزرگی شتاب حاصل از این نیروها چند متر بر مربع ثانیه خواهد بود؟ (۹۳- ر خ)

$$(1) \quad 5\sqrt{2}$$

$$(3) \quad 10\sqrt{2}$$

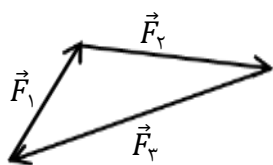
$$\frac{F_2}{F_1} = \left(\frac{m_2}{m_1}\right) \left(\frac{a_2}{a_1}\right)$$

نکته: برای دو حالت یا مقایسه خواهیم داشت:

۱۰. دو نیروی هم اندازه و هم جهت بر جسمی وارد شده و به آن شتاب  $6\text{m/s}^2$  می‌دهند. اگر این دو نیرو به طور عمودی بر جسم وارد شوند، شتاب جسم چند  $\text{m/s}^2$  می‌شد؟

۱۱. لوکوموتیوی به جرم  $m$  واگنی را که جرم آن  $5m$  می‌باشد با شتاب  $0.5\text{m/s}^2$  در ریل افقی می‌کشد. اگر  $\frac{1}{5}$  بار واگن تخلیه شود با همان نیرو با چه شتابی به راه می‌افتد؟

نکته: اگر به جسمی تعدادی نیرو وارد شود و جسم در حالت تعادل (ساکن) باشد، به این معناست که برآیند نیروهای وارد بر جسم صفر می‌باشد. سپس اگر ذکر شود که یکی از این نیروها حذف شده برآیند نیروهای باقی مانده قرینه‌ی نیروی حذف شده خواهد بود.



$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = 0$$

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{F}_T = -\vec{F}_3$$

۱۲. سه نیروی ۸ و ۱۲ و ۱۶ نیوتن با هم به جسمی به جرم ۴ کیلوگرم اعمال شده و جسم ساکن است. هرگاه نیروی ۶ نیوتن حذف شود جسم با چه شتابی بر حسب متر بر مجذور ثانیه حرکت می‌کند؟ (۸۴- ر)

$$(1) \quad 1/5$$

$$(3) \quad 2/5$$

۱۳. به یک جسم ۲ کیلوگرمی، هم‌زمان چهار نیرو با اندازه‌های ۲۰، ۱۵، ۱۰ و ۸ نیوتن وارد می‌شود و جسم به حالت تعادل قرار دارد. اگر فقط نیروی ۱۵ نیوتنی حذف شود و دیگر نیروها با همان اندازه و جهت اثر گذار باشند، تغییر سرعت جسم بعد از ۲ ثانیه چند متر بر ثانیه خواهد بود؟ (۸۵- ت خ)

$$(1) \quad 8$$

$$(3) \quad 15$$

مسائل ترکیب مکانیک و دینامیک

۱۴. اتومبیلی به جرم ۴ تن با سرعت  $20\text{m/s}$  روی سطح افقی در مسیر مستقیم حرکت می‌کند. این اتومبیل در اثر ترمز با شتاب ثابت در مدت ۴s متوقف می‌شود. نیروی ترمز چند نیوتن است؟ (۸۱- ت)

$$(1) \quad 20000$$

$$(3) \quad 8000$$

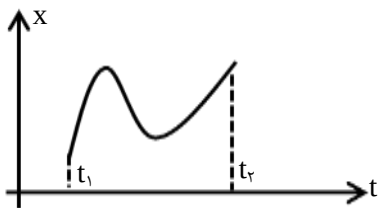


۱۵. معادله‌ی سرعت- زمان جسمی که در مسیر مستقیم حرکت می‌کند در SI به صورت  $V=3t^2-12t+8$  و معادله شتاب آن به صورت  $a=6t-12$  است. در لحظه‌ای که جهت برآیند نیروهای وارد بر جسم عوض می‌شود، بزرگی سرعت جسم چند متر بر ثانیه است؟ (۹۴-ر-خ)

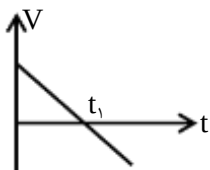
(۱) ۳ (۲) ۴

(۳) ۸ (۴) ۹

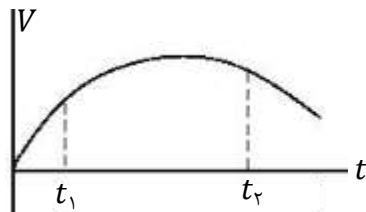
۱۶. نمودار مکان- زمان حرکت متحرکی بر روی خط راست به صورت شکل مقابل می‌باشد. در بازه‌ی زمانی  $t_1$  تا  $t_2$  نیروی وارد بر جسم چند بار تغییر جهت داده است؟



۱۷. اگر نمودار سرعت- زمان جسمی در مدت  $t_1$  به صورت مقابل باشد، نیروی وارد بر آن در این مدت چگونه تغییر می‌کند؟



۱۸. نمودار سرعت - زمان متحرکی که در مسیر مستقیم حرکت می‌کند، به صورت شکل زیر است. بزرگی نیروی خالص وارد بر این متحرک (برآیند نیروها) در بازه زمانی بین  $t_1$  تا  $t_2$  چگونه تغییر می‌کند؟ (۹۹-ر-خ)



(۱) پیوسته ثابت (۲) پیوسته افزایش

(۳) ابتدا افزایش سپس کاهش (۴) ابتدا کاهش سپس افزایش

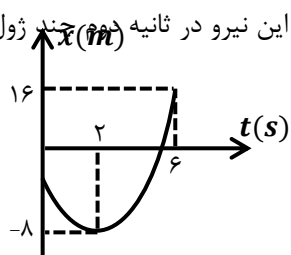
۱۹. نمودار مکان - زمان جسمی به جرم  $2/5 \text{ Kg}$  مطابق شکل است. نیروی خالص وارد بر این جسم چند نیوتن است؟ (نمودار قسمتی از یک سهمی است)

(۸۸-ر-خ)

(۱)  $\frac{10}{3}$  (۲)  $\frac{4}{3}$

(۳) ۳ (۴)  $7/5$

۲۰. به جسمی به جرم  $5 \text{ Kg}$  که روی یک سطح افقی بدون اصطکاک ساکن است، نیروی افقی  $F=2 \text{ N}$  وارد می‌شود. کار این نیرو در ثانیه  $t=6$  چند ژول است؟ (۹۷-ت-خ)

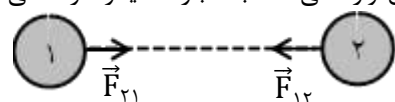


(۱)  $0/6$  (۲)  $1/2$

(۳)  $1/8$  (۴)  $2/4$

هرگاه جسمی به جسم دیگر نیرو وارد کند جسم دوم هم به جسم اول نیرویی برابر آن ولی در خلاف جهت آن وارد می‌کند. به عبارت دیگر هر عملی عکس العملی دارد.

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



۲۱. کدام گزینه در مورد نیروهای کنش و واکنش (عمل و عکس العمل) نادرست است؟

(۱) نقطه اثر این دو نیرو یکی نیست.

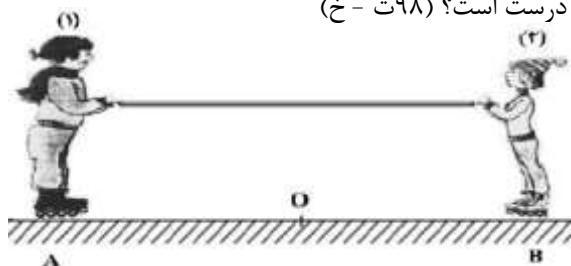
(۲) برآیند آنها همواره صفر است.

(۳) هر دو از یک نوع‌اند. مثلاً الکتریکی یا مغناطیسی یا ...

(۴) همواره در خلاف جهت هم‌اند.

۲۲. مطابق شکل زیر، دو نفر به جرم‌های  $m_1$  و  $m_2 = 0.5m_1$  روی یک سطح افقی با اصطکاک ناچیز قرار دارند. اگر در ابتدا به فاصله‌های مساوی از نقطه

O قرار داشته باشند و توسط طنابی هر یک دیگری را به سمت خود بکشد، کدامیک از موارد زیر درست است؟ (۹۸ ت - خ)



(۱) در نقطه O به یکدیگر می‌رسند.

(۲) بین O و B به یکدیگر می‌رسند.

(۳) بین O و A به یکدیگر می‌رسند.

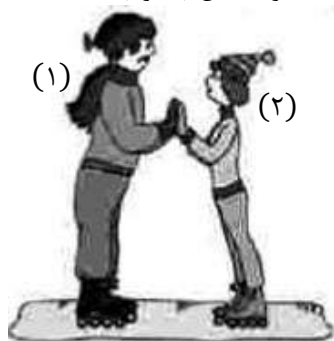
(۴)  $m_1$  ساکن می‌ماند و  $m_2$  به او می‌رسد.

۲۳. دو شخص به جرم‌های  $m_1$  و  $m_2 > m_1$  با کفش‌های چرخ‌دار در یک سالن مسطح و صاف روبه‌روی هم ایستاده‌اند. شخص اول با نیروی  $\vec{F}$ ، شخص

دوم را به طرف چپ هل می‌دهد و شخص دوم با نیروی  $\vec{F}'$ ، شخص اول را به طرف راست هل می‌دهد. اگر شتاب حرکت دو شخص  $\vec{a}_1$  و  $\vec{a}_2$  باشد، کدام

رابطه درست است؟ (۱۴۰۱ ت - خ)

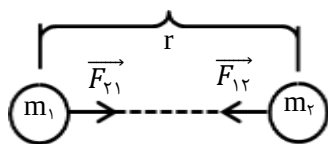
(۱)



$$\vec{a}_1 = \vec{a}_2 \text{ و } \vec{F} = \vec{F}' \quad (۲) \quad a_1 < a_2 \text{ و } \vec{F} = \vec{F}' \quad (۱)$$

$$a_1 > a_2 \text{ و } \vec{F} = -\vec{F}' \quad (۴) \quad \vec{a}_1 = -\vec{a}_2 \text{ و } \vec{F} = -\vec{F}' \quad (۳)$$

**الف) نیروی گرانشی (قانون گرانش نیوتن):** نیروی گرانشی که دو جسم به جرم‌های  $m_1$  و  $m_2$  بر یکدیگر وارد می‌کنند، با حاصل ضرب نیروها نسبت مستقیم و با مجذور فاصله‌ی آن دو نسبت عکس دارد. این نیرو همواره به صورت جاذبه می‌باشد.



$$\left. \begin{aligned} F &\propto m_1 m_2 \\ F &\propto \frac{1}{r^2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow F \propto \frac{m_1 m_2}{r^2} \Rightarrow F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

تذکر: در رابطه‌ی بالا  $G$  را ثابت جهانی گرانش می‌نامند و مقدار آن برابر با  $6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{Kg}^2$  می‌باشد.

۱. بین دو جسم  $A$  و  $B$  که جرمشان برابر است، نیروی گرانشی  $F$  برقرار است. اگر نصف جرم جسم  $A$  را به جسم  $B$  منتقل کرده و فاصله‌شان را از هم ۳ برابر کنیم، نیروی گرانشی چند برابر  $F$  می‌شود؟

۲. اگر فاصله‌ی بین زمین و ماه برابر  $r$  باشد، در چه فاصله‌ای از ماه جسمی اگر قرار داده شود، هیچ نیرویی به آن وارد نمی‌شود؟ (جرم زمین ۸۱ برابر جرم ماه است.)

۳. نقطه‌ای را بین کره‌ی ماه و کره‌ی زمین تصور کنید که اگر جسمی در آنجا قرار گیرد، نیروی خالصی که از طرف ماه و زمین بر آن جسم وارد می‌شود، برابر صفر باشد. فاصله آن نقطه تا مرکز زمین چند برابر فاصله نقطه تا مرکز کره‌ی ماه است؟ (جرم کره زمین را ۸۱ برابر جرم کره ماه فرض کنید)

(۹۸ - خ)

(۲) ۱۰

(۱) ۹

(۴) ۸۱

(۳) ۸۰

۴. جرم ماهواره‌ای  $200 \text{ kg}$  و فاصله آن از سطح زمین  $2600 \text{ km}$  است. نیروی گرانشی بین ماهواره و زمین چند نیوتن است؟

$$\left( G = 6.67 \times 10^{-11} \frac{\text{N.m}^2}{\text{kg}^2}, M_e = 5.98 \times 10^{24} \text{ kg}, R_e = 6400 \text{ km} \right) \text{ (۱۴۰۴ - اول)}$$

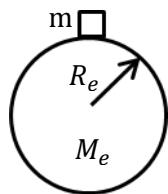
(۲) ۹۸۵

(۱) ۹۴۵

(۴) ۱۰۴۵

(۳) ۱۰۲۵

**ب) نیروی وزن:** نیروی گرانشی است که زمین به اجسام اطراف خود وارد می‌کند. نیروی وزن را با نماد  $W$  نمایش می‌دهند.



$$\left. \begin{aligned} F &= G \frac{m_1 m_2}{r^2} \Rightarrow F = G \frac{m M_e}{R_e^2} \Rightarrow \\ F &= \left( G \frac{M_e}{R_e^2} \right) m \\ g &= G \frac{M_e}{R_e^2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow F = mg \Rightarrow W = mg$$

نکته:  $g$  را در رابطه‌ی بالا شتاب گرانشی در سطح زمین می‌نامند و مقدار آن برابر با  $9.8 \text{ m/s}^2$  می‌باشد.

نکته: برای محاسبه‌ی شتاب گرانشی در سطح سیارات مختلف می‌توان با جایگذاری جرم و شعاع آن سیاره در رابطه‌ی زیر محاسبه نمود:

$$g = G \frac{M_{\text{سیاره}}}{R_{\text{سیاره}}^2}$$

۵. فرض کنید سیاره‌ای باشد که شعاع آن نصف شعاع زمین و جرم آن  $\frac{1}{4}$  جرم کره زمین باشد. شتاب گرانی در سطح آن سیاره چند برابر شتاب گرانی در سطح کره زمین خواهد شد؟ (۹۶ر)

- (۱)  $\frac{1}{4}$  (۲)  $\frac{1}{2}$  (۳) ۱ (۴) ۲

۶. شعاع سیاره‌ای دو برابر شعاع زمین و جرم آن نیز دو برابر جرم زمین است. وزن یک جسم یک کیلوگرمی بر روی این سیاره چند برابر وزن جسم یک کیلوگرمی روی زمین است؟ (۱۴۰۴ت - دوم)

- (۱)  $\frac{3}{2}$  (۲)  $\frac{1}{2}$  (۳) ۱ (۴) ۲

۷. جرم زمین ۸۰ برابر جرم ماه و شعاع زمین ۴ برابر شعاع ماه است. اگر شتاب گرانشی در سطح زمین  $980 \text{ cm/s}^2$  باشد، شتاب گرانشی در سطح ماه چند سانتیمتر بر مربع ثانیه است؟ (۱۴۰۴ت - خ)

- (۱) ۹۸ (۲) ۱۹۶ (۳) ۳۹۲ (۴) ۴۹۰

نکته: نیروی وزن وارد بر جسمی که در ارتفاع  $h$  از سطح زمین قرار دارد:

$$W = G \frac{M_e m}{r^2} \quad \left\{ \begin{array}{l} r = R_e + h \end{array} \right\} \Rightarrow W = G \frac{M_e m}{(R_e + h)^2}$$

$$g = G \frac{M_e}{(R_e + h)^2}$$

بنابراین شتاب گرانشی در ارتفاع  $h$  از سطح زمین برابر خواهد بود با:

نکته: برای مقایسه‌ی شتاب گرانشی زمین در دو نقطه از سطح زمین با ارتفاع‌های  $h_1$  و  $h_2$  از سطح زمین از رابطه‌ی زیر می‌توان استفاده نمود:

$$\frac{g_2}{g_1} = \left( \frac{R_e + h_1}{R_e + h_2} \right)^2$$

۸. چقدر از سطح زمین بالا برویم تا شتاب گرانشی نسبت به سطح زمین ۳۶٪ کاهش یابد؟

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۹. در نقطه‌ای که فاصله‌اش تا سطح زمین  $\pi$  برابر شعاع زمین است، شتاب گرانش  $0.25$  شتاب گرانش در روی زمین است،  $\pi$  کدام است؟ (۹۱ت - خارج)

۱۰. جرم فضاوردی  $80 \text{ Kg}$  است. اگر شتاب گرانش در سطح زمین  $9.8 \text{ m/s}^2$  و شعاع متوسط کره زمین  $6400 \text{ Km}$  باشد، وزن این فضاورد وقتی داخل سفینه‌ای است که در ارتفاع  $6400$  کیلومتری سطح زمین به دور آن می‌چرخد، چند نیوتن است؟ (۹۸ت)

(۱)  $800$

(۲)  $392$

(۳)  $196$

(۴) صفر

۱۱. در کدام فاصله از سطح زمین، شتاب گرانش در مقایسه با سطح زمین، ۹۹ درصد کاهش می‌یابد؟ ( $R_e$  شعاع زمین است). (۱۴۰۱ت)

(۱)  $100 R_e$

(۲)  $99 R_e$

(۳)  $10 R_e$

(۴)  $9 R_e$

۱۲. یک تلسکوپ فضایی در ارتفاع تقریبی  $1600$  کیلومتری از سطح زمین به دور زمین می‌چرخد. شتاب گرانشی در این فاصله چند متر بر مربع ثانیه است؟ ( $g = 9.8 \text{ m/s}^2$  و  $R_e = 6400 \text{ km}$ ) (۱۴۰۲ت - اول)

(۱)  $7/84$

(۲)  $7/825$

(۳)  $6/52$

(۴)  $6/272$

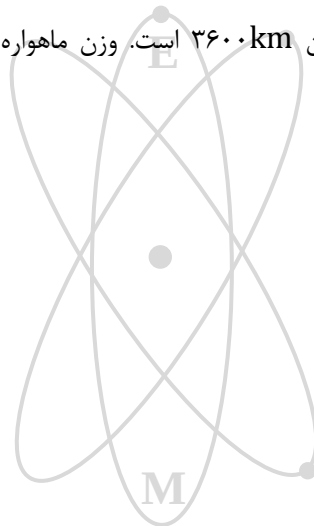
۱۳. جرم ماهواره‌ای  $250 \text{ kg}$  است و فاصله آن از سطح زمین  $3600 \text{ km}$  است. وزن ماهواره در این ارتفاع چند نیوتن است؟ ( $R_e = 6400 \text{ km}$ ) و  $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  (۱۴۰۳ت - دوم)

(۱) صفر

(۲)  $2500$

(۳)  $409/6$

(۴)  $1024$



**ج) نیروی مقاومت شاره: ( $f_D$ )** وقتی جسمی از ارتفاعی رها می‌شود یا به سمت بالا پرتاب می‌شود به دلیل برخورد با مولکولهای هوا نیرویی از طرف هوا در خلاف جهت حرکت جسم به آن وارد می‌شود که به این نیروی مقاومت هوا گفته می‌شود و آن را با نماد  $f_D$  نمایش می‌دهند. بزرگی نیروی مقاومت هوا به بزرگی سطح تماس جسم با مولکولهای هوا و تندی جسم بستگی دارد.

**الف) سطح تماس:** هر چه مساحت جسم بیشتر باشد، تعداد مولکولهایی که با جسم برخورد می‌کنند بیشتر شده پس نیروی مقاومت هوا افزایش می‌یابد.

**ب) تندی جسم:** هر چه تندی جسم بیشتر باشد، برخورد مولکولهای هوا با جسم شدیدتر شده و نیروی مقاومت هوا افزایش می‌یابد. در سرعتهای بالاتر نیروی مقاومت هوا با مجذور تندی نسبت مستقیم دارد.

**تندی حدی:** وقتی جسمی از ارتفاع  $h$  رها می‌شود، لحظه به لحظه به تندی آن افزوده می‌شود. از طرفی در قسمت قبل بیان شده که نیروی مقاومت هوا با تندی جسم نسبت مستقیم دارد. پس با افزایش تندی جسم مقدار نیروی مقاومت هوا نیز افزایش می‌یابد تا زمانی که برابر نیروی وزن جسم شود. از این لحظه به بعد حرکت جسم به طور یکنواخت با سرعتی موسوم به سرعت حدی خواهد بود. پس برای محاسبه سرعت حدی یک جسم خواهیم داشت:

$$f_D = mg$$

۱. حرکت یک چتربازی که از ارتفاع نسبتاً زیاد از یک بالگرد تقریباً ساکن به بیرون می‌پرد را بررسی کنید.

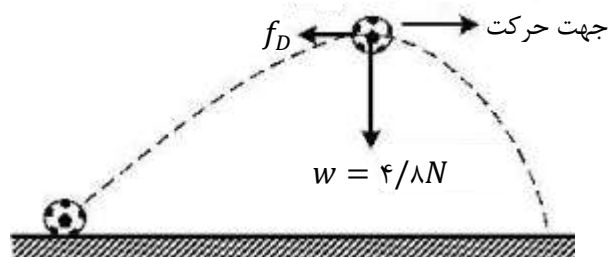
۲. دو گلوله با جرم‌های  $m_1$  و  $m_2 = 3m_1$  از ارتفاع  $h$  نسبت به سطح زمین رها می‌شوند. تندی برخورد گلوله‌ها به سطح زمین را در هر یک از حالات زیر با یکدیگر مقایسه کنید.

الف) با صرف نظر کردن از نیروی مقاومت هوا

ب) با در نظر گرفتن نیروی مقاومت هوا



۳. شکل زیر، نیروهای وارد بر توپی را در بالاترین نقطه مسیرش نشان می‌دهد که در آن  $f_D$  نیروی مقاومت هوا و  $W$  وزن توپ است. اگر بزرگی شتاب در این لحظه  $\frac{65}{6} \frac{m}{s^2}$  باشد،  $f_D$  چند نیوتن است؟ (۹۹ ر)



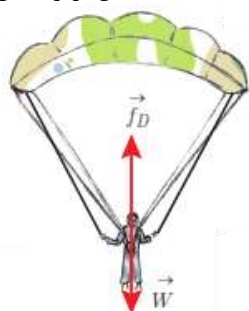
(۱) ۱

(۲) ۱/۵

(۳) ۲

(۴) ۲/۵

۴. در شکل زیر، چتربازی مدتی پس از یک پرش آزاد، چترش را باز می‌کند و ناگهان مقاومت هوا افزایش می‌یابد. از این لحظه به بعد، تا قبل از رسیدن چترباز به تندی حدی، کدام مورد، درباره حرکت چترباز درست است؟ (۱۴۰۰ ت - خ)

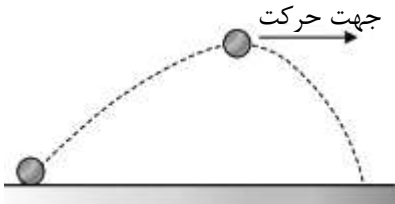


(۱) تندی و شتاب افزایش می‌یابد. (۲) تندی افزایش و شتاب ثابت می‌ماند.

(۳) تندی و شتاب کاهش می‌یابد. (۴) تندی افزایش و شتاب کاهش می‌یابد.

۵. شکل زیر توپی را نشان می‌دهد که از سطح افقی زمین به صورت مایل و رو به بالا پرتاب شده است. اگر اندازه شتاب توپ را در نقطه اوج با  $a_{\text{اوج}}$  و اندازه

شتاب توپ کمی قبل از رسیدن به نقطه اوج را با  $a$  نشان دهیم و  $g$  اندازه شتاب گرانشی باشد، کدام مورد درست است؟ (۱۴۰۴ ت – اول)



$$a_{\text{اوج}} > g > a \quad (۲)$$

$$a > a_{\text{اوج}} > g \quad (۱)$$

$$a > g > a_{\text{اوج}} \quad (۴)$$

$$a_{\text{اوج}} > a > g \quad (۳)$$

۶. دو گوی هم‌اندازه  $A$  و  $B$  را که جرم یکی دو برابر دیگری است ( $m_A = 2m_B$ ) از بالای برجی به ارتفاع  $h$  به طور همزمان رها می‌کنیم. با فرض اینکه

نیروی مقاومت هوا در طی حرکت دو گوی ثابت و یکسان باشد، به ترتیب، تندی برخورد کدام گوی با زمین بیشتر است، و کدام گوی زودتر به زمین می-

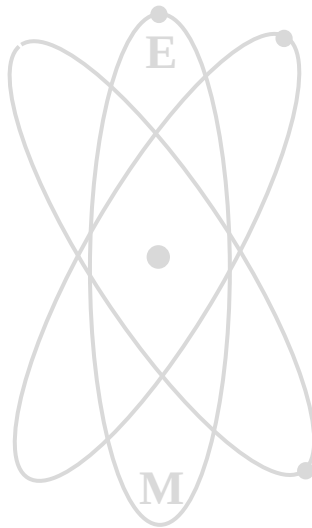
رسد؟ (۱۴۰۴ ر – خ)

$$A \text{ و } A \quad (۲)$$

$$B \text{ و } B \quad (۱)$$

$$B \text{ و } A \quad (۴)$$

$$A \text{ و } B \quad (۳)$$



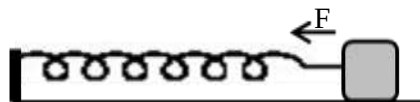
د) نیروی کشسانی فنر: اگر فنر کشیده شود یا فشرده شود، فنر متمایل است که به حالت عادی خود بازگردد، به این نیروی کشسانی فنر گفته می‌شود. بزرگی این نیرو با تغییر طول فنر ( $\Delta x$ ) و ثابت فنر ( $K$ ) نسبت مستقیم دارد. جهت این نیرو همواره در خلاف جهت جابه‌جایی است، به همین دلیل به

$$F = K\Delta x$$

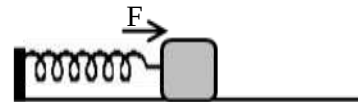
این نیرو نیروی بازگرداننده گفته می‌شود.



فنر در حالت آزاد است



فنر کشیده شده است



فنر فشرده شده است

نکته: ثابت فنر به عواملی مثل اندازه، شکل و ساختار ماده‌ای که فنر از آن ساخته شده (جنس فنر) بستگی دارد.

### فنر آویزان از سقف آسانسور:

۱. وزنه‌ای توسط یک نیروسنج از سقف یک آسانسور آویزان است. در حالت اول آسانسور با شتاب  $2\text{ m/s}^2$  تندشونده بالا می‌رود و نیروسنج  $F_1$  را نشان می‌دهد. در حالت دوم آسانسور با شتاب  $2\text{ m/s}^2$  تندشونده پایین می‌رود و نیروسنج  $F_2$  را نشان می‌دهد. نسبت  $\frac{F_2}{F_1}$  چقدر است؟ (۹۶ - خ)

$$\frac{5}{4} \quad (1)$$

$$\frac{2}{3} \quad (2)$$

$$2 \quad (3)$$

$$4 \quad (4)$$

۲. وزنه‌ای به جرم  $2\text{ kg}$  را به فنر سبکی به طول  $40\text{ cm}$  که از سقف آسانسور ساکنی آویزان است، وصل می‌کنیم. بعد از رسیدن وزنه به حالت تعادل، فاصله آن از کف آسانسور به  $140\text{ cm}$  است. اگر آسانسور با شتاب ثابت  $2\text{ m/s}^2$  رو به بالا شروع به حرکت کند، فاصله وزنه از کف آسانسور به  $136\text{ cm}$  می‌رسد. ثابت فنر چند نیوتن بر سانتیمتر است؟ (۹۹ - خ)

$$\frac{2}{3} \quad (1)$$

$$1 \quad (2)$$

$$\frac{2}{2} \quad (3)$$

$$2 \quad (4)$$

۳. فنر سبکی با ثابت  $200\text{ N/m}$  به سقف آسانسور بسته شده و از آن وزنه  $m=5\text{ kg}$  آویزان است و آسانسور با شتاب رو به پایین  $2\text{ m/s}^2$  پایین می‌آید و طول فنر  $L_1$  است. وقتی این آسانسور با شتاب  $1\text{ m/s}^2$  کندشونده پایین می‌آید، طول فنر  $L_2$  می‌شود. اختلاف  $L_1$  و  $L_2$  چند سانتیمتر است؟ (۱۴۰۰ ر)

$$15 \quad (1)$$

$$7/5 \quad (2)$$

$$5 \quad (3)$$

$$2/5 \quad (4)$$

۴. وزنه‌ای به جرم  $m$  را به یک فنر که ثابت آن  $k=200\text{ N/m}$  و طول آن  $50\text{ cm}$  است، می‌بندیم و از سقف یک آسانسور ساکن آویزان می‌کنیم. وقتی وزنه ساکن می‌شود، طول فنر به  $65\text{ cm}$  می‌رسد. آسانسور با چه شتابی بر حسب متر بر مربع ثانیه حرکت کند که طول فنر به  $60\text{ cm}$  برسد؟ (۱۴۰۰ ت)

$$\vec{a} = -\frac{1}{3}\vec{j} \quad (1)$$

$$\vec{a} = \frac{1}{3}\vec{j} \quad (2)$$

$$\vec{a} = -\frac{2}{3}\vec{j} \quad (3)$$

$$\vec{a} = \frac{2}{3}\vec{j} \quad (4)$$



۵. جسمی به وزن  $8N$  را به فنری به طول  $20\text{ cm}$  و ثابت  $k=2N/cm$  می‌بندیم و از سقف آسانسور آویزان می‌کنیم. در مدتی که آسانسور رو به بالا با شتاب  $2\text{ m/s}^2$  در حال توقف است، طول فنر به چند سانتیمتر می‌رسد؟ (۱۴۰۰ ت - خ)

(۱)  $20/8$  (۲)  $16/8$

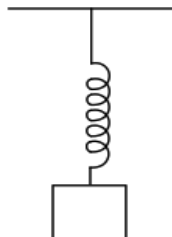
(۳)  $27/2$  (۴)  $23/2$

۶. وزنه‌ای را به انتهای فنر سبکی به طول  $26\text{ cm}$  بسته و از سقف یک آسانسور آویزان می‌کنیم. ثابت فنر در SI برابر  $200$  است. آسانسور از حالت سکون با شتاب  $1\text{ m/s}^2$  رو به پایین شروع به حرکت می‌کند و در این شرایط طول فنر به  $35\text{ cm}$  می‌رسد. جرم وزنه، چند کیلوگرم است؟ (۱۴۰۱ ت - خ)

(۱)  $2$  (۲)  $1/5$

(۳)  $1$  (۴)  $0/5$

۷. در شکل زیر، وقتی وزنه  $4\text{ kg}$  را به فنر آویزان می‌کنیم، طول فنر به  $12\text{ cm}$  می‌رسد و وقتی وزنه  $5\text{ kg}$  را به فنر آویزان می‌کنیم، طول فنر به  $13\text{ cm}$  می‌رسد. ثابت فنر چند نیوتن بر سانتیمتر است؟ (۱۴۰۳ ت - خ)



(۱)  $40$  (۲)  $30$

(۳)  $20$  (۴)  $10$

۸. فنری به جرم ناچیز به طول  $30\text{ cm}$  و ثابت  $400\text{ N/m}$  از سقف آسانسوری آویزان است. اگر وزنه  $2\text{ kg}$  را از فنر آویزان کنیم و آسانسور با شتاب رو به پایین  $2\text{ m/s}^2$  حرکت کند، طول فنر به چند سانتیمتر می‌رسد؟ (۱۴۰۳ ت - اول)

(۱)  $26$  (۲)  $28$

(۳)  $32$  (۴)  $34$

۹. فنری به طول  $42\text{ cm}$  را به سقف آسانسور می‌بندیم و از انتهای آن وزنه  $3$  کیلوگرمی آویزان می‌کنیم. اگر ثابت فنر  $400\text{ N/m}$  باشد و آسانسور با شتاب ثابت رو به پایین  $2\text{ m/s}^2$  در حرکت باشد، طول فنر در این شرایط چند سانتیمتر است؟ (۱۴۰۲ ر - خ)

(۱)  $49$  (۲)  $51$

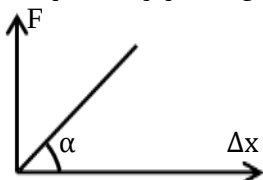
(۳)  $48$  (۴)  $46$

۱۰. وزنه‌ای توسط نیروسنج از سقف آسانسور آویزان است. در حالت سکون نیروسنج  $8$  نیوتن را نشان می‌دهد. اگر آسانسور با شتاب رو به پایین  $2/5\text{ m/s}^2$  حرکت کند، نیروسنج چند نیوتن را نشان می‌دهد؟ (۱۴۰۴ ر - خ)

(۱)  $10/5$  (۲)  $8$

(۳)  $6$  (۴)  $2$

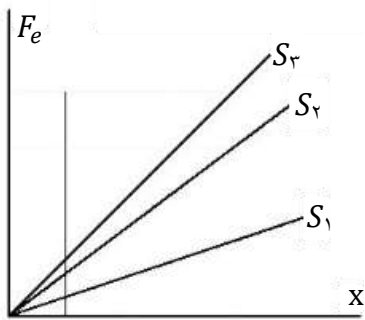
نکته: (نمودار نیروی فنر بر حسب تغییر طول آن  $(\Delta x)$ )! این نمودار به صورت خطی راست می‌باشد، به طوری که شیب این خط برابر ثابت فنر  $(K)$  می‌باشد.



$$\text{شیب خط} = \tan \alpha = K$$

۱۱. شکل زیر، تغییرات نیروی کشسانی سه فنر را بر حسب تغییر طول آنها نشان می‌دهد. اگر نیروی کشسانی  $F_e = 30 \text{ N}$  طول فنر  $S_2$  را  $4 \text{ cm}$  افزایش

دهد، طول فنرهای  $S_1$  و  $S_3$  را به ترتیب چند سانتیمتر افزایش می‌دهد؟ (۱۴۰۰)

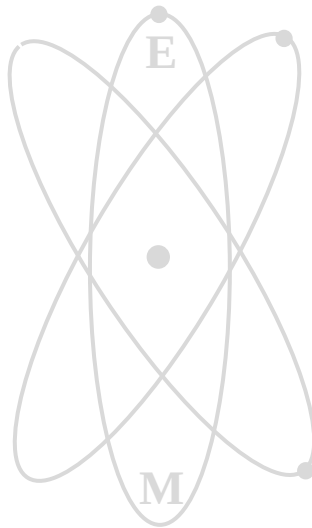


(۲) ۶ و ۲

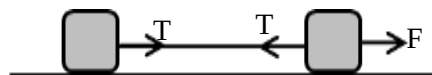
(۱) ۳ و ۶

(۴) ۹ و ۳

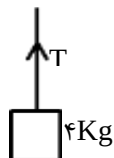
(۳) ۸ و ۲



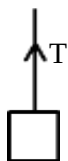
ه) نیروی کشش نخ: (T) نیرویی که نخ به اجسام دو سر خودش وارد می‌کند، نیروی کشش نخ نامیده می‌شود. اندازه‌ی نیروی T به سایر نیروهای وارد بر جسم بستگی دارد. در نخ سبک نیروی کشش دو سر با هم برابر است. اگر جسم به یک نیرو سنج متصل باشد، نیروی کشش نخ را نشان می‌دهد.



۱. در شکل مقابل حداکثر نیروی قابل تحمل نخ  $30\text{ N}$  است. وزنه را حداقل با چه شتابی تند شونده پایین بیاوریم تا نخ پاره نشود؟



۲. اگر در شکل مقابل اندازه‌ی نیروی کشش نخ  $\frac{1}{3}$  وزن جسم باشد، اندازه‌ی شتاب حرکت جسم چند برابر شتاب گرانش است؟ (۸۹-خ)



$$\frac{1}{2} \quad (1)$$

$$\frac{2}{3} \quad (3)$$

$$\frac{3}{2} \quad (4)$$

$$\frac{1}{3} \quad (2)$$

۳. وزنه‌ای به جرم  $200\text{ g}$  توسط نخ سبکی از سقف اتومبیلی آویخته شده است. اتومبیل در یک جاده‌ی افقی و در مسیر مستقیم، با شتاب ثابت  $7/5\text{ m/s}^2$  در حال حرکت است. کشش نخ چند نیوتن است؟ (۹۱-خارج)

$$3/75 \quad (1)$$

$$2 \quad (3)$$

$$1/5 \quad (4)$$

$$2/5 \quad (2)$$

۴. وزنه‌ای به جرم  $2\text{ Kg}$  را با طناب سبکی با شتاب  $2\text{ m/s}^2$  تندشونده بالا رو به بالا می‌کشیم. اگر نیروی کشش طناب را دو برابر کنیم، شتاب حرکت جسم چند برابر می‌شود؟ (۹۹)

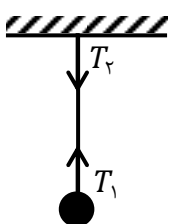
$$14 \quad (1)$$

$$4 \quad (3)$$

$$7 \quad (2)$$

$$2 \quad (4)$$

۵. گلوله‌ای توسط یک نخ آویزان است. کدام مورد زیر، نادرست است؟ (از وزن نخ صرف نظر شود) (۱۴۰۲ ت - اول)



(۱) نیروهای  $T_1$  و  $T_2$  هم‌اندازه‌اند.

(۲) واکنش نیروی  $T_2$  به نخ وارد می‌شود.

(۳) واکنش نیروی  $T_1$  به نخ وارد می‌شود.

(۴) نیروهای  $T_1$  و  $T_2$ ، کنش و واکنش‌اند.

۶. جسمی از نخ آویزان است و با شتاب روبه پایین  $0/8\text{ g}$  در راستای قائم حرکت می‌کند. بزرگی نیروی کشش نخ چند برابر وزن جسم است؟

$$\frac{9}{5} \quad (1)$$

$$\frac{4}{5} \quad (3)$$

$$\frac{6}{5} \quad (2)$$

$$\frac{1}{5} \quad (4)$$

(۱۴۰۳ ر - اول)

۷. جرم آسانسوری  $1000 \text{ kg}$  است و آسانسور رو به پایین در حال حرکت است. در لحظه‌ای که تندی آسانسور  $6 \text{ m/s}$  است، تحت شتاب ثابتی قرار می‌گیرد و پس از طی مسافت  $18$  متر می‌ایستد. در این حرکت، نیروی کشش کابل نگهدارنده آسانسور، چند نیوتن بوده است؟ ( $1404$  ت - خ)

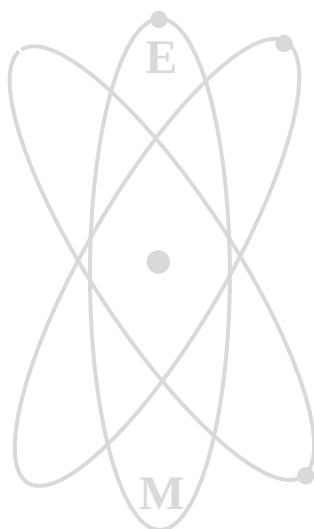
$$(1) 9 \times 10^3 \quad (2) 1 \times 10^4$$

$$(3) 1/1 \times 10^4 \quad (4) 1/2 \times 10^4$$

۸. جسمی به جرم  $50 \text{ kg}$  را می‌خواهیم با طنابی پایین بیاوریم. بیشینه نیروی کششی که طناب می‌تواند تحمل کند،  $430 \text{ N}$  است. جسم را در راستای قائم با شتاب چند متر بر مربع ثانیه پایین بیاوریم تا طناب در آستانه پاره شدن باشد؟ ( $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ ) ( $1404$  ر - اول)

$$(1) 8/6 \quad (2) 4/3$$

$$(3) 2/4 \quad (4) 1/2$$



(و) **نیروی عمودی تکیه‌گاه:** ( $N$ ) وقتی جسمی به جسم دیگر تکیه می‌کند، از طرف تکیه‌گاه نیرویی در امتداد عمود بر سطح تماس به آن وارد می‌شود، به این نیرو نیروی عمودی تکیه‌گاه گفته می‌شود که جهت آن از سطح به طرف جسم است. نیروی عمودی تکیه‌گاه ناشی از تغییر شکل سطح تماس دو جسم است.

### (طریقه‌ی محاسبه‌ی نیروی عمودی تکیه‌گاه)

(۱) ابتدا تمام نیروهای وارد بر جسم را رسم می‌کنیم.

(۲) با استفاده از قانون دوم نیوتن اندازه نیروی عمودی سطح را محاسبه می‌کنیم.

### جسم واقع در کف آسانسور:

۱. شخصی به وزن  $600\text{ N}$  درون آسانسوری روی یک ترازوی فتری ایستاده است و ترازو عدد  $480\text{ N}$  را نشان می‌دهد. شتاب آسانسور چند متر بر مجذور ثانیه و به کدام جهت است؟ (۸۶-ر-خ)

(۱) ۲، پایین

(۲) ۲، بالا

(۳) ۰/۵، پایین

(۴) ۰/۵، بالا

۲. شخصی به جرم  $80\text{ Kg}$  درون آسانسوری قرار دارد. در لحظه‌ای که آسانسور با شتاب ثابت  $2\text{ m/s}^2$  تندشونده رو به پایین حرکت می‌کند، نیرویی که از طرف شخص به آسانسور وارد می‌شود، چند نیوتن است؟ (۹۳-ر)

(۱) ۹۶۰

(۲) ۸۰۰

(۳) ۱۶۰

(۴) ۶۴۰

۳. در کف یک آسانسور باسکولی نصب شده است. در یک حرکت، باسکول وزن شخص را بیش از حالت سکون نشان داده است. آن حرکت چگونه است؟

(۱) الزاما تندشونده به طرف بالا

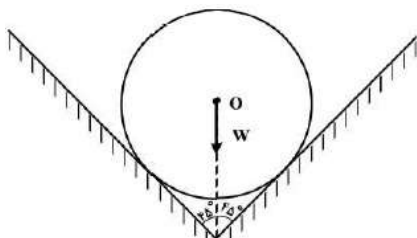
(۲) تندشونده به طرف بالا یا کندشونده به طرف پایین

(۹۸-ر)

(۳) الزاما تندشونده به طرف پایین

(۴) کندشونده به طرف بالا یا تندشونده به طرف پایین

۴. در شکل زیر کره‌ای همگن به جرم  $5\text{ Kg}$  درون یک ناوه‌ی بدون اصطکاک قرار دارد. این جسم به هر یک از دیواره‌ها، نیروی چند نیوتن را وارد می‌کند؟



(۹۸-ر-خ)

(۱) ۲۰

(۲) ۲۵

(۳)  $25\sqrt{2}$

(۴)  $50\sqrt{2}$

۵. جسمی به جرم  $5\text{ Kg}$  کف آسانسوری قرار دارد. وقتی آسانسور با شتاب روبه‌بالای  $2\text{ m/s}^2$  به سمت بالا می‌رود، نیرویی که از طرف جسم بر کف آسانسور وارد می‌شود  $N$  است و وقتی با شتاب  $2\text{ m/s}^2$  به سمت پایین می‌رود، نیروی وارد بر کف آسانسور  $N'$  است. اختلاف  $N$  و  $N'$  چند نیوتن است؟

(۱) صفر

(۲) ۱۰

(۹۸-ر-خ)

(۳) ۲۰

(۴) ۴۰

۶. شخصی به جرم  $60\text{ Kg}$  درون آسانسوری روی ترازوی فنری قرار دارد. در حالت اول آسانسور با شتاب ثابت  $a$  رو به بالا شروع به حرکت می‌کند و در حالت دوم آسانسور با شتاب ثابت  $2a$  رو به پایین شروع به حرکت می‌کند. اختلاف عددی که ترازوی فنری در این دو حالت نشان می‌دهد،  $270\text{ N}$  است.  $A$  چند متر بر مربع ثانیه است؟ ( $1400$  ر - خ)

(۲) ۲

(۱) ۳

(۴)  $0.75$ (۳)  $1/5$ 

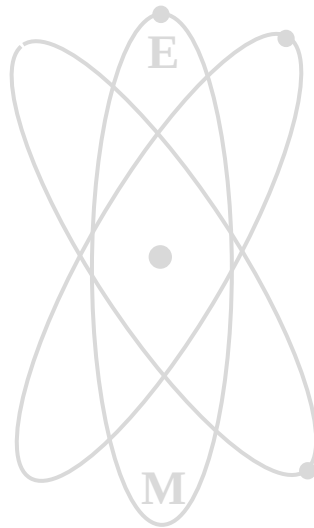
۷. شخصی درون آسانسوری ساکن، روی یک ترازوی فنری ایستاده است و در این حالت ترازو عدد  $600\text{ N}$  را نشان می‌دهد. اگر آسانسور با شتاب روبه‌بالای  $2\text{ m/s}^2$  در حال حرکت باشد و کابل آسانسور پاره شود و آسانسور سقوط آزاد کند، عددی که ترازو نشان می‌دهد، چند نیوتن است؟ ( $1403$  ت - خ)

(۲) ۳۸۰

(۱) صفر

(۴) ۷۲۰

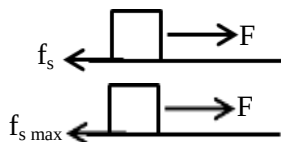
(۳) ۶۰۰



(ز) **نیروی اصطکاک:** در سطح تماس دو جسم به هر یک از آنها نیرویی از طرف دیگری وارد می‌شود، که با حرکت دو جسم نسبت به هم مخالفت می‌کند. به این نیروی اصطکاک گفته می‌شود، و راستای این نیروها موازی سطح تماس دو جسم بایکدیگر است. اگر دو جسم نسبت به هم ساکن بمانند، نیروی اصطکاک بین آنها از نوع ایستایی ( $f_s$ ) می‌باشد و اگر دو جسم نسبت به هم بلغزند، نیروی اصطکاک بین آنها از نوع جنبشی ( $f_k$ ) است.

**نکته:** جهت نیروی اصطکاک هم می‌تواند در جهت حرکت باشد (راه رفتن انسان بر روی زمین) و هم در خلاف جهت حرکت (کشیدن جسمی روی سطح).

**چگونگی تشخیص به حرکت درآمدن جسم ساکن:**

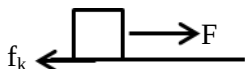


(۱) اگر  $F < f_{smax}$  باشد آنگاه جسم ساکن می‌ماند و اصطکاک از نوع ایستایی است. ( $f_s = F$ )

(۲) اگر  $F = f_{smax}$  باشد آنگاه جسم در آستانه‌ی حرکت قرار می‌گیرد. ( $f_{smax} = \mu_s N$ )

جسم در آستانه حرکت هنوز حرکت ندارد و ساکن است.

(۳) اگر  $F = f_{smax}$  و به جسم ضربه‌ی کوچکی زده شود یا اگر  $F > f_{smax}$  باشد، آنگاه جسم شروع به حرکت می‌کند و اصطکاک از نوع جنبشی است. ( $f_k = \mu_k N$ )



**نکته:**  $\mu_s > \mu_k$  بنابراین  $f_{smax} > f_k$  و همچنین ضریب اصطکاک بین دو جسم به جنس سطح دو جسم و زبری و نرمی آنها بستگی دارد و به مساحت سطح تماس دو جسم با یکدیگر بستگی ندارد.

۱. جسمی به جرم  $6\text{ Kg}$  روی یک سطح افق قرار دارد. اگر به جسم نیروی افقی  $24\text{ N}$  وارد کنیم، شتاب حرکت  $\frac{3}{5}\text{ m/s}^2$  می‌شود. ضریب اصطکاک لغزشی بین سطح و جسم کدام است؟ (۸۱)

(۱) ۰/۱ (۲) ۰/۲

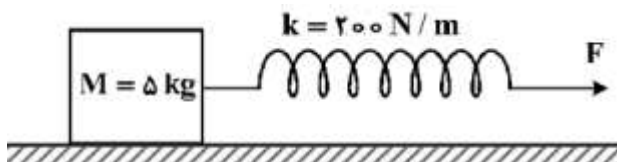
(۳) ۰/۲۵ (۴) ۰/۵

۲. فنری با ثابت  $50\text{ N/m}$  را به وزنه‌ای به جرم  $5\text{ kg}$  بسته‌ایم و آن را با سرعت ثابت، روی یک سطح افقی می‌کشیم. اگر فنر در حالت کشش بوده و  $10\text{ cm}$  افزایش طول پیدا کرده باشد، ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح چقدر است؟ (۸۵)

(۱) ۰/۱ (۲) ۰/۲

(۳) ۰/۳ (۴) ۰/۴

۳. جسمی روی یک سطح افقی تحت تاثیر نیروی افقی  $F$  با سرعت ثابت کشیده می‌شود. اگر افزایش طول فنر در ضمن حرکت  $5$  سانتیمتر باشد، ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح کدام است؟ (۹۸)



(۱) ۰/۲ (۲) ۰/۲۵

(۳) ۰/۳ (۴) ۰/۴

۴. وزنه‌ای به جرم  $2\text{ Kg}$  را به انتهای فنری به طول  $30\text{ cm}$  می‌بندیم و آن را بار اول با شتاب رو به بالای  $2\text{ m/s}^2$  در راستای قائم رو به بالا می‌بریم و طول فنر به  $42\text{ cm}$  می‌رسد. بار دیگر این وزنه را به همین فنر بسته و آن را روی سطح افقی در راستای افق با شتاب  $2\text{ m/s}^2$  به حرکت درمی‌آوریم، اگر در این حالت طول فنر به  $36\text{ cm}$  برسد، ضریب اصطکاک جنبشی جسم با سطح افقی چقدر است؟ (۹۹)

(۱) ۰/۲ (۲) ۰/۳

(۳) ۰/۴ (۴) ۰/۵

۵. در شکل زیر، طول اولیه فنر  $40\text{ cm}$  و ثابت فنر  $400\text{ N/m}$  است. نیروی  $F$  را به آرامی افزایش می‌دهیم، وقتی طول فنر به  $47/5\text{ cm}$  می‌رسد، جسم شروع به حرکت می‌کند و در ادامه اگر طول فنر را همان  $47/5\text{ cm}$  نگه داریم (نیروی  $F$  ثابت بماند)، جسم با شتاب ثابت  $2\text{ m/s}^2$  به حرکت خود ادامه می‌دهد. نسبت ضریب اصطکاک ایستایی به ضریب اصطکاک جنبشی، کدام است؟ (۱۴۰۲ - خ)



$$(1) \frac{6}{5}$$

$$(2) \frac{5}{4}$$

$$(3) \frac{4}{3}$$

$$(4) \frac{3}{2}$$

۶. وزنه‌ای به جرم  $m$  را به انتهای فنری که از سقف آویزان است، می‌بندیم و طول فنر  $10\text{ cm}$  افزایش می‌یابد. اگر به همین فنر وزنه‌ای به جرم  $M$  را ببندیم و آن را روی سطح افقی که ضریب اصطکاک جنبشی آن  $0/2$  است، با تندی ثابت بکشیم، افزایش طول فنر  $2\text{ cm}$  می‌شود.  $\frac{M}{m}$  کدام است؟ (۱۴۰۲ - ت دوم)

$$(1) 5$$

$$(2) \frac{1}{5}$$

$$(3) 1$$

$$(4) \frac{1}{2}$$

۷. اتومبیلی در مسیرافقی با سرعت  $54\text{ km/h}$  در حرکت است راننده ترمز می‌کند اگر ضریب اصطکاک جنبشی بین جاده و لاستیک  $0/2$  باشد اتومبیل پس از طی چند متر متوقف می‌شود؟ (۸۷ر)

$$(1) 56$$

$$(2) 62$$

$$(3) 112$$

$$(4) \text{جرم اتومبیل باید معلوم باشد}$$

۸. دو وزنه  $A$  و  $B$  با سرعت اولیه یکسان مماس بر یک سطح افقی پرتاب می‌شوند. اگر جرم وزنه  $A$  نصف جرم وزنه  $B$  و ضریب اصطکاک آن دو برابر ضریب اصطکاک وزنه  $B$  باشد، مسافتی که وزنه  $A$  طی می‌کند تا بایستد، چند برابر مسافتی است که وزنه  $B$  طی می‌کند تا بایستد؟ (۹۵ر)

$$(1) 0/5$$

$$(2) 1$$

$$(3) \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$(4) 2$$

۹. راننده خودرویی که با تندی  $54\text{ km/h}$  در مسیر مستقیم در حرکت است، ناگهان ترمز می‌کند و خودرو با به جا گذاشتن خط ترمزی به طول  $22/5$  متر می‌ایستد. ضریب اصطکاک جنبشی بین لاستیک‌ها و جاده چقدر است؟ (۱۴۰۲ - اول)

$$(1) 0/6$$

$$(2) 0/5$$

$$(3) 0/4$$

$$(4) 0/3$$

۱۰. راننده خودرویی که در یک روی بارانی با سرعت  $36\text{ km/h}$  در حرکت است، با دیدن مانعی ترمز می‌کند و بعد از طی مسافت  $10\text{ m}$  می‌ایستد. اگر جرم خودرو  $1600\text{ kg}$  باشد، نیروی اصطکاک بین لاستیک‌ها و سطح جاده چند نیوتن است؟ (۱۴۰۳ - اول)

$$(1) 3200$$

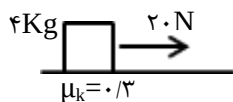
$$(2) 4000$$

$$(3) 6400$$

$$(4) 8000$$



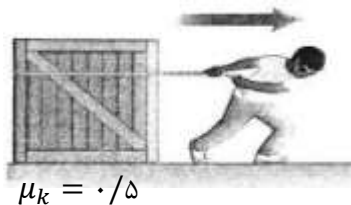
۱۱. در شکل مقابل جسم از حال سکون در مسیر افقی و در لحظه‌ی  $t=0$  تحت تاثیر نیروی ثابت به حرکت درمی‌آید و بعد از ۳ ثانیه نخ بسته شده به جسم پاره می‌شود. کل مسافتی که جسم از شروع حرکت تا لحظه‌ی ایستادن طی می‌کند، چند متر است؟ (۸۷- خارج)



(۱) ۹ (۲) ۱۲

(۳) ۱۵ (۴) ۱۸

۱۲. مطابق شکل زیر، شخصی با نیروی افقی  $550\text{ N}$  جعبه‌ای به جرم  $100\text{ Kg}$  را از حال سکون به حرکت درمی‌آورد و پس از ۴ s طناب پاره می‌شود. مسافتی که جعبه از شروع حرکت تا توقف طی می‌کند، چند متر است؟ (۹۹ ت)



(۱) ۲/۲ (۲) ۲/۴

(۳) ۴/۲ (۴) ۴/۴

۱۳. چوب مکعب شکلی به جرم  $5\text{ Kg}$  را به نخ بسته و با نیروی ثابت و افقی  $15\text{ N}$  روی سطح افقی می‌کشیم و از حال سکون به حرکت درمی‌آوریم و بعد از ۲ ثانیه نخ پاره می‌شود. اگر ضریب اصطکاک جنبشی  $0.2$  باشد، کل مسافتی که چوب از ابتدای حرکت تا لحظه ایستادن طی می‌کند، چند متر است؟ (۱۴۰۰ ر)

(۱) ۱/۵ (۲) ۲

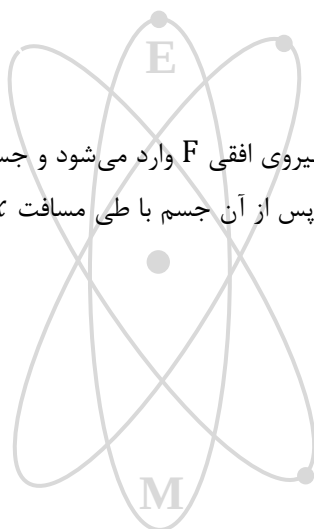
(۳) ۲/۵ (۴) ۳

۱۴. مطابق شکل به جسمی روی سطح افقی دارای اصطکاک، نیروی افقی  $F$  وارد می‌شود و جسم از حال سکون شروع به حرکت می‌کند. پس از آنکه به اندازه  $\Delta x$  جابه‌جا شد، نیروی  $F$  در یک لحظه قطع می‌شود و پس از آن جسم با طی مسافت  $4\Delta x$  متوقف می‌شود. نیروی  $F$  چند برابر نیروی اصطکاک است؟

(۱) ۲ (۲) ۳

(۳) ۴ (۴) ۵

(۱۴۰۲ ت - خ)



۱۵. راننده خودرویی به جرم ۲ تن که با سرعت  $36\text{ km/h}$  در یک مسیر مستقیم و افقی در حرکت است، با دیدن مانعی ترمز می‌کند. در اثر ترمز خودرو با طی مسافت ۴ متر می‌ایستد. نیروی اصطکاک وارد شده بر خودرو چند نیوتن است؟ (۹۸ ر)

(۱) ۷۵۰۰ (۲) ۱۲۵۰۰

(۳) ۱۵۰۰۰ (۴) ۲۵۰۰۰

۱۶. جسمی به جرم  $4\text{ Kg}$  روی سطح افق با ضریب اصطکاک جنبشی  $\frac{1}{4}$  قرار دارد. جسم را با نیروی افقی  $40$  نیوتن می‌کشیم و جسم در جهت نیرو حرکت می‌کند. این نیرو را حداکثر چند نیوتن می‌توانیم کاهش دهیم بدون اینکه سرعت جسم کاهش یابد؟  $(g = 10\text{ m/s}^2)$  (۸۹ ر)

(۱) ۵ (۲) ۱۰

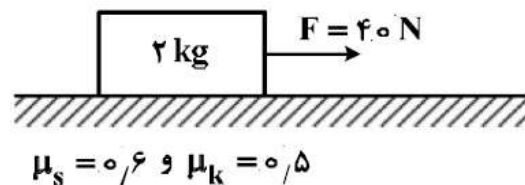
(۳) ۲۰ (۴) ۳۰

۱۷. شخصی روی سطح افقی، یک صندوق را به سمت شرق هل می‌دهد. در این عمل نیروهای اصطکاک وارد بر شخص و صندوق به ترتیب از راست به چپ هر یک به کدام جهت است؟ (۹۶ت)

(۱) غرب و شرق (۲) هر دو غرب

(۳) شرق و غرب (۴) هر دو شرق

۱۸. مطابق شکل زیر، جسمی روی سطح افقی ساکن است. به جسم نیروی افقی  $F$  وارد می‌شود. ۵ ثانیه پس از وارد شدن نیروی  $F$  مقدار این نیرو ۳۰ نیوتن کاهش می‌یابد، حرکت جسم پس از آن چگونه است؟ (۹۸ر)



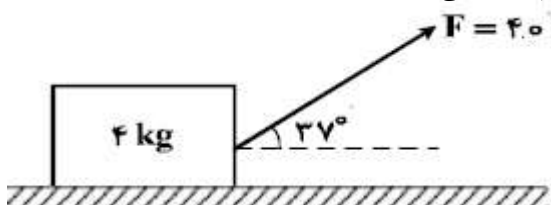
(۱) جسم همان لحظه می‌ایستد.

(۲) حرکت جسم با شتاب  $1 \text{ m/s}^2$  کند می‌شود.

(۳) حرکت جسم با شتاب  $3 \text{ m/s}^2$  کند می‌شود.

(۴) جسم با سرعت ثابت به حرکت خود ادامه می‌دهد.

۱۹. مطابق شکل زیر، به جسمی به جرم  $4 \text{ Kg}$  روی سطح افقی نیروی  $F = 40 \text{ N}$  وارد می‌شود و پس از طی مسافت  $1/6$  متر سرعتش از صفر به  $4 \text{ m/s}$  می‌رسد. نیروی اصطکاک چند نیوتن است؟ ( $\cos 37^\circ = 0.8$ ) (۹۸ر - خ)



(۱) ۴ (۲) ۱۲

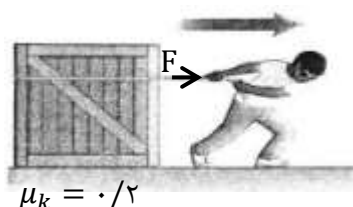
(۳) ۲۰ (۴) ۳۲

۲۰. صندوقی به جرم  $50 \text{ Kg}$  روی سطح افقی قرار دارد. ابتدا صندوق را با نیروی ۲۵۰ نیوتن در راستای افقی هل می‌دهیم و صندوق ساکن می‌ماند. در ادامه نیروی افقی را به ۳۵۰ نیوتن می‌رسانیم، صندوق در آستانه حرکت قرار می‌گیرد. ضریب اصطکاک ایستایی چقدر است و نیروی اصطکاک در حالت اول چند نیوتن است؟ (۹۸ت - خ)

(۱)  $0.7$  و ۲۵۰ (۲)  $0.5$  و ۲۵۰

(۳)  $0.7$  و ۳۵۰ (۴)  $0.5$  و ۳۵۰

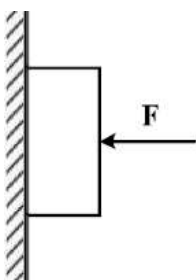
۲۱. در شکل زیر نیرویی ثابت و افقی  $F$  به صندوقی به جرم  $160 \text{ Kg}$  وارد می‌شود و صندوق با شتاب ثابت  $0.25 \text{ m/s}^2$  به حرکت خود ادامه می‌دهد. چند کیلوگرم از محتویات صندوق کم کنیم، تا با همین نیروی افقی، شتاب حرکت دو برابر شود؟ (۱۴۰۰ر - خ)



(۱) ۱۶ (۲) ۳۲

(۳) ۴۰ (۴) ۸۰

۲۲. در شکل مقابل، جسم با نیروی افقی  $F_1$  در آستانه حرکت قرار می‌گیرد و با نیروی افقی  $F_2$  با سرعت ثابت به طرف پایین می‌لغزد. اگر نیروی اصطکاک در این دو حالت به ترتیب  $f_1$  و  $f_2$  باشد، کدام مورد درست است؟ ( $\mu_s > \mu_k$ )



(۱)  $f_1 > f_2$  و  $F_1 > F_2$  (۲)  $f_1 > f_2$  و  $F_1 = F_2$

(۳)  $f_1 = f_2$  و  $F_1 < F_2$  (۴)  $f_1 = f_2$  و  $F_1 = F_2$

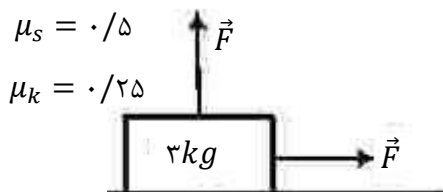
۲۳. در شکل زیر، شخص با نیروی ثابت و افقی  $F=220\text{ N}$  صندوقی به جرم  $50\text{ Kg}$  را از حالت سکون به حرکت درمی آورد. اگر  $\mu_k = 0.4$  باشد، کار نیروی  $F$  روی صندوق در ۲ ثانیه اول، چند ژول است؟ (۱۴۰۱ - خ)



(۱) ۸۸ (۲) ۱۷۶

(۳) ۲۶۴ (۴) ۳۵۲

۲۴. در شکل زیر، جسمی روی سطح افقی در آستانه حرکت قرار دارد و دو نیروی افقی و عمودی هم اندازه  $\vec{F}$  به آن وارد می شود. اگر اندازه نیروهای  $\vec{F}$  هر کدام  $4\text{ N}$  کاهش یابند، نیروی اصطکاک چند نیوتن می شود؟ (۱۴۰۱ - ت)



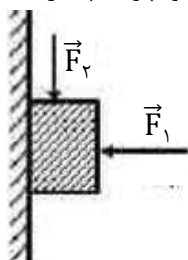
$$\mu_s = 0.5$$

$$\mu_k = 0.25$$

(۱) ۴ (۲) ۶

(۳) ۶/۵ (۴) ۱۳

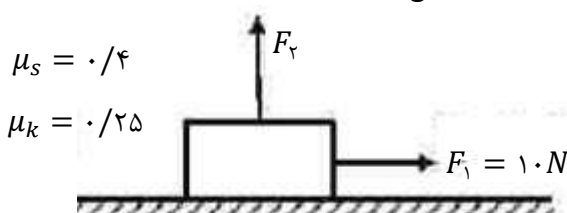
۲۵. قطعه چوبی به جرم  $250\text{ گرم}$ ، با نیروی افقی  $F_1$  مطابق شکل زیر، به دیوار قائم فشرده شده است. اگر با وارد کردن نیروی  $F_2=3/5\text{ N}$ ، چوب در آستانه لغزش قرار گیرد و در این حالت نیرویی که دیوار به چوب وارد می کند،  $10\text{ N}$  باشد، ضریب اصطکاک ایستایی بین دیوار و چوب چقدر است؟ (۱۴۰۱ - ت)



(۱) ۰/۷۵ (۲) ۰/۶

(۳) ۰/۵ (۴) ۰/۲۵

۲۶. جسمی به جرم  $4\text{ Kg}$  در ابتدا، روی یک سطح افقی ساکن است. سپس نیروی افقی  $\vec{F}_1$  و نیروی قائم  $\vec{F}_2$  به جسم وارد می شوند. اگر بزرگی نیروی  $F_2$  به تدریج از صفر تا  $20\text{ N}$  افزایش یابد، نیروی اصطکاک بین جسم و سطح چه تغییری می کند؟ (۱۴۰۱ - خ)



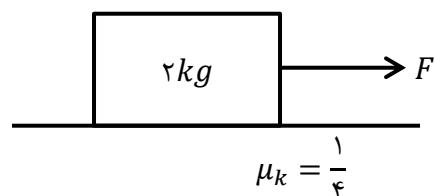
$$\mu_s = 0.4$$

$$\mu_k = 0.25$$

(۱) به تدریج افزایش می یابد. (۲) ابتدا افزایش و سپس کاهش می یابد.

(۳) به تدریج کاهش می یابد. (۴) ابتدا ثابت می ماند و سپس کاهش می یابد.

۲۷. مطابق شکل، جسم تحت تاثیر نیروی افقی  $F$  با شتاب ثابت، از حال سکون به حرکت درمی آید. اگر به جسم، نیروی عمودی  $30\text{ N}$  رو به پایین وارد کنیم، جسم با سرعت ثابت به حرکت خود ادامه می دهد. شتاب جسم در حالت اول چند متر بر مربع ثانیه است؟ (۱۴۰۲ - اول)



$$\mu_k = \frac{1}{4}$$

(۱) ۱/۵ (۲) ۲/۲۵

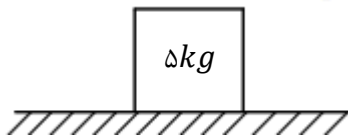
(۳) ۳/۷۵ (۴) ۴/۵

۲۸. جسم ساکنی به جرم  $10\text{ kg}$  روی سطح افقی قرار دارد و ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی بین جسم و سطح  $0.5$  و  $0.25$  است. اگر به جسم نیروی افقی  $55\text{ N}$  وارد شود، نیروی خالص وارد بر جسم چند نیوتن است؟ (۱۴۰۳ - اول)

(۱) ۱۵ (۲) ۲۰

(۳) ۳۰ (۴) ۵

۲۹. در شکل زیر، جسم روی سطح افقی به حال سکون قرار دارد. حداقل نیرویی که در راستای افقی به جسم وارد شود، تا جسم به حرکت درآید، چند نیوتن است و اگر تحت اثر این نیروی ثابت جسم به حرکت درآمد، حداکثر جرمی که می‌توانیم روی جسم قرار دهیم تا جسم متوقف نشود، چند کیلوگرم است؟ (۱۴۰۳ - خ)



$$\mu_s = 0.5 \quad \mu_k = 0.4$$

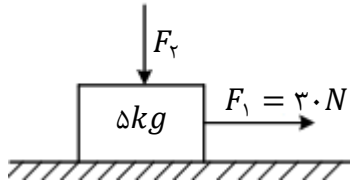
$$1/25, 25 \quad (2)$$

$$1/25, 20 \quad (1)$$

$$1, 25 \quad (4)$$

$$1, 20 \quad (3)$$

۳۰. مطابق شکل نیروی افقی  $F_1 = 30\text{ N}$  و نیروی قائم  $F_2 = 10\text{ N}$  به جسم وارد می‌شود و حرکت جسم با شتاب ثابت  $2\text{ m/s}^2$  به سمت راست تندشونده است. نیروی  $F_2$  را چند نیوتن افزایش دهیم تا در ادامه حرکت، جسم با شتاب ثابت  $2\text{ m/s}^2$  کندشونده حرکت کند؟ (۱۴۰۳ - ا - اول)



$$60 \quad (2)$$

$$30 \quad (1)$$

$$40 \quad (4)$$

$$20 \quad (3)$$

۳۱. کامیونی به جرم ۱۸ تن با سرعت ثابت  $20\text{ m/s}$  در مسیر افقی در حرکت است. در همان مسیر خودرویی به جرم  $1600\text{ kg}$  با سرعت ثابت  $108\text{ km/h}$  حرکت می‌کند. نیروی اصطکاکی که بتواند کامیون را در مدت معینی متوقف کند، چند برابر نیروی اصطکاکی است که خودرو را در همان مدت متوقف می‌کند؟ (۱۴۰۴ - خ - غ)

$$7/5 \quad (2)$$

$$4/5 \quad (1)$$

$$15 \quad (4)$$

$$9 \quad (3)$$

۳۲. جعبه‌ای به جرم  $50\text{ kg}$  بر روی یک سطح افقی ساکن است. به این جعبه، نیروی افقی متغیر با زمان  $F = 100t$  وارد می‌کنیم. اگر ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی بین جعبه و سطح، به ترتیب،  $0.6$  و  $0.4$  باشد، کدام مورد درباره جابه‌جایی جعبه،  $d$ ، در بازه زمانی  $t = 0$  تا  $t = 4\text{ s}$  صحیح است؟

(۱۴۰۴ - ا - اول)

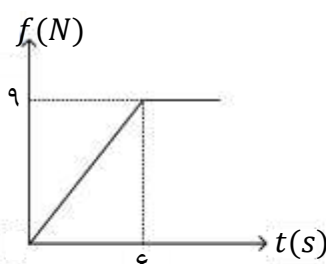
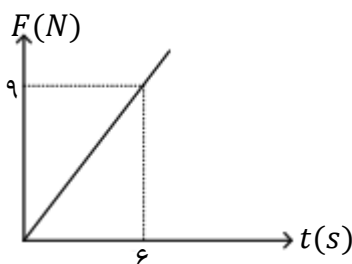
$$2 < d < 4 \quad (2)$$

$$4 < d < 8 \quad (1)$$

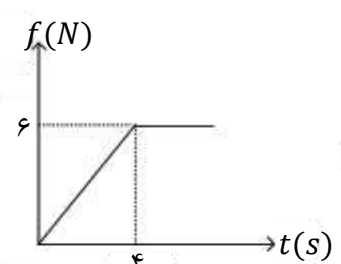
$$d < 1 \quad (4)$$

$$1 < d < 2 \quad (3)$$

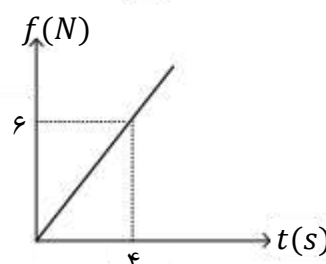
۳۳. جسمی به جرم  $3\text{ kg}$  بر روی یک سطح افقی قرار دارد. ضریب اصطکاک بین جسم و سطح برابر با  $0.2$  است. یک نیروی افقی متغیر با زمان، مطابق نمودار زیر، به جسم وارد می‌شود. نمودار نیروی اصطکاک بر حسب زمان کدام است؟ (ضریب اصطکاک جنبشی و ایستایی یکسان فرض شود). (۱۴۰۴ - ا - اول)



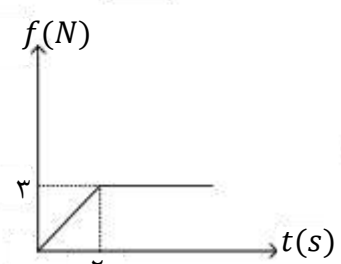
(۲)



(۱)

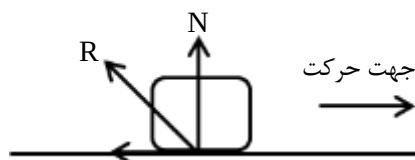


(۴)



(۳)

(ج) نیروی سطح تکیه‌گاه (نیروی واکنش سطح):  $(\mathbf{R})$  کل نیروهای سطح به جسم که برابر برآیند نیروهای اصطکاک و عمودی تکیه‌گاه  $(N)$  است.



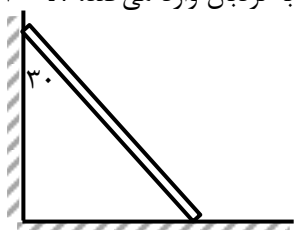
$$R = \sqrt{N^2 + f_k^2}$$

۱. جسمی به جرم  $8\text{Kg}$  روی سطح افقی با اعمال نیروی افقی  $60\text{N}$  با سرعت ثابت حرکت می‌کند. نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند چند نیوتن است؟ (۸۴ر)

(۱) ۶۰ (۲) ۸۰

(۳) ۱۰۰ (۴) ۱۴۰

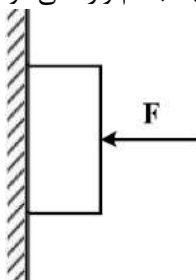
۲. نردبانی همگن به جرم  $40\text{Kg}$  مطابق شکل زیر، روی دیوار قائمی با اصطکاک ناچیز قرار دارد. اگر نیرویی که دیوار قائم به نردبان وارد می‌کند،  $300\text{N}$  باشد، نیرویی که سطح افقی به نردبان وارد می‌کند، چند نیوتن است؟ (۹۸ر)



(۱) ۴۰۰ (۲) ۵۰۰

(۳) ۶۰۰ (۴)  $250\sqrt{3}$

۳. مطابق شکل زیر، جسمی به وزن  $20\text{N}$  توسط نیروی افقی  $F=60\text{N}$  به حال سکون بر دیواره قائمی ثابت نگه داشته شده است. ضرایب اصطکاک ایستایی و جنبشی میان دیواره و جسم به ترتیب  $0/6$  و  $0/3$  است. در این حالت نیرویی به بزرگی  $10\text{N}$  موازی با دیواره رو به پایین به جسم وارد می‌شود. نیرویی که جسم به دیواره وارد می‌کند، چند نیوتن است؟ (۹۸ت)



(۱) ۳۰ (۲) ۳۶

(۳)  $30\sqrt{3}$  (۴)  $30\sqrt{5}$

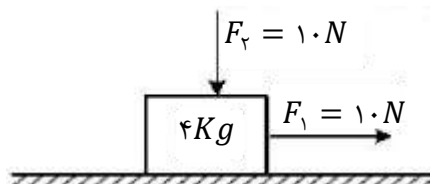
۴. مطابق شکل زیر، شخصی جعبه ساکنی به جرم  $50\text{Kg}$  را با نیروی ثابت و افقی  $\vec{F} = (250\text{N})\vec{i}$  می‌کشد. اگر ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی بین جعبه و سطح به ترتیب  $0/3$  و  $0/6$  باشد، نیرویی که جسم به سطح وارد می‌کند، در SI کدام است؟ (۹۹ر - خ)



(۱)  $(-500\text{N})\vec{j}$  (۲)  $(500\text{N})\vec{j}$

(۳)  $(-250\text{N})\vec{i} + (500\text{N})\vec{j}$  (۴)  $(250\text{N})\vec{i} + (-500\text{N})\vec{j}$

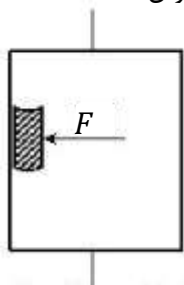
۵. در شکل زیر، دو نیروی افقی و قائم به جسم وارد می‌شود و جسم روی سطح افقی با سرعت ثابت حرکت می‌کند و نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، زاویه  $\theta_1$  با سطح افقی می‌سازد. اگر نیروی  $F_y$  را خلاف جهت نشان داده شده در شکل به جسم وارد کنیم، نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، زاویه  $\theta_2$  با سطح افقی می‌سازد. کدام درست است؟ (۹۹ت)



(۱)  $\theta_2 = \theta_1 < 90$  (۲)  $\theta_2 = \theta_1 = 90$

(۳)  $\theta_2 < \theta_1$  (۴)  $\theta_2 > \theta_1$

۶. شخصی درون آسانسوری که با شتاب ثابت  $2 \text{ m/s}^2$  به طرف بالا شروع به حرکت می‌کند، کتابی به جرم  $2 \text{ Kg}$  را مطابق شکل زیر با نیروی افقی  $F=32 \text{ N}$  به دیوار قائم آسانسور فشرده و کتاب نسبت به آسانسور ساکن است. نیرویی که کتاب به دیوار آسانسور وارد می‌کند، چند نیوتن است؟ (۹۹)



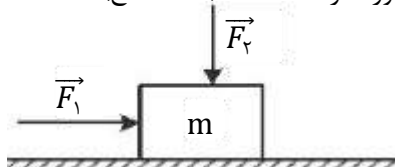
$$(1) \quad 20$$

$$(2) \quad 24$$

$$(3) \quad 32$$

$$(4) \quad 40$$

۷. مطابق شکل زیر، دو نیروی افقی و قائم  $\vec{F}_1$  و  $\vec{F}_2$  به جسمی که روی سطح افقی قرار دارد، وارد می‌شود و جسم ساکن است. اگر بزرگی این دو نیرو، هر یک دو برابر شود و جسم همچنان ساکن بماند، نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند،  $K$  برابر می‌شود. کدام مورد درست است؟ (۹۹ - خ)



$$(1) \quad 2 < k < 3$$

$$(2) \quad 1 < k < 2$$

$$(3) \quad k = 2$$

$$(4) \quad k = 1$$

۸. نردبانی به جرم  $16 \text{ Kg}$  به دیوار قائم بدون اصطکاکی تکیه دارد و پایه آن روی سطح افقی در آستانه سر خوردن است. اگر نیرویی که در این حالت از طرف نردبان به سطح افقی وارد می‌شود  $20 \text{ N}$  باشد، ضریب اصطکاک ایستایی نردبان با این سطح چقدر است؟ (۴۰۰ - ر - خ)

$$(1) \quad \frac{3}{4}$$

$$(2) \quad \frac{3}{5}$$

$$(3) \quad \frac{2}{5}$$

$$(4) \quad \frac{1}{4}$$

۹. مطابق شکل زیر، به جسمی به جرم  $36 \text{ Kg}$  که روی سطح افقی ساکن است، نیروی افقی  $F=177 \text{ N}$  وارد می‌شود و تندی جسم ۴ ثانیه پس از شروع حرکت به  $3 \text{ m/s}$  می‌رسد. نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، چند نیوتن است؟ (۴۰۰ - ت)



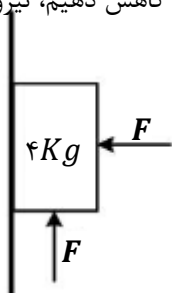
$$(1) \quad 360$$

$$(2) \quad 390$$

$$(3) \quad 400$$

$$(4) \quad 500$$

۱۰. در شکل زیر، جسم در آستانه حرکت رو به بالا قرار دارد و نیرویی که جسم به سطح وارد می‌کند، برابر  $R$  است. اگر  $F$  را  $20 \text{ N}$  کاهش دهیم، نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، برابر  $R'$  می‌شود، کدام است؟  $\frac{R'}{R}$  (۴۰۰ - ت)  $\mu_k = 0.2$  ,  $\mu_s = 0.5$



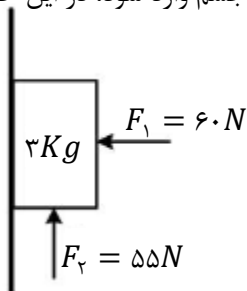
$$(1) \quad \frac{\sqrt{2}}{4}$$

$$(2) \quad \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$(3) \quad \frac{\sqrt{5}}{2}$$

$$(4) \quad \frac{\sqrt{5}}{4}$$

۱۱. مطابق شکل زیر، جسم را با نیروی افقی  $F_1$  به دیواره قائمی می‌فشاریم و جسم ساکن می‌ماند. اگر نیروی قائم  $F_2$  نیز به جسم وارد شود، در این حالت نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، چند نیوتن است؟ (۴۰۰ - ت - خ)



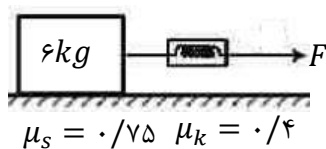
$$(1) \quad 30\sqrt{3}$$

$$(2) \quad 30\sqrt{5}$$

$$(3) \quad 65$$

$$(4) \quad 60$$

۱۲. در شکل زیر، جسم روی سطح افقی ساکن است. اگر با نیروسنج، نیروی افقی  $F=25N$  بر آن وارد کنیم، نیرویی که جسم به سطح افقی وارد می‌کند، چند نیوتن است؟ (۱۴۰۱)

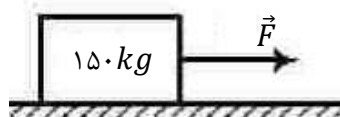


(۲) ۷۵

(۱) ۶۵

(۴)  $12\sqrt{29}$ (۳)  $15\sqrt{13}$ 

۱۳. مطابق شکل زیر، جسمی با نیروی افقی  $\vec{F}$  روی سطح افقی با شتاب ثابت  $2m/s^2$  به طرف راست به حرکت درمی‌آید. اگر نیرویی که سطح زمین به جسم وارد می‌کند،  $1625N$  باشد، نیروی  $F$  چند نیوتن است؟ (۱۴۰۱ - خ)



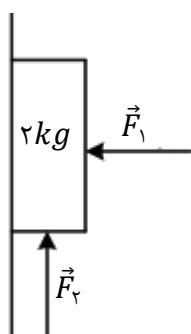
(۲) ۴۲۵

(۱) ۴۰۰

(۴) ۹۲۵

(۳) ۸۰۰

۱۴. مطابق شکل با وارد شدن نیروی افقی  $F_1=40N$  جسم روی دیوار قائم به حالت سکون قرار دارد. اگر نیروی قائم  $F_2=40N$  به جسم وارد شود، کدام مورد درست است؟ (۱۴۰۲ - خ)



(۱) جسم ساکن می‌ماند.

(۲) جسم روبه‌بالا شروع به حرکت می‌کند.

(۳) نیرویی که جسم به سطح وارد می‌کند، افزایش می‌یابد.

(۴) نیرویی که جسم به سطح وارد می‌کند، کاهش می‌یابد.

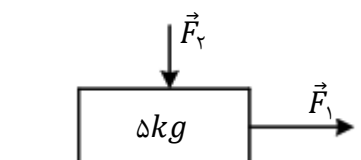
۱۵. نردبانی به جرم  $25kg$  به دیوار قائم بدون اصطکاک تکیه دارد و ضریب اصطکاک ایستایی بین سطح افقی و پایه نردبان  $0.4$  است. بیشترین نیرویی که این نردبان می‌تواند به سطح افقی وارد کند، چند نیوتن است؟ (۱۴۰۲ - اول)

(۲) ۳۵۰

(۱) ۲۵۰

(۴)  $50\sqrt{29}$ (۳)  $50\sqrt{25}$ 

۱۶. مطابق شکل، به جسم ساکنی روی سطح افقی نیروی افقی  $F_1=65N$  و نیروی عمودی  $F_2=20N$  وارد می‌شود و جسم شروع به حرکت می‌کند. اگر پس از طی مسافت ۱۲ متر، تندی جسم به  $12m/s$  برسد، نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، چند نیوتن است؟ (۱۴۰۲ - دوم)



(۲) ۷۰

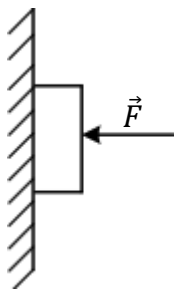
(۱) ۶۰

(۴)  $35\sqrt{5}$ (۳)  $30\sqrt{5}$ 

۱۷. جسمی به جرم  $5kg$  روی سطح افقی قرار دارد و ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی بین جسم و سطح به ترتیب  $0.5$  و  $0.4$  است. اگر به جسم نیروی افقی و ثابت  $26N$  وارد کنیم، در حین حرکت، شتاب و نیرویی که جسم به سطح وارد می‌کند، در SI کدام‌اند؟ (۱۴۰۲ - دوم)

(۲)  $25\sqrt{5}$  و  $0.2$ (۱)  $10\sqrt{29}$  و  $0.2$ (۴)  $25\sqrt{5}$  و  $1/2$ (۳)  $10\sqrt{29}$  و  $1/2$

۱۸. جسمی را مطابق شکل با نیروی افقی به دیوار قائمی فشرده و ثابت نگه داشته‌ایم. اگر نیروی  $F$  را ۲ برابر کنیم، کدام نیرو ۲ برابر می‌شود؟

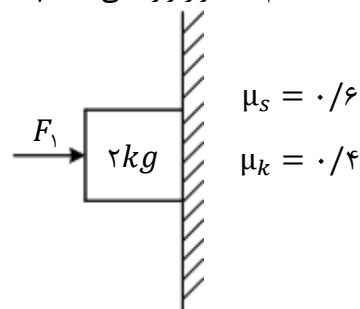


(۱۴۰۳ - دوم)

(۱) نیروی اصطکاک (۲) نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند.

(۳) نیروی عمودی سطح (۴) نیرویی که جسم به سطح وارد می‌کند.

۱۹. در شکل زیر، نیروی افقی  $F_1 = 40\text{ N}$  به جسم وارد می‌شود و جسم با تکیه بر دیوار قائم ساکن مانده است. حال اگر در همین شرایط، نیروی  $F_2 = 56\text{ N}$  از پایین به بالا در راستای قائم به جسم وارد شود و جسم را به حرکت درآورد. نیرویی که در ضمن حرکت، جسم به دیوار وارد می‌کند، چند نیوتن می‌شود؟ (۱۴۰۳ - خ)



$$\mu_s = 0.6$$

$$\mu_k = 0.4$$

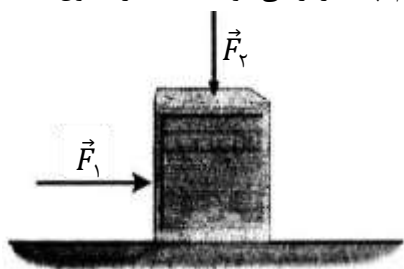
(۱)  $40\sqrt{5}$

(۲)  $40\sqrt{2}$

(۳)  $8\sqrt{29}$

(۴)  $8\sqrt{34}$

۲۰. در شکل زیر، نیروی  $F_1 = 40\text{ N}$  بر جعبه ۸ کیلوگرمی وارد می‌شود و جعبه ساکن می‌ماند. حال اگر نیروی عمودی  $F_2 = 40\text{ N}$  را هم بر جعبه وارد کنیم، بزرگی نیروی اصطکاک ایستایی و نیرویی که از طرف سطح افقی به جسم وارد می‌شود، به ترتیب هر کدام چند برابر می‌شود؟ (۱۴۰۳ - اول)



(۱)  $\sqrt{2}$  و  $\frac{2}{3}$

(۲) ۱ و  $\sqrt{2}$

(۳) ۱ و  $\frac{2}{3}$

(۴)  $\frac{2}{3}$  و  $\frac{2}{3}$

۲۱. نردبانی به جرم  $48\text{ Kg}$  به دیوار قائم بدون اصطکاک تکیه دارد و پایه آن روی سطح افقی در آستانه سر خوردن قرار دارد. اگر نیرویی که سطح افقی به نردبان وارد می‌کند  $20\sqrt{17}$  نیوتن باشد، ضریب اصطکاک ایستایی بین نردبان و سطح افقی چقدر است؟ (۱۴۰۳ - اول)

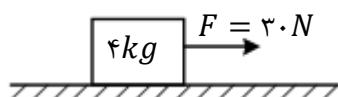
(۱)  $0.35$

(۲)  $0.25$

(۳)  $0.3$

(۴)  $0.4$

۲۲. در شکل زیر، به جسم ساکنی نیروی ثابت افقی  $F$  وارد می‌شود. اگر ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی بین جسم و سطح به ترتیب  $0.8$  و  $0.5$  باشد، نیرویی که جسم به سطح وارد می‌کند، چند نیوتن است؟ (۱۴۰۴ - خ)



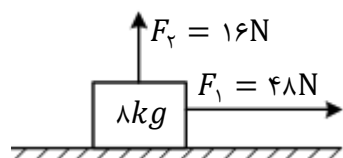
(۱) ۵۰

(۲) ۴۰

(۳) ۳۰

(۴) ۲۰

۲۳. مطابق شکل زیر، جسمی با سرعت ثابت روی سطح افقی در حال حرکت است. نیروی  $F_1$  موازی سطح و نیروی  $F_2$  عمود بر سطح به جسم وارد می‌شود. اگر نیروی  $F_2$  را  $16\text{ N}$  افزایش دهیم، کدام مورد راجع به نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، درست است؟ (۱۴۰۴ - دوم)

(۱) بزرگی آن ثابت می‌ماند. (۲) زاویه‌ای که با نیروی  $F_1$  می‌سازد، کاهش می‌یابد.(۳) بزرگی آن افزایش می‌یابد. (۴) زاویه‌ای که با نیروی  $F_1$  می‌سازد، تغییر نمی‌کند.



تکانه: حاصلضرب جرم جسم ( $m$ ) در سرعت آن ( $v$ ) تکانه جسم نامیده می‌شود و آن را با نماد  $P$  نمایش می‌دهند. تکانه کمیتی برداری است و جهت آن هم جهت با سرعت جسم است. (مماس بر مسیر حرکت است). و یکای آن  $\text{kg.m/s}$  است.

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

۱. گلوله‌ای به جرم  $m$  با سرعت ثابت  $V$  مسیر دایره‌ای شکل به شعاع  $r$  را طی می‌کند. بزرگی تغییر اندازه حرکت گلوله در مدت نصف دوره کدام است؟ (۸۲)

(۱) صفر (۲)  $mv$

(۳)  $2mv$  (۴)  $\frac{mv}{2}$

۲. معادله بردار تکانه یک جسم  $400$  گرمی به صورت  $\vec{P} = 6t\vec{i} + 4t^2\vec{j}$  است. در لحظه  $t = 2\text{ s}$  اندازه سرعت جسم چند متر بر ثانیه است؟ (۸۶)

(۱)  $40$  (۲)  $50$

(۳)  $60$  (۴)  $70$

۳. گلوله آونگی به جرم  $M$  از ریسمانی به طول  $L$  آویزان است. گلوله روی مسیر دایره‌ای به یک طرف کشیده می‌شود تا به ارتفاع  $\frac{L}{5}$  بالاتر از وضعیت تعادل برسد. اگر گلوله از آن حالت رها شود، تکانه‌اش در هنگام عبور از پایین‌ترین نقطه مسیر چقدر است؟ (۹۰)

(۱)  $\frac{1}{5}MLg$  (۲)  $\frac{2}{5}MLg$

(۳)  $\sqrt{\frac{2}{5}M^2Lg}$  (۴)  $\sqrt{\frac{1}{5}M^2Lg}$

۴. جسمی به جرم  $50\text{ g}$  از ارتفاع  $60$  متری رها می‌شود و در لحظه‌ای سرعت آن به  $14\text{ m/s}$  می‌رسد و یک ثانیه پس از آن سرعت جسم به  $23\text{ m/s}$  می‌رسد. تغییر تکانه جسم در این یک ثانیه چند کیلوگرم متر بر ثانیه است؟ (۹۳)

(۱)  $\frac{9}{20}$  (۲)  $\frac{9}{10}$

(۳)  $\frac{23}{20}$  (۴)  $\frac{23}{10}$

۵. معادله تکانه- زمان ذره‌ای که بر محور  $x$  حرکت می‌کند در SI به صورت  $P = t^3 - 2t$  است. نوع حرکت از لحظه‌ی  $t = 0$  تا  $t = 3\text{ s}$  کدام است؟ (۸۷-خ)

(۱) همواره کند شونده (۲) همواره تندشونده

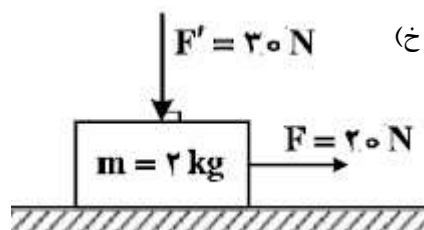
(۳) ابتدا کندشونده سپس تندشونده (۴) ابتدا تندشونده سپس کندشونده

۶. معادله‌ی بردار تکانه‌ی متحرکی در SI به صورت  $P = -3t + 6$  است. حرکت این متحرک در بازه‌ی زمانی  $t_1 = 1\text{ s}$  تا  $t_2 = 5\text{ s}$  چگونه است؟ (۹۵-خ)

(۱) ابتدا تندشونده، سپس کندشونده (۲) ابتدا کندشونده، سپس تندشونده

(۳) پیوسته تندشونده (۴) پیوسته کند شونده

۷. در شکل زیر، به جسمی که روی سطح افقی در حال سکون بوده، نیروهایی مطابق شکل وارد می‌شوند. اگر ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی بین جسم و سطح افقی  $0/5$  و  $0/3$  باشد، تغییر تکانه جسم در مدت  $2$  ثانیه چند کیلوگرم متر بر ثانیه است؟ (۹۸-خ)



(۱) صفر (۲)  $9$

(۳)  $10$  (۴)  $28$

۸. گلوله ای به جرم  $m$  از ارتفاع  $h$  بدون سرعت اولیه رها می شود. اگر مقاومت هوا ناچیز باشد: (۸۷ت)

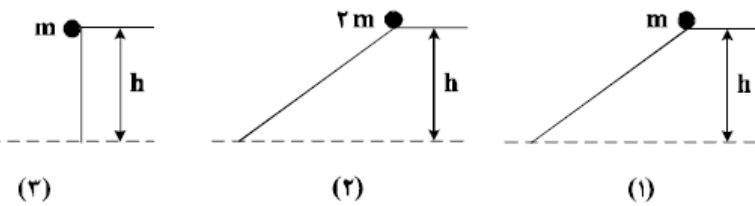
(۲) سرعت گلوله هنگام برخورد با زمین با  $h$  متناسب است.

(۱) تکانه گلوله پایسته می ماند

(۳) انرژی جنبشی گلوله، هنگام برخورد با زمین با  $h$  متناسب است

(۴) انرژی جنبشی گلوله هنگام برخورد با زمین به جرم آن بستگی ندارد.

۹. سه گلوله مطابق شکل زیر از حال سکون و از ارتفاع  $h$  نسبت به سطح افق رها می شوند و نیروی اصطکاک و مقاومت هوا بر آنها وارد نمی شود. کدام مورد درست است؟ (۹۸ر - خ)



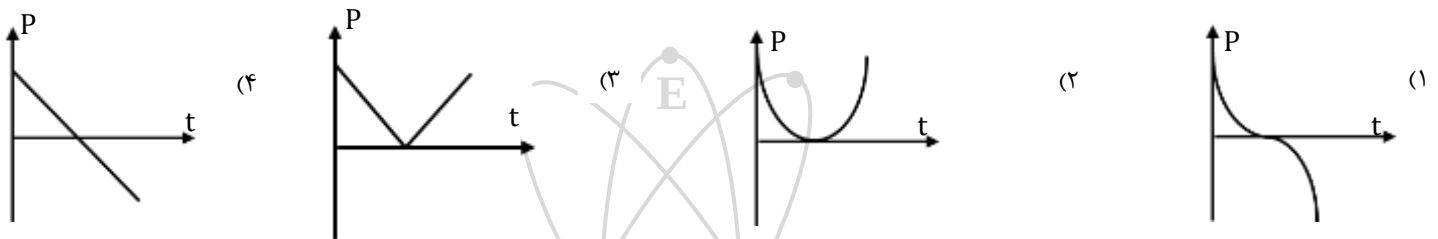
(۱) انرژی جنبشی هر سه گلوله در لحظه رسیدن به زمین یکسان است.

(۲) بزرگی سرعت هر سه گلوله در لحظه رسیدن به زمین یکسان است.

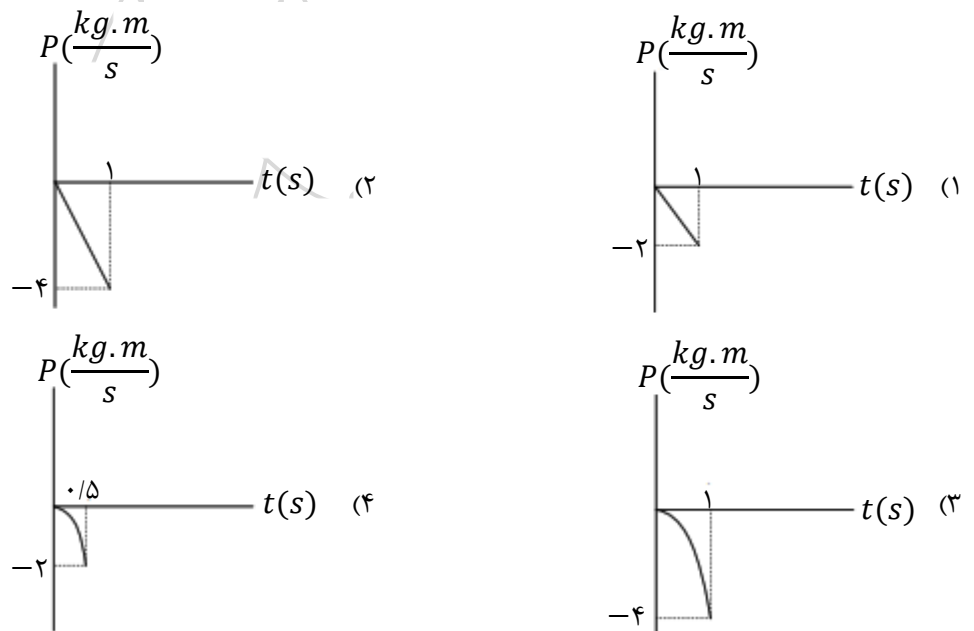
(۳) تکانه هر سه گلوله در لحظه رسیدن به زمین یکسان است.

(۴) هر سه مورد درست است.

۱۰. گلوله ای در راستای قائم رو به بالا پرتاب می شود. اگر مقاومت هوا ناچیز باشد، کدام نمودار تغییر تکانه جسم را درست نشان می دهد؟ (۸۹ت)



۱۱. گلوله ای به جرم  $400\text{ g}$  در شرایط خلا از ارتفاع  $5$  متری رها می شود. نمودار تکانه - زمان آن تا رسیدن به سطح زمین کدام است؟ (۱۴۰۴ر - دوم)



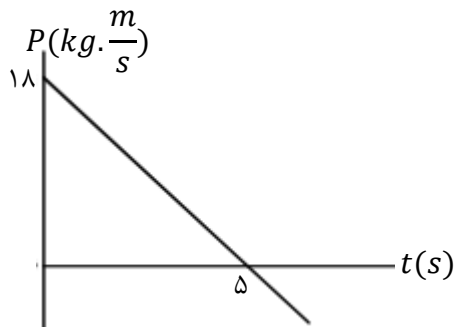
۱۲. وزنه ای به جرم  $m$  از ارتفاع  $H$  رها می شود. بزرگی تکانه آن در لحظه ای که از ارتفاع  $h$  می گذرد، کدام است؟ (۱۴۰۴ر - خ)

(۱)  $m\sqrt{2g(H-h)}$       (۲)  $2m\sqrt{g(H-h)}$

(۳)  $2mg\sqrt{(H-h)}$       (۴)  $mg\sqrt{2(H-h)}$

۱۳. شکل زیر، نمودار تکانه - زمان متحرکی است که در مسیر مستقیم حرکت می‌کند. اگر جرم متحرک ۴۵۰ گرم باشد، بزرگی شتاب آن در لحظه

$t=5s$  چند متر بر مربع ثانیه است؟ (۱۴۰۳ - اول)



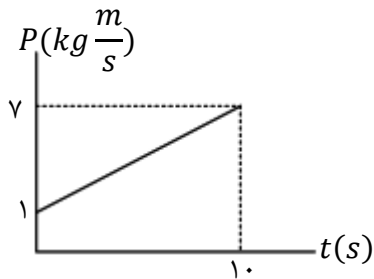
(۱) ۸

(۲) ۶

(۳) ۴

(۴) ۳

۱۴. نمودار تکانه - زمان جسمی به جرم ۲۰۰g مطابق شکل است. شتاب متحرک در لحظه  $t=8s$ ، چند متر بر مربع ثانیه است؟ (۱۴۰۳ - خ)



(۱) ۲

(۲) ۳

(۳) ۴

(۴) ۵

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

$$\frac{K_2}{K_1} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^2 \left(\frac{m_1}{m_2}\right)$$

نکته ۱: رابطه‌ی بین انرژی جنبشی و تکانه.

نکته ۲: برای دو حالت یا مقایسه خواهیم داشت:

۱۵. جرم جسمی ۲Kg و سرعت آن در یک مسیر مستقیم  $V_1$  است. اگر سرعت آن به اندازه ۸m/s افزایش یابد، انرژی جنبشی آن ۴ برابر می‌شود. تکانه آن

قبل از افزایش سرعت چند کیلوگرم متر بر ثانیه بوده است؟ (۸۳ر)

(۱) ۸

(۲) ۱۶

(۳) ۲۴

(۴) ۳۲

۱۶. تکانه جسم A برابر با تکانه جسم B است. اگر جرم جسم A دو برابر جرم جسم B باشد، انرژی جنبشی آن چند برابر انرژی جنبشی جسم B است؟

(۸۷ر)

(۱) ۲

(۲)  $\sqrt{2}$

(۳)  $\frac{1}{2}$

(۴)  $\frac{\sqrt{2}}{2}$

۱۷. تکانه اتومبیلی به جرم یک تن با تکانه کامیونی به جرم پنج تن برابر است. انرژی جنبشی کامیون چند برابر انرژی جنبشی اتومبیل است؟ (۸۹ر)

(۱) ۵

(۲) ۲۵

(۳)  $\frac{1}{5}$

(۴)  $\frac{1}{25}$

۱۸. اگر با ثابت ماندن جرم گلوله انرژی جنبشی آن ۷۵ درصد کاهش یابد اندازه‌ی تکانه آن چند درصد کاهش می‌یابد؟ (۸۹ت - خ)

(۱) ۲۰

(۲) ۲۵

(۳) ۵۰

(۴) ۷۵

۱۹. دو گلوله‌ی A و B تکانه‌ی یکسانی دارند. اگر جرم گلوله‌ی B سه برابر جرم گلوله‌ی A باشد و انرژی جنبشی گلوله‌ی A برابر ۱۸J باشد، انرژی جنبشی گلوله‌ی B چند ژول است؟ (۹۰-ت-خ)

(۱) ۲ (۲) ۶

(۳) ۱۲ (۴) ۴۸

۲۰. جسمی به جرم ۴Kg با سرعت ۱۰m/s در حرکت است. اگر با تغییر سرعت جسم انرژی جنبشی آن ۹ برابر شود، بزرگی تکانه آن در SI چقدر افزایش می‌یابد؟ (۹۱-ر-خ)

(۱) ۱۲ (۲) ۸۰

(۳) ۳۲۰ (۴) ۳۶۰

۲۱. انرژی جنبشی یک دنده‌ی ۴۰ کیلوگرمی با انرژی جنبشی یک گلوله‌ی ۱۰۰ گرمی برابر است. در این حالت بزرگی تکانه دنده چند برابر بزرگی تکانه گلوله است؟ (۹۱-ت-خ)

(۱) ۱ (۲) ۲

(۳) ۵ (۴) ۲۰

۲۲. اگر  $m$ ،  $V$  و  $P$  به ترتیب جرم، سرعت و تکانه یک جسم باشد، کدام رابطه نشان دهنده‌ی انرژی جنبشی آن جسم است؟ (۹۳-ر)

(۱)  $\frac{m.V}{2P}$  (۲)  $\frac{PV}{2m}$

(۳)  $\frac{P^2}{2m}$  (۴)  $\frac{mP^2}{2}$

۲۳. بزرگی تکانه جسمی به جرم ۲Kg برابر ۶Kg.m/s است. انرژی جنبشی جسم چند ژول است؟ (۹۶-ر)

(۱) ۳ (۲) ۶

(۳) ۹ (۴) ۱۲

۲۴. انرژی جنبشی الکترونی ۱/۸eV است. تکانه آن در SI چقدر است؟ ( $e = 1.6 \times 10^{-19}C$  و  $m_e = 9 \times 10^{-31}Kg$ ) (۹۷-ر-خ)

(۱)  $3/6 \times 10^{-25}$  (۲)  $3/6 \times 10^{-26}$

(۳)  $7/2 \times 10^{-25}$  (۴)  $7/2 \times 10^{-26}$

۲۵. اگر تکانه گلوله‌ای در SI از ۲۰ به ۲۲ برسد، انرژی جنبشی گلوله چند درصد افزایش می‌یابد؟ (۹۸-ر)

(۱) ۱۰ (۲) ۱۲

(۳) ۲۱ (۴) ۴۲

۲۶. دو جسم A و B با سرعت‌های ثابت در حرکت‌اند و تکانه آنها با یکدیگر برابر است. اگر انرژی جنبشی جسم B ۵ برابر انرژی جنبشی جسم A باشد، نسبت جرم A به جرم B کدام است؟ (۹۸ - خ)

$$\frac{1}{5} \quad (۱) \quad ۱ \quad (۲)$$

$$\sqrt{5} \quad (۳) \quad ۵ \quad (۴)$$

۲۷. اگر جرم جسم B،  $\frac{5}{8}$  جرم جسم A و تکانه جسم A،  $\frac{4}{3}$  تکانه جسم B باشد، نسبت انرژی جنبشی جسم A به انرژی جنبشی جسم B کدام است؟ (۹۹ ر)

$$\frac{10}{9} \quad (۱) \quad \frac{9}{10} \quad (۲)$$

$$\frac{6}{5} \quad (۳) \quad \frac{5}{6} \quad (۴)$$

۲۸. دو متحرک A و B در یک مسیر مستقیم و در یک جهت حرکت می‌کنند. تکانه آنها با هم برابر و انرژی جنبشی A، ۴ برابر انرژی جنبشی B است. اگر جرم A، ۲ Kg باشد، جرم B چند کیلوگرم است؟ (۱۴۰۱ ر)

$$۸ \quad (۱) \quad ۴ \quad (۲)$$

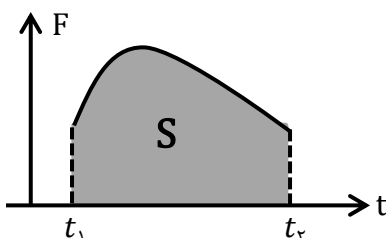
$$۱ \quad (۳) \quad ۰/۵ \quad (۴)$$

نکته: محاسبه‌ی نیروی متوسط وارد بر ذره:

$$\left. \begin{aligned} P_1 &= mv_1 \\ P_2 &= mv_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \Delta P = m\Delta v \Rightarrow \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{m\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow \frac{\Delta P}{\Delta t} = ma_{av} \Rightarrow \boxed{F_{av} = \frac{\Delta P}{\Delta t}}$$

نکته: نمودار نیرو بر حسب زمان: مساحت زیر نمودار F-t برابر است با تغییرات تکانه در آن بازه زمانی.

$$S = \Delta P$$



۲۹. توپی به جرم ۵ Kg با سرعت ۸ m/s تحت زاویه ۴۵ نسبت به خط قائم با سطح افقی برخورد می‌کند. این توپ با سرعت ۶ m/s تحت زاویه ۴۵ نسبت به خط قائم بر می‌گردد. اگر زمان برخورد ۰/۰۱ ثانیه باشد متوسط نیروی وارد بر توپ در مدت برخورد چند نیوتن است؟ (۸۴ ر)

$$۵۰۰۰ \quad (۱) \quad ۱۰۰۰\sqrt{7} \quad (۲)$$

$$۱۰۰۰ \quad (۳) \quad ۵۰۰۰\sqrt{7} \quad (۴)$$

۳۰. گلوله‌ای فولادی به جرم ۲۰ g با سرعت ۳۰۰ m/s به تنه‌ی درختی که ضخامت آن ۱۰ cm است، فرو می‌رود و از طرف دیگر آن با سرعت ۲۰۰ m/s خارج می‌شود. اندازه‌ی نیروی متوسطی که تنه به آن وارد می‌کند، چند نیوتن است؟ (۸۴ - خ)

$$۵۰ \quad (۱) \quad ۵ \times 10^3 \quad (۲)$$

$$۵ \times 10^4 \quad (۳) \quad ۵ \times 10^8 \quad (۴)$$

۳۱. جسمی به جرم  $2\text{ kg}$  روی سطح افقی بدون اصطکاک با سرعت  $5\text{ m/s}$  در حال حرکت است. اگر نیروی افقی  $F=3\text{ N}$  در جهت حرکت جسم به مدت ۴ ثانیه به جسم وارد شود. در پایان این مدت تکانه جسم چند  $\text{kg.m/s}$  می شود؟ (۹۰ت)

(۱) ۱۲ (۲) ۱۸

(۳) ۲۲ (۴) ۳۸

۳۲. در یک تصادف اتومبیل سرعت اتومبیل از  $54\text{ Km/h}$  به صفر می رسد و زمان این حرکت کند شونده  $0.3\text{ s}$  است. در این تصادف برای اینکه مسافری به جرم  $60\text{ Kg}$  از پشتی صندلی جدا نشود (به جلو پرت نشود)، بزرگی نیروی متوسطی که کمربند ایمنی باید بر او وارد کند، تقریباً چند نیوتن است؟ (۹۰ت - خ)

(۱) ۳۶۰۰ (۲) ۳۰۰۰

(۳) ۶۰۰۰ (۴) ۶۳۰۰

۳۳. در شکل روبه رو، بار اول نخ را به آرامی پایین می کشیم و به تدریج این نیرو را افزایش می دهیم تا یکی از نخ ها پاره شود. بار دوم همین آزمایش را به این ترتیب تکرار می کنیم که نخ را بصورت ضربهای در یک لحظه به پایین می کشیم تا یکی از نخ های دو طرف وزنه پاره شود. در مورد این آزمایش کدام درست است؟ (۹۱ر)



(۱) در هر دو آزمایش نخ از قسمت پایین وزنه پاره می شود.

(۲) در هر دو آزمایش نخ از قسمت بالای وزنه پاره می شود.

(۳) در آزمایش اول نخ از بالای وزنه پاره می شود و در آزمایش دوم از پایین وزنه.

(۴) در آزمایش اول نخ از پایین وزنه پاره می شود و در آزمایش دوم از بالای وزن

۳۴. سرعت گلوله ای به جرم  $0.2\text{ Kg}$  تحت اثر نیروی ثابتی از  $V_1=10\text{ i}-8\text{ j}$  به  $V_2=6\text{ i}-5\text{ j}$  می رسد. اگر زمان تاثیر نیرو برابر با  $1/10$  ثانیه باشد، بزرگی نیرو چند نیوتن است؟ (۹۲ر)

(۱) ۱۰ (۲) ۱۲

(۳) ۱۵ (۴) ۲۰

۳۵. معادله تکانه جسمی به جرم  $5\text{ Kg}$  به صورت  $P=t^3-10t+20$  است. نیروی خالص متوسط وارد بر جسم در بازه زمانی  $t=5\text{ s}$  تا  $t=7\text{ s}$  چند نیوتن است؟ (۹۳ت - خ)

(۱) ۱ (۲) ۲

(۳) ۳ (۴) ۴

۳۶. معادله تکانه جسمی به جرم  $5\text{ Kg}$  به صورت  $P=t^3-3t^2-20$  است. شتاب متوسط متحرک در بازه زمانی  $(0, 5\text{ s})$  چند متر بر مربع ثانیه است؟ (۹۲ر - خ)

(۱)  $1/8$  (۲)  $2/8$

(۳)  $3/2$  (۴)  $4/4$

۳۷. گلوله‌ای در شرایط خلا از ارتفاع ۴۵ متری زمین رها می‌شود. این گلوله بعد از رسیدن به زمین ۰/۳S طول می‌کشد تا سرعتش به صفر برسد. بزرگی نیروی متوسطی که در این ۰/۳S به گلوله وارد می‌شود، چند برابر وزن گلوله است؟ (۹۷-ر خ)

(۱) ۵ (۲) ۱۰

(۳) ۳۰ (۴) ۴۰

۳۸. معادله تکانه جسمی بر حسب زمان در SI به صورت  $P = 15t^2 + 5t$  می‌باشد. نیروی خالص (برآیند) متوسط وارد بر جسم در بازه زمانی  $t_1 = 3s$  تا  $t_2 = 6s$  چند نیوتن است؟ (۹۹-ر خ)

(۱) ۷۰ (۲) ۸۵

(۳) ۱۴۰ (۴) ۱۹۰

۳۹. گلوله‌ای به جرم ۲۰۰g در شرایط خلا از ارتفاع ۴۵ متری زمین رها می‌شود و پس از برخورد به زمین تا ارتفاع ۲۰ متری زمین برمی‌گردد. اگر زمان تماس گلوله با زمین ۲ms باشد، بزرگی نیروی خالص متوسط وارد بر گلوله در مدت برخورد به زمین چند نیوتن است؟ (۹۹-ت خ)

(۱) ۲۵۰ (۲) ۵۰۰

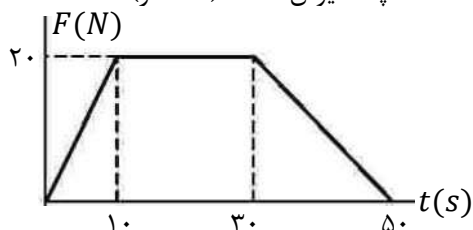
(۳) ۲۵۰۰ (۴) ۵۰۰۰

۴۰. جسمی به جرم ۲۰ Kg با سرعت ثابت  $\vec{v} = \left(5 \frac{m}{s}\right) \vec{i}$  در مسیر مستقیم در حرکت است. نیروی خالص  $\vec{F}_{net} = (4N) \vec{i}$  به مدت چند ثانیه بر جسم اثر کند تا تکانه آن دو برابر شود؟ (۱۴۰۱-ر)

(۱) ۲۰ (۲) ۲۵

(۳) ۴۰ (۴) ۵۰

۴۱. نمودار نیرو - زمان متحرکی به صورت زیر است. نیروی خالص متوسط وارد بر جسم در ۵۰ ثانیه داده شده، چند نیوتن است؟ (۱۴۰۱-ر)



(۱) ۱۰ (۲) ۱۲/۵

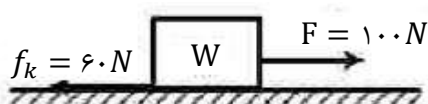
(۳) ۱۴ (۴) ۱۷/۵

۴۲. گلوله‌ای به جرم ۲۰۰g از ارتفاع ۲۰ متری سطح سنگفرش شده‌ای رها می‌شود و پس از برخورد با سطح، با تندی ۱۰ m/s رو به بالا در راستای قائم از سطح جدا می‌شود. اگر زمان تماس گلوله با سطح افقی ۰/۲S باشد، بزرگی نیروی متوسط وارد بر گلوله در مدت تماس چند نیوتن است؟ (۱۴۰۱-ر خ)

(۱) ۵ (۲) ۱۰

(۳) ۲۰ (۴) ۳۰

۴۳. شکل زیر، نیروهای افقی وارد شده به جسمی به وزن W را نشان می‌دهد که بر روی سطح افقی در مسیر مستقیم حرکت می‌کند. تغییر تکانه آن در مدت یک ثانیه، در SI چقدر است؟ (۱۴۰۱-ر خ)

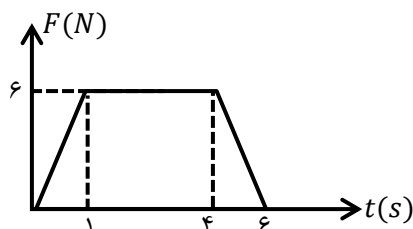


(۱)  $40\sqrt{2}$  (۲) ۴۰

(۳) ۴۰۰ (۴)  $400\sqrt{2}$

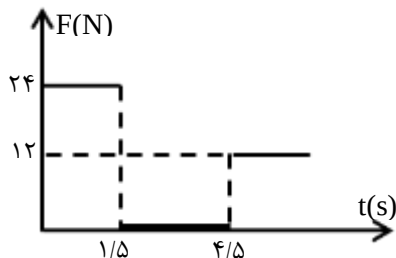
۴۴. جسمی به جرم  $m$  تحت تاثیر نیروی افقی  $F$  شروع به حرکت می‌کند. اگر نمودار  $F$  بر حسب زمان مطابق شکل باشد، اندازه نیروی متوسط وارد شده

به این جسم در مدت ۶ ثانیه چند نیوتن است؟



۴۵. شکل روبه‌رو نمودار نیرو- زمان جسمی به جرم  $3\text{Kg}$  که در مبدا زمان از حال سکون شروع به حرکت کرده است، می‌باشد. سرعت این جسم در

لحظه‌ی  $t=3\text{s}$  چند  $\text{m/s}$  است؟



۴۶. کامیونی به جرم ۵ تن با یک خودرو به جرم ۲ تن از روبه‌رو برخورد می‌کند و در مدت  $0.5\text{s}$  سرعت سرنشین خودرو از  $\vec{V}_1 = (144 \frac{\text{m}}{\text{h}}) \vec{i}$  به

$\vec{V}_2 = - (36 \frac{\text{km}}{\text{h}}) \vec{i}$  می‌رسد. بزرگی نیروی خالص متوسط وارد بر سرنشین خودرو به جرم  $60\text{kg}$  در مدت برخورد چند نیوتن است؟ (۱۴۰۳ - اول)

$$(1) 2 \times 10^5 \quad (2) 1/2 \times 10^5$$

$$(3) 6 \times 10^3 \quad (4) 3/6 \times 10^3$$

۴۷. معادله تکانه - زمان جسمی در SI به صورت  $\vec{P} = (t^2 - 5t + 6) \vec{i}$  است. بزرگی نیروی خالص متوسط وارد بر جسم در  $t_1=1\text{s}$  و  $t_2=2/5\text{s}$  چند

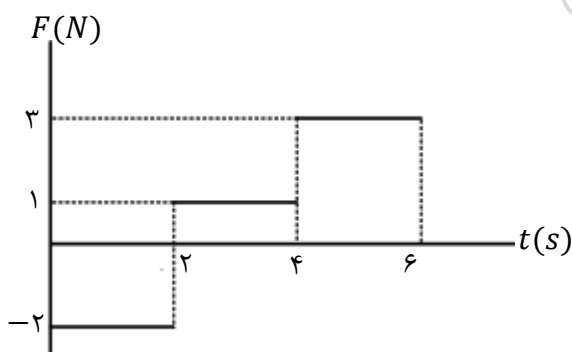
نیوتن است؟ (۱۴۰۲ - خ)

$$(1) \frac{5}{4} \quad (2) \frac{7}{4}$$

$$(3) \frac{2}{3} \quad (4) \frac{7}{3}$$

۴۸. نمودار نیروی خالص وارد بر جسمی به جرم  $500\text{g}$  که از حال سکون حرکت می‌کند، مطابق شکل است. شتاب متوسط جسم در بازه زمانی  $t_1=1\text{s}$  تا

$t_2=5\text{s}$  در SI چقدر است؟ (۱۴۰۲ - خ)



$$(1) 1/5 \quad (2) 2$$

$$(3) 2/5 \quad (4) 3$$

۴۹. معادله تکانه متحرکی به جرم  $500\text{g}$  که روی محور X حرکت می‌کند، در SI به صورت  $\vec{P} = (3t - 6) \vec{i}$  است. نیروی خالص متوسطی که در بازه

زمانی  $t_1=1\text{s}$  تا  $t_2=3\text{s}$  بر این متحرک وارد می‌شود، بر حسب نیوتن، کدام است؟ (۱۴۰۲ - دوم)

$$(1) 3\vec{i} \quad (2) -3\vec{i}$$

$$(3) 6\vec{i} \quad (4) -6\vec{i}$$



۵۰. کدام مورد درست نیست؟ (۱۴۰۳ ت - خ)

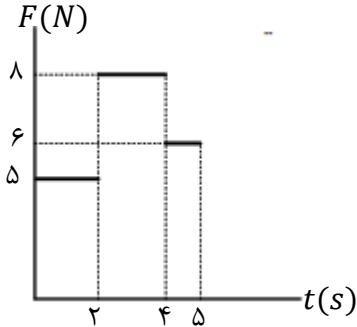
(۱) تکانه برابر حاصلضرب نیرو در مدت زمان تاثیر آن است.

(۲) تغییر تکانه برابر مساحت سطح زیر نمودار نیرو - زمان است.

(۳) تکانه یک کمیت برداری است که با بردار سرعت هم جهت است.

(۴) نیروی خالص متوسط وارد بر جسم برابر تغییر تکانه جسم تقسیم بر زمان تغییر آن است.

۵۱. شکل زیر، نمودار نیروی خالص وارد بر جسمی به جرم  $4\text{ kg}$  را نشان می‌دهد. اگر جسم تحت اثر این نیرو از حال سکون شروع به حرکت کند، شتاب متوسط جسم در این ۵ ثانیه، چند متر بر مربع ثانیه است؟ (۱۴۰۴ ر - دوم)

(۱)  $1/3$ (۲)  $1/47$ (۳)  $1/52$ (۴)  $1/6$ 

۵۲. روی سطح افقی بدون اصطکاک، جسمی به جرم  $800$  گرم با تندی  $5\text{ m/s}$  به سمت غرب در حرکت است. نیروی ثابت  $2\text{ N}$  به طور پیوسته به سمت شرق بر جسم وارد می‌شود تا جسم متوقف شود و سپس به همان تندی  $5\text{ m/s}$  به سمت شرق برسد. زمان اثر این نیرو چند ثانیه است؟ (۱۴۰۴ ر - اول)

(۱) ۱

(۲) ۲

(۳) ۴

(۴) ۸

۵۳. اتومبیلی روی خط راست با سرعت  $72\text{ km/h}$  در حال حرکت است. راننده با دیدن مانعی با شتاب ثابت ترمز می‌کند و پس از ۵ ثانیه می‌ایستد. اگر جرم راننده  $80\text{ kg}$  باشد، نیروی خالص وارد بر راننده چند نیوتن است؟ (۱۴۰۳ ت - دوم)

(۱) ۳۲۰

(۲) ۸۰۰

(۳) ۴۰۰

(۴) ۱۶۰

حرکت دایره‌ای: حرکت دایره‌ای نمونه‌ای از حرکت در صفحه است.

حرکت دایره‌ای یکنواخت: در این نوع حرکت متحرک بر روی یک مسیر دایره‌ای با تندی ثابت حرکت می‌کند.

نکته: با اینکه در حرکت دایره‌ای یکنواخت تندی جسم ثابت است، ولی چون جهت حرکت جسم دائما در حال تغییر است، حرکت از نوع شتابدار می‌باشد.

دوره: مدت زمانی است که طول می‌کشد تا متحرک یک دور کامل محیط دایره را بپیماید. آن را با نماد  $T$  نمایش می‌دهند و خواهیم داشت:

$$T = \frac{2\pi r}{v} \Rightarrow v = \frac{2\pi r}{T} \xrightarrow{\omega = \frac{2\pi}{T}} v = r\omega$$

۱. پره یک هلیکوپتر با سرعت ۹۰ دور در دقیقه می‌چرخد. اگر قطر دایره‌ای که لبه‌ی پره طی می‌کند،  $4m$  باشد، تندی لبه‌ی پره چند متر بر ثانیه است؟

(۹۲-ت خ)

(۲) ۹

(۱) ۸

(۴)  $12\pi$

(۳)  $6\pi$

۲. دو متحرک A و B در دو مسیر دایره‌ای هم مرکز به شعاع‌های  $R_1$  و  $R_2$  دوران یکنواخت با دوره‌های  $T_1$  و  $4T_1$  دارند و در مبدا زمان در دو جهت مخالف از کنار یکدیگر می‌گذرند، چه مدت پس از مبدا زمان مجدداً از کنار یکدیگر عبور می‌کنند؟ (۹۵-ر خ)

(۲)  $\frac{T_1}{5}$

(۱)  $\frac{T_1}{5}$

(۴)  $\frac{T_1}{5}$

(۳)  $\frac{T_1}{10}$

۳. تعداد دور بر حسب واحد زمان برای یک متحرک که روی محیط دایره‌ای به شعاع  $15cm$  با تندی ثابت در چرخش است،  $5rpm$  است. بزرگی سرعت متوسط این متحرک در مدت  $6s$  چند متر بر ثانیه است؟

۴. جسمی به جرم  $5kg$  در حرکت دایره‌ای یکنواخت در هر دقیقه ۳۰ دور می‌چرخد. اگر شعاع مسیر ۲ متر باشد، انرژی جنبشی جسم، چند ژول است؟ (۱۴۰۱-ر)

(۲)  $20\pi^2$

(۱)  $10\pi^2$

(۴) ۴۰

(۳) ۸۰

۵. ۴۵ دور بر دقیقه برابر با چند رادیان بر ثانیه است؟ (۱۴۰۴-ر دوم)

(۲)  $\frac{2\pi}{3}$

(۱)  $\frac{2\pi}{2}$

(۴)  $\frac{3\pi}{4}$

(۳)  $\frac{4\pi}{3}$

$$\frac{V_2}{V_1} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right) \left(\frac{T_1}{T_2}\right)$$

نکته: برای مقایسه‌ی سرعت دو متحرک بر روی مسیر دایره‌ای خواهیم داشت:

۶. در حرکت وضعی زمین به دور محور خود، سرعت نقطه‌ای در مدار جغرافیایی  $60^\circ$  درجه شمالی چند برابر سرعت نقطه‌ای واقع در مدار جغرافیایی  $30^\circ$  درجه شمالی است؟ (۸۵-ر)

(۲)  $\sqrt{3}$

(۱) ۲

(۴)  $\frac{\sqrt{3}}{3}$

(۳)  $\frac{1}{2}$

۷. طول عقربه دقیقه شمار یک ساعت دیواری ۲ برابر طول عقربه ساعت شمار آن است. اندازه سرعت نوک عقربه دقیقه شمار چند برابر سرعت نوک عقربه ساعت شمار است؟ (حرکت عقربه‌ها یکنواخت فرض شده است) (۸۴ت)

(۱) ۶ (۲) ۱۲

(۳) ۲۴ (۴) ۴۸

۸. در یک ساعت دیواری، طول عقربه ثانیه شمار، دو برابر طول عقربه ساعت شمار است. تندی نوک عقربه ثانیه شمار، چند برابر تندی نوک عقربه ساعت شمار است؟ (۱۴۰۱ ر - خ)

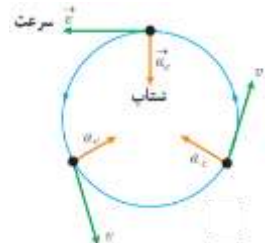
(۱) ۱۴۴۰ (۲) ۲۸۸۰

(۳) ۳۶۰۰ (۴) ۷۲۰۰

شتاب مرکزگرا در حرکت دایره‌ای:

$$a = \frac{v^2}{r} \quad v=r\omega \quad \Rightarrow \quad a = r\omega^2$$

نکته ۱: در حرکت دایره‌ای یکنواخت بردار شتاب در تمام مکان‌ها در راستای شعاع و به طرف مرکز دایره‌ی مسیر می‌باشد، به همین دلیل به آن شتاب مرکزگرا گفته می‌شود.



نکته ۲: سرعت و شتاب مرکزگرا در حرکت دایره‌ای همواره بر هم عمودند.

۹. جرم گلوله A دو برابر جرم گلوله B است و هر دو روی یک مسیر دایره‌ای با سرعت برابر می‌چرخند. شتاب مرکزگرای گلوله A چند برابر شتاب مرکزگرای گلوله B است؟ (۸۳ر)

(۱) ۱ (۲) ۲

(۳) ۳ (۴) ۴

۱۰. دو متحرک A و B هر کدام با بزرگی سرعت ثابت روی مسیرهای دایره‌ای می‌چرخند. شعاع دایره‌ی مسیر متحرک A دو برابر شعاع دایره‌ی مسیر متحرک B است. اگر دوره‌ی این دو متحرک با هم برابر باشند، شتاب مرکزگرای A چند برابر شتاب مرکزگرای B است؟ (۸۳ت)

(۱) ۱ (۲) ۲

(۳)  $\frac{1}{2}$  (۴) ۴

۱۱. اگر در یک حرکت دایره‌ای یکنواخت، شعاع انحنای مسیر و اندازه سرعت متحرک ۲ برابر شود، شتاب مرکزگرا چند برابر می‌شود؟ (۸۸ت)

(۱) ۱ (۲) ۲

(۳)  $\frac{1}{2}$  (۴) ۴

۱۲. ذره‌ای در هر دقیقه ۶ بار مسیری به شکل دایره به محیط ۱۲ متر را به طور یکنواخت طی می‌کند. اندازه‌ی شتاب مرکزگرای ذره چند متر بر مجذور ثانیه است؟  $(\pi=3)$  (۸۸ت - خ)

(۱)  $\frac{6}{5}$  (۲)  $\frac{18}{5}$

(۳)  $\frac{18}{25}$  (۴)  $\frac{25}{6}$

۱۳. ذره‌ای حرکت دایره‌ای یکنواخت در صفحه‌ی  $xOy$  در جهت پادساعتگرد انجام می‌دهد و دوره‌ی حرکتش  $4s$  است. اگر در لحظه‌ای بردار شتاب ذره  $\vec{a} = 2\vec{i} - 2\vec{j}$  باشد،  $1/5$  ثانیه بعد، بردار شتاب ذره کدام است؟ (۹۴)

$$(1) -2\vec{i} + 2\vec{j} \quad (2) 2\vec{i} + 2\vec{j}$$

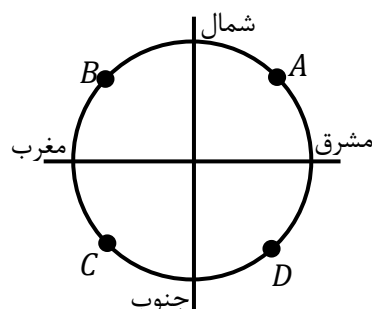
$$(3) -2\sqrt{2}\vec{j} \quad (4) 2\sqrt{2}\vec{j}$$

۱۴. ذره‌ای در حال حرکت یکنواخت روی دایره‌ای به شعاع  $r=2m$  در صفحه‌ی  $xOy$  است. اگر بردار شتاب آن در  $SI$  در یک لحظه  $\vec{a} = 3\vec{i} + 4\vec{j}$  باشد، بزرگی سرعت آن چند متر بر ثانیه است؟ (۹۴-خ)

$$(1) 5 \quad (2) 10$$

$$(3) \sqrt{5} \quad (4) \sqrt{10}$$

۱۵. مسیر حرکت اتومبیلی که در یک سطح افقی حرکت دورانی یکنواخت دارد، مطابق شکل زیر است. در کدامیک از نقاط زیر جهت شتاب اتومبیل به طرف جنوب غربی است؟ (۹۵-ت)



$$(1) A \quad (2) B$$

$$(3) C \text{ و } A \quad (4) B \text{ و } D$$

۱۶. متحرکی با تندی ثابت  $v = 10\pi \frac{m}{s}$  روی دایره‌ای به شعاع  $20$  متر حرکت می‌کند. شتاب متوسط این متحرک در هر ثانیه چند برابر شتاب مرکزگرای آن است؟ (۱۴۰۰-ر)

$$(1) \frac{2\sqrt{2}}{\pi} \quad (2) \frac{5}{\pi}$$

$$(3) 5\sqrt{2} \quad (4) \sqrt{2}$$

۱۷. ذره‌ای به جرم  $m$  روی محیط دایره‌ای حرکت یکنواخت با سرعت  $V$  دارد. اندازه‌ی تغییر تکانه‌ی ذره در مدتی که  $\frac{3}{4}$  محیط دایره را طی می‌کند، کدام است؟ (۸۷-ت-خ)

$$(1) 2mv \quad (2) \sqrt{2}mv$$

$$(3) 2\sqrt{2}mv \quad (4) \frac{\sqrt{3}}{2}mv$$

۱۸. پره‌های یک بالگرد در هر دقیقه  $1200$  دور می‌چرخند. اگر طول پره‌ها  $4m$  باشد، شتاب مرکزگرا در وسط پره‌ها چند متر بر مربع ثانیه است؟

$$(1) 24000 \quad (2) 64000 \quad (3) 16000 \quad (4) 32000$$

$$(5) 10 (\pi^2 = 10) \text{ ر } 1404 - \text{خ}$$

۱۹. گلوله‌ای به جرم  $50g$  روی سطح افقی، مسیر دایره‌ای به شعاع  $2$  متر را هر  $1/5s$  یک دور می‌زند. شتاب مرکزگرای گلوله چند متر بر مربع ثانیه است و اندازه تغییر تکانه آن در مدت نصف دوره، چند کیلوگرم متر بر ثانیه است؟ (۱۴۰۲-ر-خ)

$$(1) 32 \text{ و } 0/4 \quad (2) 32 \text{ و } 0/8$$

$$(3) 16 \text{ و } 0/4 \quad (4) 16 \text{ و } 0/8$$

نیروی برآیند وارد بر یک متحرک بر روی مسیر دایره‌ای:

$$F_{net} = m \frac{v^2}{r} = mr\omega^2 \begin{cases} T_{نخ} = m \frac{v^2}{r} & \text{چرخاندن گلوله‌ی متصل به نخ} \\ G \frac{mM_e}{r^2} = m \frac{v^2}{r} & \text{حرکت ماهواره به دور زمین} \\ f_s = m \frac{v^2}{r} & \text{دور زدن ماشین در پیچ جاده} \\ k \frac{q_1 q_2}{r^2} = m \frac{v^2}{r} & \text{حرکت الکترون به دور هسته} \\ qvB = m \frac{v^2}{r} & \text{حرکت ذره باردار در میدان مغناطیسی} \end{cases}$$

۲۰. جسمی به جرم  $5\text{Kg}$  حرکت دایره‌ای یکنواخت دارد و در هر  $10$  ثانیه یک دور می‌چرخد. اگر شعاع مسیر  $5$  متر باشد، نیروی مرکزگرای آن چند نیوتن است؟  $(\pi^2 = 10)$  (۸۵-خ)

(۱)  $10$  (۲)  $20$

(۳)  $50$  (۴)  $100$

۲۱. یک دوچرخه سوار با بزرگی سرعت ثابت  $10\text{m/s}$  در یک سطح افقی دایره‌ای به شعاع  $20$  متر را طی می‌کند. جرم دوچرخه و دوچرخه سوار بر روی هم  $80\text{Kg}$  است. نیرویی که از طرف جاده بر دوچرخه وارد می‌شود، چند نیوتن است؟ (۸۷-ر-خ)

(۱)  $400$  (۲)  $800$

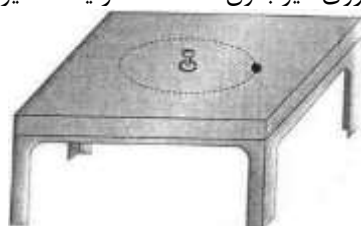
(۳)  $80\sqrt{26}$  (۴)  $400\sqrt{5}$

۲۲. وزنه‌ای به جرم  $400\text{g}$  به یک سر ریسمان سبک متصل است و سر دیگر آن در مرکز یک میز افقی بدون اصطکاک ثابت شده است و وزنه در مسیر دایره‌ای افقی به طور یکنواخت روی میز می‌چرخد، اگر نیروی کشش ریسمان  $2\text{N}$  و طول آن  $20\text{cm}$  باشد، دوره حرکت وزنه چند ثانیه است؟ (۸۵-ر-خ)

(۱)  $0.4\pi$  (۲)  $0.4$

(۳)  $0.5\pi$  (۴)  $0.5$

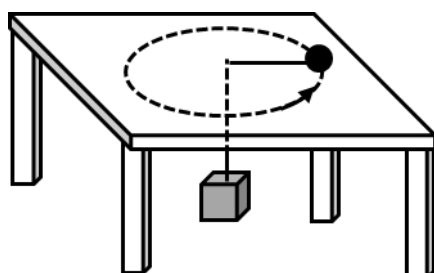
۲۳. در شکل روبه‌رو مهره‌ای به جرم  $200\text{g}$  به نخ بسته شده و انتهای دیگر نخ به حلقه‌ای بسته شده است. اگر مهره روی میز بدون اصطکاک در یک مسیر دایره‌ای به شعاع  $25\text{cm}$  در هر ثانیه یک دور بزند، نیروی کشش نخ چند نیوتن است؟  $(\pi = \sqrt{10})$  (۹۴-ت-خ)



(۱)  $1$  (۲)  $2$

(۳)  $3$  (۴)  $4$

۲۴. در شکل مقابل  $\omega$  ثابت است و جسم  $m$  روی سطح افقی بدون اصطکاک روی دایره‌ای به شعاع  $r$  حرکت می‌کند و نخ از روزنه‌ای عبور کرده و وزنه‌ی  $M$  از آن آویزان است. نسبت  $\frac{M}{m}$  کدام است؟ (۸۸-ر-خ)



(۱)  $\frac{gT}{2\pi r}$  (۲)  $\frac{2\pi r}{gT}$

(۳)  $\frac{4\pi^2 r}{gT^2}$  (۴)  $\frac{gT^2}{4\pi^2 r}$

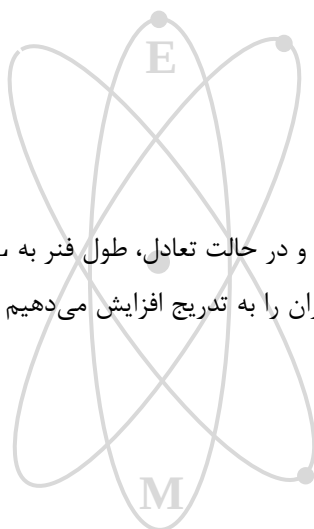
۲۵. خودرویی در یک سطح افقی در حال حرکت است و از سقف آن آونگی آویزان است. اگر خودرو شتاب رو به جلو داشته باشد و یا اگر خودرو در مسیر دایره‌ای یکنواخت حرکت کند، به ترتیب، در هر مورد آونگ به کدام سمت منحرف می‌شود؟ (۱۴۰۴ ر - دوم)

- (۱) رو به جلو - به سمت مرکز دایره  
(۲) رو به عقب - به سمت مرکز دایره  
(۳) رو به جلو - به سمت بیرون دایره  
(۴) رو به عقب - به سمت بیرون دایره

۲۶. به انتهای یک فنر، گلوله‌ای را بسته و در یک صفحه افقی به طور یکنواخت می‌گردانیم. هرگاه دوره‌ی حرکت گلوله را نصف کنیم، افزایش طول فنر هشت برابر می‌شود. در این صورت شعاع دوران چند برابر خواهد شد؟ (۸۴ ر - خ)

- (۱)  $\frac{1}{2}$   
(۲)  $\frac{1}{8}$   
(۳) ۲  
(۴) ۸

۲۷. وزنه‌ای را از فنری آویزان می‌کنیم، طول فنر در حالت تعادل به ۴۰ cm می‌رسد. این وزنه را به همین فنر بسته و روی سطح افقی بدون اصطکاک حول ابتدای فنر به دوران درمی‌آوریم و سرعت دوران آن را به تدریج افزایش می‌دهیم تا طول فنر دوباره به ۴۰ cm برسد. در این حالت سرعت وزنه چند متر بر ثانیه است؟ (۹۷ ر - خ)



- (۱)  $2/\sqrt{5}$   
(۲)  $\sqrt{2/5}$   
(۳) ۲  
(۴)  $\sqrt{2}$

۲۸. وزنه‌ای به جرم  $m$  را از فنری با وزن ناچیز آویزان می‌کنیم و در حالت تعادل، طول فنر به  $L$  می‌رسد. این وزنه را به همین فنر بسته و روی میز بدون اصطکاک در یک سطح افقی به دوران درمی‌آوریم و سرعت دوران را به تدریج افزایش می‌دهیم تا طول فنر (شعاع مسیر) به  $L$  برسد. در این حالت اندازه سرعت وزنه از کدام رابطه بدست می‌آید؟ (۹۲ ر - خ)

- (۱)  $\sqrt{2Lg}$   
(۲)  $\sqrt{2}Lg$   
(۳)  $Lg$   
(۴)  $\sqrt{Lg}$

۲۹. یک صفحه‌ی افقی دوار در هر دقیقه ۱۵ دور می‌چرخد. اگر حداکثر فاصله‌ی سکه‌ای که روی صفحه قرار دارد از محور آن ۲ متر باشد، سکه نمی‌لغزد. ضریب اصطکاک ایستایی بین صفحه و سکه چقدر است؟ ( $\pi^2 = 10$ ) (۸۶ ر - خ)

- (۱)  $0.5$   
(۲)  $0.6$   
(۳)  $0.8$   
(۴) ۱

۳۰. یک صفحه افقی حول یک محور قائم دوران می‌کند و با تعداد دور بر واحد زمان ۶ rpm می‌چرخد. مکعبی به جرم ۵ kg روی این صفحه و در فاصله ۲ متری از محور دوران قرار دارد و بدون لغزش با صفحه می‌چرخد. نیروی اصطکاکی که بر مکعب وارد می‌شود، چند نیوتن است؟ (۹۷ ر)

- (۱) ۸  
(۲) ۲۰  
(۳)  $0.2\pi^2$   
(۴)  $0.4\pi^2$

۳۱. اتومبیلی به جرم  $1200 \text{ Kg}$  در یک سطح افقی در مسیر دایره‌ای به طور یکنواخت حرکت می‌کند و ضریب اصطکاک ایستایی  $\mu_s = 0.5$  است. اگر اتومبیل با حداکثر سرعت مجاز (سرعتی که نلغزد) حرکت کند، نیروی مرکزگرای وارد بر آن چند نیوتن است؟ (۹۸ - خ)

(۱) ۱۲۰۰۰ (۲) ۶۰۰۰

(۳) ۵۰۰۰ (۴) ۴۵۰۰

۳۲. یک میز افقی دوار حول مرکز خود به طور یکنواخت می‌چرخد و هر  $3/14$  ثانیه، ۳ دور کامل می‌زند. سکه‌ای روی میز در  $10$  سانتیمتری مرکز دوران قرار دارد که در آستانه لغزش است. ضریب اصطکاک ایستایی بین سکه و سطح میز چقدر است؟ (۱۴۰۴ - اول)

(۱)  $0.24$  (۲)  $0.36$

(۳)  $0.42$  (۴)  $0.48$

۳۳. در یک روز بارانی خودرویی می‌خواهد روی سطح افقی پیچ دایره‌ای به شعاع  $25$  متر را دور بزند. اگر حداکثر سرعتی که خودرو می‌تواند روی پیچ حرکت کند و نلغزد،  $36 \text{ m/h}$  باشد، ضریب اصطکاک ایستایی بین لاستیک‌ها و سطح جاده چقدر است؟ (۱۴۰۳ - خ)

(۱)  $0.5$  (۲)  $0.2$

(۳)  $0.3$  (۴)  $0.4$

۳۴. یک دیسک افقی گردان را در نظر بگیرید که حول محور قائم خود می‌چرخد و دو شخص هم وزن  $A$  و  $B$  به ترتیب در فاصله یک متری و دو متری از مرکز دوران، روی دیسک نشسته‌اند. نیروی مرکزگرای کدام بزرگتر است و اگر تندی دیسک به تدریج افزایش یابد، کدام زودتر می‌لغزد؟ (جنس سطوح تماس یکسان است) (۱۴۰۳ - اول)

(۱)  $A$  و  $A$  (۲)  $B$  و  $B$

(۳)  $A$  و  $B$  (۴)  $B$  و  $A$

۳۵. خودرویی به جرم  $2$  تن روی سطح افقی با تندی ثابت  $18 \text{ km/h}$  مسیر دایره‌ای به شعاع  $20$  متر را دور می‌زند. نیروی مرکزگرای خودرو چند نیوتن است و کدام نیرو آن را تامین می‌کند؟ (۱۴۰۲ - دوم)

(۱)  $2500$  - اصطکاک جنبشی (۲)  $2500$  - اصطکاک ایستایی

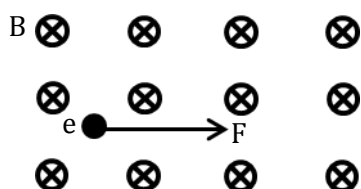
(۳)  $1250$  - اصطکاک جنبشی (۴)  $1250$  - اصطکاک ایستایی

۳۶. خودرویی به جرم  $3$  تن در سطح افقی، مسیر دایره‌ای را به صورت یکنواخت طی می‌کند. اگر بزرگی نیرویی که از طرف سطح زمین بر خودرو وارد می‌شود،  $10^4 \times \sqrt{10} \text{ N}$  باشد، نیروی مرکزگرای وارد بر خودرو چند نیوتن است؟ (۹۹)

(۱)  $10^2$  (۲)  $10^4$

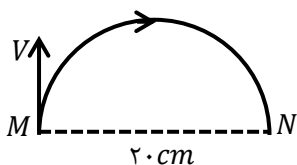
(۳)  $3 \times 10^2$  (۴)  $3 \times 10^4$

۳۷. در شکل روبه‌رو الکترونی با سرعت  $V$  در مسیری عمود بر میدان مغناطیسی در حرکت است. نیروی الکترومغناطیس وارد بر الکترون در یک لحظه نشان داده شده است. از آن لحظه قسمتی از مسیر حرکت الکترون در میدان کدام است؟ (۸۷ - خ)



۳۸. الکترونی که در نقطه M دارای سرعت  $v = 1.6 \times 10^6 \text{ m/s}$  است. تحت تاثیر میدان مغناطیسی یکنواخت B مسیر نیم دایره M تا N را مطابق

شکل روبه‌رو طی می‌کند. B چند تسلا و در چه جهتی است؟ (۸۹ت)



(۱)  $4.5 \times 10^{-5}$  ، درونسو (۲)  $4.5 \times 10^{-5}$  ، برونسو

(۳)  $9 \times 10^{-5}$  ، درونسو (۴)  $9 \times 10^{-5}$  ، برونسو

۳۹. ذره بارداری در یک میدان مغناطیسی یکنواخت حرکت دایره‌ای یکنواخت با شعاع  $28 \text{ mm}$  انجام می‌دهد. اگر نیروی الکترومغناطیسی وارد بر ذره

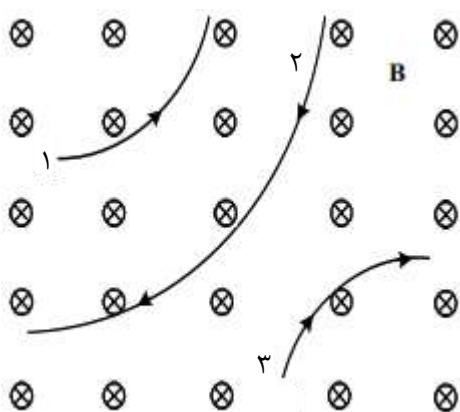
$1.5 \times 10^{-7} \text{ N}$  باشد، انرژی جنبشی ذره چند ژول است؟ (۹۳-خ)

(۱)  $21 \times 10^{-20}$  (۲)  $36 \times 10^{-20}$

(۳)  $72 \times 10^{-20}$  (۴)  $14 \times 10^{-20}$

۴۰. شکل زیر، مسیر حرکت ۳ ذره را در میدان مغناطیسی یکنواخت نشان می‌دهد. اگر تندی ذره‌ها و اندازه بار الکتریکی آنها برابر باشد، کدام مورد درست

است؟ (۱۴۰۳-دوم)



الف: بار الکتریکی ذره ۱ منفی است.

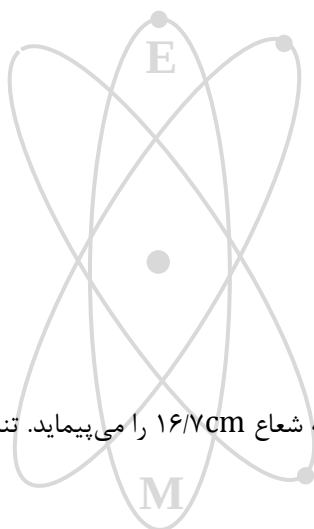
ب: جرم ذره ۲ بیشتر است.

پ: بار الکتریکی ذره‌های ۱ و ۲ منفی است.

ت: بار الکتریکی ذره‌های ۲ و ۳ منفی است.

(۱) الف و پ (۲) الف و ت

(۳) الف و ب (۴) ب و ت



۴۱. پروتونی در میدان مغناطیسی  $B = 0.5 \text{ T}$  مسیر دایره‌ای به شعاع  $16/7 \text{ cm}$  را می‌پیماید. تندی پروتون چند متر بر ثانیه است؟ (۱۴۰۴-خ)

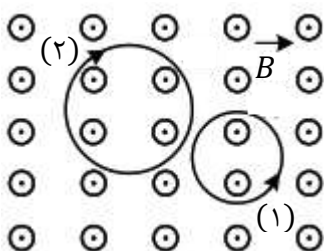
( $m_p = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$  و  $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ )

(۱)  $8 \times 10^3$  (۲)  $4 \times 10^3$

(۳)  $8 \times 10^5$  (۴)  $4 \times 10^5$

۴۲. در شکل زیر، میدان مغناطیسی یکنواخت عمود بر صفحه است و حرکت دو ذره با بارهای الکتریکی  $q_1$  و  $q_2$ ، تحت اثر آن میدان نشان داده شده

است. اگر جرم و تندی دو ذره با هم برابر باشند، کدام مورد درست است؟ (۱۴۰۳-اول)



(۱)  $q_1 < 0$  و  $|q_1| > |q_2|$  (۲)  $q_1 < 0$  و  $|q_1| > |q_2|$

(۳)  $q_1 < 0$  و  $|q_1| < |q_2|$  (۴)  $q_2 < 0$  و  $|q_1| < |q_2|$



$$F = G \frac{mM_e}{r^2} = m \frac{v^2}{r} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{GM_e}{r}} = \sqrt{\frac{GM_e}{R_e + h}}$$

(الف) تندی ماهواره:

۴۳. سرعت ماهواره متناسب با ..... است. (۸۸ر)

(۱) جذر عکس شعاع مدار (۲) جذر شعاع مدار

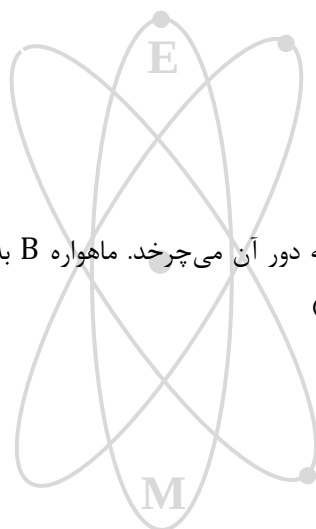
(۳) جذر جرم ماهواره (۴) عکس مربع شعاع مدار

۴۴. یک ماهواره در فاصله ۸۰۰ کیلومتری از سطح زمین دور می‌زند. اگر شتاب جاذبه در روی زمین  $9.8 \text{ m/s}^2$  و شعاع زمین  $6400 \text{ km}$  باشد، سرعت ماهواره چند کیلومتر بر ساعت است؟ (۹۰ - خ)

(۱) ۲۴۸۰ (۲) ۸۹۶۰

(۳) ۱۳۴۴۰ (۴) ۲۶۸۸۰

۴۵. جرم دو ماهواره A و B به ترتیب  $m$  و  $2m$  و به فاصله‌های  $R_e$  و  $2R_e$  از سطح زمین قرار دارند. سرعت ماهواره A چند برابر سرعت ماهواره B است؟ (۸۶ر)

(۱)  $\sqrt{2}$  (۲)  $\frac{\sqrt{2}}{2}$ (۳)  $\sqrt{\frac{2}{3}}$  (۴)  $\sqrt{\frac{3}{2}}$ 

۴۶. ماهواره A به جرم  $m$  در ارتفاع  $h = R_e$  از سطح زمین به دور آن می‌چرخد. ماهواره B به جرم  $2m$  در فاصله چند  $R_e$  از سطح زمین به دور آن بچرخد تا سرعت آن نصف سرعت ماهواره A باشد؟ (۹۳ - خ)

(۱) ۷ (۲)  $7\sqrt{2}$ (۳)  $4\sqrt{2}$  (۴) ۲

۴۷. ماهواره‌های A و B به دور زمین می‌چرخند. جرم ماهواره‌ی A،  $\frac{5}{4}$  جرم ماهواره‌ی B است. اگر بزرگی تکانه‌ی دو ماهواره با هم برابر باشد، شعاع مدار ماهواره‌ی B چند برابر شعاع مدار ماهواره‌ی A است؟ (۹۲ت)

(۱) ۲۰ (۲) ۸۰

(۳)  $\frac{4}{5}$  (۴)  $\frac{16}{25}$ 

۴۸. دو ماهواره A و B، هر کدام به جرم  $m$  به دور زمین می‌چرخند. فاصله ماهواره A تا سطح زمین  $R_e$  و فاصله ماهواره B تا سطح زمین  $3R_e$  است. بزرگی تکانه ماهواره A چند برابر بزرگی تکانه ماهواره B است؟ (۹۳ - خ)

(۱)  $\sqrt{2}$  (۲)  $\sqrt{3}$ 

(۳) ۲ (۴) ۳

۴۹. ماهواره‌ای به جرم  $250 \text{ Kg}$  در یک مدار دایره‌ای به دور زمین می‌چرخد. اگر فاصله ماهواره از سطح زمین  $1600$  کیلومتر باشد، انرژی جنبشی ماهواره چند گیگاژول است؟ ( $R_e = 6400 \text{ Km}$ ) (۹۶ - خ)

$$(1) \quad 6/4 \quad (2) \quad 64$$

$$(3) \quad 640 \quad (4) \quad 6400$$

۵۰. جرم دو ماهواره A و B با هم برابر است. اگر شعاع مدار ماهواره A دو برابر شعاع مدار ماهواره B باشد، انرژی جنبشی آن چند برابر انرژی جنبشی ماهواره B است؟ (۸۷ - ت)

$$(1) \quad 2 \quad (2) \quad \sqrt{2}$$

$$(3) \quad \frac{1}{2} \quad (4) \quad \frac{\sqrt{2}}{2}$$

۵۱. دو ماهواره A و B، به جرم‌های  $m_A$  و  $m_B = 2m_A$  روی مدار دایره‌ای شکل دور زمین می‌چرخند. ماهواره A در ارتفاع  $6370 \text{ Km}$  و ماهواره B در ارتفاع  $12740 \text{ Km}$  از سطح زمین قرار دارند. انرژی جنبشی ماهواره A چند برابر انرژی جنبشی ماهواره B است؟ ( $R_e = 6370 \text{ Km}$ ) (۹۱ - خ)

$$(1) \quad \frac{1}{4} \quad (2) \quad \frac{1}{3}$$

$$(3) \quad \frac{3}{4} \quad (4) \quad \frac{3}{2}$$

۵۲. دو ماهواره A و B به ترتیب به جرم‌های  $m$  و  $2m$ ، در فاصله‌های  $\frac{R_e}{2}$  و  $\frac{R_e}{4}$  از سطح زمین، در مدارهای دایره‌ای به دور زمین می‌چرخند. انرژی جنبشی ماهواره A چند برابر انرژی جنبشی ماهواره B است؟ ( $R_e$  شعاع کره زمین است.) (۱۴۰۰ - خ)

$$(1) \quad \frac{25}{6} \quad (2) \quad \frac{5}{6}$$

$$(3) \quad \frac{25}{36} \quad (4) \quad \frac{5}{12}$$

(ب) شتاب و نیروی مرکزگرای ماهواره:

$$F = G \frac{mM_e}{r^2} = m \frac{v^2}{r} \xrightarrow{F_{net}=ma} a = G \frac{M_e}{r^2} = \frac{v^2}{r}$$

۵۳. شعاع مدار ماهواره‌ای n برابر شعاع کره زمین است. نسبت شتاب حرکت ماهواره به شتاب ثقل در آن ارتفاع چقدر است؟

۵۴. فاصله مدار گردش یک ماهواره تا سطح زمین ۲ برابر شعاع زمین است. اندازه شتاب مرکز گرای ماهواره چند برابر اندازه شتاب گرانش در روی زمین است؟ (۸۶ - ت)

$$(1) \quad \frac{1}{2} \quad (2) \quad \frac{1}{3}$$

$$(3) \quad \frac{1}{4} \quad (4) \quad \frac{1}{9}$$

۵۵. ماهواره‌ای به جرم m در ارتفاع h از سطح زمین به دو آن می‌چرخد. اگر نیروی مرکزگرای ماهواره  $\frac{1}{9}$  وزن ماهواره در سطح زمین باشد، ارتفاع h چند برابر شعاع زمین است؟ (۹۳ - ت)

$$(1) \quad 3 \quad (2) \quad 4$$

$$(3) \quad 9 \quad (4) \quad 16$$

۵۶. ماهواره‌ای به جرم  $500 \text{ Kg}$  در ارتفاع  $1600$  کیلومتری سطح زمین به دور آن می‌چرخد. نیروی مرکز‌گرایی وارد بر ماهواره چند نیوتن است؟ (۹۸ ر)

$$(g=10 \text{ m/s}^2 \text{ و } R_e=6400 \text{ Km})$$

$$(2) \quad 3200$$

$$(1) \quad 500$$

$$(4) \quad 640$$

$$(3) \quad 800$$

۵۷. فاصله ماهواره‌ای تا سطح زمین به اندازه شعاع زمین است. اگر این ماهواره در مداری قرار گیرد که فاصله‌اش تا سطح زمین  $1/5$  برابر شعاع زمین باشد، شتاب مرکز‌گرایی آن چگونه تغییر می‌کند؟ (۹۹ ر - خ)

(۱) ۲۰ درصد افزایش می‌یابد. (۲) ۲۰ درصد کاهش می‌یابد.

(۳) ۳۶ درصد افزایش می‌یابد. (۴) ۳۶ درصد کاهش می‌یابد.

(ج) محاسبه دوره‌ی حرکت ماهواره:

$$\left. \begin{aligned} F_{net} &= m \frac{v^2}{r} = mr\omega^2 \\ F_{net} &= G \frac{mM_e}{r^2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow mr\omega^2 = G \frac{mM_e}{r^2} \Rightarrow r \frac{4\pi^2}{T^2} = G \frac{M_e}{r^2} \Rightarrow GM_e T^2 = 4\pi^2 r^3 \Rightarrow T^2 \propto r^3$$

نکته: مجذور دوره ماهواره با مکعب فاصله ماهواره از مرکز زمین نسبت مستقیم دارد.

۵۸. دو ماهواره‌ی A و B در دو مدار دایره‌ای به دور زمین می‌چرخند. اگر سرعت ماهواره‌ی A دو برابر سرعت ماهواره‌ی B باشد، دوره‌ی حرکت ماهواره‌ی A چند برابر دوره‌ی حرکت ماهواره‌ی B است؟

۵۹. ماهواره‌ای در فاصله  $R_e$  از سطح زمین در یک مدار دایره‌ای به دور زمین می‌گردد اگر شعاع زمین  $r$  و شعاع مدار ماهواره و  $g$  شتاب جاذبه در روی زمین باشد دوره گردش ماهواره در SI کدام است؟ (۸۷ ر)

$$(2) \quad 4\pi \sqrt{\frac{r}{g}}$$

$$(1) \quad 2\pi \sqrt{\frac{r}{g}}$$

$$(4) \quad 4\pi \sqrt{\frac{R_e}{g}}$$

$$(3) \quad 2\pi \sqrt{\frac{R_e}{g}}$$

۶۰. ماهواره‌ای به جرم  $m$  روی مداری به شعاع  $r$  به دور زمین می‌چرخد. دوره گردش ماهواره متناسب با کدام است؟ (۹۰ ت - خ)

$$(2) \quad r^{\frac{3}{2}}$$

$$(1) \quad r^{\frac{2}{3}}$$

$$(4) \quad \frac{R_e}{r}$$

$$(3) \quad \frac{r}{m}$$

۶۱. فاصله‌ی ماهواره‌ی A از سطح زمین به اندازه‌ی شعاع زمین و فاصله‌ی ماهواره‌ی B تا سطح زمین  $7$  برابر شعاع زمین است. دوره‌ی گردش ماهواره‌ی B چند برابر دوره‌ی گردش ماهواره‌ی A است؟ (۹۱ ت)

$$(2) \quad 4$$

$$(1) \quad 2$$

$$(4) \quad 16$$

$$(3) \quad 8$$

۶۲. ماهواره‌ی A در جهت حرکت وضعی زمین طوری به دور زمین می‌چرخد که در هر شبانه روز فقط یکبار در یک مکان معین به وسیله‌ی ناظری ساکن در سطح زمین رویت می‌شود. اگر شعاع گردش ماهواره‌ی B، ۹ برابر شعاع مدار ماهواره A باشد، دوره‌ی گردش ماهواره‌های A و B به دور زمین چند ساعت است؟ (به ترتیب از راست به چپ) (۹۵-ت-خ)

$$(۱) ۱۲ \text{ و } ۱۰۸ \quad (۲) ۲۴ \text{ و } ۶۴۸$$

$$(۳) ۱۲ \text{ و } ۳۲۴ \quad (۴) ۲۴ \text{ و } ۳۲۴$$

۶۳. اگر تندی ماهواره A، دو برابر تندی ماهواره B باشد، دوره آن چند برابر دوره ماهواره B است؟ (۱۴۰۳-ر-اول)

$$(۱) \frac{1}{2} \quad (۲) \frac{1}{4}$$

$$(۳) \frac{1}{8} \quad (۴) \frac{\sqrt{2}}{2}$$

۶۴. فرض کنید ماهواره‌ها روی مدارهای دایره‌ای به دور زمین به طور یکنواخت می‌چرخند. کدام مورد صحیح است؟ (۱۴۰۲-ر-دوم)

(۱) تندی مداری ماهواره در گردش به دور زمین، متناسب با جذر فاصله ماهواره از مرکز زمین است.

(۲) مربع دوره گردش ماهواره به دور زمین، متناسب با مکعب فاصله ماهواره از مرکز زمین است.

(۳) شتاب حرکت ماهواره متناسب با جذر فاصله ماهواره از مرکز زمین است.

(۴) وزن یک ماهواره با جذر فاصله ماهواره از مرکز زمین رابطه عکس دارد.

۶۵. دو ماهواره A و B، روی مدارهای دایره‌ای به طور یکنواخت به دور زمین می‌چرخند. اگر دوره حرکت ماهواره A،  $\frac{\sqrt{2}}{4}$  دوره حرکت ماهواره B باشد، شتاب حرکت ماهواره B، چند برابر شتاب حرکت ماهواره A است؟ (۱۴۰۲-ر-اول)

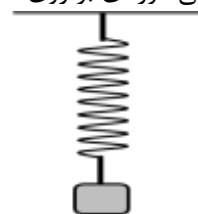
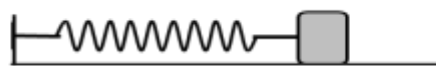
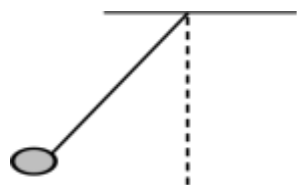
$$(۱) ۲ \quad (۲) \frac{1}{2}$$

$$(۳) \frac{1}{4} \quad (۴) \frac{1}{8}$$

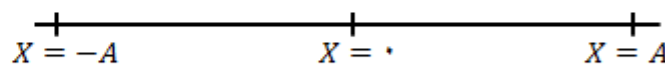
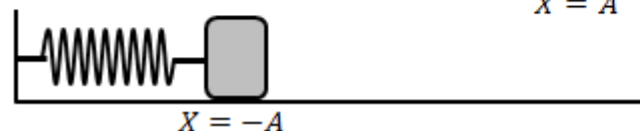
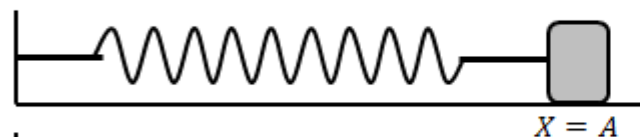
# فصل سوم

## نوسان و موج

حرکت هماهنگ ساده: حرکتی دوره‌ای بر روی خط راست که به صورت رفت و برگشت حول نقطه‌ای در وسط آن می‌باشد.



دامنه: به بیشترین فاصله‌ی نوسانگر از وضع تعادل دامنه‌ی حرکت گفته می‌شود و آن را با نماد  $A$  نمایش می‌دهند. دامنه‌ی حرکت یک کمیت مثبت است و طول مسیر حرکت ۲ برابر دامنه می‌باشد.



نوسان کامل: زمانی که نوسانگر مسافتی به اندازه‌ی ۴ برابر دامنه‌ی حرکت طی می‌کند، گفته می‌شود که نوسانگر یک نوسان کامل انجام داده است.

دوره: مدت زمانی است که نوسانگر یک نوسان کامل انجام می‌دهد. ( $T$ )

بسامد: تعداد نوسانهای کاملی که یک نوسانگر در مدت یک ثانیه انجام می‌دهد، بسامد نامیده می‌شود. ( $f$ )

رابطه‌ی بین بسامد و دوره:

تعداد نوسان

زمان

$$1 \quad T \rightarrow fT = 1 \rightarrow f = \frac{1}{T}$$

$$f \quad 1s$$

۱. اگر نوسانگری که روی یک پاره خط حرکت نوسانی ساده دارد، در هر دقیقه ۲۰ بار طول این پاره خط را بپیماید، دوره‌ی تناوب آن چند ثانیه است؟

۲. دو نوسانگر A و B را با هم و با دامنه کم به نوسان درمی‌آوریم. اگر دوره‌ی نوسان A برابر ۱/۸ ثانیه و دوره‌ی نوسان B برابر ۱/۵ ثانیه باشد، پس از گذشت ۳۶ ثانیه نوسانگر B چند نوسان بیشتر از A انجام می‌دهد؟

$$y = b \cos ax$$

یادآوری ریاضی: فرم کلی تابع  $\sin$  یا  $\cos$  به صورت رابطه‌ی مقابل می‌باشد:

که در رابطه بالا  $b$  مقدار تابع را بر روی محور  $y$  کم یا زیاد می‌کند و  $a$  دوره تناوب تابع را مشخص می‌کند.  $T = \frac{2\pi}{|a|}$

$$x = A \cos \omega t$$

معادله‌ی حرکت هماهنگ ساده:

که در این رابطه  $A$  دامنه نوسانگر و  $\omega$  بسامد زاویه‌ای نوسانگر نامیده می‌شود. و با توجه به یادآوری بالا خواهیم داشت:  $T = \frac{2\pi}{\omega} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$

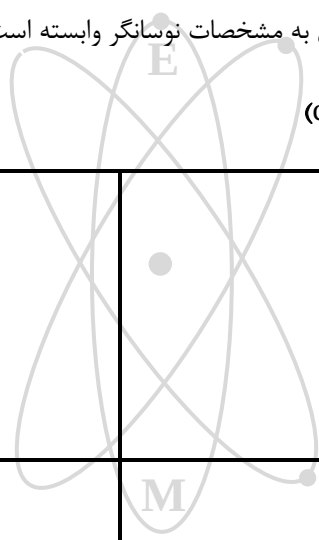
نکته:

$$\omega = \sqrt{\frac{K}{m}} \rightarrow \begin{cases} T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{K}} \\ f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K}{m}} \end{cases}$$

بیشتر بدانید:

نکته: روابط بالا نشان می‌دهند که دوره، بسامد و بسامد زاویه‌ای به مشخصات نوسانگر وابسته است و به دامنه بستگی ندارد. (فقط  $m$  و  $K$ )

زمان لازم برای جابه‌جایی بین نقاط مهم: (شناسه‌های مهم COS)



|     |  |
|-----|--|
| الف |  |
| ب   |  |
| ج   |  |
| د   |  |

۱. معادله‌ی حرکت هماهنگ ساده‌ای در SI به صورت  $x = 0.06 \cos \frac{\pi}{3} t$  است. این نوسانگر در فاصله‌ی زمانی (۳-۰) ثانیه چند سانتیمتر مسافت پیموده است؟ (۸۵)

(۱) صفر

(۲) ۶

(۳) ۹

(۴) ۱۲

۲. نوسانگری در یک بعد در لحظه  $t_1$  در مکان  $\frac{A}{\sqrt{2}} +$  و در لحظه  $t_2 > t_1$  در مکان  $\frac{A}{4} +$  قرار دارد. اندازه بیشترین سرعت متوسط نوسانگر در بازه  $t_1$  تا  $t_2$  کدام است؟ (A دامنه نوسان و T دوره حرکت است) (۸۴)

(۱)  $\frac{A}{T}(\sqrt{2} + 1)$ (۲)  $\frac{A}{T} \frac{12(\sqrt{2}-1)}{7}$ (۳)  $\frac{A}{T} \frac{12(\sqrt{2}+1)}{7}$ (۴)  $\frac{A}{T}(\sqrt{2} - 1)$ 

۳. به انتهای یک فنر با جرم ناچیز وزنه ۵۰۰ گرمی می‌آویزیم و آن را در راستای قائم با دامنه کم به نوسان در می‌آوریم. اگر ثابت فنر  $20 \text{ N/m}$  باشد، وزنه در هر دقیقه چند نوسان کامل انجام خواهد داد؟ ( $\pi^2 = 10$ ) (۸۳)

(۱) ۱۲

(۲) ۱۸

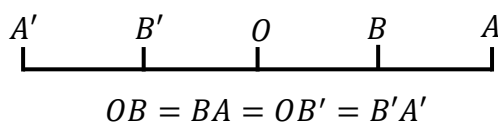
(۳) ۳۰

(۴) ۶۰

۴. وزنه‌ای را از انتهای فنر سبکی آویزان می‌کنیم. در حالتی که وزنه به حال تعادل قرار می‌گیرد و می‌ایستد، طول فنر  $10 \text{ cm}$  افزایش یافته است. وزنه را از این وضعیت کمی پایین کشیده و رها می‌کنیم تا در راستای قائم به نوسان درآید. دوره نوسان چند ثانیه است؟ ( $g = 10 \frac{m}{s^2}$ ) (۹۰)

(۱)  $\frac{1}{5}$ (۲)  $\frac{2}{5}$ (۳)  $\frac{\pi}{5}$ (۴)  $\frac{2\pi}{5}$ 

۵. در شکل زیر اگر متحرکی بین دو نقطه‌ی A و A' حرکت هماهنگ ساده انجام دهد و فاصله‌ی OB را در مدت  $\frac{1}{3} S$  طی کند، بسامد نوسان چند هرتز است؟ (۹۵-خ)



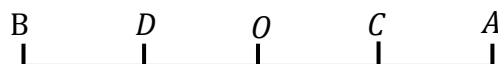
(۱) ۲۵

(۲)  $37/5$ 

(۳) ۵۰

(۴) ۷۵

۶. متحرکی روی پاره خط AB حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر  $AC = CO = OD = DB$  باشد و متحرک فاصله CD را در  $t_1$  ثانیه و فاصله DB را در  $t_2$  ثانیه طی کند،  $\frac{t_1}{t_2}$  چقدر است؟ (۹۶-خ)



(۱) ۱

(۲) ۲

(۳)  $\frac{3}{2}$ (۴)  $\frac{4}{3}$ 

۷. در یک حرکت هماهنگ ساده، در مدت دلخواه  $\frac{1}{4}$  دوره کمترین مسافتی که نوسانگر طی می‌کند، چند برابر دامنه است؟ ( $\sqrt{2} = 1/4$ ) (۹۳-خ)

(۱)  $0.3A$ (۲)  $0.6A$ (۳)  $0.7A$ (۴)  $1/4A$



۸. متحرکی روی محور X حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد و معادله حرکت آن در SI به صورت  $x = 0.06 \cos\left(\frac{5}{3}\pi t\right)$  است. بیشترین سرعت متوسط این نوسانگر در یک بازه‌ی زمانی دلخواه  $0.2$  ثانیه‌ای چند متر بر ثانیه می‌تواند باشد؟ (۹۵-ر-خ)

(۱)  $0.3$  (۲)  $3$

(۳)  $0.2\sqrt{3}$  (۴)  $2\sqrt{3}$

۹. ذره‌ای روی پاره خطی به طول  $8\text{cm}$  حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. این ذره در یک بازه زمانی دلخواه  $\frac{1}{4}$  دوره بیشترین جابه‌جایی که ممکن است داشته باشد، چند سانتیمتر است؟ (۹۷-ت-خ)

(۱)  $3$  (۲)  $4$

(۳)  $2\sqrt{2}$  (۴)  $4\sqrt{2}$

۱۰. جسمی به جرم  $400\text{g}$  به فنری با ثابت  $k = 360\text{N/m}$  بسته شده است و روی سطح افقی بدون اصطکاک حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. این جسم در مدت یک ثانیه چند نوسان انجام می‌دهد؟ ( $\pi = 3$ ) (۹۸-ر-خ)

(۱)  $5$  (۲)  $15$

(۳)  $30$  (۴)  $60$

۱۱. جسمی به جرم  $m$  به فنری به ثابت  $K$  متصل است و با دوره  $0.1\pi$  ثانیه نوسان می‌کند. اگر جرم جسم  $190\text{g}$  کاهش یابد با دوره  $0.09\pi$  ثانیه نوسان می‌کند.  $K$  چند نیوتن بر سانتیمتر است؟ (۹۹-ر)

(۱)  $2$  (۲)  $4$

(۳)  $20$  (۴)  $40$

۱۲. نوسانگری روی محور X حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد و مبدا مختصات نقطه تعادل (مرکز نوسان) است. اگر دامنه حرکت نوسانگر  $2\text{cm}$  و بسامد حرکتش  $\frac{1}{4}\text{Hz}$  باشد، بزرگی سرعت متوسط نوسانگر در کمترین بازه زمانی که از مکان  $+\sqrt{2}\text{cm}$  در جهت محور X عبور می‌کند و سپس به مکان  $-\sqrt{2}\text{cm}$  می‌رسد، چند سانتیمتر بر ثانیه است؟ (۹۹-ت)

(۱) صفر (۲)  $\frac{2\sqrt{2}}{3}$

(۳)  $\frac{2\sqrt{2}}{5}$  (۴)  $\sqrt{2}$

۱۳. جرمی متصل به فنر با بسامد  $5\text{Hz}$  روی پاره خطی به طول  $8\text{cm}$  در سطح افقی بدون اصطکاک حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. نوسانگر در لحظه  $t_1$  از یک سانتیمتری نقطه تعادل (مرکز نوسان) عبور می‌کند و حرکتش در این لحظه کندشونده است. از لحظه  $t_1$  حداقل چند ثانیه طول می‌کشد تا نوسانگر از یک سانتیمتری طرف دیگر نقطه تعادل عبور کند؟ (۹۹-ت-خ)

(۱)  $\frac{1}{40}$  (۲)  $\frac{1}{20}$

(۳)  $\frac{1}{10}$  (۴)  $\frac{1}{5}$

۱۴. معادله حرکت نوسانگری در SI به صورت  $x = 0.02 \cos \frac{\pi}{4} t$  است. تندی متوسط نوسانگر در بازه زمانی  $t_1 = \frac{1}{12} s$  تا  $t_2 = \frac{25}{12} s$  چند سانتیمتر بر ثانیه است؟ (۱۴۰۰ر)

(۱) ۱ (۲) ۲

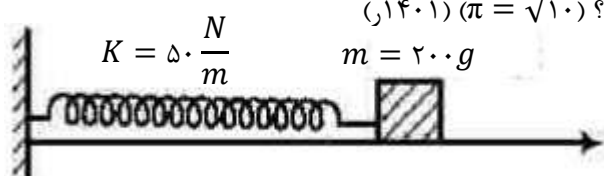
(۳) ۴ (۴) ۸

۱۵. وزنه‌ای به جرم  $200g$  به انتهای فنری که ثابت آن  $k=200 N/m$  است بسته شده و روی سطح افقی با دامنه  $4cm$  حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. مسافتی که نوسانگر در مدت  $0.1s$  طی می‌کند، چند سانتیمتر است؟ ( $\pi^2 = 10$ ) (۱۴۰۰ر - خ)

(۱) ۱۶ (۲) ۱۲

(۳) ۸ (۴) ۴

۱۶. در شکل زیر، اصطکاک سطح افقی ناچیز است. وزنه را  $3cm$  از حالت تعادل در جهت مور X کشیده و رها می‌کنیم تا حرکت هماهنگ ساده انجام دهد. در نیم ثانیه اول، مسافتی که نوسانگر می‌پیماید، چند برابر بزرگی جابه‌جایی آن است؟ ( $\pi = \sqrt{10}$ ) (۱۴۰۱ر)



(۱) ۵ (۲) ۳

(۳) ۲/۵ (۴) ۱/۵

۱۷. معادله حرکت نوسانگری در SI به صورت  $x = 0.04 \cos 4\pi t$  است. مسافتی که نوسانگر در بازه  $t_1 = 0.1s$  تا  $t_2 = 1/35 s$  طی می‌کند، چند متر است؟ (۱۴۰۱ر - خ)

(۱)  $\frac{1}{5}$  (۲)  $\frac{2}{5}$

(۳)  $\frac{2}{5}$  (۴)  $\frac{4}{5}$

۱۸. فنری به جرم ناچیز و طول  $20cm$  را از یک انتها، از نقطه ثابتی آویزان می‌کنیم. ثابت فنر  $400 N/m$  است و به انتهای دیگر آن، وزنه یک کیلوگرمی می‌بندیم و وزنه را در شرایطی از حال سکون رها می‌کنیم که طول فنر، همان  $20cm$  باشد. در این آزمایش بیشترین طول فنر به چند سانتیمتر می‌رسد و تندی وزنه در این وضعیت چند سانتیمتر بر ثانیه است؟ (۱۴۰۲ر - اول)

(۱) ۲۵ و صفر (۲) ۲۵ و ۵۰

(۳) ۲۲/۵ و صفر (۴) ۲۲/۵ و ۵۰

۱۹. معادله مکان - زمان حرکت هماهنگ ساده‌ای در SI به صورت  $x = A \cos 50\pi t$  است. اگر تندی متوسط نوسانگر در بازه  $t_1 = 0$  تا  $t_2 = 0.02s$  برابر  $1/5 m/s$  باشد، دامنه نوسان چند سانتیمتر است؟ (۱۴۰۲ر - دوم)

(۱) ۱/۵ (۲) ۳

(۳) ۴/۵ (۴) ۶

۲۰. معادله حرکت نوسانگری در SI به صورت  $x = 0.04 \cos \frac{4\pi}{3} t$  است. حداقل بازه زمانی دو عبور متوالی از مکان  $x = 2cm$  چند ثانیه است؟ (۱۴۰۲ر - دوم)

(۱) ۰/۵ (۲) ۱

(۳) ۱/۵ (۴) ۲

۲۱. معادله مکان - زمان نوسانگر هماهنگ ساده‌ای در SI به صورت  $x = A \cos \frac{16\pi}{3} t$  است. در  $0.5$  ثانیه اول حرکت، تندی متوسط نوسانگر چند برابر بزرگی سرعت متوسط آن است؟ (۱۴۰۳ - اول)

$$(1) \frac{11}{3} \quad (2) \frac{11}{6}$$

$$(3) \frac{22}{3} \quad (4) 6$$

۲۲. معادله حرکت هماهنگ ساده نوسانگری در SI به صورت  $x = 0.02 \cos 6\pi t$  است. بیشترین سرعت متوسط نوسانگر در مدت  $0.5$  چند سانتیمتر بر ثانیه است؟ (۱۴۰۳ - دوم)

$$(1) 2 \quad (2) 8$$

$$(3) 2\sqrt{2} \quad (4) 4\sqrt{2}$$

۲۳. نوسانگری با دامنه  $A$  نوسان می‌کند. اگر حداقل زمانی که نوسانگر از نقطه تعادل ( $x=0$ ) به مکان  $x = \frac{A}{4}$  می‌رسد،  $\frac{1}{6}$  ثانیه باشد، نوسانگر در هر دقیقه چند نوسان کامل انجام می‌دهد؟ (۱۴۰۳ - خ)

$$(1) 600 \quad (2) 360$$

$$(3) 300 \quad (4) 400$$

۲۴. اگر جرم وزنه آویخته از فنر را  $320$  گرم کاهش دهیم، دوره آن در حرکت هماهنگ ساده،  $40$  درصد کاهش می‌یابد. جرم اولیه وزنه چند گرم است؟ (۱۴۰۳ - خ)

$$(1) 800 \quad (2) 720$$

$$(3) 640 \quad (4) 500$$

۲۵. معادله حرکت هماهنگ ساده نوسانگری در SI به صورت  $x = 0.04 \cos 4\pi t$  است. تندی متوسط نوسانگر در بازه زمانی  $t_1 = 0$  تا  $t_2 = \frac{1}{3} s$  چند سانتیمتر بر ثانیه است؟ (۱۴۰۳ - خ)

$$(1) 18 \quad (2) 24$$

$$(3) 30 \quad (4) 32$$

۲۶. نوسانگر وزنه - فنر با دوره  $2$  ثانیه روی پاره خطی به طول  $8$  سانتیمتر در راستای قائم نوسان می‌کند. اگر نوسانگر در لحظه  $t=0$  در بالاترین نقطه مسیر باشد، تندی متوسط نوسانگر در بازه زمانی  $t=0$  تا  $t = \frac{5}{3} s$  چند سانتیمتر بر ثانیه است؟ (۱۴۰۴ - خ)

$$(1) \frac{3}{2} \quad (2) \frac{6}{2}$$

$$(3) \frac{8}{4} \quad (4) \frac{12}{4}$$

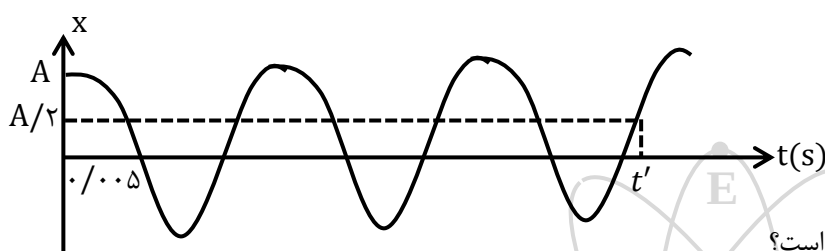
۲۷. جسمی را که به فنری متصل است، از وضعیت تعادل به اندازه  $2 \text{ cm}$  می‌کشیم و در لحظه  $t=0$  رها می‌کنیم. با فرض اینکه این جسم حرکت نوسانی ساده انجام می‌دهد، مسافتی را که از لحظه  $t_1 = \frac{T}{4}$  تا لحظه  $t_2 = \frac{3T}{8}$  می‌پیماید، چند سانتی‌متر است؟ (۱۴۰۴ - خ)

$$(1) \frac{1}{2} \quad (2) \frac{3}{2}$$

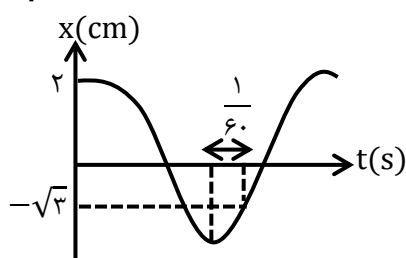
$$(3) \frac{\sqrt{2}}{2} \quad (4) \sqrt{2}$$

|     |  |   |  |
|-----|--|---|--|
| الف |  | ج |  |
| ب   |  | د |  |

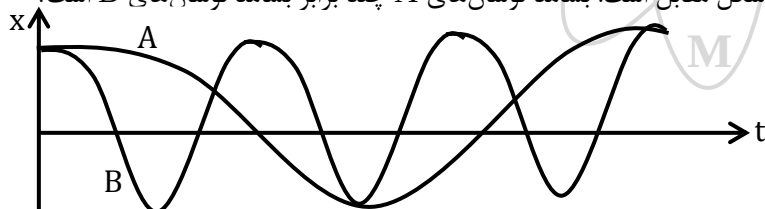
۲۸. نمودار نوسانگری مطابق شکل مقابل است.  $t'$  چند ثانیه است؟



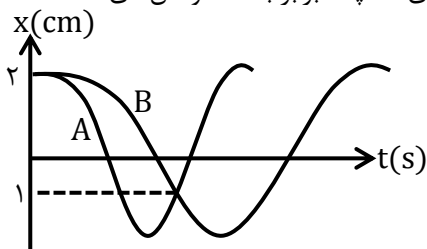
۲۹. نمودار نوسانگری مطابق شکل مقابل است. دوره‌ی آن چند ثانیه است؟



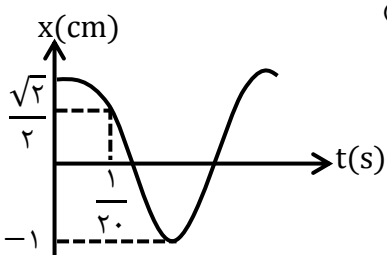
۳۰. نمودار مکان- زمان دو نوسانگر هماهنگ ساده‌ی A و B مطابق شکل مقابل است. بسامد نوسان‌های A چند برابر بسامد نوسان‌های B است؟



۳۱. نمودار مکان- زمان دو نوسانگر هماهنگ ساده‌ی A و B مطابق شکل مقابل است. بسامد نوسان‌های A چند برابر بسامد نوسان‌های B است؟



۳۲. نمودار مکان - زمان حرکت هماهنگ ساده‌ای مطابق شکل مقابل است. دوره‌ی آن چند ثانیه است؟ (۸۸)



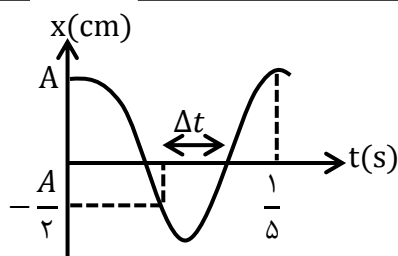
۰/۲ (۲)

۰/۱ (۱)

۰/۴ (۴)

۰/۳ (۳)

۳۳. نمودار مکان - زمان حرکت هماهنگ ساده‌ای مطابق شکل مقابل است.  $\Delta t$  چند ثانیه است؟ (۹۰ - خ)



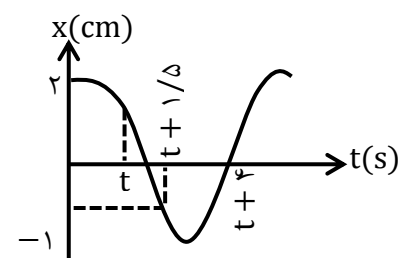
$$\frac{1}{15} \quad (2)$$

$$\frac{1}{10} \quad (1)$$

$$\frac{7}{60} \quad (4)$$

$$\frac{1}{12} \quad (3)$$

۳۴. نمودار مکان - زمان حرکت هماهنگ ساده‌ای مطابق شکل مقابل است. فاصله نوسانگر از مبدا در لحظه  $t$  چند سانتیمتر است؟ (۸۷ - خ)



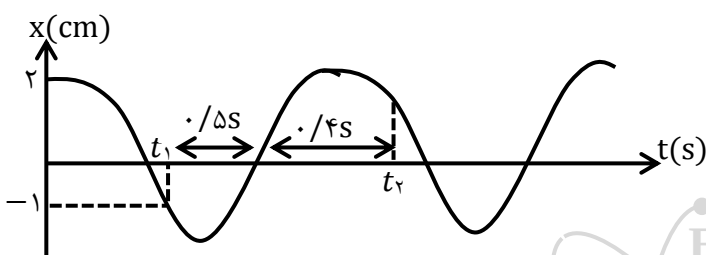
$$\sqrt{2} \quad (2)$$

$$1 \quad (1)$$

$$0.5 \quad (4)$$

$$\sqrt{3} \quad (3)$$

۳۵. نمودار مکان - زمان حرکت هماهنگ ساده‌ای مطابق شکل مقابل است. سرعت متوسط آن در فاصله زمانی بین  $t_1$  تا  $t_2$  چند سانتیمتر بر ثانیه است؟



$$3 \quad (2)$$

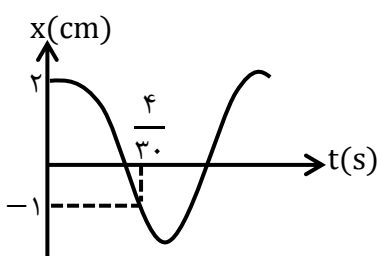
$$2 \quad (1)$$

$$6 \quad (4)$$

$$4 \quad (3)$$

$$(\sqrt{2} = 1/4, \sqrt{3} = 1/7) \quad (91)$$

۳۶. نمودار مکان - زمان حرکت هماهنگ ساده‌ای مطابق شکل مقابل است. در مدت دلخواهی به اندازه  $\frac{1}{4}$  دوره تناوب، بیشترین مقدار سرعت متوسط متحرک چند متر بر ثانیه است؟ (۹۶ - خ)



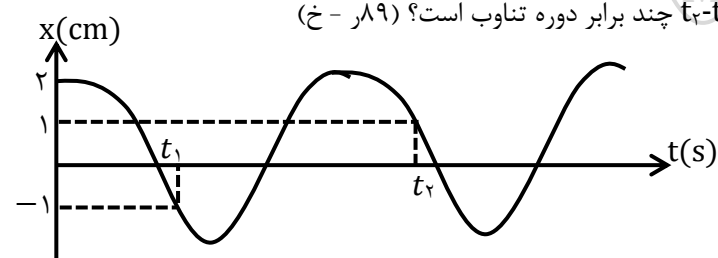
$$\frac{\sqrt{2}}{5} \quad (2)$$

$$\frac{\sqrt{2}}{10} \quad (1)$$

$$\frac{2}{5} \quad (4)$$

$$\frac{1}{5} \quad (3)$$

۳۷. نمودار مکان - زمان حرکت هماهنگ ساده‌ای مطابق شکل مقابل است.  $t_2 - t_1$  چند برابر دوره تناوب است؟ (۸۹ - خ)



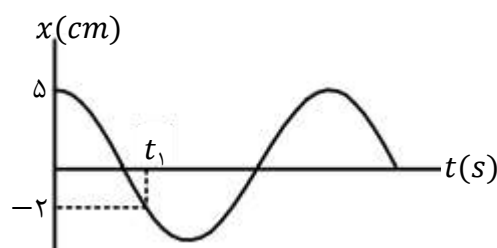
$$\frac{5}{6} \quad (2)$$

$$\frac{2}{3} \quad (1)$$

$$\frac{11}{12} \quad (4)$$

$$\frac{6}{5} \quad (3)$$

۳۸. نمودار مکان - زمان یک نوسانگر هماهنگ ساده که دوره حرکت آن  $T$  است، مطابق شکل است. چه مدت پس از لحظه  $t_1$  نوسانگر برای اولین بار از مکان  $x = +2 \text{ cm}$  عبور می‌کند؟ (۴۰۳ - ات - اول)



$$\frac{T}{2} \quad (2)$$

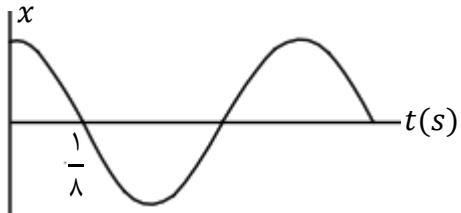
$$\frac{T}{3} \quad (1)$$

$$\frac{2T}{3} \quad (4)$$

$$\frac{T}{4} \quad (3)$$

۳۹. نمودار مکان - زمان نوسانگری مطابق شکل است. اگر تندى متوسط در مدت يك دوره برابر  $24 \text{ cm/s}$  باشد، بزرگى جابه‌جايى در بازه  $t_1=0 \text{ s}$  تا

$t_2=\frac{3}{4} \text{ s}$  چند سانتيمتر است؟ (۱۴۰۳ ت - دوم)

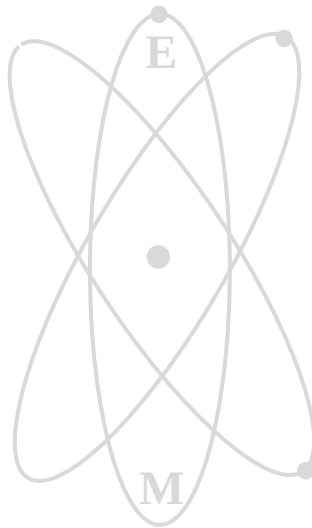


(۲) ۴

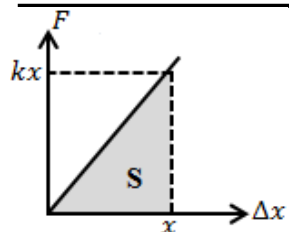
(۱) ۳

(۴) ۸

(۳) ۶



انرژی پتانسیل نوسانگر ساده: اگر فنری کشیده یا فشرده شود انرژی پتانسیل کشسانی در سامانه جرم - فنر ذخیره می‌شود.



نکته(بیشتر بدانید): نمودار نیروی کشسانی فنر بر حسب مقدار تغییر طول فنر به صورت شکل مقابل است:

$$S = U = \frac{1}{2} kx^2$$

مساحت زیر نمودار  $F - \Delta x$  برابر است با انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره شده در فنر.

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

انرژی جنبشی نوسانگر هماهنگ ساده:

انرژی مکانیکی نوسانگر هماهنگ ساده : می‌دانیم که به مجموع انرژی پتانسیل و جنبشی انرژی مکانیکی ( $E$ ) گفته می‌شود. بنابراین خواهیم داشت:

$$E = U + K \xrightarrow{x=A} E = \frac{1}{2} kA^2 + 0 = \frac{1}{2} kA^2$$

با توجه به اینکه فرض می‌کنیم اصطکاک ناچیز است، انرژی مکانیکی پایسته است و در تمام نقاط انرژی مکانیکی نوسانگر برابر  $E = \frac{1}{2} kA^2$  خواهد بود.

نکته: با توجه به داده‌های مسئله می‌توان از روابط زیر برای محاسبه انرژی مکانیکی نوسانگر در هر نقطه استفاده نمود:

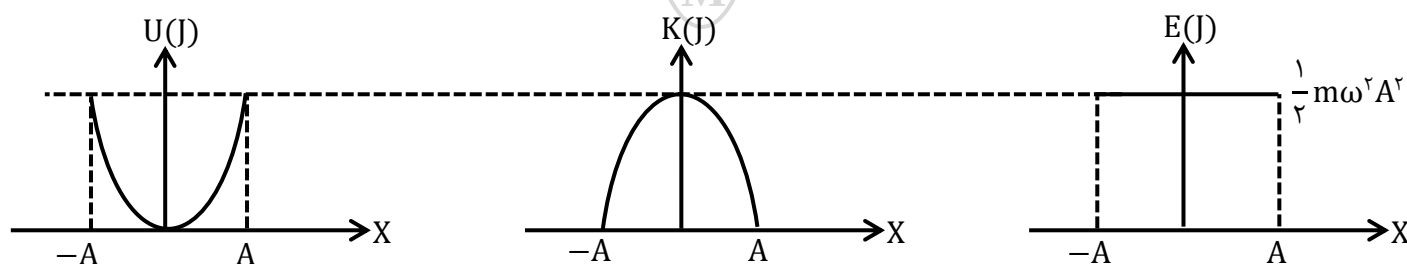
$$\boxed{E = \frac{1}{2} kA^2} \xrightarrow{\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}} \boxed{E = \frac{1}{2} m\omega^2 A^2} \xrightarrow{\omega = 2\pi f} E = \frac{1}{2} m(2\pi f)^2 A^2 \Rightarrow \boxed{E = 2\pi^2 m A^2 f^2}$$

نکته: انرژی مکانیکی نوسانگر هماهنگ ساده مقداری ثابت بوده و با تغییر مکان تغییری در آن ایجاد نمی‌شود. انرژی مکانیکی با مجذور دامنه و مجذور بسامد زاویه‌ای و جرم نوسانگر نسبت مستقیم دارد.

سوال: انرژی جنبشی، انرژی پتانسیل و انرژی مکانیکی در چه مکانهایی بیشترین مقدار و در چه مکانهایی کمترین مقدار را دارند؟

| $x = -A$ | $x = 0$ | $x = A$ |               |
|----------|---------|---------|---------------|
|          |         |         | انرژی جنبشی   |
|          |         |         | انرژی پتانسیل |
|          |         |         | انرژی مکانیکی |

نکته: نمودار انرژی پتانسیل و جنبشی و مکانیکی بر حسب مکان:



۱. انرژی جنبشی و پتانسیل نوسانگری ساده در یک لحظه معین به ترتیب برابر  $[12]$  و  $[06]$  است. اگر جرم نوسانگر  $10\text{ g}$  و دامنه حرکت  $4\text{ cm}$  باشد، دوره حرکت چند ثانیه است؟ (۸۴)

$$30.0\pi \quad (1) \quad \frac{4\pi}{3} \quad (2)$$

$$\frac{\pi}{75} \quad (3) \quad \frac{4\pi}{3\sqrt{10}} \quad (4)$$

۲. بیشترین سرعت یک نوسانگر ساده  $5 \text{ m/s}$  است. در لحظه‌ای که انرژی پتانسیل نوسانگر ۳ برابر انرژی جنبشی آن است، اندازه سرعت نوسانگر چند متر بر ثانیه است؟ (۸۶-ت - خ)

(۱)  $1/25$  (۲)  $2/5$

(۳)  $7/5$  (۴)  $10$

۳. دامنه حرکت نوسانگر وزنه فنر  $5 \text{ cm}$  است. اگر جرم وزنه  $200 \text{ g}$  و ثابت فنر  $200 \text{ N/m}$  باشد، انرژی کل نوسانگر چند ژول است؟ (۸۷-ت)

(۱)  $0/25$  (۲)  $2/5$

(۳)  $5$  (۴)  $50$

۴. معادله حرکت نوسانگری در SI به صورت  $x = 0/05 \cos 20t$  می‌باشد، اگر بیشینه انرژی جنبشی آن  $6 \times 10^{-2} \text{ J}$  باشد، ثابت فنر را بیابید؟ (۹۲-ر - خ)

(۱)  $12$  (۲)  $48$

(۳)  $120$  (۴)  $480$

۵. نوسانگر وزنه- فنر روی سطح افقی بدون اصطکاک با دامنه  $A_1$  و بسامد  $f_1$  نوسان می‌کند. در لحظه‌ای که نوسانگر در بیشترین فاصله از مرکز نوسان قرار دارد،  $\frac{3}{4}$  جرم وزنه، کنده شده و جدا می‌شود و جرم باقی مانده متصل به همان فنر به نوسان ادامه می‌دهد. اگر در این حالت بسامد  $f_2$  و دامنه  $A_2$  باشد، نسبت‌های  $\frac{f_2}{f_1}$  و  $\frac{A_2}{A_1}$  به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟ (۹۳-ر)

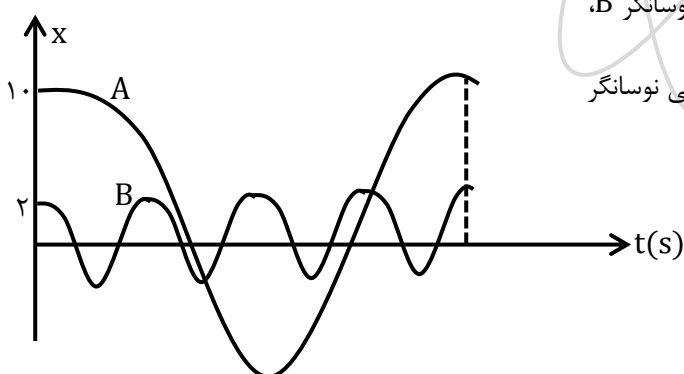
(۱)  $1$  و  $1$  (۲)  $2$  و  $1$

(۳)  $2$  و  $1$  (۴)  $2$  و  $2$

۶. شکل روبه‌رو نمودار مکان- زمان دو نوسانگر A و B را نشان می‌دهد. اگر جرم نوسانگر B،

پنج برابر جرم نوسانگر A باشد، انرژی مکانیکی نوسانگر A چند برابر انرژی مکانیکی نوسانگر

B است؟ (۹۳-ت)



(۱)  $\frac{16}{25}$  (۲)  $\frac{5}{9}$

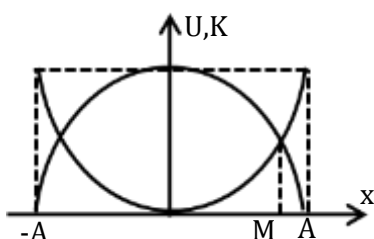
(۳)  $\frac{16}{5}$  (۴)  $\frac{5}{16}$

۷. نمودارهای انرژی جنبشی و پتانسیل نوسانگر ساده‌ای بر حسب مکان رسم شده است.

M (طول نقطه‌ی برخورد دو نمودار) چند برابر دامنه است؟ (۸۵-ت - خ)

(۱)  $\frac{1}{2}$  (۲)  $\frac{3}{4}$

(۳)  $\frac{\sqrt{3}}{2}$  (۴)  $\frac{\sqrt{3}}{2}$





۸. اگر بیشینه‌ی جابه‌جایی یک نوسان کننده به جرم  $100\text{ g}$  در نیم دوره برابر  $10\text{ cm}$  و انرژی مکانیکی آن  $J = 10^{-2} \pi^2 \times 1/25$  باشد، معادله‌ی مکان-زمان متحرک در SI کدام است؟ (۹۵-ت-خ)

$$x = 0.5 \cos 10\pi t \quad (1) \quad x = 0.1 \cos 10\pi t \quad (2)$$

$$x = 0.1 \cos 5\pi t \quad (3) \quad x = 0.5 \cos 5\pi t \quad (4)$$

۹. انرژی مکانیکی نوسانگری به جرم  $100\text{ g}$  برابر  $20\text{ mJ}$  است. در لحظه‌ای که انرژی پتانسیل کشسانی نوسانگر  $15\text{ mJ}$  است، بزرگی سرعت نوسانگر چند سانتیمتر بر ثانیه است؟ (۹۶-ر)

$$10\sqrt{10} \quad (1) \quad 20\sqrt{10} \quad (2)$$

$$\frac{\sqrt{3}}{10} \quad (3) \quad \frac{\sqrt{3}}{20} \quad (4)$$

۱۰. نوسانگری به جرم  $100\text{ g}$  به انتهای فبری که ثابت آن  $40\text{ N/m}$  است، بسته شده است و روی سطح افقی بدون اصطکاک حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر انرژی مکانیکی نوسانگر  $8\text{ mJ}$  باشد، لحظه‌ای که انرژی جنبشی نوسانگر برابر انرژی پتانسیل کشسانی آن است، سرعت آن چند متر بر ثانیه است؟ (۹۸-ر)

$$\frac{\sqrt{2}}{10} \quad (1) \quad \frac{\sqrt{2}}{5} \quad (2)$$

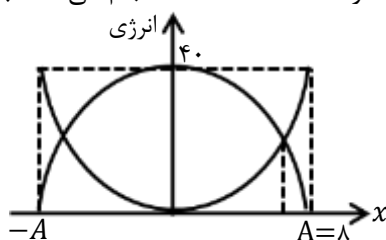
$$10\sqrt{2} \quad (3) \quad 20\sqrt{2} \quad (4)$$

۱۱. دامنه حرکت نوسانگری  $5\text{ cm}$  و دوره تناوب حرکتش  $0.1\text{ s}$  است. لحظه‌ای که انرژی جنبشی نوسانگر برابر انرژی پتانسیل آن است، سرعت نوسانگر چند سانتیمتر بر ثانیه است؟ (۹۸-ت-خ)

$$100\pi \quad (1) \quad 50\pi \quad (2)$$

$$25\pi\sqrt{3} \quad (3) \quad 50\pi\sqrt{2} \quad (4)$$

۱۲. نمودار تغییرات انرژی پتانسیل و انرژی جنبشی یک نوسان کننده به جرم  $500\text{ g}$  که در راستای محور  $x$  حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد، به صورت شکل زیر است. بسامد نوسان چند هرتز است؟ ( $\pi = \sqrt{10}$ ) (۹۸-ر-خ)



$$50 \quad (1) \quad 40 \quad (2)$$

$$25 \quad (3) \quad 10 \quad (4)$$

۱۳. دامنه نوسان وزنه‌ای به جرم  $1\text{ Kg}$  که به یک فنر با ثابت  $5\text{ N/cm}$  متصل است،  $4\text{ cm}$  است و روی سطح افقی نوسان می‌کند. اگر انرژی پتانسیل کشسانی این نوسانگر در نقطه‌ای از مسیر  $0.2\text{ J}$  باشد، بزرگی سرعت نوسانگر در این لحظه چند سانتیمتر بر ثانیه است؟ (۹۹-ر)

$$20\sqrt{10} \quad (1) \quad 40\sqrt{10} \quad (2)$$

$$20\sqrt{5} \quad (3) \quad 40\sqrt{5} \quad (4)$$

۱۴. نوسانگری به جرم  $200\text{g}$  روی پاره خطی به طول  $4\text{cm}$  حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد و در هر دقیقه  $150$  نوسان کامل انجام می‌دهد. در لحظه‌ای که بزرگی سرعت نوسانگر  $5\sqrt{2}\pi \frac{\text{cm}}{\text{s}}$  است، انرژی پتانسیل آن چند میلی ژول است؟  $(\pi^2 = 10)$  (۹۹-ر-خ)

(۱)  $2/5$  (۲)  $5$

(۳)  $7$  (۴)  $10$

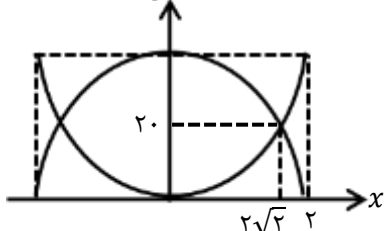
۱۵. جسمی به جرم  $100\text{g}$  به فنری متصل است و روی سطح افقی بدون اصطکاک، حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر بیشینه انرژی جنبشی نوسانگر  $0/8\text{mJ}$  باشد، لحظه‌ای که انرژی پتانسیل نوسانگر  $0/4\text{mJ}$  است، سرعت نوسانگر چند سانتیمتر بر ثانیه می‌شود؟ (۹۹-ت)

(۱)  $2$  (۲)  $4\sqrt{5}$

(۳)  $4$  (۴)  $4\sqrt{10}$

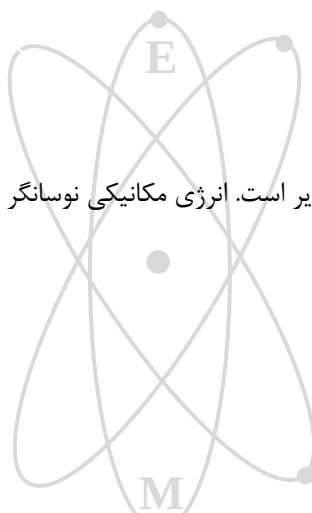
۱۶. شکل زیر، نمودار تغییرات انرژی جنبشی و پتانسیل سامانه جرم - فنری را بر حسب مکان نشان می‌دهد. اگر حداقل زمانی که طول می‌کشد که انرژی جنبشی نوسانگر از صفر به  $40\text{mJ}$  برسد برابر  $0/05\text{s}$  باشد، بزرگی سرعت نوسانگر در لحظه عبور از مکان  $X=0$  چند متر بر ثانیه است؟ (۹۹-ت-خ)

انرژی (میلی ژول)

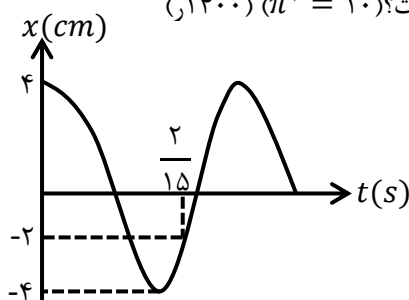


(۱)  $\frac{\pi}{5}$  (۲)  $\frac{\pi}{10}$

(۳)  $2\pi$  (۴)  $10\pi$



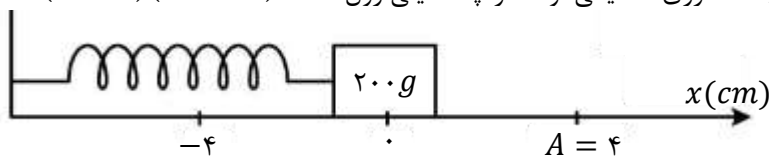
۱۷. نمودار مکان - زمان نوسانگری به جرم  $50\text{g}$  مطابق شکل زیر است. انرژی مکانیکی نوسانگر چند ژول است؟  $(\pi^2 = 10)$  (۱۴۰۰-ر)



(۱)  $\frac{1}{250}$  (۲)  $\frac{1}{25}$

(۳)  $\frac{2}{5}$  (۴)  $\frac{1}{50}$

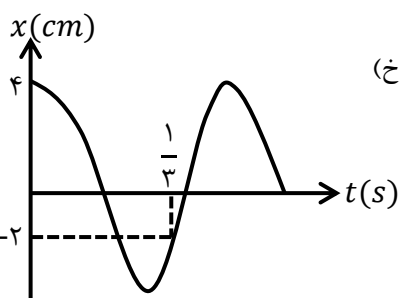
۱۸. مطابق شکل زیر، نوسانگری روی محور  $X$  حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر حداقل زمانی که طول می‌کشد تا نوسانگر از مکان  $X_1=1\text{cm}$  در جهت مثبت محور  $X$  عبور کند و به مکان  $X=-1\text{cm}$  برسد، برابر  $2$  ثانیه باشد، انرژی مکانیکی نوسانگر چند میلی ژول است؟  $(\pi^2 = 10)$  (۱۴۰۰-ت)



(۱)  $0/1$  (۲)  $0/2$

(۳)  $0/4$  (۴)  $0/8$

۱۹. نمودار مکان - زمان حرکت نوسانگری مطابق شکل زیر است. انرژی جنبشی نوسانگر در لحظه  $t = \frac{3}{16}\text{s}$  چند برابر انرژی مکانیکی آن است؟



(۱۴۰۰-ت-خ)

(۱)  $\frac{1}{4}$  (۲)  $\frac{1}{2}$

(۳)  $\frac{2}{4}$  (۴)  $1$

۲۰. نوسانگری به جرم  $100\text{g}$  روی سطح افقی بدون اصطکاک، حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر دامنه حرکت  $2\text{cm}$ ، انرژی جنبشی و پتانسیل نوسانگر در یک لحظه به ترتیب  $5\text{mJ}$  و  $15\text{mJ}$  باشد، بسامد نوسان چند هرتز است؟  $(\pi^2 = 10)$  (۱۴۰۱ ت - خ)

$$(1) \quad 5 \quad (2) \quad 10$$

$$(3) \quad 15 \quad (4) \quad 20$$

۲۱. وزنه‌ای به جرم  $100\text{g}$  گرم با بسامد  $20$  هرتز روی محور  $X$  حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد و در لحظه‌ای که انرژی پتانسیل کشسانی آن نصف مقدار بیشینه‌اش شود، انرژی جنبشی آن به  $1/\pi^2 \text{ J}$  می‌رسد. معادله مکان - زمان آن در SI کدام است؟ (۱۴۰۲ ر - خ)

$$(1) \quad x = 0.5 \cos 40\pi t \quad (2) \quad x = 0.5 \cos 20\pi t$$

$$(3) \quad x = 0.2 \cos 40\pi t \quad (4) \quad x = 0.2 \cos 20\pi t$$

۲۲. وزنه  $m$  به فنری بسته شده است و این سیستم با دامنه  $A$  حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد و انرژی مکانیکی آن  $8\text{J}$  است. اگر وزنه  $\frac{m}{4}$  را به همان فنر ببندیم و با همان دامنه  $A$  به نوسان درآوریم، انرژی مکانیکی این سیستم چند ژول می‌شود؟ (۱۴۰۳ ر - اول)

$$(1) \quad 4 \quad (2) \quad 8$$

$$(3) \quad 2\sqrt{2} \quad (4) \quad 4\sqrt{2}$$

۲۳. اگر در یک سامانه وزنه - فنر، جرم بسته شده به فنر را دو برابر کنیم، با ثابت ماندن دامنه نوسان، انرژی مکانیکی سامانه چند برابر می‌شود؟

$$(1) \quad \sqrt{2} \quad (2) \quad \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$(3) \quad 2 \quad (4) \quad 1$$

۲۴. فنری را از یک نقطه آویزان می‌کنیم و به سر دیگر آن وزنه  $200\text{g}$  گرمی وصل می‌کنیم. طول فنر  $2/5\text{cm}$  افزایش می‌یابد و وزنه به تعادل می‌رسد. اگر این وزنه را در راستای قائم با دامنه  $2\text{cm}$  به نوسان درآوریم، بیشینه انرژی جنبشی آن چند میلی‌ژول می‌شود؟ (۱۴۰۴ ر - اول)

$$(1) \quad 80 \quad (2) \quad 16$$

$$(3) \quad 32 \quad (4) \quad 40$$

۲۵. جسمی به جرم  $2\text{kg}$  به فنری با ثابت  $2\text{N/cm}$  متصل است و در راستای افقی با دامنه  $8\text{cm}$  نوسان می‌کند. وقتی تندی جسم  $40\text{cm/s}$  است، انرژی پتانسیل کشسانی آن چند ژول است؟ (۱۴۰۴ ت - دوم)

$$(1) \quad 0.48 \quad (2) \quad 0.32$$

$$(3) \quad 0.16 \quad (4) \quad 0.64$$

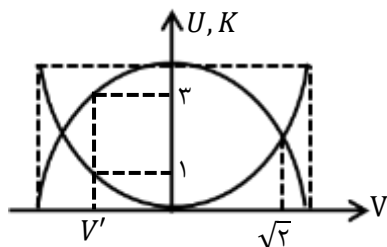
۲۶. معادله حرکت هماهنگ ساده یک نوسانگر در SI به صورت  $x = 0.4 \cos 20\pi t$  است. در لحظه‌ای که انرژی مکانیکی نوسانگر  $2$  برابر انرژی جنبشی آن است، تندی نوسانگر چند متر بر ثانیه است؟ (۱۴۰۴ ت - خ)

$$(1) \quad \frac{\sqrt{2}\pi}{5} \quad (2) \quad \frac{2\sqrt{2}\pi}{5}$$

$$(3) \quad \frac{4\pi}{5} \quad (4) \quad \frac{8\pi}{5}$$

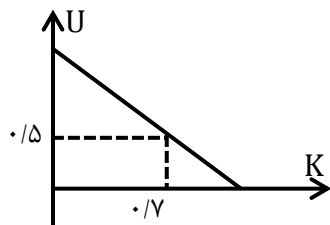
۲۷. نمودار انرژی‌های جنبشی و پتانسیل نوسانگر هماهنگ ساده‌ای بر حسب سرعت نوسانگر مطابق شکل مقابل است. در این نمودار  $V'$  چند متر بر ثانیه

است؟



۲۸. نمودار انرژی پتانسیل بر حسب انرژی جنبشی نوسانگری مطابق شکل مقابل است. اگر جرم این نوسانگر  $600g$  باشد، تندی آن هنگام عبور از نقطه

تعادل چند متر بر ثانیه است؟

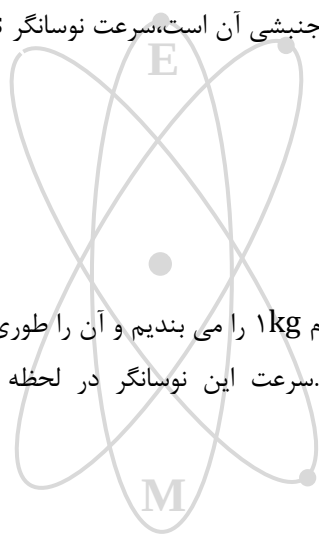


نکته: با توجه به اینکه انرژی مکانیکی نوسانگر برابر  $E = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2$  و از طرفی انرژی نوسانگر در عبور از مرکز نوسان (نقطه تعادل) فقط از نوع جنبشی می‌باشد و انرژی پتانسیل کشسانی فنر در این نقطه صفر می‌باشد، برای این نقطه خواهیم داشت:

$$x = \begin{cases} U = 0 \\ K = \max \end{cases} E = K_{\max} \Rightarrow \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 = \frac{1}{2}mV_{\max}^2 \Rightarrow V_{\max} = A\omega$$

$$E = U + K$$

۲۹. در لحظه‌ای که انرژی پتانسیل یک نوسانگر ۸ برابر انرژی جنبشی آن است، سرعت نوسانگر  $2m/s$  است. بیشینه سرعت این نوسانگر چند متر بر ثانیه است؟ (۸۳)



۸ (۲)

۶ (۱)

۱۸ (۴)

۱۲ (۳)

۳۰. به انتهای فنر سبکی با ثابت فنر  $100N/m$  وزنه‌ای به جرم  $1kg$  را می‌بندیم و آن را طوری نگه می‌داریم که طول فنر تغییر نکند. از آن نقطه وزنه را رها می‌کنیم تا دستگاه حرکت هماهنگ ساده انجام دهد. سرعت این نوسانگر در لحظه عبور از وضع تعادل چند متر بر ثانیه است؟ (۸۳)

۱ (۲)

۰/۱ (۱)

۱۰۰ (۴)

۱۰ (۳)

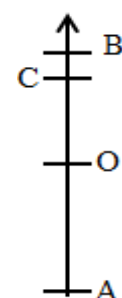
۳۱. نوسانگری روی پاره خط  $AB=10cm$  حرکت نوسانی ساده دارد. به طوری که فاصله‌ی  $C$  تا  $B$  را در مدت حداقل  $\frac{\pi}{4}$  ثانیه طی می‌کند.  $O$  وسط  $AB$  و  $OC = 2/5\sqrt{2}cm$  است. سرعت نوسانگر هنگام عبور از نقطه‌ی  $O$  چند  $cm/s$  است؟ (۸۴-خ)

۳/۳ (۲)

۲/۵ (۱)

$1/25\sqrt{2}$  (۴)

۵ (۳)



۳۲. نوسانگری به انتهای فنر سبک با ثابت  $100N/m$  بسته شده و با دامنه  $4cm$  حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. انرژی جنبشی آن در لحظه‌ای که از مبدا نوسان می‌گذرد چند ژول است؟ (۸۶)

۰/۰۸ (۲)

۰/۰۶ (۱)

۰/۱۶ (۴)

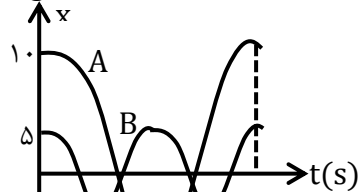
۰/۱۲ (۳)

۳۳. اگر  $E$  و  $m$  به ترتیب انرژی مکانیکی و جرم یک نوسانگر ساده باشند، سرعت نوسانگر در لحظه عبور از نقطه تعادل برابر با کدام است؟ (کمیت ها در SI است) (۹۰)

$$(1) \left(\frac{2E}{m}\right)^{1/2} \quad (2) \frac{E}{2m^2}$$

$$(3) \frac{2E}{m^2} \quad (4) \left(\frac{E}{2m}\right)^{1/2}$$

۳۴. نمودار مکان- زمان دو حرکت هماهنگ ساده مطابق شکل است. بیشینه سرعت نوسانگر A چند برابر بیشینه سرعت نوسانگر B است؟ (۹۳-ت-خ)



$$(1) 1 \quad (2) \frac{1}{2}$$

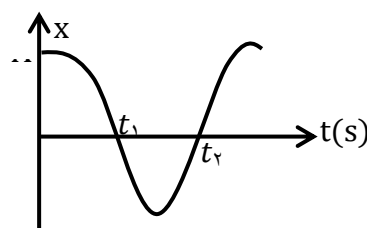
$$(3) \frac{\sqrt{3}}{2} \quad (4) \frac{\sqrt{3}}{4}$$

۳۵. نوسانگری روی پاره خطی به طول  $12\text{ cm}$  حرکت هماهنگ ساده انجام می دهد. این نوسانگر دو جابه جایی مساوی و متوالی را بدون تغییر جهت انجام می دهد که مجموع آنها برابر دامنه ی نوسان است. اگر هر یک از این جابه جایی ها در مدت  $0.4$  ثانیه انجام شود، بیشینه سرعت نوسانگر چند متر بر ثانیه است؟ (۹۴-ت)

$$(1) \text{ صفر} \quad (2) \frac{4}{3}$$

$$(3) \frac{2}{4} \quad (4) \frac{2}{2}$$

۳۶. نمودار حرکت هماهنگ ساده ای مطابق شکل مقابل است. شتاب متوسط نوسانگر در بازه (صفر تا  $t_2$ ) چند برابر شتاب متوسط آن در بازه ( $t_1$  تا  $t_2$ ) است؟ (۹۴-ت-خ)



$$(1) \frac{8}{9} \quad (2) \frac{2}{4}$$

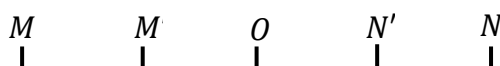
$$(3) \frac{2}{3} \quad (4) \frac{1}{3}$$

۳۷. نوسانگری به جرم  $100\text{ g}$  روی پاره خطی به طول  $20\text{ cm}$  حرکت هماهنگ ساده انجام می دهد و در مدت  $\frac{1}{4}$  ثانیه از مرکز نوسان به انتهای مسیر می رسد. انرژی جنبشی نوسانگر در مرکز نوسان، چند میلی ژول است؟ ( $\pi^2 = 10$ ) (۹۵-ت)

$$(1) 2 \quad (2) 8$$

$$(3) 20 \quad (4) 25$$

۳۸. نوسانگری روی پاره خط  $MN$  به طول  $6\text{ cm}$  حرکت هماهنگ ساده انجام می دهد. اگر زمانی که طول می کشد تا پاره خط  $M'N'$  را طی کند، برابر  $0.5\text{ s}$  باشد، بزرگی سرعت هنگام عبور از نقطه  $O$  چند سانتیمتر بر ثانیه است؟ (۹۶-ر)

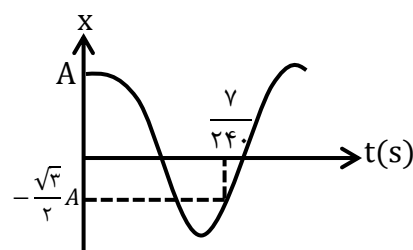


$$MM' = NN' = 1/5\text{ cm}$$

$$(1) 4\pi \quad (2) \frac{\pi}{2}$$

$$(3) \pi \quad (4) 2\pi$$

۳۹. نمودار مکان- زمان یک نوسانگر ساده به صورت شکل مقابل است. اگر بزرگی سرعت نوسانگر در لحظه عبور از مرکز نوسان برابر  $2\pi m/s$  باشد، بسامد زاویه ای و دامنه آن در SI به ترتیب از راست به چپ کدام است؟ (۹۷-ر)



$$(1) 20\pi \text{ و } 0.5 \quad (2) 20\pi \text{ و } 0.1$$

$$(3) 40\pi \text{ و } 0.5 \quad (4) 40\pi \text{ و } 0.1$$

۴۰. نوسانگر ساده‌ای روی پاره‌خطی به طول ۴cm نوسان می‌کند و در هر ثانیه یکبار طول این پاره خط را طی می‌کند. بیشینه سرعت این نوسانگر چند سانتیمتر بر ثانیه است؟ (۹۸ت)

(۱)  $0.2\pi$  (۲)  $0.4\pi$

(۳)  $2\pi$  (۴)  $4\pi$

۴۱. جسمی به جرم  $m$  به فنری با ثابت  $5N/cm$  متصل است. فنر را به اندازه ۴cm می‌کشیم و سپس رها می‌کنیم و جسم روی سطح افقی بدون اصطکاک شروع به نوسان می‌کند. لحظه‌ای که تندی نوسانگر به  $\frac{\sqrt{2}}{4}$  تندی بیشینه می‌رسد، انرژی مکانیکی آن چند ژول از انرژی جنبشی آن بیشتر است؟ (۱۴۰۱)

(۱)  $0.1$  (۲)  $0.2$

(۳)  $0.3$  (۴)  $0.4$

۴۲. نوسانگری به جرم ۴۰۰g روی پاره خطی به طول ۱۰cm حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر حداقل زمان لازم برای طی یک مسافت ۵ سانتیمتری برابر  $\frac{1}{3}$  ثانیه باشد، بیشینه انرژی جنبشی این نوسانگر، چند میلی‌ژول است؟ ( $\pi = 3$ ) (۱۴۰۲ر - اول)

(۱) ۹۰۰ (۲) ۴۵۰

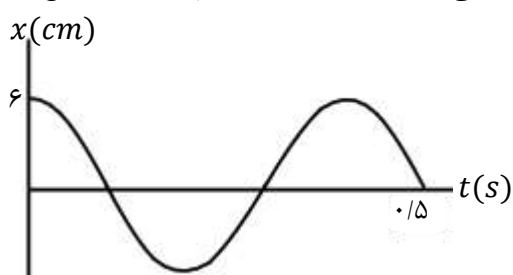
(۳) ۹۰ (۴) ۴۵

۴۳. جسمی به جرم ۱۰۰g روی پاره خطی به طول ۴cm حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر بیشینه تکانه نوسانگر در  $SI$   $2 \times 10^{-3}\pi$  باشد، انرژی مکانیکی نوسانگر چند میکروژول است؟ (۱۴۰۲ت - اول)

(۱)  $2 \times 10^{-2}\pi$  (۲)  $10^{-2}\pi$

(۳)  $2 \times 10^{-2}\pi$  (۴)  $\pi^2$

۴۴. نمودار مکان - زمان نوسانگری مطابق شکل زیر است. بزرگی شتاب متوسط نوسانگر در بازه زمانی  $t_1 = 0.1s$  تا  $t_2 = 0.8s$  چند متر بر مربع ثانیه است؟ (۱۴۰۲ت - خ)



(۱)  $\frac{25}{7}\pi$  (۲)  $\frac{15}{7}\pi$

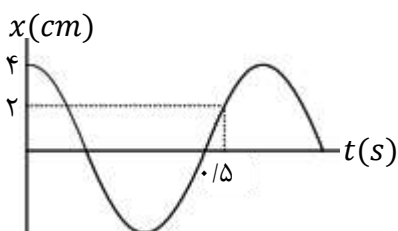
(۳)  $\frac{3}{7}\pi$  (۴)  $\frac{2}{7}\pi$

۴۵. معادله حرکت هماهنگ ساده یک نوسانگر در  $SI$  به صورت  $x = 0.4 \cos 50\pi t$  است. سرعت نوسانگر در لحظه  $t = 0.07\pi s$  چند متر بر ثانیه است؟ (۱۴۰۳ر - دوم)

(۱) صفر (۲) -۱

(۳) ۱ (۴) ۲

۴۶. نمودار مکان - زمان نوسانگری که حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد، مطابق شکل زیر است. حداکثر تندی نوسانگر چند متر بر ثانیه است؟ ( $\pi = 3$ ) (۱۴۰۴ت - اول)



(۱)  $0.2$  (۲)  $0.3$

(۳)  $0.4$  (۴)  $0.6$

۴۷. معادله مکان - زمان نوسانگر ساده‌ای در SI به صورت  $x = 0.05 \cos 20\pi t$  است. اگر جرم نوسانگر ۱۲۰ گرم باشد، انرژی جنبشی نوسانگر در لحظه

$t = \frac{1}{8} s$ ، چند میلی‌ژول است؟ (۱۴۰۴ - دوم)

(۱)  $12\pi^2$  (۲)  $30\pi^2$

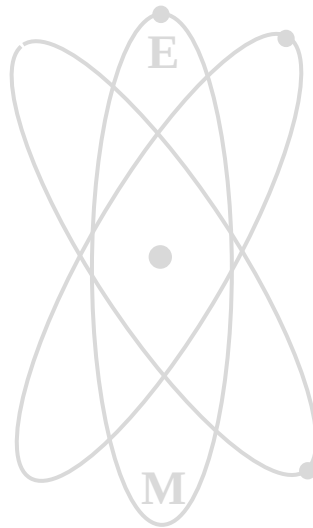
(۳)  $60\pi^2$  (۴) صفر

۴۸. ذره‌ای حرکت نوسانی ساده با دامنه ۷mm انجام می‌دهد. اگر بیشترین تندی این ذره ۴/۴ m/s باشد، دوره تناوب حرکت کدام است؟ ( $\pi = \frac{22}{7}$ )

(۱۴۰۴ - دوم)

(۱) ۰/۱۲ (۲) ۰/۱۱

(۳) ۰/۰۲ (۴) ۰/۰۱



$$F = -kx \xrightarrow{x_{\max}=A} F_{\max} = kA = m\omega^2 A$$

معادله‌ی نیرو - مکان:

نکته: بیشترین نیروی در نقاط بازگشتی ( $x = \pm A$ ) به نوسانگر وارد می‌شود و مقدار آن  $F_{\max} = kA = m\omega^2 A$  است.

$$\left. \begin{array}{l} F = -kx \\ F = ma \end{array} \right\} \Rightarrow ma = -kx \Rightarrow a = -\frac{k}{m}x = -\omega^2 x$$

معادله‌ی شتاب - مکان:

نکته: با توجه به معادله به دست آمده (برای یک نوسانگر مشخص) هر چقدر  $x$  بیشتر شود، مقدار شتاب نیز بیشتر خواهد شد. بنابراین بیشترین مقدار

$$a = -\omega^2 x \xrightarrow{x=\pm A} a = A\omega^2$$

شتاب برای نوسانگر در نقاط بازگشتی ( $x = \pm A$ ) خواهد بود.

۱. شتاب یک نوسانگر ساده به طور مرتب در هر ثانیه ۸ بار صفر می‌شود. دوره این نوسانگر چند ثانیه است؟ (۸۲ر)

$$(1) \quad 4 \quad (2) \quad 8$$

$$(3) \quad \frac{1}{4} \quad (4) \quad \frac{1}{8}$$

۲. معادله حرکت هماهنگ ساده‌ای در SI به صورت  $y = 0.1 \cos(20\pi t)$  است. در چه لحظه‌ای بر حسب ثانیه پس از  $t = 0$  برای اولین بار شتاب

نوسانگر به بیشترین مقدار خود می‌رسد؟ (۸۵ر)

$$(1) \quad \frac{1}{20} \quad (2) \quad \frac{1}{40}$$

$$(3) \quad \frac{1}{80} \quad (4) \quad \frac{1}{120}$$

۳. نوسانگری به جرم  $20g$  در هر دقیقه ۱۲۰ نوسان کامل انجام می‌دهد. اگر در هر دوره مسافت  $16cm$  را طی کند، بیشینه نیروی وارد بر نوسانگر چند نیوتن است؟ ( $\pi^2 = 10$ ) (۸۵ر)

$$(1) \quad 0.64 \quad (2) \quad 0.128$$

$$(3) \quad 0.256 \quad (4) \quad 0.512$$

۴. معادله نیرو - مکان نوسانگر ساده‌ای در SI به صورت  $F = -\pi^2 y$  است. اگر جرم نوسانگر  $10$  گرم باشد، این نوسانگر در هر دقیقه چند نوسان کامل انجام می‌دهد؟ (۸۸ر)

$$(1) \quad 150 \quad (2) \quad 300$$

$$(3) \quad 250 \quad (4) \quad 200$$

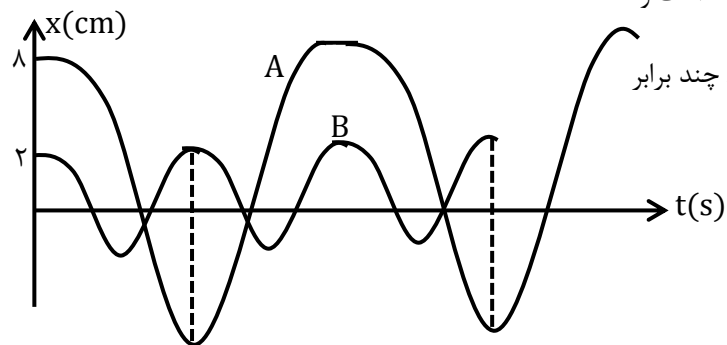
۵. ذره‌ای به جرم  $500$  گرم روی پاره‌خطی به طول  $10cm$  حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر دوره‌ی نوسان  $0.5$  ثانیه باشد، بیشینه نیروی وارد بر نوسانگر چند نیوتن است؟ ( $\pi^2 = 10$ ) (۹۱ر)

$$(1) \quad 4 \quad (2) \quad 2$$

$$(3) \quad 1 \quad (4) \quad \frac{1}{2}$$



۶. با توجه به نمودار روبه‌رو که مربوط به مکان - زمان دو نوسان کننده‌ی A و B است و



جرم جسم A چهار برابر جرم جسم B است، بیشینه‌ی نیروی وارد بر جسم A چند برابر

بیشینه نیروی وارد بر جسم B است؟ (۹۲)

(۱) ۶۴ (۲)  $\frac{1}{4}$

(۳) ۱۶ (۴) ۴

۷. دامنه‌ی یک نوسانگر وزنه- فنر ۴ cm است. اگر جرم وزنه ۸۰ گرم و ثابت فنر ۲۰۰ N/m باشد، در لحظه‌ای که مکان نوسانگر ۲ cm- است، شتاب

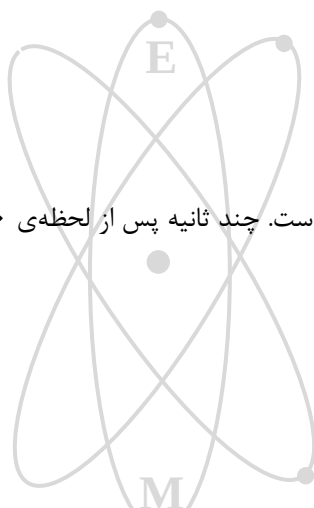
نوسانگر چند متر بر مربع ثانیه است؟ (۹۳)

(۱) ۱۵۰ (۲) ۷۵

(۳) ۵۰ (۴) ۲۵

۸. گلوله‌ای که به فنری متصل است در یک سطح افقی بدون اصطکاک، بین دو نقطه‌ی M و N نوسان می‌کند و در هر  $\frac{1}{4}$  ثانیه ۲ نوسان کامل انجام می‌دهد.

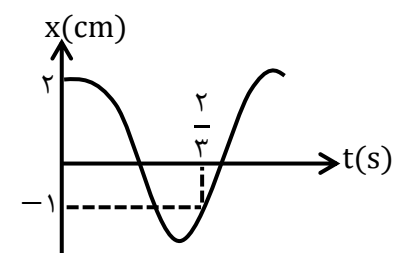
اگر بیشینه‌ی شتاب نوسان  $20 \text{ m/s}^2$  باشد، فاصله‌ی MN چند سانتیمتر است؟ ( $\pi^2 = 10$ ) (۹۵-ت-خ)



(۱) ۲ (۲)  $2\sqrt{10}$

(۳) ۴ (۴)  $4\sqrt{10}$

۹. نمودار مکان - زمان یک نوسانگر وزنه- فنر مطابق شکل زیر است. چند ثانیه پس از لحظه‌ی  $t=0$  برای اولین بار بزرگی شتاب نوسانگر  $8\pi^2 \text{ cm/s}^2$  می‌شود؟ (۹۵)



(۱)  $\frac{1}{3}$  (۲)  $\frac{1}{6}$

(۳)  $\frac{1}{9}$  (۴)  $\frac{1}{12}$

۱۰. در لحظه‌ای که سرعت یک نوسانگر ساده به صفر می‌رسد، شتاب آن به  $80 \text{ m/s}^2$  می‌رسد و در لحظه‌ای که نیروی وارد بر آن صفر می‌شود، سرعت آن

$2 \text{ m/s}$  می‌شود. معادله مکان - زمان آن نوسانگر در SI کدام است؟ (۹۷)

(۱)  $x = 0.05 \cos 40t$  (۲)  $x = 0.04 \cos 50t$

(۳)  $x = 0.05 \cos 80t$  (۴)  $x = 0.04 \cos 80t$

۱۱. نوسانگری روی سطح افقی بدون اصطکاک نوسان می‌کند، لحظه‌ای که جهت حرکت نوسانگر تغییر می‌کند، بزرگی شتاب آن  $0.8\pi^2 \text{ m/s}^2$  و لحظه‌ای

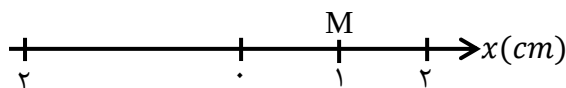
ای که نیروی وارد بر نوسانگر صفر می‌شود، بزرگی سرعت آن به  $0.2\pi \text{ m/s}$  می‌رسد. بزرگی شتاب نوسانگر در مکان  $x=1 \text{ cm}$  چند متر بر مربع ثانیه

است؟ (۹۹-ر-خ)

(۱)  $0.16\pi^2$  (۲)  $0.36\pi^2$

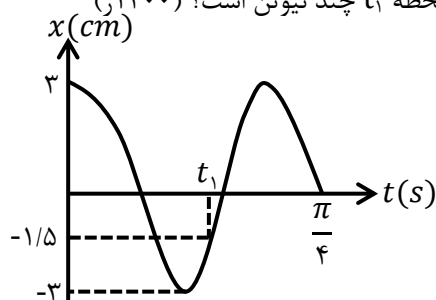
(۳)  $5\pi$  (۴)  $50\pi$

۱۲. نوسانگری به جرم  $2\text{Kg}$  به انتهای فنری به ثابت  $K$  متصل است و مطابق شکل زیر روی سطح افقی بدون اصطکاک با دامنه  $2\text{cm}$  نوسان می‌کند. اگر بزرگی شتاب نوسانگر در نقطه  $M$ ،  $4\text{m/s}^2$  باشد،  $K$  چند نیوتن بر متر است؟ (۹۹ ر - خ)



- (۱) ۸۰۰  
(۲) ۴۰۰  
(۳) ۸۰  
(۴) ۴۰

۱۳. نمودار مکان - زمان نوسانگری به جرم  $200\text{g}$  مطابق شکل زیر است. نیروی خالص وارد بر نوسانگر در لحظه  $t_1$  چند نیوتن است؟ (۱۴۰۰ ر)



- (۱)  $0.2$   
(۲)  $0.3$   
(۳)  $0.2\sqrt{3}$   
(۴)  $0.3\sqrt{2}$

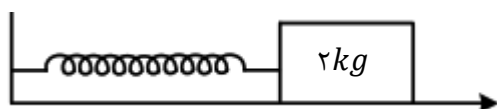
۱۴. نوسانگری روی پاره‌خطی به طول  $8\text{cm}$  روی سطح افقی بدون اصطکاک، حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر در لحظه‌ای که فاصله نوسانگر از نقطه تعادل برابر  $2\text{cm}$  است، بزرگی شتاب برابر  $\frac{\pi^2}{4}\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  باشد، تندی نوسانگر در لحظه عبور از نقطه تعادل چند متر بر ثانیه است؟ (۱۴۰۲ ت - اول)

- (۱)  $\frac{\pi}{10}$   
(۲)  $\frac{\pi}{5}$   
(۳)  $10\pi$   
(۴)  $20\pi$

۱۵. نوسانگری روی سطح افقی بدون اصطکاک، روی پاره خطی به طول  $4\text{cm}$  حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر بیشینه تندی آن  $0.08\pi\text{ m/s}$  باشد، بزرگی شتاب نوسانگر در لحظه‌ای که جهت آن تغییر می‌کند، در SI چقدر است؟ (۱۴۰۲ ت - خ)

- (۱)  $0.06\pi^2$   
(۲)  $0.04\pi^2$   
(۳)  $0.16\pi^2$   
(۴)  $0.32\pi^2$

۱۶. مطابق شکل وزنه‌ای به جرم  $2\text{kg}$  به فنری که ثابت آن  $200\text{N/m}$  است بسته شده و روی سطح افقی بدون اصطکاک، حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر کمترین و بیشترین طول فنر در حین نوسان به ترتیب  $40\text{cm}$  و  $50\text{cm}$  باشد، در لحظه‌ای که شتاب نوسانگر  $\vec{a} = \left(2\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)\vec{i}$  است، طول فنر چند سانتیمتر است؟ (۱۴۰۲ ت - خ)

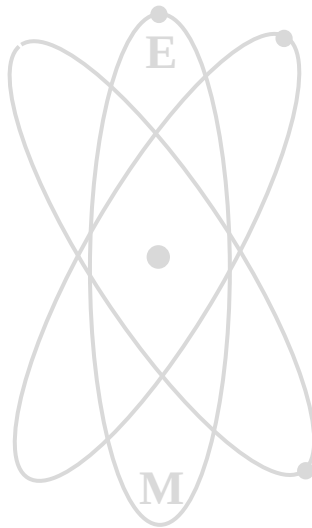


- (۱) ۴۲  
(۲) ۴۳  
(۳) ۴۷  
(۴) ۴۸

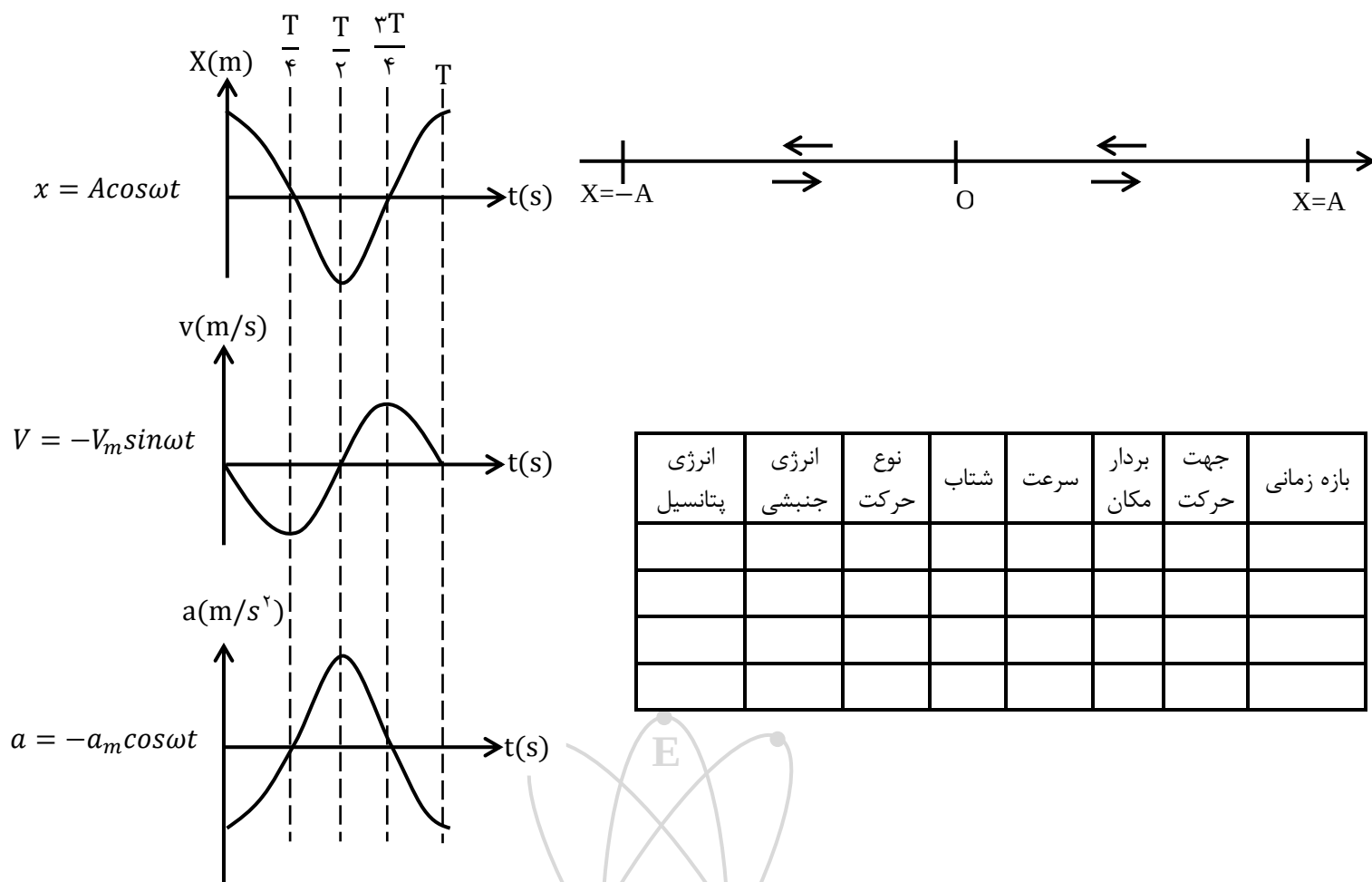
۱۷. معادله نیرو - مکان نوسانگر وزنه - فنری در SI به صورت  $F = -\frac{\pi^2}{10}x$  است. اگر جرم نوسانگر  $100$  گرم و انرژی مکانیکی نوسانگر  $2\pi^2\text{mJ}$  باشد، معادله مکان - زمان آن در SI کدام است؟ (۱۴۰۳ ت - خ)

- (۱)  $x = 0.2\cos 4\pi t$   
(۲)  $x = 0.2\cos \pi t$   
(۳)  $x = 0.2\cos \pi t$   
(۴)  $x = 0.2\cos 4\pi t$

| مکان | سرعت            | شتاب $a = -\omega^2 x$ | نیرو $F = -m\omega^2 x$ | انرژی جنبشی               | انرژی پتانسیل             | انرژی مکانیکی       |
|------|-----------------|------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------|
| -A   | صفر (min)       | $A\omega^2$ (max)      | $m A\omega^2$ (max)     | صفر (min)                 | $\frac{1}{2} k A^2$ (max) | $\frac{1}{2} k A^2$ |
| صفر  | $A\omega$ (max) | صفر (min)              | صفر (min)               | $\frac{1}{2} k A^2$ (max) | صفر (min)                 | $\frac{1}{2} k A^2$ |
| +A   | صفر (min)       | $-A\omega^2$ (max)     | $-m A\omega^2$ (max)    | صفر (min)                 | $\frac{1}{2} k A^2$ (max) | $\frac{1}{2} k A^2$ |



نکته: جمع‌بندی و تعیین نوع حرکت متحرک در حرکت هماهنگ ساده: (در حرکت هماهنگ مکان و نیرو مختلف علامت هستند).



۱. ذره‌ای حرکت هماهنگ ساده با دامنه‌ی  $A$  و دوره‌ی  $T$  دارد. در یک لحظه، مکان ذره  $+\frac{A}{4}$  و سرعت آن منفی است. کمترین زمان لازم برای آنکه مکان ذره  $-\frac{A}{4}$  و سرعت آن مثبت شود کدام است؟

۲. معادله‌ی حرکت نوسانگری در SI به صورت  $x = 2 \cos \frac{\pi}{3} t$  است. نوع حرکت نوسانگر در لحظه‌های  $t_1 = 1s$  و  $t_2 = 5s$  چگونه است؟

۳. معادله‌ی مکان- زمان نوسانگری در SI به صورت  $x = 0.2 \cos 10\pi t$  است. در بازه‌ی زمانی  $t = 0$  تا  $t = \frac{1}{11} s$  چند ثنیه حرکت نوسانگر کندشونده است؟

۴. معادله‌ی حرکت نوسانگری در SI به صورت  $x = A \cos \frac{\pi}{4} t$  است. بین دو لحظه‌ی  $t = \frac{1}{4} s$  تا  $t = \frac{5}{4} s$  چند ثانیه حرکت تندشونده دارد؟

۵. معادله‌ی مکان- زمان نوسانگری در SI به صورت  $x = A \cos \frac{\pi}{8} t$  است. بین دو لحظه‌ی  $t = 0$  و  $t = 2/4 s$  چند ثانیه شتاب و سرعت نوسانگر هم‌جهت‌اند؟

۶. معادله‌ی شتاب- زمان نوسانگر هماهنگ ساده‌ای در SI به صورت  $a = -4 \cos \pi t$  است. در بازه‌ی زمانی  $t = 0$  تا  $t = 1/2 s$  چند ثانیه حرکت نوسانگر کندشونده است؟

۷. بیشینه‌ی شتاب یک نوسانگر هماهنگ ساده  $a_m$  و دوره‌ی آن  $T$  است. اگر در لحظه‌ی  $t_1$  شتاب نوسانگر  $a_1 = \frac{\sqrt{3}}{4} a_m$  و حرکت آن کندشونده و در لحظه‌ی  $t_2$  شتاب آن  $a_2 = \frac{\sqrt{3}}{4} a_m$  و حرکت آن تندشونده باشد،  $\Delta t = t_2 - t_1$  را بیابید؟

۸. دوره‌ی نوسانگری  $0.25$  است. در بازه‌ی  $0.125$  تا  $0.145$  علامت نیروی وارد بر نوسانگر (مثبت- منفی). اندازه‌ی آن (افزایش- کاهش) می‌یابد.

۹. معادله‌ی حرکت نوسانگری به صورت  $x = 2 \cos \frac{\pi}{3} t$  است در بازه‌ی صفر تا  $4$  S به مدت چند ثانیه سرعت و نیروی وارد بر نوسانگر هم‌جهتند؟

۱۰. معادله‌ی مکان نوسانگر ساده‌ای در SI به صورت  $x = 0.2 \cos \frac{\pi}{4} t$  است. در کدام بازه‌ی زمانی، شتاب و سرعت در جهت مثبت محور  $x$  اند؟ (۸۵-ر-خ)

(۱) صفر تا ۱ (۲) ۱ تا ۲

(۳) ۲ تا ۳ (۴) ۳ تا ۴

۱۱. معادله مکان - زمان نوسانگری در SI به صورت  $x = 0.2 \pi \cos(10\pi t)$  است. در بازه زمانی  $t = 0$  تا  $t = \frac{1}{11}$  S، چند ثانیه حرکت نوسانگر کند شونده است؟ (۸۸-ر)

(۱)  $\frac{1}{15}$  (۲)  $\frac{1}{40}$

(۳)  $\frac{1}{30}$  (۴)  $\frac{1}{20}$

۱۲. معادله هماهنگ ساده‌ای در SI به صورت  $y = A \cos(4\pi t)$  است. در فاصله زمانی  $t = 0$  تا  $t = \frac{3}{4}$  S، جهت حرکت نوسانگر چند بار عوض می‌شود؟ (۸۹-ر)

(۱) ۱ (۲) ۲

(۳) ۳ (۴) ۴

۱۳. در یک حرکت هماهنگ ساده در یک فاصله‌ی زمانی سرعت نوسانگر مثبت است. شتاب نوسانگر در این مدت چگونه است؟ (۸۹-سنجش)

(۱) مثبت است. (۲) ممکن است ابتدا مثبت و سپس منفی باشد.

(۳) منفی است. (۴) ممکن است ابتدا منفی و سپس مثبت باشد.

۱۴. در حرکت یک نوسانگر ساده در لحظه‌ای که سرعت نوسانگر از مثبت به منفی تغییر علامت می‌دهد، شتاب نوسانگر چگونه است؟ (۹۰-ر-خ)

(۱) مثبت است. (۲) از مثبت به منفی تغییر علامت می‌دهد.

(۳) منفی است. (۴) از مثبت به منفی تغییر علامت می‌دهد.

۱۵. نوسانگری روی محور  $y$  حول مبدا مختصات حرکت نوسانی ساده انجام می‌دهد. در لحظه‌ای که فاز حرکت نوسانگر برابر  $\frac{4\pi}{3} +$  رادیان است. کدام گزینه درست است؟ (۹۲ سنجش)

(۱) بردار مکان نوسانگر خلاف جهت مثبت محور  $y$  است.

(۲) بردار شتاب نوسانگر خلاف جهت مثبت محور  $y$  است.

(۳) بردار سرعت نوسانگر در جهت مثبت محور  $y$  است.

(۴) حرکت نوسانگر تندشونده است.

۱۶. معادله شتاب- زمان نوسانگر ساده‌ای در SI به صورت  $a = -\pi^2 \cos\left(\frac{5}{3}\pi t\right)$  است. در بازه‌ی زمانی  $0/2 \leq t \leq 0/6$  s کدام مطلب در مورد این نوسانگر نادرست است؟ (۹۳-ر خ)

(۱) شتاب متوسط نوسانگر صفر است.

(۲) سرعت متوسط نوسانگر صفر است.

(۳) جهت شتاب نوسانگر ثابت می‌ماند.

(۴) جهت سرعت نوسانگر یکبار عوض می‌شود.

۱۷. در حرکت نوسانی هماهنگ، در کدامیک از موارد زیر، مکان نوسان کننده الزاما منفی است؟ (۹۵-ت)

(۱) سرعت مثبت باشد.

(۲) شتاب مثبت باشد.

(۳) سرعت منفی باشد.

(۴) شتاب منفی باشد.

۱۸. معادله حرکت هماهنگ ساده یک نوسانگر در SI به صورت  $x = 0/2 \cos 4\pi t$  است. در بازه زمانی  $t_1 = \frac{1}{12}$  s تا  $t_2 = \frac{7}{6}$  s حرکت نوسانگر، چند ثانیه تندشونده است؟ (۱۴۰۱-ت)

(۱)  $\frac{5}{6}$

(۲)  $\frac{7}{6}$

(۳)  $\frac{7}{12}$

(۴)  $\frac{13}{24}$

۱۹. در حرکت هماهنگ سامانه جرم - فنر معادله حرکت در SI به صورت  $x = 0/4 \cos \frac{\pi}{2} t$  است. در بازه زمانی  $t_1 = 0/5$  s تا  $t_2 = 5$  s، چند ثانیه، بردار شتاب و سرعت همزمان در جهت محور  $x$  هستند؟ (۱۴۰۱-ت خ)

(۱) ۱

(۲)  $1/5$

(۳) ۲

(۴)  $2/5$

۲۰. معادله مکان - زمان نوسانگر هماهنگ ساده‌ای در SI به صورت  $x = 0/3 \cos 50\pi$  است. در کدام بازه زمانی مشخص شده بر حسب ثانیه، بردارهای سرعت و شتاب نوسانگر، هر دو در جهت محور  $x$  است؟ (۱۴۰۲-ر اول)

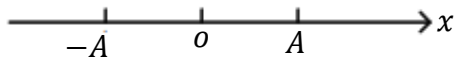
(۱)  $0 < t < 0/1$

(۲)  $0/1 < t < 0/2$

(۳)  $0/2 < t < 0/3$

(۴)  $0/3 < t < 0/4$

۲۱. در شکل زیر، نوسانگر ساده‌ای بین دو نقطه  $A$  و  $-A$  در نوسان است. در کدام حالت بزرگی شتاب نوسانگر بیشینه است و در کدام حالت در حالی که



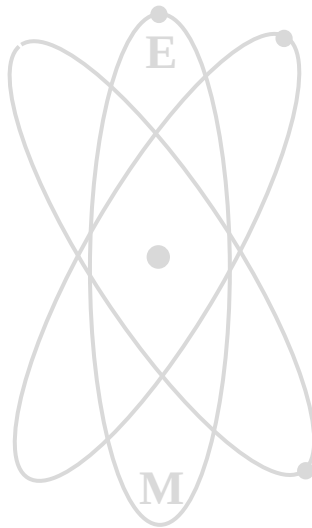
حرکت نوسانگر کندشونده است، شتاب در جهت محور  $x$  است؟ (۱۴۰۴ - دوم)

(۱) در نقطه  $A$  یا  $-A$  باشد. - بین مرکز نوسان و  $-A$  ، به سمت  $-A$  در حرکت باشد.

(۲) در نقطه  $A$  یا  $-A$  باشد. - به سمت  $A$  یا  $-A$  در حال حرکت باشد.

(۳) در حال عبور از مرکز نوسان - در حال نزدیک شدن به  $A$  یا  $-A$

(۴) در حال عبور از مرکز نوسان - در حال نزدیک شدن به  $-A$



آونگ ساده: مطابق شکل مقابل هنگامی که آونگ (با طول  $l$ ) از راستای قائم مقداری منحرف شود، پس از رها

شدن یک حرکت نوسانی (رفت و برگشت) خواهد داشت:

$$\left. \begin{aligned} F &= mg \sin \theta \\ \theta < \epsilon \rightarrow \sin \theta &\approx \theta = \frac{x}{l} \end{aligned} \right\} \Rightarrow F = mg \frac{x}{l}$$

چون این نیرو نیز از نوع بازگرداننده است، پس خواهیم داشت:

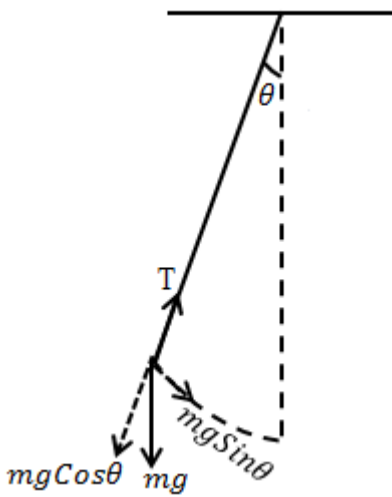
$$F = -mg \frac{x}{l}$$

در مقایسه با نیروی فنر ( $F = -kx$ ) اگر فرض کنیم:  $k = m \frac{g}{l}$  آنگاه معادله‌ی حرکت آونگ نیز به صورت

$$x = A \cos \omega t$$

زیر خواهد بود:

بنابراین:



۱. دوره آونگ ساده‌ای ۳ ثانیه است. کاهش طول آونگ چه کسری از طول اولیه آونگ شود تا دوره آن یک ثانیه شود؟ (۸۳ر)

$$(1) \frac{3}{9} \quad (2) \frac{4}{9}$$

$$(3) \frac{5}{9} \quad (4) \frac{8}{9}$$

۲. آونگ ساده‌ای به طول یک متر، در محلی که شتاب گرانش زمین در SI برابر  $g = \pi^2$  است، نوساناتی کم دامنه انجام می‌دهد. گلوله‌ی این آونگ در هر دقیقه چند نوسان کامل انجام می‌دهد؟ (۹۱ر)

$$(1) 30 \quad (2) 40$$

$$(3) 60 \quad (4) 120$$

۳. آونگ ساده‌ای به طول  $24/5 \text{ cm}$  در حال نوسان است. دوره‌ی آن چند ثانیه است؟ (۹۱-ر خ)

$$(1) 1 \quad (2) 2$$

$$(3) 3 \quad (4) 4$$

۴. طول نخ آونگ ساده‌ای را نصف می‌کنیم. دوره آن چند برابر می‌شود؟ (۹۲-ت خ)

$$(1) \frac{\sqrt{2}}{2} \quad (2) \frac{1}{2}$$

$$(3) \sqrt{2} \quad (4) 2$$

۵. دو آونگ ساده‌ی A و B در کنار هم نوسان می‌کنند و به ازای هر ۴ نوسان آونگ A آونگ B ۵ نوسان انجام می‌دهد. طول آونگ A چند برابر طول آونگ B است؟ (۹۱-ت خ)

$$(1) \frac{5}{4} \quad (2) \frac{4}{5}$$

$$(3) \frac{25}{16} \quad (4) \frac{16}{25}$$



۶. معادله‌ی حرکت آونگ ساده‌ای در نوسانات کم دامنه به صورت  $a + \pi^2 x = 0$  طول آونگ چند متر است؟ (۸۸-خ)

(۱) ۰/۵ (۲) ۱

(۳) ۲ (۴)  $\sqrt{10}$

۷. دوره‌ی نوسان آونگ ساده‌ای در یک مکان معین برابر ۲ ثانیه است و در مدت ۲/۶ دقیقه N نوسان کامل انجام می‌دهد، طول آونگ را چند درصد کاهش یا افزایش دهیم تا در همان مدت و در همان مکان N-۱۸ نوسان کامل انجام دهد؟ (۹۴-ر)

(۱) ۶۹ درصد کاهش (۲) ۶۹ درصد افزایش

(۳) ۳۱ درصد کاهش (۴) ۳۱ درصد افزایش

۸. گلوله‌ای از نخ‌ی آویزان است و حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر وزن گلوله  $\vec{W}$  باشد، در لحظه‌ای که نخ با راستای قائم زاویه‌ی  $\theta$  می‌سازد و در آن لحظه نیروی  $\vec{T}$  از طرف نخ بر گلوله وارد شود، برآیند نیروهای وارد بر این نوسانگر کدام است؟ (۹۴-خ)

(۱)  $\vec{T}$  (۲)  $\vec{T} + \vec{W}$

(۳)  $\vec{T} \sin \theta + \vec{W}$  (۴)  $\vec{T} + \vec{W} \sin \theta$

۹. آونگ ساده‌ای به طول ۸۰ cm با دامنه کم در حال نوسان است. طول آونگ را چگونه تغییر دهیم تا دوره نوسان آن نصف شود؟ (۹۸-ر)

(۱) ۶۰ سانتیمتر - کاهش (۲) ۶۰ سانتیمتر - افزایش

(۳) ۲۰ سانتیمتر - کاهش (۴) ۲۰ سانتیمتر - افزایش

۱۰. آونگ ساده‌ای در مدت ۷۲ ثانیه، ۴۰ نوسان کامل انجام می‌دهد. طول آونگ را چگونه تغییر دهیم تا در همان مکان و در همان مدت ۴۵ نوسان کامل انجام دهد؟ ( $g = \pi^2 \text{ m/s}^2$ ) (۹۹-ر)

(۱) ۹ cm کاهش دهیم. (۲) ۹ cm افزایش دهیم.

(۳) ۱۷ cm کاهش دهیم. (۴) ۱۷ cm افزایش دهیم.

۱۱. در مکانی که شتاب گرانش برابر  $g = \pi^2 \frac{m}{s^2}$  است، طول آونگ ساده‌ای را چند سانتیمتر انتخاب کنیم تا در هر ثانیه یک نوسان کامل انجام دهد؟ (۱۴۰۱-ر)

(۱) ۱۰۰ (۲) ۷۵

(۳) ۵۰ (۴) ۲۵

۱۲. دو آونگ A و B در یک مکان، حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهند و در یک لحظه هر دو در انتهای مسیر خود قرار دارند. از آن لحظه، در مدتی که تندی آونگ A، برای اولین بار بیشینه می‌شود، آونگ B، به انتهای دیگر مسیر خود می‌رسد. طول آونگ A، چند برابر طول آونگ B است؟ (۱۴۰۱-خ)

(۱) ۴ (۲) ۲

(۳)  $\frac{1}{2}$  (۴)  $\frac{1}{4}$

۱۳. گلوله یک آونگ ساده با دامنه ۱ cm نوسان می‌کند. اگر شتاب آن در نقطه بازگشت  $0.25 \text{ m/s}^2$  باشد، طول آونگ چند سانتیمتر است؟

۱۴. طول آونگ ساده‌ای را ۱۷ سانتیمتر تغییر می‌دهیم، دوره آن  $\frac{12}{5}$  درصد افزایش می‌یابد. دوره آونگ (قبل از تغییر طول) چند ثانیه است؟ ( $g = \pi^2$  m/s<sup>2</sup>) (۱۴۰۲ - دوم)

(۲)  $\frac{1}{4}$ (۱)  $\frac{1}{2}$ (۴)  $\frac{1}{8}$ (۳)  $\frac{1}{6}$ 

۱۵. آونگ ساده‌ای در مدت ۳۶ ثانیه، ۲۰ نوسان انجام می‌دهد. اگر طول آونگ ۱۷cm کاهش یابد، در مدت ۴۰ ثانیه چند نوسان انجام می‌دهد؟ ( $g = \pi^2$ )

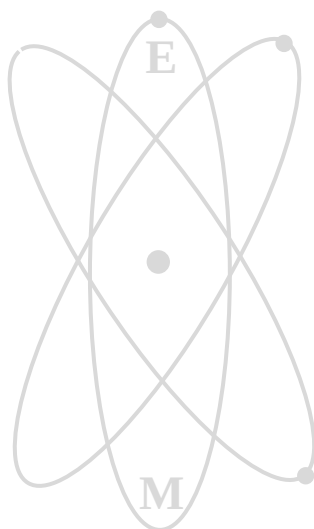
(۱۴۰۲ - دوم)

(۲) ۲۸

(۱) ۲۵

(۴) ۳۲

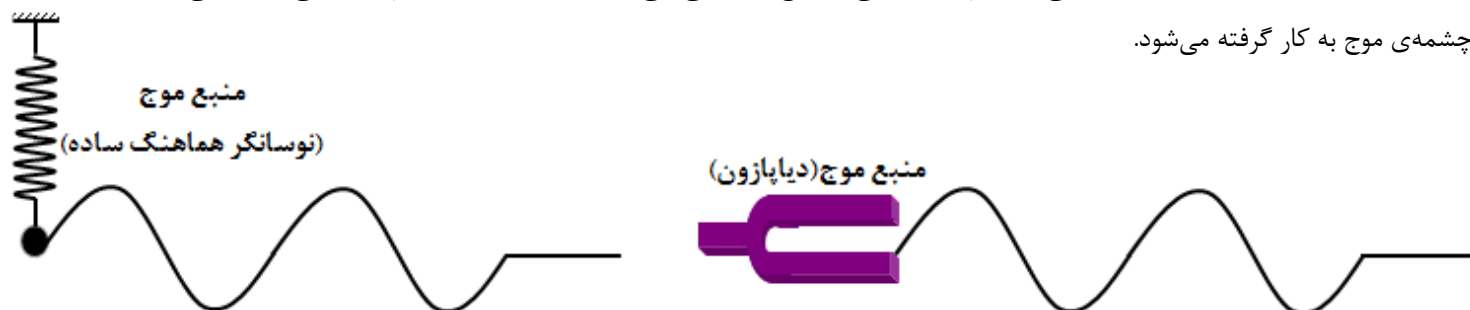
(۳) ۳۰



**محیط کشسان:** به محیط‌هایی که اگر در آنها تغییر شکلی صورت گیرد، نیروهای کشسان بین ذرات محیط ایجاد شده و محیط را به شکل اولیه‌اش باز می‌گرداند. به این گونه محیط‌ها، محیط‌های کشسان گفته می‌شود. مثل فنر

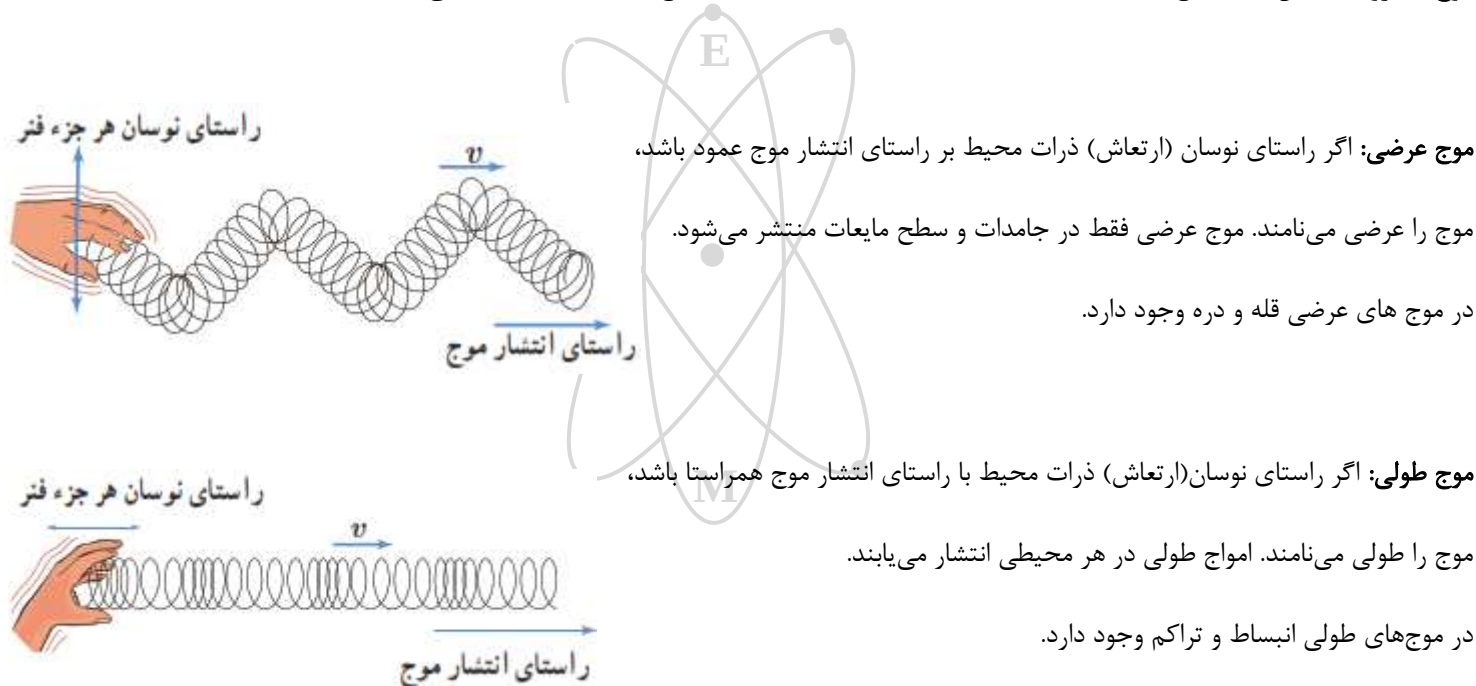
**تپ:** هرگاه تغییر شکلی در یک جزء از محیط کشسان که به حالت تعادل است ایجاد کنیم به علت وجود نیروی کشسانی بین ذرات محیط آن تغییر شکل در محیط منتقل می‌شود. به تغییر شکل ایجاد شده در محیط تپ و انتقال تپ در محیط را انتشار می‌گویند.

**موج سینوسی:** اگر یک جزء از محیط کشسانی که در حالت تعادل است، با حرکت هماهنگ ساده به نوسان درآید، با نوسان آن جزء تپ‌های متوالی در محیط تولید و به دنبال یکدیگر منتشر می‌شوند، چنین موجی را موج سینوسی می‌نامند. به عنوان مثال دیپازون یکی از وسایلی است که به عنوان چشمه‌ی موج به کار گرفته می‌شود.



**موج مکانیکی:** این امواج برای انتشار نیاز به محیط مادی دارند. مثل موجی که در سطح آب منتشر می‌شود یا موجی که در طناب یا فنر منتشر می‌شود.

**موج الکترومغناطیس:** این امواج برای انتشار نیاز به محیط مادی ندارند. مهمترین موج الکترومغناطیس نور می‌باشد.



**موج عرضی:** اگر راستای نوسان (ارتعاش) ذرات محیط بر راستای انتشار موج عمود باشد،

موج را عرضی می‌نامند. موج عرضی فقط در جامدات و سطح مایعات منتشر می‌شود.

در موج‌های عرضی قله و دره وجود دارد.

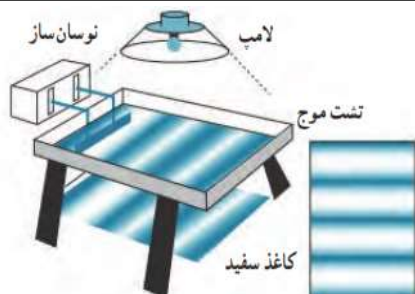
**موج طولی:** اگر راستای نوسان (ارتعاش) ذرات محیط با راستای انتشار موج هم‌راستا باشد،

موج را طولی می‌نامند. امواج طولی در هر محیطی انتشار می‌یابند.

در موج‌های طولی انبساط و تراکم وجود دارد.

**موج پیش‌رونده:** این امواج از نقطه‌ای به نقطه‌ی دیگر حرکت کرده و انرژی را با خود منتقل می‌کنند. (این موج است که از نقطه‌ای به نقطه‌ی دیگر حرکت می‌کند نه ماده‌ای که موج در آن حرکت می‌کند (فنر)).

**جبهه‌ی موج:** نقاطی از محیط که موج همزمان به آن نقاط می‌رسد.



**موج تخت:** (ضربه زدن روی آب با خط کش) اگر جبهه‌های موج با یکدیگر موازی باشند، موج را تخت می‌نامند.

هر کدام از برآمدگی‌ها و فرورفتگی‌های سطح آب یک جبهه موج نامیده می‌شود. به برآمدگی‌ها قله (ستیغ) و به فرورفتگی‌ها دره (پاستیغ) می‌گویند.



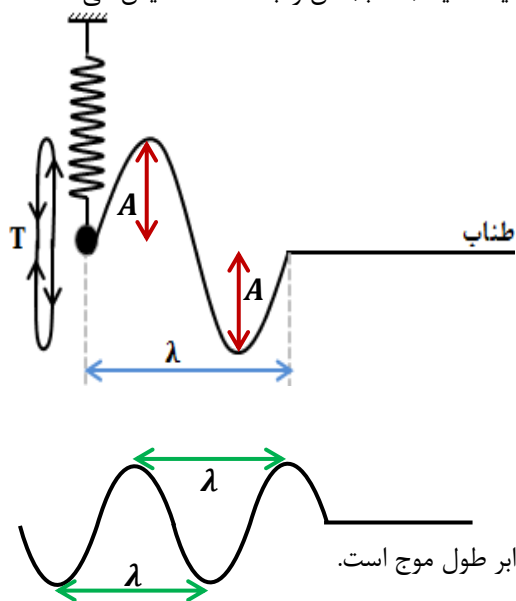
**موج دایره‌ای:** (انداختن سنگ ریزه در آب - ضربه زدن روی آب با گلوله) اگر جبهه‌های موج دایره‌ای باشد،

موج را دایره‌ای می‌نامند. هر کدام از برآمدگی‌ها و فرورفتگی‌های سطح آب یک جبهه موج نامیده می‌شود.

**موج کروی:** اگر جبهه‌های موج کروی باشند، موج را کروی می‌نامند. (صوت)

**دامنه موج:** بیشترین فاصله یک ذره از مکان تعادل، به عبارت دیگر فاصله قله یا دره نسبت به حالت اولیه محیط (طناب). آن را با نماد  $A$  نمایش می‌دهند.

فاصله قله تا دره  $2A$  خواهد بود.



**بسامد موج:** وقتی یک چشمه موج با بسامد  $f$  در محیطی کشسان شروع به نوسان می‌کند، ذره‌های

مجاور خود را نیز با همان بسامد به نوسان درمی‌آورد، به همین ترتیب تمام ذرات محیط با همان

بسامد منبع موج به نوسان درمی‌آیند، بنابراین بسامد موج یکی از ویژگی‌های چشمه موج است.

**دوره:** مدت زمانی است که طول می‌کشد تا چشمه موج یک نوسان کامل انجام دهد.

**طول موج:** مسافتی است که موج در مدت یک دوره طی می‌کند و آن را با نماد  $\lambda$  نمایش می‌دهند.

**نکته:** به عبارت دیگر فاصله بین دو قله متوالی (برآمدگی مجاور) یا دو دره متوالی (فرورفتگی مجاور) برابر طول موج است.

**نکته:** فاصله بین دو جبهه موج متوالی نیز برابر  $\lambda$  است.

$$V = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{\lambda}{T} = \lambda f$$

**نکته:** رابطه بین طول موج، سرعت و بسامد (دوره)

**نکته:** سرعت انتشار موج به  $\lambda$  و  $T$  بستگی ندارد و به ویژگی‌های محیط بستگی دارد. بنابراین اگر دو موج در یک محیط منتشر شوند سرعت آنها با

یکدیگر برابر خواهد بود:

$$V_1 = V_2 \Rightarrow \lambda_1 f_1 = \lambda_2 f_2 \Rightarrow \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{f_1}{f_2}$$

۱. موج‌های صوتی  $A$  و  $B$  با بسامدهای  $600 \text{ Hz}$  و  $800 \text{ Hz}$  در یک محیط منتشر می‌شوند. نسبت سرعت انتشار صوت  $A$  چند برابر سرعت انتشار صوت

$B$  و همچنین نسبت طول موج  $A$  به طول موج  $B$  را بیابید؟ (۸۶-ت خ)

$$(1) \frac{3}{4} \text{ و } 1 \quad (2) \frac{4}{3} \text{ و } \frac{3}{4}$$

$$(3) 1 \text{ و } \frac{3}{4} \quad (4) 1 \text{ و } \frac{4}{3}$$

۲. موج عرضی با بسامد  $2/5$  هرتز در سطح آب تولید شده و با سرعت  $5 \text{ m/s}$  منتشر می‌شود. فاصله بین دو قله متوالی موج چند سانتی متر است؟ (۸۶-ت)

$$(1) 10 \quad (2) 20$$

$$(3) 40 \quad (4) 60$$

۳. معادله‌ی حرکت نوسانی چشمه‌ی موجی در SI به صورت  $y = A \sin \omega t$  است. اگر این نوسانها در یک محیط با سرعت  $20 \text{ m/s}$  انتشار یابند، و طول موج برابر  $0.8 \text{ m}$  باشد،  $\omega$  چند رادیان بر ثانیه است؟ (۸۷)

(۱)  $25\pi$

(۲)  $50\pi$

(۳)  $100\pi$

(۴)  $200\pi$

۴. موج عرضی در یک محیط منتشر می‌شود و فاصله‌ی بین دو قله‌ی متوالی آن  $10 \text{ cm}$  است. اگر سرعت انتشار موج در آن محیط  $5 \text{ m/s}$  باشد، بسامد موج چند هرتز است؟ (۹۲)

(۱)  $100$

(۲)  $50$

(۳)  $25$

(۴)  $10$

۵. دو موج مکانیکی A و B در یک محیط کشسان منتشر می‌شوند. اگر بسامد موج A، ۴ برابر بسامد موج B باشد، طول موج و سرعت انتشار موج A چند برابر طول موج و سرعت انتشار موج B است؟ (به ترتیب از راست به چپ) (۹۵)

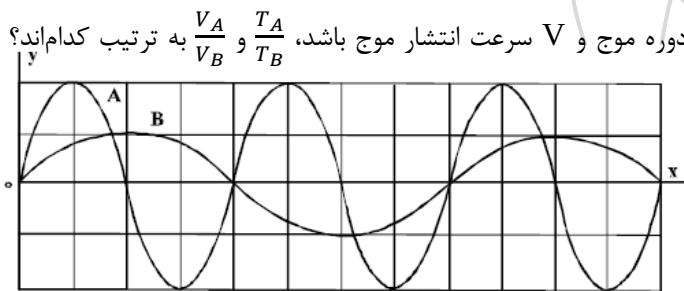
(۱)  $1$  و  $\frac{1}{4}$

(۲)  $2$  و  $\frac{1}{4}$

(۳)  $1$  و  $\frac{1}{2}$

(۴)  $2$  و  $\frac{1}{2}$

۶. در شکل زیر دو موج مکانیکی A و B در یک محیط منتشر می‌شوند. اگر T دوره موج و V سرعت انتشار موج باشد،  $\frac{T_A}{T_B}$  و  $\frac{V_A}{V_B}$  به ترتیب کدام‌اند؟ (۹۸-ر-خ)



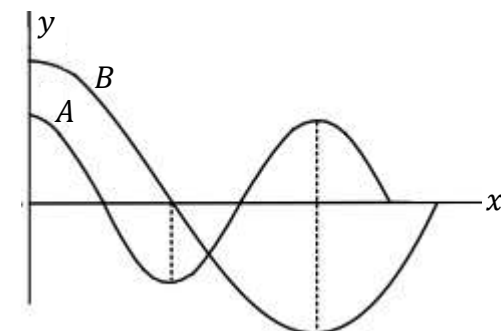
(۱)  $1$  و  $2$

(۲)  $2$  و  $0.5$

(۳)  $0.5$  و  $0.5$

(۴)  $0.5$  و  $1$

۷. نمودار جابه‌جایی - مکان دو موج عرضی که در یک محیط در حال انتشارند، مطابق شکل است. در مدتی که چشمه موج A، ۱۰۰ نوسان انجام می‌دهد، چشمه موج B چند نوسان انجام می‌دهد؟ (۱۴۰۳-ت-خ)



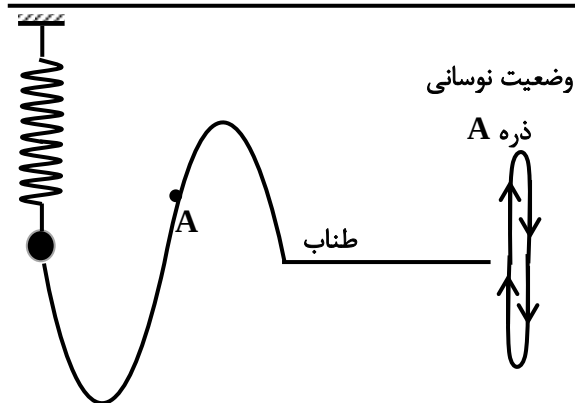
(۱)  $25$

(۲)  $50$

(۳)  $75$

(۴)  $200$

## نمودار موج- مکان (نقش موج):



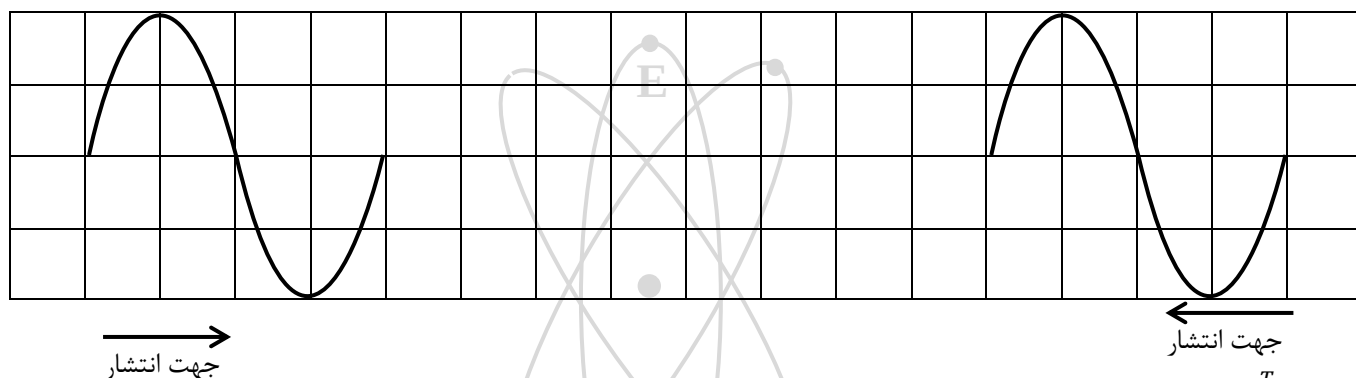
با حرکت چشمه موج (نوسان) به سمت بالا بخش مجاور آن نیز از طریق کشش بین این دو بخش، شروع به بالا رفتن می‌کند. وقتی بخش مجاور به بالا حرکت کند این بخش نیز به نوبه خود شروع به بالا بردن بخش بعدی می‌کند و این فرآیند ادامه خواهد داشت و به این ترتیب موج در محیط (طناب) منتشر می‌شود. (به عبارت دیگر هر ذره از نقش ذره قبل از خود پیروی می‌کند).

نکته: (رسم شکل (نقش) موج در زمان دلخواه): برای رسم شکل موج در  $t_2$ ، شکل آن در لحظه  $t_1$  را به اندازه  $\Delta x$  در جهت انتشار جلو می‌بریم؛ به طوری که  $\Delta x$  از رابطه مقابل قابل محاسبه است:

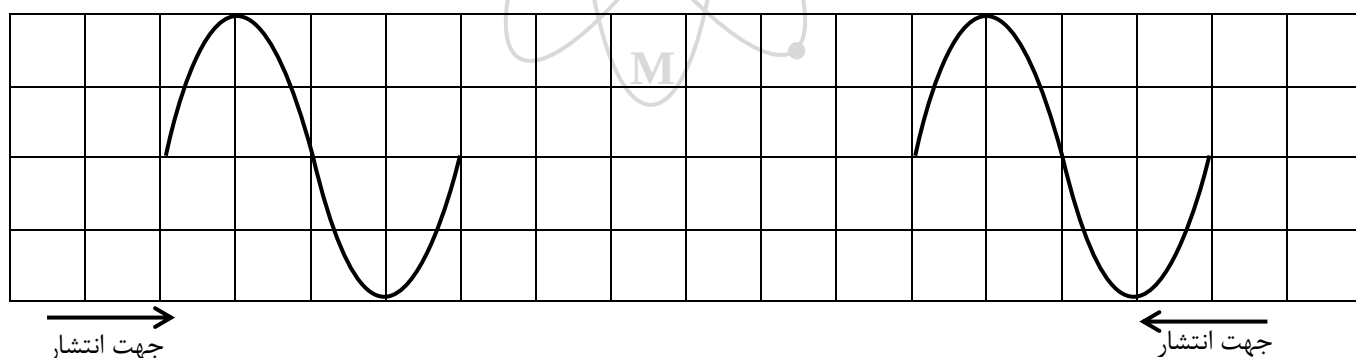
$$\frac{T}{\Delta t} \mid \frac{\lambda}{\Delta x} \Rightarrow \frac{\Delta x}{\lambda} = \frac{\Delta t}{T}$$

سوال: در هر کدام از موارد زیر نقش موج در لحظه  $t = 0$  نشان داده شده است. نقش موج را در لحظات خواسته شده رسم کنید.

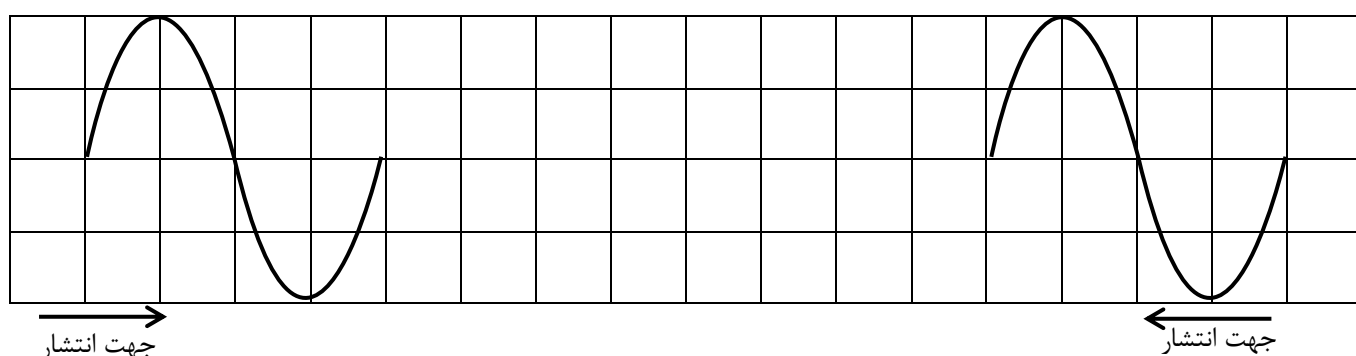
الف) در لحظه  $t = \frac{T}{4}$



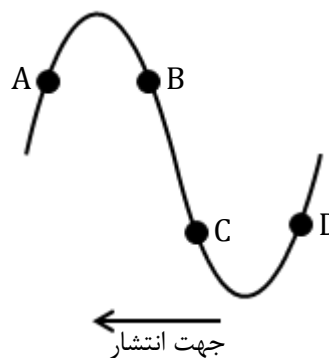
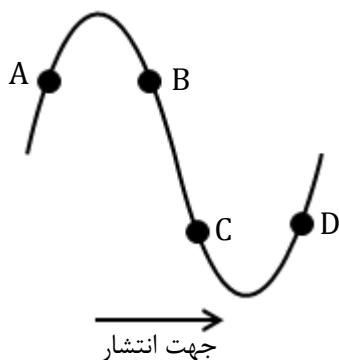
ب) در لحظه  $t = \frac{T}{4}$



ب) در لحظه  $t = \frac{T}{8}$

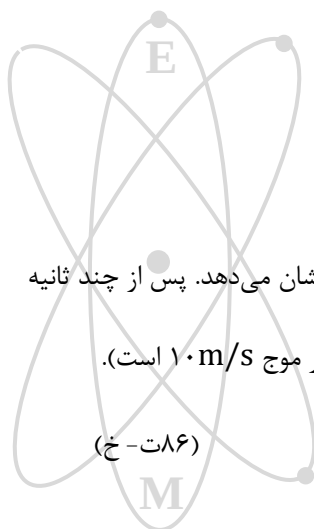
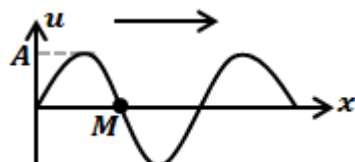


نکته: با استفاده از نمودار موج - مکان (نقش موج) می‌توان بالا یا پایین رفتن هر ذره از محیط و نوع حرکت ذره (تندشونده - کندشونده) و جهت انتشار موج را تعیین نمود.



نکته ۲:

۱. نقش موجی در یک طناب در لحظه‌ی  $t=0$  مطابق شکل روبه‌رو است. در بازه‌ی زمانی صفر تا  $\frac{3T}{4}$  جابه‌جایی ذره‌ی M و مسافتی که موج در این مدت طی می‌کند، به ترتیب کدام است؟ (۸۵-ر-خ)



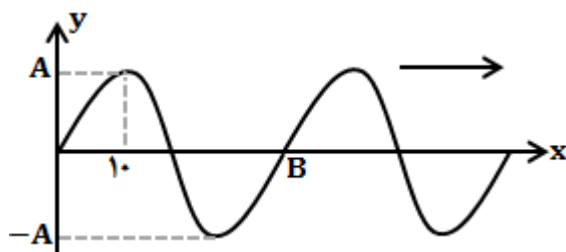
(۱)  $A$  و  $\frac{3\lambda}{4}$

(۳)  $A$  و  $\frac{3\lambda}{4}$

(۲)  $-A$  و  $\frac{3\lambda}{4}$

(۴)  $-A$  و  $\frac{3\lambda}{4}$

۲. شکل مقابل نقش موجی را در یک طناب در لحظه‌ی  $t=0$  نشان می‌دهد. پس از چند ثانیه ذره B برای اولین بار در مکان  $+A$  قرار می‌گیرد؟ (سرعت انتشار موج  $10 \text{ m/s}$  است).



(۸۶-ت-خ)

(۱)  $\frac{1}{25}$

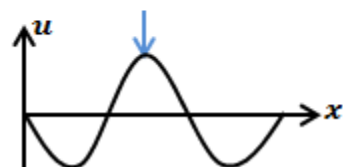
(۲)  $\frac{1}{50}$

(۳)  $\frac{1}{100}$

(۴)  $\frac{3}{100}$

۳. شکل‌های الف و ب نقش یک موج را به ترتیب در دو لحظه‌ی  $t_1$  و  $t_2$  نشان می‌دهند که در جهت محور X منتشر می‌شود. اگر بسامد نوسانها  $50 \text{ Hz}$  باشد،  $\Delta t = t_2 - t_1$  چند ثانیه است؟ (علامت پیکان یک قله موج

را در این دو لحظه نشان می‌دهد). (۸۸-ت-خ)



را در این دو لحظه نشان می‌دهد). (۸۸-ت-خ)

(۱) ۱

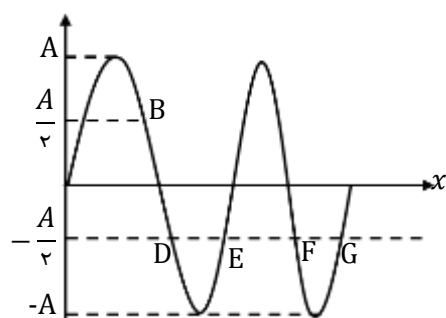
(۲) ۲

(۳)  $0.1$

(۴)  $0.2$

۴. نقش موج عرضی طنابی، در یک لحظه مطابق شکل روبه‌رو است. کدام یک از نقاط نشان داده شده،

به ترتیب وضعیت نوسانی کاملاً مشابه و کاملاً مخالف با E دارد؟ (۹۰-ر)



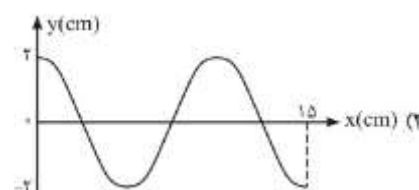
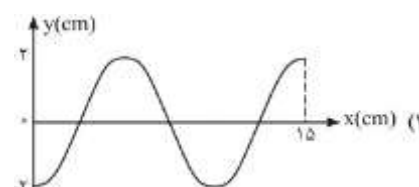
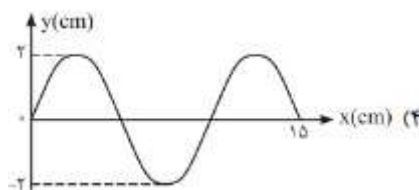
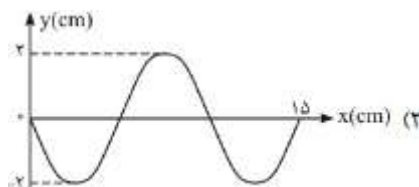
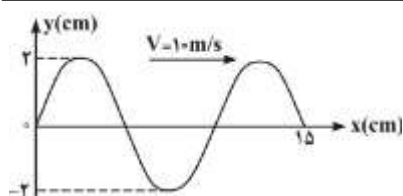
(۱) B و G

(۲) D و G

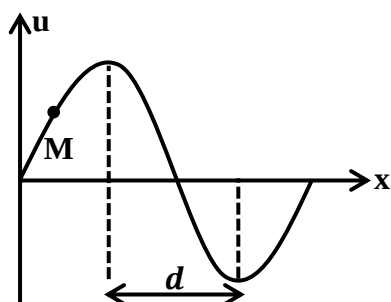
(۳) G و B

(۴) D و B

۵. نقش موجی در لحظه  $t=0$  مطابق شکل است. نقش موج در لحظه  $t = \frac{1}{4} S$  کدام است؟ (۹۰ ت)

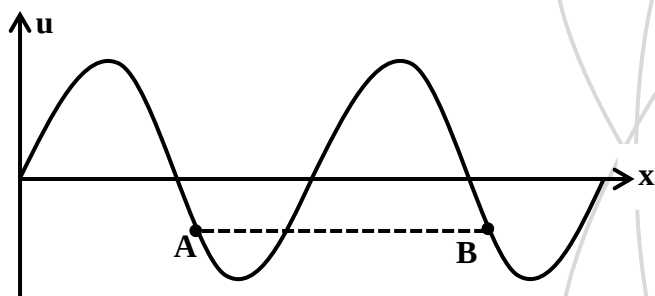


۶. در شکل روبه‌رو موجی در طناب با سرعت  $20 \text{ m/s}$  در حال انتشار است. اگر ذره‌ی  $M$  در هر ثانیه ۱۰ نوسان کامل انجام دهد، چند ثانیه طول می‌کشد، تا موج روی محور  $x$  مسافت  $d$  را طی کند؟ (۹۲ ر)



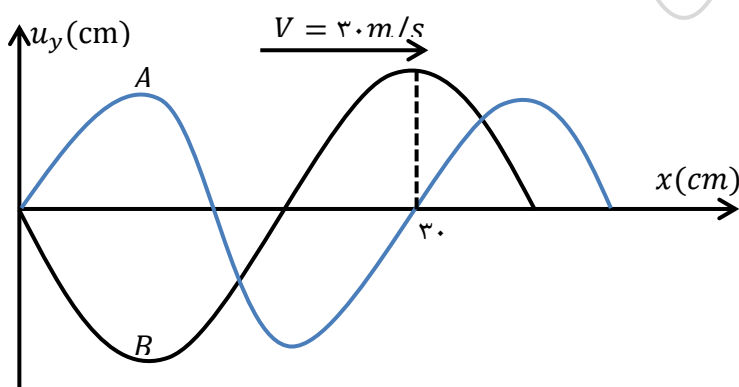
- (۱)  $\frac{1}{10}$  (۲)  $\frac{1}{20}$  (۳)  $\frac{5}{60}$  (۴)  $\frac{7}{60}$

۷. نقش موجی در یک محیط انتشار در یک لحظه مطابق شکل زیر است. اگر ذره‌ی  $A$  در هر ثانیه ۱۲۰ نوسان کامل انجام دهد، چند ثانیه طول می‌کشد تا موج از  $A$  به  $B$  برسد؟ (۹۴ ر-خ)



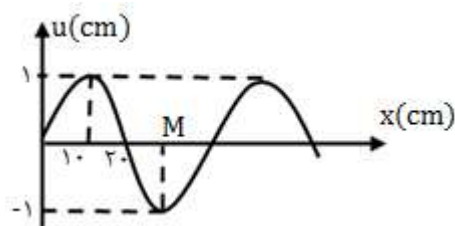
- (۱)  $\frac{1}{120}$  (۲)  $\frac{1}{60}$  (۳)  $\frac{1}{180}$  (۴)  $\frac{1}{240}$

۸. شکل زیر، نقش دو موج را در لحظه‌ی معینی نشان می‌دهد که در یک محیط در حال انتشارند. چشمه‌ی موج  $A$  در هر ۲۰ ثانیه چند نوسان کامل بیشتر از چشمه‌ی موج  $B$  انجام می‌دهد؟ (۹۵ ت-خ)



- (۱) ۲۵ (۲) ۷۵ (۳) ۱۰۰ (۴) ۵۰۰

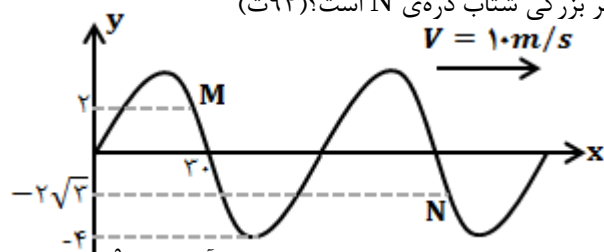
۹. شکل موجی در لحظه  $t=0$  مطابق شکل است. موج با سرعت  $4 \text{ m/s}$  در حال انتشار در سوی محور  $x$  است. سرعت نقطه  $M$  از این محیط در لحظه  $t = 0.25 \text{ s}$  چند  $\text{cm/s}$  است؟ (۸۴ ر)



- (۱)  $-10\pi$  (۲)  $10\pi$  (۳)  $-20\pi$  (۴)  $20\pi$



۱۰. شکل زیر نقش موجی را در لحظه‌ی  $t=0$  نشان می‌دهد. بزرگی شتاب ذره‌ی  $M$  چند برابر بزرگی شتاب ذره‌ی  $N$  است؟ (۹۴ت)



(۱)  $\frac{\sqrt{2}}{2}$

(۲)  $\frac{\sqrt{3}}{3}$

(۳) ۱

(۴)  $\sqrt{3}$

۱۱. یک موج عرضی سینوسی با سرعت ثابت  $V$  و دامنه  $A$  در طول یک طناب منتشر می‌شود و طول موج امواج منتشر شده در آن برابر  $\lambda$  است. اگر

بیشینه سرعت ذرات طناب در نوسان برابر  $V'$  باشد، نسبت  $V$  به  $V'$  کدام است؟ (۹۴ت-خ)

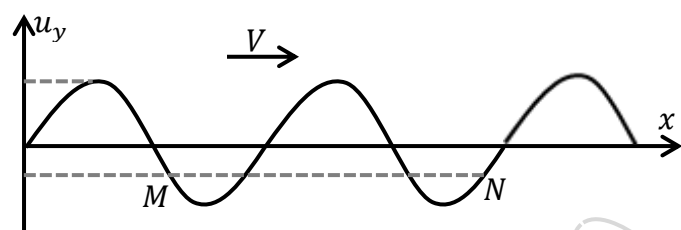
(۱)  $\frac{\pi A}{\lambda}$

(۲)  $\frac{\lambda}{\pi A}$

(۳)  $\frac{\lambda}{\pi A}$

(۴)  $\frac{2\pi A}{\lambda}$

۱۲. شکل روبه‌رو موج عرضی را در طناب نشان می‌دهد. کدام مورد درباره‌ی دو نقطه‌ی  $M$  و  $N$  از طناب درست است؟ (۹۵ر)



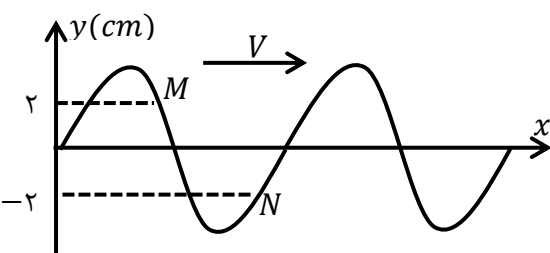
(۱) سرعت آنها در هر لحظه یکسان است.

(۲) دامنه و بسامد یکسانی دارند.

(۳) شتاب آنها در خلاف جهت هم است.

(۴) فاصله این دو نقطه کمتر از طول موج است.

۱۳. شکل روبه‌رو نقش یک موج عرضی را در طنابی در یک لحظه نشان می‌دهد. دو ذره  $M$  و  $N$ : (۹۵ر-خ)



(۱) حرکت یکی تندشونده و دیگری کندشونده است.

(۲) بزرگی سرعتشان باهم برابر است.

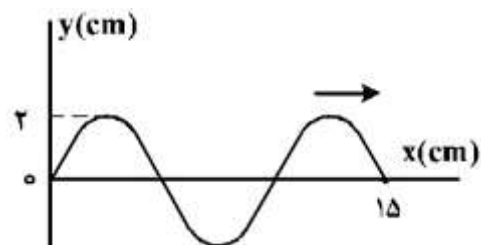
(۳) جهت حرکتشان یکسان است.

(۴) فاصله این دو نقطه بیشتر از طول موج است.

۱۴. شکل زیر، یک موج سینوسی را در لحظه‌ای از زمان نشان می‌دهد که در جهت محور  $x$  در طول ریسمان کشیده شده‌ای حرکت می‌کند. اگر نیروی

کشش ریسمان  $80\text{ N}$  و چگالی خطی (جرم واحد طول) آن  $0.2\text{ Kg/m}$  باشد، هر یک از ذرات ریسمان در مدت  $0.01\text{ s}$  مسافت چند سانتیمتر را طی می‌-

کند؟ (۹۸ر)



(۱) ۲

(۲) ۴

(۳) ۸

(۴) ۱۶

۱۵. یک موج عرضی در طنابی در حال انتشار است. کدام کمیت در یک بازه زمانی معین برای تمام ذرات طناب یکسان است؟ (۹۸ت)

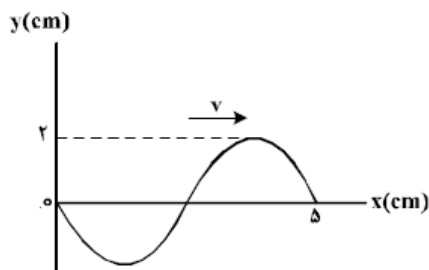
(۱) مسافت

(۲) جابه‌جایی

(۳) شتاب متوسط

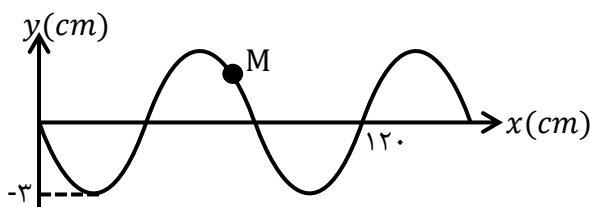
(۴) بسامد زاویه‌ای

۱۶. نقش یک موج عرضی که در یک طناب با سرعت  $20 \text{ cm/s}$  در حال انتشار است، مطابق شکل زیر است. مسافتی که یک ذره از طناب در مدت  $\frac{1}{8}S$  طی می کند، چند سانتیمتر است؟ (۹۸-ت-خ)



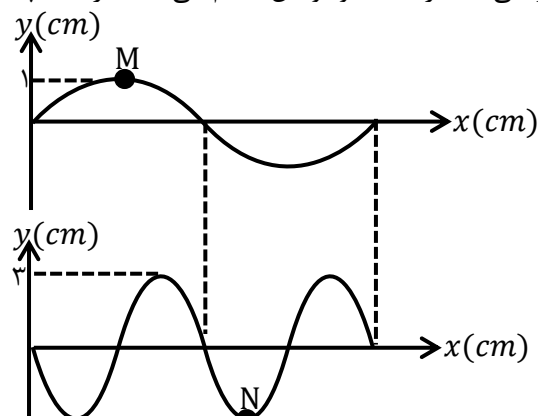
- (۱) ۱  
(۲) ۲  
(۳) ۴  
(۴) ۸

۱۷. شکل زیر، نقش یک موج عرضی را در یک طناب در لحظه  $t=0$  نشان می دهد که با سرعت  $10 \text{ m/s}$  در حال انتشار است. مسافتی که ذره M در بازه زمانی  $t_1 = 0.1S$  تا  $t_2 = 0.5S$  طی می کند، چند سانتیمتر است؟ (۹۹-ر)



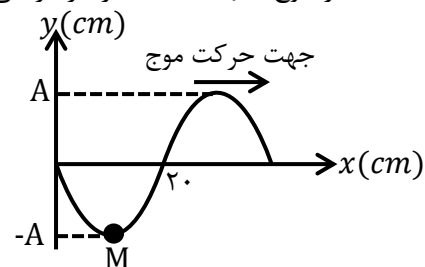
- (۱) ۳  
(۲) ۶  
(۳) ۹  
(۴) ۱۲

۱۸. در شکل زیر، دو موج عرضی با تندی های مساوی در دو طناب منتشر می شوند. در مدت زمانی که ذره M، دو نوسان انجام می دهد، ذره N چند نوسان انجام می دهد؟ (۹۹-ر-خ)



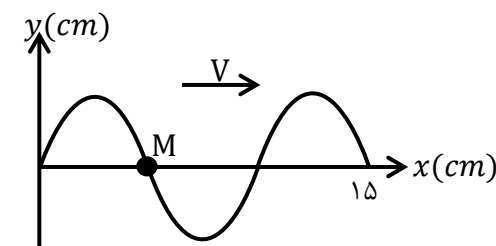
- (۱) ۱  
(۲) ۲  
(۳) ۳  
(۴) ۴

۱۹. شکل زیر، تصویری از موج عرضی در یک ریسمان کشیده را در لحظه  $t=0$  نشان می دهد. اگر سرعت انتشار موج  $2 \text{ m/s}$  باشد در بازه زمانی  $t_1 = 0.25S$  تا  $t_2 = 0.35S$  حرکت ذره M چگونه است؟ (۹۹-ت)



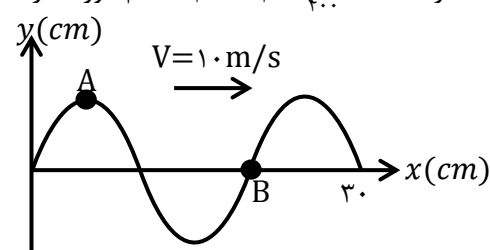
- (۱) پیوسته کندشونده  
(۲) ابتدا کندشونده و سپس تندشونده  
(۳) پیوسته تندشونده  
(۴) ابتدا تندشونده و سپس کندشونده

۲۰. شکل زیر، تصویری از یک موج عرضی را در لحظه  $t_1$  در یک ریسمان کشیده شده نشان می دهد. اگر سرعت انتشار موج  $20 \text{ cm/s}$  باشد، در بازه زمانی  $t_1$  تا  $t_2 = t_1 + \frac{9}{4}S$  چند بار جهت حرکت ذره M تغییر کرده است؟ (۹۹-ت-خ)



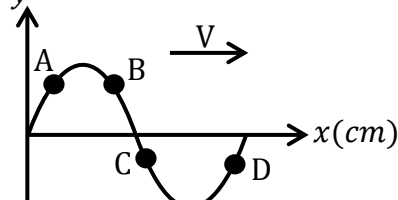
- (۱) ۷  
(۲) ۸  
(۳) ۹  
(۴) ۱۰

۲۱. شکل زیر، تصویری از یک موج عرضی در یک ریسمان کشیده شده را در لحظه  $t_1$  نشان می دهد. در لحظه  $t_2 = t_1 + \frac{9}{4}S$  کدام مورد، درست است؟ (۱۴۰۰-ر)



- (۱) تندی ذره B، صفر است.  
(۲) حرکت ذره A، تندشونده است.  
(۳) تندی ذره A، بیشینه است.  
(۴) حرکت ذره B، تندشونده است.

۲۲. شکل زیر، موج مکانیکی عرضی سینوسی را در یک لحظه نشان می‌دهد. پس از این لحظه، تندی کدام ذره، زودتر صفر می‌شود؟ (۱۴۰۰ - خ)



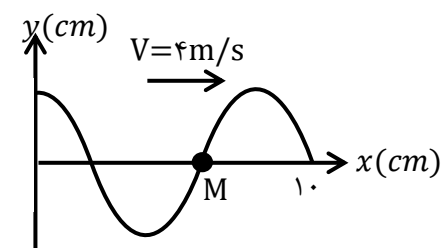
(۱) A

(۲) B

(۳) C

(۴) D

۲۳. شکل زیر، تصویری از موجی عرضی را در یک ریسمان کشیده شده در لحظه  $t=0$  نشان می‌دهد. اگر تندی متوسط حرکت ذره M در مدت  $0.25$  برابر  $6 \text{ m/s}$  باشد، دامنه موج چند سانتیمتر است؟ (۱۴۰۰ - ت)



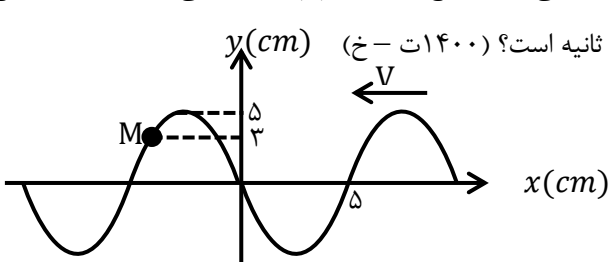
(۱) ۲

(۲) ۳

(۳) ۴

(۴) ۶

۲۴. شکل زیر، تصویری از یک موج عرضی در یک ریسمان کشیده شده را در لحظه  $t_1$  نشان می‌دهد و موج به سمت چپ حرکت می‌کند. اگر تندی موج  $20 \text{ cm/s}$  باشد، بزرگی سرعت متوسط ذره M در مدت  $t_1$  تا  $t_1 + \frac{1}{4}S$  چند سانتیمتر بر ثانیه است؟ (۱۴۰۰ - خ)



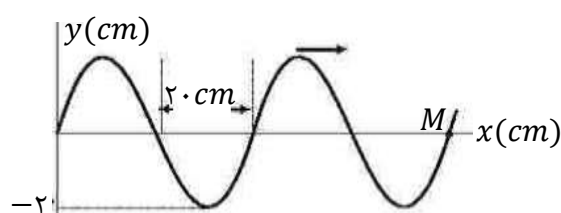
(۱) ۱۲

(۲) ۲۰

(۳) ۲۴

(۴) ۴۰

۲۵. شکل زیر موجی را در لحظه  $t$  نشان می‌دهد که با تندی  $20 \text{ m/s}$  در جهت محور X منتشر می‌شود. تندی نقطه M در آن لحظه، چند متر بر ثانیه و جهت حرکت آن کدام است؟ (۱۴۰۱ - خ)



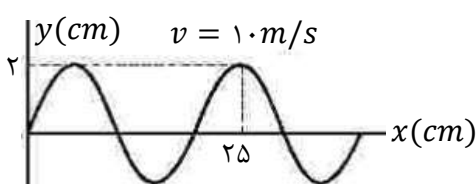
(۱) ۳/۱۴ ، بالا

(۲) ۳/۱۴ ، پایین

(۳) ۶/۲۸ ، بالا

(۴) ۶/۲۸ ، پایین

۲۶. کدام موارد با توجه به شکل زیر که تصویر لحظه‌ای از یک موج عرضی را نشان می‌دهد، درست است؟ (۱۴۰۱ - ت)



الف) مسافتی که موج در هر ثانیه طی می‌کند، برابر  $20 \text{ cm}$  است.

ب) مسافتی که در ذره از محیط در مدت  $0.1 \text{ s}$  طی می‌کند،  $4 \text{ cm}$  است.

پ) جابه‌جایی هر یک از ذرات محیط در مدت  $0.1 \text{ s}$  برابر  $4 \text{ cm}$  است.

ت) جابه‌جایی هر یک از ذرات محیط در مدت  $0.2 \text{ s}$  برابر صفر است.

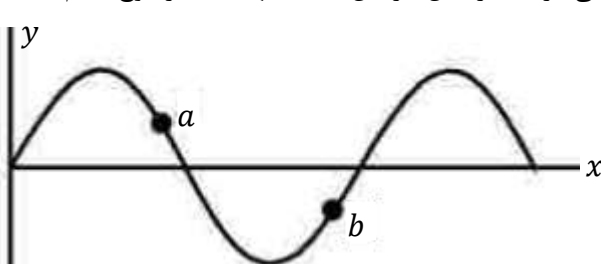
(۱) الف و ت

(۲) الف و پ

(۳) ب و ت

(۴) ب و پ

۲۷. نقش یک موج عرضی در یک لحظه مطابق شکل است. اگر در این لحظه انرژی جنبشی ذره a در حال افزایش باشد، جهت انتشار موج کدام است و جهت شتاب ذره b، به ترتیب، در این لحظه کدام است؟ (۱۴۰۲ - ت - اول)



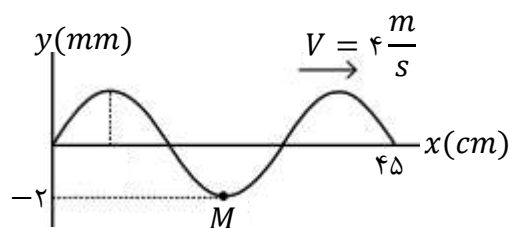
(۱) خلاف جهت محور X و در جهت محور Y

(۲) در جهت محور X و خلاف جهت محور Y

(۳) در جهت محور X و در جهت محور Y

(۴) خلاف جهت محور X و خلاف جهت محور Y

۲۸. شکل زیر، یک موج سینوسی را در لحظه  $t=0$  نشان می‌دهد. تندی متوسط نقطه M از لحظه  $t_1=0$  تا لحظه  $t_2=0.05$  چند متر بر ثانیه است؟



(۱۴۰۲ - خ)

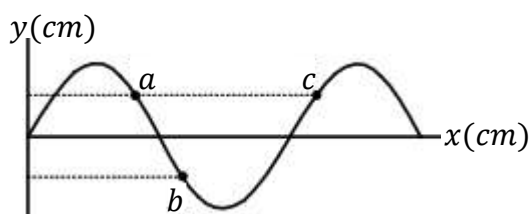
(۲) ۰/۰۶

(۱) ۰/۰۵

(۴) ۰/۱۰

(۳) ۰/۰۸

۲۹. شکل زیر یک موج سینوسی را در لحظه‌ای از زمان نشان می‌دهد و موج در جهت محور X در طول ریسمان کشیده شده‌ای حرکت می‌کند. کدام مورد



درباره ذرات a, b و c درست است؟ (۱۴۰۳ - اول)

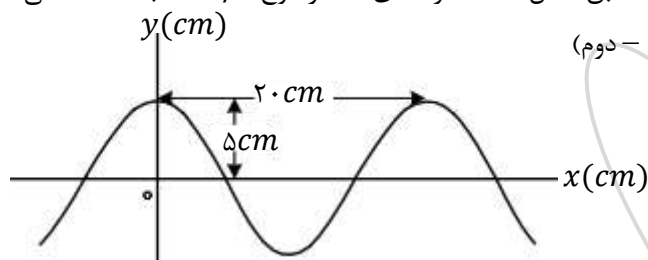
(۱) تندی ذرات a و b با هم برابر است.

(۲) حرکت ذرات a و c تندشونده است.

(۳) فاصله a و c برابر طول موج است.

(۴) فاصله a و b برابر نصف طول موج است.

۳۰. نمودار جابه‌جایی - مکان یک موج عرضی که در یک ریسمان در حال انتشار است، مطابق شکل است. اگر تندی انتشار موج  $10 \text{ m/s}$  باشد، مسافتی



که هر یک از ذرات ریسمان در مدت  $0.1 \text{ s}$  طی می‌کند، چند سانتیمتر است؟ (۱۴۰۳ - دوم)

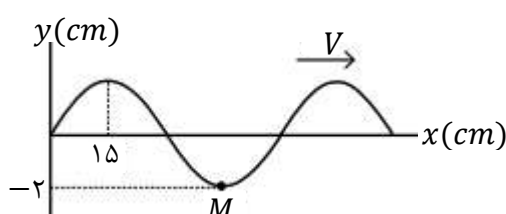
(۲) ۱۵

(۱) ۲۰

(۴) ۵

(۳) ۱۰

۳۱. شکل زیر، نقش یک موج عرضی در طنابی را نشان می‌دهد. اگر ذره M در هر  $\frac{1}{8}$  ثانیه مسافت  $4 \text{ cm}$  را طی کند، تندی انتشار موج چند متر بر ثانیه



است؟ (۱۴۰۴ - اول)

(۲) ۴

(۱) ۲/۴

(۴) ۸

(۳) ۴/۸

سرعت انتشار موج عرضی: برای محاسبه سرعت انتشار موج در طنابی به جرم  $m$  و طول  $L$  که با نیروی  $F$  کشیده شده باشد، از رابطه مقابل می‌توان استفاده نمود:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \quad \text{و} \quad \mu = \frac{m}{L}$$

تذکر: در رابطه بالا دقت شود که جرم باید بر حسب کیلوگرم و طول باید بر حسب متر جایگذاری شود.

نکته: سرعت انتشار موج در یک محیط به ویژگی‌های فیزیکی محیط مثل جنس و دما بستگی دارد و مستقل از شرایط فیزیکی چشمه ( $f$  و  $T$  و  $\omega$ ) است.

مثال مهم (۳ - ۵ صفحه ۷۲): در آب‌های کم‌عمق، هرچه عمق بیشتر شود سرعت انتشار موج در سطح آب افزایش می‌یابد و برعکس.

۱. سرعت انتشار موج در طول یک تار که جرم هر متر آن ۵ گرم است و تحت تاثیر نیروی کشش ۲۰۰ نیوتن می‌باشد، چند متر بر ثانیه است؟ (۸۲ر)

(۱) ۲۰ (۲) ۴۰

(۳) ۱۰۰ (۴) ۲۰۰

۲. تار به جرم ۱۶۰ گرم و به طول ۸۰ cm بین دو نقطه با نیروی کشش ۲۰ نیوتن محکم بسته شده است. سرعت انتشار موج عرضی در این تار چند متر بر ثانیه است؟ (۸۸ت)

(۱) ۱۰ (۲) ۲۰

(۳) ۴۰ (۴) ۱۰۰

۳. سرعت انتشار موج عرضی در یک تار،  $100 \text{ m/s}$  است. نیروی کشش این تار را چند درصد افزایش دهیم، تا سرعت انتشار موج در آن به  $110 \text{ m/s}$  برسد؟ (۹۱ت)

(۱)  $\sqrt{10}$  (۲) ۱۰

(۳)  $\sqrt{21}$  (۴) ۲۱

۴. تار به طول یک متر و به جرم ۸ گرم با نیروی کشش  $320 \text{ N}$  بین دو نقطه بسته شده است. موج عرضی در تار ایجاد می‌کنیم. این موج طول تار را در چند ثانیه طی می‌کند؟ (۹۸-ر خ)

(۱) ۰/۰۲ (۲) ۰/۰۵

(۳) ۰/۰۰۲ (۴) ۰/۰۰۵

۵. چگالی خطی جرم (جرم واحد طول) در یک سیم که در ساز موسیقی به کار رفته  $10^{-3} \frac{\text{Kg}}{\text{m}}$  است و این سیم بین دو نقطه با نیروی  $250 \text{ N}$  کشیده شده است. اگر بسامد صوت حاصل از ساز  $312/5 \text{ Hz}$  باشد، طول موج ایجاد شده در آن چند متر است؟ (۹۸ر)

(۱) ۰/۵ (۲) ۰/۷۵

(۳) ۰/۸ (۴) ۱/۲۵

۶. فنری به جرم  $200 \text{ g}$  و طول  $50 \text{ cm}$  را با نیروی  $10 \text{ N}$  می‌کشیم. اگر سر آزاد فنر با بسامد  $20 \text{ Hz}$  به نوسان درآوریم، طول موج ایجاد شده در فنر چند سانتیمتر است؟ (۱۴۰۳-ر دوم)

(۱) ۲/۵ (۲) ۵

(۳) ۲۵ (۴) ۵۰

۷. جرم و نیروی کشش دو تار مسی A و B با هم برابر و سطح مقطع تار A، ۴ برابر سطح مقطع تار B است. اگر تندی انتشار موج عرضی در تار A،  $100 \text{ m/s}$  باشد، تندی انتشار این موج در تار B چند متر بر ثانیه است؟ (۱۴۰۴ ر - اول)

(۱)  $100\sqrt{2}$

(۲) ۵۰

(۳) ۲۰۰

(۴) ۴۰۰

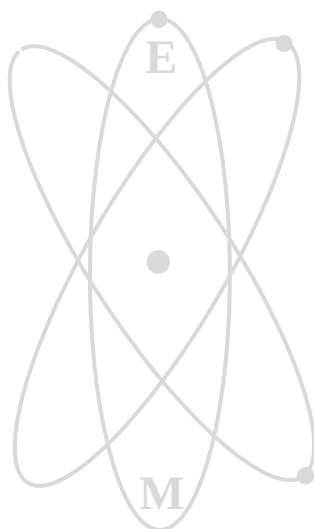
۸. یک نوسان ساز، موج‌هایی دوره‌ای در یک ریسمان کشیده شده ایجاد می‌کند، اگر کشش ریسمان را افزایش دهیم، «تندی موج»، «دوره تناوب موج» و «طول موج»، به ترتیب چه تغییری می‌کنند؟ (۱۴۰۴ ت - دوم)

(۱) افزایش - ثابت - کاهش

(۲) کاهش - افزایش - ثابت

(۳) افزایش - ثابت - افزایش

(۴) ثابت - کاهش - افزایش



نکته: در بعضی مسائل به جای جرم و طول طناب، چگالی و سطح مقطع آن داده می‌شود که در این حالت برای محاسبه سرعت انتشار موج عرضی خواهیم داشت:

$$\left. \begin{aligned} v &= \sqrt{\frac{F}{\mu}} \\ \mu &= \frac{m}{L} = \frac{\rho V}{L} = \frac{\rho AL}{L} = \rho A \end{aligned} \right\} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{F}{\rho A}}$$

نکته: (جمع بندی سرعت انتشار موج عرضی)

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{\lambda}{T} = \lambda f = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{F}{\rho A}}$$

۹. سیمی با چگالی  $8 \frac{g}{cm^3}$  و سطح مقطع یک میلی متر مربع بین دو نقطه با نیروی ۸۰ نیوتن کشیده شده است. سرعت انتشار موج عرضی در این سیم چند متر بر ثانیه است؟ (۸۶)

(۱) ۱۰۰ (۲) ۲۰۰

(۳) ۳۰۰ (۴) ۴۰۰

۱۰. مساحت مقطع یک سیم  $10^{-6}$  مترمربع است و چگالی آن  $6/4 \frac{gr}{cm^3}$  است. اگر این سیم با نیروی ۴ نیوتن کشیده شود، سرعت انتشار امواج عرضی در آن چند متر بر ثانیه است؟ (۸۸)

(۱) ۲۵ (۲) ۵۰

(۳) ۲۵۰ (۴) ۵۰۰

۱۱. قطر مقطع یک سیم مرتعش یک میلی متر و چگالی آن  $8 \frac{gr}{cm^3}$  و طول آن ۸۰ cm است. اگر یک موج عرضی در مدت ۰.۲ ثانیه طول سیم را طی کند، نیروی کشش سیم چند نیوتن است؟ ( $\pi=3$ ) (۸۹)

(۱) ۴/۸ (۲) ۹/۶

(۳) ۱۲/۴ (۴) ۱۶/۲

۱۲. در سیمی به چگالی  $10 \frac{g}{cm^3}$  موج عرضی با بسامد ۶۰۰ هرتز ایجاد شده و طول موج آن ۲۰ cm است. اگر نیروی کشش این سیم ۳۶ N باشد، سطح مقطع این سیم چند میلی‌متر مربع است؟ (۹۹ - خ)

(۱) ۰/۲۵ (۲) ۰/۵

(۳) ۱ (۴) ۲

۱۳. سطح مقطع یک تار مرتعش  $2 \text{ mm}^2$  و چگالی آن  $8 \frac{g}{cm^3}$  است. اگر تندی انتشار موج در تار ۲۵ m/s باشد، نیروی کشش تار چند نیوتن است؟ (۱۴۰۱)

(۱) ۱۰ (۲) ۲۰

(۳) ۱۰۰ (۴) ۲۰۰

۱۴. نیروی کشش یک تار ۶۰ N است و هنگامی که با بسامد ۲۰۰ Hz به ارتعاش درمی‌آید، طول موج در آن ۲۵ سانتیمتر می‌شود. اگر چگالی تار  $8 \frac{g}{cm^3}$  باشد، قطر مقطع آن چند میلیمتر است؟ ( $\pi = 3$ ) (۱۴۰۲ - اول)

(۱) ۴ (۲) ۳

(۳) ۲ (۴) ۱

۱۵. تار مرتعشی به قطر  $2\text{ mm}$  و چگالی  $7/8\text{ g/cm}^3$  با نیروی  $234\text{ N}$  کشیده می‌شود و در آن موج عرضی با بسامد  $200\text{ Hz}$  ایجاد می‌شود. فاصله یک قله و یک دره بعد از آن چند سانتیمتر است؟ ( $\pi=3$ ) (۱۴۰۲ ت - دوم)

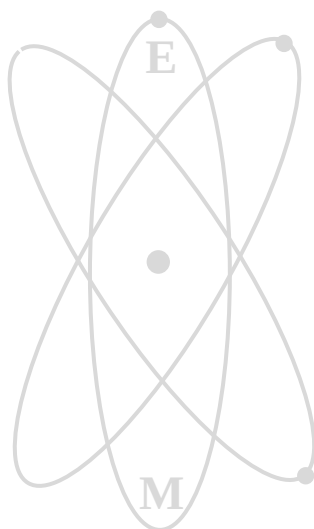
(۱)  $12/5$  (۲)  $22/5$

(۳)  $25$  (۴)  $50$

۱۶. در سیمی با چگالی  $7/8\text{ g/cm}^3$  و سطح مقطع  $0/5\text{ mm}^2$  یک موج عرضی ایجاد کرده‌ایم. اگر نیروی کشش سیم  $156\text{ N}$  باشد، مسافتی که این موج در مدت یک ثانیه طی می‌کند، چند متر است؟ ( $1404\text{ ت} - \text{اول}$ )

(۱)  $40$  (۲)  $20$

(۳)  $400$  (۴)  $200$





**انرژی موج:** موج انتقال انرژی بدون انتقال جرم است. در مسیر انتشار یک موج سینوسی هر ذره از محیط دارای حرکت هماهنگ ساده است. انرژی مکانیکی ذره‌ای به جرم  $m$  که با دامنه  $A$  نوسان می‌کند از رابطه  $E = 2\pi^2 m A^2 f^2$  قابل محاسبه است. برای یافتن انرژی موج می‌توان انرژی تک تک ذرات محیط را بدست آورده و بایکدیگر جمع کنیم:

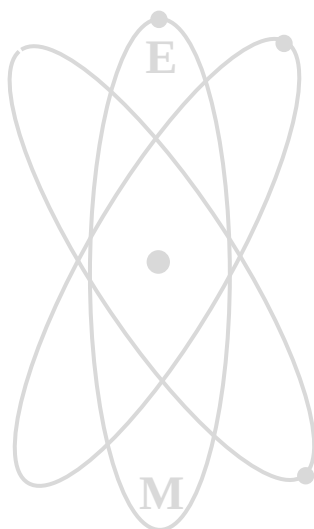
$$E = 2\pi^2 m_1 A^2 f^2 + 2\pi^2 m_2 A^2 f^2 + \dots + 2\pi^2 m_n A^2 f^2 = 2\pi^2 m A^2 f^2$$

**نکته:** انرژی موج با مجذور دامنه و مجذور بسامد نسبت مستقیم دارد.

۱. انرژی موج متناسب با کدام است؟ (۸۲ت)

(۱) دامنه – بسامد (۲) مجذور دامنه – مجذور بسامد

(۳) مجذور دامنه – بسامد (۴) دامنه – مجذور بسامد



**نکته:** در اثر تغییر میدان مغناطیسی، میدان الکتریکی ایجاد می‌شود (قانون فارادی). ماکسول پیش‌بینی کرد که در اثر تغییر میدان الکتریکی میدان مغناطیسی تولید می‌شود. بنابراین ماکسول نتیجه گرفت که امواج الکترومغناطیسی باید لزوماً ناشی از تغییرات همزمان میدان‌های الکترومغناطیسی باشد. به عبارت دیگر امواج الکترومغناطیسی از رابطه متقابل میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی به وجود می‌آیند.

### موج الکترومغناطیسی:

اگر به هر علتی در یک ناحیه از فضا میدان الکتریکی متغیر با زمان وجود داشته باشد، یک میدان مغناطیسی متغیر با زمان ایجاد می‌شود. که این میدان مغناطیسی متغیر نیز به نوبه‌ی خود میدان الکتریکی متغیر دیگری را ایجاد می‌کند. این میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی القایی بوده و با سرعت  $C = \frac{1}{\sqrt{\mu \cdot \epsilon}}$  (سرعت نور) در خلا منتشر می‌شوند. ماکسول این امواج را الکترومغناطیسی نامید.

$$c = \frac{1}{\sqrt{\mu \cdot \epsilon}} = \frac{1}{\sqrt{4\pi \times 10^{-7} \times 8.85 \times 10^{-12}}} = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

ملاحظه می‌کنیم که عدد بدست آمده برابر سرعت انتشار نور در خلا است. از دیدگاه تحلیل ابعادی خواهیم داشت:  $[C] = \frac{1}{\sqrt{\frac{C^2}{N \cdot m} \times \frac{N}{A}}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{m^2}{s^2}}} = m/s$

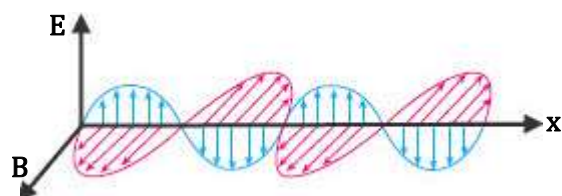
**نکته: (تایید نظریه ماکسول)** آزمایش هرتز (ایجاد نوسانهای الکتریکی پرسیامد) - امواج رادیویی با همان تندی نور مرئی در آزمایشگاه حرکت می‌کنند و ماهیت امواج رادیویی و نور مرئی یکسان است.

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{\lambda}{T} = \lambda f = C$$

**نکته:** برای محاسبه طول موج و بسامد امواج الکترومغناطیسی از رابطه مقابل می‌توان استفاده نمود:

**نکته:** امواج الکترومغناطیسی برای انتشار نیاز به محیط مادی ندارند و این امواج انرژی را به صورت انرژی جنبشی و پتانسیل ذرات منتقل نمی‌کنند، بلکه به صورت انرژی میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی منتقل می‌کنند.

**نکته:** میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی القایی وضعیت نوسانی مشابهی دارند (به عبارت دیگر با هم max یا min می‌شوند). (یا به عبارت دیگر با بسامد یکسان و همگام با یکدیگر تغییر می‌کنند).



**نکته:** میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی بر یکدیگر و بر راستای انتشار عمودند. (عرضی است).

**نکته:** اگر انگشت سبابه دست راست در جهت خطوط میدان الکتریکی و انگشت وسط در جهت خطوط میدان مغناطیسی قرار گیرد، انگشت شست جهت انتشار موج الکترومغناطیس را نشان خواهد داد.

**طیف موج‌های الکترومغناطیسی:** موج‌های الکترومغناطیسی طیف گسترده‌ای از نظر بسامد و طول موج دارند. که نواحی مختلف آن نام‌های خاصی دارند.



**نکته ۱:** با پیشروی از موج گاما به سمت موج‌های رادیویی، طول موج افزایش یافته و بسامد کاهش می‌یابد و سرعت ثابت می‌ماند.

$$\lambda_{\text{بنفش}} > \lambda_{\text{نیلی}} > \lambda_{\text{آبی}} > \lambda_{\text{سبز}} > \lambda_{\text{زرد}} > \lambda_{\text{نارنجی}} > \lambda_{\text{قرمز}}$$

**نکته ۲:** (در مورد نور مرئی)

۱.  $\epsilon_0$  ضریب گذردهی الکتریکی خلا و  $\mu_0$  تراوایی نسبی خلا است. اگر سرعت نور در خلا برابر با  $k(\epsilon_0 \mu_0)^{1/2}$  باشد.  $k$  کدام است؟ (۸۲ر)

(۱) ۲ (۲) ۲- (۳)  $\frac{1}{2}$  (۴)  $-\frac{1}{2}$

۲. موج رادیویی با بسامد ۳۰۰ مگا هرتز در فضا پخش می شود. طول موج آن چند متر است؟  $(C = 3 \times 10^8 \frac{m}{s})$  (۸۶ر)

(۱) ۱ (۲) ۳ (۳) ۱۰۰ (۴) ۳۰۰

۳. در باند AM، بسامد یک موج رادیویی ۱۲۰۰ KHz است. طول موج آن چند متر است؟  $(C = 3 \times 10^8 \frac{m}{s})$  (۹۱ر-خ)

(۱) ۲/۵ (۲) ۴ (۳) ۲۵۰ (۴) ۴۰۰

۴. اگر  $\epsilon$  ضریب گذردهی الکتریکی خلا و  $\mu$  تراوایی نسبی خلا باشد، سرعت انتشار موج های الکترومغناطیسی در خلا برابر با کدام است؟ (۹۴ر-خ)

(۱)  $(\epsilon \cdot \mu)^{1/2}$  (۲)  $(\epsilon \cdot \mu)^2$  (۳)  $(\epsilon \cdot \mu)^{-1/2}$  (۴)  $(\epsilon \cdot \mu)^{-2}$

۵. طول موج یک موج الکترومغناطیسی ۳ متر است. مسافتی که این موج در مدت  $60 \text{ ns}$  طی می کند، چند برابر طول موج است؟  $(C = 3 \times 10^8 \text{ m/s})$

(۱۴۰۲ت-خ)

(۱) ۶ (۲) ۴ (۳) ۳ (۴) ۲

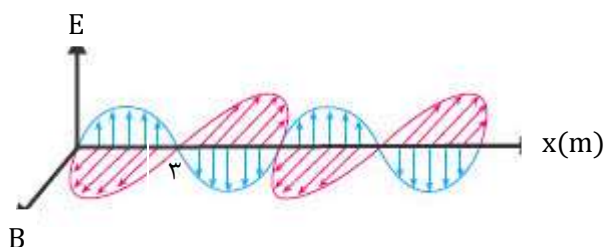
۶. در یک موج الکترومغناطیسی منتشر شده در خلا میدان های الکتریکی و مغناطیسی ..... و در هر نقطه با یکدیگر ..... (۸۷ر-خ)

(۱) با هم موازیند، وضعیت نوسانی مشابهی دارند. (۲) برهم عمودند، وضعیت نوسانی مشابهی دارند.

(۳) برهم عمودند، وضعیت نوسانی کاملاً مخالفی دارند. (۴) با هم موازیند، وضعیت نوسانی کاملاً مخالفی دارند.

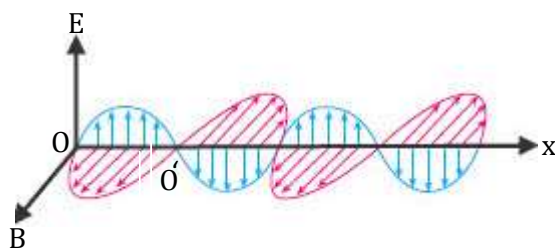
۷. شکل زیر نمودار مکان- زمان یک موج الکترومغناطیسی را در خلا نشان می دهد. بسامد آن چند مگاهرتز است؟  $(C = 3 \times 10^8 \frac{m}{s})$  (۸۸ت-خ)

(۱) ۵ (۲) ۱۰ (۳) ۵۰ (۴) ۱۰۰



۸. نمودار میدان الکترومغناطیسی بر حسب مکان یک موج رادیویی به بسامد  $2\text{MHz}$  که در خلا منتشر می‌شود، مطابق شکل روبه‌رو است. لذا می‌توان

گفت:  $(C = 3 \times 10^8 \frac{m}{s})$  (۸۹-ر-خ)



(۱) نقطه‌های  $O$  و  $O'$  وضعیت نوسانی مشابهی دارند. (همگام هستند)

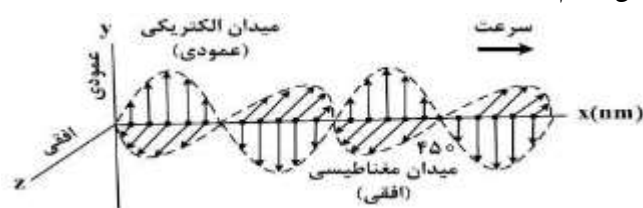
(۲) فاصله‌ی  $O'$  از  $O$  برابر  $75\text{m}$  است.

(۳) فاصله‌ی  $O'$  از  $O$  برابر  $150\text{m}$  است.

(۴) اختلاف فاصله نقطه‌های  $O$  و  $O'$  برابر  $\frac{\lambda}{4}$  است.

۹. شکل زیر، تصویر لحظه‌ای از موجی الکترومغناطیسی را نشان می‌دهد که با سرعت  $3 \times 10^8 \text{m/s}$  در حال انتشار است. کدام مورد درست است؟

(۱) مدت زمانی که طول می‌کشد که میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی یک نوسان کامل انجام دهند،  $10^{-15}$  ثانیه است. (۱۴۰۰)

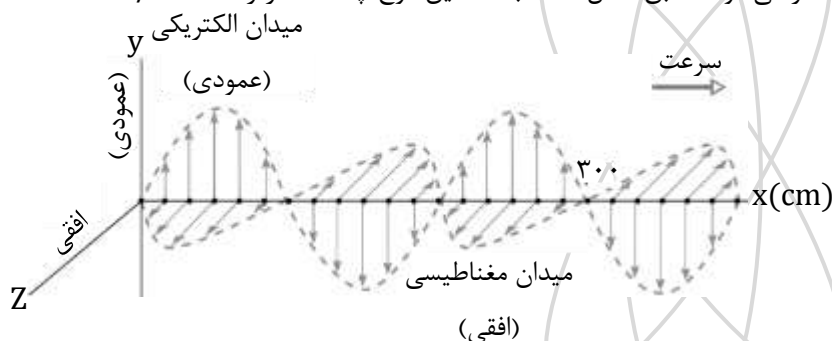


(۲) میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی در هر ثانیه  $10^{15} \times 1/5$  نوسان انجام می‌دهد.

(۳) مسافتی که موج در مدت یک ثانیه طی می‌کند،  $300$  نانومتر است.

(۴) این موج در ناحیه طیف مرئی طیف قرار دارد.

۱۰. یک تصویر لحظه‌ای از موجی الکترومغناطیسی که در خلا منتشر می‌شود مطابق شکل است. بسامد این موج چند مگاهرتز است؟  $(c = 3 \times 10^8 \text{m/s})$



(۱۴۰۴-ر-دوم)

(۱)  $120$

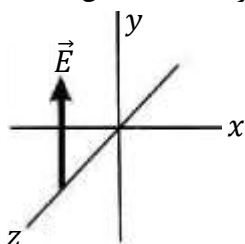
(۲)  $150$

(۳)  $75$

(۴)  $12$

۱۱. در شکل زیر، موج الکترومغناطیسی سینوسی در جهت محور  $Z$  منتشر می‌شود و میدان الکتریکی آن، در یک لحظه و در یک نقطه نشان داده شده

است. در این نقطه و در این لحظه، میدان مغناطیسی موج به کدام جهت است؟ (۱۴۰۲-ر-اول)



(۱) در خلاف جهت محور  $X$

(۲) در خلاف جهت محور  $Y$

(۳) در جهت محور  $X$

(۴) در جهت محور  $Y$

۱۲. در طیف موج‌های الکترومغناطیسی، از موج‌های رادیویی و مخابراتی تا پرتوهای گاما کدام کمیت کاهش می‌یابد؟ (۸۶)

(۱) بسامد

(۲) کوانتوم انرژی

(۳) طول موج

(۴) سرعت در خلا

۱۳. اشعه گاما در مقایسه با امواج فرابنفش دارای طول موج ..... و کوانتوم انرژی ..... است. (۸۷)

(۱) کوتاه‌تر - کم‌تر

(۲) بلندتر - کم‌تر

(۳) بلندتر - بیش‌تر

(۴) کوتاه‌تر - بیش‌تر

۱۴. طول موج مربوط به امواج رادار، در مقایسه با طول موج امواج فروسرخ و طول موج اشعه‌ی ایکس چگونه است؟ (۹۱ر)

(۱) از هر دو کوتاهتر (۲) از طول موج فروسرخ کوتاهتر و از طول موج اشعه‌ی ایکس بلندتر است.

(۳) از هر دو بلندتر (۴) از طول موج فروسرخ بلندتر و از طول موج اشعه‌ی ایکس کوتاهتر است.

۱۵. در طیف موج‌های الکترومغناطیسی، بیشترین بسامد مربوط به ..... و بلندترین طول موج مربوط به ..... است. (۹۱ت-خ)

(۱) نور بنفش - نور قرمز (۲) موج‌های رادیویی - اشعه‌ی ایکس

(۳) اشعه‌ی گاما - موج‌های فروسرخ (۴) اشعه‌ی گاما - موج‌های رادیویی

۱۶. طول موج یک متر تا یک کیلومتر، مربوط به کدام محدوده‌ی موج‌های الکترومغناطیسی است؟ (۹۲ت)

(۱) فروسرخ (۲) فرابنفش

(۳) نور مرئی (۴) رادیویی

۱۷. کدام موج‌ها، برای انتشار نیاز به محیط مادی دارند؟ (۱۴۰۱ت)

الف) امواج صوتی (ب) پرتوهای X (پ) امواج رادیویی (ت) پرتوهای فروسرخ

(۱) الف (۲) پ

(۳) الف و ب (۴) ب و پ

۱۸. کدام ویژگی مربوط به تمام موج‌های الکترومغناطیسی است؟ (۴۰۴ر - دوم)

الف) سرعت آنها در خلأ یکسان است.

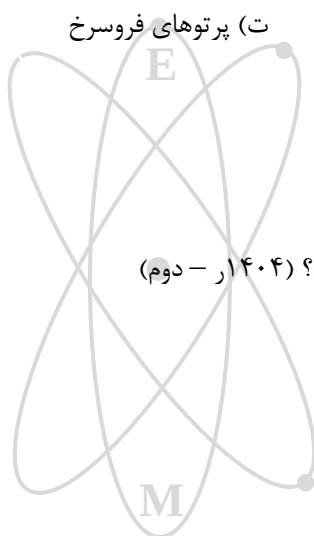
ب) منشأ تولید همه، تغییر تراز انرژی الکترون‌های اتم است.

ج) همه موج عرضی هستند.

د) تشخیص و آشکارسازی همه، به یک روش است.

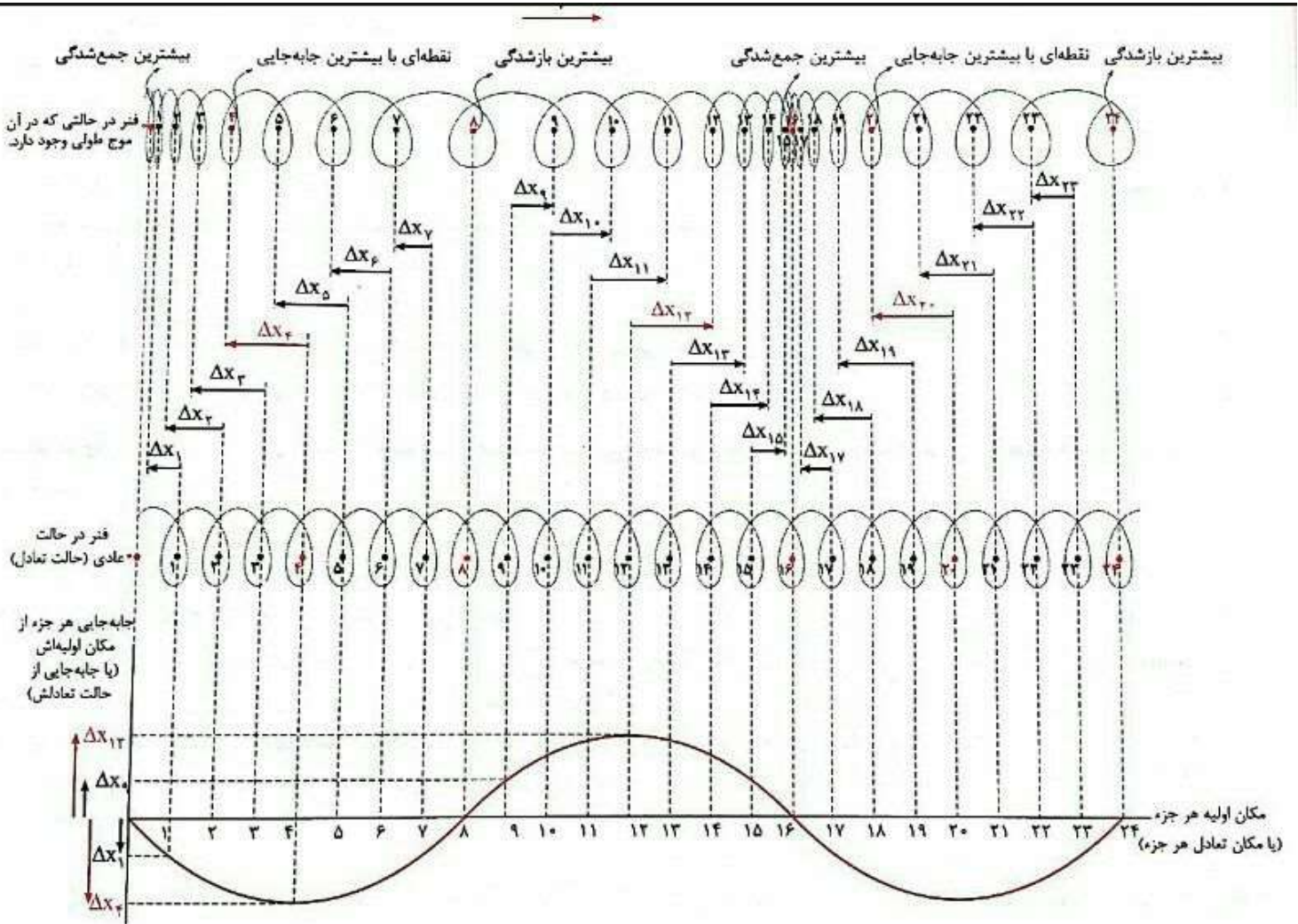
(۱) الف و د (۲) الف و ج

(۳) ب و د (۴) ب و ج



**موج طولی:** در این موج‌ها راستای نوسان هر جزء از محیط با راستای انتشار موج همسو هستند. نوسان اجزاء محیط سبب تشکیل ناحیه‌های جمع‌شدگی (فشرده‌گی - تراکم) و بازشدگی (کشیدگی - انبساط) به طور متناوب در محیط خواهد شد.

نکته: با توجه به شکل زیر:



(۱) در یک لحظه از زمان، در مکان‌هایی که بیشترین جمع‌شدگی یا بیشترین بازشدگی حلقه‌ها رخ می‌دهد، جابه‌جایی هر جزء فتر از وضعیت تعادل برابر صفر است.

(۲) در وسط فاصله بین یک جمع‌شدگی بیشینه و یک بازشدگی بیشینه مجاور هم، اندازه جابه‌جایی هر جزء فتر از وضعیت تعادل بیشینه است.

(۳) دامنه امواج طولی بیشترین جابه‌جایی از مکان تعادل است.

(۴) طول موج امواج طولی، فاصله بین دو جمع‌شدگی (تراکم) یا دو بازشدگی (انبساط) متوالی است.

(۵) تندی انتشار امواج طولی در یک محیط جامد بیشتر از تندی انتشار امواج عرضی در همان محیط است.

**صوت:** یکی از امواج مکانیکی و طولی مهم صوت است که به صورت لایه‌های تراکمی (پرفشار) و انبساطی (کم‌فشار) در هوا منتشر می‌شوند. در انتشار صوت نیز ذره‌های هوا منتقل نمی‌شوند بلکه هوا نقطه تعادل خود نوسان می‌کنند. لایه‌های تراکمی و انبساطی در اثر این نوسانها به وجود می‌آیند.



**نکته:** اگر یک چشمه صوت، صوت را به صورت یکنواخت در تمام جهتها منتشر کند، صوت به صورت موج کروی در فضا منتشر می‌شود. جبهه‌های موج این امواج به صورت کره‌هایی به مرکز چشمه موج (چشمه صوت) می‌باشد.

**سرعت صوت:** سرعت صوت، به ویژگی‌های فیزیکی محیط (جنس محیط) که صوت در آن منتشر می‌شود و دمای آن بستگی دارد.

**نکته:** صوت علاوه بر گازها در مایعات و جامدات نیز منتشر می‌شود و سرعت صوت در جامدات بیشتر از مایعات و در مایعات بیشتر از گازها می‌باشد. زیرا هر چه ماده متراکم‌تر باشد مولکولها به یکدیگر نزدیک‌تر بوده و تپ ایجاد شده سریع‌تر منتقل می‌شود.

۱. شخصی با پُتکی به انتهای میله بلندی ضربه محکمی می‌زند. شخص دیگری که گوش خود را به انتهای دیگر میله گذاشته است، دو صدای متفاوت را که یکی از طریق میله و دیگری از طریق هوای اطراف میله می‌آید را با اختلاف زمانی ۰/۱S می‌شنود. اگر تندی صوت در میله ۱۲ برابر تندی صوت در هوا باشد، طول میله چقدر است؟ (تندی صوت در هوا ۳۳۰ m/s است).

۲. تندی صوت در یک فلز خاص برابر  $V_1$  است. به یک سر لوله توخالی بلندی به طول  $L$  از جنس این فلز ضربه محکمی می‌زنیم. شنونده‌ای که در سر دیگر این لوله قرار دارد دو صدا را می‌شنود. یکی ناشی از موجی که از دیواره لوله می‌گذرد و دیگری از موجی است که از طریق هوای داخل لوله با تندی  $V_2$  عبور می‌کند. بازه زمانی بین این دو صدا در گوش شنونده کدام است؟ (۱۴۰۳ ت - اول)

$$(1) \frac{(V_1 + V_2)L}{2V_1V_2}$$

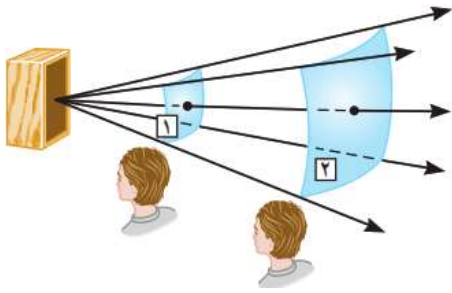
$$(2) \frac{(V_1 + V_2)L}{V_1V_2}$$

$$(3) \frac{(V_1 - V_2)L}{V_1V_2}$$

$$(4) \frac{(V_1 - V_2)L}{2V_1V_2}$$



صوت نیز مانند هر موج دیگری حامل انرژی است. مقدار این انرژی با مجذور دامنه و بسامد نسبت مستقیم دارد. هر چه از چشمه صوت دورتر شویم صدا ضعیف‌تر شنیده می‌شود. زیرا انرژی در سطح بزرگتری پخش شده و انرژی در یکای سطح کاهش می‌یابد.



**شدت صوت:** مقدار انرژی صوتی که در واحد زمان از واحد سطح عمود بر راستای انتشار صوت می‌گذرد،

شدت صوت نامیده می‌شود و آن را با نماد  $I$  نمایش می‌دهیم. بنابراین طبق تعریف داریم:

$$I = \frac{E}{t \cdot A} = \frac{P}{A}$$

**نکته:** یکای شدت صوت وات بر متر مربع  $\frac{W}{m^2}$  است.

**نکته:** (عوامل موثر بر شدت صوت)

$$\begin{aligned} 1) E &\propto A^2 && \text{(مجذور دامنه)} \\ 2) E &\propto f^2 && \Rightarrow I \propto \begin{cases} A^2 & \text{(مجذور دامنه)} \\ f^2 & \text{(مجذور بسامد)} \\ \frac{1}{r^2} & \text{(مجذور فاصله از چشمه)} \end{cases} \\ 3) A &\propto r^2 \end{aligned}$$

۱. انرژی صوتی که در واحد زمان به واحد سطح عمود بر راستای انتشار صوت می‌رسد، ..... نام دارد. (۸۹-ت-خ)

(۲) بلندی صوت

(۱) شدت صوت

(۴) تراز شدت صوت

(۳) توان صوت

۲. صفحه‌ای حساسی به مساحت  $3 \text{ cm}^2$  بر راستای انتشار صوت عمود است و در مدت ۵ ثانیه،  $1/5 \times 10^{-11} \text{ J}$  انرژی صوتی به صفحه می‌رسد. شدت صوت در سطح این صفحه چند میکرو وات بر متر مربع است؟ (۹۵-ت)

(۲)  $10^{-8}$

(۱)  $2/5 \times 10^{-8}$

(۴)  $0/25$

(۳)  $0/01$

۳. در یک آتش بازی، صوتی با شدت  $0/1 \text{ W/m}^2$  به شنونده‌ای که در فاصله  $r_1 = 640 \text{ m}$  از محل انفجار قرار دارد، می‌رسد. این صوت به شنونده‌ای که در فاصله  $r_2 = 160 \text{ m}$  قرار دارد، با شدت چند وات بر متر مربع می‌رسد؟ (از جذب انرژی توسط محیط صرف نظر شود) (۱۴۰۳-ت-دوم)

(۲)  $1/6$

(۱)  $0/4$

(۴)  $16$

(۳)  $4$



تراز شدت صوت: برای بررسی بلندی صوت شدت آن را نسبت به شدت صوت مبنا (صوتی است که گوش به زحمت می‌تواند آن را بشنود و مقدار آن  $I_0 = 10^{-12} \frac{W}{m^2}$  است.) می‌سنجند و برای صوت تراز شدت صوت به صورت زیر تعریف می‌شود. تراز شدت صوت عبارت است از لگاریتم نسبت شدت صوت به شدت صوت مبنا. یکای آن نیز دسی‌بل است.

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

نکته: تراز شدت صوت مبنا:

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \stackrel{I=I_0}{\Rightarrow} \beta = 10 \log \frac{I_0}{I_0} = 0$$

نکته: (تغییرات تراز شدت صوت)

$$\beta_1 = 10 \log \frac{I_1}{I_0} \quad \text{و} \quad \beta_2 = 10 \log \frac{I_2}{I_0} \quad \Rightarrow \quad \Delta\beta = 10 \log \frac{I_2}{I_1}$$

۴. اگر سرعت غرش یک هواپیما با تراز شدت ۱۱۰ دسی بل به گوش برسد، شدت صوت هواپیما در آن نقطه چند وات بر متر مربع است؟

$$(I_0 = 10^{-12} \frac{W}{m^2}) \quad (۸۲)$$

(۱) ۰/۱ (۲) ۰/۱

(۳) ۱۰۰ (۴) ۱۰

۵. شنونده‌ای در یک فضای باز به صدای رادیو گوش می‌دهد. اگر فاصله او تا رادیو ۱۰ برابر شود تراز شدت صوت چند دسی بل کاهش می‌یابد؟ (۸۳)

(۱) ۱۰ (۲) ۲۰

(۳) ۳۰ (۴) ۱۰۰

۶. اگر شدت صوتی  $\sqrt{10}$  برابر شود، تراز شدت آن چگونه تغییر می‌کند؟ (۸۴)

(۱) ۵ برابر می‌شود (۲) ۱۰ برابر می‌شود

(۳) ۵ دسی بل افزایش می‌یابد (۴) ۱۰ دسی بل افزایش می‌یابد

۷. در فاصله‌ی ۱۰۰ متری از یک چشمه‌ی صوت با دامنه‌ی ثابت تراز شدت صوت ۶۰ دسی بل است. اگر دامنه‌ی صوت را به ۰/۱ مقدار اولیه برسانیم، تراز

شدت صوت در همین فاصله چند دسی بل می‌شود؟ (۸۴-خ)

(۱) ۲۰ (۲) ۴۰

(۳) ۵۰ (۴) ۷۰

۸. اگر شخصی فاصله خود را تا چشمه صوت ۰/۱ فاصله اولیه کند، تراز شدت صوت برای آن شخص چند دسی بل افزایش می‌یابد؟ (۸۵)

(۱) ۱ (۲) ۲

(۳) ۲۰ (۴) ۱۰۰

۹. تراز شدت صوتی ۳۷ دسی بل است. اگر شدت صوت مبنا برابر  $10^{-12} \frac{W}{m^2}$  باشد، شدت این صوت چند وات بر متر مربع است؟  $(\log 5 = 0.7)$  (۸۵-خ)

(۱)  $7 \times 10^{-5}$  (۲)  $10^{-7}$

(۳)  $5 \times 10^{-9}$  (۴)  $1/5 \times 10^{-9}$

۱۰. اگر تراز شدت صوتی از ۲۷ دسی بل به ۴۷ دسی بل افزایش یابد، شدت آن نسبت به حالت قبل چند برابر شده است؟ (۸۵-خ)

(۱) ۲ (۲) ۴

(۳) ۱۰۰ (۴) ۲۰۰

۱۱. تراز شدت صوتی ۶۳ دسی بل است. شدت این صوت چند برابر شدت صوت مبنا است؟  $(\log 2 = 0.3)$  (۸۶-ی)

(۱)  $2 \times 10^2$  (۲)  $3 \times 10^6$

(۳)  $2 \times 10^6$  (۴)  $6 \times 10^3$

۱۲. اگر تراز شدت صوتی ۱۲ دسی بل باشد، شدت آن چند وات بر متر مربع است؟  $I = 10^{-12} \frac{W}{m^2}$  و  $\log 2 = 0.3$  (۸۶-ز)

(۱)  $1/6 \times 10^{-11}$  (۲)  $3/2 \times 10^{-11}$

(۳)  $4 \times 10^{-12}$  (۴)  $8 \times 10^{-12}$

۱۳. شدت صوتی  $\frac{W}{m^2} / 4$  است. تراز شدت صوت چند دسی بل است؟  $I = 10^{-12} \frac{W}{m^2}$  و  $\log 2 = 0.3$  (۸۷-ح)

(۱) ۸۴ (۲) ۹۴

(۳) ۱۱۶ (۴) ۱۲۶

۱۴. اگر دامنه ارتعاش چشمه صوتی ۵ برابر شود و فاصله شنونده نیز از چشمه صوت نصف شود، تراز شدت صوتی که شنونده دریافت می کند چگونه

تغییر می کند؟ (۸۷-ط)

(۱) ۲۰ برابر می شود (۲) ۱۰۰ برابر می شود

(۳) ۲۰ دسی بل افزایش می یابد (۴) ۱۰۰ دسی بل افزایش می یابد

۱۵. یک چشمه صوت، امواج صوتی را با توان ۱۲۰ وات در یک فضای باز تولید و منتشر می کند. شنونده ای در فاصله چند متری از منبع قرار گیرد تا امواج

صوتی را با بلندی ۹۰ دسی بل بشنود؟  $\pi = 3$  و  $I = 10^{-12} \frac{W}{m^2}$  (۸۹-ث)

(۱) ۰/۱ (۲) ۱۰

(۳) ۱۰۰ (۴) ۱۰۰۰۰

۱۶. تراز شدت صوتی ۲۶ دسی بل است. شدت این صوت چند  $\frac{W}{m^2}$  است؟  $I = 10^{-12} \frac{W}{m^2}$  و  $\log 2 = 0.3$  (۹۰-ج)

(۱)  $4 \times 10^{-10}$  (۲)  $2 \times 10^{-4}$

(۳)  $4 \times 10^{-4}$  (۴)  $2 \times 10^{-10}$

۱۷. اگر شدت صوت  $2\sqrt{10}$  برابر شود، تراز شدت صوت چگونه تغییر می کند؟  $(\log 2 = 0.3)$  (۹۰-ک)

(۱) ۸ برابر می شود (۲) ۴۰ برابر می شود

(۳) ۸ دسی بل افزایش می یابد (۴) ۴۰ دسی بل افزایش می یابد

۱۸. تراز شدت صوت در ۱۰ متری از یک چشمه‌ی صوت ۸۰ دسی‌بل است. تراز شدت این صوت در فاصله‌ی ۴۰ متری از چشمه چند دسی‌بل است؟  
 $(\log 2 = 0.3)$  (۹۰-خ)

- (۱) ۲۰  
 (۲) ۴۰  
 (۳) ۵۶  
 (۴) ۶۸

۱۹. شنونده‌ای که در فاصله‌ی ۸ متری یک منبع صوت قرار دارد، چند متر به منبع صوت نزدیک شود تا صوت منبع را با تراز شدت ۱۲ دسی‌بل بیشتر از حالت قبل احساس کند؟  $(\log 2 = 0.3)$  (۹۱-ج)

- (۱) ۷/۵  
 (۲) ۶  
 (۳) ۴/۵  
 (۴) ۲

۲۰. شدت دو صوت ۱۰۰ و ۵۰۰ میکرووات بر سانتیمتر مربع است. تراز شدت صدای بلندتر چند دسی‌بل بیشتر از شدت صوت دیگر است؟ (۹۱-خ)

- (۱) ۰/۳  
 (۲) ۰/۷  
 (۳) ۳  
 (۴) ۷

۲۱. اگر شدت صوتی را ۱۶ برابر کنیم، تراز شدت آن ۵ برابر می‌شود. اگر  $I = 10^{-12} \frac{W}{m^2}$  باشد، شدت اولیه‌ی صوت چند وات بر متر مربع است؟ (۹۱-ت)

- (۱)  $2 \times 10^{-12}$   
 (۲)  $3/2 \times 10^{-12}$   
 (۳)  $4 \times 10^{-12}$   
 (۴)  $5 \times 10^{-12}$

۲۲. شدت صوتی  $3/2 \times 10^{-2} W/m^2$  است. تراز شدت این صوت چند دسی‌بل است؟  $I = 10^{-12} \frac{W}{m^2}$  و  $\log 2 = 0.3$  (۹۲-ج)

- (۱) ۱۵  
 (۲) ۲۵  
 (۳) ۸۵  
 (۴) ۹۵

۲۳. شنونده‌ای، صوتی با بسامد ۲۵Hz را با شدت  $10^4 \mu W/m^2$  می‌شنود. تراز شدت این صوت چند دسی‌بل است؟  $I = 10^{-12} \frac{W}{m^2}$  (۹۲-خ)

- (۱) ۱۶۰  
 (۲) ۲۰  
 (۳) ۸۰  
 (۴) ۱۰۰

۲۴. تراز شدت صوتی ۶۹ دسی‌بل است. شدت این صوت چند وات بر متر مربع است؟  $I = 10^{-12} \frac{W}{m^2}$  و  $\log 2 = 0.3$  (۹۲-ت)

- (۱)  $8 \times 10^{-6}$   
 (۲)  $8 \times 10^{-10}$   
 (۳)  $12 \times 10^{-6}$   
 (۴)  $12 \times 10^{-10}$

۲۵. تراز شدت صوتی ۱۵ دسی‌بل است. شدت این صوت، چند برابر شدت صوت مبنا است؟  $(\log 2 = 0.3)$  (۹۳-ج)

- (۱) ۵۰  
 (۲) ۳۰  
 (۳) ۳۲  
 (۴) ۲۴

۲۶. در فاصله‌ی ۱۰ متری از یک منبع صوت، تراز شدت صوت ۲۰ دسی‌بل بیشتر از تراز شدت صوت آستانه‌ی دردناکی است. در فاصله‌ی چند متری از این منبع صوت تراز شدت صوت ۲۰ دسی‌بل کمتر از تراز شدت صوت آستانه‌ی دردناکی است؟ (۹۴ت)

(۱) ۱۰۰ (۲) ۲۰

(۳) ۲۰۰ (۴) ۱۰۰۰

۲۷. شنونده‌ای که مساحت پرده‌ی گوشش ۶۰ میلی‌متر مربع است، تراز شدت صوت حاصل از یک منبع را ۵۰ دسی‌بل احساس می‌کند. انرژی که در مدت ۵۰ ثانیه به پرده گوش این شنونده می‌رسد، چند میکروژول است؟  $(I_2 = 10^{-6} \frac{\mu W}{m^2})$  (۹۴ت-خ)

(۱) ۳ (۲) ۳۰۰

(۳)  $3 \times 10^{-4}$  (۴)  $6 \times 10^{-6}$

۲۸. اگر دامنه‌ی چشمه‌ی صوتی را ۳ برابر کنیم، برای یک شنونده‌ی معین، تراز شدت صوت  $1/3$  برابر می‌شود. در این حالت، تراز شدت صوت برای آن شنونده به چند دسی‌بل می‌رسد؟  $(\log 2 = 0.3)$  (۹۵ر)

(۱) ۱۲ (۲) ۳۲

(۳) ۴۰ (۴) ۵۲

۲۹. اگر شدت صوت چشمه‌ای را ۸ برابر کنیم، تراز شدت صوت برای شنونده‌ای که به فاصله‌ی معینی از چشمه قرار دارد،  $1/3$  برابر می‌شود. تراز شدت صوت اولیه برای شنونده چند دسی‌بل بوده است؟  $(\log 2 = 0.3)$  (۹۵ر-خ)

(۱) ۲۰ (۲) ۲۴

(۳) ۳۰ (۴) ۳۹

۳۰. اختلاف تراز شدت دو صوت برابر با ۳ دسی‌بل است. شدت صوت قوی‌تر چند برابر شدت صوت ضعیف‌تر است؟  $(\log 2 = 0.3)$  (۹۵ت-خ)

(۱) ۲ (۲) ۳

(۳) ۲۰ (۴) ۳۰

۳۱. در یک فضای باز وقتی شنونده‌ای فاصله خود را تا منبع صوت از  $r_1$  به  $r_2$  می‌رساند، تراز شدت صوت از ۵۴ دسی‌بل به ۴۰ دسی‌بل کاهش می‌یابد. اگر  $r_2 - r_1 = 36m$  باشد،  $r_1$  چند متر است؟  $(\log 2 = 0.3)$  (۹۷ر-خ)

(۱) ۳ (۲) ۶

(۳) ۹ (۴) ۱۲

۳۲. دو شخص به فاصله‌های  $d_1$  و  $d_2$  از یک چشمه صوت قرار دارند. شخصی که در فاصله  $d_1$  قرار دارد، صدا را ۱۸ دسی‌بل بلندتر می‌شنود. کدام  $\frac{d_2}{d_1}$  است؟  $(\log 2 = 0.3)$  (۹۹ر)

(۱) ۴ (۲) ۸

(۳) ۹ (۴) ۱۶

۳۳. توان چشمه صوتی ۴۸ وات است. در فاصله چند متری این چشمه، تراز شدت صوت ۸۰ دسی بل است؟ ( $\pi = 3$ ,  $I_0 = 10^{-12} \frac{W}{m^2}$ ) (۹۹-خ)

(۱) ۱۰۰ (۲) ۲۰۰

(۳) ۶۰۰ (۴) ۸۰۰

۳۴. اگر با زیاد کردن دامنه یک صوت، شدت صوتی که به گوش می‌رسد، ۱۰۰۰ برابر شود، تراز شدت صوتی که می‌شنویم، چگونه تغییر می‌کند؟ (۹۹-ت)

(۱) ۳۰ برابر می‌شود. (۲) ۳ برابر می‌شود.

(۳) ۳۰ دسی بل افزایش می‌یابد. (۴) ۳ دسی بل افزایش می‌یابد.

۳۵. یک دستگاه صوتی، صدایی با تراز شدت  $\beta_1 = 28dB$  و دستگاه صوتی دیگر، با تراز  $\beta_2 = 92dB$  ایجاد می‌کند. شدت‌های مربوط به این دو تراز (بر حسب  $W/m^2$ ) به ترتیب  $I_1$  و  $I_2$  است.  $I_2/I_1$  کدام است؟ (۱۴۰۰-ر) ( $\log 2 = 0.3$ )

(۱)  $2/5 \times 10^6$  (۲)  $2/5 \times 10^8$

(۳)  $4 \times 10^6$  (۴)  $4 \times 10^8$

۳۶. در مکانی که تراز شدت صوت ۹۶ دسی بل است، در مدت یک دقیقه به هر میلی‌متر مربع از سطحی که در این مکان عمود بر مسیر انتشار صوت قرار دارد، چند میکروژول انرژی صوتی می‌رسد؟ (۱۴۰۰-ر خ) ( $\log 2 = 0.3$  و  $I_0 = 10^{-12} W/m^2$ )

(۱) ۰/۲۴ (۲) ۰/۴۸

(۳) ۲۴۰ (۴) ۴۸۰

۳۷. سه ناظر A، B و C در فاصله‌های  $r$ ،  $2r$  و  $4r$  از یک چشمه صوت نقطه‌ای قرار دارند. تراز شدت صوتی که ناظرهای A و B در معرض آن قرار دارند،  $\beta$  و  $\beta_2$  است. تراز شدت صوتی که ناظر C در معرض آن قرار دارد، چند دسی بل است؟ ( $\log 2 = 0.3$ ) (۱۴۰۰-ت خ)

(۱) ۲۴ (۲) ۳۰

(۳) ۳۶ (۴) ۴۸

۳۸. در یک فضای باز، تراز شدت صوت در فاصله ۵۰ متری چشمه صوت برابر ۶۰ دسی بل است. توان چشمه صوت، چند میلی‌وات است؟ (۱۴۰۱-ر)

$$(\pi = 3 \text{ و } I_0 = 10^{-12} \frac{W}{m^2})$$

(۱) ۰/۳ (۲) ۶

(۳) ۷/۵ (۴) ۳۰

۳۹. در یک مکان، اختلاف تراز شدت دو صوت A و B برابر ۱۰ دسی بل است. اگر شدت صوت A، بیشتر از شدت صوت B و برابر  $0.4 W/m^2$  باشد، اختلاف شدت این دو صوت چند میلی وات بر متر مربع است؟ (۱۴۰۱-ر خ)

(۱) ۰/۴ (۲) ۴

(۳) ۳۶ (۴) ۳۶۰

۴۰. شدت صوتی  $10^5 \times 2\sqrt{10}$  برابر شدت صوت مرجع است. تراز شدت این صوت چند دسی بل است؟ ( $\log 2 = 0.3$ ) (۱۴۰۲ - اول)

(۱)  $5/8$  (۲)  $10/3$

(۳)  $58$  (۴)  $103$

۴۱. اگر فاصله از چشمه صوت نصف شود و همزمان توان چشمه صوت دو برابر شود، تراز شدت صوت چگونه تغییر می کند؟ ( $\log 2 = 0.3$ ) (۱۴۰۲ - دوم)

(۱) ۸ برابر می شود. (۲) ۹ برابر می شود.

(۳) ۴ دسی بل افزایش می یابد. (۴) ۹ دسی بل افزایش می یابد.

۴۲. اگر تراز شدت صوت A،  $11/5$  دسی بل بیشتر از تراز شدت صوت B باشد، در آن مکان، شدت صوت A چند برابر شدت صوت B است؟ ( $\log 2 = 0.3$ ) (۱۴۰۲ - خ)

(۱)  $\sqrt{23}$  (۲)  $10\sqrt{23}$

(۳)  $10\sqrt{2}$  (۴)  $10\sqrt{3}$

۴۳. چشمه صوتی در یک فضای باز امواج صوتی پخش می کند و تراز شدت صوت در مکانی به فاصله ۵۰ متری از این چشمه ۹۰ دسی بل است. در این مکان، آهنگ متوسط انتقال انرژی صوتی از هر سانتیمتر مربع از سطحی که عمود بر مسیر انتشار صوت باشد، چند میکرووات است؟ ( $I_0 = 10^{-12} \frac{W}{m^2}$ ) (۱۴۰۳ - اول)

(۱)  $10^{-1}$  (۲)  $10^{-2}$

(۳)  $10^{-3}$  (۴)  $10^{-4}$

۴۴. وقتی شنونده ای فاصله خود را از یک منبع صوت از  $r_1$  به  $r_2$  می رساند، تراز شدت صوتی که می شنود از ۴۶ دسی بل به ۲۰ دسی بل می رسد. اگر  $r_2 - r_1 = 95m$  باشد،  $r_2$  چند متر است؟ ( $\log 2 = 0.3$ ) (۱۴۰۳ - خ)

(۱)  $105$  (۲)  $200$

(۳)  $100$  (۴)  $125$

۴۵. اگر در یک فضای باز، فاصله خود را از چشمه صوت دو برابر کنیم، تراز شدت صوت چند دسی بل کاهش می یابد؟ (از جذب انرژی صوتی توسط محیط صرف نظر شود و  $\log 2 = 0.3$ ) (۱۴۰۴ - خ)

(۱)  $12$  (۲)  $6$

(۳)  $4$  (۴)  $3$

۴۶. یک دستگاه، صدایی با تراز شدت صوت  $\beta_1 = 40dB$  و دستگاه صوتی دیگر، صدایی با تراز شدت  $\beta_2 = 45dB$  ایجاد می کند. شدت های مربوط به این دو تراز (بر حسب  $W/m^2$ ) به ترتیب  $I_1$  و  $I_2$  هستند.  $\frac{I_2}{I_1}$  کدام است؟ (۱۴۰۴ - خ)

(۱)  $100$  (۲)  $50$

(۳)  $\sqrt{10}$  (۴)  $\sqrt{5}$

ادراک شنوایی: با شنیدن هر تُن (تُن موسیقی)، دو ویژگی را می‌توان از هم متمایز ساخت: ارتفاع و بلندی. این موارد هر دو به ادراک شنوایی ما مربوط می‌شوند.

ارتفاع: بسامدی است که گوش انسان درک می‌کند. (دو دیاپازون متفاوت با ضربه یکسان به هر دو)

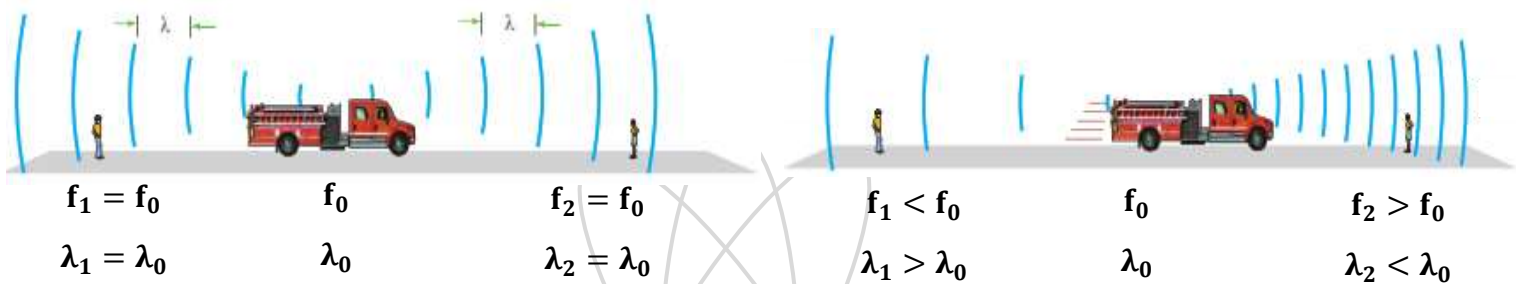
بلندی: شدتی است که گوش انسان از صوت درک می‌کند. (بلندی متفاوت با شدت است شدت را می‌توان با آشکارساز اندازه گرفت ولی بلندی چیزی است که شما حس می‌کنید) (یک دیاپازون با دو ضربه متفاوت)

نکته: گوش انسان قادر به شنیدن تُن‌های  $20\text{ Hz}$  تا  $20000\text{ Hz}$  است ولی بیشترین حساسیت گوش انسان به بسامدهای  $2000\text{ Hz}$  تا  $5000\text{ Hz}$  است.

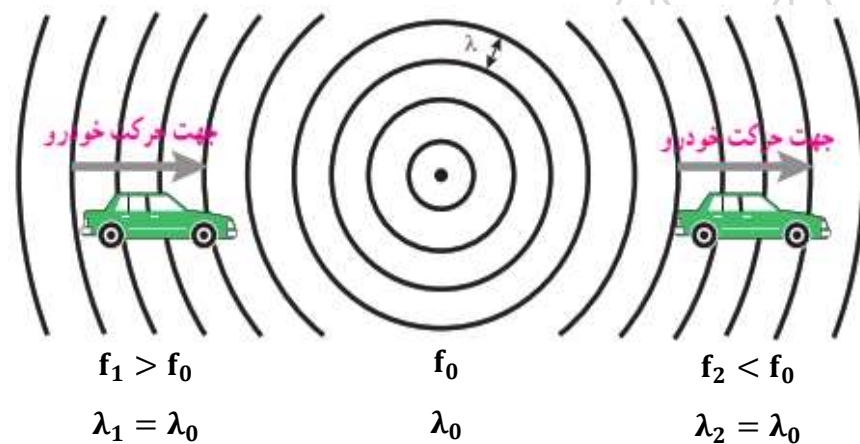
اثر دوپلر: تغییر بسامد ناشی از حرکت چشمه و ناظر به یکدیگر را اثر دوپلر می‌نامند. اثر دوپلر برای امواج صوتی و امواج الکترومغناطیسی برقرار است.

الف) چشمه متحرک و ناظر (شنونده) ساکن: ( ناظر جلو: 2 ناظر عقب: 1 چشمه: 0)

با حرکت چشمه طول موج در جهت حرکت چشمه کاهش یافته (جبهه‌ها به یکدیگر نزدیک می‌شوند) بنابراین بسامد دریافتی افزایش می‌یابد و طول موج در خلاف جهت حرکت چشمه افزایش می‌یابد (جبهه‌ها از یکدیگر دور می‌شوند) بنابراین بسامد دریافتی کاهش می‌یابد.

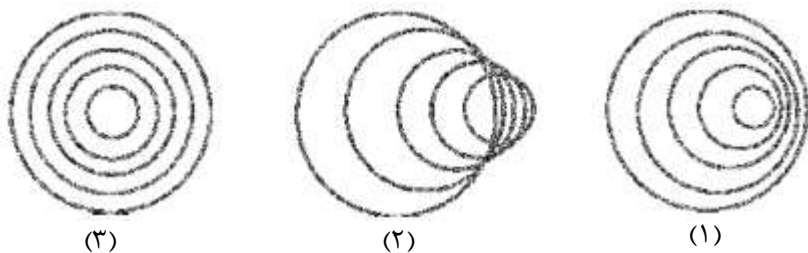


ب) چشمه ساکن و ناظر (شنونده) متحرک: ( ناظر جلو: 2 ناظر عقب: 1 چشمه: 0)



در این حالت در مدت زمان یکسان خودرویی که به چشمه ساکن صوت نزدیک می‌شود با جبهه‌های موج بیشتری برخورد می‌کند، در حالی که خودرویی که از این چشمه دور می‌شود با جبهه‌های موج کمتری برخورد می‌کند.

۱. شکل زیر جبهه‌های موج حاصل از چشمه‌های صوت را نشان می‌دهد. اگر تندى چشمه‌ها را به ترتیب  $v_1$ ،  $v_2$ ،  $v_3$  نشان دهیم و تندى صوت  $v$  باشد، کدام رابطه درست است؟ (۱۴۰۳ - خ)



(۱)  $v_3 < v_1 < v < v_2$       (۲)  $v_1 < v_3 < v < v_2$

(۳)  $v_2 < v_1 < v_3 < v$       (۴)  $v_3 < v_1 < v_2 < v$

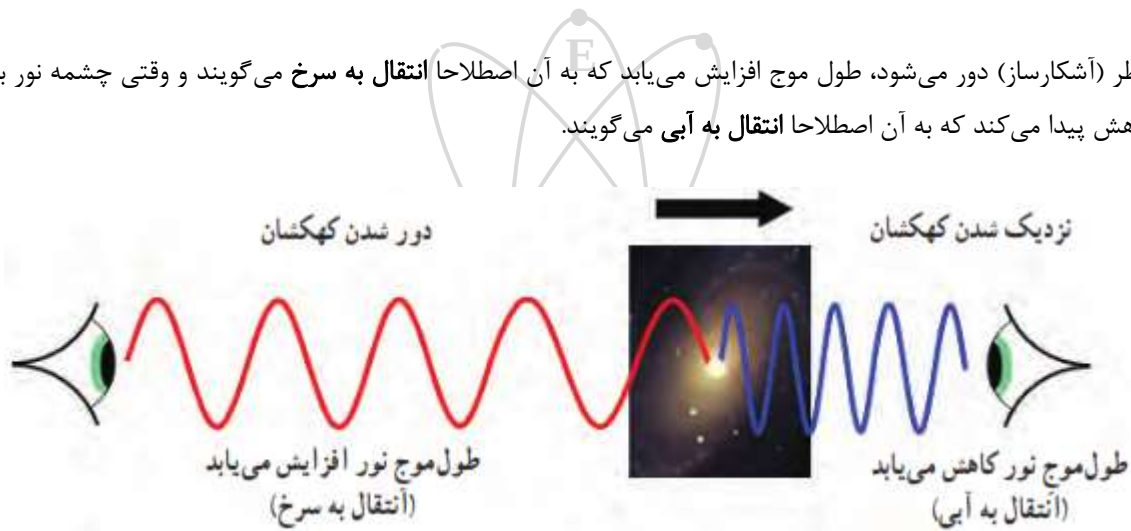
۲. یک چشمه صوت ساکن است و شنونده‌ای در حال دور شدن از آن است. کدام مورد در مقایسه با حالتی که این دو نسبت به هم ساکن‌اند، درست است؟ (۱۴۰۴ - دوم)

- (۱) بسامدی که شنونده می‌شنود کاهش می‌یابد و طول موج دریافتی توسط شنونده ثابت می‌ماند.
- (۲) بسامدی که شنونده می‌شنود افزایش می‌یابد و طول موج دریافتی توسط شنونده ثابت می‌ماند.
- (۳) بسامدی که شنونده می‌شنود کاهش می‌یابد و طول موج دریافتی توسط شنونده کوتاه‌تر می‌شود.
- (۴) بسامدی که شنونده می‌شنود افزایش می‌یابد و طول موج دریافتی توسط شنونده بلندتر می‌شود.

### اثر دوپلر برای امواج الکترومغناطیسی:

اندازه‌گیری ناشی از تغییرات بسامد و طول موج (جابه‌جایی دوپلری) نقش مهمی در اخترشناسی دارد. در رصدهای نجومی ستارگان، کهکشان‌ها و سایر چشمه‌های نوری سماوی چه هنگامی که از ما دور می‌شوند و چه هنگامی که به ما نزدیک می‌شوند، با اندازه‌گیری جابه‌جایی دوپلری نور آنها می‌توان اطلاعاتی در مورد تندی و چگونگی حرکت آنها به دست آورد. این جابه‌جایی دوپلری صرفاً ناشی از حرکت آن اجرام سماوی نسبت به ناظر (آشکارساز) است.

وقتی چشمه نور از ناظر (آشکارساز) دور می‌شود، طول موج افزایش می‌یابد که به آن اصطلاحاً انتقال به سرخ می‌گویند و وقتی چشمه نور به ناظر نزدیک می‌شود، طول موج کاهش پیدا می‌کند که به آن اصطلاحاً انتقال به آبی می‌گویند.



۳. اگر کهکشانی به ما نزدیک شود، کدام مشخصه نور دریافتی از آن، افزایش می‌یابد؟ (۱۴۰۴ - اول)

(۱) تندی و طول موج (۲) تندی و بسامد

(۳) طول موج (۴) بسامد



# فصل چهارم

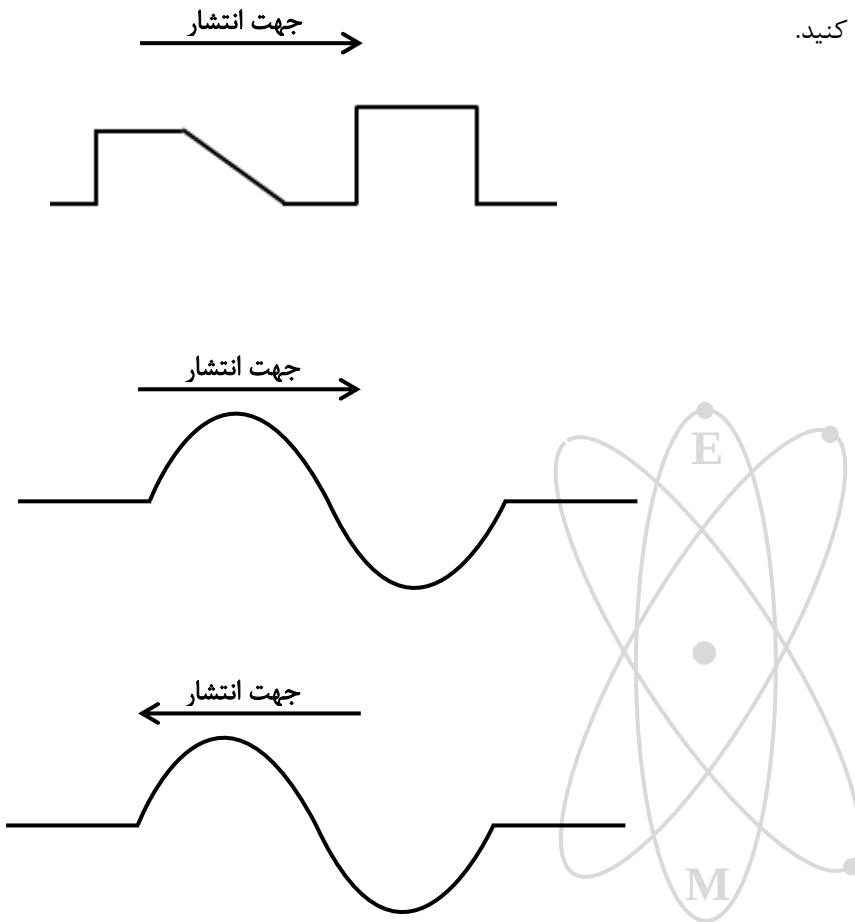
## برهم کنش های موج

وقتی موج پس از انتشار در محیط به انتهای محیط برسد، ناچار بازتاب می‌کند. البته مقداری از انرژی خود را به محیط دوم می‌دهد. لیکن در اینجا فرض بر این است که تمام انرژی موج بازتاب شده و به محیط اول برمی‌گردد. منتها بازتاب موج به نحوه‌ی اتصال انتهای طناب بستگی دارد.

**نکته:** در بازتاب از انتهای ثابت برجستگی به صرت فرورفتگی و فرورفتگی به صورت برجستگی در خلاف جهت موج تابشی روی طناب منتشر می‌شود. به عبارت دیگر در بازتاب از انتهای ثابت یا بسته تپ فرودی نسبت به محور  $X$  و  $Y$  قرینه می‌شود.

**نکته:** موج بازتاب و موج فرودی در محل انتهای ثابت وضعیت نوسانی کاملاً مخالف یکدیگر دارند.

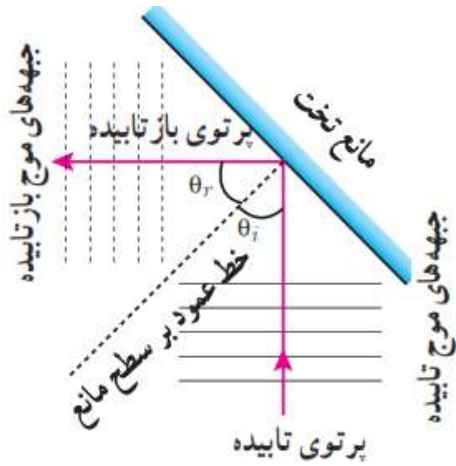
۱. تپی مطابق شکل در طنابی منتشر می‌شود. بازتاب آن را رسم کنید.



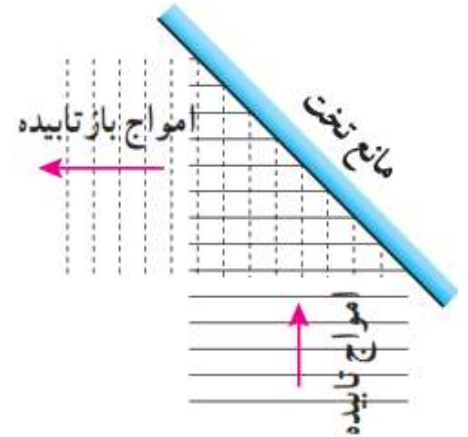
از قسمت‌های قبل به یاد داریم که وقتی با یک تیغه (خط کش) به طور متوالی و منظم بر سطح آب ضربه می‌زدیم موج تخت در سطح آب ایجاد می‌شد و به چنین موجی که در سطح آب منتشر می‌شد، موج دو بُعدی گفته می‌شد.

حال در اینجا به بررسی بازتاب این موج از یک مانع سخت می‌پردازیم.

(ب) نمودار بازتاب بر اساس مدل پرتویی



(الف) نمودار بازتاب بر اساس جبهه موج



**نکته:** برای سهولت در رسم نمودار بازتاب از پرتوی تابش به جای جبهه موج تابیده و از پرتو بازتاب به جای جبهه موج بازتابیده استفاده می‌شود. و همواره پرتو بر جبهه عمود است.

**تذکر:** زاویه بین پرتو تابیده و خط عمود بر سطح مانع (خط فرضی) زاویه تابش نامیده می‌شود و آن را با نماد  $i$  نمایش می‌دهند. همچنین زاویه بین پرتو بازتاب و خط عمود بر سطح مانع زاویه بازتاب نامیده می‌شود و آن را با نماد  $r$  نمایش می‌دهند.

### قانون بازتاب عمومی:

به کمک روابط و آزمایش می‌توان نشان داد که برای همه انواع موج (کروی، تخت، دایره‌ای، مکانیکی و الکترومغناطیسی) و همه نوع سطوح بازتاب (سطح صیقلی، غیر صیقلی و هر نوع سطح بازتاب دیگری) زاویه تابش ( $i$ ) با زاویه بازتاب ( $r$ ) برابر است.

بازتاب امواج صوتی: صوت می‌تواند از یک سطح سخت مانند صخره بازتاب کند. این بازتاب نمونه‌ای از بازتاب سه بعدی است.

**پژواک:** اگر در مقابل کوهی که مقداری از شما فاصله دارد، ایستاده و یک بار دست بزنید، پس از مدتی بازتاب صدای دست زدن خود را خواهید شنید. اگر صوت پس از بازتاب، با یک تاخیر زمانی به گوش شنونده‌ای برسد که صوت اولیه را مستقیماً می‌شنود، به چنین بازتابی پژواک می‌گویند.

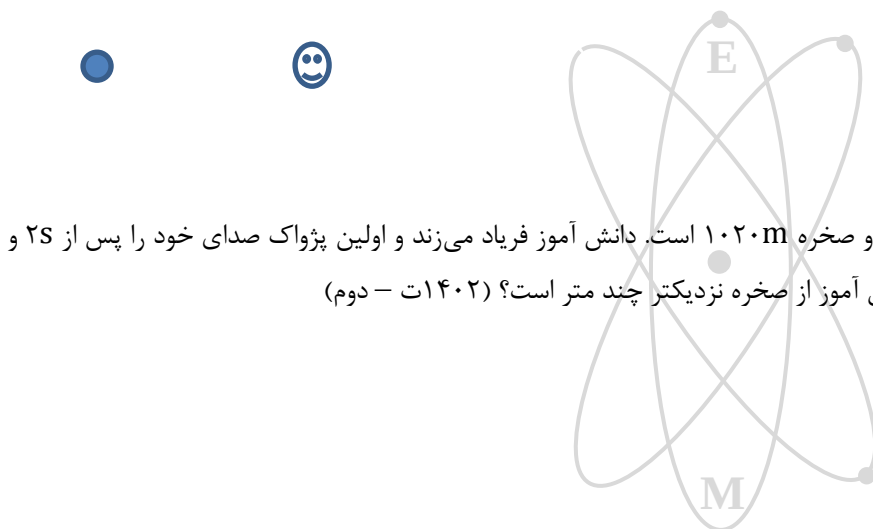
**نکته:** اگر تاخیر زمانی بین این دو صوت کمتر از  $0.1s$  باشد، گوش انسان نمی‌تواند پژواک را از صوت اولیه تمیز دهد. به عبارت دیگر با توجه به اینکه سرعت صوت در هوا تقریباً  $340\text{ m/s}$  است، اگر فاصله بین شخص تا کوه کمتر از  $17$  متر باشد نمی‌تواند صوت اولیه و پژواک را تمیز دهد.

۱. شخصی بین دو صخره قائم و موازی ایستاده است و فاصله‌اش از صخره نزدیکتر  $510$  متر است. اگر این شخص فریاد بزند، اولین پژواک صدای خود را  $3$  ثانیه بعد می‌شنود و پژواک دوم را یک ثانیه پس از آن می‌شنود. فاصله بین دو صخره چند متر است؟ (۹۸ت)

۱۳۶۰ (۱) ۱۱۹۰ (۲)

۱۰۲۰ (۳) ۸۵۰ (۴)

۲. در شکل روبه‌رو فاصله عمودی چشمه صوت و شنونده از مانع تخت  $255\text{ m}$  است. چشمه صوت صدایی تولید کرده و شنونده دو صدا با اختلاف زمانی  $0.5s$  می‌شنود. فاصله شنونده از چشمه صوت چند متر است؟ (سرعت صوت در هوا  $340\text{ m/s}$  است).



۳. دانش آموزی بین دو صخره قائم ایستاده است و فاصله بین دو صخره  $1020\text{ m}$  است. دانش آموز فریاد می‌زند و اولین پژواک صدای خود را پس از  $2s$  و صدای پژواک دوم را  $2s$  بعد از پژواک اول می‌شنود. فاصله دانش آموز از صخره نزدیکتر چند متر است؟ (۱۴۰۲ ت – دوم)

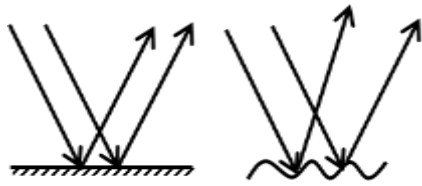
۱۷۰ (۱) ۳۴۰ (۲)

۵۱۰ (۳) ۶۸۰ (۴)

**بازتاب نور:** بازگشت نور از سطح اجسام را بازتاب نور گویند.

**نکته ۱:** دلیل اینکه اجسام را می بینیم این است که از سطح آن اجسام به چشم ما نور می رسد و یا نور اجسام دیگر را بازتاب می کنند.

**نکته ۲:** بازتاب دو نوع است:



(الف) بازتاب منظم: به بازتاب نور از سطوح صاف و صیقلی مثل آینه بازتاب منظم گفته می شود.

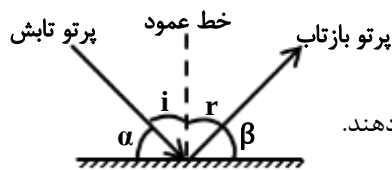
(ب) بازتاب نامنظم (پخشنده): به بازتاب نور از سطوح ناصاف و غیر صیقلی که دارای پستی و بلندی

هستند، بازتاب نامنظم گفته می شود.

**نکته:** سطوحی که ناهمواری هایش بسیار کوچکتر از طول موج فرودی باشد بازتاب منظم و اگر ناهمواری هایش قابل مقایسه با طول موج فرودی باشد، بازتاب نامنظم (پخشنده) خواهد بود.

**پرتو تابش:** پرتو نوری که به سطح اجسام می تابد، پرتو تابش نامیده می شود.

**پرتو بازتاب:** پرتو نوری که از سطوح برمی گردد، پرتو بازتاب نامیده می شود.



**زاویه تابش:** زاویه بین خط عمود بر سطح و پرتو تابش زاویه تابش نامیده می شود و آن را با نماد  $i$  نمایش می دهند.

**زاویه بازتاب:** زاویه بین خط عمود بر سطح و پرتو بازتاب زاویه بازتاب نامیده می شود و آن را با نماد  $r$  نمایش می دهند.

**قانون بازتاب:** زاویه تابش با زاویه بازتاب برابر است. ( $i = r$ ) به عبارت دیگر می توان گفت:  $\alpha = \beta$

۱. پرتو نوری به آینه تختی تابیده و بازتاب می کند. اگر زاویه بین پرتو تابش و پرتو بازتاب سه برابر زاویه پرتو تابش با سطح آینه باشد، زاویه تابش چند درجه است؟

۲. اگر در یک آینه تخت زاویه ای که پرتو تابش با سطح آینه می سازد  $\frac{1}{4}$  زاویه ای باشد که با پرتو بازتابش می سازد، زاویه بازتابش چند درجه خواهد بود؟

۳. در یک آینه تخت اگر زاویه ای که پرتو تابش با بازتابش می سازد  $140^\circ$  درجه باشد. زاویه ای که پرتو تابش با سطح آینه می سازد چند درجه است؟

۴. یک پرتو نورانی را طوری به سطح یک آینه تخت می تابانیم که با پرتو بازتابش و سطح آینه زوایای مساوی درست کند. زاویه تابش چقدر است؟

۵. زاویه ای که پرتو تابش با سطح آینه می سازد  $\frac{1}{8}$  زاویه ای است که با پرتو بازتاب می سازد. زاویه تابش را تعیین کنید.

۶. پرتو تابش بر پرتو بازتاب عمود است. زاویه تابش چند درجه است؟

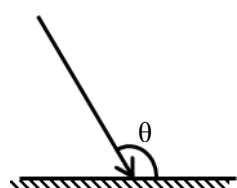
۷. پرتو تابش نیمساز زاویه بین سطح آینه و پرتو بازتاب است. زاویه تابش چند درجه است؟

۸. زاویه تابش پرتویی را  $20^\circ$  درجه افزایش می‌دهیم. بنابراین زاویه محدود به پرتوهای تابش و بازتاب  $3^\circ$  برابر می‌شود. زاویه تابش اولیه چند درجه بوده است؟

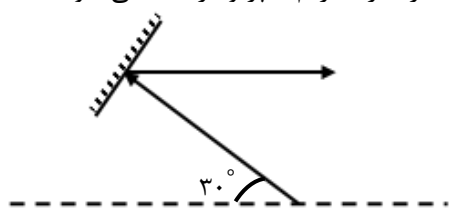
۹. پرتو نوری به یک آینه تخت می‌تابد. اگر زاویه بین پرتو و آینه دو برابر زاویه تابش باشد، زاویه تابش چند درجه است؟

۱۰. پرتو نوری به یک آینه تخت می‌تابد و با سطح آینه زاویه  $35^\circ$  درجه می‌سازد. در این حالت زاویه بین پرتو تابش و بازتاب چند درجه است؟

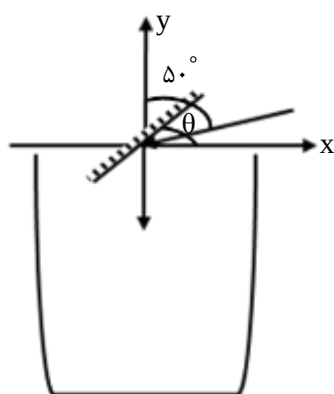
۱۱. در شکل مقابل اگر زاویه  $\theta$  چهار برابر زاویه تابش باشد، زاویه تابش را تعیین کنید.



۱۲. در شکل رو به‌رو پرتو تابش با سطح افق زاویه  $30^\circ$  درجه می‌سازد. زاویه آینه با سطح افق را چند درجه در نظر بگیریم تا پرتو بازتاب افقی شود؟

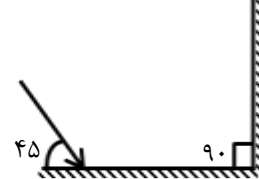
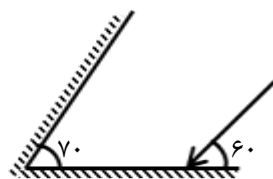
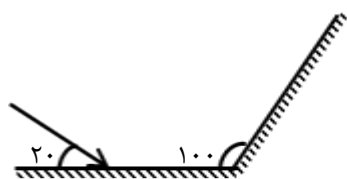


۱۳. می‌خواهیم ته چاهی را به وسیله پرتوهای که با زاویه  $50^\circ$  درجه نسبت به امتداد قائم به سطح آینه تخت می‌تابند، روشن کنیم. با توجه به شکل زاویه  $\theta$  چند درجه باید باشد؟

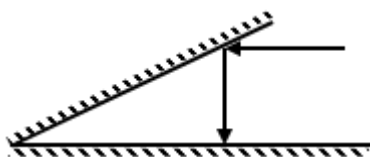


**آینه‌های متقاطع:** اگر پرتو نوری به دو آینه‌ی متقاطع با زاویه‌ی  $\theta$  برخورد کند، پس از بازتاب از آینه‌ی اول به آینه‌ی دوم تابیده می‌شود و از روی آن بازتاب می‌شود.

۱۴. در هر کدام از شکل‌های زیر ادامه‌ی پرتو تابش را رسم کنید؟



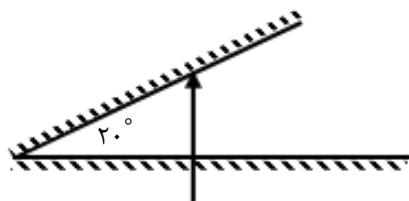
۱۵. در شکل زیر پرتو تابش با آینه افقی موازی می‌باشد. زاویه بین دو آینه را بیابید.



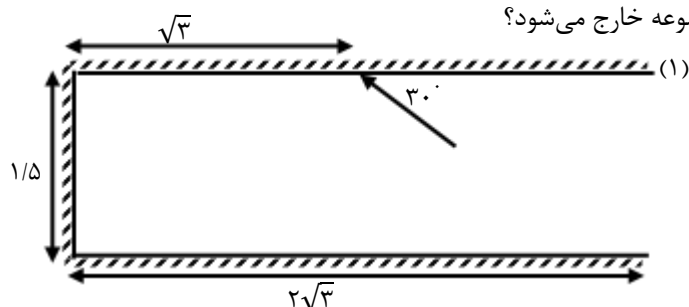
۱۶. یک پرتو نور با زاویه تابش  $30^\circ$  درجه به یکی از دو آینه تخت متقاطع تابیده است. هرگاه پرتو تابش و بازتابش در آینه دوم بر هم منطبق باشند، زاویه بین دو آینه چند درجه است؟

۱۷. پرتو نوری به دو آینه متقاطع که با هم زاویه  $60^\circ$  درجه می‌سازند، برخورد می‌کند. اگر زاویه تابش پرتو با آینه اول دو برابر زاویه تابش پرتو با آینه دوم باشد، زاویه بازتاب دوم چند درجه است؟

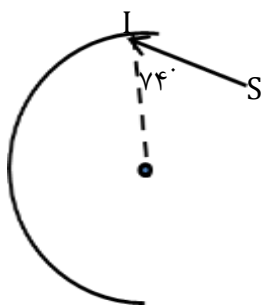
۱۸. مطابق شکل دو آینه تخت بسیار طویل زاویه  $20^\circ$  درجه با یکدیگر می‌سازند. در آینه افقی سوراخ کوچکی ایجاد شده و نور از آن به طوقائم می‌تابد. این پرتو نور چند دفعه در برخورد با آینه بازتاب خواهد شد؟



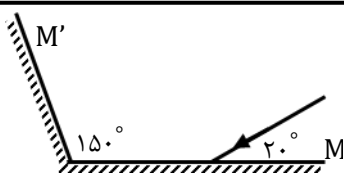
۱۹. پرتو نوری مطابق شکل به آینه (۱) می‌تابد. پس از چند بازتاب این پرتو از مجموعه خارج می‌شود؟



۲۰. سطح داخلی نیم استوانه‌ای که در شکل مقطع آن نشان داده شده آینه است. نقطه‌ی C در شکل مقطع محور نیم استوانه است. پرتو SI واقع در صفحه‌ی عمود بر محور استوانه به سطح داخلی استوانه و نزدیک به لبه‌ی بالایی با زاویه‌ی  $74^\circ$  درجه می‌تابد. این پرتو پس از چند بار بازتاب نیم استوانه را ترک می‌کند؟



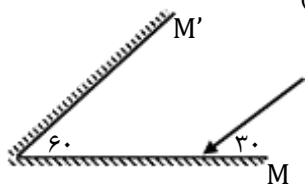
۲۱. در شکل مقابل پرتو نور در ادامه مسیر با زاویه تابش چند درجه به آینه  $M'$  می‌تابد؟ (۸۴ت)



(۱) ۱۰ (۲) ۲۰

(۳) ۷۰ (۴) ۸۰

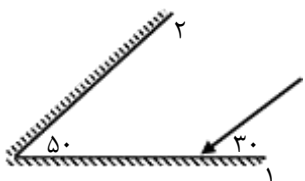
۲۲. در شکل مقابل پرتو نور پس از بازتاب از آینه  $M$  به آینه  $M'$  می‌تابد. زاویه تابش در آینه  $M'$  چند درجه است؟ (۸۷ر)



(۱) صفر (۲) ۳۰

(۳) ۶۰ (۴) ۹۰

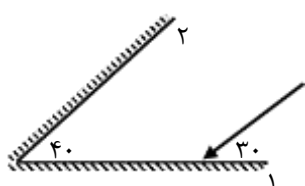
۲۳. مطابق شکل زیر، پرتو نور SI به آینه (۱) می‌تابد و پس از بازتاب از آینه (۲)، دوباره به آینه (۱) می‌تابد. امتداد پرتو بازتاب نهایی با امتداد پرتو SI، زاویه چند درجه می‌سازد؟ (۹۸ت)



(۱) ۱۲۰ (۲) ۱۴۰

(۳) ۱۶۰ (۴) ۱۸۰

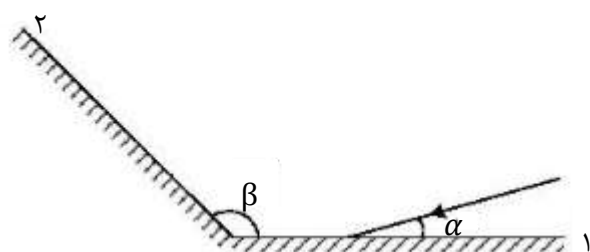
۲۴. مطابق شکل زیر، پرتو نوری به آینه ۱ می‌تابد و پس از بازتاب به آینه ۲ می‌تابد و در ادامه مسیرش دوباره از آینه ۲ بازتاب می‌شود. زاویه بازتاب آینه ۲ در دومین بازتاب چند درجه است؟ (۹۸ت - خ)



(۱) ۶۰ (۲) ۵۰

(۳) ۴۰ (۴) ۳۰

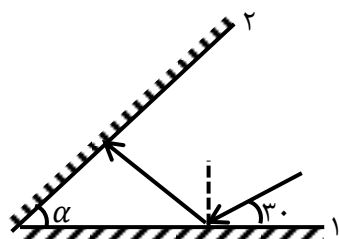
۲۵. مطابق شکل زیر، پرتو نوری تحت زاویه  $\alpha$  به آینه (۱) می‌تابد و پس از بازتاب به آینه (۲) می‌تابد. پرتو بازتابیده از آینه (۲) چه زاویه‌ای با سطح آن آینه می‌سازد؟ (۹۹ر - خ)



(۱)  $\pi - \beta$  (۲)  $\pi - \alpha$

(۳)  $\pi - (\beta - \alpha)$  (۴)  $\pi - (\alpha + \beta)$

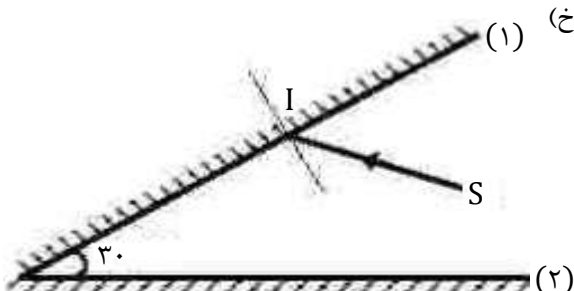
۲۶. مطابق شکل زیر، پرتو نوری تحت زاویه ۳۰ درجه به آینه تخت (۱) می‌تابد و پس از بازتاب به آینه تخت (۲) می‌تابد. اگر در دومین بازتاب از آینه (۱) پرتو نور موازی آینه (۲) شود، زاویه  $\alpha$  چند درجه است؟ (۱۴۰۰ت)



(۱) ۳۰ (۲) ۴۰

(۳) ۵۰ (۴) ۶۰

۲۷. مطابق شکل زیر، پرتو SI با زاویه تابش ۴۰ درجه بر آینه (۱) می‌تابد. این پرتو، پس از بازتابش‌های متوالی، آینه‌ها را ترک می‌کند. آخرین زاویه بازتابش چند درجه است؟ (سطح آینه‌های تخت، به اندازه کافی بزرگ فرض شود) (۱۴۰۱ت - خ) (۱)



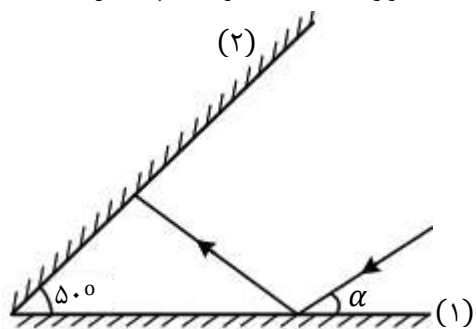
(۱) ۵۰ (۲) ۶۰

(۳) ۷۰ (۴) ۸۰



۲۸. پرتو نوری مطابق شکل، تحت زاویه  $\alpha$  به آینه تخت (۱) می‌تابد. اگر پس از دومین برخورد به آینه (۱) موازی آینه (۲) شود،  $\alpha$  چند درجه است؟

(۱۴۰۲ - دوم)



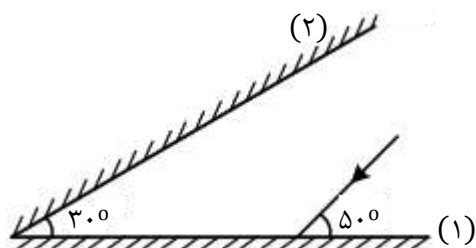
(۲) ۴۰

(۱) ۵۰

(۴) ۲۰

(۳) ۳۰

۲۹. پرتو نوری مطابق شکل زیر به آینه (۱) می‌تابد. در چهارمین بازتاب، چه زاویه‌ای با سطح آینه (۲) می‌سازد؟ (۱۴۰۲ - خ)



(۲) ۴۰۰

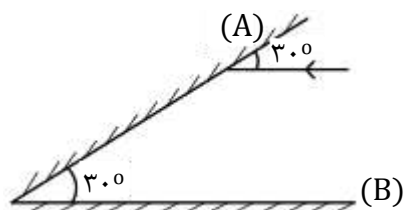
(۱) ۱۰۰

(۴) ۸۰۰

(۳) ۵۰۰

۳۰. در شکل زیر، پرتو نوری با زاویه  $30^\circ$  به آینه A می‌تابد و پس از بازتاب به آینه B می‌تابد. زاویه تابش در دومین برخورد به آینه A چند درجه است؟

(۱۴۰۴ - دوم)

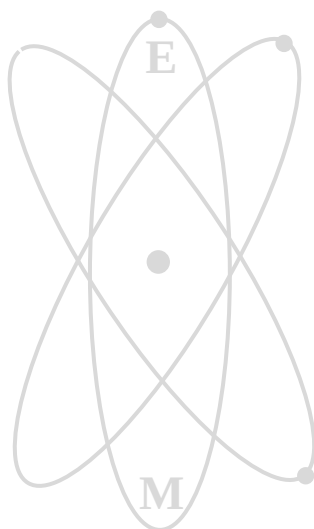


(۲) ۶۰

(۱) ۹۰

(۴) صفر

(۳) ۳۰

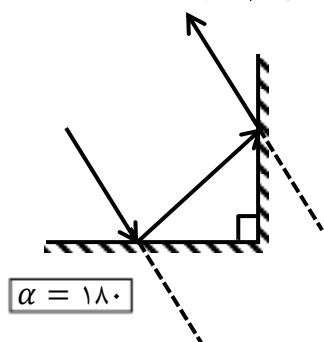
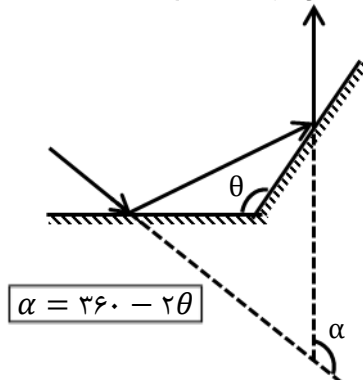
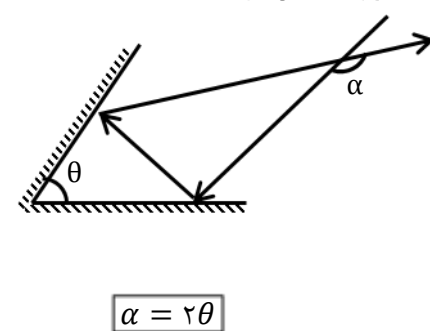


نکته: مقدار انحراف ( $\alpha$ ) پرتو بازتاب از روی آینه‌ی ۲ نسبت به پرتو تابش به آینه ۱ (اولیه) را می‌توان از روابط زیر محاسبه نمود.

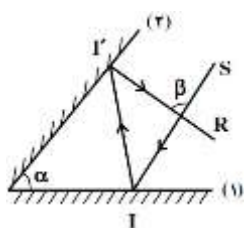
(الف) زاویه‌ی بین دو آینه حاده باشد ( $\theta < 90^\circ$ )

(ب) اگر زاویه‌ی بین دو آینه منفرجه باشد ( $\theta > 90^\circ$ )

(ج) اگر دو آینه بر هم عمود باشند ( $\theta = 90^\circ$ )



۳۱. مطابق شکل زیر پرتو SI پس از بازتابش از آینه‌های تخت در مسیر I'R می‌شود. اندازه‌ی زاویه‌ی  $\beta$  چند برابر زاویه‌ی  $\alpha$  است؟ (۹۲)



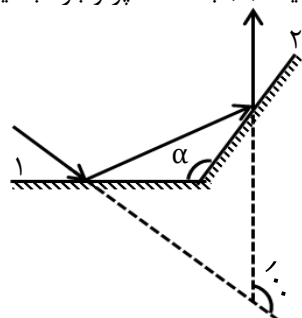
(۲) ۲

(۱) ۱

(۴) بستگی به زاویه‌ی تابش آینه‌ی (۱) دارد.

(۳) ۳/۲

۳۲. مطابق شکل زیر پرتو نوری به آینه (۱) می‌تابد و پس از بازتاب، به آینه (۲) برخورد می‌کند. اگر امتداد پرتو تابش آینه (۱) با امتداد پرتو بازتاب آینه (۲) زاویه ۱۰۰ درجه بسازد،  $\alpha$  چند درجه است؟ (۹۸-ر خ)



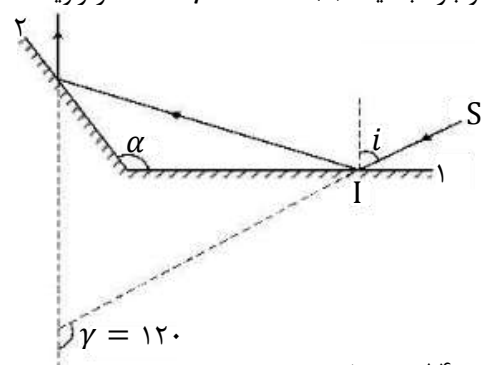
(۲) ۱۲۰

(۱) ۱۰۰

(۴) ۱۴۰

(۳) ۱۳۰

۳۳. مطابق شکل زیر، پرتو SI تحت زاویه تابش i به آینه تخت (۱) می‌تابد. زاویه بین پرتو SI با پرتو بازتاب آینه (۲)،  $\gamma = ۱۲۰$  است. اگر زاویه i، ۲۰ درجه افزایش یابد،  $\gamma$  چه تغییری می‌کند؟ (۹۹ر)



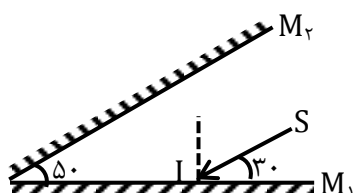
(۱) ۴۰ درجه افزایش می‌یابد.

(۲) ۲۰ درجه افزایش می‌یابد.

(۳) ۲۰ درجه کاهش می‌یابد.

(۴) ثابت می‌ماند.

۳۴. در شکل زیر، امتداد پرتو نور بازتابیده از آینه  $M_2$  با امتداد پرتو SI، زاویه چند درجه می‌سازد؟ (۱۴۰۰-ت خ)



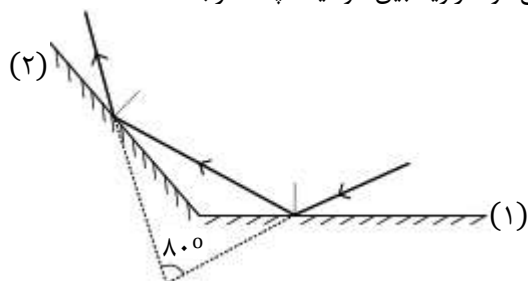
(۲) ۷۰

(۱) ۴۰

(۴) ۱۱۰

(۳) ۱۰۰

۳۵. مطابق شکل زیر، پرتو نوری به آینه تخت (۱) می‌تابد و در نهایت از آینه تخت (۲) بازتاب می‌شود. زاویه بین دو آینه چند درجه است؟ (۱۴۰۴ ت - اول)



(۲) ۱۳۰

(۱) ۱۴۰

(۴) ۱۰۰

(۳) ۱۲۰

## کاربرد بازتاب:

۳۶. در کدامیک از موارد زیر از مکان‌یابی پژواکی امواج فراصوت به همراه اثر دوپلر استفاده می‌شود؟ (۹۹ ت)

(۲) دستگاه لیتوتریپسی

(۱) میکروفون سهموی

(۴) تعیین تندی شارش خون (گویچه‌های قرمز) در رگ‌ها

(۳) تعیین تندی خودروها

۳۷. در کدام موارد زیر، از بازتاب امواج الکترومغناطیسی استفاده می‌شود؟ (۹۹ ت - خ)

(ت) دستگاه سونار در کشتی‌ها

(پ) اجاق خورشیدی

(ب) سونوگرافی

(الف) رادار دوپلری

(۲) الف و ب

(۱) الف و پ

(۴) ب و پ و ت

(۳) الف و ب و پ

۳۸. در کدام موارد زیر، از امواج مکانیکی برای مکان‌یابی پژواکی استفاده می‌شود؟ (۱۴۰۲ ت - اول)

(ب) دستگاه سونار

(الف) اندازه‌گیری تندی شارش خون

(ت) رادار دوپلری

(پ) اجاق خورشیدی

(۲) الف و پ

(۱) الف و ب

(۴) ب و ت

(۳) پ و ب

۳۹. کدام مورد درست است؟ (۱۴۰۳ ت - اول)

(۱) قانون بازتاب عمومی برای امواج صوتی برقرار نیست.

(۲) از امواج الکترومغناطیسی برای مکان‌یابی پژواکی و تعیین تندی خودروها استفاده می‌شود.

(۳) از امواج فروسرخ تندی شارش خون را با استفاده از مکان‌یابی پژواکی به همراه اثر دوپلر اندازه‌گیری می‌کنند.

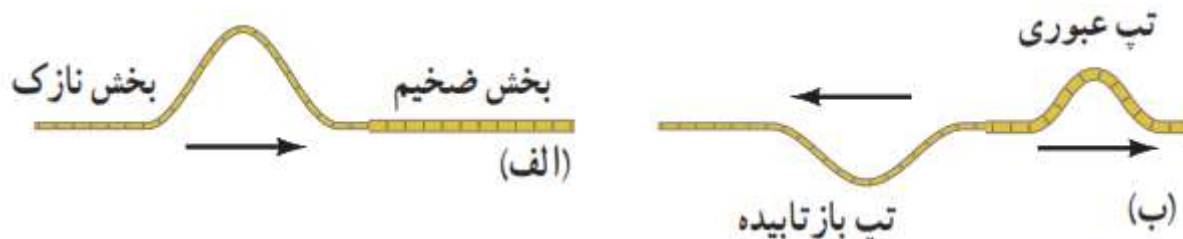
(۴) خفاش فورانی از امواج فروسرخ از دهان خود گسیل می‌کند و با استفاده از مکان‌یابی پژواکی طعمه خود را شکار می‌کند.

**شکست موج:** چون سرعت انتشار موج در یک محیط به ویژگی‌های محیط انتشار وابسته است، بنابراین زمانی که موج از یک محیط وارد محیط دیگر می‌شود، سرعت آن تغییر می‌کند که در اصطلاح می‌گوییم شکست موج رخ می‌دهد که در مواردی با تغییر مسیر موج نیز همراه است.

**نکته:** با توجه به اینکه بسامد موج از ویژگی‌های چشمه است، بنابراین با تغییر محیط انتشار (شکست موج) بسامد و دوره موج تغییر نمی‌کند.

$$f_1 = f_2 \xrightarrow{v=\lambda f} \frac{v_2}{\lambda_2} = \frac{v_1}{\lambda_1}$$

شکست موج در یک بُعد:



| موج شکست (عبوری) | موج بازتاب | موج فرودی |         |
|------------------|------------|-----------|---------|
|                  |            |           | سرعت    |
|                  |            |           | طول موج |
|                  |            |           | بسامد   |
|                  |            |           | دامنه   |

۱. موج عرضی سینوسی از قسمت نازک طناب به قسمت ضخیم آن وارد می‌شود. بسامد و طول موج آن به ترتیب چگونه تغییر می‌کنند؟ (۱۴۰۰ ار - خ)

(۱) کاهش می‌یابد - ثابت می‌ماند. (۲) کاهش می‌یابد - کاهش می‌یابد

(۳) ثابت می‌ماند - افزایش می‌یابد. (۴) ثابت می‌ماند - کاهش می‌یابد.

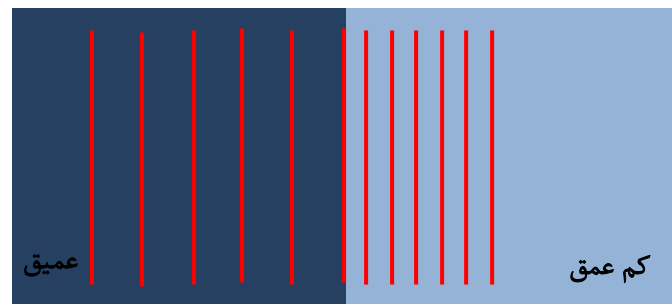
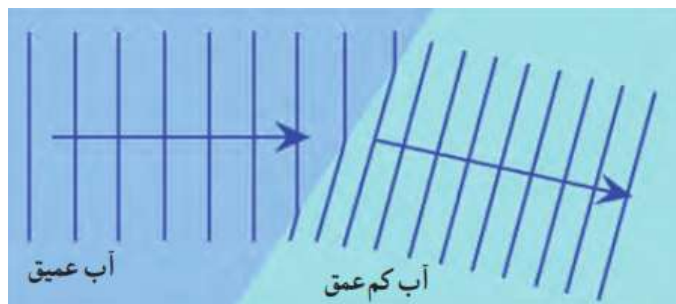
۲. یک موج سینوسی از قسمت ضخیم طنابی به قسمت نازک آن وارد می‌شود. بخشی از این موج از مرز عبور می‌کند و بخشی از آن باز می‌تابد. کدام

کمیت موج عبوری در مقایسه با موج فرودی کاهش می‌یابد؟ (۱۴۰۴ ت - خ)

(۱) دامنه (۲) دوره تناوب

(۳) تندی انتشار (۴) طول موج

نمونه‌ای از این پدیده جبهه‌های موج تخت روی سطح آب هستند که از قسمت عمیق وارد قسمت کم عمق می‌شوند. با توجه به اینکه از قبل می‌دانیم سرعت انتشار موج بر روی سطح آب به عمق آن بستگی دارد، بنابراین وقتی موج روی سطح آب از قسمت عمیق وارد قسمت کم عمق شود سرعت آن تغییر کرده و در نتیجه دچار شکست می‌شود. برای امواج سه بُعدی مثل صوت هم با تغییر محیط شکست اتفاق می‌افتد.



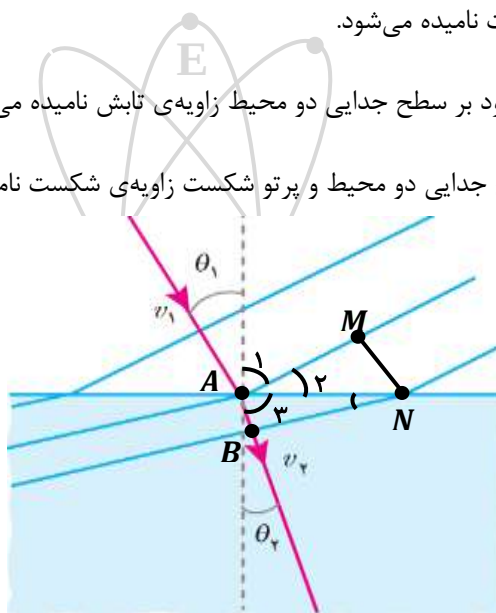
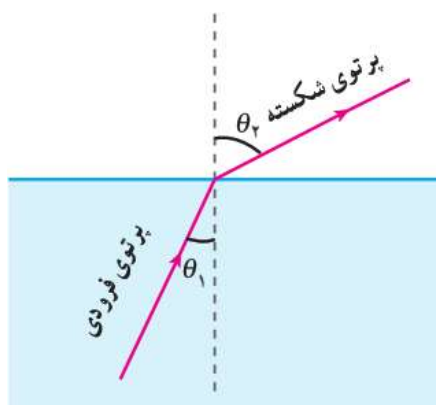
### قانون شکست عمومی:

**پرتو تابش:** پرتویی که به سطح جدایی می‌تابد و عمود بر جبهه موج فرودی است، پرتو تابش نامیده می‌شود.

**پرتو شکست:** پرتویی که وارد محیط دوم می‌شود و عمود بر جبهه موج عبوری است و در بعضی موارد در هنگام عبور از مرز دو محیط از مسیر خود منحرف می‌شود (شکسته می‌شود)، پرتو شکست نامیده می‌شود.

**زاویه تابش:** زاویه‌ی بین پرتو تابش و خط عمود بر سطح جدایی دو محیط زاویه‌ی تابش نامیده می‌شود و آن را با نماد  $\theta_1$  نمایش می‌دهند.

**زاویه شکست:** زاویه‌ی بین خط عمود بر سطح جدایی دو محیط و پرتو شکست زاویه‌ی شکست نامیده می‌شود و آن را با نماد  $\theta_2$  نمایش می‌دهند.



$$\left. \begin{aligned} \theta_1 + A_1 &= 90^\circ \\ A_1 + A_2 &= 90^\circ \end{aligned} \right\} \Rightarrow \theta_1 = A_2$$

$$\left. \begin{aligned} \theta_2 + M_2 &= 90^\circ \\ N + M_2 &= 90^\circ \end{aligned} \right\} \Rightarrow \theta_2 = N$$

اثبات قانون عمومی شکست: (اختیاری)

$$\left. \begin{aligned} \sin \theta_1 = \sin A_2 &= \frac{MN}{AN} = \frac{\lambda_1}{AN} \\ \sin \theta_2 = \sin N &= \frac{AB}{AN} = \frac{\lambda_2}{AN} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$$

$$\left. \begin{aligned} v &= \lambda f \\ f_1 &= f_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$$

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

۳. بسامد نور قرمز در حدود  $4/28 \times 10^{14} \text{ Hz}$  است. طول موج این نور در هوا چند برابر طول موج آن در آب است؟ (سرعت نور قرمز در هوا  $3 \times 10^8 \frac{m}{s}$  و

در آب  $2/25 \times 10^8 \frac{m}{s}$  است). (۸۶-خ)

$$\frac{4}{3} (2) \qquad \frac{3}{4} (1)$$

$$\frac{6}{5} (4) \qquad \frac{5}{6} (3)$$

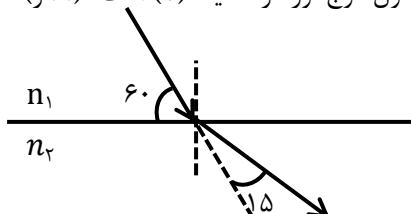
۴. در یک عمل جراحی چشم از پرتو لیزر که طول موج آن در هوا  $0.6 \mu m$  و بسامد آن  $f$  است، استفاده می‌شود. اگر طول موج این پرتو در زجاجیه چشم

$\lambda' = 0.45 \mu m$  و سرعت انتشار نور در هوا  $3 \times 10^8 m/s$  باشد، بسامد و سرعت انتشار این پرتو در زجاجیه، در SI به ترتیب کدام‌اند؟ (۹۸ - خ)

(۱)  $3 \times 10^8$  و  $5 \times 10^{14}$  (۲)  $2/25 \times 10^8$  و  $5 \times 10^{14}$

(۳)  $3 \times 10^8$  و  $3/75 \times 10^{14}$  (۴)  $2/25 \times 10^8$  و  $3/75 \times 10^{14}$

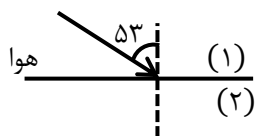
۵. مطابق شکل زیر، پرتو نوری از محیط (۱) وارد محیط (۲) می‌شود. طول موج نور در محیط (۲) چند برابر طول موج نور در محیط (۱) است؟ (۹۹)



(۱)  $\sqrt{2}$  (۲)  $\frac{\sqrt{2}}{2}$

(۳) ۲ (۴)  $\frac{1}{2}$

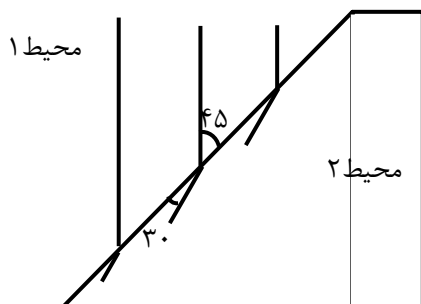
۶. مطابق شکل زیر، پرتو نوری از هوا به یک محیط شفاف می‌تابد و در ورود به محیط (۲)،  $16^\circ$  درجه از راستای اولیه منحرف می‌شود. اگر طول موج نور در محیط دوم،  $\frac{1}{8} \mu m$  از طول موج نور در هوا کمتر باشد، بسامد نور چند هرتز است؟  $C = 3 \times 10^8 m/s$  و  $\sin 53^\circ = 0.8$  (۱۴۰۰)



(۱)  $6 \times 10^{14}$  (۲)  $6 \times 10^{15}$

(۳)  $8/4 \times 10^{14}$  (۴)  $8/4 \times 10^{15}$

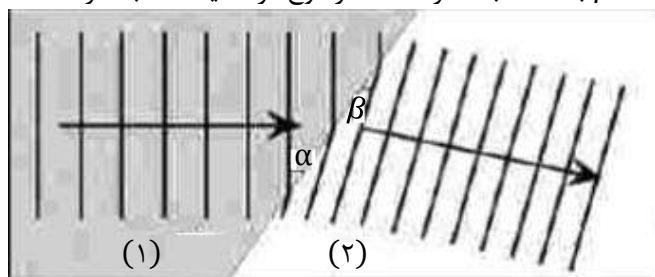
۷. شکل زیر جبهه‌های موج الکترومغناطیسی را نشان می‌دهد که از محیط (۱) وارد محیط (۲) شده است. تندی نور در محیط (۱) چند برابر تندی نور در محیط (۲) است؟ (۱۴۰۰ - خ)



(۱)  $\frac{\sqrt{2}}{2}$  (۲)  $\frac{\sqrt{2}}{2}$

(۳)  $\sqrt{2}$  (۴) ۲

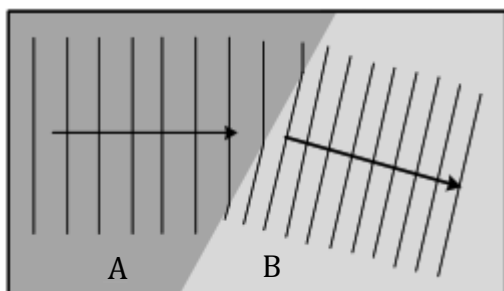
۸. شکل زیر، ورود موج از محیط (۱) به (۲) را نشان می‌دهد. اگر  $\alpha = 37^\circ$  و  $\beta = 30^\circ$  باشد، نسبت سرعت انتشار موج در محیط (۱) به سرعت انتشار در محیط (۲) چقدر است؟ (۱۴۰۱)



(۱)  $\frac{1/\sqrt{3}}{3}$  (۲)  $\frac{5}{6}$

(۳)  $\frac{5\sqrt{3}}{8}$  (۴)  $\frac{6}{5}$

۹. شکل زیر، جبهه‌های موج روی آب را نشان می‌دهد که از ناحیه A وارد ناحیه B می‌شود. به ترتیب، تندی انتشار موج و عمق آب در کدام ناحیه بیشتر است؟ (۱۴۰۴ - اول)



(۱) A و B (۲) B و A

(۳) A و A (۴) B و B

ضریب شکست: (n) نسبت سرعت نور در خلا به سرعت نور در یک محیط شفاف برابر ضریب شکست آن محیط شفاف است.

$$V = \frac{C}{n}, \quad C = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}$$

نکته: ضریب شکست به جنس محیط شفاف بستگی دارد. هر چه محیط غلیظتر باشد، ضریب شکست آن بزرگتر و هر چه رقیقتر باشد، ضریب شکست آن کوچکتر خواهد بود. بنابراین کمترین ضریب شکست برای خلا می باشد و مقدار آن برابر یک (۱) است.

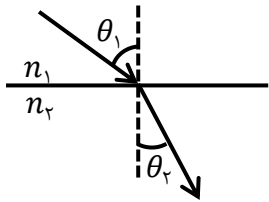
قانون شکست موج الکترومغناطیسی (نور):

$$\left. \begin{aligned} \frac{\sin \theta_r}{\sin \theta_1} &= \frac{v_r}{v_1} \\ v_r &= \frac{C}{n_r} \\ v_1 &= \frac{C}{n_1} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{\sin \theta_r}{\sin \theta_1} = \frac{\frac{C}{n_r}}{\frac{C}{n_1}} = \frac{n_1}{n_r} \Rightarrow \boxed{n_1 \sin \theta_1 = n_r \sin \theta_r} \text{ (قانون اسنل)}$$

نکته ۱: (جمع بندی قانون شکست موج الکترومغناطیسی)

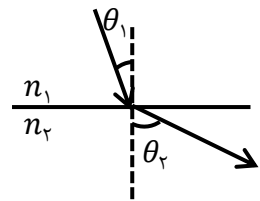
$$\frac{\sin \theta_r}{\sin \theta_1} = \frac{v_r}{v_1} = \frac{\lambda_r}{\lambda_1} = \frac{n_1}{n_r}$$

نکته ۲:



الف) اگر نور از محیط رقیق مثل هوا وارد محیط غلیظ مثل آب شود ( $n_1 < n_r$ )، پرتو شکست به خط عمود نزدیک می شود.

$$\left. \begin{aligned} n_1 \sin \theta_1 &= n_r \sin \theta_r \\ n_1 &< n_r \end{aligned} \right\} \Rightarrow \sin \theta_1 > \sin \theta_r \Rightarrow \theta_r < \theta_1$$

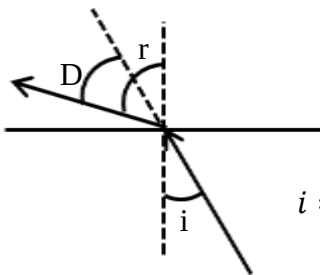


ب) اگر نور از محیط غلیظ مثل آب وارد محیط رقیق مثل هوا شود ( $n_1 > n_r$ )، پرتو شکست از خط عمود دور می شود.

$$\left. \begin{aligned} n_1 \sin \theta_1 &= n_r \sin \theta_r \\ n_1 &> n_r \end{aligned} \right\} \Rightarrow \sin \theta_1 < \sin \theta_r \Rightarrow \theta_r > \theta_1$$

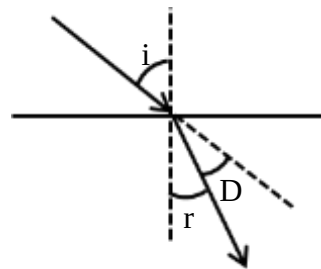
زاویه انحراف: زاویه بین پرتو شکست و امتداد پرتو تابش زاویه انحراف نامیده می شود و آن را با نماد D نمایش می دهند.

محاسبه زاویه انحراف:



ب) تابش از غلیظ به رقیق:

$$i = r - D \rightarrow D = r - i$$



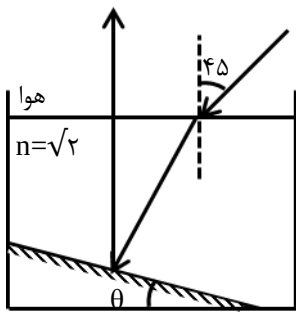
الف) تابش از رقیق به غلیظ:

$$i = r + D \rightarrow D = i - r$$

۱. پرتو نوری به طور عمود از یک محیط به ضریب شکست  $n_1$  وارد محیط شفاف دیگری به ضریب شکست  $n_2$  می شود. زاویه انحراف و انحراف این پرتو را بیابید؟

۲. پرتو نوری تحت زاویه  $30^\circ$  درجه به سطح مایعی می تابد. زاویه شکست و انحراف این پرتو چند درجه است؟ (ضریب شکست مایع  $\sqrt{3}$  است).

۳. در شکل زیر با توجه به مسیر پرتو نور و بازتاب آن از روی آینه‌ی تخت زاویه‌ی  $\theta$  چند درجه است؟



۴. کدام مورد از نظر فیزیکی درست نیست؟ (۸۳ر)

(۱) وقتی نور از هوا وارد آب می‌شود، سرعت آن کاهش می‌یابد

(۲) در بازتابش نور از سطح خمیده، زاویه تابش و بازتابش با هم برابرند

(۳) در عبور نور از یک محیط به محیط دیگر، اگر سرعت نور کم شود، بسامد آن نیز کم می‌شود

(۴) در عبور نور از یک محیط به محیط دیگر، اگر سرعت نور کم شود، طول موج آن نیز کم می‌شود.

۵. طول موج نور نارنجی در هوا  $m \times 10^{-7} \times 6$  است. بسامد این نور در آب چند هرتز است؟ (ضریب شکست آب  $\frac{4}{3}$  و  $\frac{m}{s} \times 10^8 \times 3$  سرعت نور در هوا) (۸۵ر)

(۱)  $3/75 \times 10^{14}$  (۲)  $5 \times 10^{14}$

(۳)  $6/6 \times 10^{14}$  (۴)  $8 \times 10^{-7}$

۶. اگر  $\epsilon$  ضریب گذردهی الکتریکی خلا و  $\mu$  تراوایی مغناطیسی خلا باشد، سرعت نور در محیط شفاف به ضریب شکست  $\frac{4}{3}$  برابر با کدام است؟ (۸۵ر-خ)

(۱)  $\frac{3}{4} \sqrt{\epsilon_0 \mu_0}$  (۲)  $\frac{4}{3} \sqrt{\epsilon_0 \mu_0}$

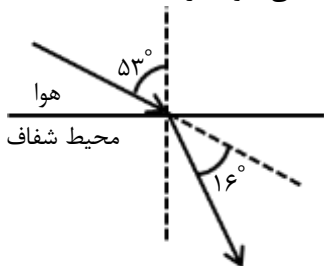
(۳)  $\frac{4}{3\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$  (۴)  $\frac{3}{4\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$

۷. پرتو نوری از هوا با زاویه تابش  $i$  به محیط شفاف به ضریب شکست  $\sqrt{2}$  می‌تابد. اگر پرتو ورودی به اندازه ۱۵ درجه منحرف شود، زاویه تابش چند درجه است؟ (۸۷ر)

(۱) ۳۰ (۲) ۴۵

(۳) ۵۳ (۴) ۶۰

۸. شکل مقابل پرتو نوری را نشان می‌دهد که تحت زاویه تابش  $53^\circ$  از هوا وارد محیط شفاف می‌شود و  $16^\circ$  درجه منحرف می‌شود. ضریب شکست محیط شفاف چقدر است؟ ( $\cos 53^\circ = 0/6$  ,  $\sin 53^\circ = 0/8$ ) (۸۷ر)



(۱)  $\frac{3}{2}$  (۲)  $\frac{4}{3}$

(۳)  $\frac{6}{5}$  (۴)  $\frac{7}{5}$

۹. نوری که طول موج آن در خلأ  $\lambda_1$  است، وارد محیط شفاف می‌شود و طول موج آن  $150 \text{ nm}$  تغییر می‌کند. اگر بسامد این نور  $5 \times 10^{14} \text{ Hz}$  باشد، ضریب شکست این محیط شفاف چقدر است؟ ( $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ ) (۲۰۱۴ر - اول)

(۱)  $\frac{3}{2}$  (۲)  $\frac{4}{3}$

(۳)  $\frac{5}{4}$  (۴)  $\frac{8}{5}$



۱۰. بسامد نوری در خلأ  $5 \times 10^{14}$  Hz است و طول موج آن در مایعی  $\frac{4}{3} \mu m$  است. ضریب شکست آن مایع چقدر است؟ ( $c = 3 \times 10^8$  m/s) (۱۴۰۳ ت - اول)

$$\frac{5}{4} \quad (۱)$$

$$\frac{3}{4} \quad (۳)$$

۱۱. ضریب شکست مایعی  $\frac{5}{4}$  و ضریب شکست شیشه  $1/5$  است. اگر نوری به طور مایل از شیشه به مرز شیشه با مایع بتابد و وارد مایع شود، تندی انتشار نور چند برابر می‌شود؟ (۱۴۰۳ ر - خ)

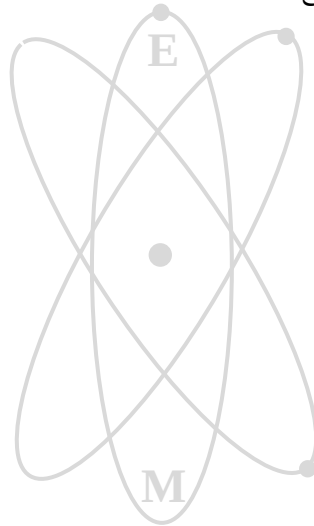
$$\frac{5}{6} \quad (۱)$$

$$\frac{4}{3} \quad (۳)$$

۱۲. پرتو نوری با زاویه تابش  $60^\circ$  از هوا وارد آب می‌شود. کدام کمیت‌های وابسته به پرتو، با ورود آن به آب تغییر می‌کند؟ (۱۴۰۴ ر - خ)

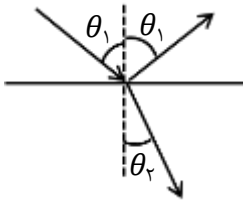
(۱) جهت انتشار، تندی و طول موج (۲) بسامد، جهت انتشار و طول موج

(۳) بسامد، جهت انتشار و تندی (۴) تندی، بسامد و طول موج

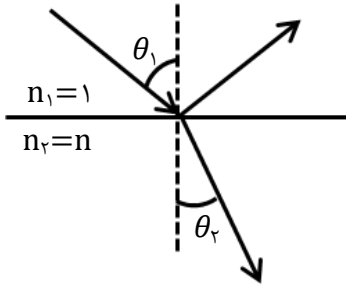


نکته: تمام پرتوهای نور در تابش به سطح جدایی دو محیط شکست پیدا نمی کنند، بلکه قسمتی نیز بازتاب می شوند.

پرتوهای شکست طبق قوانین شکست نور و پرتوهای بازتاب طبق قوانین بازتاب نور رسم می شوند.



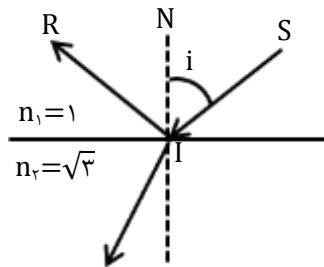
۱۳. در شکل زیر زاویه ی  $i$  را بر حسب  $n$  چنان حساب کنید که پرتو بازتاب بر پرتو شکست عمود باشد؟



۱۴. در شکل روبه رو پرتو SI بر سطح محیط شفاف تابیده است. به طوری که قسمتی از آن بازتاب پیدا کرده است و

قسمتی نیز شکسته و وارد محیط دوم شده است. اگر پرتوهای بازتاب و شکست بر هم عمود باشند، زاویه تابش ( $i$ )

چند درجه است؟ (۸۶،)



(۲) ۳۰

(۱) ۱۵

(۴) ۶۰

(۳) ۴۵

۱۵. موج های نور فرودی، از هوا به شیشه می تابند. بعضی از آنها در سطح جدایی دو محیط بازتابیده و بعضی شکسته شده وارد شیشه می شوند. کدام یک

از کمیت های زیر برای موج های بازتابیده و شکسته شده یکسان است؟ (۸۹،)

(۲) امتداد

(۱) دوره

(۴) شدت نور

(۳) سرعت انتشار

۱۶. نوری از هوا وارد شیشه می شود. بخشی از موج در سطح جدایی دو محیط بازتاب می یابد و بخشی دیگر شکست می یابد و وارد شیشه می شود. کدام

مشخصه موج بازتابیده و موج شکست یافته و موج فرودی یکسان اند؟ (۳۰۳ تا - دوم)

(۲) بسامد

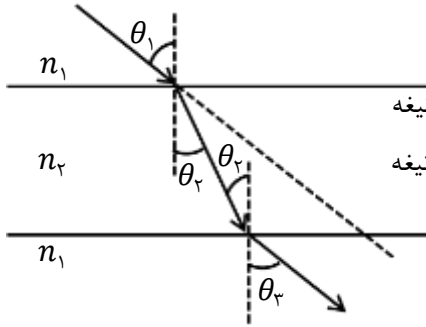
(۱) طول موج

(۴) شدت نور

(۳) تندی انتشار

تیغه‌ی متوازی السطوح: به یک جسم شفاف که دارای دو سطح موازی باشد، تیغه‌ی متوازی السطوح گفته می‌شود.

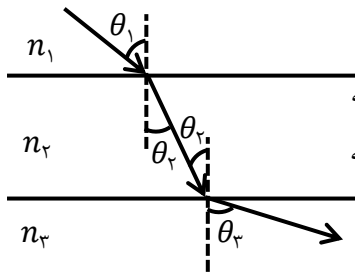
نکته ۱: اگر جنس محیط‌های دو طرف تیغه یکسان باشد، پرتوهای نور خروجی از تیغه با پرتوی ورودی موازی است. به عبارت دیگر زاویه‌ی ورودی با زاویه‌ی خروجی برابر است.



$$\left. \begin{array}{l} \text{اعمال قانون شکست در لحظه‌ی ورود پرتو به تیغه} : n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \\ \text{اعمال قانون شکست در لحظه‌ی خروج پرتو از تیغه} : n_2 \sin \theta_2 = n_1 \sin \theta_3 \end{array} \right\} \Rightarrow n_1 \sin \theta_1 = n_1 \sin \theta_3$$

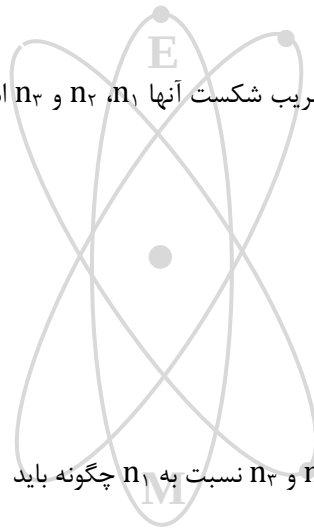
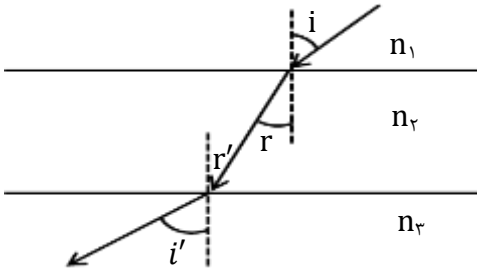
$$\Rightarrow \theta_1 = \theta_3$$

نکته ۲: اگر جنس محیط‌های دو طرف تیغه یکسان نباشد، پرتوی ورودی و خروجی موازی نخواهد بود و جنس تیغه تاثیری در تغییر زاویه‌ی خروجی ندارد و زاویه‌ی خروجی  $i'$  فقط به زاویه‌ی تابش و جنس محیط‌های دو طرف تیغه وابسته است. به عبارت دیگر مشخصات تیغه مثل جنس و ضخامت آن اثری در تغییر زاویه‌ی خروجی ندارد.

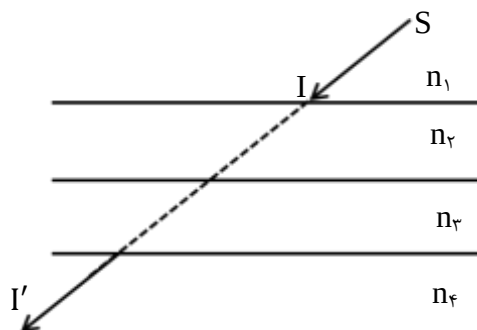


$$\left. \begin{array}{l} \text{اعمال قانون شکست در لحظه‌ی ورود پرتو به تیغه} : n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \\ \text{اعمال قانون شکست در لحظه‌ی خروج پرتو از تیغه} : n_2 \sin \theta_2 = n_3 \sin \theta_3 \end{array} \right\} \Rightarrow n_1 \sin \theta_1 = n_3 \sin \theta_3$$

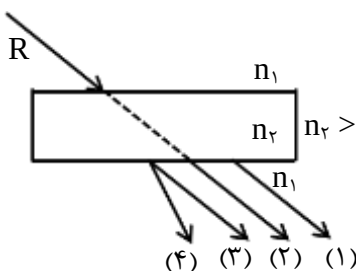
۱۷. در شکل روبه‌رو مسیر یک پرتو نورانی در محیط‌هایی که ضریب شکست آنها  $n_1$ ،  $n_2$  و  $n_3$  است، نشان داده شده است. اگر  $i' < i < r$  باشد، ضریب شکست آنها را با یکدیگر مقایسه کنید؟



۱۸. در شکل مقابل اگر  $I'R$  در امتداد  $SI$  و  $n_2 \neq n_3$  باشد،  $n_2$  و  $n_3$  نسبت به  $n_1$  چگونه باید باشند؟

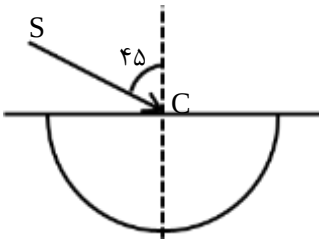


۱۹. در شکل مقابل پرتو خروجی از تیغه‌ی شفاف کدام است؟



۲۰. در شکل مقابل پرتو SC به نقطه‌ی C مرکز نیم استوانه‌ی شفاف به ضریب شکست  $\sqrt{2}$  تابیده و از طرف دیگر خارج شده است. پرتو خروجی نسبت به

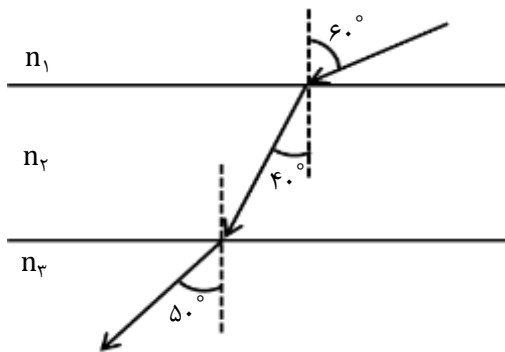
پرتو SC چند درجه منحرف شده است؟



۲۱. یک دسته پرتو نور موازی با زاویه‌ی تابش  $i$  بر یک وجه یک تیغه‌ی شیشه‌ای می‌تابد و از وجه دیگر آن خارج می‌شود. در مسیر پرتو خروجی آینه‌ی مسطحی است که این پرتو را روی خودش باز می‌تاباند. زاویه‌ی بین تیغه و آینه را بر حسب  $i$  بیابید؟

۲۲. در شکل مقابل سطح جدایی محیطه‌های شفاف با هم موازی‌اند.

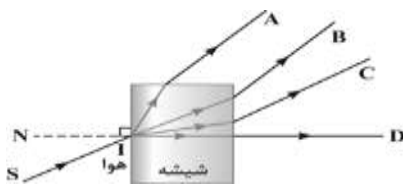
کدام رابطه بین ضریب شکست‌ها برقرار است؟ (۸۶ت)



$$n_2 > n_3 = n_1 \quad (2) \quad n_2 > n_3 > n_1 \quad (1)$$

$$n_3 > n_2 > n_1 \quad (4) \quad n_2 = n_3 > n_1 \quad (3)$$

۲۳. پرتو نور تک‌رنگ SI از هوا بر شیشه می‌تابد. پرتو شکست کدام است؟ (۹۰ت)

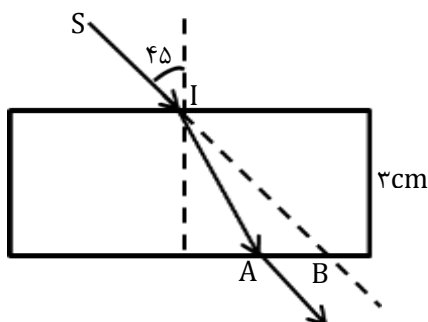


A (1) B (2)

C (3) D (4)

۲۴. در شکل روبه‌رو، پرتو SI با زاویه تابش ۴۵ درجه به سطح یک تیغه‌ی شیشه‌ای به ضخامت ۳cm می‌تابد

و در نقطه‌ی A از تیغه خارج می‌شود. اگر راستای SI در نقطه‌ی B از شیشه خارج شود، AB چند سانتیمتر



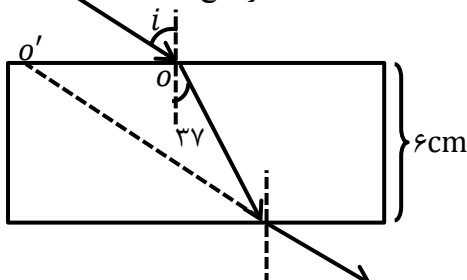
است؟ ( $\sqrt{2}$  = ضریب شکست تیغه‌ی شیشه‌ای) (۹۱ر)

$$\sqrt{3} \quad (1) \quad 3 - \sqrt{3} \quad (2)$$

$$2\sqrt{3} \quad (4) \quad 1 + \sqrt{3} \quad (3)$$

۲۵. پرتو نوری، مطابق شکل زیر از هوا به یک تیغه متوازی‌السطوح می‌تابد و پس از شکست در محیط شفاف، دوباره وارد هوا می‌شود. اگر امتداد پرتو

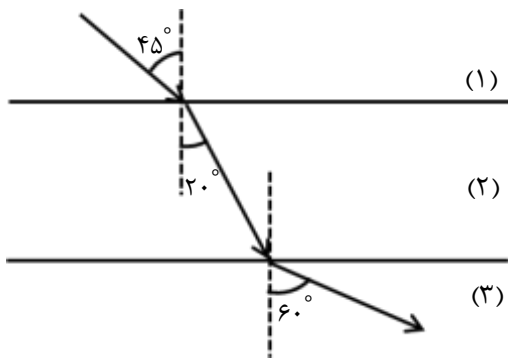
خروجی در  $O'$  به تیغه برخورد کند و  $OO' = 3/5 \text{ cm}$  باشد، ضریب شکست محیط شفاف چقدر است؟ ( $\sin 37^\circ = 0.6$ ) (۹۹ر - خ)



$$\frac{4}{3} \quad (2) \quad \frac{5}{4} \quad (1)$$

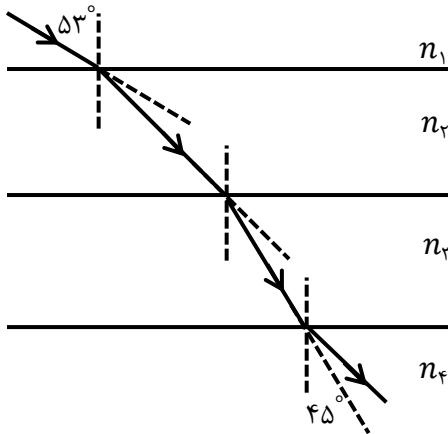
$$\frac{5}{3} \quad (4) \quad \frac{3}{4} \quad (3)$$

۲۶. مطابق شکل زیر پرتو نوری از محیط شفاف (۱) وارد محیط شفاف (۲) و سپس وارد محیط شفاف (۳) می‌شود. سرعت نور در محیط (۱) است؟ (۹۲ت)



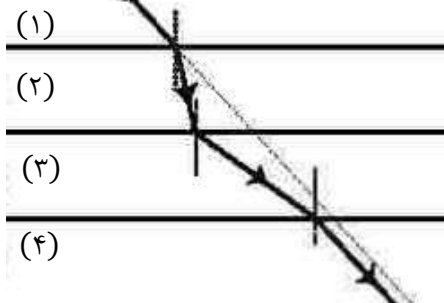
|                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| $\frac{\sqrt{2}}{2}$ (۲) | $\frac{\sqrt{3}}{2}$ (۱) |
| $\sqrt{\frac{2}{3}}$ (۴) | $\sqrt{\frac{3}{2}}$ (۳) |

۲۷. مطابق شکل زیر پرتو نوری از محیط شفاف (۱) وارد محیط‌های شفاف دیگر می‌شود. اگر سرعت نور در محیط (۲)، ۲۵ درصد کمتر از سرعت نور در محیط (۱) باشد و سرعت نور در محیط (۴)، ۴۰ درصد بیشتر از سرعت نور در محیط (۳) باشد؛ ضریب شکست محیط (۲) چند برابر ضریب شکست محیط (۳) است؟ (۹۸)  $(\sin 53^\circ = 0.8, \sin 45^\circ = 0.7)$



|                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| $\frac{4}{3}$ (۲) | $\frac{2}{4}$ (۱) |
| $\frac{6}{5}$ (۴) | $\frac{5}{6}$ (۳) |

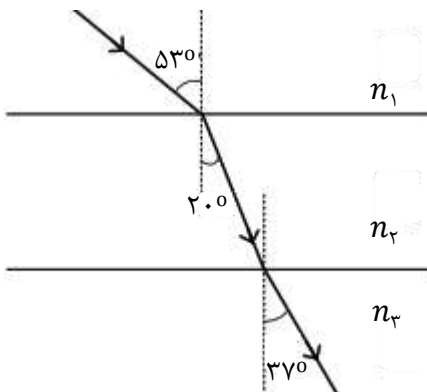
۲۸. در شکل زیر، پرتو نور از محیط (۱) وارد محیط‌های شفاف (۲)، (۳) و (۴) شده است. کدام رابطه برای سرعت نور در این محیط‌ها درست است؟ (پرتو خروجی موازی با پرتو ورودی است). (۱۴۰۱ ت - خ)



|                                         |                                         |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
| $\frac{V_1}{V_2} = \frac{V_2}{V_4}$ (۲) | $\frac{V_1}{V_2} = \frac{V_4}{V_3}$ (۱) |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------|

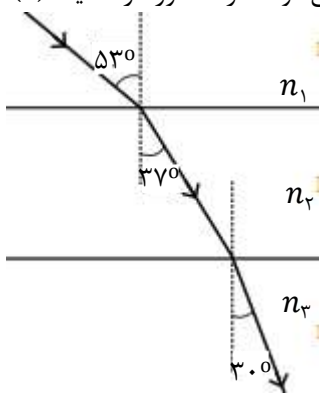
|                                |                                |
|--------------------------------|--------------------------------|
| $V_2 \leq V_1 = V_4 < V_3$ (۴) | $V_2 \leq V_1 = V_4 < V_3$ (۳) |
|--------------------------------|--------------------------------|

۲۹. مطابق شکل زیر، پرتو نوری از محیط شفاف (۱) وارد محیط شفاف (۲) و سپس وارد محیط شفاف (۳) می‌شود. طول موج نور در محیط (۳)، چند برابر طول موج نور در محیط (۱) است؟ (۱۴۰۴ ت - اول)



|                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| $\frac{2}{3}$ (۲) | $\frac{3}{4}$ (۱) |
| $\frac{2}{1}$ (۴) | $\frac{4}{3}$ (۳) |

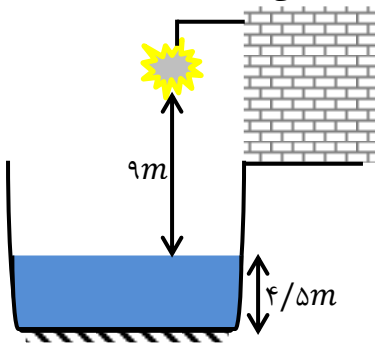
۳۰. در شکل زیر، سطح جدایی محیط‌های شفاف با هم موازی‌اند. نور از هوا وارد محیط (۲) و سپس وارد محیط (۳) می‌شود. سرعت نور در محیط (۲) چند متر بر ثانیه از سرعت نور در محیط (۳) بیشتر است؟ ( $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$  و  $\sin 53^\circ = 0.8$ ) (۱۴۰۴ - ت - خ)



(۱)  $1/25 \times 10^8$  (۲)  $1/875 \times 10^8$

(۳)  $2/25 \times 10^8$  (۴)  $3/75 \times 10^8$

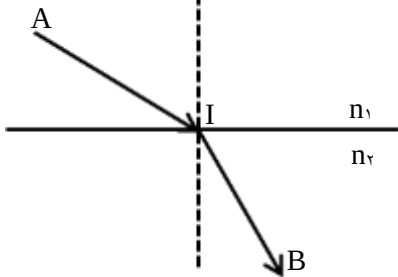
۳۱. در شکل مقابل حداقل زمانی لازم برای آنکه نور لامپ پس از گذشتن از هوا و آب و بازتابش از روی آینه تخت افقی که در کف مخزن نصب شده دوباره به لامپ برگردد، چند ثانیه است؟ (ضریب شکست آب  $\frac{4}{3}$  و  $\frac{m}{s} \times 10^8 \times 3$  سرعت نور در هوا) (۹۳ - ت - خ)



(۱)  $9 \times 10^{-8}$  (۲)  $5 \times 10^{-8}$

(۳)  $2 \times 10^{-8}$  (۴)  $10^{-7}$

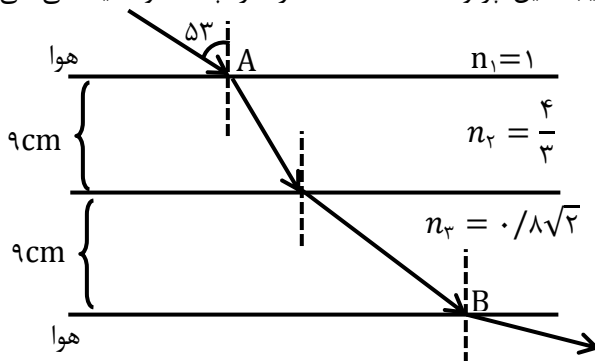
۳۲. در شکل روبه‌رو، پرتو نوری از نقطه‌ای A در محیطی به ضریب شکست  $n_1$  به نقطه‌ای B در محیط دوم که ضریب شکست آن  $n_2$  است، می‌رسد. اگر  $AI = IB = L$  بوده و سرعت نور در محیط اول برابر  $V_1$  باشد، زمان رسیدن نور از A تا B کدام است؟ (۹۲)



(۱)  $\frac{L}{V_1} \left( 1 + \frac{n_2}{n_1} \right)$  (۲)  $\frac{L}{V_1} \left( 1 + \frac{n_1}{n_2} \right)$

(۳)  $\frac{2L}{V_1} \left( 1 - \frac{n_2}{n_1} \right)$  (۴)  $\frac{2L}{V_1} \left( 1 - \frac{n_1}{n_2} \right)$

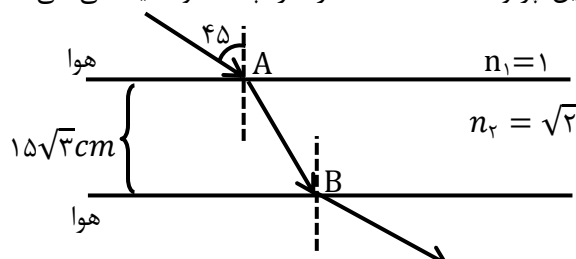
۳۳. پرتو نوری مطابق شکل زیر، از هوا وارد محیط‌های شفاف می‌شود و شکست می‌یابد. این پرتو فاصله A تا B را در چند نانو ثانیه طی می‌کند؟ ( $C = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$  و  $\sin 37^\circ = 0.6$ ) (۹۹ - ت)



(۱)  $0.6$  (۲)  $96$

(۳)  $98$  (۴)  $9/6$

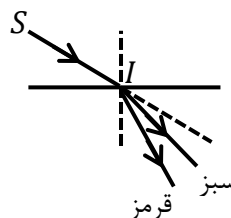
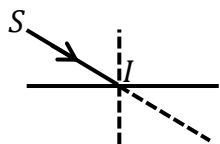
۳۴. مطابق شکل زیر، پرتو نوری از هوا وارد محیط شفاف می‌شود و شکست می‌یابد. این پرتو فاصله A تا B را در چند نانو ثانیه طی می‌کند؟ ( $C = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ ) (۱۴۰۰)



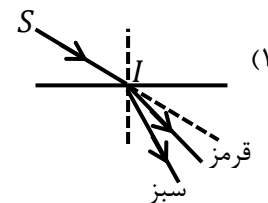
(۱)  $\frac{\sqrt{2}}{2}$  (۲)  $1$

(۳)  $\sqrt{2}$  (۴)  $3$

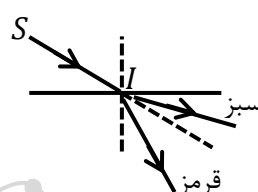
۱. در شکل زیر، پرتو فرودی SI شامل نورهای تکفام قرمز و سبز است که از هوا وارد یک مایع شفاف می‌شود. کدامیک از شکل‌های زیر مسیر شکست نور را درست نشان می‌دهد؟ (۹۸)



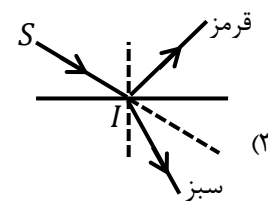
(۲)



(۱)



(۴)

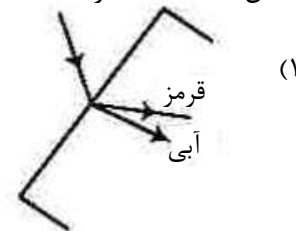


(۳)

۲. در شکل‌های زیر، پرتو فرودی که شامل نورهای آبی و قرمز است، از هوا وارد شیشه می‌شود. کدام شکل، شکستی را نشان می‌دهد که از لحاظ فیزیکی ممکن است؟ (۱۴۰۱)



(۲)



(۱)

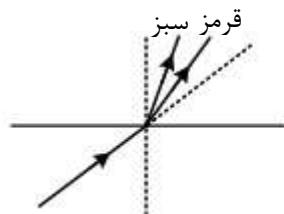


(۴)

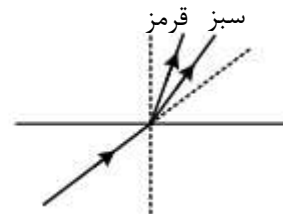


(۳)

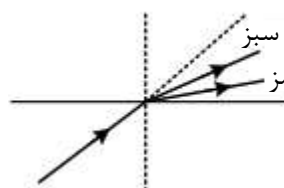
۳. پرتو فرودی که شامل نورهای قرمز و سبز است، از شیشه وارد هوای رقیق می‌شود. کدام شکل شکستی را نشان می‌دهد که از لحاظ فیزیکی ممکن است؟ (۱۴۰۳ - خ)



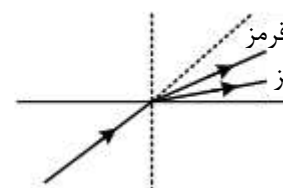
(۲)



(۱)



(۴)



(۳)

۴. پرتو نوری شامل نورهای آبی و قرمز مطابق شکل بر تیغه شیشه‌ای متوازی السطوح می‌تابد. نوری که از طرف دیگر شیشه خارج می‌شود، چگونه است؟

(۱۴۰۴ ر - اول)

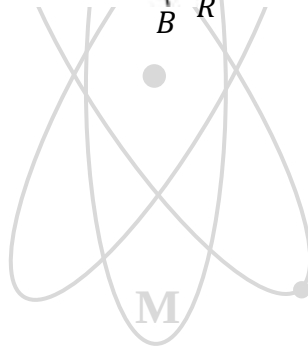
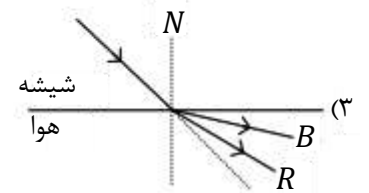
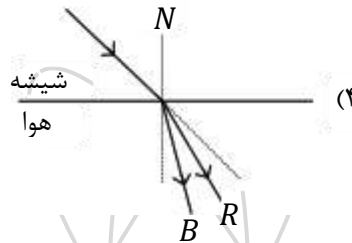
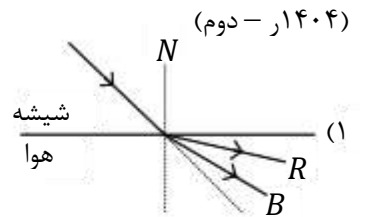
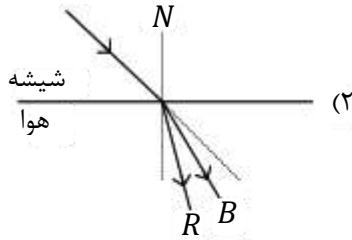
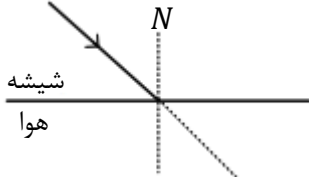
(۱) پرتوها از هم جدا شده‌اند و در دو جهت متفاوت منتشر می‌شوند.

(۲) پرتوها از هم جدا نشده‌اند و در امتداد پرتو تابش، منتشر می‌شوند.

(۳) پرتوها از هم جدا شده‌اند و نزدیک هم در یک جهت منتشر می‌شوند.

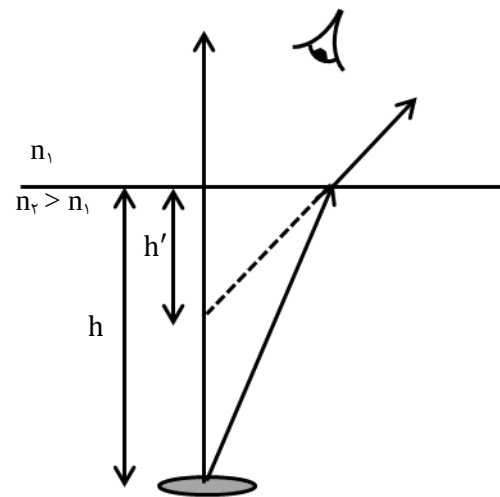
(۴) پرتوها از هم جدا نشده‌اند و در جهت متفاوت با پرتو تابش، منتشر می‌شوند.

۵. مطابق شکل زیر، پرتو نوری شامل پرتوهای آبی (B) و قرمز (R) از شیشه وارد هوا می‌شود. کدام شکل زیر از نظر فیزیکی قابل قبول است؟



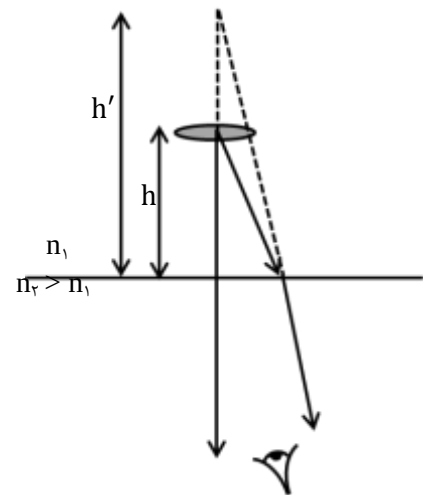
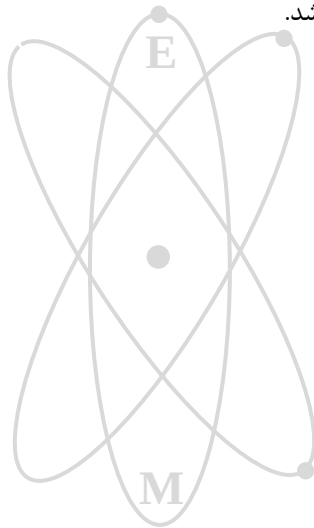
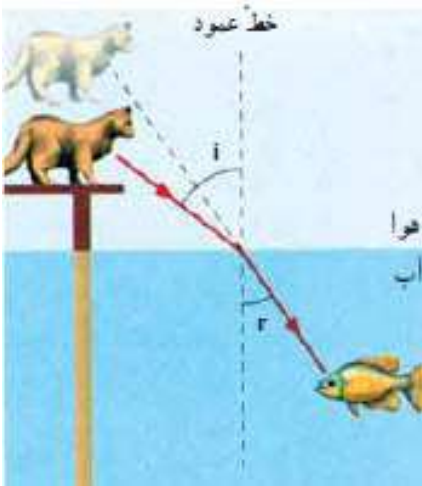


حالت اول: ناظر در محیط رقیق و جسم در محیط غلیظ باشد.



نکته: اگر ناظر در محیط رقیق و جسم در محیط غلیظ باشد، جسم بالاتر از مکان واقعی خود به نظر می‌رسد.

حالت دوم: ناظر در محیط غلیظ و جسم در محیط رقیق قرار باشد.



نکته: اگر ناظر در محیط غلیظ و جسم در محیط رقیق باشد، جسم بالاتر از مکان واقعی خود به نظر می‌رسد.

۱. تحلیل نقش پراش، مبتنی بر کدام مبحث در علم فیزیک است؟ (۱۴۰۱ ر - خ)

(۱) تشدید (۲) بازتاب موج

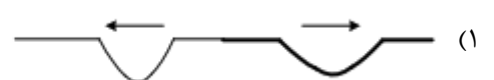
(۳) شکست موج (۴) تداخل امواج

تداخل امواج:

۱. در یک طناب کشیده شده که سمتی از آن نازک و قسمت دیگر ضخیم است، مطابق شکل یک تپ در طناب نازک به سمت مقابل در حرکت است. کدام شکل، وضعیت بعدی طناب را درست نشان می‌دهد؟ (۱۴۰۳ ر - اول)



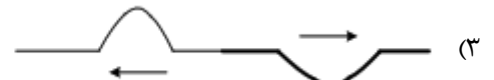
(۲)



(۱)



(۴)



(۳)

۲. شکل زیر انتشار دو تپ موج در ریسمان را نشان می‌دهد. در داخل این دو تپ، در طناب «الف» تداخل ..... و در طناب «ب» تداخل ..... ایجاد می‌شود و بعد از همپوشانی، هر تپ ..... حرکت اولیه، ادامه مسیر می‌دهد. (۱۴۰۳ ر - دوم)



(الف)



(ب)

(۱) سازنده - ویرانگر - در جهت (۲) سازنده - ویرانگر - در خلاف جهت

(۳) ویرانگر - سازنده - در جهت (۴) ویرانگر - سازنده - در خلاف جهت

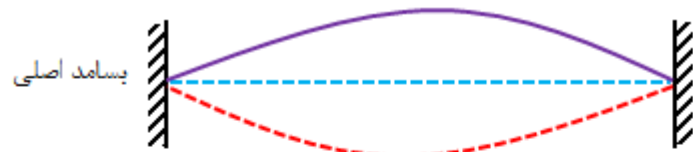
**موج ساکن:** هرگاه دو موج هم راستا، هم دوره (T) و هم دامنه (A) به طرف یکدیگر در حال پیشروی باشند از برهم‌نهی آنها موج‌های ایستاده تشکیل می‌شود. در بعضی نقاط دو موج در فاز مخالف هستند و برهم‌نهی ویرانگر است. این نقاط ساکن می‌مانند و به این نقاط گره گفته می‌شود. در بعضی نقاط دو موج هم‌فاز هستند و برهم‌نهی سازنده است. این نقاط دارای دامنه‌ی بیشینه (2A) بوده و شکم نامیده می‌شوند. در بقیه نقاط دامنه بین صفر تا 2A متغیر می‌باشد.

**نکته:** فاصله‌ی بین دو گره متوالی و فاصله‌ی بین دو شکم متوالی برابر  $\frac{\lambda}{2}$  است و فاصله‌ی بین یک گره و شکم متوالی  $\frac{\lambda}{4}$  است.

**نکته:** در انتهای بسته گره و در انتهای آزاد شکم تشکیل می‌شود.

**نکته:** تمام نقاط بین دو گره متوالی هم‌فازند (با یکدیگر بالا یا پایین می‌روند) ولی نقاط بین دو گره با دو گره بعدی در فاز مخالفند. با عبور از گره فاز به اندازه‌ی  $\pi$  تغییر می‌کند.

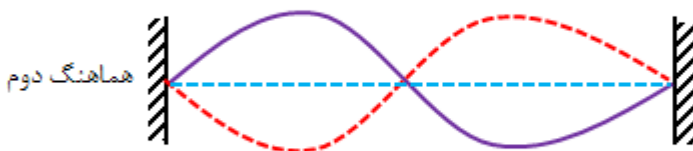
**تار مرتعش با دو انتهای ثابت:**



$$L = \frac{\lambda_1}{2}$$

چون انتهای ثابت طناب نمی‌تواند نوسان کند، در دو انتهای

طناب یا تار مرتعش همواره گره ایجاد می‌شود. با توجه به اینکه



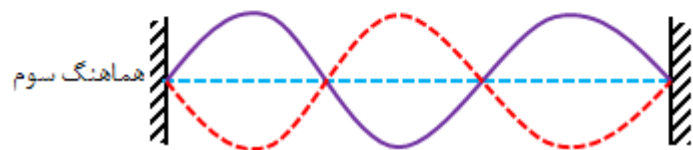
$$L = \lambda_2$$

یک سیم (تار مرتعش) چگونه به ارتعاش درآید، تار مرتعش

حالت‌هایی مثل حالت‌های مقابل را می‌تواند داشته باشد. که در

حالت اول گفته می‌شود تار بسامد اصلی و در حالت دوم

بسامد (همانگ) دوم و .... خود را تولید کرده است.



$$L = \frac{3\lambda_3}{2}$$

$$L = n \frac{\lambda_n}{2}$$

**نکته:** طول طناب مضرب صحیحی از نصف طول موج است. به طوری که n تعداد شکم و یا (۱ - تعداد گره) است.

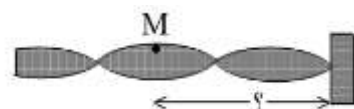
**نکته:** رابطه بین بسامدها:

$$\left. \begin{aligned} L &= n \frac{\lambda_n}{2} \\ V &= \lambda_n f_n \end{aligned} \right\} \Rightarrow L = \frac{n}{2} \frac{V}{f_n} \Rightarrow f_n = \frac{nV}{2L} = n f_1 \Rightarrow f_n = n f_1$$

**نکته:** بسامدهای (همانگ‌های) متوالی تار مرتعش با دو انتهای ثابت یک تصاعد حساب با قدر نسبت  $f_1$  تشکیل می‌دهند.

۱. در شکل مقابل که موج ایستاده را در طناب نشان می‌دهد، نقطه M در SI با معادله  $y = 0.1 \sin(60\pi t)$  نوسان می‌کند. اگر سرعت انتشار موج در

این طناب ۱۲ m/s باشد، فاصله نقطه M تا انتهای طناب چند متر است؟ (۸۳)



(۲) ۰/۳۰

(۱) ۰/۱۵

(۴) ۱/۵

(۳) ۰/۶۰

۲. در سیم یکنواختی که بین دو نقطه ثابت با نیروی معینی کشیده شده موج ایستاده ایجاد می‌کنیم. اگر همان سیم را دولا کنیم و تحت همان نیروی کشش قبلی بین دو نقطه ثابت دیگر قرار دهیم بسامد موج ایستاده اصلی حاصل چند برابر خواهد شد؟ (۸۴ر)

(۱) ۲ (۲)  $\frac{1}{2}$

(۳)  $\sqrt{2}$  (۴)  $\frac{\sqrt{2}}{2}$

۳. تار مرتعشی با بسامد  $400\text{ Hz}$  ارتعاش می‌کند و در طول آن ۵ گره به وجود می‌آید. اگر طول تار  $40\text{ cm}$  باشد، سرعت انتشار موج در تار چند  $\text{m/s}$  است؟ (دو انتهای تار ثابت است) (۸۵ر)

(۱) ۴۰ (۲) ۸۰

(۳) ۱۲۰ (۴) ۱۶۰

۴. موجی در یک طناب منتشر می‌شود و پس از بازتاب از انتهای ثابت طناب تشکیل موج ایستاده می‌دهد. اگر طول موج  $20$  سانتی متر باشد، گره‌ها در چند متری از انتهای ثابت تشکیل می‌شوند؟ ( $n=0, 1, 2, 3, 4, \dots$ ) (۸۵ر)

(۱)  $0.1n$  (۲)  $0.5n$

(۳)  $0.1(2n-1)$  (۴)  $0.5(2n-1)$

۵. در طنابی که ابتدای آن ثابت و انتهای آن آزاد است موج ایستاده تشکیل شده است. اگر فاصله دو گره متوالی در آن  $10\text{ cm}$  و طول طناب  $45\text{ cm}$  باشد، تعداد گره‌ها و شماره هماهنگ به ترتیب کدام است؟ (۸۷ر)

(۱) ۵ و ۳ (۲) ۵ و ۵

(۳) ۷ و ۴ (۴) ۹ و ۵

۶. طول تار مرتعشی یک متر و جرم آن  $10$  گرم است. اگر تار با نیروی کشش  $100$  نیوتن بین دو نقطه بسته شود، بسامد هماهنگ دوم آن چند هرتز می‌شود؟ (۸۷ر)

(۱) ۳۵ (۲) ۵۰

(۳) ۱۰۰ (۴) ۲۰۰

۷. تاری به طول  $60\text{ cm}$  بین دو نقطه محکم بسته شده است. اگر این تار چنان به ارتعاش درآید که هماهنگ سوم خود را تولید کند، در طول آن چند گره تشکیل می‌شود و فاصله بین دو گره متوالی چند سانتیمتر است؟ (۹۰ر)

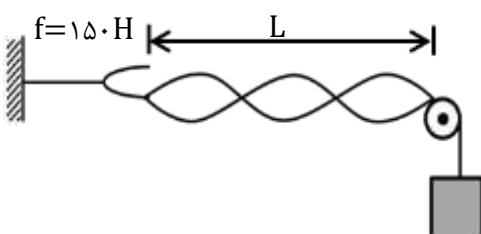
(۱) ۱۵ و ۴ (۲) ۲۰ و ۳

(۳) ۲۰ و ۴ (۴) ۳۰ و ۳

۸. مطابق شکل در یک تار مرتعش موج ایستاده تشکیل شده است. اگر طول تار ( $L$ ) برابر  $60\text{ cm}$  و جرم تار  $2$  گرم باشد، جرم وزنه‌ی آویخته شده از انتهای تار چند گرم است؟ ( $g=10\text{ m/s}^2$ ) (۹۱ر)

(۱) ۳۶۰ (۲) ۶۸۰

(۳) ۱۲۰۰ (۴) ۱۰۰۰

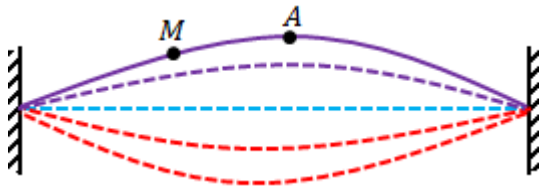


۹. در موج ایستاده‌ای که در یک بعد تشکیل شده است، نقاط بین دو گره متوالی: (۹۱ر)

(۱) همفاز و هم بسامدند (۲) در لحظه‌ی عبور از نقطه‌ی تعادل، سرعتی برابر دارند.

(۳) بسامد آنها برابر با مجموع بسامد موجهای تشکیل دهنده‌ی موج ایستاده است. (۴) همه‌ی موارد

۱۰. در یک طناب موج ایستاده‌ای مطابق شکل تشکیل شده است. کدام جمله‌ی زیر در مورد دو نقطه‌ی A و M درست است؟ (۹۱ر-خ)



(۱) دامنه‌ی نوسان هر دو نقطه یکسان است.

(۲) اختلاف فاز این دو نقطه  $\frac{\pi}{4} rad$  است.

(۳) بسامد نوسان A بیش از بسامد نوسان M است.

(۴) سرعت A در هنگام عبور از وضع تعادل، بیش از سرعت M هنگام عبور از وضع تعادل است.

۱۱. طول یک تار مرتعش دو انتها بسته ۴۰cm و بسامد صوت اصلی آن ۱۵۰Hz است. اگر جرم هر سانتیمتر تار ۲۰mg باشد، کشش تار چند نیوتن است؟ (۹۲ر)

(۱) ۱۴/۴ (۲) ۲۸/۸

(۳) ۱۴۴ (۴) ۲۸۸

۱۲. چگالی یک تار مرتعش که از دو طرف بسته شده است، ۴ گرم بر سانتیمتر مکعب و قطر مقطع آن یک میلیمتر و طول آن ۴۰cm است. اگر تار با نیروی ۳۰N کشیده شود، بسامد صوت اصلی آن چند هرتز است؟  $(\pi=3)$  (۹۳ر)

(۱) ۱۲۵ (۲) ۲۵۰

(۳) ۳۷۵ (۴) ۵۰۰

۱۳. تاری بین دو نقطه بسته شده و با بسامد f ارتعاش می‌کند و در طول آن یک شکم تشکیل شده است. اگر نیروی کشش تار را ۴ برابر کنیم و آن را با بسامد ۸f به ارتعاش درآوریم، در این حالت در طول تار چند شکم تشکیل می‌شود؟ (۹۳ت)

(۱) ۲ (۲) ۴

(۳) ۶ (۴) ۸

۱۴. دو سر یک تار در دو نقطه محکم بسته شده و در آن موج ایستاده تشکیل شده است و طول موج در تار، برابر با ۱۶cm می‌باشد. کدامیک از اندازه‌های داده شده بر حسب cm نمی‌تواند طول این تار باشد؟ (۹۴ر)

(۱) ۲۴ (۲) ۴۰

(۳) ۶۰ (۴) ۱۲۰

۱۵. تاری بین دو نقطه محکم بسته شده است. در این تار موج ایستاده تشکیل شده است. اگر طول موج در تار ۱۶cm باشد، طول این تار ممکن است چند سانتیمتر باشد؟ (۹۴ر-خ)

(۱) ۹۲ (۲) ۴۶

(۳) ۲۴ (۴) ۱۲

۱۶. در یک طناب که دو سر آن ثابت بسته شده است، موج ایستاده تشکیل می‌شود. اگر طول طناب ۶۰ cm و در آن ۴ گره تشکیل شود، بسامد نوسان طناب چند هرتز است؟ (سرعت انتشار موج در طناب ۲۴۰ m/s است). (۹۴-ت)

- (۱) ۳۰۰  
(۲) ۴۰۰  
(۳) ۶۰۰  
(۴) ۸۰۰

۱۷. تار به طول ۲۰ cm و جرم واحد طول ۱۲ g/m بین دو نقطه بسته شده و نیروی کشش آن ۱۲۰ N است. تار به تشدید درآمده و در طول آن ۲ شکم ایجاد می‌شود. بسامد موج ایجاد شده در تار در این حالت چند هرتز است؟ (۹۴-ت-خ)

- (۱) ۲۵۰  
(۲) ۵۰۰  
(۳) ۷۵۰  
(۴) ۱۰۰۰

۱۸. در موج‌های ایستاده همه‌ی ذره‌های بین دو گره متوالی، از مرکز نوسان خود .....

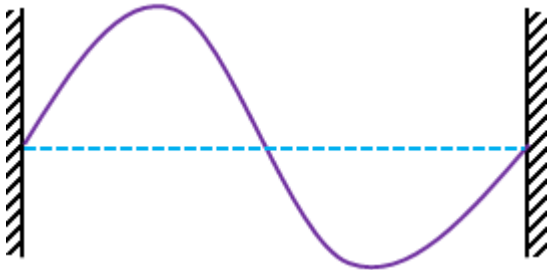
(۱) با سرعت‌های متفاوت و در زمانهای مختلف عبور می‌کنند.

(۲) با سرعت‌های متفاوت و هم‌زمان عبور می‌کنند.

(۳) با سرعت‌های یکسان و هم‌زمان عبور می‌کنند.

(۴) با سرعت‌های یکسان و در زمانهای مختلف عبور می‌کنند.

۱۹. شکل مقابل یک موج ایستاده را در لحظه‌ی  $t=0$  نشان می‌دهد. شکل این موج در لحظه‌ی  $t = \frac{3T}{8}$  چگونه است؟



۲۰. تار به طول ۴۵ cm بین دو نقطه ثابت بسته شده است. در این تار موج ایستاده ایجاد شده و در طول آن سه شکم تشکیل شده است. اگر سرعت انتشار موج عرضی در این تار ۱۸۰ m/s باشد، بسامد صدای تار در این حالت چند هرتز است و این بسامد هماهنگ چندم صوت اصلی است؟ (۹۵-ر-خ)

- (۱) ۳۰۰ ، سوم  
(۲) ۳۰۰ ، چهارم  
(۳) ۶۰۰ ، سوم  
(۴) ۶۰۰ ، چهارم

۲۱. سیمی به چگالی  $7/8 \text{ g/cm}^3$  و سطح مقطع  $1 \text{ mm}^2$  بین دو نقطه با نیروی ۳۱۲ N کشیده شده است. اگر در این سیم موج ایستاده تشکیل شود و فاصله‌ی دو گره متوالی آن ۲۰ cm باشد، بسامد موج چند هرتز است؟ (۹۵-ت)

- (۱) ۲۵۰  
(۲) ۵۰۰  
(۳) ۱۰۰۰  
(۴) ۲۰۰۰

۲۲. در یک تار مرتعش، موج ایستاده ایجاد شده است. اگر بسامد این موج ۴۰۰ Hz و سرعت انتشار موج در تار ۱۶۰ m/s باشد، فاصله بین دو گره متوالی در این تار چند سانتیمتر است؟ (۹۸-ر-خ)

- (۱) ۱۰  
(۲) ۲۰  
(۳) ۳۰  
(۴) ۴۰

۲۳. در یک تار مرتعش دو سر بسته، یکی از بسامدهای تشدید  $375\text{Hz}$  و بسامد تشدید بعدی  $500\text{Hz}$  است. بسامد تشدید پس از  $750\text{Hz}$  چند هرتز است؟ (۹۹ ر)

- (۱) ۸۲۵  
(۲) ۸۷۵  
(۳) ۹۲۵  
(۴) ۹۷۵

۲۴. تاری به طول  $50\text{cm}$  بین دو نقطه محکم بسته شده و بسامد هماهنگ سوم آن  $210$  هرتز است. اگر جرم تار  $5$  گرم باشد، نیروی کشش آن چند نیوتن است؟ (۹۹ ر - خ)

- (۱) ۴۹  
(۲) ۹۸  
(۳) ۱۴۷  
(۴) ۲۴۱

۲۵. مجموع بسامدهای دو هماهنگ نخست یک تار دو انتها بسته  $375$  هرتز است. اگر طول تار  $40\text{cm}$  و جرم آن  $10\text{g}$  باشد، نیروی کشش تار چند نیوتن است؟ (۱۴۰۰ ر)

- (۱) ۱۸۰  
(۲) ۲۰۰  
(۳) ۳۶۰  
(۴) ۲۵۰

۲۶. رشته‌ای از بسامدهای متوالی تشدید یک تار دو انتها بسته به طول  $50\text{cm}$  عبارتند از:  $150\text{Hz}$ ،  $225\text{Hz}$  و  $300\text{Hz}$ ، تندی انتشار موج در تار چند متر بر ثانیه است؟ (۱۴۰۰ ر - خ)

- (۱) ۷۵  
(۲) ۱۵۰  
(۳) ۲۰۰  
(۴) ۳۰۰

۲۷. رشته‌ای از بسامدهای تشدید یک تار با دو انتهای بسته به صورت  $f_1$ ،  $160\text{Hz}$  و  $f_3$  و  $320\text{Hz}$  است.  $f_3 - f_1$  چند هرتز است؟ (۱۴۰۱ ر)

- (۱) ۲۴۰  
(۲) ۱۸۰  
(۳) ۱۶۰  
(۴) ۸۰

۲۸. در یک تار دو انتها بسته، یکی از بسامدهای تشدید  $150\text{Hz}$  و بسامد تشدید پس از آن  $225\text{Hz}$  است. اگر در طول تار پنج گره تشکیل شده باشد، بسامد تار در این حالت چند هرتز است؟ (۱۴۰۱ ر - خ)

- (۱) ۶۰۰  
(۲) ۳۷۵  
(۳) ۳۰۰  
(۴) ۲۲۵

۲۹. طول یکی از تارهای پیانویی  $1\text{m}$  و جرم آن  $9\text{g}$  است. اگر بسامد اصلی این تار  $125\text{Hz}$  باشد، نیروی کشش تار چند نیوتن است؟ (۱۴۰۱ ر - خ)

- (۱)  $281/25$   
(۲)  $562/5$   
(۳)  $843/75$   
(۴)  $1125$

۳۰. تاری به طول  $60\text{ cm}$  با دو انتهای ثابت ارتعاش می‌کند و در طول آن ۳ شکم تشکیل شده است. اگر بسامد ایجاد شده  $300$  هرتز باشد، تندی موج عرضی در تار چند متر بر ثانیه است و بسامد صوت اصلی تار چند هرتز است؟ (۱۴۰۲ - دوم)

(۱)  $500$  و  $300$

(۲)  $120$  و  $300$

(۳)  $120$  و  $100$

(۴)  $500$  و  $100$

۳۱. مطابق شکل، تاری که بین دو تکیه‌گاه محکم شده است، در هماهنگ اول خود با بسامد  $f$  به نوسان درمی‌آید. اگر فاصله دو تکیه‌گاه  $50\text{ cm}$  و تندی موج عرضی در آن  $250\text{ m/s}$  باشد، چند میلی ثانیه طول می‌کشد تا هر یک از ذرات تار یک نوسان انجام دهند؟ (۱۴۰۲ - دوم)



(۱)  $25$

(۲)  $2$

(۳)  $5$

(۴)  $4$

۳۲. بسامد اصلی یک تار ویولن به طول  $20\text{ cm}$  برابر  $500\text{ Hz}$  است. طول موج امواج صوتی گسیل شده توسط تار، چند سانتیمتر است؟ (سرعت صوت در هوا  $340\text{ m/s}$  فرض شود) (۱۴۰۲ - خ)

(۱)  $80$

(۲)  $68$

(۳)  $40$

(۴)  $34$

۳۳. دو بسامد تشدیدی متوالی یک تار دو انتها ثابت،  $240\text{ Hz}$  و  $280\text{ Hz}$  است. کدام بسامد بر حسب هرتز، از بسامدهای تشدید این تار نیست؟ (۱۴۰۲ - خ)

(۱)  $60$

(۲)  $80$

(۳)  $160$

(۴)  $320$

۳۴. تاری به طول  $60\text{ cm}$  و جرم  $4$  گرم بین دو نقطه با نیروی کشش  $324\text{ N}$  بسته شده است. بسامد هماهنگ چهارم تار چند هرتز است؟ (۱۴۰۳ - اول)

(۱)  $400$

(۲)  $800$

(۳)  $600$

(۴)  $1200$

۳۵. تندی انتشار موج عرضی در تار دو انتها بسته‌ای  $180\text{ m/s}$  است و تار با بسامد  $600\text{ Hz}$  ارتعاش می‌کند. اگر طول تار  $60\text{ cm}$  باشد، صوت ایجاد شده هماهنگ چندم تار است و طول امواج صوتی گسیل شده توسط تار چند سانتیمتر است؟ (تندی صوت در هوا  $336\text{ m/s}$  است). (۱۴۰۳ - دوم)

(۱) چهارم -  $30$

(۲) چهارم -  $56$

(۳) سوم -  $30$

(۴) سوم -  $56$

۳۶. تاری بین دو نقطه بسته شده و نیروی کشش آن  $50\text{ N}$  است. نیروی کشش تار را چند نیوتن افزایش دهیم تا بسامد صوت اصلی آن  $20$  درصد افزایش یابد؟ (۱۴۰۳ - خ)

(۱)  $44$

(۲)  $40$

(۳)  $22$

(۴)  $20$

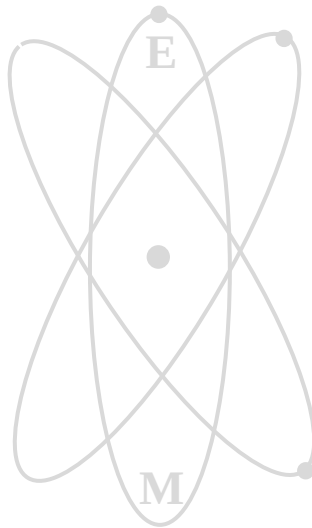
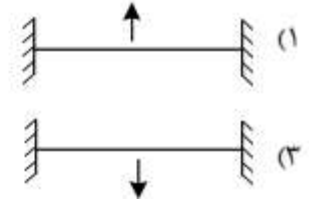
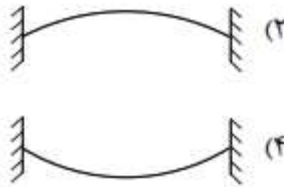


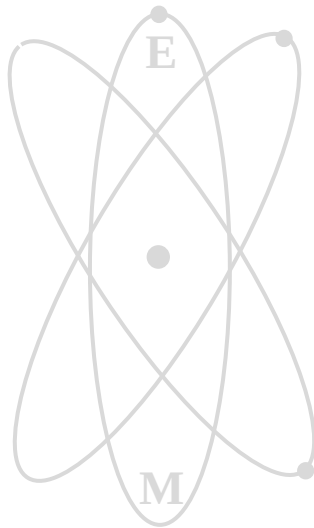
۳۷. موج ایستاده‌ای در یک تار ایجاد می‌شود، در مکان شکم‌ها، موج رونده و موج برگشتی در مقایسه با هم، چگونه‌اند؟ (۱۴۰۴ - خ)

(۱) در هر دوره چهار بار هم‌فازند. (۲) در هر دوره دو بار ناهم‌فازند.

(۳) همواره در فاز مخالف‌اند. (۴) همواره هم‌فازند.

۳۸. تاری که بین دو تکیه‌گاه محکم شده است، در هماهنگ اول با بسامد  $f$  به نوسان درمی‌آید. شکل زیر تار را در لحظه  $t=0$  نشان می‌دهد. کدام شکل نشان دهنده حرکت تار در لحظه  $t = \frac{v}{4f}$  است؟ (۱۴۰۴ - خ)





# فصل پنجم

## آشنایی با فیزیک اتمی

طبق نظریه کوانتومی پلانک انرژی که جسم به صورت موج الکترومغناطیس گسیل می کند نمی تواند هر مقداری داشته باشد، انرژی تابشی گسیل هر جسم همواره مضرب درستی از یک مقدار پایه است و این مقدار به بسامد تابش (موج الکترومغناطیس) بستگی دارد. بنابراین انرژی یک موج الکترومغناطیس با بسامد  $f$  برابر است با:

$$E = nhf$$

در رابطه ای بالا  $n$ ، تعداد کوانتوم (بسته های) انرژی (فوتون) می باشد و عدد کوانتومی نام دارد.  $h$  نیز ثابت پلانک نام دارد و مقدار آن  $6.63 \times 10^{-34} \text{ J.S}$  می باشد. همچنین به حاصلضرب  $hf$  کوانتوم انرژی تابشی گسیل شده با بسامد  $f$  گفته می شود.

**نکته ۱:** اگر در مسئله ای طول موج موج الکترومغناطیس داده شده باشد، آنگاه انرژی موج با رابطه ای مقابل قابل محاسبه است:

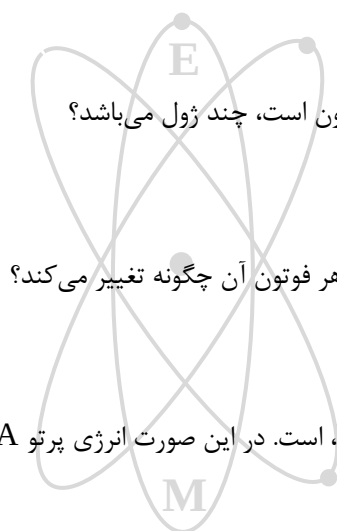
$$E = n \frac{hc}{\lambda}$$

**نکته ۲:** کوانتوم انرژی با طول موج رابطه ای عکس و با بسامد رابطه ای مستقیم دارد و در یک محیط یکسان امواج با طول موج کمتر بسته های انرژی، پر انرژی تری دارند.

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{f_2}{f_1} \quad \text{یا} \quad \frac{E_2}{E_1} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

**نکته ۳:** با تغییر محیط، بسامد موج الکترومغناطیس ثابت مانده و انرژی فوتون های آن نیز ثابت می ماند.

۱. کوانتوم انرژی پرتویی به طول موج  $0.3 \text{ nm}$  آنگستروم چند ژول است؟



۲. انرژی وابسته به فوتونی که طول موج آن در خلا  $0.22 \text{ nm}$  میکرون است، چند ژول می باشد؟

۳. اگر نور از هوا وارد شیشه شود، طول موج و انرژی وابسته به هر فوتون آن چگونه تغییر می کند؟

۴. طول موج پرتو الکترومغناطیس  $A$ ، برابر طول موج پرتو  $B$  است. در این صورت انرژی پرتو  $A$  چند برابر انرژی پرتو  $B$  است؟

۵. اختلاف طول موج پرتوهای  $A$  و  $B$  برابر  $4 \text{ nm}$  است. اگر کوانتوم انرژی پرتو  $B$  سه برابر کوانتوم انرژی پرتو  $A$  باشد، طول موج پرتوهای  $A$  و  $B$  را بیابید؟

۶. اختلاف بسامد دو پرتو نور  $2 \times 10^{15}$  هرتز می باشد. اگر کوانتوم انرژی یکی ۳ برابر دیگری باشد، طول موج بزرگتر چند نانومتر است؟

۷. اگر پرتو نور وارد محیطی شود که طول موجش در آن محیط نصف شود، انرژی وابسته به هر فوتون آن چگونه تغییر می کند؟ (۷۶ت)

(۱) دو برابر می شود (۲) نصف می شود

(۳) یک چهارم می شود (۴) ثابت می ماند

۸. اختلاف طول موج پرتوهای A و B برابر ۴ نانومتر است. اگر انرژی فوتون پرتو B، ۳ برابر انرژی فوتون پرتو A باشد، طول موج پرتوهای A و B بر حسب نانومتر به ترتیب از راست به چپ کدام اند؟ (۸۲ت)

- (۱) ۱ و ۵  
(۲) ۶ و ۲  
(۳) ۵ و ۱  
(۴) ۲ و ۶

۹. انرژی فوتون A، ۲/۵ برابر انرژی فوتون B است. اگر اختلاف بسامد این دو فوتون  $9 \times 10^{14} \text{ Hz}$  باشد، طول موج فوتون A، چند میکرومتر است؟

$$(C = 3 \times 10^8 \text{ m/s}) (1400 - \text{ر - خ})$$

- (۱) ۳۰۰  
(۲) ۲۰۰  
(۳) ۰/۳  
(۴) ۰/۲

۱۰. انرژی فوتون B، ۲۵ درصد از انرژی فوتون A کمتر است. اگر اختلاف طول موج این دو فوتون ۵۰ نانومتر باشد، اختلاف بسامد این دو فوتون چند

$$\text{هرتز است؟ } (C = 3 \times 10^8 \text{ m/s}) (1401 - \text{ر})$$

- (۱)  $5 \times 10^{15}$   
(۲)  $2 \times 10^{15}$   
(۳)  $2 \times 10^{14}$   
(۴)  $5 \times 10^{14}$

۱۱. فوتون‌های مربوط به کدام موج الکترومغناطیسی دارای انرژی بیشتری است؟ (۹۴ر)

- (۱) نور قرمز  
(۲) نور آبی

- (۳) موج رادیویی UHF  
(۴) موج رادیویی VHF

۱۲. نور تک رنگی که طول موج آن در خلا  $6/6 \times 10^{-7} \text{ m}$  است، از محیطی عبور می‌کند، این محیط برای جذب  $3 \text{ J}$  انرژی چند فوتون را باید جذب نماید؟

$$(c = 3 \times 10^8 \text{ m/s} \text{ و } h = 6/63 \times 10^{-34} \text{ J.s})$$

- (۱)  $10^{15}$   
(۲)  $10^{19}$   
(۳)  $10^{23}$   
(۴)  $10^{29}$

۱۳. بسامد یک فرستنده رادیویی FM، ۷۵ مگاهرتز و توان تشعشع آنتن آن  $4/8 \times 10^4$  وات است. در هر ثانیه چند فوتون از این آنتن گسیل می‌گردد؟

$$(e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C} \text{ و } h = 4 \times 10^{-15} \text{ eV.s}) (96 - \text{ت - خ})$$

- (۱)  $10^{30}$   
(۲)  $7/5 \times 10^{20}$   
(۳)  $16 \times 10^{20}$   
(۴)  $16 \times 10^{10}$

۱۴. یک لامپ ۲۰۰ وات، نور بنفش با طول موج  $400 \text{ nm}$  گسیل می‌کند. یک لامپ ۲۰۰ واتی دیگر نور زرد با طول موج  $600 \text{ nm}$  گسیل می‌کند. تعداد

فوتون‌هایی که در هر ثانیه از لامپ زرد گسیل می‌شود، چند برابر تعداد فوتون‌هایی است که در همین مدت از لامپ بنفش گسیل می‌شود؟ (۹۸ر)

- (۱)  $\frac{2}{3}$   
(۲) ۱  
(۳) ۱/۵  
(۴) ۲

۱۵. توان یک لامپ که نور تکرنگ با بسامد  $6 \times 10^{14} \text{ Hz}$  گسیل می‌کند، ۳۳ وات است. این لامپ در هر دقیقه چند فوتون تابش می‌کند؟ (۹۹ ت - خ)

$$(e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C} \text{ و } h = 6/6 \times 10^{-34} \text{ J.s})$$

$$(1) \quad 1/5 \times 10^{21} \quad (2) \quad 5 \times 10^{21}$$

$$(3) \quad 5/3 \times 10^{20} \quad (4) \quad 8 \times 10^{20}$$

۱۶. اگر یک چشمه لیزر با توان ۰/۳ میلی وات نوری با طول موج ۶۶۳ نانومتر تولید کند، در هر ثانیه چند فوتون از این چشمه گسیل می‌شود؟

$$(c = 3 \times 10^8 \text{ m/s} \text{ و } h = 6/63 \times 10^{-34} \text{ J.s}) \quad (1402 \text{ ر - خ})$$

$$(1) \quad 3 \times 10^{15} \quad (2) \quad 10^{15}$$

$$(3) \quad 5 \times 10^{13} \quad (4) \quad 10^{13}$$

۱۷. نسبت انرژی فوتونی با طول موج ۴۰۰ nm به انرژی فوتونی با طول موج ۶۰۰ nm کدام است؟ (۱۴۰۴ ت - دوم)

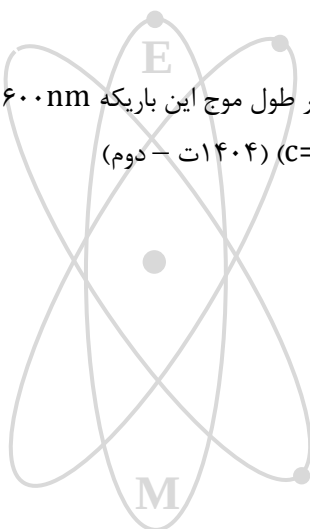
$$(1) \quad 0/44 \quad (2) \quad 0/67$$

$$(3) \quad 1/50 \quad (4) \quad 2/25$$

۱۸. توان باریکه نور خروجی یک لیزر گازی ۶۶۳ mW است. اگر طول موج این باریکه ۶۰۰ nm باشد، تعداد فوتون‌هایی که در هر دقیقه از این لیزر گسیل می‌شود، چقدر است؟  $(c = 3 \times 10^8 \text{ m/s} \text{ و } h = 6/63 \times 10^{-34} \text{ J.s})$  (۱۴۰۴ ت - دوم)

$$(1) \quad 2 \times 10^{20} \quad (2) \quad 1/2 \times 10^{20}$$

$$(3) \quad 2 \times 10^{18} \quad (4) \quad 1/2 \times 10^{18}$$



یکی از یکاهای انرژی می‌باشد که واحد مناسبی برای انرژی در فیزیک اتمی می‌باشد. یک الکترون ولت بنا به تعریف برابر تغییر مقدار انرژی یک الکترون تحت ولتاژ یک ولت است. یک ژول برابر است با مقدار انرژی بار الکتریکی یک کولن که تحت اختلاف پتانسیل ۱ ولت است.

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \rightarrow 1eV = 1/6 \times 10^{-19} (cV) \rightarrow 1/6 \times 10^{-19} J = 1eV$$

نکته ۴: حال می‌توان مقدار دیگری برای ثابت پلانک با واحد eV.s بدست آورد:

$$h = 6/63 \times 10^{-34} J.s = 6/63 \times 10^{-34} \times \frac{1}{1/6 \times 10^{-19}} eV.s \rightarrow h = 4/14 \times 10^{-15} eV.s$$

نکته ۵: حاصلضرب hc با استفاده از مقدار h با یکای eV.s نیز به صورت مقابل خواهد بود:

$$hc = 4/14 \times 10^{-15} eV.s \times 3 \times 10^8 \times 10^9 \cong 1240 eV.nm$$

۱۹. اگر ضریب ثابت پلانک  $6/63 \times 10^{-34} J.s$  باشد، این ضریب چند الکترون ولت ثانیه است؟  $(e = 1/6 \times 10^{-19} C)$  (۹۳ر)

$$(1) \frac{33}{8} \times 10^{15} \quad (2) \frac{8}{33} \times 10^{-15}$$

$$(3) \frac{33}{8} \times 10^{-15} \quad (4) \frac{8}{33} \times 10^{15}$$

۲۰. انرژی فوتونی ۲KeV است. طول موج وابسته به این فوتون چند نانومتر است؟  $(h = 4 \times 10^{-15} eV.s$  و  $C = 3 \times 10^8 Km/s$ ) (۹۵ر-خ)

$$(1) 50 \quad (2) 60$$

$$(3) 0.5 \quad (4) 0.6$$

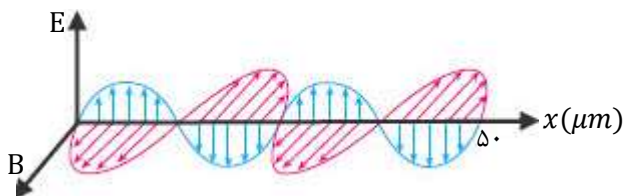
۲۱. انرژی هر کوانتوم یک موج الکترومغناطیسی  $4 \times 10^{-7} eV$  است. این موج در کدام ناحیه از طیف امواج الکترومغناطیسی قرار دارد؟ (۹۹ت)

$$(h = 6/63 \times 10^{-34} J.s \text{ و } c = 3 \times 10^8 m/s \text{ و } e = 1/6 \times 10^{-19} C)$$

$$(1) \text{رادیویی} \quad (2) \text{نور مرئی}$$

$$(3) \text{فرابنفش} \quad (4) \text{فروسرخ}$$

۲۲. شکل زیر، تصویری از یک موج الکترومغناطیسی است که در خلا در حال انتشار است. انرژی هر یک از فوتون‌های این موج چند الکترون ولت است؟



$$(h = 4 \times 10^{-15} eV.s \text{ و } c = 3 \times 10^8 m/s) \text{ (۹۹ت-خ)}$$

$$(1) 2/4 \quad (2) 2/4 \times 10^{-2}$$

$$(3) 4/8 \quad (4) 4/8 \times 10^{-2}$$

۲۳. یک الکترون به جرم  $10^{-30} kg$  و بار الکتریکی  $1/6 \times 10^{-19} C$  در میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی  $125 N/C$  از حالت سکون رها می‌شود و تحت اثر میدان الکتریکی،  $10 cm$  جابه‌جا می‌شود. زمان این جابه‌جایی چند نانو ثانیه است و در این مدت تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی این الکترون، چند الکترون ولت است؟ (۴۰ر-خ)

$$(1) 100, 12/5 \quad (2) 100, -12/5$$

$$(3) 40, -12/5 \quad (4) 40, 12/5$$

۲۴. کدام انرژی (بر حسب الکترون ولت) وابسته به فوتونی در محدوده نور مرئی است؟ ( $hc=1240 \text{ eV.nm}$ ) (۱۴۰۲ - اول)

۱ (۱) ۲/۵ (۲)

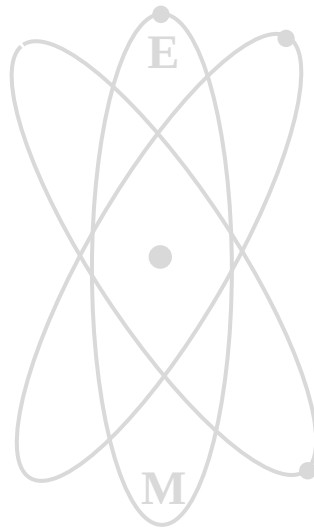
۴/۵ (۳) ۱۰ (۴)

۲۵. توان یک چشمه نوری چند وات باشد تا در مدت زمان یک دقیقه به تعداد  $n=3 \times 10^{21}$  فوتون با طول موج  $\lambda=248 \text{ nm}$  گسیل کند؟

( $e=1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$  و  $hc=1240 \text{ eV.nm}$ ) (۱۴۰۴ - خ)

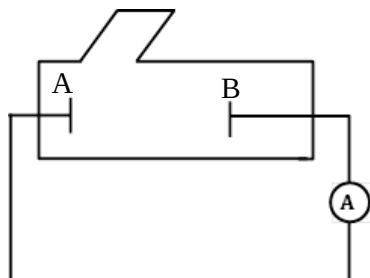
۴۰ W (۱) ۶۰ W (۲)

۱۰۰ W (۳) ۱۲۰ W (۴)





اثر فوتوالکتریک: جدا کردن الکترون از سطح یک فلز با تاباندن نور بر آن را پدیده‌ی فوتوالکتریک و الکترون‌های گسیل شده از سطح فلز را فوتوالکترئون می‌نامند.



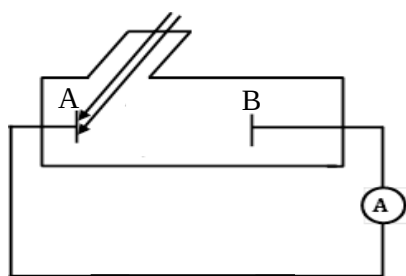
### آزمایش فوتوالکتریک:

دستگاه فوتوالکتریک مطابق شکل مقابل می‌باشد که شامل دو الکتروند فلزی A و B می‌باشد

که در یک محفظه‌ی خلا قرار دارند و از بیرون به یک منبع ولتاژ قابل تنظیم متصل شده‌اند.

تذکر: در مدار شکل مقابل آمپرسنج هیچ جریانی را نشان نمی‌دهد. زیرا الکترودهای A و B به یکدیگر متصل نیستند و بین آنها خلا است و هیچ مولدی در مدار وجود ندارد.

### نتایج تجربی:



آزمایش ۱: با تاباندن نوری با بسامد مناسب (نه با هر بسامدی) به الکتروند A مشاهده می‌کنیم که در مدار

جریان برقرار می‌شود. زیرا نور سبب جدا شدن الکترون از سطح فلز شده و الکترون‌هایی که انرژی جنبشی

کافی داشته باشند خود را به الکتروند B می‌رسانند و جریان در مدار برقرار می‌شود.

نتیجه ۱: پدیده فوتوالکتریک با هر بسامدی رخ نمیدهد (به یک حداقل بسامد به نام بسامد آستانه نیاز است). این بسامد به جنس فلز بستگی دارد.

آزمایش ۲: آزمایش را با نوری که بسامد آن کمتر از بسامد مناسب باشد تکرار می‌کنیم و شدت نور فرودی را افزایش می‌دهیم.

نتیجه ۲: اگر بسامد نور فرودی کمتر از بسامد آستانه باشد، هر چند شدت نور فرودی را افزایش دهیم، اثر فوتو الکتریک رخ نمی‌دهد.

آزمایش ۳: آزمایش را با نوری که بسامد آن بیشتر از بسامد مناسب باشد تکرار می‌کنیم و شدت نور فرودی را افزایش می‌دهیم.

نتیجه ۱-۳: با افزایش شدت نور فرودی (البته برای بسامدهای بیشتر از بسامد آستانه) شدت جریان افزایش می‌یابد.

نتیجه ۲-۳: با افزایش شدت نور فرودی (البته برای بسامدهای بیشتر از بسامد آستانه) انرژی جنبشی فوتوالکترئون‌ها تغییری نمی‌کند.

آزمایش ۴: آزمایش را با نورهایی که بسامد آن بیشتر از بسامد مناسب باشد تکرار می‌کنیم.

نتیجه ۴: اگر بسامد نور فرودی (البته برای بسامدهای بیشتر از بسامد آستانه) افزایش یابد، انرژی جنبشی فوتوالکترئون‌ها نیز افزایش می‌یابد.

### سازگاری و ناسازگاری های نتایج تجربی و فیزیک کلاسیک

ناسازگاری نتایج ۱ و ۲ با فیزیک کلاسیک: فیزیک کلاسیک پیش‌بینی می‌کند که به ازای هر بسامدی پدیده فوتوالکتریک (جدا شدن الکترون از سطح فلز) باید رخ دهد. توجیه فیزیک کلاسیک برای این پدیده به این صورت است:

هنگام برهم‌کنش موج الکترومغناطیسی (نور) با سطح فلز، میدان الکتریکی این موج نیروی  $F = -eE$  را به الکترون وارد می‌کند و آنها را به نوسان درمی‌آورد. با افزایش دامنه نوسان برخی الکترون‌ها انرژی لازم برای جدا شدن از سطح فلز را بدست می‌آورد. حال می‌بینیم که در آزمایش این اتفاق نمی‌افتد و به ازای بسامدهای معینی پدیده فوتوالکتریک رخ می‌دهد.

سازگاری نتیجه ۱-۳ با فیزیک کلاسیک: شدت جریان الکتریکی با افزایش شدت نور فرودی افزایش می‌یابد و این نتیجه فیزیک کلاسیک با نتایج تجربی در توافق است. زیرا هر چه شدت نور فرودی بیشتر باشد، تعدا فوتوالکترئون‌های جدا شده از کاتد (الکتروند A) نیز افزایش می‌یابد.

ناسازگاری نتیجه ۲-۳ با فیزیک کلاسیک: یکی از نتایج نظریه ماکسول این است که شدت نور با دامنه میدان الکتریکی موج الکترومغناطیس نسبت مستقیم دارد. ( $I \propto E^2$ ). پس باید به ازای بسامد معین هر چقدر شدت نور افزایش یابد انرژی جنبشی فوتوالکترونها نیز افزایش یابد، در صورتی که تجربه این نتیجه را تایید نمی‌کند.

سازگاری نتیجه ۴: با افزایش بسامد انرژی نور فرودی افزایش یافته بنابراین انرژی دریافتی الکترونها بیشتر شده و نهایتا انرژی جنبشی فوتوالکترونها افزایش می‌یابد.

## نظریه انیشتین درباره اثر فوتوالکتریک:

نظریه انیشتین بر دو پایه‌ی اساسی استوار است:

(الف) نور از بسته‌های (کوانتوم‌های) انرژی به نام فوتون تشکیل شده است و انرژی هر فوتون برابر است با:  $E = hf$

به طوریکه در این رابطه  $f$  بسامد پرتو و  $h$  ثابت پلانک است و انرژی تابش فرودی برابر است با  $E = nhf$  که  $n$  تعداد فوتون‌های نور است.

(ب) یک فوتون با انرژی  $hf$  به طور کامل توسط یک الکترون جذب می‌شود و انرژی خود را به الکترون می‌دهد.

تابع کار ( $W_0$ ): حداقل انرژی لازم برای جدا کردن الکترون از سطح فلز تابع کار نامیده می‌شود. واضح است که  $W_0$  به جنس فلز بستگی دارد.

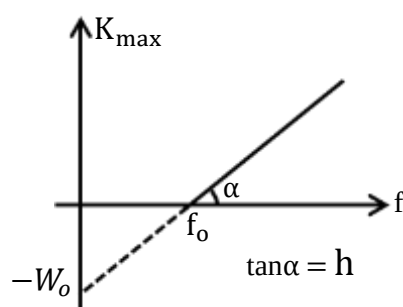
نکته ۱: از دیدگاه انیشتین هر گاه شدت نور افزایش یابد ( $E = nhf$ ) تعداد فوتون‌های نور افزایش می‌یابد و انرژی یک فوتون تغییر نمی‌کند. اگر  $hf < W_0$  باشد، پدیده‌ی فوتوالکتریک رخ نمی‌دهد. بنابراین رخ دادن پدیده‌ی فوتوالکتریک به بسامد نور فرودی بستگی دارد و به شدت نور فرودی بستگی ندارد.

نکته ۲: کمترین بسامدی را که با آن پدیده‌ی فوتوالکتریک رخ می‌دهد، بسامد آستانه فلز ( $f_0$ ) می‌نامند. کمترین بسامد معادل بیشترین طول موج ( $\lambda_0$ ) است. بنابراین خواهیم داشت:

$$hf_0 = W_0 \rightarrow f_0 = \frac{W_0}{h}, \quad \lambda_0 = \frac{hc}{W_0}$$

نکته ۳: اگر بسامد نور فرودی از بسامد آستانه فلز بیشتر باشد ( $f > f_0$ ) انرژی فوتون از تابع کار فلز بیشتر شده، بنابراین فوتوالکترونها در هنگام جدا شدن از سطح فلز دارای انرژی جنبشی می‌شوند، بنابراین انرژی جنبشی سریع‌ترین فوتوالکترونها گسیل شده از فلز برابر خواهد بود با:

$$K_{\max} = hf - W_0$$



نکته ۵: با توجه به رابطه‌ی بدست آمده در نکته ۳ واضح است که نمودار بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترونها

بر حسب بسامد فوتون فرودی یک خط راست می‌باشد، که شیب آن ( $h$ ) و عرض از مبدا آن ( $-W_0$ ) و طول

از مبدا آن بسامد آستانه فلز ( $f_0$ ) می‌باشد.

نکته ۶: پدیده‌ی فوتوالکتریک دلیلی محکمی است بر ذره‌ای بودن ماهیت نور.

۱. شکل زیر مربوط به کدام پدیده فیزیکی است؟ (۹۸ ت - خ)



(۱) فوتوالکتریک (۲) پرتوزایی

(۳) بازتاب (۴) لیزر

۲. در گسیل فوتوالکتریک تعداد الکترون‌هایی که در ثانیه خارج می‌شوند با ..... متناسب است.

(۱) شدت نور (۲) طول موج نور

(۳) بسامد نور (۴) تابع کار فلز

۳. در پدیده فوتوالکتریک، در کدام حالت بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکتریک‌ها افزایش می‌یابد؟ (۸۷ ت)

(۱) شدت نور فرودی افزایش یابد (۲) شدت نور فرودی کاهش یابد

(۳) طول موج نور فرودی کاهش یابد (۴) طول موج نور فرودی افزایش یابد

۴. در آزمایش فوتوالکتریک وقتی نور تکرنگی با طول موج  $\lambda$  بر فلز می‌تابانیم، پدیده فوتوالکتریک رخ نمی‌دهد. برای آنکه این پدیده رخ دهد، کدام عمل ممکن است موثر باشد؟ (۸۹ ت)

(۱) شدت نور را افزایش دهیم (۲) از فلزی با تابع کار کمتر استفاده کنیم.

(۳) زمان شدت نور را افزایش دهیم (۴) از نور تکرنگ با طول موج بزرگتر از  $\lambda$  استفاده کنیم.

۵. در آزمایش فوتوالکتریک نوری با بسامد  $f_1$  به سطح یک فلز می‌تابد و اثر فوتوالکتریک مشاهده می‌شود. اگر بسامد نور فرودی به همان فلز نصف شود، ..... (۸۹ ت - خ)

(۱) ممکن است اثر فوتوالکتریک مشاهده نشود. (۲) ولتاژ متوقف کننده نصف می‌شود.

(۳) ممکن است بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکتریک‌ها دو برابر شود. (۴) بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکتریک‌ها نصف می‌شود.

۶. کدام عبارت درباره‌ی پدیده‌ی فوتوالکتریک درست نیست؟ (۸۹ ت - خ)

(۱) بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکتریک‌ها به شدت نور فرودی بستگی ندارد.

(۲) بسامد آستانه به جنس الکترونی که به آن نور می‌تابد بستگی دارد.

(۳) با افزایش بسامد نور فرودی بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکتریک‌ها به همان نسبت افزایش می‌یابد.

(۴) اگر بسامد نور فرودی کمتر از بسامد آستانه باشد، پدیده‌ی فوتوالکتریک رخ نمی‌دهد.

۷. آزمایش فوتوالکتریک را با نوری با طول موج معین انجام می‌دهیم. اگر شدت همین نور را افزایش دهیم: (۹۴ ت - خ)

(۱) بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکتریک‌ها و شدت جریان، هر دو افزایش می‌یابند.

(۲) بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکتریک‌ها ثابت می‌ماند و شدت جریان افزایش می‌یابد.

(۳) سرعت سریع‌ترین فوتوالکتریک‌ها و شدت جریان هر دو افزایش می‌یابند.

(۴) بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکتریک‌ها ثابت می‌ماند و سرعت سریع‌ترین فوتوالکتریک‌ها افزایش می‌یابد.

۸. کدامیک از موارد زیر، با فیزیک کلاسیک قابل توجیه نیستند؟ (۹۸ت)

(۲) پدیده فوتوالکتریک و طیف خطی

(۱) مکانیک نیوتنی و پدیده فوتوالکتریک

(۴) نظریه الکترومغناطیسی ماکسول و طیف خطی

(۳) لیزر و نظریه الکترومغناطیسی ماکسول

۹. تابع کار فلزی  $2/5 \text{ eV}$  است. بسامد آستانه فلز چند ترا هرتز است؟  $(h = 4 \times 10^{-15} \text{ eV.s})$  (۹۶ت)

(۱)  $1600$

(۲)  $625$

(۳)  $0.625$

(۴)  $100$

۱۰. تابع کار فلزی  $4 \text{ eV}$  است. بلندترین طول موجی که سبب گسیل فوتوالکترتون از این فلز می‌شود چند میکرون است؟ (۸۶ت)  
 $(h = 4.14 \times 10^{-15} \text{ eV.s}$  و  $C = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}})$

(۱)  $0.3$

(۲)  $3$

(۳)  $0.6$

(۴)  $6$

۱۱. به سطح فلزی که تابع کار آن  $4 \text{ eV}$  است، نوری با طول موج  $\lambda$  می‌تابانیم و فوتوالکترتون‌ها از سطح آن گسیل می‌شوند. بلندترین طول موج الکترومغناطیسی که می‌تواند سبب گسیل فوتوالکترتون‌ها از این فلز شود، چند نانومتر است؟  $(h = 4 \times 10^{-15} \text{ eV.s}$  و  $C = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}})$  (۹۳ت)

(۱)  $500$

(۲)  $350$

(۳)  $300$

(۴)  $250$

۱۲. تابع کار فلزی  $4/14 \text{ eV}$  است. بیشینه طول موج نور برای خارج کردن الکترون از سطح این فلز چند نانومتر است؟ (۹۸ر)

$(h = 4/14 \times 10^{-15} \text{ eV.s}$  و  $C = 3 \times 10^8 \text{ m/s})$

(۱)  $300$

(۲)  $400$

(۳)  $500$

(۴)  $600$

۱۳. تابع کار سه فلز A و B و C به ترتیب  $2/26$  و  $4/24$  و  $4/37$  الکترون ولت است. کدام یک از این فلزها وقتی با نوری به طول موج  $\lambda = 600 \text{ nm}$  روشن شود فوتوالکترتون گسیل خواهد شد؟  $(h = 4.14 \times 10^{-15} \text{ eV.s}$  و  $C = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}})$  (۸۷ر)

(۱) A

(۲) B

(۳) هر سه فلز

(۴) هیچ یک از سه فلز

۱۴. طول موج آستانه در یک آزمایش فوتو الکتریک،  $0.5$  میکرون است. اگر بر فلز آن نور تکرنگی با بسامد  $5 \times 10^{14} \text{ Hz}$  بتابانیم، تابع کار فلز چند ژول است و آیا با این نور پدیده فوتوالکتریک رخ می‌دهد یا خیر؟  $(h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ J.s}$  و  $C = 3 \times 10^8 \text{ m/s})$  (۹۱ر)

(۱)  $3/96 \times 10^{-19}$  و رخ می‌دهد.

(۲)  $3/96 \times 10^{-19}$  و رخ نمی‌دهد.

(۳)  $3/3 \times 10^{-19}$  و رخ می‌دهد.

(۴)  $3/3 \times 10^{-19}$  و رخ نمی‌دهد.

۱۵. تابع کار فلزی  $2\text{eV}$  است. اگر در پدیده فوتوالکتریک بر آن فلز نوری با طول موج  $270\text{ nm}$  نانومتر بتابانیم، بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترن‌ها چند الکترون ولت می‌شود؟ ( $h = 4/14 \times 10^{-15}\text{ eVs}$  و  $C = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ ) (۸۵)

(۱)  $1/4$  (۲)  $2/6$

(۳)  $3/4$  (۴)  $4/6$

۱۶. در یک آزمایش فوتوالکتریک طول موج آستانه  $0.2\text{ }\mu\text{m}$  است. اگر نوری با طول موج  $0.1\text{ }\mu\text{m}$  به کار رود، بیشینه انرژی جنبشی الکترون‌ها هنگام جدا شدن از فلز چند الکترون ولت خواهد شد؟ ( $h = 4 \times 10^{-15}\text{ eVs}$  و  $C = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ ) (۸۵)

(۱)  $1$  (۲)  $3$

(۳)  $4$  (۴)  $6$

۱۷. طول موج آستانه برای اثر فوتوالکتریک در یک فلز معین برابر  $300\text{ nm}$  است. وقتی نور به طول موج  $200\text{ nm}$  بر سطح این فلز بتابد، بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترن‌ها چند ژول است؟ ( $h = 4 \times 10^{-15}\text{ eVs}$  و  $C = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ ) (۸۶)

۱۸. در آزمایش فوتوالکتریک، نور تک رنگی با بسامد  $7.5 \times 10^{14}$  هرتز بر الکتروود فلزی می‌تابد. اگر طول موج آستانه  $500\text{ nm}$  و  $h = 4 \times 10^{-15}\text{ eVs}$  باشد، بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترن‌ها چند  $\text{eV}$  است؟ (۸۹)

(۱)  $0.6$  (۲)  $2/4$

(۳)  $3$  (۴)  $6$

۱۹. تابش الکترومغناطیسی با بسامد  $8/5 \times 10^{14}$  هرتز به سطح فلزی که تابع کار آن  $2/5$  الکترون ولت است، می‌تابد. اگر ثابت پلانک  $4 \times 10^{-15}\text{ eVs}$  باشد، بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترن‌ها چند الکترون ولت است؟ (۹۰)

(۱)  $0.9$  (۲)  $1/1$

(۳)  $3/4$  (۴)  $5/9$

۲۰. در آزمایش فوتوالکتریک، طول موج آستانه یک فلز  $310\text{ nm}$  نانومتر است. اگر به این فلز نور فرابنفش به طول موج  $200\text{ nm}$  نانومتر بتابانیم، بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترن‌های جدا شده چند الکترون ولت می‌شود؟ ( $hc = 1240\text{ eV.nm}$ ) (۹۷ - خ)

(۱)  $1/2$  (۲)  $2/2$

(۳)  $3/6$  (۴)  $4/8$

۲۱. تابع کار فلزی  $2\text{eV}$  است. اگر نوری با بسامد  $2 \times 10^{15}\text{ Hz}$  به این فلز بتابانیم، بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترن‌ها برابر  $K$  است. در صورتی که بسامد نور فرودی را نصف کنیم بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترن‌ها چند برابر  $K$  خواهد شد؟ ( $h = 4 \times 10^{-15}\text{ eVs}$ ) (۹۲)

(۱)  $1$  (۲)  $2$

(۳)  $\frac{1}{2}$  (۴)  $\frac{1}{3}$

۲۲. تابع کار فلزی  $4\text{eV}$  است. اگر بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترن‌های گسیل شده  $8\text{eV}$  باشد، بسامد پرتو فرودی به این فلز چند برابر بسامد آستانه است؟ (۸۸)

(۱) ۲ (۲) ۳

(۳) ۴ (۴) ۱۲

۲۳. در یک آزمایش فوتوالکتریک، بسامد نوری که بر الکتروند فلزی می‌تابد، ۴ برابر بسامد آستانه است. اگر تابع کار این فلز  $2\text{eV}$  باشد، بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترن خارج شده از فلز چند ژول است؟ ( $e = 1.6 \times 10^{-19}\text{C}$ ) (۹۲)

(۱) ۶ (۲) ۸

(۳)  $1/28 \times 10^{-18}$  (۴)  $9/6 \times 10^{-19}$

۲۴. تابع کار دو فلز A و B به ترتیب  $4/5\text{eV}$  و  $3\text{eV}$  است. اگر نوری با طول موج  $150\text{nm}$  به هر دو فلز بتابد، بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترن‌های فلز A چند درصد کمتر از بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترن‌های B است؟ ( $h = 4 \times 10^{-15}\text{eV.s}$  و  $c = 3 \times 10^8\text{m/s}$ ) (۹۹)

(۱) ۳۰ (۲) ۴۰

(۳) ۶۰ (۴) ۷۰

۲۵. در یک آزمایش فوتوالکتریک تابع کار فلز  $2\text{eV}$  است. طول موج نور فرودی چند نانومتر باشد تا بیشینه انرژی جنبشی  $4\text{eV}$  شود؟ (۸۶-خ)

( $C = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  و  $h = 4 \times 10^{-15}\text{eV.s}$ )

(۱) ۱۵۰ (۲) ۲۰۰

(۳) ۳۰۰ (۴) ۴۰۰

۲۶. در آزمایش فوتوالکتریک، نوری با طول موج  $\lambda$  بر سطح یک فلز می‌تابد و فوتوالکترن‌هایی با بیشینه انرژی جنبشی  $4 \times 10^{-19}\text{J}$  از سطح آن گسیل می‌شود. اگر تابع کار فلز  $2/5\text{eV}$  باشد،  $\lambda$  چند نانومتر است؟ ( $h = 4 \times 10^{-15}\text{eV.s}$ ،  $C = 3 \times 10^8\text{m/s}$  و  $e = 1/6 \times 10^{-19}\text{C}$ )

(۱) ۷۵ (۲) ۱۲۰

(۳) ۱۵۰ (۴) ۲۴۰ (۹۵-ت)

۲۷. در یک آزمایش فوتوالکتریک بلندترین طول موجی که بتواند از یک فلز الکترون جدا کند،  $480\text{nm}$  است. به ازای چه طول موجی (بر حسب نانومتر) بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترن‌ها  $1/5\text{eV}$  می‌شود؟ ( $h = 4 \times 10^{-15}\text{eV.s}$ ،  $C = 3 \times 10^8\text{m/s}$ ) (۹۵-ر)

(۱) ۳۰۰ (۲) ۳۵۰

(۳) ۴۰۰ (۴) ۴۵۰

۲۸. در آزمایش فوتوالکتریک تابع کار فلز  $2/8\text{eV}$  است. نوری با طول موج  $\lambda$  به فلز می‌تابد و سبب گسیل فوتوالکترن‌هایی با بیشینه انرژی جنبشی  $4/4\text{eV}$  می‌شود.  $\lambda$  چند میکرومتر است؟ ( $h = 4 \times 10^{-15}\text{eV.s}$  و  $C = 3 \times 10^8\text{m/s}$ ) (۹۹-خ)

(۱)  $\frac{1}{6}$  (۲)  $\frac{3}{4}$

(۳)  $\frac{5}{3}$  (۴)  $\frac{1000}{3}$

۲۹. در آزمایش فوتوالکتریک، طول موج نور فرودی بر فلز  $300\text{ nm}$  و انرژی جنبشی سریعترین فوتوالکترئون  $0.5\text{ eV}$  است. طول موج نور فرودی چند  $\text{nm}$  کاهش یابد تا انرژی جنبشی سریعترین فوتوالکترئون برابر  $1.5\text{ eV}$  شود؟ ( $h = 4 \times 10^{-15} \text{ eV.s}$  و  $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ ) (۹۶-ر - خ)

(۱) ۴۰ (۲) ۶۰

(۳) ۱۰۰ (۴) ۱۲۰

۳۰. آزمایش فوتوالکتریک با نوری با بسامد  $f_1$  انجام می‌شود. اگر به جای آن از نوری با بسامد  $2f_1$  استفاده شود، بیشینه‌ی انرژی جنبشی فوتوالکترئون‌ها سه برابر می‌شود. بسامد آستانه برای فلز این آزمایش چند  $f_1$  است؟ (۹۵-ت - خ)

(۱)  $\frac{1}{4}$  (۲)  $\frac{1}{2}$

(۳)  $\frac{2}{3}$  (۴)  $\frac{3}{4}$

۳۱. در آزمایش فوتوالکتریک، نوری با طول موج  $\lambda$  به الکترود فلزی می‌تابد و فوتوالکترئون‌هایی که بیشینه انرژی جنبشی آنها  $8 \times 10^{-19} \text{ J}$  است، گسیل می‌شوند. اگر طول موج نور فرودی  $2\lambda$  شود، بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترئون‌ها  $1/6 \times 10^{-19} \text{ J}$  می‌شود. تابع کار فلز چند الکترون - ولت است؟

( $e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ) (۹۶-ت - خ)

(۱) ۲ (۲) ۳

(۳) ۴ (۴) ۵

۳۲. در آزمایش فوتوالکتریک، نوری با طول موج  $200\text{ nm}$  بر سطح الکترود فلزی می‌تابانیم. اگر تابع کار فلز  $4/2\text{ eV}$  باشد، بیشینه سرعت فوتوالکترئون‌های خارج شده از فلز، چند متر بر ثانیه است؟ (۹۷-ر - خ)

( $h = 4 \times 10^{-15} \text{ eV.s}$  و  $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$  و  $e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C}$  و  $m_e = 9 \times 10^{-31} \text{ Kg}$ )

(۱)  $8 \times 10^5$  (۲)  $8 \times 10^6$

(۳)  $6 \times 10^5$  (۴)  $6 \times 10^6$

۳۳. در آزمایش فوتوالکتریک، بسامد آستانه فلز  $\frac{5}{8} \times 10^5 \text{ Hz}$  است. اگر انرژی هر یک از فوتون‌های فرودی به فلز  $4/125 \times 10^{-19} \text{ J}$  باشد، بیشینه تندی فوتوالکترئون‌های تولید شده چند متر بر ثانیه است؟ ( $h = 4 \times 10^{-15} \text{ eV.s}$  ,  $m_e = 9 \times 10^{-31} \text{ Kg}$  ,  $e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ) (۱۴۰۰-ر)

(۱)  $\frac{1}{6} \times 10^5$  (۲)  $\frac{1}{6} \times 10^6$

(۳)  $\frac{5}{7} \times 10^4$  (۴)  $\frac{5}{7} \times 10^5$

۳۴. در آزمایش فوتوالکتریک، بیشینه تندی فوتوالکترئون‌های گسیل شده از سطح فلز  $5 \times 10^5 \text{ m/s}$  است. اگر تابع کار فلز  $4/46\text{ eV}$  باشد، طول موج نور تابیده شده به فلز تقریباً چند نانومتر است؟ ( $hc = 1/24\text{ eV}.\mu\text{m}$  ,  $m_e = 9 \times 10^{-31} \text{ Kg}$  ,  $e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ) (۱۴۰۱-ر)

(۱) ۴۸۰ (۲) ۳۶۰

(۳) ۲۴۰ (۴) ۱۲۰

۳۵. تابع کار دو فلز A و B به ترتیب ۴eV و ۲eV است و نوری با طول موج ۲۰۰nm به هر دو فلز می‌تابد، در این صورت سرعت سریعترین فوتوالکترن‌هایی که از فلز B جدا می‌شوند، چند برابر سرعت سریعترین فوتوالکترن‌هایی است که از فلز A جدا می‌شوند؟ (۹۷ر)

$$(c = 3 \times 10^8 m/s \text{ و } h = 4 \times 10^{-15} eV.s)$$

$$(1) \quad 2 \quad \sqrt{2}$$

$$(3) \quad \frac{\sqrt{2}}{2} \quad \frac{1}{2}$$

۳۶. در یک آزمایش فوتوالکتریک، تابع کار فلز ۳eV است. اگر نوری با طول موج ۲۰۰nm بر سطح فلز بتابد، بیشینه سرعت فوتوالکترن‌ها برابر V است و اگر نوری با طول موج ۳۰۰nm بر فلز بتابد، بیشینه سرعت فوتوالکترن‌ها برابر V' است.  $\frac{V'}{V}$  کدام است؟ (hc=۱۲۴۰eV.nm) (۹۸ر - خ)

$$(1) \quad \frac{\sqrt{3}}{3} \quad \sqrt{3}$$

$$(3) \quad \frac{1}{3} \quad 3$$

۳۷. بسامد نور تابیده را در یک آزمایش فوتوالکتریک چند برابر کنیم تا بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترن‌ها دو برابر شود؟

۳۸. اگر در پدیده فوتوالکتریک، بسامد نور فرودی دو برابر شود، بیشینه انرژی جنبشی K برابر می‌شود. کدام رابطه K را درست معرفی می‌کند؟ (۸۴ت)

$$(1) \quad K > 2 \quad K = 2$$

$$(3) \quad 2 > K > 1 \quad 3 > K > 2$$

۳۹. در یک آزمایش فوتوالکتریک بسامد نور تابیده شده را تغییر می‌دهیم در نتیجه بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترن‌ها چهار برابر می‌شود. اگر بسامد k برابر شده باشد، کدام رابطه k را درست نشان می‌دهد؟ (۹۴ر - خ)

$$(1) \quad 1 < k < 4 \quad k = 4$$

$$(3) \quad k > 4 \quad k < 1$$

۴۰. در آزمایش فوتوالکتریک که با نوری با طول موج  $\lambda$  انجام شده است، بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترن‌ها  $10^{-19} J \times 6/4$  است. اگر از نوری با طول موج  $2\lambda$  استفاده شود، بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترن‌ها ۷۵ درصد کاهش می‌یابد. بسامد آستانه این فلز چند تراهرتز است؟ ( $hc = 1240 eV.nm$ ,  $e = 1/6 \times 10^{-19} C$ ) (۱۴۰۰ر - خ)

$$(1) \quad 5 \quad 6$$

$$(3) \quad 500 \quad 600$$

۴۱. در آزمایش فوتوالکتریک که با نوری با بسامد f انجام شده است، بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترن‌ها  $10^{-19} J \times 8$  است. اگر بسامد نور ۲۵ درصد کاهش یابد، بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترن‌ها، ۴۰ درصد کاهش می‌یابد. تابع کار فلز چند الکترون ولت است؟

$$(C \times 10^{-19} e = 1/6 \text{ و } h = 4 \times 10^{-15} eV.s) (1401ر - خ)$$

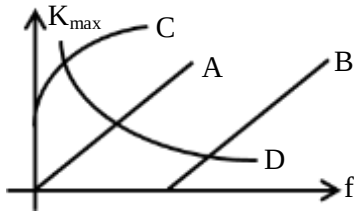
$$(1) \quad 5 \quad 4$$

$$(3) \quad 3 \quad 2$$



۴۲. در آزمایش فوتوالکتریک تابع کار فلزی که فوتون‌ها بر آن فرود می‌آیند،  $2\text{eV}$  است. نمودار بیشینه‌ی انرژی جنبشی فوتوالکترон‌ها بر حسب بسامد نور فرودی بر این فلز کدام است؟ ( $h = 4 \times 10^{-15} \text{eV} \cdot \text{s}$ ) (۹۵-خ)

۴۳. کدامیک از منحنی‌های شکل مقابل نشان دهنده‌ی بیشینه‌ی انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها نسبت به بسامد نور فرودی در یک آزمایش فوتوالکتریک است؟ (۸۵-خ)



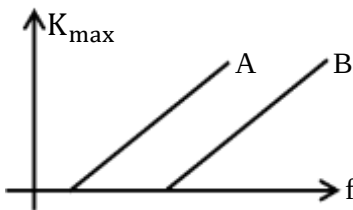
(۲) B

(۱) A

(۴) D

(۳) C

۴۴. در پدیده‌ی فوتوالکتریک نمودار تغییرات بیشینه‌ی انرژی جنبشی بر حسب بسامد پرتو نور فرودی برای دو فلز A و B مطابق شکل است. فلز A در مقایسه با B دارای تابع کار ..... و طول موج آستانه ..... است. (۸۶-ت-خ)



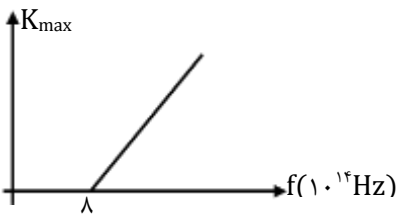
(۲) بیشتر - کمتر

(۱) کمتر - بیشتر

(۴) بیشتر - بیشتر

(۳) کمتر - کمتر

۴۵. در آزمایش فوتوالکتریک نمودار بیشینه‌ی انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها بر حسب بسامد نور فرود بر یک فلز مطابق شکل است. کدام گزینه درباره این فلز درست است؟ (۹۰-ر)



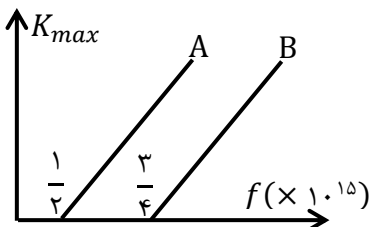
(۱) تابع کار این فلز  $3/2 \text{ eV}$  است.

(۲) بیشینه‌ی انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها این فلز متناسب با بسامد فرودی است.

(۳) طول موج نور فرودی هر چه بیشتر از  $375 \text{ nm}$  باشد، فوتوالکترون‌های بیشتری تولید می‌شود.

(۴) بسامد نور فرودی هر چه کمتر از  $8 \times 10^{14} \text{ Hz}$  باشد، فوتوالکترون‌های بیشتری تولید می‌شود.

۴۶. در آزمایش فوتوالکتریک، نمودار بیشینه‌ی انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها بر حسب بسامد نور فرودی بر دو فلز A و B مطابق شکل زیر است. اگر نوری با بسامد  $10^{15} \text{ Hz}$  به هر دو فلز بتابد، بیشینه‌ی انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها فلز A چند برابر بیشینه‌ی انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها فلز B است؟



(۹۴-ر) ( $h = 4 \times 10^{-15} \text{eV} \cdot \text{s}$ )

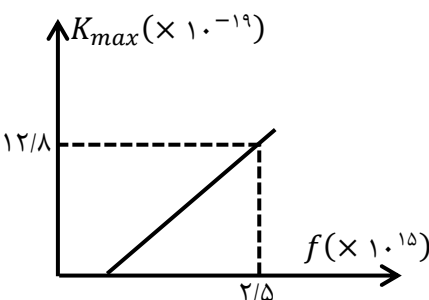
(۲)  $\frac{3}{2}$

(۱)  $\frac{1}{2}$

(۴) ۲

(۳) ۱

۴۷. در یک آزمایش فوتوالکتریک نمودار تغییرات بیشینه‌ی انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها بر حسب بسامد نور فرودی مطابق شکل زیر است. اگر نوری با بسامد  $8 \times 10^{14} \text{ Hz}$  بر سطح فلز بتابد، بیشینه‌ی انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها چند eV است؟



(۹۴-ت) ( $h = 4 \times 10^{-15} \text{eV} \cdot \text{s}$  و  $e = 1/6 \times 10^{-19} \text{C}$ )

(۲)  $1/2$

(۱)  $0/4$

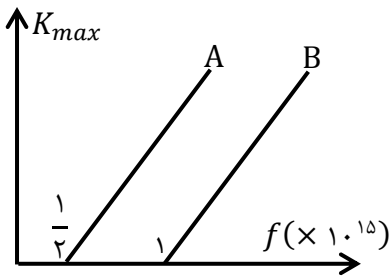
(۴) ۶

(۳) ۲

۴۸. در آزمایش فوتوالکتریک، نمودار تغییرات انرژی جنبشی سریع‌ترین فوتوالکترن‌های گسیل شده از دو فلز A و B بر حسب بسامد نور فرودی به این

دو فلز، مطابق شکل زیر است. فوتون‌هایی با بسامد  $f_A$  و  $f_B$  را به ترتیب به فلزهای A و B می‌تابانیم و سریع‌ترین فوتوالکترن‌های این دو فلز با سرعت

یکسانی از فلز خارج می‌شوند. اگر  $\frac{f_B}{f_A} = n$  باشد، کدام گزینه درست است؟ (۹۶)

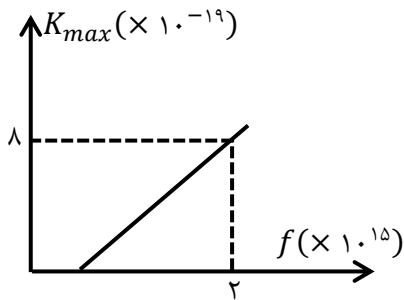


(۱)  $1 < n < 2$  (۲)  $n = 1$

(۳)  $n = \frac{1}{2}$  (۴)  $\frac{1}{2} < n < 1$

۴۹. در آزمایش فوتوالکتریک، نمودار بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترن‌ها بر حسب بسامد پرتو فرودی به فلز، مطابق شکل زیر است. اگر نوری با طول

موج  $300 \text{ nm}$  به فلز بتابد، بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترن‌های گسیل شده چند ژول است؟ (۹۷)



( $e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C}$  و  $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$  و  $h = 4 \times 10^{-15} \text{ eV.s}$ )

(۱)  $1/6 \times 10^{-19}$  (۲)  $2/4 \times 10^{-19}$

(۳)  $4 \times 10^{-19}$  (۴)  $5 \times 10^{-19}$

۵۰. در آزمایش فوتوالکتریک، بسامد آستانه فلز  $5 \times 10^{14} \text{ Hz}$  است. نوری با بسامد  $f$  به فلز می‌تابد و سبب گسیل فوتوالکترن‌هایی با بیشینه سرعت

$\frac{4}{3} \frac{Mm}{s}$  می‌شود.  $f$  چند هرتز است؟ ( $e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ,  $h = 4 \times 10^{-15} \text{ eV.s}$ ,  $m_e = 9 \times 10^{-31} \text{ kg}$ ) (۱۴۰۲ - اول)

(۱)  $1/75 \times 10^{15}$  (۲)  $7/5 \times 10^{15}$

(۳)  $3/5 \times 10^{15}$  (۴)  $1/5 \times 10^{15}$

۵۱. در یک دستگاه فوتوالکتریک، تابع کار فلز  $4 \text{ eV}$  است. با این دستگاه دو آزمایش انجام می‌دهیم. در آزمایش دوم طول موج پرتو به کار رفته را نصف

می‌کنیم، بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترن‌ها نسبت به آزمایش قبلی ۶ برابر می‌شود. طول موج پرتو استفاده شده در آزمایش اول چند نانومتر است؟

( $h = 4 \times 10^{-15} \text{ eV.s}$  و  $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ ) (۱۴۰۲ - دوم)

(۱) ۱۸۰ (۲) ۲۴۰

(۳) ۳۶۰ (۴) ۴۸۰

۵۲. تابع کار طلا برابر  $5/175 \text{ eV}$  است. از تابش‌های اتم هیدروژن، بلندترین طول موج گسیلی که بتواند الکترونی را از طلا جدا کند، چند نانومتر است؟

( $h = 4/14 \times 10^{-15} \text{ eV.s}$  و  $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$  و  $R = 0/01 \text{ nm}^{-1}$ ) (۱۴۰۳ - دوم)

(۱) ۲۴۰ (۲) ۳۶۰

(۳)  $\frac{225}{2}$  (۴)  $\frac{400}{3}$

۵۳. تابع کار یک فلز در یک آزمایش فوتوالکتریک  $1/75 \text{ eV}$  است. اگر بسامد پرتوهای تابشی ۵ برابر بسامد آستانه باشد، بیشینه انرژی جنبشی

فوتوالکترن‌ها پس از جدا شدن از فلز چند ژول است؟ ( $e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ) (۱۴۰۳ - خ)

(۱)  $5/6 \times 10^{-18}$  (۲)  $8 \times 10^{-18}$

(۳)  $9/75 \times 10^{-18}$  (۴)  $1/12 \times 10^{-18}$

۵۴. الکترون در اتم هیدروژن در تراز  $n=4$  قرار دارد. این الکترون مستقیماً به تراز  $n'=1$  می‌رود و فوتون گسیلی به فلزی برخورد می‌کند که تابع کار آن  $5\text{ eV}$  است. بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترن‌های گسیلی از فلز چند الکترون ولت است؟ ( $E_R=13/6\text{ eV}$ ) (۱۴۰۳ ر - اول)

(۱)  $7/55$  (۲)  $6/25$

(۳)  $5$  (۴)  $4$

۵۵. در یک آزمایش فوتوالکتریک، اگر طول موج نور فرودی کاهش یابد، کدام کمیت افزایش می‌یابد؟ (۱۴۰۴ ر - اول)

(۱) تعداد فوتوالکترن‌ها (۲) بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترن‌ها

(۳) بسامد آستانه (۴) تابع کار

۵۶. کدام مورد راجع به «اثر فوتوالکتریک» صحیح است؟ (۱۴۰۴ ر - دوم)

(۱) هر چه تابع کار فلزی بیشتر باشد، بسامد آستانه آن فلز کمتر است.

(۲) با افزایش بسامد نور فرودی به فلز، انرژی جنبشی سریع‌ترین فوتوالکترن‌ها کاهش می‌یابد.

(۳) کمینه کار لازم برای خارج کردن یک الکترون از یک فلز معین، تابع کار فلز نامیده می‌شود.

(۴) کوتاه‌ترین طول موجی که سبب گسیل فوتوالکترن‌ها از یک فلز می‌شود طول موج آستانه آن فلز نامیده می‌شود.

۵۷. تابش فرابنفشی با طول موج  $248\text{ nm}$  بر سطح تیغه‌ای از جنس تنگستن با تابع کار  $4/55\text{ eV}$  تابیده می‌شود. بیشینه تندی فوتوالکترن‌های جدا شده از سطح این فلز چند متر بر ثانیه است؟ ( $hc=1240\text{ eV}\cdot\text{nm}$  و  $e=1/6\times 10^{-19}\text{ C}$  و  $m_e=9\times 10^{-31}\text{ kg}$ ) (۱۴۰۴ ر - خ)

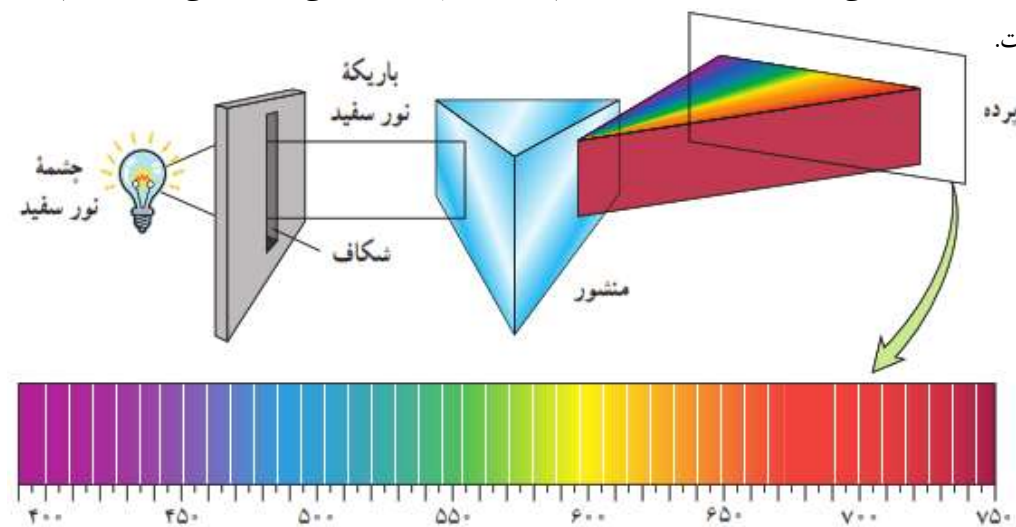
(۱)  $4\times 10^4$  (۲)  $4\times 10^5$

(۳)  $8\times 10^4$  (۴)  $8\times 10^5$

**تابش گرمایی:** اجسام در هر دمایی که باشند از خود امواج الکترومغناطیسی گسیل (نشر) می کنند که به آن تابش گرمایی گفته می شود. در دماهای معمولی بیشتر تابش گسیل شده از سطح اجسام در ناحیه فروسرخ طیف قرار دارد. اجسام در دماهای بالاتر از سطح خود نور مرئی گسیل می کنند.

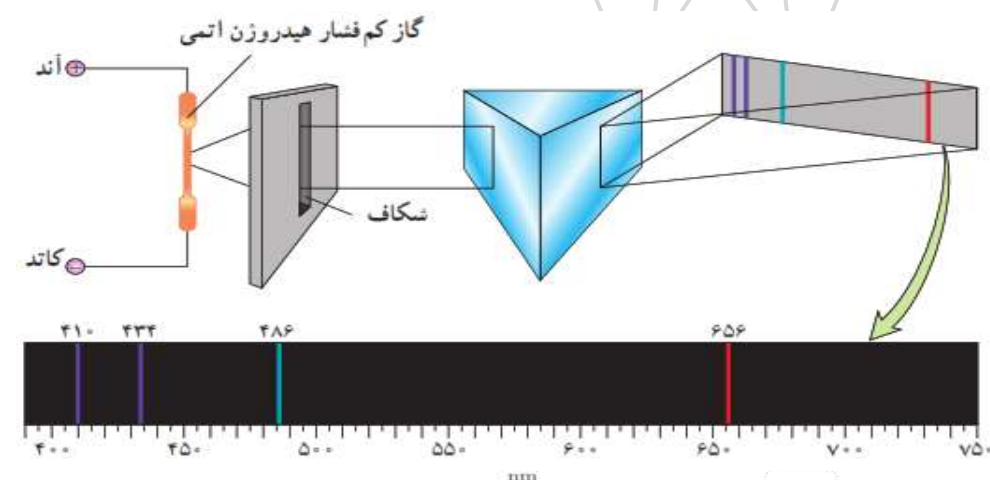
**طیف اتمی:** طیف نور گسیل شده از بخار هر عنصر، طیف اتمی آن عنصر نامیده می شود.

**طیف پیوسته ی گسیلی:** اگر یک جسم جامد مثل فلز را تا حدی گرم کنیم که از خود نور مرئی گسیل کند، ابتدا به رنگ قرمز سپس با بالا رفتن دما به رنگ نارنجی و سرانجام به رنگ سفید دیده می شود. اگر نور گسیلی از آن را به یک منشور بتابانیم یک طیف پیوسته گسیلی مشاهده می شود که تمام طول موجها در آن کنار هم بوده و مرزی بین آنها نیست.

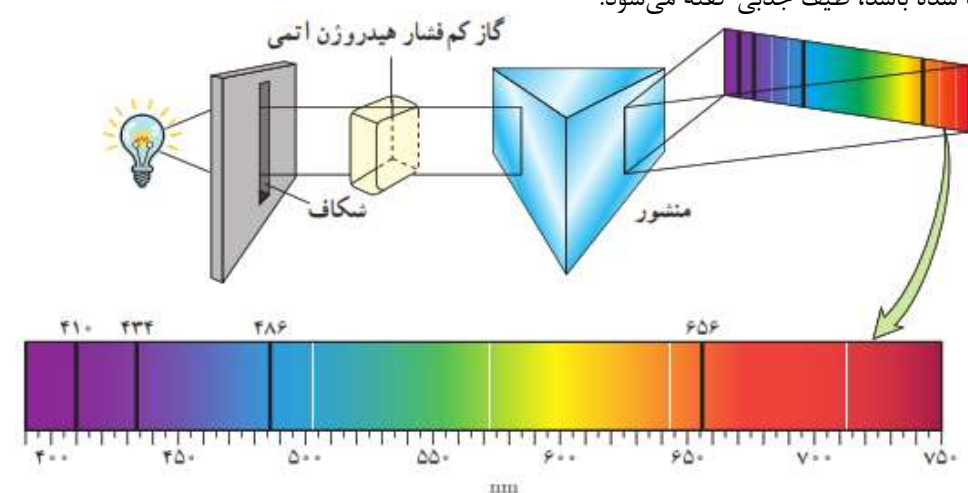


طیف گسیلی خطی (نشری خطی):

اگر نور حاصل از گازها یا بخار عناصر را توسط منشور تجزیه کنیم و آن را در طیف نما نگاه کنیم به جای یک طیف پیوسته یک طیف گسیلی خطی مشاهده خواهیم نمود، یعنی روی صفحه ی طیف نما خطهای روشنی می بینیم که هر کدام دارای طول موجهای ویژه ای هستند.



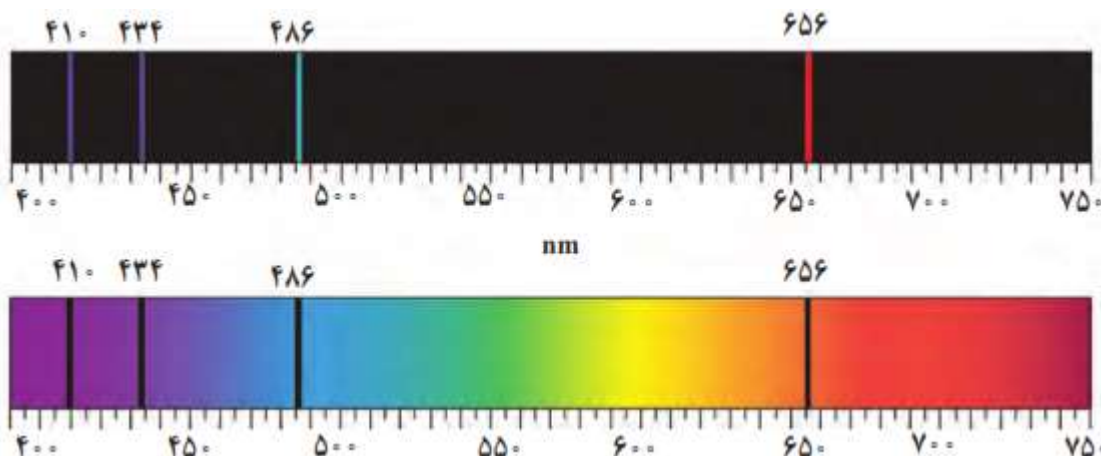
**طیف جذبی:** اگر نور سفید را به بخار یک عنصر بتابانیم و نور عبوری از بخار را توسط منشور تجزیه کنیم در طیف نما رنگین کمان نور سفید را خواهیم دید که در آن خطهای تاریکی دیده می شود. این خطها طول موجهایی از نور سفید هستند که توسط بخار عنصر جذب شده اند. بنابراین به طیف نور سفیدی که بعضی از خطها یا طول موجهای آن جذب شده باشد، طیف جذبی گفته می شود.



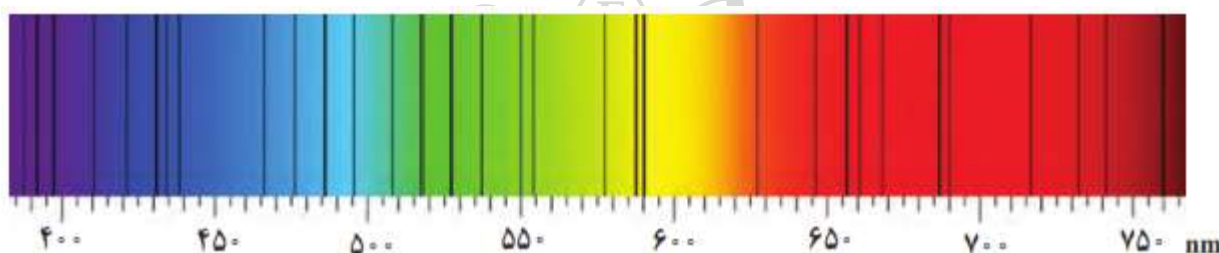
**نکته ۱:** در طیف‌های گسیلی و جذبی هر عنصر طول موج‌های معینی وجود دارد که از ویژگی‌های مشخصه‌ی آن عنصر است. به عبارت دیگر طیف‌های گسیلی و جذبی هیچ دو عنصری مثل یکدیگر نیست.



**نکته ۲:** اتم هر عنصر دقیقا همان طول موج‌هایی را از نور سفید جذب می‌کند، که اگر دمای آن به اندازه‌ی کافی بالا رود و یا به هر صورت دیگر برانگیخته شود آنها را گسیل می‌کند.



**نکته ۳:** در طیف پیوسته خورشید، خطوط تاریکی مشاهده می‌شود که این خطوط نشان دهنده‌ی گازهای موجود در جو خورشید و جو زمین هستند که هنگام عبور نور خورشید توسط گازهای مذکور جذب شده‌اند. به این خطوط تاریک در طیف خورشید خطوط فرانیهوفر گفته می‌شود.



**نکته ۴:** (شکست فیزیک کلاسیک)

از دیدگاه فیزیک کلاسیک باید طیف نشری (گسیلی) و جذبی بخار عنصرها (گازها) پیوسته بوده و برای تمام عنصرها یکسان باشد. زیرا از دیدگاه فیزیک کلاسیک چون ذرات باردار (الکترون‌های) جسم با گرفتن انرژی شروع به ارتعاش کرده و از خود موج الکترومغناطیس گسیل می‌کنند. چون ذرات باردار انرژی‌های متفاوتی را دریافت می‌کنند تابش‌های متفاوتی خواهند داشت پس نباید بین طیف پیوسته‌ی گسیلی جامد و طیف گازها تفاوتی داشته باشد. بنابراین طیف اتمی نباید نوع عنصر را مشخص کند.

**نکته ۵:** تشکیل طیف پیوسته توسط جسم جامد، ناشی از برهم‌کنش قوی بین اتم‌های سازنده آن است. در حالی که گازهای کم‌فشار و رقیق، که اتم‌های منفرد آنها از برهم‌کنش‌های قوی موجود در جسم جامد آزادند به جای طیف پیوسته، طیفی گسسته را گسیل می‌کنند که شامل طول موج‌های معینی است.

۱. کدام طیف اتمی در شناسایی عناصر از یکدیگر به کار می‌رود؟ (۸۴ت)

(۱) فقط گسیلی جذبی (۲) فقط گسیلی پیوسته

(۳) جذبی پیوسته یا گسیلی پیوسته (۴) جذبی خطی یا گسیلی خطی

۲. طیف یک قطعه فلز گداخته که توسط یک طیف سنج تشکیل شده است، چگونه طیفی است؟ (۸۸ر - خ)

(۱) جذبی خطی (۲) نشری خطی

(۳) جذبی پیوسته (۴) نشری پیوسته

۳. در طیف نور خورشید که به کره‌ی زمین می‌رسد، خطوط تاریک دیده می‌شود. این خطوط نشانگر چیست؟ (۸۵ت - خ)

(۱) عناصر موجود درون خورشید (۲) عدم وجود بعضی از مواد و عناصر در خورشید

(۳) عناصر موجود در اتمسفر زمین و اتمسفر خورشید (۴) جذب قسمتی از نور خورشید توسط دستگاه طیف سنج

۴. کدام مورد درست است؟ (۱۴۰۳ر - دوم)

الف: یک جسم جامد، در هر دمایی تابش گرمایی گسیل می‌کند.

ب: در دماهای معمولی، بیشتر تابش گسیل شده از سطح اجسام در ناحیه فرابنفش قرار دارد.

پ: تابش گرمایی، فقط از اجسام داغ گسیل می‌شود.

ت: طیف گسیلی گازها خطی است.

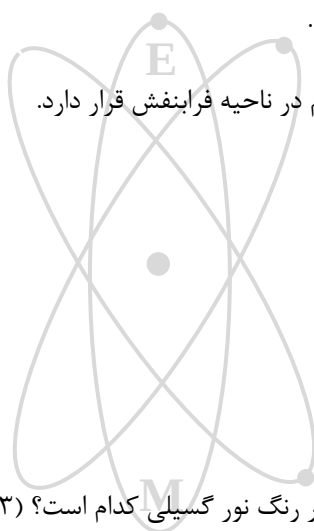
(۱) ب و ت (۲) ب و پ

(۳) الف و ت (۴) الف و پ

۵. در تخلیه الکتریکی درون گاز در ولتاژ بالا، عامل تاثیر گذار در رنگ نور گسیلی کدام است؟ (۱۴۰۳ر - خ)

(۱) فشار گاز (۲) نوع گاز

(۳) تغییر ولتاژ (۴) تغییر جریان

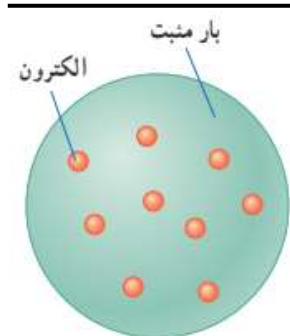


الگوی اتمی تامسون: اتم همچون کره‌ای است که بار مثبت به طور همگن در سرتاسر آن گسترده شده است و

الکترون‌ها که سهم ناچیزی در جرم اتم دارند، در جاهای مختلف آن پراکنده شده‌اند. (الکترون‌ها درون آن مثل

کشمش‌های درون یک کیک کشمشی قرار دارند). در این الگو اتم به صورت توزیع کروی یکنواختی از جرم و

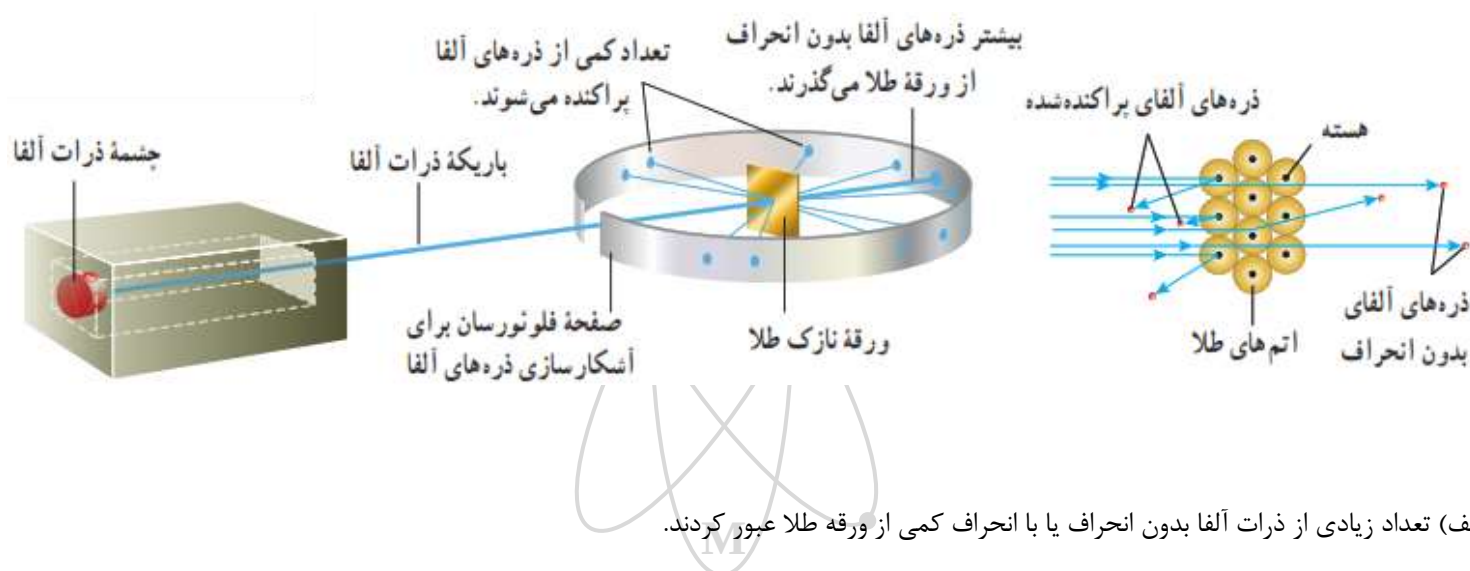
بار مثبت در نظر گرفته شد که الکترون‌ها درون آن مثل کشمش‌های درون یک کیک کشمشی قرار دارند.



منشا تابش الکترومغناطیس اتم در مدل تامسون: وقتی الکترون‌ها با بسامدهای معینی حول وضع تعادلشان نوسان می‌کنند، این نوسان سبب تابش امواج الکترومغناطیسی از اتم می‌شود.

اشکال الگوی تامسون: بسامدهای تابش گسیل شده از اتم که این مدل پیش بینی کرده بود، با نتایج تجربی ناسازگار بود.

آزمایش رادرفورد (بمباران ورقه طلا): رادرفورد یک ورقه طلا را با ذرات آلفا بمباران کرد و مشاهدات او از انجام این آزمایش مطابق شکل مقابل است.



الف) تعداد زیادی از ذرات آلفا بدون انحراف یا با انحراف کمی از ورقه طلا عبور کردند.

نتیجه: اکثر فضای اتم را فضای خالی (تهی) تشکیل می‌شود.

ب) برخی از ذره‌های در زاویه‌های بزرگ منحرف می‌شدند و حتی تعدادی از آنها به عقب برمی‌گشتند.

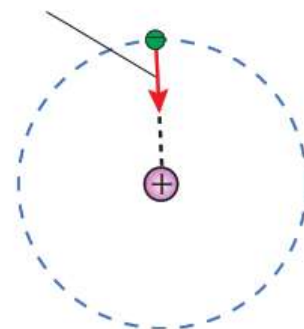
نتیجه: از مرکزهایی بسیار چگال و دارای بار مثبت منحرف شده‌اند. رادرفورد این مرکزها را هسته نامید.

بنابر مدل رادرفورد اتم دارای هسته‌ای چگال و کوچک و دارای بار مثبت است و اطراف آن را الکترون‌ها در فاصله‌ای زیاد احاطه کرده‌اند. در حالت طبیعی اتم از نظر الکتریکی خنثی است؛ زیرا بار مثبت هسته درست برابر مجموع بار منفی الکترون‌هایی است که هسته را در بر گرفته‌اند.

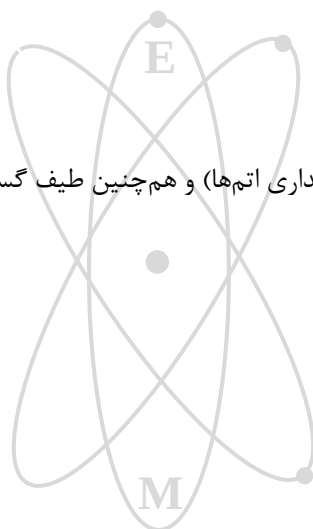
(ب) اگر فرض شود که الکترون به دور هسته در حال چرخش باشد، در این صورت هم حرکت آن پایدار نمی‌ماند. زیرا حرکت الکترون به دور هسته (حرکت دایره‌ای) یک حرکت شتابدار است. بنابراین الکترون از خود موج الکترومغناطیس گسیل می‌کند که با گسیل موج الکترومغناطیس از انرژی آن کاسته می‌شود و موجب می‌شود شعاع مدار الکترون به دور هسته کوچکتر شود. بنابراین باید طیف موج الکترومغناطیسی گسیل شده از اتم پیوسته بوده و الکترون پس از گسیل‌های متوالی موج الکترومغناطیسی روی هسته بیفتد.

(الف) اگر الکترون‌ها را نسبت به هسته ساکن فرض کنیم باید تحت تاثیر نیروی ربایشی الکتریکی بین هسته و الکترون روی هسته سقوط کند و بنابراین اتم ناپایدار باشد.

نیروی ربایش الکتریکی که از طرف هسته به الکترون وارد می‌شود.

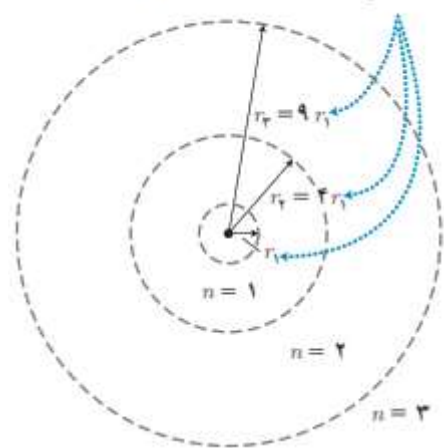


بنابراین: الگوی رادفورد نمی‌تواند پایداری حرکت الکترون‌ها (پایداری اتم‌ها) و همچنین طیف گسسته‌ی اتمی را توضیح دهد.





شعاع مدارها با  $n^2$  متناسب است.



مدل اتمی بور بر چهار اصل استوار است که آنها را اصول موضوعه بور می‌نامند.

**اصل موضوعه ۱:** الکترون روی مدارهای دایره‌ای با شعاع‌های معینی حرکت می‌کند. این مدارها،

مدارهای مانا نامیده می‌شوند.

**اصل موضوعه ۲:** الکترون در حین حرکت روی یک مدار مانا بر خلاف نظریه‌ی الکترومغناطیس کلاسیک،

تابشی گسیل نمی‌کند در این وضعیت گفته می‌شود که الکترون در حالت مانا است.

**اصل موضوعه ۳:** شعاع مدارهای مانا مقادیر مشخص گسسته‌ای می‌توانند داشته باشند. اگر شعاع اولین مدار را برابر  $a$ . در نظر بگیریم، شعاع‌های مجاز از

$$r_n = a \cdot n^2, \quad n = 1, 2, 3, \dots \quad a = \frac{h^2}{4\pi^2 m k e^2} = 0.529 \text{ nm}$$

رابطه‌ی زیر بدست می‌آیند:

$$E_n = -\frac{E_R}{n^2} \quad \text{و} \quad E_R = 13.6 \text{ eV}$$

انرژی کل الکترون در مدار مجاز  $n$  ام خواهیم داشت:

**نکته:** علامت منفی در رابطه انرژی نشان دهنده‌ی جاذبه بین الکترون و هسته است و و این بیانگر این موضوع است که برای جدا کردن الکترون از اتم باید انرژی صرف شود.

$$E_n \propto \frac{1}{n^2} \rightarrow \frac{E_{n'}}{E_n} = \left(\frac{n}{n'}\right)^2$$

**نکته ۱:** برای مقایسه‌ی انرژی کل الکترون در مدارهای مجاز  $n$  و  $n'$  خواهیم داشت:

**نکته ۲:** در اتم هیدروژن اگر الکترون در مدار اول ( $n=1$ ) باشد گفته می‌شود که الکترون در حالت پایه قرار دارد. مدارهای با انرژی بالاتر از  $E_1$  را حالت‌های برانگیخته می‌نامند. انرژی مربوطه به این حالت‌ها را می‌توان به صورت زیر بیان نمود:

$$n = 1 \rightarrow E_1 = -\frac{E_R}{1^2} = -E_R = -13.6 \text{ eV} = -1 \text{ ریذبرگ}$$

$$n = 2 \rightarrow E_2 = -\frac{E_R}{2^2} = -\frac{E_R}{4} = -3.4 \text{ eV} = -\frac{1}{4} \text{ ریذبرگ}$$

$$n = 3 \rightarrow E_3 = -\frac{E_R}{3^2} = -\frac{E_R}{9} = -1.5 \text{ eV} = -\frac{1}{9} \text{ ریذبرگ}$$

۱. اگر در اتم هیدروژن انرژی الکترون در مدار اول ( $E_1$ ) برابر  $13.6$  - الکترون ولت باشد، انرژی الکترون در مدار دوم ( $E_2$ ) برابر با چند الکترون ولت خواهد شد؟ (۸۳)

$$(2) -6.8$$

$$(1) -3.4$$

$$(4) -3.4\sqrt{2}$$

$$(3) 27.2$$

۲. اگر در اتم هیدروژن، الکترون از مدار  $n=2$  به  $n=3$  برود، انرژی آن چند برابر می شود؟ (۸۵ت)

$$(1) \frac{2}{3} \quad (2) \frac{3}{2}$$

$$(3) \frac{4}{9} \quad (4) \frac{9}{4}$$

۳. در اتم هیدروژن الکترون از تراز  $n=1$  به تراز  $n=3$  می رود. در این انتقال شعاع مدار و انرژی الکترون، نسبت به حالت قبل، به ترتیب چند برابر می شوند؟ (۹۳ر)

$$(1) 3 \text{ و } \frac{1}{3} \quad (2) 9 \text{ و } \frac{1}{9}$$

$$(3) 3 \text{ و } 3 \quad (4) 9 \text{ و } 9$$

۴. در اتم هیدروژن اگر اختلاف انرژی الکترون بین ترازهای ۱ و ۳ برابر  $\Delta E$  و بین ترازهای ۴ و ۶ برابر  $\Delta E'$  باشد، نسبت  $\frac{\Delta E}{\Delta E'}$  کدام است؟ (۹۸ت - خ)

$$(1) \frac{35}{8} \quad (2) \frac{25}{6}$$

$$(3) \frac{3}{98} \quad (4) 1$$

۵. در اتم هیدروژن، انرژی الکترون در دومین حالت برانگیخته، چند برابر انرژی الکترون در حالت پایه است؟ (۱۴۰۱ت)

$$(1) \frac{1}{3} \quad (2) \frac{1}{9}$$

$$(3) \frac{1}{4} \quad (4) \frac{1}{9}$$

۶. طبق مدل اتمی بور کوچکترین شعاع مدار الکترون به دور هسته  $a_0 = 52/9 \text{ pm}$  است. شعاع مدار  $n=4$  چند پیکومتر است؟ (۱۴۰۳ت - خ)

$$(1) 846/4 \quad (2) 211/6$$

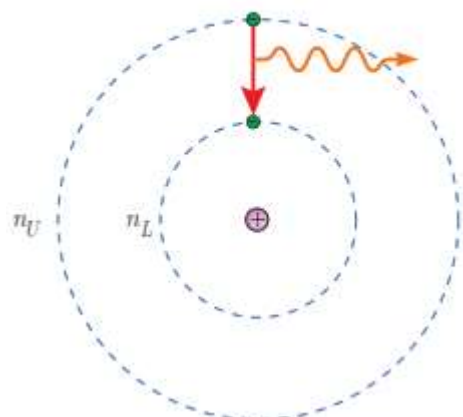
$$(3) 84/64 \quad (4) 21/16$$

اصل موضوعه ۴: الکترون تنها هنگامی می تواند تابش الکترومغناطیسی گسیل کند که از یک حالت مانا با انرژی  $E_U$  به حالت مانای دیگر با انرژی کمتر  $E_L$  برود یا به عبارت دیگر از یک تراز بالاتر به یک تراز پایین تر برود. در این صورت انرژی فوتون موج الکترومغناطیس گسیل شده برابر اختلاف انرژی بین دو تراز است:

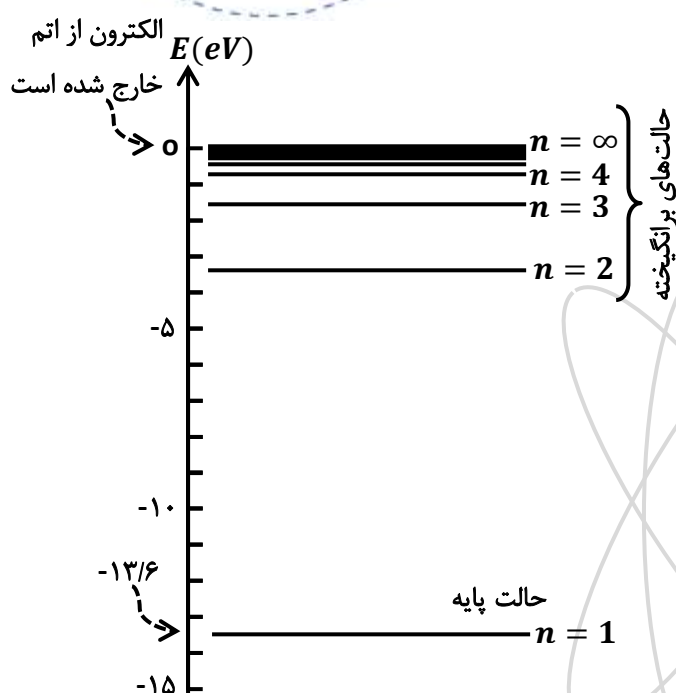
$$hf = E_U - E_L$$

فوتون گسیل شده

نکته: این معادله برای جذب فوتون نیز برقرار است.



### نمودار ترازهای انرژی الکترون برای اتم هیدروژن



۱) اگر الکترون در تراز  $n=1$  باشد در اصطلاح گفته می شود در حالت پایه قرار دارد و این حالت پایین ترین تراز انرژی است.

۲) اگر الکترون در ترازهای بالاتر از  $n=1$  یعنی ۲ و ۳ و ۴ و... باشد، در اصطلاح گفته می شود که الکترون در حالت برانگیخته قرار دارد. و با افزایش  $n$  ترازها به شدت به یکدیگر نزدیکتر می شوند.

۳) برای بالا رفتن ترازها به الکترون باید انرژی داده شود و برای پایین آمدن ترازها الکترون باید انرژی از دست دهد.

۴) اگر الکترون به بالاترین حالت برانگیخته ممکن یعنی  $n = \infty$  برسد، در این حالت در واقع الکترون از اتم خارج شده است و یون مثبت هیدروژن به وجود می آید.

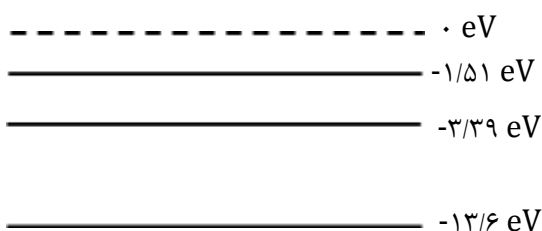
انرژی یونش الکترون: کمترین انرژی لازم برای خارج کردن الکترون از حالت پایه و رساندن آن به  $n = \infty$  و تبدیل اتم هیدروژن به یون مثبت هیدروژن انرژی یونش الکترون نامیده می شود.

۷. اگر الکترون در اتم هیدروژن روی تراز  $n=4$  باشد، انرژی پرنرژی ترین فوتونی که می تواند تابش کند، چند ریدبرگ است؟ (۸۵- ر.خ)

$$\frac{1}{16} \quad (1) \quad \frac{7}{16} \quad (2)$$

$$\frac{9}{25} \quad (3) \quad \frac{15}{16} \quad (4)$$

۸. شکل رو به رو تعدادی از ترازهای انرژی اتم هیدروژن را نشان می دهد ، کدام گذار می تواند به گسیل فوتونی با طول موج  $660 \text{ nm}$  منجر شود؟



$$C = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ و } h = 4/136 \times 10^{-15} \text{ eV.s} \quad (89 \text{ ت})$$

$$n = 1 \text{ به } n = 3 \quad (1) \quad n = 2 \text{ به } n = 3 \quad (2)$$

$$n = 1 \text{ به } n = 4 \quad (3) \quad n = 2 \text{ به } n = 4 \quad (4)$$

۹. در اتم هیدروژن هنگام گذار الکترون از مدار  $n_2$  به مدار  $n_1$  فوتونی با انرژی  $12/75 \text{ eV}$  تابش می‌شود.  $n_1$  و  $n_2$  به ترتیب کدام‌اند؟ (۹۰-خ)

$$(E_R = 13/6 \text{ eV})$$

(۱) ۱ و ۳ (۲) ۲ و ۳

(۳) ۱ و ۴ (۴) ۲ و ۴

۱۰. در اتم هیدروژن الکترون در تراز  $n$  قرار دارد و انرژی بستگی آن  $0/85 \text{ eV}$  است. انرژی لازم برای آنکه این الکترون را به تراز  $n+1$  ببرد، چند الکترون ولت است؟  $(E_R = 13/6 \text{ eV})$  (۹۴-ت)

(۱) ۱/۱۰۶ (۲) ۰/۵۴۴

(۳) ۰/۴۲۵ (۴) ۰/۳۰۶

۱۱. انرژی بستگی الکترون در اتم هیدروژن در حالت پایه  $10^{-19} \times 21/76 \text{ J}$  است. اگر الکترون از مدار  $n$  به مدار  $n'$  برود و انرژی فوتون گسیلی آن  $10^{-19} \times 16/32 \text{ J}$  باشد،  $n$  و  $n'$  کدام است؟ (۹۵-ت-خ)

(۱) ۱ و ۳ (۲) ۲ و ۳

(۳) ۱ و ۲ (۴) ۳ و ۴

۱۲. الکترون در اتم هیدروژن در حالت پایه قرار دارد. انرژی لازم برای اینکه الکترون از حالت پایه به اولین حالت برانگیخته جهش کند، چند ژول است؟

$$(1400) (E_R = 13/6 \text{ eV}, e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C})$$

(۱)  $1/632 \times 10^{-18}$  (۲)  $3/176 \times 10^{-18}$

(۳)  $4/72 \times 10^{-19}$  (۴)  $5/44 \times 10^{-19}$

۱۳. شکل زیر، تعدادی از ترازهای انرژی اتم هیدروژن را نشان می‌دهد. کدام گذار بین دو تراز می‌تواند به گسیل فوتونی با بسامد  $4/75 \times 10^{14} \text{ Hz}$  منجر شود؟  $(h = 4 \times 10^{-15} \text{ eV.s})$  (۱۴۰۱-ر-خ)

----- ۰ eV

----- -۱/۵۱ eV

----- -۳/۴ eV

----- -۱۳/۶ eV

(۱)  $n_2$  به  $n_3$  (۲)  $n_1$  به  $n_2$

(۳)  $n_2$  به  $n_4$  (۴)  $n_1$  به  $n_4$

۱۴. در اتم هیدروژن، انرژی الکترون از  $-0/85 \text{ eV}$  به  $-0/544 \text{ eV}$  رسیده است. در این حالت الکترون از K آمین حالت برانگیخته اتم به L آمین حالت برانگیخته اتم رسیده است. K و L به ترتیب کدام‌اند؟  $(E_R = 13/6 \text{ eV})$  (۱۴۰۰-ر-خ)

(۱) ۴ و ۵ (۲) ۵ و ۴

(۳) ۳ و ۴ (۴) ۴ و ۳

۱۵. الکترون اتم هیدروژنی در تراز  $n=5$  قرار دارد. با در نظر گرفتن تمام گذارهای ممکن، کم انرژی‌ترین فوتونی که می‌تواند گسیل کند، بسامدش چند تراهرتز است؟ ( $E_R = 13/6 \text{ eV}$  و  $h = 4 \times 10^{-15} \text{ eV.s}$ ) (۱۴۰۰ ت)

(۱) ۲۵/۵ (۲) ۷۶/۵

(۳) ۱۷۰ (۴) ۳۲۶۴

۱۶. در اتم هیدروژن، الکترون از مداری به شعاع  $r$  به مدار دیگری به شعاع  $r'$  می‌رود و فوتونی با انرژی  $2/55 \text{ eV}$  گسیل می‌کند.  $r - r'$  چند برابر شعاع بور ( $a_0$ ) است؟ ( $E_R = 13/6 \text{ eV}$ ) (۱۴۰۰ ت - خ)

(۱) ۲ (۲) ۵

(۳) ۸ (۴) ۱۲

۱۷. الکترونی در سومین حالت برانگیخته اتم هیدروژن قرار دارد. اگر این الکترون به حالت پایه جهش کند، بسامد فوتون گسیلی چند تراهرتز است؟

( $E_R = 13/6 \text{ eV}$  و  $h = 4 \times 10^{-15} \text{ eV.s}$ ) (۱۴۰۱ ر - خ)

(۱) ۲۰۲۵ (۲) ۲۱۲۵

(۳) ۳۰۲۲/۲ (۴) ۳۱۸۷/۵

۱۸. در اتم هیدروژن، الکترون از مدار  $n$  به  $n'$  می‌رود و فوتونی با انرژی  $4/08 \times 10^{-19} \text{ J}$  تابش می‌کند. شعاع مدار  $n$  ام، چند برابر شعاع بور است؟

( $E_R = 13/6 \text{ eV}$  و  $e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C}$ )

(۱) ۲۵ (۲) ۱۶

(۳) ۹ (۴) ۴

۱۹. در اتم هیدروژن وقتی الکترون از چهارمین حالت برانگیخته به حالت پایه جهش می‌کند، بسامد فوتون گسیل شده چند هرتز است؟ (۱۴۰۲ ت - اول)

( $h = 4 \times 10^{-15} \text{ eV.s}$  و  $E_R = 13/6 \text{ eV}$ )

(۱)  $3/1875 \times 10^{15}$  (۲)  $3/264 \times 10^{15}$

(۳)  $2/55 \times 10^{15}$  (۴)  $2/72 \times 10^{15}$

۲۰. در اتم هیدروژن، الکترون با جذب فوتونی با انرژی  $12/75 \text{ eV}$  از مدار  $n'$  به مدار  $n$  می‌رود.  $n$  و  $n'$  به ترتیب کدامند؟ ( $E_R = 13/6 \text{ eV}$ ) (۱۴۰۲ ر - دوم)

(۱) ۴ و ۱ (۲) ۶ و ۱

(۳) ۴ و ۲ (۴) ۶ و ۲

۲۱. الکترون اتم هیدروژنی در تراز  $n=5$  قرار دارد. فرض کنید فقط گذارهای  $\Delta n = 1$  مجاز باشند. در این صورت اختلاف طول موج کم‌انرژی‌ترین فوتون و پرارژی‌ترین فوتون گسیلی، تقریباً چند نانومتر است؟ ( $E_R = 13/6 \text{ eV}$  و  $hc = 1240 \text{ eV.nm}$ ) (۱۴۰۲ ت - دوم)

(۱) ۱۲۱۰ (۲) ۲۹۵۷

(۳) ۳۹۳۱ (۴) ۴۰۵۲

۲۲. طبق مدل اتمی بور، الکترون در اتم هیدروژن، از مدار  $n'=2$  به  $n=5$  می‌رود. شعاع مدار حرکت الکترون به ترتیب چند برابر می‌شود و انرژی الکترون در این جابه‌جایی چند الکترون ولت تغییر می‌کند؟ (۱۴۰۲ - خ)

$$(1) \frac{5}{4} \text{ و } 4/0.8 \quad (2) \frac{25}{4} \text{ و } 4/0.8$$

$$(3) \frac{5}{2} \text{ و } 2/856 \quad (4) \frac{25}{4} \text{ و } 2/856$$

۲۳. طبق مدل اتمی بور در نمودار ترازهای الکترون برای اتم هیدروژن، کدام مورد درست نیست؟ (۱۴۰۳ - اول)

(۱) بالاترین تراز انرژی مربوط به  $n = \infty$  است.

(۲) پایین‌ترین تراز انرژی مربوط به  $n=1$  است.

(۳) در دمای اتاق، الکترون اغلب در حالت برانگیخته قرار دارد.

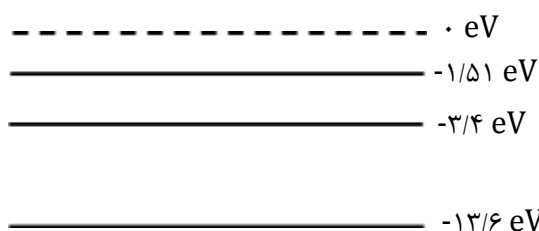
(۴) با افزایش  $n$  انرژی‌های حالت برانگیخته به هم نزدیک و نزدیک‌تر می‌شوند.

۲۴. در اتم هیدروژن الکترون در تراز  $n=5$  قرار دارد. فرض کنید فقط گذارهای  $\Delta n = 1$  مجاز باشند. در این صورت اختلاف انرژی مربوط به فوتون‌هایی که بلندترین و کوتاه‌ترین طول موج گسیلی را دارند، چند ژول است؟ ( $e=1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$  و  $E_R=13.6 \text{ eV}$ ) (۱۴۰۳ - اول)

$$(1) 1/58 \times 10^{-18} \quad (2) 1/63 \times 10^{-18}$$

$$(3) 1/74 \times 10^{-18} \quad (4) 2/08 \times 10^{-18}$$

۲۵. شکل زیر، تعدادی از ترازهای انرژی اتم هیدروژن را نشان می‌دهد. کدام گذار بین دو تراز می‌تواند منجر به گسیل فوتونی به بسامد  $2/55 \times 10^{15} \text{ Hz}$  شود؟ ( $h=4 \times 10^{-15} \text{ eV.s}$ ) (۱۴۰۳ - دوم)



$$(1) n_1 \text{ به } n_2 \quad (2) n_2 \text{ به } n_3$$

$$(3) n_1 \text{ به } n_3 \quad (4) n_1 \text{ به } n_{\infty}$$

۲۶. الکترونی در سومین حالت برانگیخته اتم هیدروژن قرار دارد. وقتی الکترون از این حالت به اولین حالت برانگیخته جهش می‌کند، بسامد فوتون گسیل شده چند هرتز است؟ ( $E_R = 13.6 \text{ eV}$  ,  $h = 4 \times 10^{-15} \text{ eV.s}$ ) (۱۴۰۳ - خ)

$$(1) 8/5 \times 10^{14} \quad (2) 6/375 \times 10^{14}$$

$$(3) 4/125 \times 10^{14} \quad (4) 3/02 \times 10^{14}$$

**نکته:** با استفاده از اصل موضوع ۴ می‌توان طیف گسیلی و جذبی خطی را توضیح داد. با استفاده از این اصل (الگوی بور) می‌توان نشان داد که طول موج خط‌های جذبی و طیف گسیلی اتم هیدروژن با یکدیگر برابر هستند. چون وقتی الکترون با دریافت فوتونی با طول موج  $\lambda$  از تراز  $n'$  به تراز  $n$  می‌رود. طبق اصل ۴ الگوی بور برای بازگشت از تراز  $n$  به  $n'$  همان فوتون را با همان طول موج باید گسیل کند. در این صورت یک عنصر همان طول موج‌هایی را جذب می‌کند، که اگر به اندازه‌ی کافی گرم شود، آنها را گسیل می‌کند.

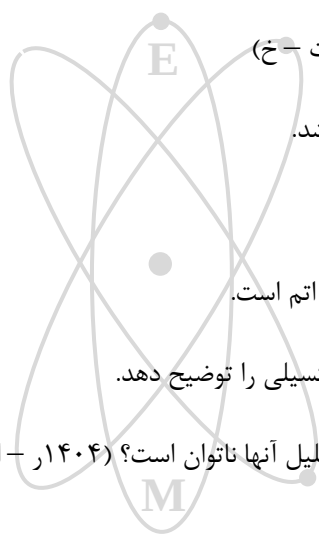
### مشکلات الگوی اتمی بور:

الف) این مدل نمی‌تواند متفاوت بودن شدت خط‌های گسیلی را توضیح دهد. (این مدل تعداد فوتون‌های گسیل شده با بسامد معین را نمی‌تواند تعیین کند.)

ب) برای اتم‌هایی با تعداد الکترون‌های بیشتر نیز پاسخی ندارد. زیرا در مدل بور نیرویی که یک الکترون به الکترون دیگر وارد می‌کند به حساب نیامده است.

۲۷. کدامیک از موارد زیر را نمی‌توان برای اتم‌های هیدروژن گونه، با استفاده از مدل اتمی بور توجیه کرد؟ (۱۴۰۰)

- (۱) تبیین پایداری اتم (۲) طول موج‌های گسیلی طیف اتم (۳) گسسته بودن ترازهای انرژی الکترون در اتم (۴) متفاوت بودن شدت خط‌های طیف گسیلی اتم



۲۸. کدام مورد با توجه به الگوهای اتمی درست است؟ (۱۴۰۲ - خ)

(۱) طبق مدل رادفورد، طیف گسیلی توسط اتم باید پیوسته باشد.

(۲) مدل اتمی بور فقط برای اتم هیدروژن درست است.

(۳) طبق مدل اتمی تامسون، اتم دارای هسته‌ای چگال در مرکز اتم است.

(۴) مدل اتمی بور می‌تواند متفاوت بودن شدت خط‌های طیف گسیلی را توضیح دهد.

۲۹. مدل اتمی بور، کدام مورد را نمی‌تواند توضیح دهد و در تحلیل آنها ناتوان است؟ (۱۴۰۴ - اول)

الف) محاسبه انرژی یونش اتم هیدروژن

ب) متفاوت بودن شدت خط‌های طیف گسیلی اتم هیدروژن

ج) حالتی که بیش از یک الکترون به دور هسته می‌گردد.

د) طیف‌های جذبی گاز هیدروژن اتمی

(۱) ب و د (۲) ب و ج

(۳) الف و د (۴) الف و ج

۳۰. الکترون در اتم هیدروژن در تراز  $n=4$  قرار دارد. فرض کنید فقط گذارهای  $\Delta n = 1$  مجاز باشد، کوتاه‌ترین طول موجی که این الکترون می‌تواند گسیل کند چند نانومتر است؟ ( $R=0.1 \text{ nm}^{-1}$ ) (۱۴۰۴ - خ)

(۱) ۱۲۰۰ (۲) ۳۰۰

(۳)  $\frac{320}{3}$  (۴)  $\frac{400}{3}$

$$hf = E_{n_1} - E_{n_2} \rightarrow \frac{hc}{\lambda} = -\frac{E_R}{n_1^2} - \left(-\frac{E_R}{n_2^2}\right) = E_R \left(\frac{1}{n_2^2} - \frac{1}{n_1^2}\right) = E_R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{\lambda} &= \frac{E_R}{hc} \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}\right) \\ \frac{E_R}{hc} &= \frac{13.6 \text{ eV}}{1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}} = 0.0109 \text{ nm}^{-1} = R \text{ (ثابت ریذبرگ)} \end{aligned} \right\} \rightarrow \frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

سری‌های مربوط به اتم هیدروژن:

الف) سری لیمان: اگر الکترون از ترازهای مجاز بالاتر به تراز  $n=1$  منتقل شود، طول موج‌های تابش را سری لیمان می‌نامند.

$$n' = 1, n = 2, 3, 4, \dots \rightarrow \frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

نکته ۱: طول موج‌های گسیل شده در این سری در محدوده‌ی فرابنفش هستند.

$$n = 2 \rightarrow \frac{1}{\lambda_{\max}} = R \left(1 - \frac{1}{4}\right) = \frac{3R}{4} \rightarrow \lambda_{\max} = \frac{4}{3R_H} = \frac{400}{3} = 133/33 \text{ nm}$$

نکته ۲: بلندترین طول موج مربوط به سری لیمان

$$n = \infty \rightarrow \frac{1}{\lambda_{\min}} = R \left(1 - \frac{1}{\infty^2}\right) = R \rightarrow \lambda_{\min} = \frac{1}{R} = 100 \text{ nm}$$

نکته ۳: کوتاهترین طول موج مربوط به سری لیمان:

ب) سری بالمر: اگر الکترون از ترازهای مجاز بالاتر به تراز  $n=2$  منتقل شود، طول موج‌های تابش را سری بالمر می‌نامند.

$$n' = 2, n = 3, 4, 5, \dots \rightarrow \frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

نکته ۱: طول موج‌های گسیل شده در این سری در محدوده‌ی فرابنفش و مرئی هستند.

$$n = 3 \rightarrow \frac{1}{\lambda_{\max}} = R \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{9}\right) = \frac{5R}{36} \rightarrow \lambda_{\max} = \frac{36}{5R} = \frac{36}{0.0545} = 660 \text{ nm}$$

نکته ۲: بلندترین طول موج مربوط به سری بالمر:

$$n = \infty \rightarrow \frac{1}{\lambda_{\min}} = R \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{\infty^2}\right) = \frac{R}{4} \rightarrow \lambda_{\min} = \frac{4}{R} = 366.9 \text{ nm}$$

نکته ۳: کوتاهترین طول موج مربوط به سری بالمر:

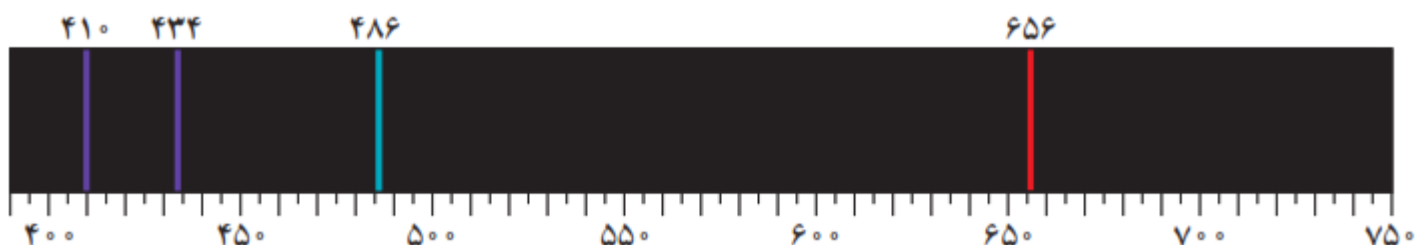
سایر طول‌های موج‌های گسیل شده رشته بالمر:

$$n = 4 \rightarrow \frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{16}\right) = \frac{3R}{16} \rightarrow \lambda = \frac{16}{3R} = \frac{16}{0.0327} = 489.3 \text{ nm}$$

$$n = 5 \rightarrow \frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{25}\right) = \frac{21R}{100} \rightarrow \lambda = \frac{100}{21R} = \frac{100}{0.2289} = 436.8 \text{ nm}$$

$$n = 6 \rightarrow \frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{36}\right) = \frac{8R}{27} \rightarrow \lambda = \frac{27}{8R} = \frac{27}{0.0872} = 412.8 \text{ nm}$$

$$n = 7 \rightarrow \frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{49}\right) = \frac{45R}{196} \rightarrow \lambda = \frac{196}{45R} = \frac{196}{0.4905} = 399.5 \text{ nm}$$





(ج) سری پاشن: اگر الکترون از ترازهای مجاز بالاتر به تراز  $n=3$  منتقل شود، طول موج‌های تابش را سری پاشن می‌نامند.

$$n' = 3, n = 4, 5, 6, \dots \rightarrow \frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

نکته ۱: طول موج‌های گسیل شده در این سری در محدوده‌ی فروسرخ هستند.

$$n = 4 \rightarrow \frac{1}{\lambda_{max}} = R \left( \frac{1}{9} - \frac{1}{16} \right) = \frac{7R}{144} \rightarrow \lambda_{max} = \frac{144}{7R}$$

نکته ۲: بلندترین طول موج مربوط به سری پاشن:

$$n = \infty \rightarrow \frac{1}{\lambda_{min}} = R \left( \frac{1}{9} - \frac{1}{\infty^2} \right) = \frac{R}{9} \rightarrow \lambda_{min} = \frac{9}{R}$$

نکته ۳: کوتاهترین طول موج مربوط به سری پاشن:

(د) سری براکت: اگر الکترون از ترازهای مجاز بالاتر به تراز  $n=4$  منتقل شود، طول موج‌های تابش را سری براکت می‌نامند.

$$n' = 4, n = 5, 6, 7, \dots \rightarrow \frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{4^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

نکته ۱: طول موج‌های گسیل شده در این سری در محدوده‌ی فروسرخ هستند.

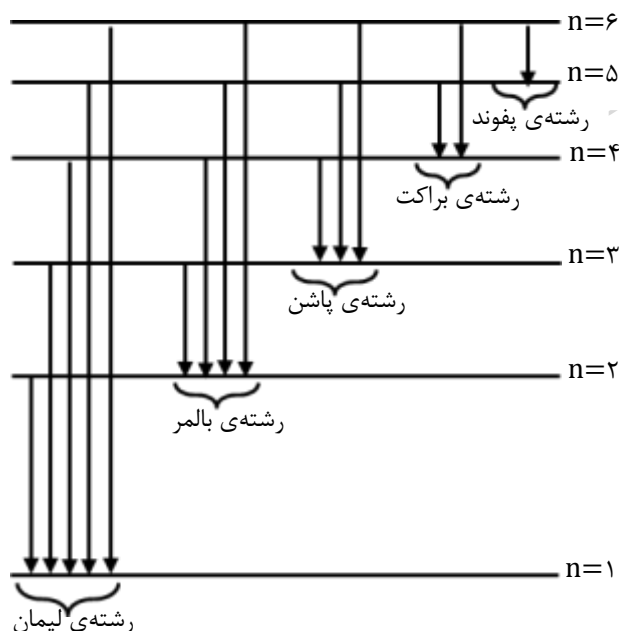
(ه) سری پفوند: اگر الکترون از ترازهای مجاز بالاتر به تراز  $n=5$  منتقل شود، طول موج‌های تابش را سری پفوند می‌نامند.

$$n' = 5, n = 6, 7, 8, \dots \rightarrow \frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{5^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

نکته ۱: طول موج‌های گسیل شده در این سری در محدوده‌ی فروسرخ هستند.

نکته مهم: برای محاسبه بلندترین طول موج هر رشته  $n = n' + 1$  جایگذاری می‌شود و برای محاسبه کوتاهترین طول موج هر رشته  $n = \infty$  جایگذاری می‌شود.

نکته: به منظور بهتر متوجه شدن سری‌های مربوط به طول موج‌های اتم هیدروژن به شکل زیر توجه کنید:



$$\frac{n(n-1)}{2}$$

نکته: اگر در اتم هیدروژن الکترونی در تراز  $n$  قرار داشته باشد، تعداد تمام گذارهای ممکن از رابطه‌ی مقابل قابل محاسبه است:

۱. در طیف اتم هیدروژن در کدام رشته هم پرتوهای فرابنفش وجود دارد و هم پرتوهای مرئی؟

(۱) بالمر (۲) براکت

(۳) پاشن (۴) لیمان

۲. در رشته‌های طیف اتم هیدروژن طول موج مربوط به کدام رشته بلندتر می‌باشد؟

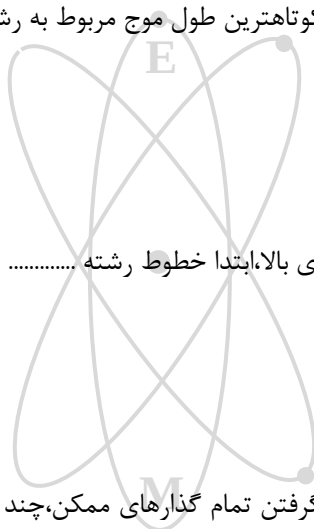
(۱) پفوند (۲) پاشن

(۳) براکت (۴) بالمر

۳. در تابش اتم هیدروژن کوتاهترین طول موج مربوط به رشته‌ی بالمر چند برابر کوتاهترین طول موج مربوط به لیمان است؟

۴. در سری بالمر مربوط به اتم هیدروژن نسبت بلندترین طول موج به کوتاهترین طول موج مربوط به آن رشته چقدر است؟

۵. در اتم هیدروژن بلندترین طول موج مربوط به رشته ..... از کوتاهترین طول موج مربوط به رشته ..... کوتاهتر است. (۸۲ر)



(۱) براکت - پاشن (۲) پاشن - بالمر

(۳) براکت - لیمان (۴) لیمان - بالمر

۶. با گرم کردن تدریجی گاز هیدروژن از دماهای پایین تا دماهای بالا، ابتدا خطوط رشته ..... و در نهایت رشته ..... ظاهر می‌شود. (۸۳ت)

(۱) پفوند - بالمر (۲) لیمان - پفوند

(۳) بالمر - پفوند (۴) پفوند - لیمان

۷. در اتم هیدروژن الکترون در تراز  $n=4$  قرار دارد. با در نظر گرفتن تمام گذارهای ممکن، چند نوع فوتون با انرژی‌های متفاوت ممکن است گسیل شود؟ (۸۶ر)

(۱) ۳ (۲) ۴

(۳) ۶ (۴) ۸

۸. در اتم هیدروژن الکترون از تراز  $n=3$  به تراز  $n=1$  می‌آید. فوتون گسیلی مربوط به کدام رشته و کدام منطقه از طیف موج‌های الکترومغناطیسی است؟ (۸۶ت)

(۱) بالمر - فرابنفش (۲) لیمان - مرئی

(۳) لیمان - فرابنفش (۴) بالمر - فرو سرخ

۹. در اتم هیدروژن، طول موج پراثری‌ترین فوتون مربوط به رشته‌ی بالمر تقریباً چند نانومتر است؟ ( $R = 0.1 \text{ nm}^{-1}$ ) (۸۶ت - خ)

(۱) ۱۰۰ (۲) ۲۷۰

(۳) ۴۰۰ (۴) ۷۲۰

۱۰. در اتم هیدروژن همه تابش های رشته های ..... در ناحیه فروسرخ قرار دارند. (۸۸ت)

(۱) لیمان - پاشن (۲) لیمان - بالمر

(۳) بالمر - براکت - پفوند (۴) پاشن - پفوند

۱۱. در یک اتم هیدروژن الکترون در تراز  $n=3$  قرار دارد. اگر این اتم موجی از سری بالمر را تابش کند، مقدار طول موج آن چند متر است؟

(۸۸ت-خ)  $(R = 0.01 \text{ nm}^{-1})$

(۱)  $1/125 \times 10^{-6}$  (۲)  $1/125 \times 10^{-7}$

(۳)  $7/2 \times 10^{-6}$  (۴)  $7/2 \times 10^{-7}$

۱۲. در اتم هیدروژن الکترون از تراز  $n$  به تراز  $n'=2$  آمده و طول موج فوتون گسیل شده  $720$  نانومتر است. این گسیل در رشته ی ..... و  $n$  برابر با ..... می باشد.  $(R = 0.01 \text{ nm}^{-1})$  (۸۹ت-خ)

(۱) بالمر، ۳ (۲) لیمان، ۳

(۳) بالمر، ۹ (۴) لیمان، ۹

۱۳. در اتم هیدروژن کوتاهترین و بلندترین طول موجی که در رشته ی پاشن گسیل می شوند، به ترتیب تقریباً چند نانومترند و در چه ناحیه ای از طیف موج الکترومغناطیسی قرار دارند؟  $(R = 0.01 \text{ nm}^{-1})$  (۹۰ت-خ)

(۱)  $400$  و  $720$ ، مرئی و فروسرخ (۲)  $900$  و  $2057$ ، فروسرخ

(۳)  $4000$  و  $7200$ ، مرئی و فروسرخ (۴)  $9000$  و  $20570$ ، فروسرخ

۱۴. در اتم هیدروژن، الکترون در گذار از  $n$  به  $n'$ ، فوتونی در ناحیه نور مرئی گسیل می کند.  $n$  و  $n'$  به ترتیب از راست به چپ کدام می توانند باشند؟ (۹۱ت)

(۱) ۲ و ۱ (۲) ۴ و ۳

(۳) ۵ و ۲ (۴) ۵ و ۴

۱۵. در اتم هیدروژن، الکترون در تراز  $n$  قرار دارد. این الکترون با یک گذار، پرتویی در رشته بالمر گسیل داشته است. اگر طول موج این پرتو  $450$  نانومتر باشد،  $n$  کدام است؟  $(R = 0.01 \text{ nm}^{-1})$  (۹۱ر)

(۱) ۳ (۲) ۴

(۳) ۵ (۴) ۶

۱۶. در اتم هیدروژن الکترون در تراز  $n=1$  قرار دارد و شعاع مدار آن  $r_1$  است. این الکترون با کسب انرژی مناسب به کدام مدار برود تا شعاع مدار  $16r_1$  شود؟ و اگر از آن مدار مستقیماً به مدار  $n=1$  برگردد، پرتو گسیل شده مربوط به کدام رشته است؟ (۹۱ر-خ)

(۱)  $n=4$  و لیمان (۲)  $n=4$  و بالمر

(۳)  $n=8$  و لیمان (۴)  $n=8$  و بالمر

۱۷. بلندترین طول موجی که جذب اتم هیدروژن در حالت پایه می‌شود، چند نانومتر است؟ ( $R = 0.01 \text{ nm}^{-1}$ ) (۹۲)

(۱) ۲۵ (۲) ۱۰۰

(۳)  $\frac{400}{3}$  (۴)  $\frac{100}{3}$

۱۸. بلندترین طول موج نور مرئی اتم هیدروژن چند نانومتر است؟ ( $R = 0.01 \text{ nm}^{-1}$ ) (۹۲)

(۱) ۴۵۰ (۲) ۵۵۰

(۳) ۷۲۰ (۴) ۸۰۰

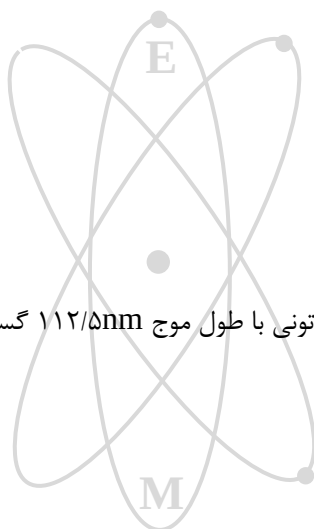
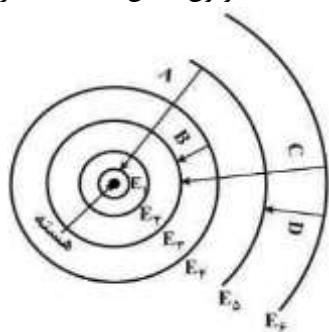
۱۹. در اتم هیدروژن، در کدام یک از رشته‌های زیر فقط پرتوهای فروسرخ تابش می‌شود؟ (۹۳)

(۱) پاشن - براکت - پفوند (۲) بالمر - پاشن - براکت

(۳) لیمان - پاشن - براکت (۴) بالمر - براکت - پفوند

۲۰. شکل روبه‌رو مدارهای الکترون در الگوی بور برای اتم هیدروژن را نشان می‌دهد. در کدام گسیل، طول موج وابسته به فوتون تابش شده، بلندتر

است؟ (۹۴ - خ)



(۱) A (۲) B

(۳) C (۴) D

۲۱. در اتم هیدروژن، الکترون از مدار  $n$  به مدار  $n'$  می‌رود و فوتونی با طول موج  $112/5 \text{ nm}$  گسیل می‌کند.  $n$  و  $n'$  کدام‌اند؟

( $R = 0.01 \text{ nm}^{-1}$ ) (۹۵)

(۱) ۱ و ۳ (۲) ۱ و ۴

(۳) ۲ و ۳ (۴) ۲ و ۴

۲۲. در اتم هیدروژن، الکترون از مدار  $n$  به  $n'$  می‌رود و نوری با بسامد  $562/5 \text{ THz}$  تابش می‌کند.  $n$  و  $n'$  کدام‌اند؟ (۹۶)

( $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ ,  $R = 0.01 \text{ nm}^{-1}$ )

(۱) ۱ و ۲ (۲) ۱ و ۳

(۳) ۲ و ۴ (۴) ۳ و ۵

۲۳. در اتم هیدروژن، اگر الکترون از تراز  $n$  که انرژی آن  $-\frac{1}{16} E_R$  است به تراز  $n'$  انتقال یابد و فوتونی با طول موج  $\frac{1600}{15} \text{ nm}$  تابش شود،  $n$  و  $n'$  به

ترتیب کدام است؟ ( $R = 0.01 \text{ nm}^{-1}$ ) (۹۶ - خ)

(۱) ۱ و ۳ (۲) ۱ و ۴

(۳) ۲ و ۴ (۴) ۲ و ۵

۲۴. یک اتم هیدروژن در حالت پایه قرار دارد. بیشترین طول موج نوری که بتواند این اتم هیدروژن را یونیزه کند، چند نانومتر است؟

$$(R = 0.01 \text{ nm}^{-1}) \text{ (ج-۹۷)}$$

$$(۱) ۶۰۰ \quad (۲) ۵۰۰$$

$$(۳) ۲۰۰ \quad (۴) ۱۰۰$$

۲۵. در رشته براکت، برای اتم هیدروژن در رابطه  $\frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right)$  به ازای  $n=m+2$  طول موج گسیلی چند میکرومتر است؟  $(R = 0.01 \text{ nm}^{-1})$

$$(۱) 1/2 \quad (۲) 1/4 \quad (۳) ۲/۸۸ \quad (۴) ۵/۱$$

$$(۳) ۲/۸۸ \quad (۴) ۵/۱$$

۲۶. در گسیل‌های مربوط به اتم هیدروژن، بلندترین طول موج مربوط به رشته بالمر، تقریباً چند نانومتر است؟

$$(E_R = 13/6 \text{ eV} \text{ و } hc=1240 \text{ eV.nm}) \text{ (ج-۹۸)}$$

$$(۱) ۴۵۴ \quad (۲) ۴۶۰$$

$$(۳) ۶۵۶ \quad (۴) ۷۶۰$$

۲۷. در طیف گسیلی هیدروژن، کوتاه‌ترین طول موج گسیلی چند نانومتر است و این گسیل مربوط به کدام رشته است؟  $(R = 0.01 \text{ nm}^{-1})$  (ت-۹۸)

$$(۱) ۱۰۰ \text{ و بالمر} \quad (۲) ۱۰۰ \text{ و لیمان}$$

$$(۳) \frac{400}{3} \text{ و بالمر} \quad (۴) \frac{400}{3} \text{ و لیمان}$$

۲۸. طول موج پنجمین خط طیف اتم هیدروژن در رشته بالمر  $(n' = 2)$  تقریباً چند نانومتر است و این خط در کدام گستره طیف موج‌های الکترومغناطیسی قرار دارد؟  $(R = 0.01 \text{ nm}^{-1})$  (ج-۹۹)

$$(۱) ۴۳۳ \text{ و مرئی} \quad (۲) ۴۳۳ \text{ و فرابنفش}$$

$$(۳) ۳۹۶ \text{ و فروسرخ} \quad (۴) ۳۹۶ \text{ و فرابنفش}$$

۲۹. اختلاف طول موج دومین و سومین خط طیفی اتم هیدروژن در رشته پاشن  $(n' = 3)$  چند نانومتر است؟  $(R = 0.01 \text{ nm}^{-1})$  (ج-۹۹)

$$(۱) \frac{825}{8} \quad (۲) ۱۵۰$$

$$(۳) \frac{825}{4} \quad (۴) ۳۰۰$$

۳۰. در اتم هیدروژن، الکترون در مدار  $n$  قرار دارد. اگر این الکترون به مدار  $n' = 3$  برود، فوتونی به طول موج  $1200 \text{ nm}$  گسیل می‌کند،  $n$  کدام است؟

$$(R = 0.01 \text{ nm}^{-1}) \text{ (ت-۹۹)}$$

$$(۱) ۴ \quad (۲) ۵$$

$$(۳) ۶ \quad (۴) ۷$$

۳۱. در اتم هیدروژن، محدوده تقریبی طول موج‌های رشته پاشن ( $n' = 3$ ) بر حسب میکرومتر کدام است؟ ( $R = 0.01 \text{ nm}^{-1}$ ) (۹۹ ت - خ)

(۱) ۰/۹ تا ۲ (۲) ۰/۹ تا ۴/۴

(۳) ۱/۶ تا ۲ (۴) ۱/۶ تا ۴/۴

۳۲. در اتم هیدروژن در رشته بالمر ( $n'=2$ )، بلندترین طول موج گسیل شده، چند نانومتر بیشتر از کوتاهترین طول موج این رشته است؟

( $R=0.01 \text{ (nm)}^{-1}$ ) (۱۴۰۰)

(۱) ۲۴۰ (۲) ۳۲۰

(۳) ۴۰۰ (۴) ۵۰۰

۳۳. در اتم هیدروژن بسامد چندمین خط طیفی در رشته لیمان برابر  $10^{15} \text{ Hz}$  است؟  $C = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$  و  $R=0.01 \text{ (nm)}^{-1}$  (۱۴۰۰ ت)

(۱) اولین (۲) دومین

(۳) سومین (۴) چهارمین

۳۴. بسامد سومین خط طیف اتم هیدروژن در کدام رشته  $2/5 \times 10^{14} \text{ Hz}$  است؟  $C = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$  و  $R=0.01 \text{ (nm)}^{-1}$  (۱۴۰۰ ت - خ)

(۱) پاشن ( $n'=3$ ) (۲) براکت ( $n'=4$ )

(۳) پفوند ( $n'=5$ ) (۴) بالمر ( $n'=2$ )

۳۵. در اتم هیدروژن، کدام گذار منجر به گسیل فوتونی با بسامد  $2/25 \times 10^{15} \text{ Hz}$  می‌شود؟ ( $R=0.01 \text{ (nm)}^{-1}$  و  $C = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ ) (۱۴۰۱ ت)

(۱)  $n = 2$  به  $n' = 1$  (۲)  $n = 3$  به  $n' = 1$

(۳)  $n = 4$  به  $n' = 2$  (۴)  $n = 5$  به  $n' = 2$

۳۶. طول موج دومین خط طیف رشته براکت ( $n' = 4$ ) چند برابر طول موج چهارمین خط طیف رشته بالمر ( $n' = 2$ ) است؟ (۱۴۰۱ ت)

(۱)  $\frac{72}{5}$  (۲) ۸

(۳)  $\frac{32}{5}$  (۴) ۴

۳۷. اختلاف بیشترین و کمترین بسامد فوتون گسیلی اتم هیدروژن در رشته پاشن ( $n'=3$ ) چند هرتز است؟

( $R=0.01 \text{ (nm)}^{-1}$  و  $C = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ ) (۱۴۰۱ ت - خ)

(۱)  $7/5 \times 10^{15}$  (۲)  $1/875 \times 10^{15}$

(۳)  $7/5 \times 10^{14}$  (۴)  $1/875 \times 10^{14}$

۳۸. اختلاف بسامد اولین و دومین خط طیف اتم هیدروژن در یک رشته معین  $10^{14} \times \frac{35}{24} \text{ Hz}$  است. این رشته کدام است؟ (۱۴۰۲ ت - اول)

$$(R=0.05 \text{ nm}^{-1}, c=3 \times 10^8 \text{ m/s})$$

(۱) براکت ( $n'=4$ ) (۲) لیمان ( $n'=1$ )

(۳) پاشن ( $n'=3$ ) (۴) بالمر ( $n'=2$ )

۳۹. در اتم هیدروژن، کوتاه‌ترین طول موجی که الکترون تابش می‌کند تا به مدار  $n'$  برسد، ۱۶۰۰ نانومتر است. این نور در کدام ناحیه از طیف موج‌های الکترومغناطیسی قرار دارد و  $n'$  چقدر است؟ ( $R=0.05 \text{ nm}^{-1}$ ) (۱۴۰۲ ر - خ)

(۱) فرابنفش - ۴ (۲) فرابنفش - ۲

(۳) فروسرخ - ۴ (۴) فروسرخ - ۲

۴۰. در طیف اتمی هیدروژن در رشته پاشن ( $n'=3$ ) طول موج اولین خط طیفی چند برابر طول موج دومین خط طیفی این رشته است؟ (۱۴۰۳ ر - اول)

$$\frac{25}{64} \quad (1) \quad \frac{64}{25} \quad (2)$$

$$\frac{175}{276} \quad (3) \quad \frac{256}{175} \quad (4)$$

۴۱. طول موج چهارمین خط کدام رشته برابر  $110.25 \text{ nm}$  است؟ ( $R=0.05 \text{ nm}^{-1}$ ) (۱۴۰۳ ت - اول)

(۱) پفوند ( $n'=5$ ) (۲) براکت ( $n'=4$ )

(۳) پاشن ( $n'=3$ ) (۴) بالمر ( $n'=2$ )

۴۲. طول موج سومین خط طیف اتم هیدروژن در رشته براکت ( $n'=4$ ) تقریباً چند نانومتر است؟ ( $R=0.05 \text{ nm}^{-1}$ ) (۱۴۰۳ ت - دوم)

$$20.57 \quad (1) \quad 23.76 \quad (2)$$

$$26.42 \quad (3) \quad 29.33 \quad (4)$$

۴۳. طول موج سومین خط طیفی اتم هیدروژن در کدام رشته، ۱۲۰۰ نانومتر است؟ ( $R=0.05 \text{ nm}^{-1}$ ) (۱۴۰۴ ت - اول)

(۱) پاشن ( $n'=3$ ) (۲) براکت ( $n'=4$ )

(۳) بالمر ( $n'=2$ ) (۴) لیمان ( $n'=1$ )

۴۴. در تابش‌های اتم هیدروژن در رشته براکت ( $n'=4$ )، نسبت بلندترین طول موج گسیل شده به کوتاه‌ترین طول موج این رشته، چقدر است؟

(۱۴۰۴ ر - دوم)

$$\frac{25}{9} \quad (1) \quad \frac{4}{3} \quad (2)$$

$$\frac{5}{3} \quad (3) \quad \frac{16}{9} \quad (4)$$

۴۵. اگر  $\lambda_1$  بلندترین و  $\lambda_2$  کوتاه‌ترین طول موج در رشته پفوند ( $n'=5$ ) در اتم هیدروژن باشند، نسبت  $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$  کدام است؟ (۱۴۰۴ ت - دوم)

$$\frac{36}{11} \quad (1)$$

$$\frac{36}{13} \quad (2)$$

$$\frac{900}{115} \quad (3)$$

$$\frac{900}{215} \quad (4)$$

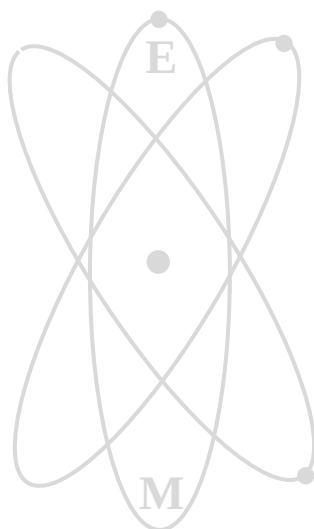
۴۶. الکترون اتم هیدروژنی در تراز  $n=5$  قرار دارد. فرض کنید فقط گذارهای  $\Delta n=1$  مجاز باشند. در این صورت امکان گسیل چند فوتون فروسرخ وجود دارد؟ ( $R=0.1 \text{ nm}^{-1}$ ) (۱۴۰۴ ت - خ)

$$1 \quad (1)$$

$$2 \quad (2)$$

$$3 \quad (3)$$

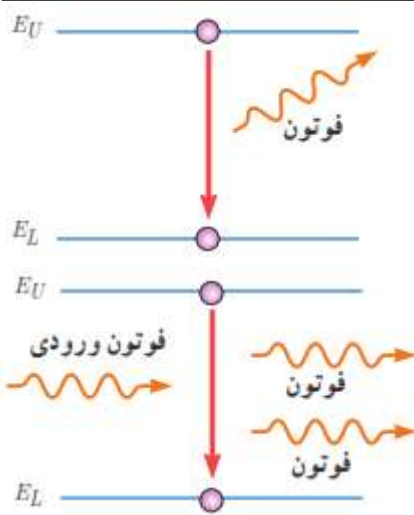
$$4 \quad (4)$$





گسیل خودبه‌خودی: وقتی یک الکترون از تراز انرژی بالاتر به تراز انرژی پایین‌تر جهش می‌کند یک فوتون

گسیل می‌شود. فوتون گسیلی در جهتی کاتوره‌ای گسیل می‌شود.



گسیل القایی: یک فوتون ورودی الکترون برانگیخته را تحریک (یا القا) می‌کند تا تراز انرژی خود را تغییر دهد و

به تراز انرژی پایین‌تر برود.

در گسیل القایی انرژی فوتون ورودی باید دقیقا با اختلاف انرژی‌های دو تراز (یعنی  $E_U - E_L$ ) یکسان باشد.

**ویژگی‌های گسیل القایی:** (۱) یک فوتون وارد و دو فوتون خارج می‌شود. با این فرآیند تعداد فوتون‌ها افزایش پیدا کرده و نور تقویت می‌شود. (۲) فوتون گسیل شده، در همان جهت فوتون ورودی حرکت می‌کند. (۳) فوتون گسیل شده با فوتون ورودی همگام یا دارای همان فاز است.

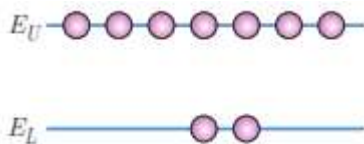
**ویژگی‌های باریکه لیزر:** فوتون‌های باریکه لیزر هم‌بسامد، هم جهت و هم‌فاز هستند.

**نکته:** در گسیل القایی یک چشمه انرژی خارجی (آذرخش‌های شدید نور معمولی - تخلیه‌های ولتاژ بالا) باید وجود داشته باشد تا الکترون‌ها را به تراز انرژی بالاتر برانگیخته کند.

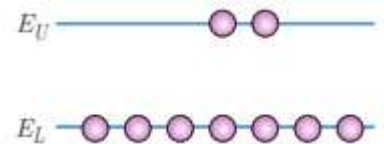
**وارونی جمعیت:** اگر انرژی کافی به اتم‌ها داده شود، الکترون‌های بیشتری به تراز انرژی بالاتر برانگیخته خواهند شد (تعداد الکترون‌ها در تراز برانگیخته بیشتر از تعداد الکترون‌ها در تراز پایین باشد) که به این شرط وارونی جمعیت گفته می‌شود.

وارونی جمعیت در محیط لیزری مربوط به وضعیتی است که تعداد الکترون‌ها در ترازهای شبه‌پایدار نسبت به تراز پایین‌تر بسیار بیشتر است.

**ترازهای شبه پایدار:** در این ترازها الکترون‌ها مدت زمان بسیار طولانی‌تری ( $10^{-3}$  S) نسبت به حالت برانگیخته معمولی ( $10^{-8}$  S) باقی می‌مانند. این زمان طولانی‌تر، فرصت بیشتری برای افزایش وارونی جمعیت و در نتیجه تقویت نور لیزر فراهم می‌کند.



در وضعیتی که وارونی جمعیت به وجود آید، بیشتر الکترون‌ها در تراز بالاتری (در مقایسه با تراز پایین‌تر) قرار دارند.



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

۱. فرق اساسی پرتو لیزر با پرتوهای دیگر در این است که فوتون‌های پرتو لیزر ..... (۸۲ت)

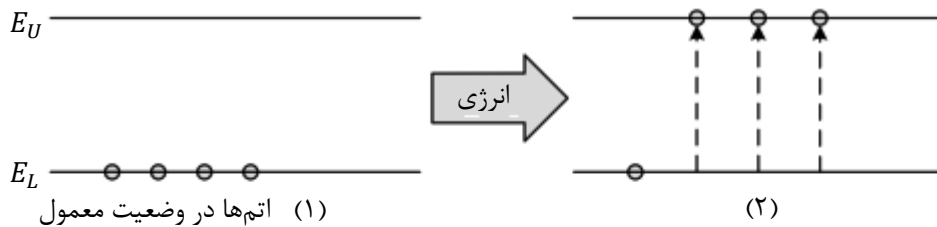
(۱) همفاز و هم بسامند (۲) قدرت نفوذ و سرعت بیشتری دارند

(۳) دارای طول موج کوتاه‌ترند (۴) دارای طول موج بلندترند

۲. کدام یک از موارد زیر، گسیل القایی را نشان می‌دهد؟ (\* نشانه اتم برانگیخته است) (۸۸ر)

- (۱) فوتون + اتم  $\rightarrow$  فوتون + اتم\*  
 (۲) فوتون + اتم\*  $\rightarrow$  فوتون + اتم\*  
 (۳) اتم\*  $\rightarrow$  فوتون + اتم  
 (۴) فوتون + اتم\*  $\rightarrow$  فوتون + اتم

۳. شکل زیر، فرایند ایجاد باریکه لیزری را به طور طرح‌وار در ۴ مرحله نشان می‌دهد. نام مرحله ۲ و ۴ کدام است؟ (۱۴۰۲ت - دوم)

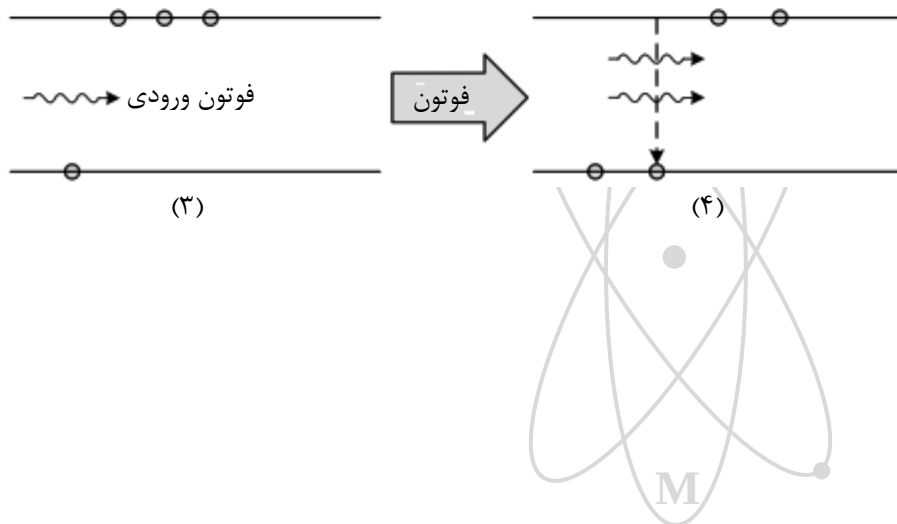


(۱) وارونی جمعیت و فرایند گسیل القایی

(۲) برانگیخته معمولی و فرایند گسیل القایی

(۳) وارونی جمعیت و فرایند گسیل خودبه‌خود

(۴) برانگیخته معمولی و فرایند گسیل خودبه‌خود



# فصل ششم

## آشنایی با فیزیک هسته‌ای

فیزیک هسته‌ای: شاخه‌ای از فیزیک که در آن با ساختار و برهم‌کنش‌ها و واپاشی هسته‌های اتمی سروکار داریم.

## اجزای تشکیل دهنده‌ی اتم:

اتم از دو قسمت اصلی به نام هسته و الکترون تشکیل شده است. هسته اتم از نوترون‌ها و پروتون‌ها تشکیل شده است که به طور کلی نوکلئون نامیده می‌شود. نماد شیمیایی هسته به صورت  ${}^A_ZX_N$  است.

**عدد اتمی (Z):** به تعداد پروتون‌های درون هسته عدد اتمی گفته می‌شود.

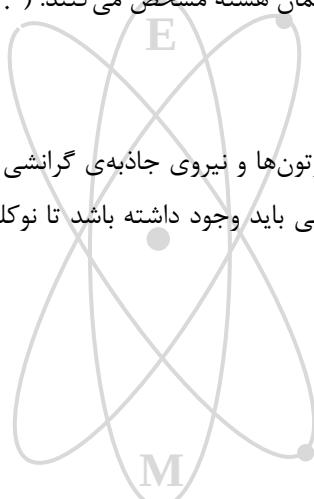
**عدد نوترونی (N):** به تعداد نوترون‌های درون هسته عدد نوترونی گفته می‌شود.

**عدد جرمی (A):** به مجموع عدد اتمی و عدد نوترونی (تعداد کل نوکلئون‌های موجود در هسته‌ی اتم) عدد جرمی گفته می‌شود. ( $A=N+Z$ )

**ایزوتوپ‌ها:** هسته‌ها، با تعداد پروتون‌های معین و تعداد نوترون‌های متفاوت را ایزوتوپ می‌نامند. چون این هسته‌ها در جدول تناوبی در یک مکان قرار می‌گیرند به ایزوتوپ‌ها هم‌مکان نیز گفته می‌شود.

**نکته:** خواص شیمیایی هر عنصر به تعداد پروتون‌های آن و خواص هسته‌ای آن به تعداد نوکلئون‌های موجود در هسته وابسته است. بنابراین ایزوتوپ‌ها دارای خواص شیمیایی یکسان و خواص هسته‌ای کاملاً متفاوت می‌باشند.

**نکته:** به جز هیدروژن ایزوتوپ‌های مختلف یک هسته را با نام همان هسته مشخص می‌کنند. ( $H$ ، هیدروژن  $D$ ، دوتریم  $T$ ، تریتیم)

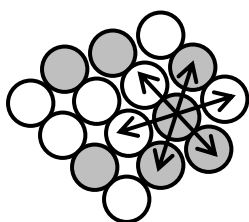


**نیروی هسته‌ای:** در داخل هسته نیروی دافعه‌ی کولنی بین پروتون‌ها و نیروی جاذبه‌ی گرانشی بین نوکلئون‌ها وجود دارد. نیروی جاذبه‌ی گرانشی بسیار ضعیف‌تر از نیروی دافعه‌ی الکتریکی است، بنابراین نیروی سومی باید وجود داشته باشد تا نوکلئون‌ها را کنار هم نگه داشته و هسته پایدار بماند. به این نیروی سوم نیروی هسته‌ای گفته می‌شود.

## ویژگی‌های نیروی هسته‌ای:

الف) بسیار قوی‌تر از نیروهای گرانشی و کولنی است. زیرا اجزای هسته را به رغم نیروی رانشی بین پروتون‌های آن به صورت

بسیار فشرده کنار هم نگه می‌دارد.

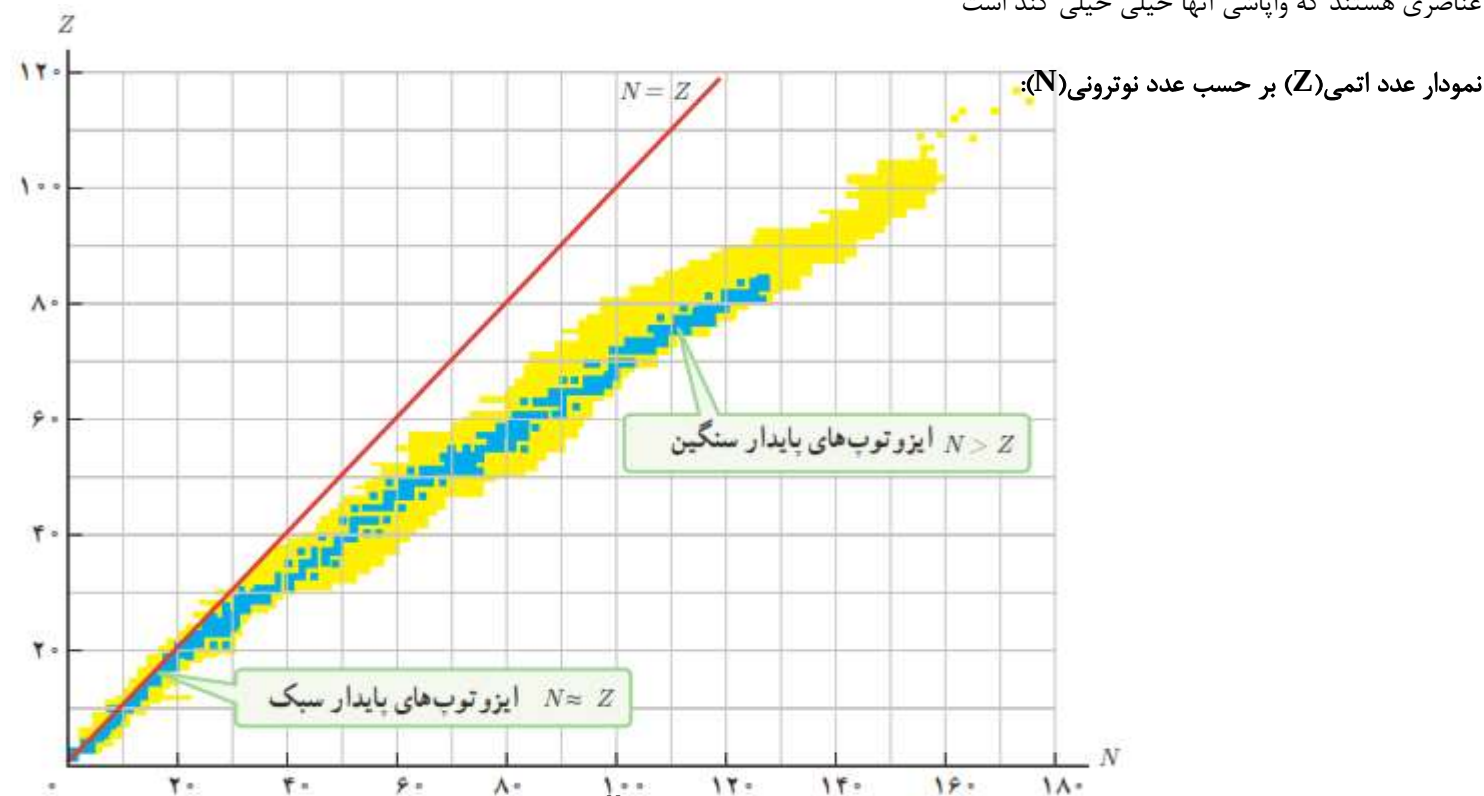


ب) کوتاه بُرد است. به این معنا که هر نوکلئون فقط به نوکلئون‌های مجاور خود نیروی هسته‌ای وارد می‌کند.

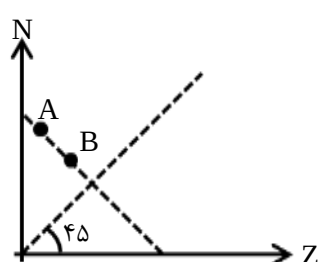
ج) نیروی هسته‌ای مستقل از بار الکتریکی است. یعنی نیروی ربایشی هسته‌ای یکسانی بین دو پروتون، دو نوترون یا یک پروتون و یک نوترون وجود دارد. به همین دلیل از نظر فیزیک هسته‌ای تفاوتی بین پروتون و نوترون وجود ندارد و همه را نوکلئون می‌نامند.

**پایداری هسته‌ها:** برای پایداری هسته، باید نیروی دافعه الکتروستاتیکی بین پروتون‌ها با نیروی جاذبه بین نوکلئون‌ها که ناشی از نیروی هسته‌ای است، موازنه شده باشد. ولی به دلیل بلندبُرد بودن نیروی الکتروستاتیکی یک پروتون تمام پروتون‌های دیگر درون هسته را دفع می‌کند، در حالی که یک پروتون یا یک نوترون، فقط نزدیک‌ترین نوکلئون‌های مجاور خود را با نیروی هسته‌ای جذب می‌کند. به همین دلیل وقتی تعداد پروتون‌های درون هسته افزایش یابد، اگر هسته بخواهد پایدار باقی بماند، باید تعداد نوترون‌های درون هسته نیز افزایش یابد. در هسته‌های سنگین‌تر افزایش نوترون بیشتر از افزایش پروتون خواهد بود.

هسته پایدار با بیشترین تعداد پروتون ( $Z=83$ ) متعلق به بیسموت (Bi) است. در میان عناصر ناپایدار با  $Z > 83$ ، توریم ( $Z=90$ ) و اورانیوم ( $Z=92$ ) تنها عناصری هستند که واپاشی آنها خیلی خیلی کند است



- (الف) در عناصر سبک (با عدد اتمی کم) تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها تقریباً برابر است. ( $\frac{N}{Z} \approx 1$ )
- (ب) با افزایش تعداد پروتون‌ها و ناپایدار شدن هسته تعداد نوترون‌ها نسبت به پروتون‌ها افزایش می‌یابد. زیرا افزایش نوترون بدون آنکه به نیروی رانشی کولنی بیفزاید، نیروی ربایشی هسته‌ای را اضافه می‌کند. بنابراین در هسته‌های سنگین  $\frac{N}{Z} > 1$  است و با افزایش  $Z$  این نسبت نیز افزایش می‌یابد.
- (ج) عناصری که بر روی خط عمود بر خط  $N=Z$  قرار می‌گیرند، دارای عدد جرمی یکسان هستند.
- (د) عناصری که بر روی خطی عمود بر محور قائم ( $Z$ ) در  $Z$  قرار می‌گیرند، ایزوتوپ‌های مختلف یک عنصر را نشان می‌دهند.



۱. در نمودار روبه‌رو عدد جرمی  $A$ ، و عدد نوترونی  $B$ ،  $30$  می‌باشد. عدد اتمی عنصر  $B$  کدام است؟ (۸۴-خ)

(۱) ۴۰ (۲) ۷۰

(۳) ۱۰۰ (۴) اطلاعات مسئله کافی نیست.

۲. همه‌ی ایزوتوپ‌های یک عنصر: (۸۵-خ)

(۱) نیمه عمر یکسانی دارند. (۲) انرژی بستگی یکسانی دارند.

(۳) دارای عدد اتمی یکسان و جرم‌های متفاوت‌اند. (۴) دارای جرم‌های یکسان و عدد اتمی متفاوت‌اند.

۳. در واکنش نوکلئون‌ها، نیروی هسته‌ای در مقایسه با نیروی کولنی چگونه است؟ (۸۷-ت)

(۱) ضعیف و بلند برد (۲) قوی و بلند برد (۳) ضعیف و کوتاه برد (۴) قوی و کوتاه برد

۴. در هسته اتم عناصر طبیعی، تعداد پروتون‌های هسته را با  $Z$  و تعداد نوترون‌ها را با  $N$  نشان می‌دهیم. اگر از سبک‌ترین اتم‌ها به سمت سنگین‌ترین آنها برویم، نسبت  $\frac{N}{Z}$  چگونه تغییر می‌کند؟ (۸۸ر)

(۱) ثابت می‌ماند (۲) با نظم معینی کم و زیاد می‌شود (۳) کاهش می‌یابد (۴) افزایش می‌یابد

۵. کدام ویژگی در خصوص ایزوتوپ‌های یک عنصر درست نیست؟ (۸۹ر - خ)

(۱) خواص شیمیایی یکسانی دارند. (۲) انرژی بستگی هسته‌شان یکسان است.

(۳) بار هسته‌ای آنها یکسان است. (۴) تعداد نوکلئون‌هایشان برابر است.

۶. در هسته‌ای یک اتم نیروی هسته‌ای قوی: (۸۹ت - خ)

(۱) نیروی جاذبه‌ای است که هر پروتون به تمام پروتون‌ها وارد می‌کند.

(۲) نیروی دافعه‌ای است که هر پروتون به تمام پروتون‌ها وارد می‌کند.

(۳) نیروی دافعه‌ای است که هر نوکلئون فقط به نوکلئون‌های مجاور خود وارد می‌کند.

(۴) نیروی جاذبه‌ای است که هر نوکلئون فقط به نوکلئون‌های مجاور خود وارد می‌کند.

۷. کدامیک از موارد زیر درباره هسته اتم‌های عناصر درست است؟ (۹۴ر)

(۱) اغلب ایزوتوپ‌های عناصر ناپایدارند و با گذشت زمان واپاشیده می‌شوند.

(۲) بُرد نیروهای کولنی در مقایسه با بُرد نیروهای هسته‌ای بسیار کوتاه است.

(۳) جرم یک هسته برابر مجموع جرم نوکلئون‌های تشکیل دهنده‌ی آن هسته است.

(۴) نسبت تعداد نوترون‌ها به پروتون‌ها برای هسته‌های پایدار مختلف یکسان است.

۸. کدام گزینه در مورد  $^{238}U$  و  $^{235}U$  درست نیست؟ (۹۷ر)

(۱) تعداد نوترون  $^{238}U$  بیشتر است. (۲) هر دو تعداد پروتون یکسانی دارند.

(۳) هر دو خواص شیمیایی یکسانی دارند. (۴)  $^{238}U$ ، ۰/۷۲ درصد اورانیم طبیعی را تشکیل می‌دهد.

۹. در هسته اتم یک عنصر، اگر نیروی ربایشی هسته‌ای بین دو پروتون مجاور  $F$  و بین دو نوترون مجاور برابر  $F'$  و بین یک پروتون و یک نوترون مجاور برابر  $F''$  باشد، کدامیک از موارد زیر درست است؟ (۹۸ت)

(۱)  $F = F' = F''$  (۲)  $F'' > F' > F$

(۳)  $F' > F'' > F$  (۴)  $F > F' > F''$

۱۰. اگر  $N$  تعداد نوترون‌ها و  $Z$  تعداد پروتون‌های هسته یک اتم باشد، کدام مورد صحیح است؟ (۱۴۰۱ر - خ)

(۱) در تمام هسته‌های پایدار  $N=Z$  است. (۲) نسبت  $\frac{N}{Z}$  برای تمام عناصر یکسان است.

(۳) هسته‌ای ناپایدار است که در آن  $Z > N$  باشد. (۴) در هسته‌های پایدار سنگین‌تر، نسبت  $\frac{N}{Z}$  بزرگتر است.

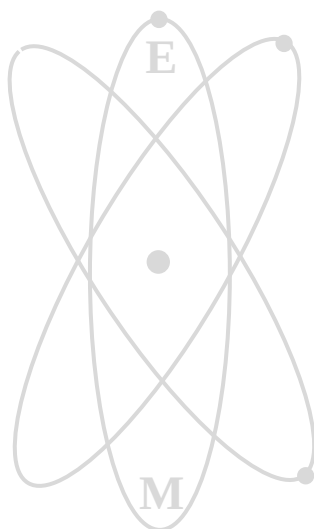
۱۱. نیروی هسته‌ای بین نوکلئون‌ها ..... (۱۴۰۲ ر - خ)

(۱) با مربع فاصله بین دو نوکلئون نسبت عکس دارد.

(۲) متناسب با تعداد نوکلئون‌های هسته، افزایش می‌یابد.

(۳) کوتاه بُرد است و تنها در فاصله‌ای کوچکتر از ابعاد هسته اثر می‌کند.

(۴) بین دو پروتون از نوع دافعه و بین پروتون و نوترون از نوع جاذبه است.



طبق فرضیه‌ی انیشتین جرم و انرژی می‌توانند به هم تبدیل شوند. رابطه‌ی تبدیل آنها به صورت رابطه‌ی مقابل است:

$$E = mc^2$$

۱۲. اگر در واکنش هسته‌ای، ۴ گرم جرم به انرژی تبدیل شود، انرژی حاصل، معادل با انرژی مصرف شده در چند لامپ ۱۰۰ واتی است که به مدت ۲۰ ساعت روشن باشند؟ (۸۶،)

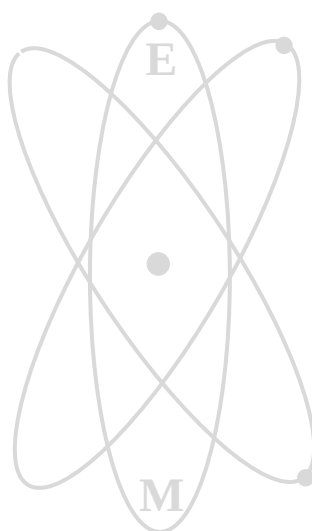
(۱) ۵ هزار (۲) ۵۰ هزار

(۳) ۵ میلیون (۴) ۵۰ میلیون

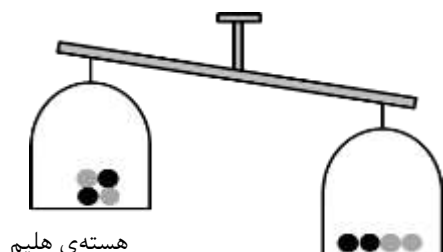
۱۳. در یک واکنش هسته‌ای، ۲ میلی گرم جرم تبدیل به انرژی شده است. انرژی حاصل معادل با چند کیلو وات ساعت است؟  $(C=3 \times 10^8 \text{ m/s})$  (۹۳،)

(۱)  $2/5 \times 10^4$  (۲)  $2/5 \times 10^9$

(۳)  $5 \times 10^4$  (۴)  $5 \times 10^9$







دو پروتون و دو نوترون

همه جدا از هم

اندازه گیری های دقیق نشان می دهد که جرم هسته از مجموع جرم پروتون ها و نوترون های

تشکیل دهنده اش اندکی کمتر است. به عبارت دیگر اگر جرم هسته را به  $M_X$  و جرم پروتون

را با  $M_p$  و جرم نوترون را با  $M_N$  نشان دهیم، خواهیم داشت:

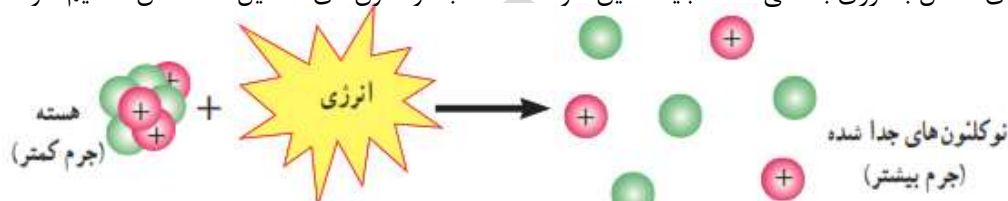
$$M_X < ZM_p + NM_N$$

اجزای هسته  $\rightarrow$  انرژی بستگی هسته + هسته

**کاستی جرم هسته:** اختلاف جرم هسته با مجموع جرم پروتون ها و نوترون های تشکیل دهنده هسته را کاستی جرم هسته می نامند. اگر این اختلاف جرم را در مربع تندی نور ضرب کنیم، انرژی بستگی هسته بدست می آید.

**انرژی بستگی هسته:** انرژی لازم برای جدا کردن نوکلئون های هسته را انرژی بستگی می نامند.

تذکر: انرژی بستگی هسته، انرژی ای نیست که در هسته وجود داشته باشد. بلکه این انرژی معادل با اختلاف انرژی جرمی میان هسته و نوکلئون های مجزای آن است. اگر در عمل می توانستیم یک هسته را به نوکلئون های آن جدا کنیم، در این فرآیند جداسازی، باید این انرژی به نوکلئون های سازنده هسته انتقال می یافت. انرژی ای معادل با انرژی بستگی هسته باید تامین شود تا هسته به نوکلئون های تشکیل دهنده آن تقسیم شود.



**یکای جرم اتمی:** از آنجا که در فیزیک هسته ای با جرم های بسیار کوچک سروکار داریم، بنابراین از یکاهایی مثل Kg نمی توان استفاده نمود. یکای متداول در فیزیک هسته ای برای جرم یکای جرم اتمی می باشد که آن را با  $u$  نمایش داده و عبارت است از  $\frac{1}{12}$  جرم اتم کربن  $^{12}_6C$ .

۱۴. هر چه مجموع جرم نوترون ها و پروتون های یک هسته ای اتم از جرم آن هسته بیشتر باشد، انرژی بستگی هسته ..... است و آن هسته ..... است.

(۸۸)

(۲) کمتر - پایدارتر

(۱) بیشتر - پایدارتر

(۴) بیشتر - ناپایدارتر

(۳) کمتر - ناپایدارتر

۱۵. در یک هسته ای پایدار جرم نوکلئون های تشکیل دهنده هسته: (۹۱-ت-خ)

(۲) مساوی جرم تبدیل شده به انرژی بستگی هسته است.

(۱) مساوی جرم هسته است.

(۴) کوچکتر از جرم تبدیل شده به انرژی بستگی هسته است.

(۳) بزرگتر از جرم هسته است.

۱۶. کدام موارد درست است؟ (۱۴۰۳ - دوم)

الف: اندازه گیری های دقیق نشان داده است که جرم هسته از مجموع جرم پروتون ها و نوترون های تشکیل دهنده هسته اندکی بیشتر است.

ب: انرژی لازم برای جدا کردن نوکلئون های یک هسته را انرژی بستگی هسته ای می نامند.

پ: در هسته های پایدار، هر چه هسته سنگین تر می شود، نسبت تعداد نوترون به تعداد پروتون افزایش می یابد.

(۲) الف و پ

(۱) الف و ب و پ

(۴) ب و پ

(۳) الف و ب

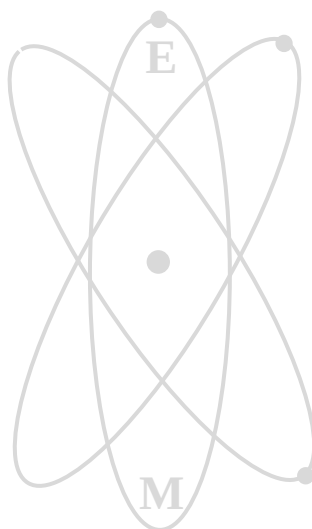
(۱) انرژی نوکلئون‌های وابسته به هسته مانند انرژی الکترون‌های وابسته به اتم کوانتیده‌اند و نوکلئون وابسته به هسته نمی‌تواند هر انرژی دلخواهی را اختیار کند.

(۲) اختلاف انرژی ترازهای الکترون‌ها در اتم حدود چند eV در صورتی که اختلاف انرژی ترازهای نوکلئون‌ها در هسته‌های سبک حدود MeV و در هسته‌های سنگین حدود KeV است.

(۳) همان طور که الکترون با جذب انرژی از حالت پایه به حالت برانگیخته می‌رود و با گسیل فوتون به حالت پایه برمی‌گردد، نوکلئون نیز می‌تواند با جذب انرژی به ترازهای انرژی بالاتر برود و هسته را براگیخته سازد و با گسیل فوتون به حالت پایه برگردد.

(۴) انرژی فوتون گسیل شده نیز برابر اختلاف انرژی حالت برانگیخته و حالت پایه است. هسته‌ی برانگیخته را با گذاشتن ستاره روی نماد  ${}^A_ZX$  به صورت  ${}^A_ZX^*$  نمایش می‌دهند.

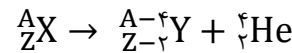
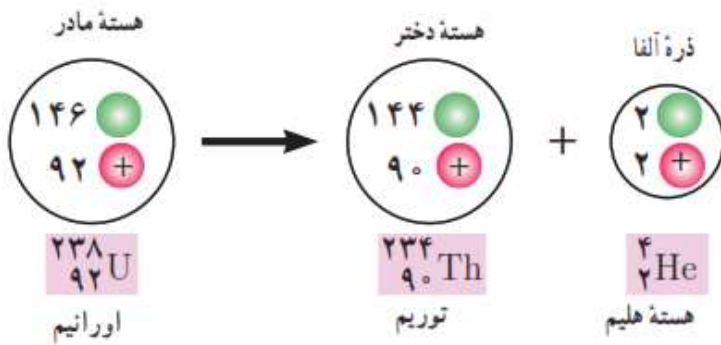
(۵) انرژی شیمیایی واکنش‌های شیمیایی در حدود چند الکترون ولت است در حالی که انرژی لازم برای برانگیختگی هسته‌ها معمولاً در حدود کیلو الکترون ولت تا میلیون الکترون ولت است. بنابراین در واکنش‌های شیمیایی هسته‌ها برانگیخته نمی‌شوند. به عبارت دیگر چون انرژی ترازهای هسته بسیار زیاد است و انرژی واکنش شیمیایی کم است، هسته‌ها در واکنش شرکت نمی‌کنند.



پرتوزایی طبیعی: وقتی یک هسته ناپایدار یا پرتوزا به طور طبیعی (یا اصطلاحاً خود به خود) واپاشی می‌کند و نوع معینی از ذرات یا فوتون‌های پرانرژی آزاد می‌شوند، این فرآیند واپاشی پرتوزایی طبیعی نامیده می‌شود.

## انواع واپاشی‌ها:

**الف) واپاشی آلفا:** در این واپاشی که در هسته‌های سنگین صورت می‌گیرد، هسته‌ی  ${}^A_ZX$  با گسیل ذره‌ی  $\alpha$  ( ${}^4_2\text{He}$ ) متشکل از دو پروتون و دو نوترون واهی می‌باشد.



هسته‌ی  $X$  را هسته‌ی مادر و هسته‌ی  $Y$  را هسته‌ی دختر می‌نامند.

## ویژگی‌های پرتوها آلفا:

(۱) پرتوهای  $\alpha$  کمترین نفوذ را دارند و با ورقه نازک سربی با ضخامت ناچیز (از مرتبه ۰/۱ mm) متوقف می‌شوند.

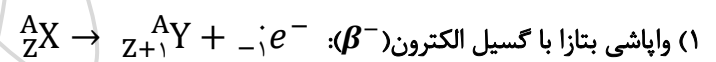
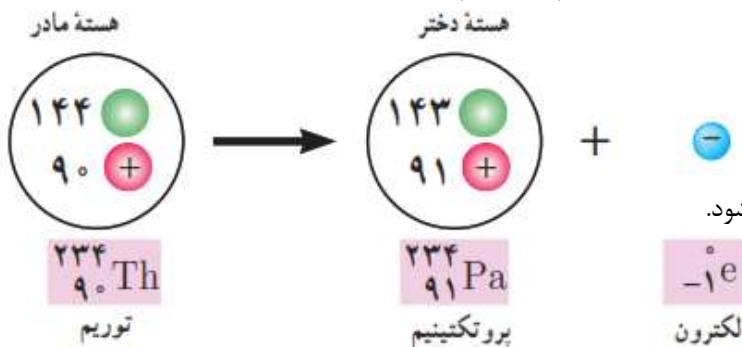
(۲) بُرد این ذره‌ها کوتاه است، این ذره‌ها پس از طی مسافت کوتاهی در هوا (۱ تا ۲ سانتیمتر) و یا با عبور از لایه‌ای نازک از مواد جذب می‌شوند.

(۳) ذره‌های آلفا سنگین و بار مثبت دارند.

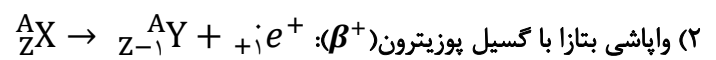
(۴) اگر این ذره‌ها از راه تنفس یا دستگاه گوارش وارد بدن شوند، باعث آسیب شدید به بافت‌های بدن می‌شوند. باید مراقب بود ذرات آلفا وارد بدن نشوند.

(۵) یکی از کاربردهای واپاشی آلفا در آشکارسازهای دود است.

**ب) واپاشی بتا:** در این واپاشی هسته‌ی ناپایدار با گسیل الکترون یا پوزیترون (ذره‌ای دارای جرم برابر جرم الکترون و بار مخالف آن) به هسته‌ی جدیدی تبدیل می‌شوند.

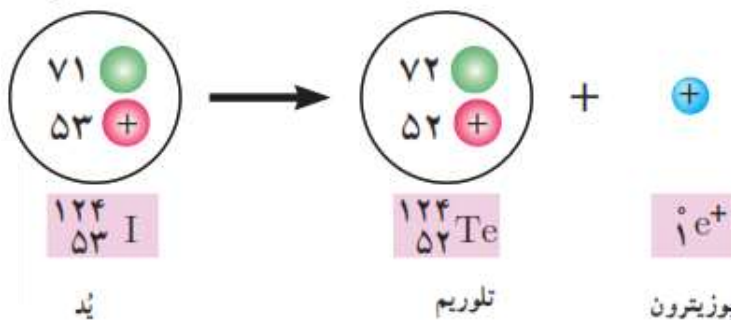


نکته: در این واپاشی یک نوترون از هسته مادر به پروتون و الکترون تبدیل می‌شود.



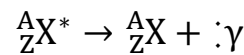
نکته: در این واپاشی یک پروتون از هسته مادر به نوترون و پوزیترون

(هم جرم الکترون دارای بار مثبت) تبدیل می‌شود.

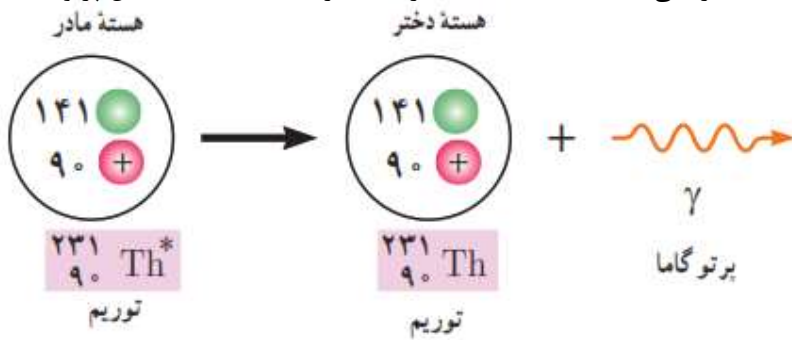


ویژگی پرتوهای بتا: این پرتوها مسافت خیلی بیشتری (از مرتبه ۰/۱ mm) نسبت به پرتوهای آلفا در سرب نفوذ می‌کنند.

(ج) واپاشی گاما: در این واپاشی هیچ یک از عددهای جرمی و اتمی هسته تغییر نمی‌کند، بلکه هسته‌ای که در حالت برانگیخته است با گسیل پرتوی گاما



به حالت پایه می‌رسد.



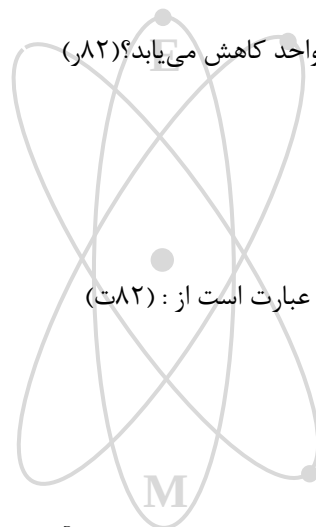
**پرتوی گاما:** از جنس امواج الکترومغناطیسی بوده و از پرتوی X پرنرژی‌تر بوده و می‌تواند در ورقه سربی با ضخامت تقریباً ۱۰۰mm نفوذ کند

**نکته‌ی بسیار مهم:** در تمام فرایندهای واپاشی اصول پایستگی زیر برقرار است:

(الف) مجموع بار الکتریکی در دو طرف (قبل از واپاشی و بعد از واپاشی) باید با هم برابر باشند.

(ب) مجموع عددهای جرمی در دو طرف (قبل از واپاشی و بعد از واپاشی) باید با هم برابر باشند.

به عبارت دیگر تعداد نوکلئون‌ها در طی فرآیند واپاشی هسته‌ای پایسته است. یعنی تعداد نوکلئون‌ها پیش از فرآیند با تعداد نوکلئون‌ها پس از فرآیند مساوی است.



۱. عدد اتمی هسته‌ای که فقط ذره گاما گسیل کرده باشد، چند واحد کاهش می‌یابد؟ (۸۲ر)

(۱) صفر (۲) ۱

(۳) ۲ (۴) ۳

۲. در واکنش هسته‌ای  ${}_{92}^{238}U^* \rightarrow {}_{56}^{141}Ba + {}_{36}^{91}Kr + [?]$ ، عبارت است از: (۸۲ت)

(۱) ۳ ذره نوترون (۲) یک ذره بتا

(۳) ۳ ذره پروتون (۴) یک ذره آلفا

۳. یک عنصر رادیو اکتیو چه ذراتی را باید تابش کند تا بدون تغییر عدد اتمی، عدد جرمی آن ۴ واحد کم شود؟ (۸۳ر)

(۱) سه ذره آلفا و دو ذره بتا (۲) دو ذره آلفا و دو ذره بتا

(۳) دو ذره آلفا و یک ذره بتا (۴) یک ذره آلفا و دو ذره بتا

۴. فرض کنید در یک واپاشی هسته‌ای عنصر رادیو اکتیو سرب با تابش ذرات  $\alpha$  و  $\beta$  و دو نوترون تبدیل به عنصر طلا شود. در این صورت به ترتیب از

راست به چپ چند پرتو  $\alpha$  و چند  $\beta$  تابش خواهد شد؟ ( ${}_{82}^{207}Pb$  و  ${}_{80}^{207}Au$ ) (۸۴ر)

(۱) ۱-۲ (۲) ۱-۲

(۳) ۲-۳ (۴) ۲-۷

۵. کدام عبارت درست است؟ (۸۴ت)

(۱) با گذشت زمان ، نیم عمر یک عنصر پرتو زا کاهش می یابد.

(۲) در اثر پرتوزایی ممکن است عدد اتمی هسته افزایش یابد.

(۳) هر چه انرژی بستگی هسته بیشتر باشد آن هسته ناپایدارتر است.

(۴) اگر از هسته ای فقط ذره آلفا گسیل شود عدد جرمی آن یک واحد کاهش می یابد.

۶. در واپاشی  $\beta$  (۸۵ر)

(۱) عدد اتمی ثابت می ماند. (۲) جرم اتمی یک واحد زیاد می شود.

(۳) مجموع نوکلئون ها ثابت می ماند. (۴) در هسته یک پروتون کم و یک نوترون اضافه می شود.

۷. با واپاشی اورانیوم ۲۳۸ ( $^{238}_{92}U$ ) یک ذره آلفا گسیل می شود. عنصر ایجاد شده از این واپاشی به ترتیب چند نوترون و چند پروتون خواهد داشت؟

(۸۵ت)

(۱) ۱۴۴ و ۹۰ (۲) ۱۴۶ و ۹۰

(۳) ۱۴۴ و ۹۱ (۴) ۱۴۶ و ۹۱

۸. در واکنش هسته ای  $^1_0n + ^{10}_5B \rightarrow ^7_3Li + X$ ، کدام است؟ (۸۹ر)(۱)  $\alpha$  (۲)  $\beta$ (۳)  $\alpha + \beta$  (۴)  $\alpha + 2\beta$ ۹. اگر هسته عنصر ( $^7_3Li$ ) یک پرتو آلفا و هم زمان یک ذره بتا (الکترون) گسیل کند به کدام یک از عناصر زیر تبدیل می شود؟ (۹۰ر)(۱)  $^7_3Li$  (۲)  $^7_4Be$ (۳)  $^4_2He$  (۴)  $^7_4Li$ ۱۰. یک هسته آمرسیم (۲۴۱)، با تابش یک ذره آلفا واپاشیده شده و به یک ایزوتوپ نپتونیم طبق رابطه ی  $^{241}_{95}Am \rightarrow ^{237}_{93}Np + \alpha$  تبدیل می -

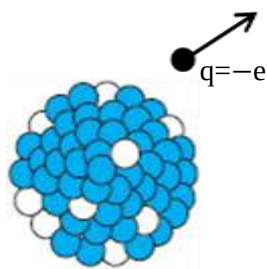
شود. تعداد نوترونهای این ایزوتوپ نپتونیم چقدر است؟ (۹۱ر)

(۱) ۹۱ (۲) ۹۳

(۳) ۹۶ (۴) ۱۴۴

۱۱. عنصر  $^{11}_6C$  با تابش یک پوزیترون به کدام تبدیل می شود؟ (۹۲ر)(۱)  $^{11}_5B$  (۲)  $^{11}_5B$ (۳)  $^{12}_6C$  (۴)  $^{11}_7N$

۱۲. در واپاشی مطابق شکل زیر، واپاشی تعداد پروتون‌های هسته ..... و تعداد نوترون‌های آن ..... (۹۲ت)



(۱) یک واحد افزایش می‌یابد - یک واحد کاهش می‌یابد

(۲) یک واحد کاهش می‌یابد - یک واحد افزایش می‌یابد

(۳) یک واحد افزایش می‌یابد - ثابت می‌ماند.

(۴) یک واحد کاهش می‌یابد - ثابت می‌ماند.

۱۳. در واپاشی گاما: (۹۴ت - خ)

(۱) تعداد نوکلئون‌ها ثابت می‌ماند.

(۲) عدد اتمی یک واحد کاهش می‌یابد.

(۳) عدد جرمی یک واحد کاهش می‌یابد.

(۴) هسته از حالت پایه به حالت برانگیخته می‌رود.

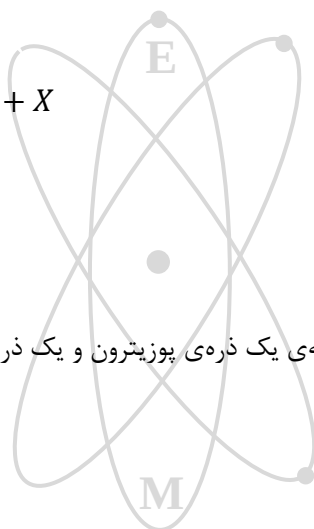
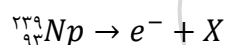
۱۴. در فعل و انفعال هسته‌ای [مقداری انرژی +  $^{137}_{56}\text{Ba} + X + ^{137}_{55}\text{Cs} \rightarrow$ ، X کدام است؟ (۹۵ر)

(۱)  $e^-$

(۲)  $e^+$

(۳)  $e^-$

(۴)  $e^+$



۱۵. در واکنش هسته‌ای زیر X کدام است؟ (۹۵ر - خ)

(۱) توریم

(۲) پلونیوم

(۳) اورانیوم

(۴) پلوتونیوم

۱۶. حاصل واپاشی عنصر مادر  $^{A}_{Z}\text{X}$ ، عنصر دختر  $^{A}_{81}\text{Tl}$  به اضافه‌ی یک ذره‌ی پوزیترون و یک ذره‌ی آلفا است. A و Z به ترتیب کدام‌اند؟ (۹۵ت)

(۱) ۸۲ و ۲۱۲

(۲) ۸۲ و ۲۱۱

(۳) ۸۴ و ۲۱۲

(۴) ۸۴ و ۲۱۱

۱۷. در فعل و انفعال هسته‌ای،  $^4_2\text{He} + ^{27}_{13}\text{Al} \rightarrow ^A_Z\text{X} + ^1_0\text{n}$ ، A و Z به ترتیب کدام‌اند؟ (۹۶ت - خ)

(۱) ۱۴، ۳۰

(۲) ۱۴، ۳۱

(۳) ۱۵، ۳۰

(۴) ۱۵، ۳۱

۱۸. در فعل و انفعال هسته‌ای  $^1_0\text{n} + ^{235}_{92}\text{U} \rightarrow ^{141}_{54}\text{Ba} + ^{92}_{36}\text{Kr} + 3(^1_0\text{n}) + X$ ، برای عنصر X، تعداد نوترون‌ها و پروتون‌ها کدام است؟ (۹۶ت)

(۱) ۳۶، ۵۸

(۲) ۳۶، ۵۶

(۳) ۵۴، ۹۴

(۴) ۵۴، ۹۲

۱۹. در واپاشی هسته‌های ناپایدار، کدام مورد درست است؟ ( $e = 1.6 \times 10^{-19} C$ ) (۹۷ت)

(۱) هنگام گسیل پوزیترون بار هسته به اندازه  $1.6 \times 10^{-19} C$  افزایش می‌یابد.

(۲) هنگام گسیل الکترون بار هسته به اندازه  $1.6 \times 10^{-19} C$  کاهش می‌یابد.

(۳) هنگام گسیل  $\alpha$  بار هسته به اندازه  $3.2 \times 10^{-19} C$  کاهش می‌یابد.

(۴) هنگام گسیل گاما، پوزیترون و الکترون، بار هسته ثابت می‌ماند.

۲۰. در واکنش  ${}^{237}_{93}X \rightarrow Y + {}^4_2\alpha + \beta^-$  تعداد نوکلئون‌های  $Y$  چقدر است؟ (۹۸ر)

(۱) ۲۲۴ (۲) ۲۲۵

(۳) ۲۲۶ (۴) ۲۲۸

۲۱. در واکنش هسته‌ای (نوترون)  ${}^{208}_{82}X \rightarrow {}^{199}_{79}Y + N(\alpha) + M(\beta^-) + 2$  و  $N$  به ترتیب کدام‌اند؟ (۹۸ت - خ)

(۱) ۱، ۱ (۲) ۱، ۲

(۳) ۲، ۲ (۴) ۲، ۳

۲۲. در واکنش هسته‌ای  ${}^A_ZX \rightarrow {}^{A-2}_ZY + \dots + \dots$  به جای نقطه چین‌ها چند آلفا و چند بتای منفی باید قرار داد؟ (۹۸ت - خ)

(۱) یک آلفا و ۳ بتا (۲) ۲ آلفا و ۴ بتا

(۳) ۲ آلفا و ۲ بتا (۴) ۲ آلفا و ۳ بتا

۲۳. کدام موارد درست است؟ (۱۴۰۰ر)

الف) در واپاشی  $\beta^-$ ، الکترون گسیل شده در هسته مادر وجود ندارد و همچنین یکی از الکترون‌های مداری اتم نیست.

ب) در واپاشی  $\beta^+$ ، ذره گسیل شده توسط هسته، جرم یکسان با الکترون دارد.

پ) اغلب هسته‌ها پس از واپاشی بتا، در حالت پایدار قرار می‌گیرند.

ت) در واپاشی  $\beta^+$ ، یکی از نوترون‌های درون هسته به یک پروتون و یک پوزیترون تبدیل می‌شود.

(۱) الف و ب (۲) الف و پ

(۳) ب و ت (۴) ب و پ

۲۴. هسته  ${}^{234}_{90}Th$  واپاشی  $\beta^-$  انجام می‌دهد. عدد اتمی هسته دختر چند برابر عدد نوترونی آن است؟ (۱۴۰۰ر - خ)

(۱)  $\frac{91}{144}$  (۲)  $\frac{89}{145}$

(۳)  $\frac{89}{144}$  (۴)  $\frac{91}{143}$

۲۵. کدام موارد درست است؟ (۱۴۰۰ ر - خ)

(الف) پرتوهای  $\alpha$ ، سنگین‌اند و برد بلندی دارند.

(ب) تعداد نوکلئون‌ها در طی فرایند واپاشی هسته پایسته است.

(پ) یکی از کاربردهای گسترده واپاشی  $\alpha$ ، در آشکارسازهای دود است.

(ت) واپاشی  $\alpha$  در هسته‌های سبک صورت می‌گیرد.

(۱) الف و ب (۲) الف و پ

(۳) ب و ت (۴) ب و پ

۲۶. نپتونیم  ${}^{237}_{93}\text{Np}$  ایزوتوپ ناپایداری است که واپاشی آن از طریق گسیل سه ذره  $\alpha$  و یک ذره  $\beta^-$  صورت می‌گیرد. در این واپاشی، هسته نهایی به ترتیب چند نوترون و چند پروتون دارد؟ (۱۴۰۰ ت)

(۱) ۱۳۶ و ۸۷ (۲) ۱۳۶ و ۸۸

(۳) ۱۳۷ و ۸۷ (۴) ۱۳۷ و ۸۸

۲۷. سدیم  ${}^{24}_{11}\text{Na}$  واپاشی  $\beta^-$  انجام می‌دهد. هسته جدید به ترتیب چند نوترون و چند پروتون خواهد داشت؟ (۱۴۰۰ ت - خ)

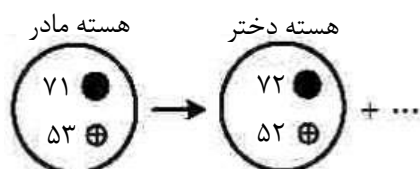
(۱) ۱۳ و ۱۱ (۲) ۱۲ و ۱۱

(۳) ۱۱ و ۱۳ (۴) ۱۲ و ۱۲

۲۸. شکل زیر، واپاشی  $\gamma$  ۱۲۴ را نشان می‌دهد. نام ذره گسیل شده، کدام است؟ (۱۴۰۱ ر)

(۱) آلفا (۲) گاما

(۳) پوزیترون (۴) الکترون



۲۹. سرب  ${}^{207}_{82}\text{Pb}$  هسته دختر پایداری است که می‌تواند از واپاشی  $\alpha$  حاصل شود. عدد جرمی هسته مادر، کدام است؟ (۱۴۰۱ ت - خ)

(۱) ۲۰۳ (۲) ۲۰۵

(۳) ۲۰۹ (۴) ۲۱۱

۳۰. در کدام مورد، فرایند واپاشی درست است؟ (۱۴۰۲ ت - اول)

(الف)  ${}^A_Z X_N \rightarrow {}^A_{Z-1} Y_{N+1} + e^-$  (ب)  ${}^A_Z X_N \rightarrow {}^A_{Z-1} Y_{N+1} + e^+$

(پ)  ${}^A_Z X_N \rightarrow {}^A_{Z+1} Y_N + e^-$  (ت)  ${}^A_Z X_N \rightarrow {}^A_{Z+1} Y_N + e^+$

(۱) الف (۲) ب

(۳) پ (۴) ت



۳۱. در فرایند واپاشی  ${}^{11}_6C \rightarrow {}^{11}_5B + x$ ، کدام است؟ (۱۴۰۲ - دوم)

(۱) پروتون  $\beta^+$  (۲)

(۳)  $\beta^-$  (۴) نوترون

۳۲. اگر عدد جرمی عنصری ۲ برابر عدد اتمی آن باشد، پس از گسیل یک پرتو  $\alpha$  و یک الکترون و یک پوزیترون، تعداد نوترون‌های هسته جدید چند تا از تعداد پروتون‌های هسته جدید بیشتر است؟ (۱۴۰۲ - دوم)

(۱) ۱ (۲) ۲

(۳) ۴ (۴) صفر

۳۳. اگر  ${}^{238}_{92}U$  واپاشی  $\alpha$  انجام دهد، کدام هسته، حاصل این واپاشی خواهد بود؟ (۱۴۰۲ - خ)

(۱)  ${}^{235}_{92}U$  (۲)  ${}^{231}_{91}Pa$

(۳)  ${}^{234}_{91}Th$  (۴)  ${}^{232}_{91}Th$

۳۴. در کدام واپاشی هسته‌ای، عدد اتمی یک واحد افزایش می‌یابد؟ (۱۴۰۲ - خ)

(۱) بتای منفی (۲) بتای مثبت

(۳) گاما (۴) آلفا

۳۵. اگر لوتسیم ( ${}^{176}_{71}Lu$ ) با گسیل بتای منفی پرتوزایی کند، هسته دختر کدام است؟ (۱۴۰۳ - اول)

(۱)  ${}^{176}_{72}Hf$  (۲)  ${}^{175}_{72}Hf$

(۳)  ${}^{176}_{69}Tm$  (۴)  ${}^{177}_{69}Tm$

۳۶. در پرتوزایی طبیعی سه نوع ذره آلفا، بتا و گاما تولید می‌شود. در کدام مورد، به ترتیب از راست به چپ، قدرت نفوذ ذرات بیشتر می‌شود؟

(۱) آلفا، گاما و بتا (۲) آلفا، بتا و گاما

(۳) گاما، آلفا و بتا (۴) بتا، گاما و آلفا

۳۷. در واپاشی، (هسته دختر)  $\beta^+ + {}^{15}_8O$ ، هسته دختر چند نوترون دارد؟ (۱۴۰۳ - خ)

(۱) ۶ (۲) ۷

(۳) ۸ (۴) ۹

۳۸. در کدام واپاشی، عدد جرمی تغییر می‌کند؟ (۱۴۰۴ - اول)

(۱) گاما (۲) آلفا

(۳) بتای منفی (۴) بتای مثبت

۳۹. کدام موارد درست است؟ (۱۴۰۳ ر - خ)

الف: در پرتوزایی طبیعی تعداد نوکلئون‌ها کاهش می‌یابد.

ب: در پرتوزایی طبیعی تعداد نوکلئون‌ها افزایش می‌یابد.

پ: اختلاف بین ترازهای انرژی نوکلئون‌ها در هسته در مقایسه با اختلاف ترازهای انرژی الکترون‌ها در اتم خیلی زیاد است.

(۴) الف و پ

(۳) الف و ب

(۲) ب

(۱) پ

۴۰.  $^{242}_{94}\text{Pu}$  واپاشی  $\alpha$  انجام می‌دهد. عدد جرمی هسته دختر چقدر است؟ (۱۴۰۴ ت - اول)

(۲) ۲۴۰

(۱) ۲۳۸

(۴) ۲۴۸

(۳) ۲۴۶

۴۱. اورانیم  $^{238}_{92}\text{U}$  (هسته مادر)، در اثر تابش  $\alpha$  به یک هسته دختر تبدیل می‌شود. عدد نوترونی هسته دختر، چند واحد کمتر از عدد نوترونی هسته مادر است؟ (۱۴۰۴ ر - خ)

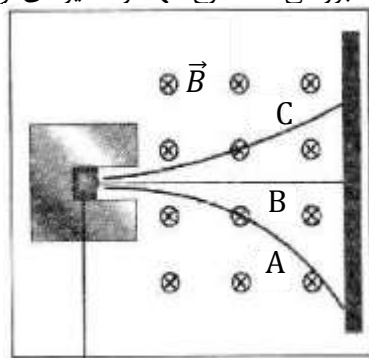
(۲) ۲

(۱) ۱

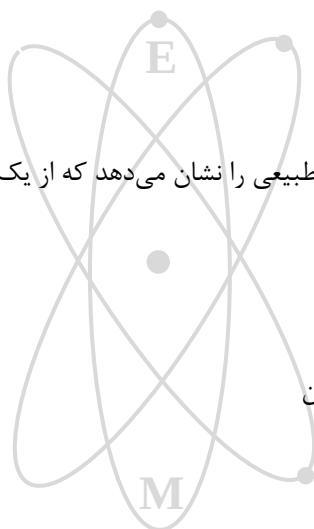
(۴) ۴

(۳) ۳

۴۲. شکل زیر، مسیر پرتوهای گسیل شده از یک ماده پرتوزای طبیعی را نشان می‌دهد که از یک میدان مغناطیسی عبور می‌کنند. نوع آنها در مسیرهای از A تا C به ترتیب کدام است؟ (۱۴۰۲ ر - اول)



ماده پرتوزا



(۲) آلفا، گاما و الکترون

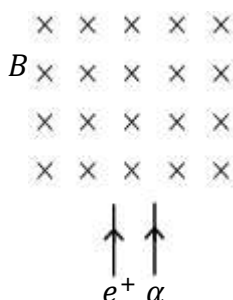
(۱) الکترون، گاما و آلفا

(۴) آلفا، پوزیترون و الکترون

(۳) الکترون، پوزیترون و آلفا

۴۳. دو ذره  $\alpha$  و  $\beta$  با یک تندی و در یک جهت وارد میدان مغناطیسی یکنواخت می‌شوند. تحت اثر میدان، مسیر انحراف کدام ذره، شعاع انحنای کوچکتری دارد و علت آن کدام است؟ (۱۴۰۳ ر - اول)(۲)  $\alpha$ ، نیروی بیشتری بر آن وارد می‌شود.(۱)  $\beta$ ، جرمش کمتر است.(۳)  $\beta$ ، بار الکتریکی آن بیشتر است. (۴)  $\alpha$ ، شتابی که می‌گیرد بیشتر است.

۴۴. مطابق شکل، پرتوهایی از دو ذره آلفا و پوزیترون در جهت نشان داده شده وارد میدان مغناطیسی یکنواخت درون سو می‌شوند. جهت انحراف ذرات در درون میدان چگونه است؟ (۱۴۰۴ ر - اول)



(۲) آلفا به راست و پوزیترون به چپ

(۱) هر دو به چپ

(۴) آلفا به چپ و پوزیترون به راست

(۳) هر دو به راست

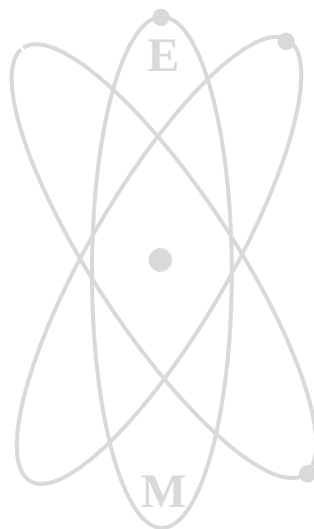
۴۵. یک پروتون و یک ذره  $\alpha$  با انرژی جنبشی مساوی به ناحیه‌ای از یک میدان مغناطیسی به بزرگی  $B$  وارد می‌شوند و در مسیر دایره‌ای که بر میدان مغناطیسی عمود است، حرکت می‌کنند. کدام گزینه در مورد این دو ذره درست است؟ (جرم ذره  $\alpha$  ۴ برابر جرم پروتون است). (۹۳ر)

(۱) سرعت  $\alpha$  دو برابر سرعت پروتون است.

(۲) تکانه پروتون، برابر تکانه ذره  $\alpha$  است.

(۳) شعاع مسیر ذره  $\alpha$  برابر شعاع مسیر پروتون است.

(۴) نیروی الکترومغناطیسی وارد بر پروتون، ۲ برابر نیروی الکترومغناطیسی وارد بر ذره  $\alpha$  است.



نیمه عمر: مدت زمانی است که طول می کشد تا تعداد هسته های پرتوزای موجود در یک نمونه به نصف برسد.

**نکته ۱:** اگر به تعداد  $N$  هسته ی پرتوزا در یک قطعه از ماده ی پرتوزا وجود داشته باشد بعد از یک نیمه عمر ( $T_{1/2}$ ) نیمی از هسته ها یعنی تعداد  $\frac{N}{2}$  آنها واپاشیده شده و نیم دیگر به همان صورت اولیه باقی می ماند. پس از گذشت یک نیمه عمر دیگر نیمی از هسته های باقی مانده یعنی تعداد  $\frac{N}{4}$  واپاشیده شده و  $\frac{N}{4}$  دیگر به صورت اولیه باقی می ماند و واپاشی به همین ترتیب ادامه یافته و پس از گذشت  $n$  نیمه عمر تعداد هسته های واپاشیده نشده برابر  $\frac{N}{2^n}$  است.

| تعداد نیمه عمرهای سپری شده | ۰   | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ |
|----------------------------|-----|---|---|---|---|---|
| هسته های مادر باقی مانده   | $N$ |   |   |   |   |   |
| هسته های واپاشی شده        | ۰   |   |   |   |   |   |

**نکته ۲:** اگر نیمه عمر ماده ی پرتوزا برابر  $T_{1/2}$  باشد، تعداد نیمه عمرها در مدت  $t$  برابر است با:

$$n = \frac{t}{T_{1/2}}$$

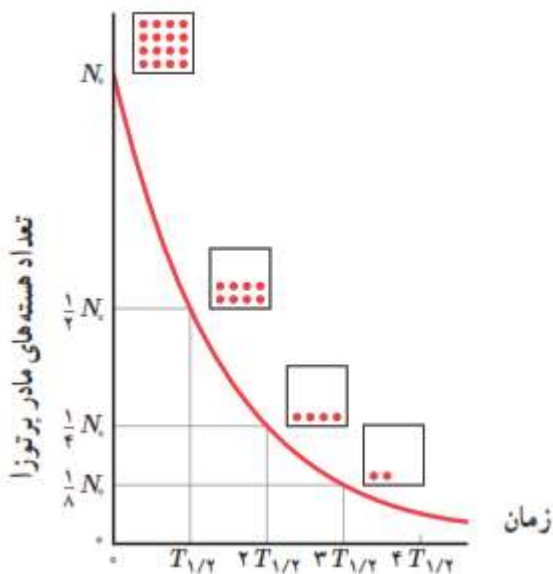
**نکته ۳:** اگر پس از مدت زمان  $t$  (به مدت  $n$  نیمه عمر) تعداد هسته های ماده ی پرتوزا از  $N$  به  $N'$  کاهش یابد، خواهیم داشت:

$$N' = \frac{N}{2^n}$$

و اگر جرم ماده ی پرتوزا از  $m$  به  $m'$  کاهش یابد، خواهیم داشت:

$$m' = \frac{m}{2^n}$$

**نکته ۴:** نمودار تعداد هسته های باقی مانده پس از زمان  $t$  به صورت یک تابع نمایی از زمان بوده و نمودار آن به صورت شکل مقابل است:



**نکته ۵:** برای محاسبه ی جرم متلاشی شده از رابطه ی مقابل می توان استفاده نمود:

$$m' = m \cdot \left( \frac{1}{2} \right)^n$$

جرم باقی مانده - جرم اولیه = جرم متلاشی شده

۱. چند درصد از هسته های یک عنصر رادیو اکتیو بعد از مدتی معادل سه برابر نیم عمر، تجزیه نشده باقی می ماند؟ (۸۳٪)

(۱) ۱/۲۵ (۲) ۳

(۳) ۸ (۴) ۱۲/۵

۲. نیمه عمر یک ماده رادیو اکتیو ۵ شبانه روز است. اگر پس از ۲۰ شبانه روز مقدار ۷۵ گرم آن متلاشی شود پس از چند شبانه روز تنها ۲/۵ گرم از آن باقی می ماند؟ (۸۳٪)

(۱) ۱۵ (۲) ۲۰

(۳) ۲۵ (۴) ۳۰

۳. نیم عمر یک ماده رادیواکتیو  $t$  ثانیه است. پس از  $3t$  ثانیه، نسبت جرم واپاشیده به جرم باقی مانده از همان ماده کدام است؟ (۸۶ت)

$$(1) \quad \frac{1}{7} \quad (2) \quad \frac{1}{8}$$

$$(3) \quad \frac{1}{8} \quad (4) \quad \frac{7}{8}$$

۴. چند درصد از هسته‌های ماده رادیواکتیوی پس از واپاشی در مدت ۴ نیم عمر به صورت فعال باقی می‌ماند؟ (۸۷ر)

$$(1) \quad 2/5 \quad (2) \quad 3$$

$$(3) \quad 6/25 \quad (4) \quad 12/5$$

۵. از هسته‌های اولیه یک ماده رادیواکتیو پس از ۹ سال،  $12/5$  درصد آن باقی مانده است. نیمه عمر این ماده چند سال است؟ (۸۸ت)

$$(1) \quad 2 \quad (2) \quad 3$$

$$(3) \quad 4 \quad (4) \quad 6$$

۶. از یک ماده رادیواکتیو پس از گذشت ۵ نیمه عمر، تقریباً چند درصد از هسته‌های آن متلاشی شده است؟ (۹۱ت)

$$(1) \quad 3 \quad (2) \quad 20$$

$$(3) \quad 80 \quad (4) \quad 97$$

۷. تعداد هسته‌های اولیه یک ماده رادیواکتیو  $N_0 = 1600$  است. اگر نیمه عمر این ماده ۶ ساعت باشد، بعد از چند ساعت ۲۰۰ هسته آن فعال باقی می‌ماند؟ (۹۳ت)

$$(1) \quad 12 \quad (2) \quad 18$$

$$(3) \quad 36 \quad (4) \quad 48$$

۸. نیمه عمر یک ماده پرتوزا ۸ روز است. پس از ۳۲ روز، چند درصد از هسته‌های آن ماده دچار واپاشی می‌شوند؟ (۹۵ر)

$$(1) \quad 64 \quad (2) \quad 75$$

$$(3) \quad 82/25 \quad (4) \quad 93/75$$

۹. اگر  $87/5$  درصد از تعداد هسته‌های یک ماده رادیواکتیو در مدت ۲۴ ساعت واپاشیده شود، نیمه عمر آن چند ساعت است؟ (۹۶ر - خ)

$$(1) \quad 3 \quad (2) \quad 4$$

$$(3) \quad 6 \quad (4) \quad 8$$

۱۰. از تعداد هسته‌های اولیه مساوی دو عنصر رادیواکتیو A و B بعد از گذشت زمان  $\Delta t$ ، تعداد هسته‌های باقی مانده عنصر A چهار برابر تعداد هسته‌های باقی مانده عنصر B است. اگر تعداد نیمه عمرهای عنصر A و B در مدت زمان  $\Delta t$  به ترتیب  $n_A$  و  $n_B$  باشد، کدامیک از موارد زیر درست است؟ (۹۶ر)

$$(1) \quad n_A - n_B = 4 \quad (2) \quad n_B - n_A = 4$$

$$(3) \quad n_A - n_B = 2 \quad (4) \quad n_B - n_A = 2$$

۱۱. از یک ماده رادیواکتیو که نیمه عمر آن ۸ روز است، پس از گذشت چند روز ۷۵ درصد هسته‌های این ماده واپاشیده می‌شود؟ (۹۸ ر - خ)

۸ (۱) ۱۶ (۲)

۲۴ (۳) ۳۲ (۴)

۱۲. دانشمندی به یک نمونه از زغال قدیمی اشاره می‌کند و ادعا می‌کند که عمر این زغال حدود ۲۲۹۲۰ سال است. برای اثبات این ادعا، کربن ۱۴ این زغال، چند درصد مقدار عادی کربن ۱۴ موجود در زغالی باید باشد که تازه تولید شده است؟ (نیمه عمر کربن ۵۷۳۰ سال است). (۱۴۰۰ ر)

۱/۵۶ (۱) ۳/۱۳ (۲)

۶/۲۵ (۳) ۱۲/۵۰ (۴)

۱۳. نیمه عمر یک ماده پرتوزا ۴۵ دقیقه است. پس از گذشت ۳ ساعت، چه کسری از ماده اولیه باقی می‌ماند؟ (۱۴۰۱ ر - خ)

$\frac{1}{4}$  (۱)  $\frac{1}{8}$  (۲)

$\frac{1}{16}$  (۳)  $\frac{1}{32}$  (۴)

۱۴. چهار سال طول می‌کشد تا ۷۵ درصد تعداد هسته‌های یک ماده پرتوزا به هسته‌های دیگر تبدیل شود، چند سال دیگر بگذرد تا تعداد هسته‌های باقیمانده ۱۲/۵ درصد تعداد هسته‌های اولیه باشد؟ (۱۴۰۲ ر - اول)

۲۴ (۱) ۸ (۲)

۶ (۳) ۲ (۴)

۱۵. نیمه عمر یک ماده پرتوزا ۶۰ دقیقه است. پس از گذشت ۶ ساعت چه کسری از ماده اولیه در نمونه‌ای از این ماده پرتوزا باقی می‌ماند؟ (۱۴۰۳ ت - خ)

$\frac{1}{16}$  (۱)  $\frac{1}{24}$  (۲)

$\frac{1}{32}$  (۳)  $\frac{1}{64}$  (۴)

۱۶. پس از گذشت ۸ ساعت، تعداد هسته‌های پرتوزای یک نمونه، به  $\frac{1}{16}$  تعداد موجود در آغاز کاهش یافته است. نیمه عمر ماده چند ساعت است؟

(۱۴۰۴ ر - اول)

۱ (۱) ۸ (۲)

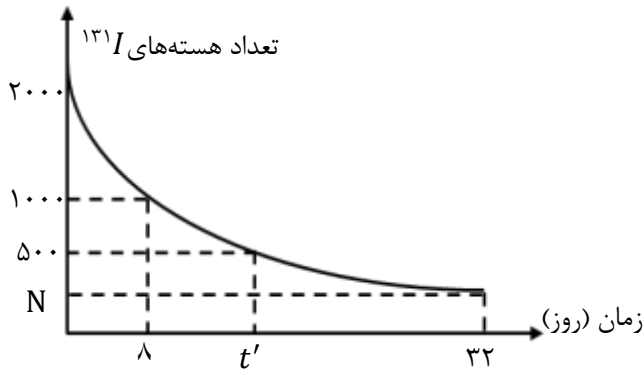
۴ (۳) ۲ (۴)

۱۷. نیمه عمر یک ایزوتوپ پرتوزا ۸ روز است. پس از گذشت ۱۶ روز چند درصد از هسته‌های مادر اولیه در محیط زیست باقی می‌ماند؟ (۱۴۰۴ ت - اول)

۷۵ (۱) ۵۰ (۲)

۲۵ (۳) ۱۲/۵ (۴)

۱۸. نمودار رو به رو مربوط به یُد پرتوزا است.  $N$  و  $t'$  به ترتیب کدامند؟ (۸۹ت)



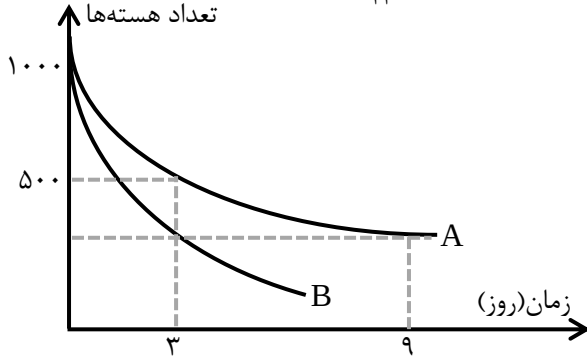
(۱) ۱۶ و ۱۲۵

(۲) ۱۶ و ۲۵۰

(۳) ۲۴ و ۱۷۵

(۴) ۲۴ و ۲۰۰

۱۹. نمودار تعداد هسته‌های دو ماده‌ی پرتوزای A و B بر حسب زمان مطابق شکل زیر است. پس از چند روز  $\frac{1}{33}$  هسته‌های فعال B باقی می‌ماند؟



(۹۵-ر-خ)

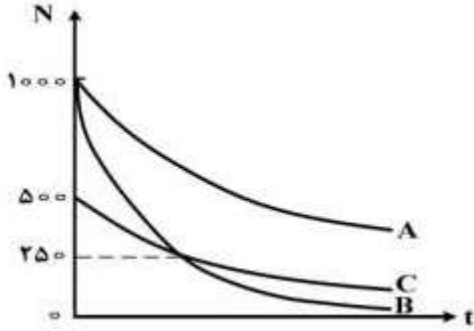
(۱) ۳

(۲) ۴

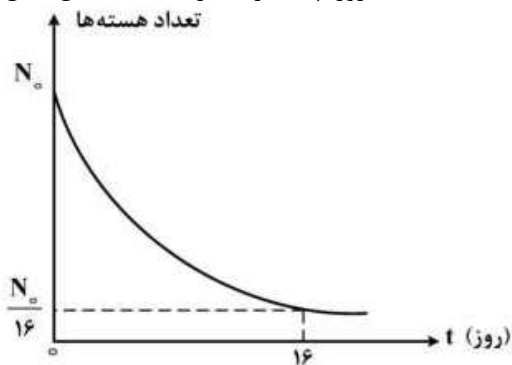
(۳) ۵

(۴) ۶

۲۰. نمودار تعداد هسته‌های سه عنصر پرتوزا بر حسب زمان، مطابق شکل زیر است. اگر نیمه عمر این سه عنصر  $T_A$ ،  $T_B$  و  $T_C$  باشد، کدام مورد درست است؟ (۹۷-ر-خ)

(۱)  $T_A = T_C > T_B$ (۲)  $T_A > T_B = T_C$ (۳)  $T_A > T_B > T_C$ (۴)  $T_A > T_C > T_B$ 

۲۱. نمودار تغییرات تعداد هسته‌های یک ماده پرتوزا بر حسب زمان، مطابق شکل زیر است. پس از گذشت هشت روز چند درصد از هسته‌های آن فعال باقی می‌ماند؟ (۹۷-ت-خ)



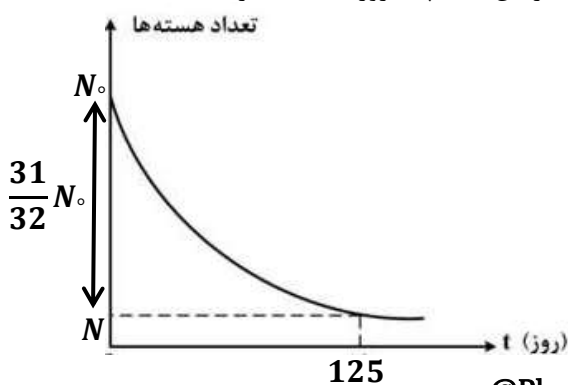
(۱) ۸۷/۵

(۲) ۵۰

(۳) ۲۵

(۴) ۱۲/۵

۲۲. نمودار واپاشی هسته‌های یک ماده پرتوزا بر حسب زمان به صورت شکل زیر است. نیمه عمر این ماده چند روز است؟ (۹۸-ر)



(۱) ۵

(۲) ۲۵

(۳) ۵۰

(۴) ۶۲/۵

۲۳. نمودار واپاشی یک ماده پرتوزا به شکل زیر است. نیمه عمر این ماده، چند روز است؟ (۱۴۰۱ر)

تعداد هسته‌های  
مادر پرتوزا  $N_0$

$$\frac{N_0}{16}$$

زمان (روز)

۲۴

۸ (۲)

۱۲ (۱)

۴ (۴)

۶ (۳)

۲۴. نمودار تعداد هسته‌های ماده پرتوزا در یک نمونه بر حسب زمان، مطابق شکل است. نیمه عمر این ماده پرتوزا چند روز است؟ (۱۴۰۳ت - دوم)

$N_0$

$$\frac{1}{8} N_0$$

t(روز)

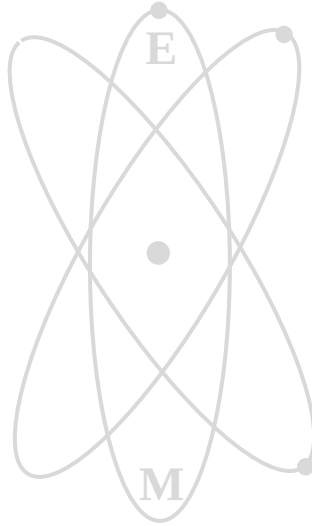
۲۴

۳ (۲)

۱۲ (۱)

۸ (۴)

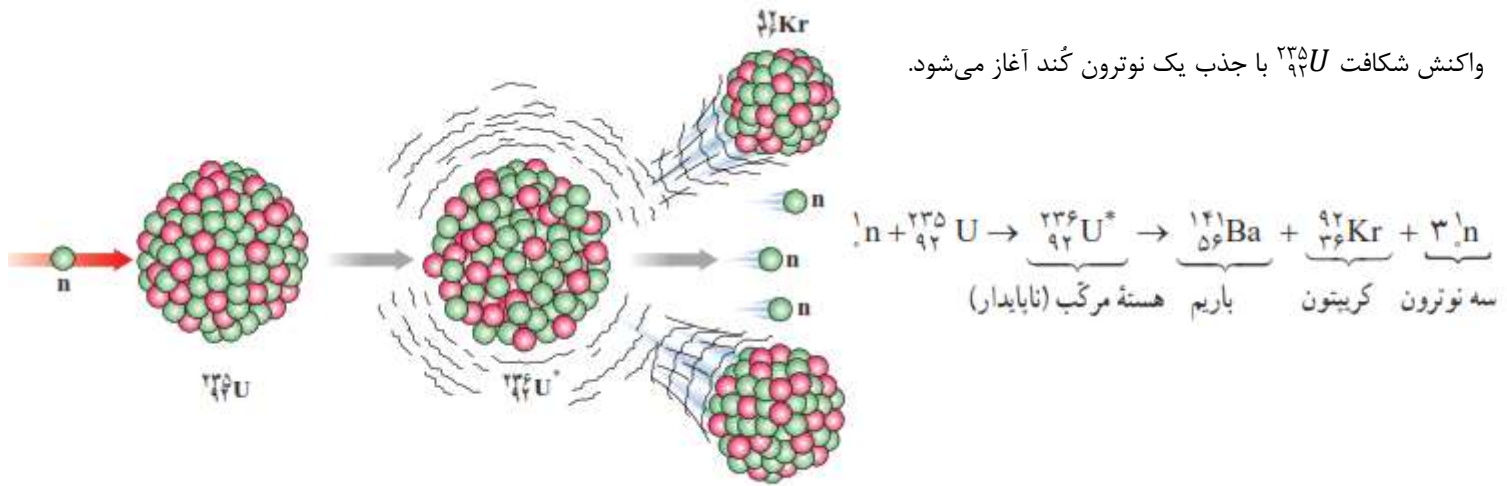
۶ (۳)





**شکافت هسته‌ای:** فرایند تقسیم شدن یک هسته سنگین به دو هسته با جرم کمتر، شکافت هسته‌ای نامیده می‌شود.

واکنش شکافت  $^{235}_{92}\text{U}$  با جذب یک نوترون کند آغاز می‌شود.



**واکنش زنجیری:** وقتی فرایند شکافت  $^{235}_{92}\text{U}$  با جذب یک نوترون کند

آغاز می‌شود، در این فرایند سه نوترون تولید می‌شود (چون

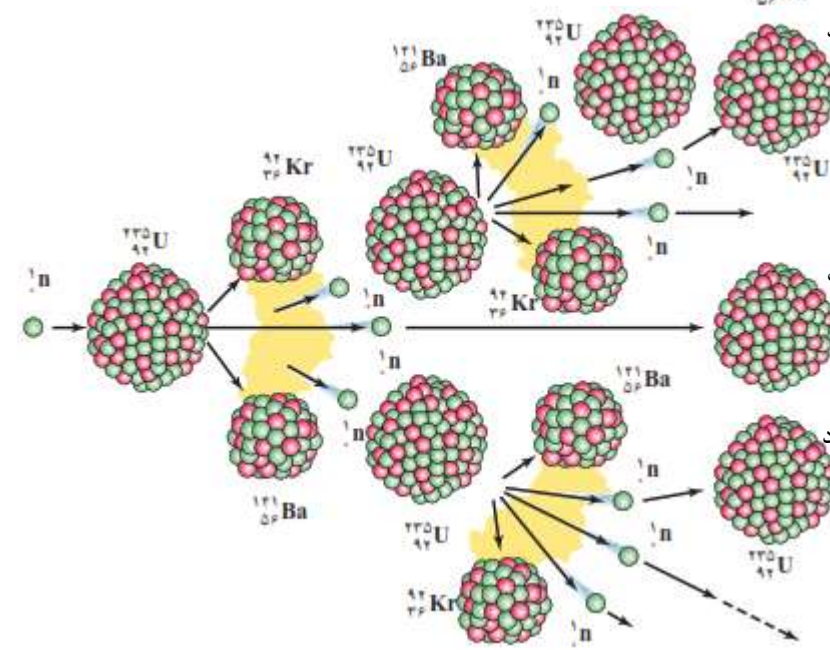
نوترون‌ها بارالکتریکی ندارند توسط هسته‌های دیگر دفع نمی‌شوند).

نوترون‌ها پس از کند شدن توسط هسته‌های دیگر جذب شده و باعث

شکافت در ۳ هسته اورانیوم دیگر می‌شوند و ۹ نوترون آزاد می‌شود و

این ۹ نوترون باعث شکافت در ۹ هسته اورانیوم شده و ۲۷ نوترون آزاد

می‌شود و .... این واکنش را، واکنش زنجیری گویند.



**نکته:** در واکنش‌های شکافت هسته‌ای، جرم محصولات شکافت، کمتر از جرم هسته مرکب است. این اختلاف جرم طبق رابطه  $E=mc^2$  سبب آزاد شدن انرژی گرمایی زیادی می‌شود. انرژی‌ای که توسط محصولات شکافت حمل می‌شود عمدتاً به صورت انرژی جنبشی است.

**سوال:** چرا واکنش زنجیری به طور طبیعی در معادن اورانیوم رخ نمی‌دهد؟

در سنگ معدن اورانیوم دو ایزوتوپ  $^{235}\text{U}$  و  $^{238}\text{U}$  وجود دارد، به طوری که فراوانی ایزوتوپ  $^{235}\text{U}$  حدود ۰/۷۲ درصد است. ایزوتوپ  $^{238}\text{U}$  فراوان‌ترین ایزوتوپ اورانیوم است اما احتمال اینکه نوترونی را گیر بیندازد و شکافته شود بسیار کم است و واکنش زنجیری را ناممکن می‌سازد.

**غنی‌سازی:** به فرایند افزایش درصد با غلظت ایزوتوپ  $^{235}\text{U}$  در یک نمونه غنی‌سازی گفته می‌شود.

اجزای راکتورهای شکافت هسته‌ای: راکتور هسته‌ای، جایی است که در آن واکنش زنجیری شکافت به شکل کنترل شده رخ می‌دهد.

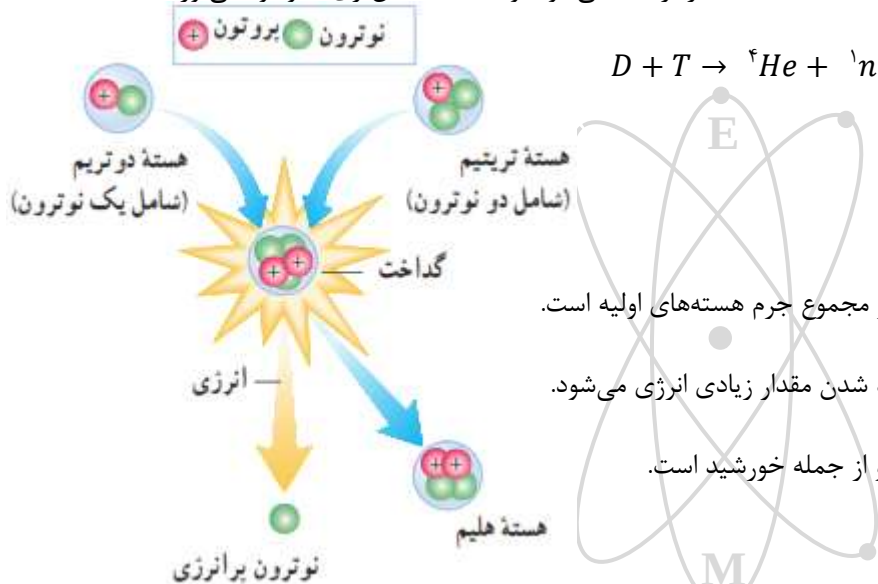
(۱) سوخت هسته‌ای: ایزوتوپ  $^{235}\text{U}$  (معمولاً با حدود ۳ درصد) به صورت میله‌هایی با قطر حدود ۱ cm است و هزاران عدد از این میله‌ها در قلب راکتور قرار می‌گیرد. (نیروگاه بوشهر ۳ درصد - راکتور پژوهشی دانشگاه تهران ۲۰ درصد)

(۲) کندساز: نوترون‌های آزاد شده در فرایند شکافت انرژی جنبشی زیادی دارند و به احتمال زیاد جذب ایزوتوپ  $^{238}\text{U}$  می‌شوند ولی اگر بتوان نوترون‌های تند را به نحوی کند ساخت؛ با احتمال زیادی جذب ایزوتوپ  $^{235}\text{U}$  شده و واکنش زنجیری اتفاق می‌افتد. از آب معمولی ( $\text{H}_2\text{O}$ ) و آب سنگین ( $\text{D}_2\text{O}$ ) و گرافیت به عنوان کندساز نوترون استفاده می‌شود.

(۳) میله‌های کنترل: با وارد کردن میله‌های کنترل به داخل راکتور، آهنگ واکنش شکافت، یعنی تعداد نوترون‌های موجود برای به وجود آوردن شکافت، تنظیم می‌شود. میله‌های کنترل معمولاً از مواد جذب کننده نوترون، مانند کادمیم یا بور ساخته می‌شود.

(۴) شارهای (معمولاً آب) که گرما را به خارج راکتور انتقال می‌دهند.

گداخت (همجوشی هسته‌ای): در فرایند گداخت هسته‌ای، دو هسته سبک با یکدیگر ترکیب می‌شوند و هسته سنگین‌تری به وجود می‌آورند.



نکته: در واکنش گداخت مجموع جرم محصولات فرایند کمتر از مجموع جرم هسته‌های اولیه است.

در اینجا نیز اختلاف جرم با توجه به رابطه  $E=mc^2$  سبب آزاد شدن مقدار زیادی انرژی می‌شود.

نکته: نوعی واکنش هسته‌ای که منشا تولید انرژی در ستارگان و از جمله خورشید است.

تذکر: یکی از مشکلات ساخت راکتور گداخت این است که دو هسته کم جرم باید به قدر کافی به یکدیگر نزدیک شوند تا نیروی کوتاه برد هسته‌ای بتواند آنها را کنار هم نگه دارد و واکنش گداخت رخ دهد. ولی بار مثبت هسته‌ها نیروی دافعه قوی ایجاد می‌کند. برای این که هسته‌ها با وجود نیروی رانشی قوی بتوانند به هم گداخته شوند باید دما بسیار بالا باشد تا هسته‌ها با انرژی جنبشی زیادی به یکدیگر برخورد کنند. بنابراین واکنش گداخت در مرکز خورشید و ستارگان که دما و فشار بسیار بالاست، صورت می‌گیرد.

۱. عمل غنی‌سازی در یک نمونه اورانیوم، کدام است؟ (۱۴۰۲ ر - دوم)

(۱) تبدیل هر چه بیشتر اورانیوم ۲۳۵ به اورانیوم ۲۳۸

(۲) تبدیل هر چه بیشتر اورانیوم ۲۳۸ به اورانیوم ۲۳۵

(۳) افزایش درصد ایزوتوپ‌های اورانیوم ۲۳۸

(۴) افزایش درصد ایزوتوپ‌های اورانیوم ۲۳۵

۲. در واکنش هسته‌ای « تعدادی نوترون +  ${}^{235}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{133}_{51}\text{Sn} + {}^{94}_{41}\text{Mo} + {}^1_0\text{n}$  » چند نوترون آزاد می‌شود و اگر مجموع جرم ذرات اولیه و مجموع جرم ذرات ثانویه واکنش را به ترتیب  $M_1$  و  $M_2$  بنامیم، کدام رابطه درست است؟ (۱۴۰۴ ر - دوم)

(۱)  $M_1 > M_2$  و ۳

(۲)  $M_1 > M_2$  و ۲

(۳)  $M_2 > M_1$  و ۳

(۴)  $M_2 > M_1$  و ۲

۳. در راکتور هسته‌ای از کدام ماده به عنوان کندساز نوترون در واکنش‌های شکافت هسته‌ای استفاده نمی‌شود؟ (۱۴۰۴ ر - خ)

(۱) کادمیم

(۲) گرافیت

(۳) آب معمولی ( $\text{H}_2\text{O}$ )

(۴) آب سنگین ( $\text{D}_2\text{O}$ )

