

فهرست

فصل اول:

حرکت بر خط راست ۷

فصل دوم:

دینامیک و حرکت دایره‌ای ۵۵

فصل سوم:

نوسان و موج ۹۱

فصل چهارم:

برهم کنش‌های موج ۱۲۲

فصل پنجم:

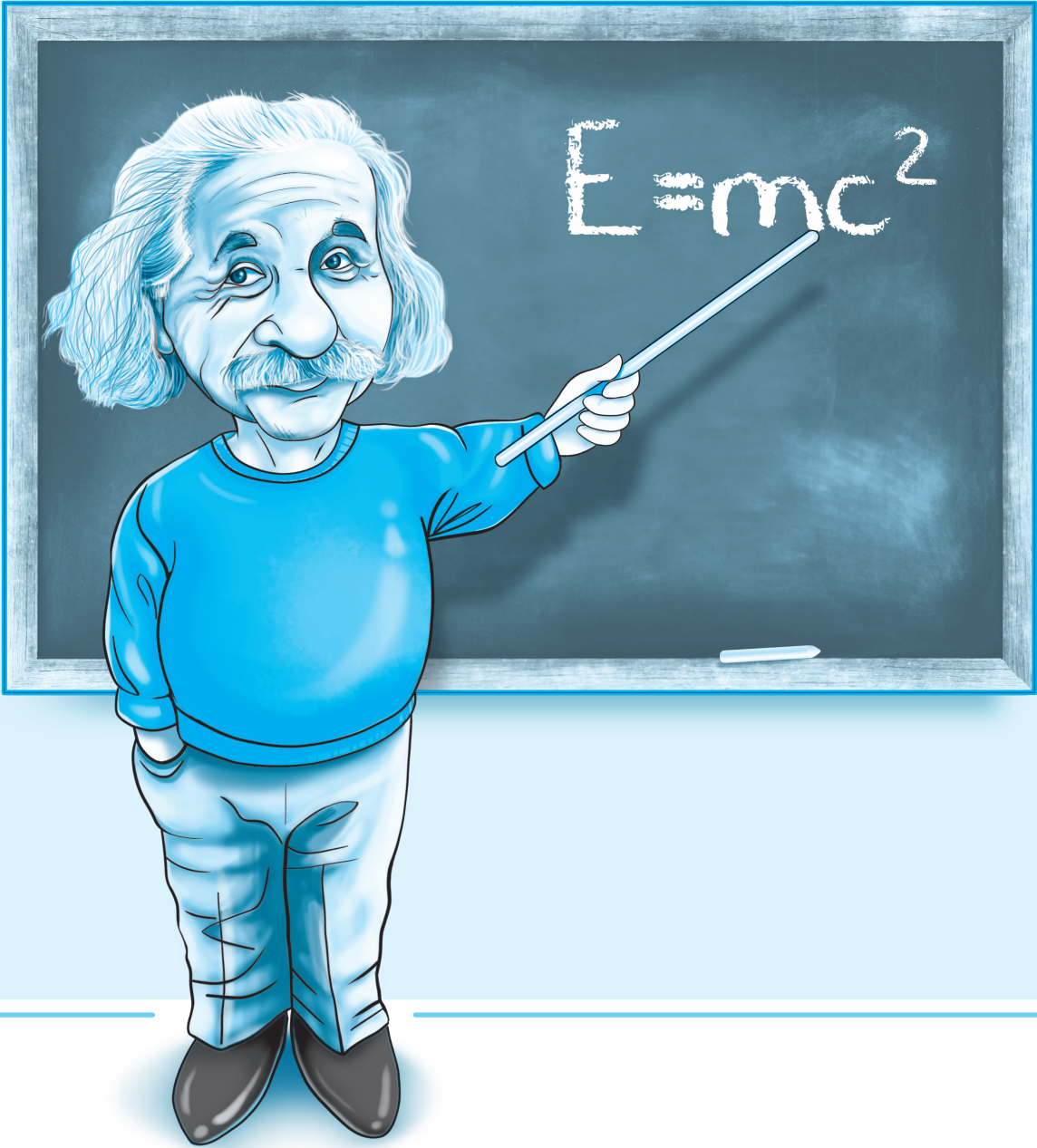
آشنایی با فیزیک اتمی ۱۴۸

فصل ششم:

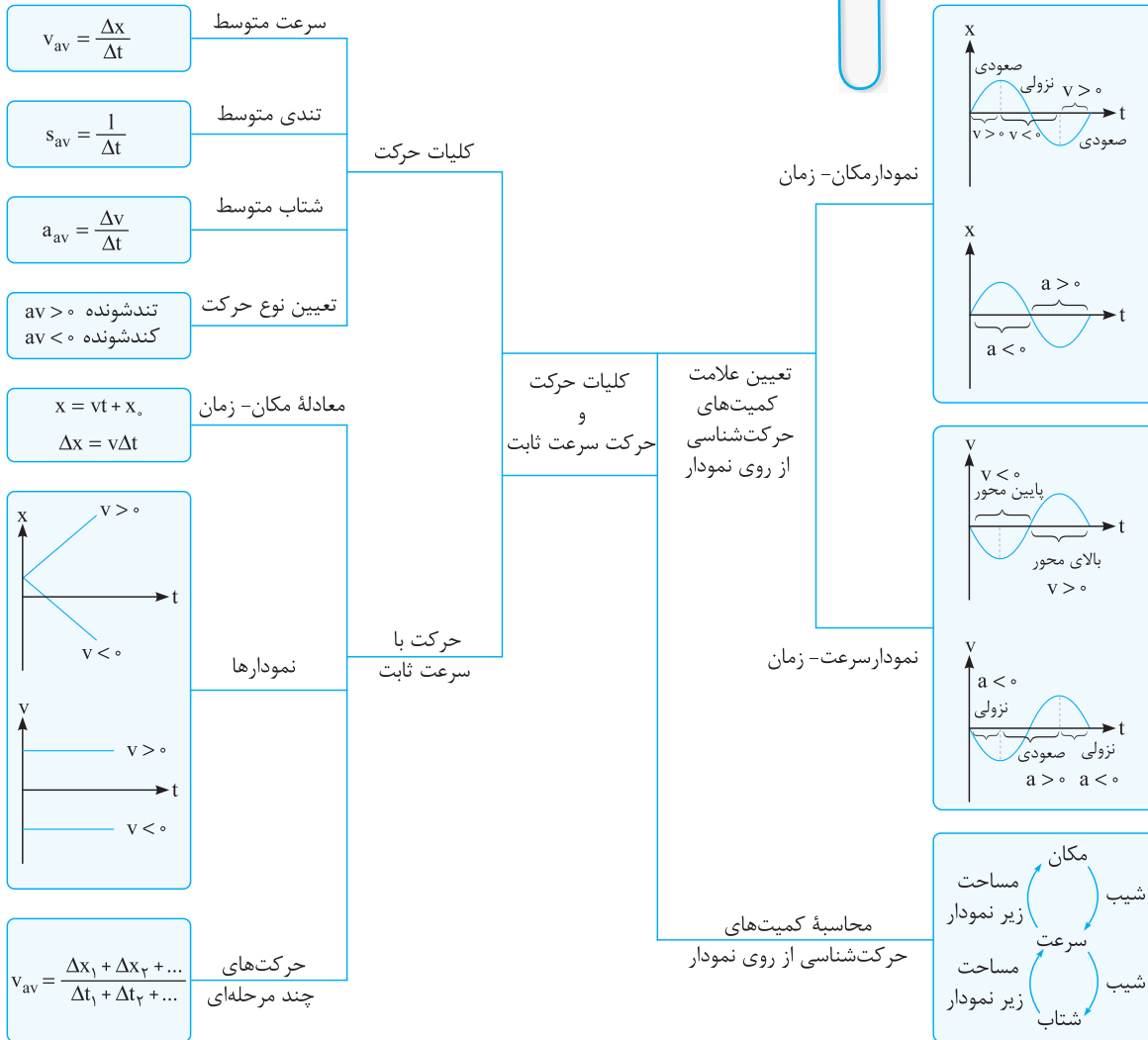
آشنایی با فیزیک هسته‌ای ۱۷۴

فصل اوّل

حرکت بر خط راست



جمع بندی فصل اول در یک نگاه





مرحله اول جمع بندی کلیات حرکت

مبحث (۱): جابه جایی و مسافت

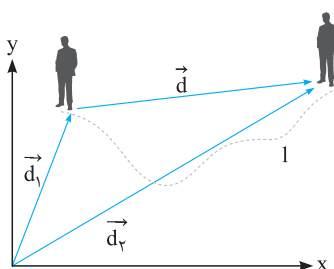
در شروع این فصل می خواهیم شما را با کمیت های اصلی حرکت شناسی آشنا کنیم.

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

بردار جابه جایی: برداری که ابتدای آن مکان اولیه جسم و انتهای آن مکان ثانویه جسم است.

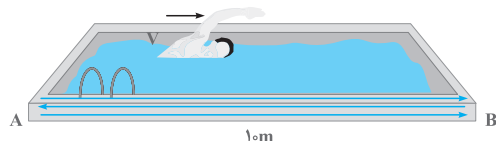
مسافت: طول مسیر پیموده شده توسط متحرک مسافت نام دارد.

به طور مثال فرض کنید مطابق شکل روبه رو شخصی در مسیر نشان داده شده حرکت کرده باشد. در این شکل بردار مکان اولیه ($\vec{d}_1$)، بردار مکان ثانویه ($\vec{d}_2$)، بردار جابه جایی ($\vec{d}$) و مسافت طی شده توسط متحرک (l) نشان داده شده است.



نکته! دقت کنید که جابه جایی متحرک فقط به نقاط شروع و پایان حرکت بستگی دارد. در صورتی که، مسافت طی شده توسط متحرک به کل مسیر طی شده بستگی دارد.

به طور مثال فرض کنید مطابق شکل زیر، شناگری طول یک استخر ۱۰ متری را سه بار طی کرده و از نقطه A به B برسد. در این صورت اندازه جابه جایی و مسافت طی شده توسط متحرک برابر است با:



مسافت طی شده $l = 10 + 10 + 10 = 30 \text{ m}$

اندازه جابه جایی $|\vec{d}| = AB = 10 \text{ m}$

مبحث (۲): تندی متوسط و سرعت متوسط

تندی متوسط: به نسبت مسافت طی شده توسط متحرک به زمان حرکت، تندی متوسط گویند. تندی متوسط کمیتی نرده ای است و آن را به صورت s_{av} نشان می دهند و به صورت مقابل به دست می آید:

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

s_{av} ← تندی متوسط بر حسب متر بر ثانیه ($\frac{m}{s}$)

l ← مسافت طی شده بر حسب متر (m)

Δt ← مدت زمان حرکت بر حسب ثانیه (s)

سرعت متوسط: به نسبت جابه جایی انجام شده توسط متحرک به زمان حرکت، سرعت متوسط گویند. سرعت متوسط کمیتی برداری است و آن را به صورت

$$\vec{v}_{av} = \frac{\vec{d}}{\Delta t}$$

$\vec{v}_{av}$ نشان می دهند و به صورت مقابل به دست می آید:

$\vec{v}_{av}$ ← بردار سرعت متوسط بر حسب متر بر ثانیه ($\frac{m}{s}$)

$\vec{d}$ ← بردار جابه جایی بر حسب متر (m)

به طور مثال، اگر در قسمت قبل، کل مدت زمان شنا کردن شناگر ۶۰s باشد تندی متوسط و اندازه سرعت متوسط آن به صورت زیر به دست می آید:

$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{30}{60} = \frac{1}{2} \frac{m}{s}$$

$$|\vec{v}_{av}| = \frac{|\vec{d}|}{\Delta t} = \frac{10}{60} = \frac{1}{6} \frac{m}{s}$$

مبحث (۳): شتاب متوسط

شتاب متوسط: به نسبت تغییرات سرعت متحرک به زمان حرکت شتاب متوسط گویند. شتاب متوسط کمیتی برداری است و آن را به صورت $\vec{a}_{av}$ نشان می دهند

$$\vec{a}_{av} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

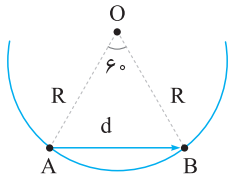
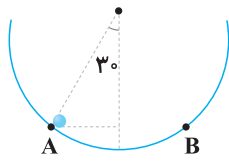
و به صورت مقابل به دست می آید:

نکته! با توجه به رابطه بالا هرگاه سرعت جسمی تغییر کند حرکت آن شتاب دار است. با توجه به این که بردار سرعت در هر نقطه بر مسیر حرکت مماس است، تغییر

سرعت جسم در نقاط مختلف مسیر حرکت می تواند به دلیل تغییر در اندازه بردار سرعت (تندی) جسم باشد و یا می تواند به دلیل تغییر در جهت بردار سرعت آن باشد

و با همچنین می تواند به دلیل تغییر در اندازه و جهت بردار سرعت به صورت هم زمان باشد.





۱ گلوله‌ای مطابق شکل درون نیم‌کره به شعاع R قرار دارد. گلوله‌ای از نقطه A رها شده و تا نقطه B روبه‌روی

نقطه A بالا می‌رود. در این حرکت مسافت طی شده توسط گلوله چند برابر اندازه جابه‌جایی آن است؟

$\frac{\pi}{3} (2)$
 $1 (4)$

$\frac{\pi}{6} (1)$
 $2 (3)$

حل با توجه به شکل، مثلث OAB متساوی‌الاضلاع است. جابه‌جایی جسم برابر پاره خط AB و مسافت طی شده هم برابر کمانی از دایره است که مقادیر آنها را می‌توان به صورت زیر محاسبه کرد:

$$\left. \begin{aligned} d &= R \\ l &= \frac{\text{محیط}}{6} = \frac{2\pi R}{6} = \frac{\pi R}{3} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{1}{d} = \frac{\frac{\pi R}{3}}{R} = \frac{\pi}{3}$$

۲ شخصی زغال‌گردانی به طول ۴m را با تندی ثابت می‌چرخاند. اگر اندازه جابه‌جایی در هر ثانیه برای انتهای زغال‌گردان که محفظه زغال است، برابر

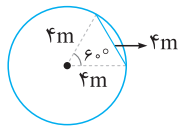
۴m باشد، مسیر پیموده شده توسط محفظه زغال در مدت ۴s چند متر است؟ ($\pi = 3$)

۳۶ (۴)

۱۶ (۳)

۶ (۲)

۱۲ (۱)



حل با توجه به شکل که طرحی از مسیر حرکت محفظه زغال‌گردان است، متحرک روی مسیر دایره‌ای به شعاع ۴ متر در هر ثانیه ۴ متر جابه‌جا می‌شود، بنابراین متحرک در هر ثانیه $\frac{1}{6}$ از محیط دایره را طی می‌کند.

پس مسافت طی شده در ۴ ثانیه برابر $\frac{2}{3}$ از محیط دایره است.

$$l = \frac{2}{3} (\text{محیط دایره}) = \frac{2}{3} (2\pi R) = \frac{2}{3} (2 \times 3 \times 4) = 16\text{m}$$

۳ در یک ساعت مچی طول عقربه ثانیه‌شمار ۲ برابر طول عقربه ساعت‌شمار است. در مدت ۱ ساعت تندی متوسط نوک عقربه ثانیه‌شمار چند برابر تندی

متوسط نوک عقربه ساعت‌شمار است؟

۱۲۰ (۴)

۲۴۰ (۳)

۷۲۰ (۲)

۱۴۴۰ (۱)

حل عقربه ساعت‌شمار در هر ساعت $\frac{1}{12}$ دور می‌زند اما عقربه ثانیه‌شمار در یک ساعت ۶۰ دور می‌زند. می‌دانیم طول عقربه ثانیه‌شمار دو برابر طول عقربه ساعت‌شمار است، در نتیجه محیطی که طی می‌کند دو برابر محیط عقربه ثانیه‌شمار است.

$$\frac{S_{\text{ثانیه‌شمار}}}{S_{\text{ساعت‌شمار}}} = \frac{\frac{l_1}{\Delta t_1}}{\frac{l_2}{\Delta t_2}} \Rightarrow \frac{S_{\text{av}_1}}{S_{\text{av}_2}} = \frac{l_1}{l_2} \times \frac{\Delta t_2}{\Delta t_1} = \frac{60(2\pi R_1)}{\frac{1}{12}(2\pi R_2)} = 720 \times \frac{2R_2}{R_2} = 720 \times 2 = 1440$$

مرحله دوم جمع‌بندی نمودارهای حرکت

مبحث (۱): تعیین کمیت‌ها و لحظات خاص از روی نمودارها

در این مرحله ابتدا شما را با چند اصطلاح خاص که در حرکت شناسی بسیار کاربرد دارد آشنا می‌کنیم:

۱ مکان اولیه حرکت ← مکانی که متحرک در لحظه $t = 0$ در آن قرار دارد. به عبارت دیگر فاصله اولیه متحرک از مبدأ است.

۲ مبدأ مکان ← مبدأ مختصات یا به عبارت دیگر $x = 0$ است و فاصله تمام نقاط نسبت به آن سنجیده می‌شود.

۳ تغییر جهت بردار مکان ← به طور کلی اگر متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند در قسمت مثبت محور x (سمت راست مبدأ) باشد مکان آن مثبت و اگر در قسمت منفی محور x (سمت چپ مبدأ) باشد، مکان آن منفی است. بنابراین در لحظه‌ای که متحرک از مبدأ مکان عبور می‌کند، بردار مکان تغییر جهت می‌دهد.

۴ تغییر جهت متحرک ← به طور کلی اگر متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند در جهت محور x در حال حرکت باشد، سرعت آن مثبت و اگر در خلاف جهت محور x حرکت کند سرعت آن منفی می‌شود. بنابراین در لحظه‌ای که اندازه سرعت صفر شده و علامت آن تغییر می‌کند، متحرک تغییر جهت می‌دهد.

۵ ثانیه n ام ← بازه زمانی $t_1 = n-1$ تا $t_2 = n$ ثانیه n ام نام دارد. به طور مثال منظور از ثانیه پنجم بازه زمانی $t_1 = 4s$ تا $t_2 = 5s$ است.

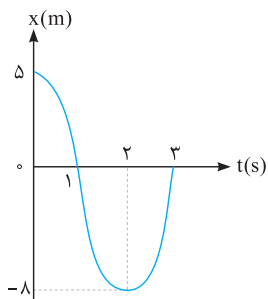
۶ T ثانیه n ام ← بازه زمانی $t_1 = (n-1)T$ تا $t_2 = nT$ ، T ثانیه n ام نام دارد. به طور مثال منظور از سه ثانیه دوم، بازه زمانی $t_1 = 3s$ تا $t_2 = 6s$ است.



در ادامه شما را با نمودارهای حرکت یک متحرک آشنا می‌کنیم:

الف) نمودار مکان - زمان

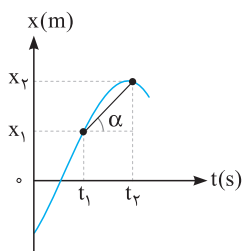
۱) نمودار مکان - زمان، مکان متحرک را در هر لحظه نشان می‌دهد. برای به دست آوردن جابه‌جایی متحرک در یک بازه زمانی مشخص کافی است تفاضل مکان ثانویه و اولیه آن را به دست آوریم و برای به دست آوردن مسافت طی شده توسط آن باید کل مسیر طی شده را محاسبه کنیم. به طور مثال داریم:



$$\Delta x = -5 - 5 = -10 \text{ m} \quad \text{جابه‌جایی در ۳ ثانیه اول}$$

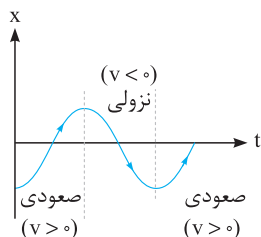
$$\text{مسافت در ۳ ثانیه اول} = 5 + 8 + 8 = 21 \text{ m}$$

۲) شیب خط واصل بین دو نقطه از نمودار مکان - زمان برابر سرعت متوسط متحرک در آن بازه زمانی است.

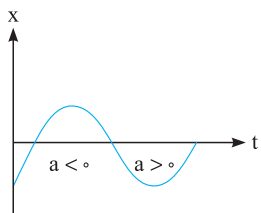


$$\tan \alpha = \frac{\Delta x}{\Delta t} = v_{av} \quad \text{شیب خط واصل}$$

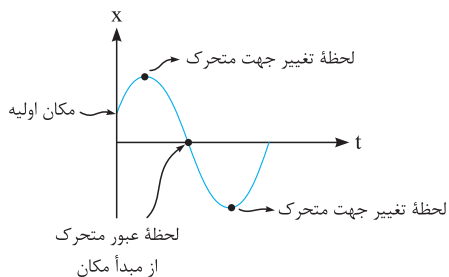
۳) شیب خط مماس به نمودار مکان - زمان برابر سرعت لحظه‌ای متحرک در آن لحظه است. به عبارت دیگر هنگامی که نمودار مکان - زمان صعودی است، سرعت متحرک مثبت بوده و متحرک در جهت محور x حرکت می‌کند و هنگامی که نمودار مکان - زمان نزولی است، سرعت متحرک منفی بوده و متحرک در خلاف جهت محور x حرکت می‌کند.



۴) تقعر نمودار مکان - زمان بیانگر علامت شتاب متحرک است. به عبارت دیگر، اگر تقعر نمودار مثبت باشد (نمودار این شکلی باشد) شتاب متحرک مثبت و اگر تقعر نمودار منفی باشد (نمودار این شکلی باشد) شتاب متحرک منفی و اگر نمودار به صورت خطی باشد، شتاب متحرک صفر است.

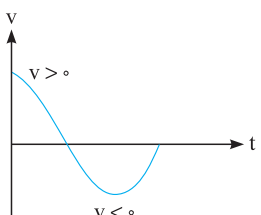


۵) و در آخر لحظات خاصی که با آنها آشنا شده‌اید در نمودار مکان - زمان به صورت روبه‌رو است:



ب) نمودار سرعت - زمان

۱) در هر لحظه که نمودار بالای محور t است، سرعت متحرک مثبت بوده و متحرک در جهت محور x حرکت می‌کند و در هر لحظه که نمودار زیر محور t است، سرعت متحرک منفی بوده و متحرک در خلاف جهت محور x حرکت می‌کند.



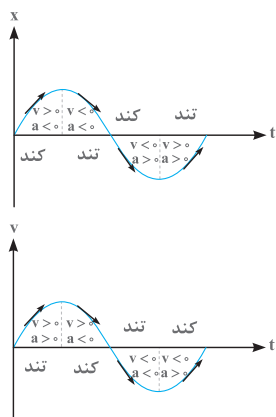


به طور خلاصه در مورد نوع حرکت متحرک می‌توانیم بگوییم:

نوع حرکت متحرک

سرعت ثابت: $(a = 0)$	}
تندشونده: $(av > 0)$	
کندشونده: $(av < 0)$	

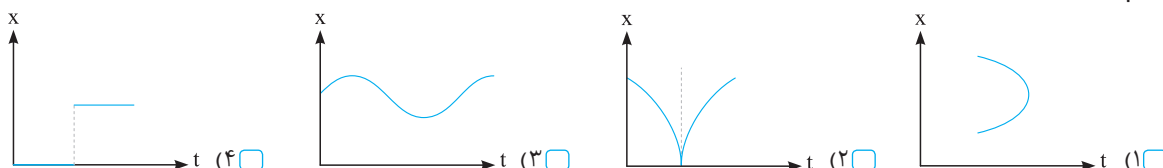
شتاب ثابت: $(a \neq 0) \Leftarrow$



نکات ۱ همان طور که در تحلیل نمودار مکان - زمان مشاهده کردید به کمک نمودار مکان - زمان می‌توان علامت سرعت و شتاب متحرک را به دست آورد و به کمک آن می‌توان نوع حرکت متحرک را تشخیص داد. به طور مثال در نمودار مقابل داریم:

۲ در نمودار سرعت - زمان هم می‌توان به کمک بررسی علامت av نوع حرکت را تشخیص داد. اما علاوه بر این روش می‌توانیم بگوییم در نمودار سرعت - زمان هرگاه نمودار به $(v = 0)$ نزدیک شد، حرکت کندشونده و هرگاه از آن دور شد حرکت تندشونده است. به نمودار روبه‌رو دقت کنید:

۴ کدام نمودار $x-t$ مربوط به حرکت متحرکی است که روی خط راست در حال حرکت است؟



حل نمودار مکان - زمان یک متحرک روی خط راست باید شرایط زیر را دارا باشد:

(۱) در یک لحظه در دو مکان نباشد. [رد گزینه «۱»]

(۲) نمودار باید پیوسته باشد. [رد گزینه «۴»]

(۳) سرعت هرگز بی‌نهایت نمی‌شود یعنی خط مماس به شکل قائم در نمی‌آید. [رد گزینه «۲»]

۵ نمودار مکان - زمان متحرکی که با شتاب ثابت در مسیر مستقیم حرکت می‌کند مطابق شکل است،

(تقریبی دافل ۸۷)

سرعت متوسط در فاصله زمانی $t = 1s$ تا $t = 4s$ چند متر بر ثانیه است؟

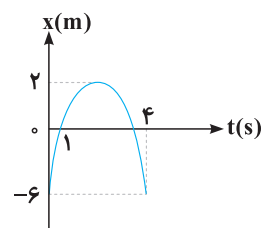
-۲ (۲)

۲ (۱)

-۶ (۴)

۶ (۳)

حل سرعت متوسط، برابر جابه‌جایی در واحد زمان می‌باشد، داریم:



$$v_{av[1,4]} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{-6 - 0}{4 - 1} = -2 \frac{m}{s}$$

$$s_{av[1,4]} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{|\Delta x_1| + |\Delta x_2|}{\Delta t} = \frac{2 + 6}{3} = \frac{8}{3} \frac{m}{s}$$

حال اگر همین سؤال، تتری را از ما فواسته باشد، روش حل آن چگونه است؟

۶ شکل مقابل، نمودار مکان - زمان متحرکی است که در مسیر مستقیم حرکت کرده است. بیشینه

(تقریبی قارچ ۹۵)

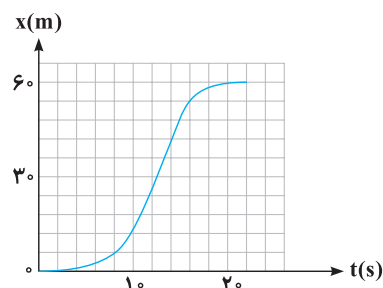
سرعت آن چند متر بر ثانیه است؟

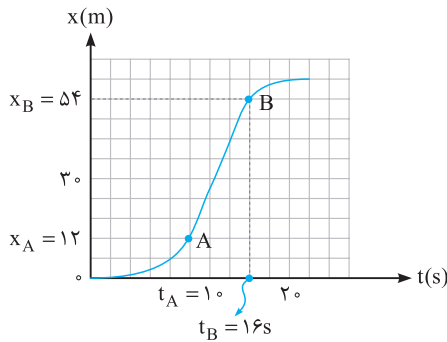
۳ (۱)

۵ (۲)

۷ (۳)

۹ (۴)





حل حرکت این متحرک در ابتدا تند شونده است (شیب خط مماس یا همان سرعت در حال افزایش) و سرعت در حال افزایش است.

سپس نوع حرکت یکنواخت شده و در نهایت حرکت کندشونده می‌شود. (شیب خط مماس یا همان سرعت در حال کاهش) پس بیشترین مقدار سرعت مربوط به قسمتی است که حرکت یکنواخت است. برای محاسبه سرعت در این بازه توجه کنید که روی محور زمان هر خانه بیانگر ۲s و روی محور مکان هر خانه معادل با ۶m است. برای تعیین سرعت در قسمت حرکت یکنواخت با توجه به ثابت بودن سرعت، مقدار سرعت متوسط را در بازه زمانی ۱۰ تا ۱۶ ثانیه محاسبه می‌کنیم.

$$v = v_{av[10,16]} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_B - x_A}{t_B - t_A} = \frac{54 - 12}{16 - 10} = 7 \frac{m}{s}$$

۷ متحرکی روی محور x حرکت می‌کند و نمودار سرعت - زمان آن مطابق شکل روبه‌رو است.

متحرک در ۱۴ ثانیه اول، چند ثانیه در سوی مخالف محور x حرکت کرده است؟ (ریاضی دافل ۸۹)

۶ (۲) ☐

۴ (۱) ☐

۱۲ (۴) ☐

۸ (۳) ☐

حل مدت زمان حرکت متحرک خلاف جهت محور x، بازه زمانی است که علامت سرعت در آن منفی باشد. پس ابتدا لحظه‌ای را که سرعت صفر شده پیدا می‌کنیم.

$$\tan \alpha = \tan \alpha$$

$$\frac{4}{t_1 - 2} = \frac{8}{14 - t_1} \Rightarrow t_1 = 6s$$

در سؤال مدت زمان حرکت با سرعت منفی خواسته شده که منظور طول بازه زمانی [۶s, ۱۴s] می‌باشد که برابر با ۸s است.

۸ نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل روبه‌رو است. شتاب

متوسط متحرک در بازه زمانی $t = 0$ تا $t = ۱۵s$ چند متر بر مجذور ثانیه است؟ (تجربی خارج ۹۳)

۰/۶ (۲) ☐

۰/۴ (۱) ☐

۲/۵ (۴) ☐

۰/۸ (۳) ☐

حل برای تعیین شتاب متوسط، سرعت را در دو لحظه، ۰ و ۱۵ ثانیه لازم داریم. در لحظه ۱۵ ثانیه با توجه به نمودار، سرعت برابر صفر است و سرعت لحظه $t = 0$ را از ثابت بودن شیب در بازه ۰ تا ۱۰ ثانیه به دست می‌آوریم.

$$\tan \alpha = \tan \alpha$$

$$\frac{v_0}{4} = \frac{9}{6} \Rightarrow v_0 = 6 \frac{m}{s}$$

در ادامه برای محاسبه شتاب متوسط داریم:

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{0 - (-6)}{15 - 0} = 0.4 \frac{m}{s^2}$$

۹ نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل است. متحرک

در لحظه $t = 10s$ در چند متری مبدأ قرار دارد؟ (متحرک در لحظه $t = 0$ در $x = +2m$ قرار

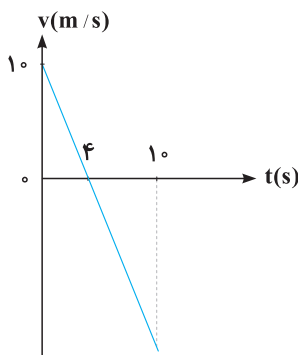
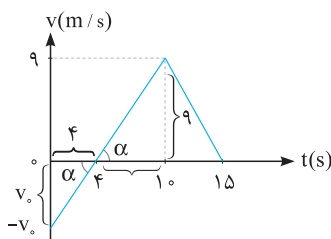
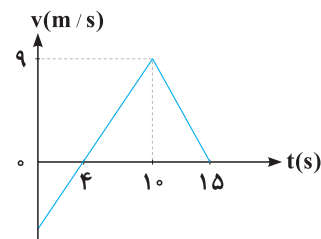
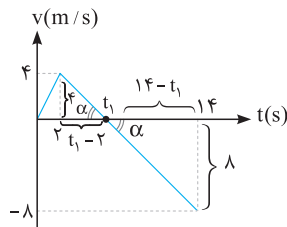
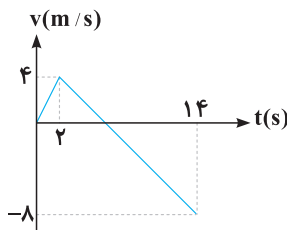
دارد. x های مثبت در سمت راست مبدأ مختصات واقع اند.) (ریاضی خارج ۸۴)

۲۷ متری سمت راست مبدأ (۱) ☐

۲۳ متری سمت چپ مبدأ (۲) ☐

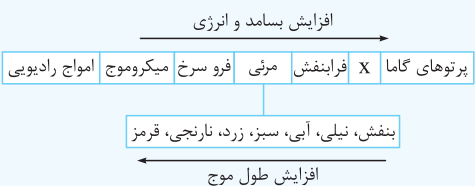
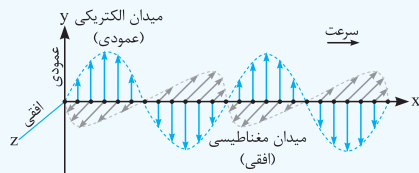
۲۵ متری سمت چپ مبدأ (۳) ☐

۲۲۷ متری سمت راست مبدأ (۴) ☐

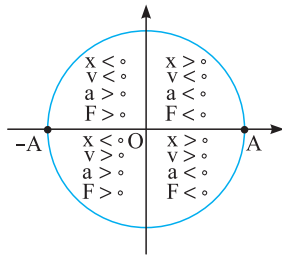




- (۱) امواج الکترومغناطیسی از E متغیر و B متغیر به وجود می آیند.
- (۲) E متغیر B تولید می کند، B متغیر E تولید می کند.
- (۳) E و B برهم عموداند.
- (۴) E و B برجهت انتشار عمودند و امواج الکترومغناطیسی عرضی هستند.
- (۵) نیاز به محیط مادی برای انتشار ندارند.



ویژگی ها	تندی انتشار صوت	گازها $>$ مایعات $>$ جامدات V
	شدت صوت	$I = \frac{\bar{P}}{A} = \frac{E}{A \cdot t}$ $\frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2 \times \left(\frac{f_2}{f_1}\right)^2 \times \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$
	تراز صوت	$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$ $\Delta\beta = 10 \log \frac{I_2}{I_1}$
نمودار	صوت و امواج الکترومغناطیسی	
	امواج الکترومغناطیسی	
دوپلر	چشمه ساکن ناظر متحرک	$\lambda_A = \lambda_S = \lambda_B$ $f_A > f_S = f_B$
	چشمه متحرک ناظر ساکن	$\lambda_A > \lambda_S > \lambda_B$ $f_A < f_S < f_B$



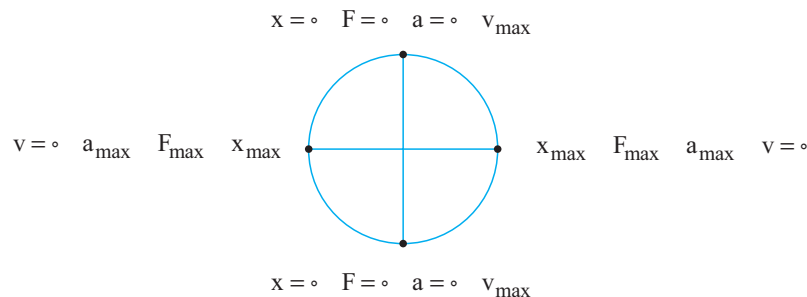
شتاب و نیرو: به طور کلی طبق رابطه $F = ma$ ، شتاب و نیرو همواره هم علامت هستند. در حرکت هماهنگ ساده هنگامی که جسم در سمت راست نقطه تعادل قرار می گیرد فنر جسم را به سمت چپ می کشد و هنگامی که جسم در سمت چپ نقطه تعادل قرار می گیرد، فنر آن را به سمت راست هل می دهد. به عبارت دیگر می توانیم بگوییم، هنگامی که $x > 0$ است نیروی وارد شده و به دنبال آن شتاب حرکت جسم منفی هستند و هنگامی که $x < 0$ است، نیروی وارد شده به جسم و شتاب حرکت جسم مثبت هستند. در شکل مقابل علامت کمیت های مختلف در یک دایره مشخص شده است.

تعیین مقدار کمیت های مختلف در حرکت هماهنگ ساده

مکان: هنگامی که متحرک در نقطه تعادل است $x = 0$ می باشد و هنگامی که در ابتدا و انتهای پاره خط نوسان قرار می گیرد، بیشترین فاصله را تا مبدأ مختصات دارد. به نقاط ابتدا و انتهای پاره خط نوسان در اصطلاح نقاط بازگشت می گویند.

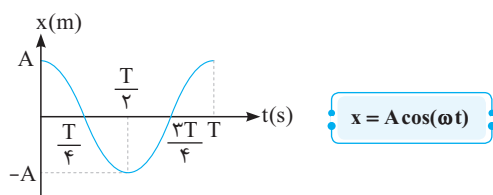
سرعت: در نقاط بازگشت، متحرک یک لحظه توقف می کند و تغییر جهت می دهد، بنابراین در این نقاط $v = 0$ است و در هنگام عبور از نقطه تعادل اندازه سرعت متحرک بیشینه است.

شتاب و نیرو: در نقاط بازگشت، چون جسم بیشترین فاصله را از نقطه تعادل دارد. (فنر بیشترین فشردگی یا بیشترین کشیدگی را دارد)، نیروی وارد شده به جسم و در نتیجه شتاب حرکت جسم بیشینه است. اما در نقطه تعادل نیروی وارد شده به جسم و در نتیجه شتاب حرکت آن صفر است. در شکل زیر اندازه کمیت های مختلف در نقاط خاص مشخص شده اند.



مبحث (۳): معادله و نمودار مکان - زمان در حرکت هماهنگ ساده

همان طور که گفتیم در حرکت هماهنگ ساده نمودار مکان - زمان نموداری سینوسی است، یعنی مکان را می توان به صورت تابعی سینوسی یا کسینوسی از زمان نوشت که در کتاب درسی فیزیک سال دوازدهم تابع کسینوسی انتخاب شده است و داریم:



x ← مکان نوسانگر بر حسب متر (m)

A ← دامنه حرکت نوسانگر بر حسب متر (m)

ω ← بسامد زاویه ای بر حسب رادیان بر ثانیه ($\frac{\text{rad}}{\text{s}}$)

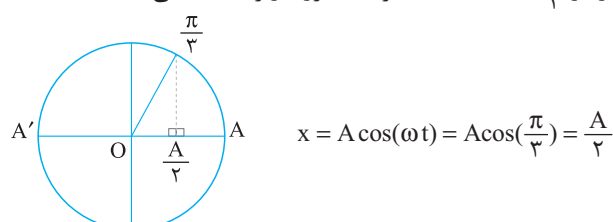
t ← زمان بر حسب ثانیه (s)

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

نکته! در رابطه بالا بسامد زاویه ای (ω) برابر تغییرات فاز حرکت در واحد زمان است که به صورت روبه رو به دست می آید:

آشنایی با مکان ها و فازهای معروف کنکور

هنگامی که جسم روی پاره خط نوسان در مکان x قرار دارد، تصویر آن روی دایره مرجع در فاز θ قرار می گیرد. دقت کنید که در معادله مکان - زمان شناسه تابع کسینوس (یعنی ωt) همان فاز حرکت است. به طور مثال هنگامی که تصویر متحرک در فاز $\frac{\pi}{3}$ است، مکان متحرک به صورت زیر به دست می آید:





۲۸ در مدت زمانی که در سطح زمین یک شبانه‌روز می‌گذرد، یک ساعت آونگ‌دار در ارتفاع $3R_e$ از سطح زمین چند ساعت جلو می‌رود؟ (شعاع کره زمین را R_e در نظر بگیرید)

۶ (۴)

۱۲ (۳)

۲۴ (۲)

۴۸ (۱)

حل با استفاده از رابطه شتاب گرانش زمین و دوره حرکت نوسانی آونگ ابتدا رابطه مقایسه دوره آونگ ساعت را برحسب فاصله و طول آونگ به دست می‌آوریم:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1} \times \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{r_2}{r_1} \times \sqrt{\frac{L_2}{L_1}} \xrightarrow{L_2=L_1, r_1=R_e, r_2=3R_e+R_e=4R_e} \frac{T_2}{T_1} = \frac{4R_e}{R_e} \times \sqrt{1} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = 4$$

طبق رابطه $T = \frac{t}{n}$ در مدت زمان یکسان دوره با n رابطه عکس دارد، بنابراین داریم:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{4}$$

بنابراین تعداد نوسان‌های ساعت آونگ‌دار در ارتفاع $3R_e$ از سطح زمین $\frac{1}{4}$ تعداد نوسان‌های آن در سطح زمین خواهد بود و در نتیجه گذر زمان را $\frac{1}{4}$ گذر زمان واقعی نشان می‌دهد و در مدت $24h$ ، ساعت مورد نظر گذشت $6h$ را نشان خواهد داد.

۲۹ آونگ ساده‌ای از گلوله‌ای آهنی که به انتهای نخ سبکی بسته شده است، تشکیل یافته و دوره آن ۲ ثانیه می‌باشد. طول آونگ را به $\frac{1}{4}$ طول اولیه‌اش می‌رسانیم و به وسیله یک آهن‌ریا نیروی قائمی به طرف پایین و مساوی ۳ برابر وزن گلوله بر آن وارد می‌سازیم. در این حالت دوره آونگ برابر با ... ثانیه است؟

(ریاضی دافل ۹۴)

۲ (۴)

$\frac{\sqrt{2}}{2}$ (۳)

$\frac{1}{4}$ (۲)

$\frac{1}{4}$ (۱)

حل دوره آونگ ساده و عادی از رابطه $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ به دست می‌آید و هنگامی که نیروی F به صورت قائم و رو به پایین وارد می‌گردد، معادله آن به صورت $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g + \frac{F}{m}}}$ است، بنابراین:

$$\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1} \times \frac{g}{g + \frac{F}{m}}} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{1}{4} \times \frac{g}{g + 3g}} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{1}{4} \Rightarrow T_2 = \frac{1}{4}s$$

۳۰ نوسانگر وزنه - فنری در مدت یک دقیقه پاره‌خطی به طول $120cm$ را 20 بار طی می‌کند. اگر جرم وزنه متصل به آن $200g$ باشد، معادله نیرو بر حسب مکان در SI کدام است؟

$$F = \frac{\pi}{9}x \quad (۴)$$

$$F = \frac{\pi^2}{45}x \quad (۳)$$

$$F = \frac{-\pi^2}{9}x \quad (۲)$$

$$F = \frac{-\pi^2}{45}x \quad (۱)$$

حل هنگامی که نوسانگر 20 بار پاره‌خط مسیر را طی می‌کند، 10 نوسان کامل انجام داده است.

$$n = \frac{t}{T} \Rightarrow 10 = \frac{60}{T} \Rightarrow T = 6s$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{6} = \frac{\pi}{3} \text{ rad/s}$$

$$F = -m\omega^2 x \Rightarrow F = -0.2 \times \frac{\pi^2}{9}x \Rightarrow F = -\frac{\pi^2}{45}x$$

۳۱ معادله نیروی وارد بر آونگی به طول $40cm$ در SI به صورت $F = -100x$ است. جرم آونگ چند کیلوگرم است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)

0.4 (۴)

40 (۳)

4 (۲)

0.4 (۱)

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} = \sqrt{\frac{10}{0.4}} = 5 \frac{\text{rad}}{s}$$

$$\left. \begin{aligned} F &= -100x \\ F &= -m\omega^2 x \end{aligned} \right\} \Rightarrow m\omega^2 = 100 \Rightarrow m(25) = 100 \Rightarrow m = 4kg$$

۳۲ معادله نیرو - مکان نوسانگر ساده‌ای در SI به صورت $F = -\pi^2 y$ است. اگر جرم نوسانگر $10g$ باشد، این نوسانگر در هر دقیقه چند نوسان کامل انجام می‌دهد؟ ($\pi^2 = 10$)

(ریاضی دافل ۸۸)

200 (۴)

250 (۳)

300 (۲)

150 (۱)

$$F = -m\omega^2 y \Rightarrow -\pi^2 y = -m\omega^2 y \Rightarrow \omega = 10\pi \frac{\text{rad}}{s}$$

$$\omega = 2\pi f \Rightarrow 10\pi = 2\pi \times f \Rightarrow f = 5Hz$$

حال که بسامد نوسانگر را محاسبه کردیم با استفاده از رابطه $f = \frac{n}{t}$ تعداد نوسانات را به دست می‌آوریم:

$$f = \frac{n}{t} \Rightarrow 5 = \frac{n}{60} \Rightarrow n = 300$$

نمودار نیرو بر حسب بعد نوسانگری به جرم 50g مطابق شکل مقابل است. معادله مکان - زمان این

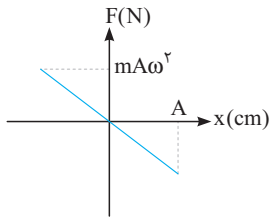
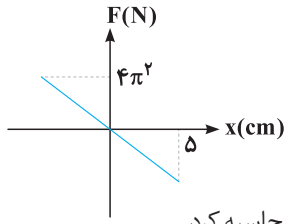
نوسانگر در SI کدام گزینه است؟

(۱) $x = 5 \cos 4\sqrt{2}\pi t$ ☐

(۳) $x = 0.5 \cos 4\pi t$ ☐

(۲) $x = 0.5 \cos 4\sqrt{2}\pi t$ ☐

(۴) $x = 5 \cos 4\pi t$ ☐



حل نمودار $F-x$ نوسانگر ساده مطابق روبه‌رو است، پس می‌توان از روی نمودار اطلاعات لازم برای حل مسئله را محاسبه کرد.

$$\begin{cases} A = 0.5\text{m} \\ mA\omega^2 = 4\pi^2 \Rightarrow 0.5 \times 0.5 \times \omega^2 = 4\pi^2 \end{cases}$$

$$\omega^2 = \frac{4\pi^2}{(0.5)^2} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{0.5} = 4\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$x = A \cos \omega t \Rightarrow x = 0.5 \cos 4\pi t$$

معادله مکان - زمان خواسته شده است.

شکل زیر مربوط به نمودار مکان - زمان دو نوسان‌کننده A و B است و جرم A، ۲ برابر جرم جسم B است.

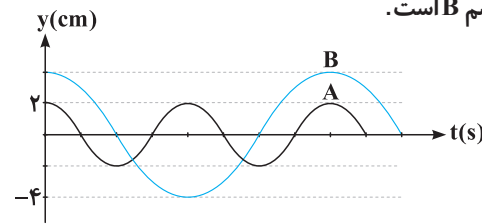
بیشینه نیروی وارد بر جسم A چند برابر بیشینه نیروی وارد بر جسم B است؟

(۲) $\frac{1}{2}$ ☐

(۴) $\frac{1}{4}$ ☐

(۱) ۲ ☐

(۳) $\frac{1}{4}$ ☐



حل با توجه به نمودار در مدتی که نوسانگر A، ۲ نوسان کامل انجام می‌دهد نوسانگر B یک نوسان انجام می‌دهد.

$$T_B = 2T_A \Rightarrow \frac{\omega_A}{\omega_B} = 2$$

$$\frac{F_{\max A}}{F_{\max B}} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{A_A}{A_B} \times \left(\frac{\omega_A}{\omega_B}\right)^2 \Rightarrow \frac{F_{\max A}}{F_{\max B}} = \frac{2}{1} \times \frac{1}{2} \times 4 = 4$$

معادله مکان - زمان نوسانگر وزنه - فنری به صورت $x = 4 \times 10^{-2} \cos(1/5\pi t)$ است. اگر ثابت فنر $50 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ و جرم وزنه متصل به آن 1kg باشد،

اندازه شتاب حرکت متحرک در لحظه $t = \frac{2}{9}\text{s}$ چند متر بر مجذور ثانیه است؟

(۴) ۶ ☐

(۳) ۳ ☐

(۲) ۲ ☐

(۱) ۱ ☐

حل با برابر قرار دادن دو معادله $F = -kx$ و $F = ma$ معادله شتاب نوسانگر را محاسبه می‌کنیم:

$$F = -kx = ma \Rightarrow a = -\frac{kx}{m} \Rightarrow a = \frac{-50 \times 4 \times 10^{-2} \cos(1/5\pi t)}{1} \Rightarrow a = -50 \times 4 \times 10^{-2} \cos(1/5\pi t) \Rightarrow a = -2 \cos(1/5\pi t)$$

$$t = \frac{2}{9}\text{s} \Rightarrow a = -2 \cos(1/5 \times \frac{2}{9} \pi) \Rightarrow a = -1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \Rightarrow |a| = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

وزنه‌ای به جرم 10g به فنری آویزان و در حال تعادل است. اگر وزنه در راستای قائم 1cm از وضع تعادل خارج و رها سازیم، با دوره 0.2π ثانیه به

نوسان درمی‌آید. اندازه شتاب نوسانگر در لحظه‌ای که از فاصله 0.5cm وضع تعادل عبور می‌کند، چند متر بر مجذور ثانیه خواهد بود؟

(۴) ۲ ☐

(۳) $1/5$ ☐

(۲) ۲ ☐

(۱) 0.5 ☐

حل هنگامی که نوسانگر در فاصله 0.5 سانتی‌متری از وضع تعادل قرار دارد، مکان آن نصف مکان بیشینه (دامنه) است.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow 0.2\pi = 2\pi \sqrt{\frac{0.01}{k}} \Rightarrow 0.1 = \sqrt{\frac{0.01}{k}} \Rightarrow 0.1 = \frac{0.1}{k} \Rightarrow k = \frac{0.1}{0.1} = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

حال با برابر قرار دادن $F = ma$ و $F = kx$ می‌توان مقدار شتاب حرکت را به دست آورد:

$$F = -kx \Rightarrow -kx = ma \Rightarrow a = \frac{-1 \times 0.5}{1} = -0.5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \Rightarrow |a| = 0.5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

شکل مقابل نمودار مکان - زمان حرکت هماهنگ ساده‌ای را نشان می‌دهد. اگر ثابت فنر $10 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ باشد، اندازه بیشینه شتاب نوسانگر چند متر بر

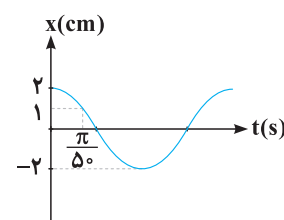
مجذور ثانیه است؟

(۲) $\frac{5}{9}$ ☐

(۴) $\frac{10}{9}$ ☐

(۱) $\frac{9}{50}$ ☐

(۳) $\frac{9}{100}$ ☐





حل ابتدا با استفاده از معادله مکان - زمان حرکت نوسانی، سرعت زاویه‌ای را محاسبه می‌کنیم:

$$x = A \cos \omega t \Rightarrow 1 \times 10^{-2} = 2 \times 10^{-2} \cos\left(\frac{\pi}{5} \omega\right) \Rightarrow \cos\left(\frac{\pi}{5} \omega\right) = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{\pi}{5} \omega = \frac{\pi}{3} \Rightarrow \omega = \frac{5}{3} \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

می‌دانیم حداکثر شتاب از رابطه $a_{\max} = A\omega^2$ به دست می‌آید:

$$|a_{\max}| = A\omega^2 = 2 \times 10^{-2} \times \left(\frac{5}{3}\right)^2 = \frac{5}{9} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

با یک جسم و یک فنریک نوسانگر ساده ساخته‌ایم. در مدتی که جسم به طرف مرکز نوسان (جایی که فنر طول عادی خود را دارد) نزدیک می‌شود،

(تقریبی دافل ۸۰)

انرژی مکانیکی و انرژی پتانسیل آن به ترتیب چگونه تغییر می‌کنند؟

(۱) افزایش - ثابت (۲) ثابت - افزایش (۳) ثابت - کاهش (۴) کاهش - ثابت

حل انرژی مکانیکی همواره ثابت است. وقتی نوسانگر به مرکز نوسان نزدیک می‌شود، سرعت و انرژی جنبشی آن افزایش یافته و در نتیجه انرژی

پتانسیل آن در حال کاهش است.

نوسانگری به انتهای فنر سبکی با ثابت $10 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ بسته شده و با دامنه 4 cm حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. انرژی جنبشی آن در لحظه‌ای که

از مبدأ نوسان می‌گذرد چند ژول است؟

(۱) 0.6 (۲) 0.8 (۳) 0.12 (۴) 0.16

حل انرژی جنبشی در مبدأ حرکت بیشینه و با انرژی مکانیکی برابر است، بنابراین می‌توان نوشت:

$$K_{\text{مبدأ}} = E = \frac{1}{2} k A^2 \Rightarrow E = \frac{1}{2} \times 10 \times \left(\frac{4}{100}\right)^2 \Rightarrow K_{\text{مبدأ}} = 0.08 \text{ J}$$

اگر بیشینه جابه‌جایی یک نوسانگر به جرم 50 g در نیم دوره برابر 5 cm و انرژی مکانیکی آن $2 \times 10^{-2} \pi^2 \text{ J}$ ژول باشد، معادله مکان - زمان متحرک

در SI کدام است؟

(۱) $x = 0.025 \cos 20 \pi t$ (۲) $x = 0.05 \cos 20 \pi t$ (۳) $x = 0.025 \cos 40 \pi t$ (۴) $x = 0.05 \cos 40 \pi t$

حل بیشترین جابه‌جایی در نصف دوره تناوب، زمانی اتفاق می‌افتد که نوسانگر یک بار پاره خط مسیر را طی کند. در نتیجه بیشترین جابه‌جایی دو

برابر دامنه است.

$$2A = 5 \text{ cm} \Rightarrow A = 2.5 \text{ cm}$$

$$E = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 \Rightarrow 2 \times 10^{-2} \pi^2 = \frac{1}{2} \times 50 \times 10^{-3} \times \left(\frac{4}{100}\right)^2 \times \omega^2 \Rightarrow \omega^2 = \frac{2 \times 10^{-2} \pi^2 \times 2 \times 10^4}{50 \times 10^{-3} \times 16} = \frac{4 \pi^2 \times 10^3}{2 \times 10^{-1}} = 400 \times 4 \pi^2 \Rightarrow \omega = 40 \pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$\Rightarrow \omega^2 = \frac{2 \times 10^{-2} \pi^2 \times 4}{50 \times 10^{-3} \times 16} = \frac{4 \pi^2 \times 10^3}{2 \times 10^{-1}} = 400 \times 4 \pi^2 \Rightarrow \omega = 40 \pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$x = A \cos \omega t \Rightarrow x = 0.025 \cos 40 \pi t$$

انرژی جنبشی و پتانسیل نوسانگری ساده در یک لحظه معین به ترتیب 0.12 J و 0.06 J است. اگر جرم نوسانگر 10 g و دامنه حرکت 4 cm باشد.

دوره حرکت چند ثانیه است؟

(۱) 30π (۲) $\frac{4 \pi}{3}$ (۳) $\frac{\pi}{75}$ (۴) $\frac{4 \pi}{3 \sqrt{10}}$

$$E = K + U \Rightarrow E = 0.12 + 0.06 = 0.18 \text{ J}$$

حل انرژی مکانیکی نوسانگر همواره ثابت است:

$$E = \frac{1}{2} m A^2 \omega^2 \Rightarrow 0.18 = \frac{1}{2} \times 10 \times 10^{-2} \times \left(\frac{4}{100}\right)^2 \times \omega^2 \Rightarrow \omega = 15 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$\omega = \frac{2 \pi}{T} \Rightarrow 15 = \frac{2 \pi}{T} \Rightarrow T = \frac{\pi}{75} \text{ s}$$

با توجه به بسامد زاویه‌ای می‌توان دوره تناوب را محاسبه کرد.

اگر E و m به ترتیب انرژی مکانیکی و جرم یک نوسانگر ساده باشند، سرعت نوسانگر در لحظه عبور از نقطه تعادل برابر کدام است؟

(تقریبی دافل ۹۰)

(۱) $\left(\frac{2E}{m}\right)^{\frac{1}{2}}$ (۲) $\frac{E}{2m^2}$ (۳) $\frac{2E}{m^2}$ (۴) $\left(\frac{E}{m}\right)^{\frac{1}{2}}$

حل انرژی مکانیکی با بیشینه انرژی جنبشی و بیشینه انرژی پتانسیل برابر است. در مرکز نوسان انرژی جنبشی بیشینه است.

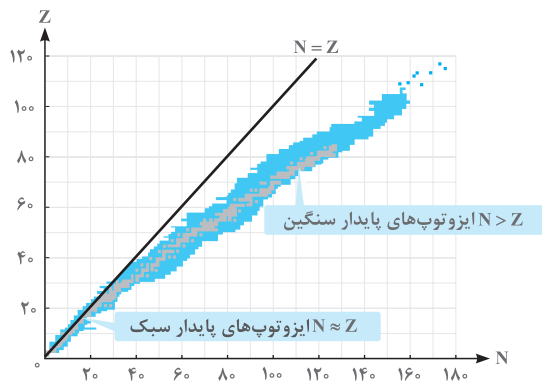
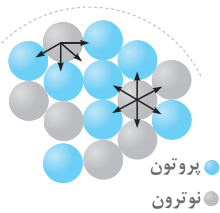
$$K_{\max} = E = \frac{1}{2} m v_{\max}^2 \Rightarrow v_{\max}^2 = \frac{2E}{m} \Rightarrow v_{\max} = \left(\frac{2E}{m}\right)^{\frac{1}{2}}$$

بیشترین سرعت یک نوسانگر ساده $5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ است. در لحظه‌ای که انرژی پتانسیل نوسانگر ۳ برابر انرژی جنبشی آن است، سرعت نوسانگر چند متر بر

ثانیه است؟

(تقریبی خارج ۸۶)

(۱) $1/25$ (۲) $2/5$ (۳) $7/5$ (۴) 10



نکات ۱ نیروی هسته‌ای، کوتاه‌برد است و تنها در فاصله‌ای کوچک‌تر از ابعاد هسته اثر می‌کند. همان‌طور که در شکل مقابل می‌بینید هر نوکلئون فقط به نوکلئون مجاور خود نیروی هسته‌ای وارد می‌کند. دقت کنید که نیروی هسته‌ای مستقل از بار الکتریکی است، یعنی نیروی ربایشی هسته‌ای یکسانی بین دو پروتون، دو نوترون و یک پروتون و یک نوترون وجود دارد.

۲ نیروی دافعه الکتروستاتیکی بلندبرد است. به همین دلیل یک پروتون تمام پروتون‌های دیگر درون هسته را دفع می‌کند.

۳ هنگامی که تعداد پروتون‌های داخل هسته افزایش می‌یابد، تمام پروتون‌های هسته به یکدیگر نیروی دافعه الکتروستاتیکی وارد می‌کنند اما فقط نوکلئون‌های مجاور به یکدیگر نیروی جاذبه هسته‌ای وارد خواهند کرد و افزایش نیروی دافعه بیشتر از افزایش نیروی جاذبه می‌شود، حال اگر هسته بخواهد پایدار باقی بماند، باید تعداد نوترون‌های درون هسته نیز افزایش یابد. در شکل مقابل نمودار عدد اتمی بر حسب عدد نوترونی برای عنصرهای مختلف نشان داده شده است.

در این شکل نقاط خاکستری متعلق به هسته‌های پایدار و نقاط آبی متعلق به هسته‌های پرتوزا هستند.

۴ در این نمودار هسته پایدار با بیشترین تعداد پروتون ($Z = 83$) متعلق به بیسموت ($^{209}_{83}\text{Bi}$) است.

۵ هسته‌هایی که عدد اتمی آن‌ها بیشتر از ۸۳ است، ناپایدار هستند و معمولاً در طبیعت یافت نمی‌شوند، از بین این هسته‌ها فقط توریم ($Z = 90$) و اورانیوم ($Z = 92$) در طبیعت یافت می‌شوند. این دو عنصر، تنها عنصرهایی هستند که واپاشی آن‌ها چنان کند است که از هنگام تشکیل منظومه شمسی تاکنون مقدار کمی از آن‌ها دچار واپاشی شده است.

۱ برای $^{197}_{79}\text{Au}$ به ترتیب از راست به چپ تعداد نوکلئون، پروتون و نوترون کدام است؟

☐ (۲) $79 - 79 - 197$

☐ (۱) $39 - 79 - 118$

☐ (۴) $79 - 118 - 197$

☐ (۳) $118 - 79 - 197$

حل در نماد نوکلئید اتم طلا عدد ۱۹۷ عدد جرمی و برابر با تعداد نوکلئون هاست، و عدد ۷۹ عدد اتمی و برابر با تعداد پروتون (الکترون) هاست. پس داریم:

$$197 = N + Z \xrightarrow{Z=79} N = 118$$

(تجربی قارچ ۸۹)

پس $^{197}_{79}\text{Au}$ ، ۱۹۷ نوکلئون، ۷۹ پروتون و ۱۱۸ نوترون دارد.

۲ در هسته یک اتم، نیروی هسته‌ای قوی:

☐ (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.

حل نیروی هسته‌ای قوی به شکل جاذبه است و هر نوکلئون تنها به نوکلئون‌های اطراف خود این نیرو را وارد می‌کند.

(تجربی داخل ۸۷)

۳ در واکنش نوکلئون‌ها، نیروی هسته‌ای در مقایسه با نیروی کولنی چگونه است؟

☐ (۲) قوی، بلندبرد

☐ (۱) ضعیف، بلندبرد

☐ (۴) قوی، کوتاه‌برد

☐ (۳) ضعیف، کوتاه‌برد

حل نیروی هسته‌ای در مقایسه با نیروی کولنی قوی و کوتاه‌برد است.



۴ در ارتباط با پایداری هسته چه تعداد از عبارت‌های زیر صحیح است؟

گزینه ۲

- الف) بیشتر جرم اتم مربوط به فضای اطراف هسته آن است و هسته اتم بسیار کوچک و با جرم ناچیز است.
 ب) عامل پایداری نوکلئون‌های هسته اتم در کنار یکدیگر، نیروی جاذبه الکتروستاتیکی قوی‌تر آن‌ها نسبت به نیروی دافعه الکتروستاتیکی است.
 ج) نیروی هسته‌ای کوتاه‌برد است و اگر فاصله دو نوکلئون از حد معینی بیشتر شود این نیرو تقریباً از بین خواهد رفت.
 د) نیروی هسته‌ای قوی مستقل از بار الکتریکی نوکلئون‌هاست.

۱ (۱) ☐ ۲ (۲) ☐ ۳ (۳) ☐ ۴ (۴) ☐

حل بررسی عبارت‌ها:

- عبارت «الف» نادرست؛ ابعاد هسته در مقایسه با ابعاد اتم بسیار کوچک است ولی بیشتر جرم اتم در هسته متمرکز شده است.
 عبارت «ب» نادرست؛ عامل پایداری نوکلئون‌های هسته در کنار هم، نیروی هسته‌ای قوی است. به‌طور کلی بین نوکلئون‌های هسته جاذبه الکتروستاتیکی وجود ندارد.
 عبارت «ج» درست؛ نیروی هسته‌ای کوتاه‌برد است و در فاصله‌های کوچک‌تر از ابعاد هسته اثر می‌کند و اگر فاصله از این حد بیشتر شود این نیرو تقریباً از بین خواهد رفت.
 عبارت «د» درست؛ نیروی هسته‌ای قوی مستقل از بار نوکلئون‌هاست یعنی نیروی ربایشی یکسانی بین دو پروتون، دو نوترون و یا یک پروتون و یک نوترون وجود دارد.

۵ با توجه به شکل زیر کدام گزینه نادرست است؟

گزینه ۲



- ۱) این شکل قسمتی از هسته و نوکلئون‌های درون آن را نشان می‌دهد. فلش‌ها نشان‌دهنده نیروی هسته‌ای قوی هستند که هر نوکلئون به نوکلئون‌های اطرافش وارد می‌کند.
 ۲) فلش‌ها نشان‌دهنده نیروی هسته‌ای قوی هستند که یک نیروی کوتاه‌برد میان نوکلئون‌های هسته است.
 ۳) نیروی هسته‌ای نشان داده شده میان دو پروتون یا دو نوترون خواهد بود. اگر نوکلئون‌ها غیر هم‌جنس باشند نیروی هسته‌ای بین آن‌ها ایجاد نخواهد شد.
 ۴) نیروی نشان داده شده در شکل، برد کوتاه‌تری از نیروی الکتروستاتیکی بین دو پروتون دارد.

حل نیروی هسته‌ای مستقل از بار و نوع نوکلئون‌هاست، بنابراین بین دو پروتون، دو نوترون و یا یک پروتون و یک نوترون به‌وجود می‌آید.

(ریاضی دافل ۹۴)

۶ کدام یک از موارد زیر درباره هسته اتم‌های عناصر درست است؟

گزینه ۱

- ۱) اغلب ایزوتوپ‌های عناصر ناپایدارند و با گذشت زمان واپاشیده می‌شوند.
 ۲) برد نیروهای کولنی در مقایسه با برد نیروهای هسته‌ای بسیار کوتاه است.
 ۳) جرم یک هسته برابر مجموع جرم نوکلئون‌های تشکیل‌دهنده آن هسته است.
 ۴) نسبت تعداد نوترون‌ها به پروتون‌ها برای هسته‌های پایدار مختلف یکسان است.

حل بررسی گزینه‌ها:

- گزینه «۱»: اغلب ایزوتوپ‌های عناصر ناپایدارند و با گذشت زمان واپاشیده می‌شوند.
 گزینه «۲»: برد نیروی کولنی در مقایسه با نیروی هسته‌ای بلند است.
 گزینه «۳»: جرم یک هسته از مجموع جرم نوکلئون‌ها کمتر است.
 گزینه «۴»: نسبت $\frac{N}{Z}$ در هسته‌های پایدار مختلف مقادیر متفاوتی دارد.

۷ 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؟

گزینه ۲

- ۱) ثابت می‌ماند.
 ۲) افزایش می‌یابد.
 ۳) کاهش می‌یابد.
 ۴) با نظم معینی کم و زیاد می‌شود.

(ریاضی دافل ۸۸)

حل با افزایش عدد اتمی در جدول تناوبی برای هسته‌های پایدار در جدول نسبت $\frac{N}{Z}$ در حال افزایش است.

