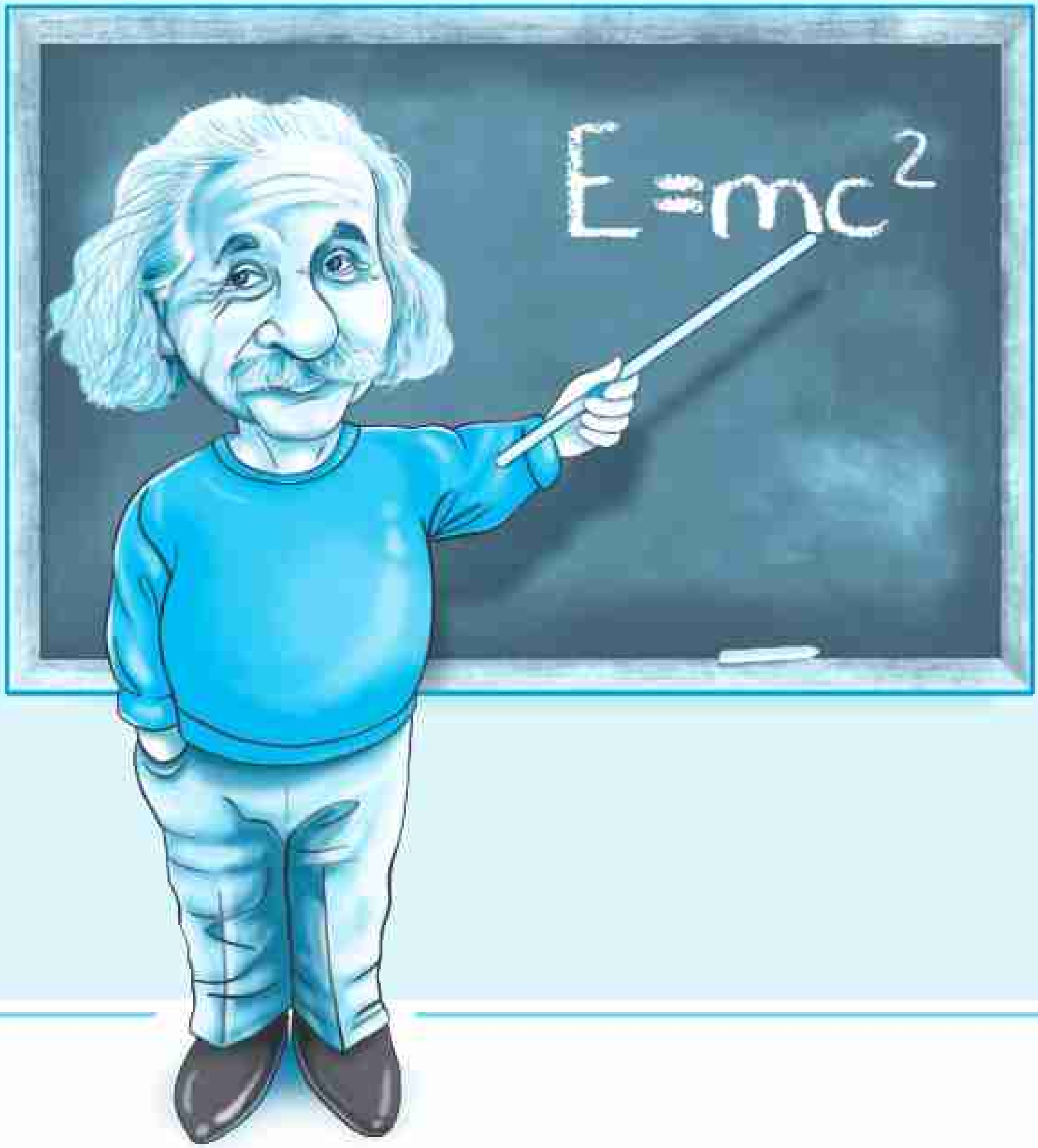
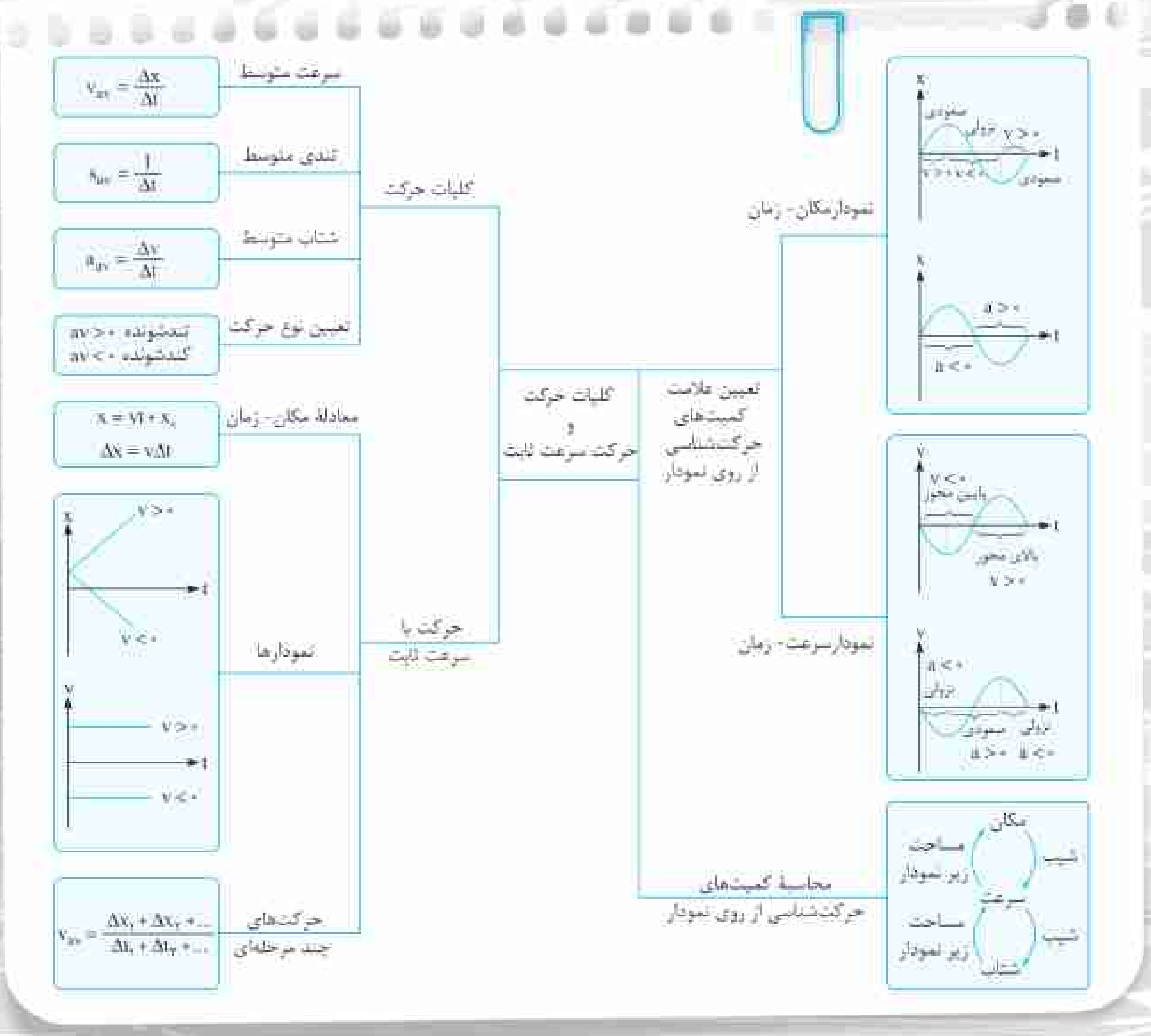
فهرست

فصل اوّل

حرکت بر خط راست



جمع‌بندی فصل اوّل در یک نگاه



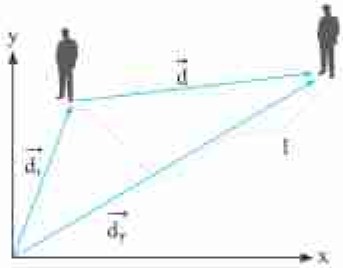
مبحث (۱): جابه‌جایی و مسافت

در شروع این فصل می‌خواهیم شما را با کمیت‌های اصلی حرکت‌شناسی آشنا کنیم.

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

بردار جابه‌جایی: برداری که ابتدای آن مکان اولیهٔ جسم و انتهای آن مکان ثانویهٔ جسم است.

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



به‌طور مثال فرض کنید مطابق شکل روبه‌رو 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 جابه‌جایی $(\vec{d})$ و مسافت طی شده توسط متحرک (l) نشان داده شده است.

! نکته دقت کنید که جابه‌جایی متحرک فقط به نقاط شروع و پایان حرکت بستگی دارد، در صورتی‌که، مسافت طی شده توسط متحرک به کل مسیر طی شده بستگی دارد. به‌طور مثال فرض کنید مطابق شکل زیر، شناگری طول یک استخر ۱۰ متری را سه بار طی کرده و از نقطهٔ A به B برسد. در این‌صورت اندازهٔ جابه‌جایی و مسافت طی شده توسط متحرک برابر است با:

مسافت طی شده $l = 10 + 10 + 10 = 30m$

اندازهٔ جابه‌جایی $|\vec{d}| = AB = 10m$

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 نرده‌ای است و آن را به‌صورت s_{av} نشان می‌دهند و به‌صورت مقابل به‌دست می‌آید:

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

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

l ← مسافت طی شده برحسب متر (m)

Δt ← مدت زمان حرکت برحسب ثانیه (s)

سرعت متوسط: به نسبت جابه‌جایی انجام شده توسط متحرک به زمان حرکت، سرعت متوسط گویند. سرعت متوسط کمیتی برداری است و آن را به‌صورت $\vec{v}_{av}$ نشان می‌دهند و به‌صورت مقابل به‌دست می‌آید:

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

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

$\vec{d}$ ← بردار جابه‌جایی برحسب متر (m)

به‌طور مثال، اگر در قسمت قبل، کل مدت زمان شناکردن شناگر ۶۰s باشد تندی متوسط و اندازهٔ سرعت متوسط آن به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:

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

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

مبحث (۳): شتاب متوسط

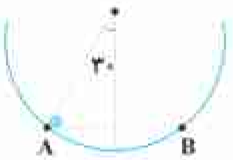
شتاب متوسط: به نسبت تغییرات سرعت متحرک به زمان حرکت شتاب متوسط گویند. شتاب متوسط کمیتی برداری است و آن را به‌صورت $\vec{a}_{av}$ نشان می‌دهند و به‌صورت مقابل به‌دست می‌آید:

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

! نکته با توجه به رابطهٔ بالا هرگاه سرعت جسمی تغییر کند حرکت آن شتاب‌دار است. با توجه به این‌که بردار سرعت در هر نقطه بر مسیر حرکت مماس است، تغییر سرعت جسم در نقاط مختلف مسیر حرکت می‌تواند به دلیل تغییر در اندازهٔ بردار سرعت (تندی) جسم باشد و یا می‌تواند به دلیل تغییر در جهت بردار سرعت آن باشد و یا همچنین می‌تواند به دلیل تغییر در اندازه و جهت بردار سرعت به‌صورت هم‌زمان باشد.

۱ گزینه ۲

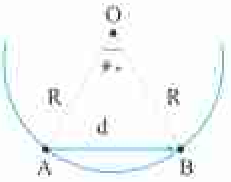
گلوله‌ای مطابق شکل درون نیم‌کره به شعاع R قرار دارد. گلوله‌ای از نقطهٔ A رها شده و تا نقطهٔ B روبه‌روی نقطهٔ A بالا می‌رود. در این حرکت مسافت طی شده توسط گلوله چند برابر اندازهٔ جابه‌جایی آن است؟



۱) $\frac{\pi}{6}$ ۲) $\frac{\pi}{3}$

۳) ۲ ۴) ۱

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



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

۲ گزینه ۳

شخصی زغال‌گردانی به طول 4m را با تندی ثابت می‌چرخاند. اگر اندازهٔ جابه‌جایی در هر ثانیه برای انتهای زغال‌گردان که محفظهٔ زغال است، برابر 4m باشد، مسیر پیموده شده توسط محفظهٔ زغال در مدت 4s چند متر است؟ $(\pi=3)$

۱) ۱۲ ۲) ۶ ۳) ۱۶ ۴) ۳۶

حل با توجه به شکل که طرحی از مسیر حرکت محفظهٔ 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.

$$l=\frac{2}{3}(\text{محیط دایره})=\frac{2}{3}(2\pi R)=\frac{2}{3}(2\times3\times4)=16m$$

۳ گزینه ۱

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

۱) ۱۴۴۰ ۲) ۷۲۰ ۳) ۲۴۰ ۴) ۱۲۰

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

$$\frac{S_{av}\ \text{ثانیه‌شمار}}{S_{av}\ \text{ساعت‌شمار}}=\frac{\frac{l_1}{\Delta t_1}}{\frac{l_2}{\Delta t_2}} \Rightarrow \frac{S_{av_1}}{S_{av_2}}=\frac{l_1}{l_2}\times\frac{\overset{1}{\Delta t_2}}{\Delta t_1}=\frac{60(2\pi R_1)}{\frac{1}{12}(2\pi R_2)}=720\times\frac{2R_2}{R_2}=720\times2=1440$$

مرحلهٔ 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 حرکت‌شناسی بسیار کاربرد دارد آشنا می‌کنیم:

۱. مکان اولیهٔ حرکت ← مکانی که متحرک در لحظهٔ $t=0$ در آن قرار دارد. به عبارت دیگر فاصلهٔ اولیهٔ متحرک از مبدأ است.

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

۳. تغییر جهت بردار مکان ← به‌طور 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 ← به‌طور 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 اندازهٔ سرعت صفر شده و علامت آن تغییر می‌کند، متحرک تغییر جهت می‌دهد.

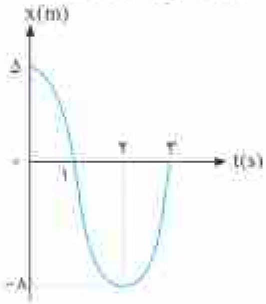
۵. ثانیهٔ nام ← بازهٔ زمانی $t_1=n-1$ تا $t_2=n$ ثانیهٔ nام نام دارد. به‌طور مثال منظور از ثانیهٔ پنجم بازهٔ زمانی $t_1=4s$ تا $t_2=5s$ است.

۶. T ثانیهٔ nام ← بازهٔ زمانی $t_1=(n-1)T$ تا $t_2=nT$، T ثانیهٔ nام نام دارد. به‌طور مثال منظور از سه ثانیهٔ دوم، بازهٔ زمانی $t_1=3s$ تا $t_2=6s$ است.

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

الف) نمودار مکان - زمان

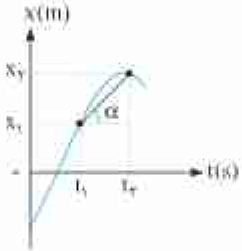
۱ نمودار مکان - زمان، مکان متحرک را در هر لحظه نشان می‌دهد. برای به‌دست آوردن جابه‌جایی متحرک در یک بازهٔ زمانی مشخص کافی است تفاضل مکان ثانویه و اولیهٔ آن را به‌دست آوریم و برای به‌دست آوردن مسافت طی شده توسط آن باید کل مسیر طی شده را محاسبه کنیم. به‌طور مثال داریم:



جابه‌جایی در ۳ ثانیهٔ اول $= 0 - 5 = -5\,m$

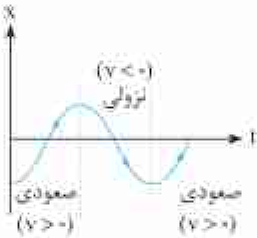
مسافت در ۳ ثانیهٔ اول $= 5 + 8 + 8 = 21\,m$

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

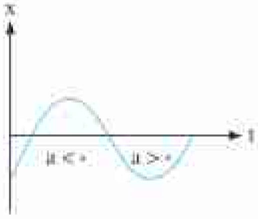


$$\text{شیب خط واصل} = \tan\alpha = \frac{\Delta x}{\Delta t} = v_{av}$$

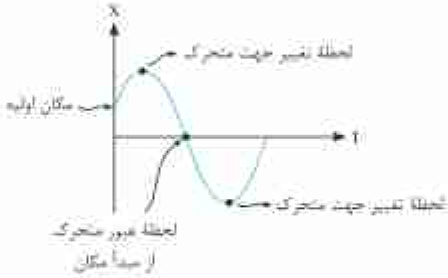
۳ شیب خط مماس به نمودار مکان - زمان برابر سرعت لحظه‌ای متحرک در آن لحظه است. به عبارت دیگر هنگامی‌که نمودار مکان - زمان صعودی است، سرعت متحرک مثبت بوده و متحرک در جهت محور x ها حرکت می‌کند و هنگامی‌که نمودار مکان - زمان نزولی است، سرعت متحرک منفی بوده و متحرک در خلاف جهت محور x حرکت می‌کند.



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 به‌صورت خطی باشد، شتاب متحرک صفر است.

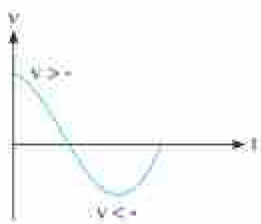


۵ و در آخر لحظات خاصی که با آنها آشنا شده‌اید در نمودار مکان - زمان به‌صورت روبه‌رو است:



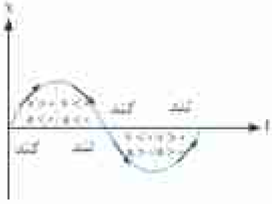
ب) نمودار سرعت - زمان

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

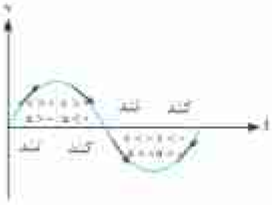


به‌طور خلاصه در مورد نوع حرکت متحرک می‌توانیم بگوییم:

نوع حرکت متحرک
- سرعت ثابت: $(a = 0)$
- شتاب ثابت: $(a = 0) \Leftarrow$
  - تندشونده: $(av > 0)$
  - کندشونده: $(av < 0)$



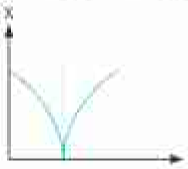
نکات ۱ همان‌طور که در تحلیل نمودار مکان - زمان مشاهده کردید به کمک نمودار مکان - زمان می‌توان علامت سرعت و شتاب متحرک را به‌دست آورد و به کمک آن می‌توان نوع حرکت متحرک را تشخیص داد. به‌طور مثال در نمودار مقابل داریم:



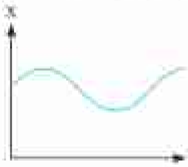
۲ در نمودار سرعت - زمان هم می‌توان به کمک بررسی علامت av نوع حرکت را تشخیص داد. امّا علاوه بر این روش می‌توانیم بگوییم در نمودار سرعت - زمان هرگاه نمودار به $(v = 0)$ نزدیک شد، حرکت کندشونده و هرگاه از آن دور شد حرکت تندشونده است. به نمودار روبه‌رو دقت کنید:

۴ کدام نمودار $x - t$ مربوط به حرکت متحرکی است که روی خط راست در حال حرکت است؟ گزینهٔ ۳

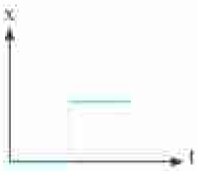
۱)



۲)



۳)



۴)

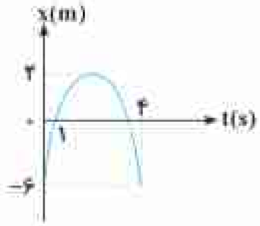
حل نمودار مکان - زمان یک متحرک روی خط راست باید شرایط زیر را دارا باشد:

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

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

۳) سرعت هرگز بی‌نهایت نمی‌شود یعنی خط مماس به شکل قائم درنمی‌آید. [رد گزینهٔ «۲»]

۵ نمودار مکان - زمان متحرکی که با شتاب ثابت در مسیر مستقیم حرکت می‌کند مطابق شکل است. سرعت متوسط در فاصلهٔ زمانی $t = 1s$ تا $t = 4s$ چند متر بر ثانیه است؟ (تجربی داخل ۸۷) گزینهٔ ۲



۱) ۲ ۲) -۲

۳) ۶ ۴) -۶

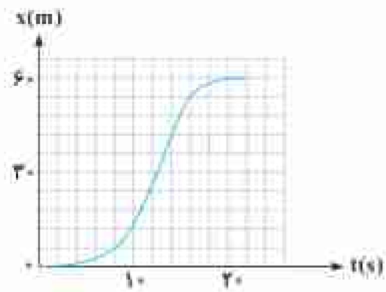
حل سرعت متوسط، برابر جابه‌جایی در واحد زمان می‌باشد، داریم:

$$v_{av[1,4]} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_4 - x_1}{4 - 1} = \frac{-6 - (0)}{3} = -2\frac{m}{s}$$

حال اگر همین سؤال، تندی را از ما خواسته باشد، روش حل آن چگونه است؟

$$s_{av[1,4]} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{|\Delta x_1| + |\Delta x_2|}{\Delta t} = \frac{2 + 8}{3} = \frac{10}{3}\frac{m}{s}$$

۶ شکل مقابل، نمودار مکان - زمان متحرکی است که در مسیر مستقیم حرکت کرده است. بیشینهٔ سرعت آن چند متر بر ثانیه است؟ (تجربی خارج ۹۵) گزینهٔ ۳

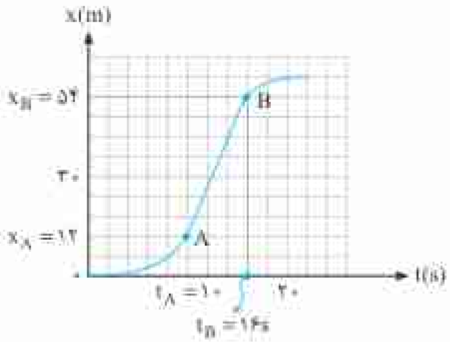


۱) ۳

۲) ۵

۳) ۷

۴) ۹

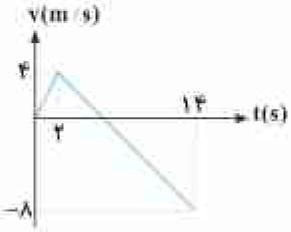


حل حرکت این متحرک در ابتدا تند شونده است (شیب خط مماس یا همان سرعت در حال افزایش) و سرعت در حال افزایش است.

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 2s و روی محور مکان هر خانه معادل با 6m 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.

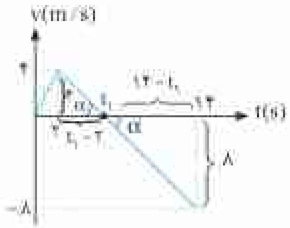
$$v_{\text{یکنواخت}} = v_{av[10,16]} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_B - x_A}{16-10} = \frac{54-12}{16-10} = 7\frac{m}{s}$$

۷ متحرکی روی محور x حرکت می‌کند و نمودار سرعت - زمان آن مطابق شکل روبه‌رو است. متحرک در ۱۴ ثانیهٔ اوّل، چند ثانیه در سوی مخالف محور x حرکت کرده است؟ (ریاضی داخل ۸۹)



۱) ۴
۲) ۶
۳) ۸
۴) ۱۲

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.

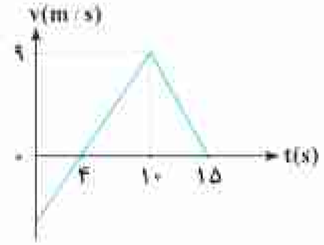


$\tan\alpha = \tan\alpha$

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

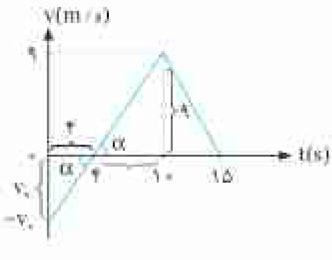
در سؤال مدت زمان حرکت با سرعت منفی خواسته شده که منظور طول بازه زمانی [6s,14s] می‌باشد که برابر با 8s است.

۸ نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل روبه‌رو است. شتاب متوسط متحرک در بازهٔ زمانی $t = 0$ تا $t = 15s$ چند متر بر مجذور ثانیه است؟ (تجربی خارج ۹۳)



۱) ۰/۴
۲) ۰/۶
۳) ۰/۸
۴) ۲/۵

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



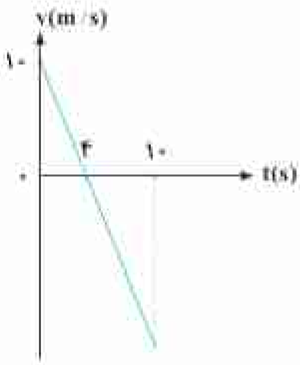
$\tan\alpha = \tan\alpha$

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

در ادامه برای محاسبه شتاب متوسط داریم:

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{15-0} = \frac{0-(-6)}{15} = 0/4\frac{m}{s^2}$$

۹ نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل است. متحرک در لحظهٔ $t = 10s$ در چند متری مبدأ قرار دارد؟ (متحرک در لحظهٔ $t = 0$ در $x = +2m$ قرار دارد. xهای مثبت در سمت راست مبدأ مختصات واقع‌اند.) (ریاضی خارج ۸۶)



۱) ۲۷ متری سمت راست مبدأ
۲) ۲۳ متری سمت چپ مبدأ
۳) ۲۵ متری سمت چپ مبدأ
۴) ۲۲۷ متری سمت راست مبدأ

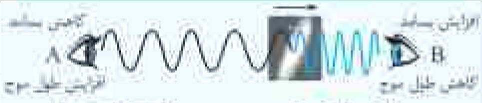
صوت و امواج الکترومغناطیسی

صوت

- تندی انتشار صوت: $v_{\text{جامدات}} > v_{\text{مایعات}} > v_{\text{گازها}}$
- شدت صوت: $I = \frac{\bar{P}}{A} = \frac{E}{A.t}$ $\quad$ $\frac{I_2}{I_1} = (\frac{A_2}{A_1})^2 = (\frac{f_2}{f_1})^2 = (\frac{r_1}{r_2})^2$
- تراز شدت صوت: $\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$ $\quad$ $\Delta\beta = 10 \log \frac{I_2}{I_1}$
- دوپلر
  - چشمه ساکن ناظر متحرک

$\lambda_A = \lambda_S = \lambda_B$ $\quad$ $f_A > f_S > f_B$

  - چشمه متحرک ناظر ساکن



$\lambda_A > \lambda_S > \lambda_B$ $\quad$ $f_A < f_S < f_B$

امواج الکترومغناطیسی

- ویژگی‌ها:
  1. امواج الکترومغناطیسی از E متغیر و B متغیر به وجود می‌آیند.
  2. E متغیر B تولید می‌کند، B متغیر E تولید می‌کند.
  3. E و B برهم عمودند.
  4. E و B برجهت انتشار عمودند و امواج الکترومغناطیسی عرضی هستند.
  5. نیاز به محیط مادی برای انتشار ندارند.
- نمودار

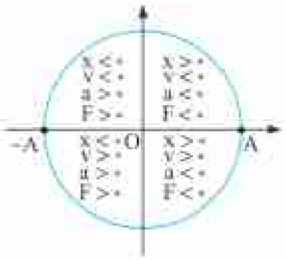
- طیف

افزایش بسامد و انرژی →

پرتوهای گاما	X	فرابنفش	مرئی	فرو سرخ	میکروموج	امواج رادیویی

مرئی: بنفش، نیلی، آبی، سبز، زرد، نارنجی، قرمز

← افزایش طول موج



شتاب و نیرو: به‌طور کلی طبق رابطهٔ $F = ma$ ، شتاب و نیرو همواره هم‌علامت هستند. در حرکت هماهنگ ساده هنگامی‌که جسم در سمت راست نقطهٔ تعادل قرار می‌گیرد فنر جسم را به سمت چپ می‌کشد و هنگامی‌که جسم در سمت چپ نقطهٔ تعادل قرار می‌گیرد، فنر آن را به سمت راست هل می‌دهد. به عبارت دیگر می‌توانیم بگوییم، هنگامی‌که $x > 0$ است نیروی واردشده و به‌دنبال آن شتاب حرکت جسم منفی هستند و هنگامی‌که $x < 0$ است، نیروی وارد شده به جسم و شتاب حرکت جسم مثبت هستند. در شکل مقابل علامت کمیت‌های مختلف در یک دایره مشخص شده است.

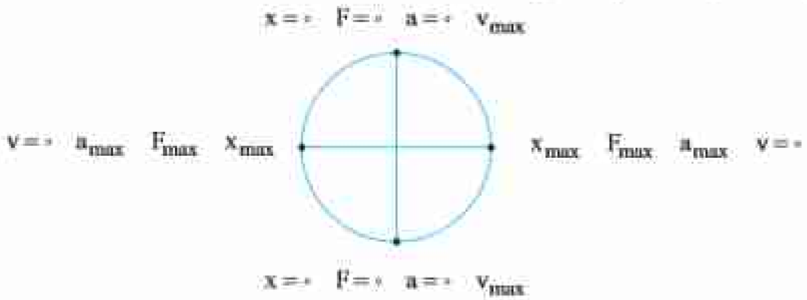
تعیین مقدار کمیت‌های مختلف در حرکت هماهنگ ساده

مکان: هنگامی‌که متحرک در نقطهٔ تعادل است $x = 0$ می‌باشد و هنگامی‌که در ابتدا و انتهای پاره‌خط نوسان قرار می‌گیرد، بیشترین فاصله را تا مبدأ مختصات دارد. به نقاط ابتدا و انتهای پاره‌خط نوسان در اصطلاح نقاط بازگشت می‌گویند.

سرعت: در نقاط بازگشت، متحرک یک لحظه توقف می‌کند و تغییر جهت می‌دهد، بنابراین در این نقاط $v = 0$ است و در هنگام عبور از نقطهٔ تعادل اندازهٔ سرعت متحرک بیشینه است.

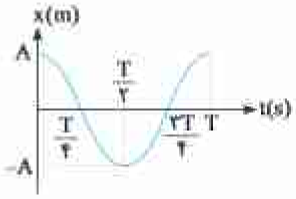
شتاب و نیرو: در نقاط بازگشت، چون جسم بیشترین فاصله را از نقطهٔ تعادل دارد. (فنر بیشترین فشردگی یا بیشترین کشیدگی را دارد.)، نیروی وارد شده به جسم و در نتیجه شتاب حرکت جسم بیشینه است. امّا در نقطهٔ تعادل نیروی وارد شده به جسم و در نتیجه شتاب حرکت آن صفر است.

در شکل زیر اندازهٔ کمیت‌های مختلف در نقاط خاص مشخص شده‌اند.



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

همان‌طور که گفتیم در حرکت هماهنگ ساده نمودار مکان - زمان نموداری سینوسی است، یعنی مکان را می‌توان به‌صورت تابعی سینوسی یا کسینوسی از زمان نوشت که در کتاب درسی فیزیک سال دوازدهم تابع کسینوسی انتخاب شده است و داریم:



$$\boxed{x = A\cos(\omega t)}$$

x ← مکان نوسانگر برحسب متر (m)

A ← دامنه حرکت نوسانگر برحسب متر (m)

ω ← بسامد زاویه‌ای برحسب رادیان بر ثانیه ($\frac{rad}{s}$)

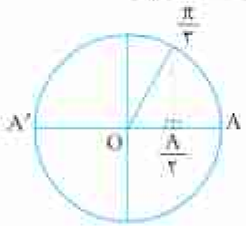
t ← زمان برحسب ثانیه (s)

نکته در رابطهٔ بالا بسامد زاویه‌ای (ω) برابر تغییرات فاز حرکت در واحد زمان است که به‌صورت روبه‌رو به‌دست می‌آید:

$$\boxed{\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{۲\pi}{T} = ۲\pi f}$$

آشنایی با مکان‌ها و فازهای معروف کنکور

هنگامی‌که جسم روی پاره‌خط نوسان در مکان x قرار دارد، تصویر آن روی دایرهٔ مرجع در فاز θ قرار می‌گیرد. دقت کنید که در معادلهٔ مکان - زمان شناسهٔ تابع کسینوسی (یعنی ωt) همان فاز حرکت است. به‌طور مثال هنگامی‌که تصویر متحرک در فاز $\frac{\pi}{۳}$ است، مکان متحرک به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:



$$x = A\cos(\omega t) = A\cos(\frac{\pi}{۳}) = \frac{A}{۲}$$

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 کرهٔ زمین را R_e در نظر بگیرید)**

گزینهٔ ۴

۱) ۴۸ ۲) ۲۴ ۳) ۱۲ ۴) ۶

حل با استفاده از رابطهٔ شتاب گرانش زمین و دورهٔ حرکت نوسانی آونگ ابتدا رابطهٔ مقایسهٔ دورهٔ آونگ ساعت را برحسب فاصله و طول آونگ به‌دست می‌آوریم:

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

طبق رابطهٔ $T=\frac{t}{n}$ در مدت زمان یکسان دوره با n رابطهٔ 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 دورهٔ آن ۲ ثانیه می‌باشد. طول آونگ را به $\frac{1}{4}$ طول اولیه‌اش می‌رسانیم و به وسیلهٔ یک آهن‌ربا نیروی قائمی به طرف پایین و مساوی ۳ برابر وزن گلوله بر آن وارد می‌سازیم. در این حالت دورهٔ آونگ برابر با .... ثانیه است؟** (ریاضی داخل ۹۴)

گزینهٔ ۲

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

حل دورهٔ آونگ ساده و عادی از رابطهٔ $T=2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ به‌دست می‌آید و هنگامی‌که نیروی F به‌صورت قائم و رو به پایین وارد می‌گردد، معادلهٔ آن به‌صورت $T=2\pi\sqrt{\frac{L}{g+\frac{F}{m}}}$ است، بنابراین:

$$\frac{T_2}{T_1}=\sqrt{\frac{L_2}{L_1}}\times\sqrt{\frac{g}{g+\frac{F}{m}}} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1}=\sqrt{\frac{1}{4}}\times\sqrt{\frac{g}{g+3g}} \Rightarrow \frac{T_2}{2}=\frac{1}{4} \Rightarrow T_2=\frac{1}{2}s$$

۳۰ **نوسانگر وزنه - فنری در مدت یک دقیقه پاره‌خطی به طول 120cm را ۲۰ بار طی می‌کند. اگر جرم وزنهٔ متصل به آن 200g باشد، معادلهٔ نیرو بر حسب مکان در SI کدام است؟**

گزینهٔ ۱

۱) $F=\frac{-\pi^2}{45}x$ ۲) $F=\frac{-\pi^2}{90}x$ ۳) $F=\frac{\pi^2}{45}x$ ۴) $F=\frac{\pi}{90}x$

حل هنگامی که نوسانگر ۲۰ بار پاره‌خط مسیر را طی می‌کند، ۱۰ نوسان کامل انجام داده است.

ابتدا دورهٔ حرکت دستگاه را محاسبه می‌کنیم:

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

حال که دورهٔ حرکت را محاسبه کردیم، سرعت زاویه‌ای را به‌دست می‌آوریم:

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

معادله نیرو برحسب مکان به شکل زیر محاسبه می‌شود:

$$F=-m\omega^2x \Rightarrow F=-0/2\times\frac{\pi^2}{9}x \Rightarrow F=-\frac{\pi^2}{45}x$$

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

گزینهٔ ۲

۱) ۰/۴ ۲) ۴ ۳) ۴۰ ۴) ۰/۰۴

حل در حرکت نوسانی آونگ ساده داریم:

$$\omega=\sqrt{\frac{g}{l}}=\sqrt{\frac{10}{0/4}}=5\,\frac{rad}{s}$$

با مقایسهٔ معادله داده شده با معادله نیرو - مکان می‌توان جرم را تعیین کرد.

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

۳۲ **معادلهٔ نیرو - مکان نوسانگر ساده‌ای در SI به‌صورت $F=-\pi^2y$ است. اگر جرم نوسانگر 10g باشد، این نوسانگر در هر دقیقه چند نوسان کامل انجام می‌دهد؟ $(\pi^2=10)$** (ریاضی داخل ۸۸)

گزینهٔ ۲

۱) ۱۵۰ ۲) ۳۰۰ ۳) ۲۵۰ ۴) ۲۰۰

حل براساس رابطهٔ $F=-m\omega^2y$ سرعت زاویه‌ای را محاسبه می‌کنیم:

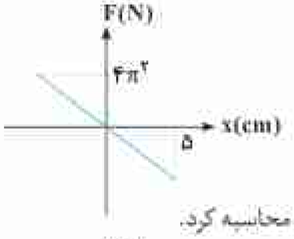
$$F=-m\omega^2y \Rightarrow -\pi^2y=-m\omega^2y \Rightarrow \omega=10\pi\,\frac{rad}{s}$$

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

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

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

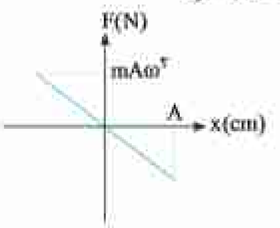
۳۳ نمودار نیرو برحسب بعد نوسانگری به جرم $50g$ مطابق شکل مقابل است. معادلهٔ مکان - زمان این نوسانگر در SI کدام گزینه است؟



گزینهٔ ۳

۱) $x = 5\cos 40\sqrt{2}\pi t$
۲) $x = 0.05\cos 40\sqrt{2}\pi t$
۳) $x = 0.05\cos 40\pi t$
۴) $x = 5\cos 40\pi t$

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

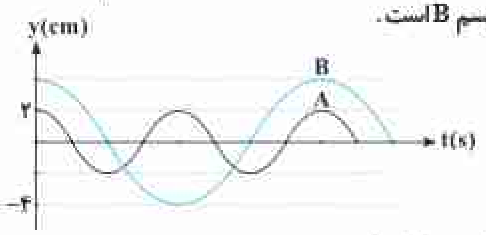


$$\begin{cases} A = 0.05m \\ mA\omega^2 = 4\pi^2 \end{cases} \Rightarrow 0.05\times 0.05\times \omega^2 = 4\pi^2$$

$$\omega^2 = \frac{4\pi^2}{(0.05)^2} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{0.05} = 40\pi \frac{rad}{s}$$

معادله مکان - زمان خواسته شده است.
$$x = A\cos\omega t \Rightarrow x = 0.05\cos 40\pi t$$

۳۴ شکل زیر مربوط به نمودار مکان - زمان دو نوسان‌کنندهٔ A و B است و جرم A، ۲ برابر جرم جسم B است. بیشینهٔ نیروی وارد بر جسم A چند برابر بیشینهٔ نیروی وارد بر جسم B است؟



گزینهٔ ۴

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

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

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

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

۳۵ معادلهٔ مکان - زمان نوسانگر وزنه - فنری به‌صورت $x = 4\times 10^{-2}\cos(1.5\pi t)$ است. اگر ثابت فنر $50\frac{N}{m}$ و جرم وزنهٔ متصل به آن $1kg$ باشد، اندازهٔ شتاب حرکت متحرک در لحظهٔ $t = \frac{2}{9}s$ چند متر بر مجذور ثانیه است؟

گزینهٔ ۱

۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۶

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

$$F = -kx = ma \Rightarrow a = -\frac{kx}{m} \Rightarrow a = \frac{-50\times 4\times 10^{-2}\cos(1.5\pi t)}{1} \Rightarrow a = -50\times 4\times 10^{-2}\cos(1.5\pi t) \Rightarrow a = -2\cos(1.5\pi t)$$

$$\xrightarrow{t=\frac{2}{9}s} a = -2\cos(1.5\times\frac{2}{9}\pi) \Rightarrow a = -1\frac{m}{s^2} \Rightarrow |a| = 1\frac{m}{s^2}$$

۳۶ وزنه‌ای به جرم $100g$ به فنری آویزان و در حال تعادل است. اگر وزنه در راستای قائم $1cm$ از وضع تعادل خارج و رها سازیم، با دورهٔ 0.2π ثانیه به نوسان درمی‌آید. اندازهٔ شتاب نوسانگر در لحظه‌ای که از فاصلهٔ $0.5cm$ وضع تعادل عبور می‌کند، چند متر بر مجذور ثانیه خواهد بود؟

گزینهٔ ۱

۱) ۰/۵
۲) ۲
۳) ۱/۵
۴) ۳

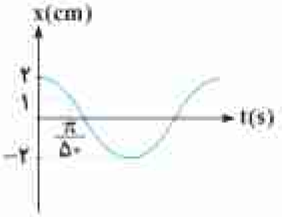
حل هنگامی‌که نوسانگر در فاصلهٔ ۰/۵ سانتی‌متری از وضع تعادل قرار دارد، مکان آن نصف مکان بیشینه (دامنه) است.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow 0.2\pi = 2\pi\sqrt{\frac{0.1}{k}} \Rightarrow 0.1 = \sqrt{\frac{0.1}{k}} \Rightarrow 0.01 = \frac{0.1}{k} \Rightarrow k = \frac{0.1}{0.01} = 10\frac{N}{m}$$

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

$$\begin{matrix} F = -kx \\ F = ma \end{matrix} \Rightarrow -kx = ma \Rightarrow a = \frac{-10}{0.1}\left(\frac{0.5}{100}\right) \Rightarrow a = -0.5\frac{m}{s^2} \Rightarrow |a| = 0.5\frac{m}{s^2}$$

۳۷ شکل مقابل نمودار مکان - زمان حرکت هماهنگ ساده‌ای را نشان می‌دهد. اگر ثابت فنر $100\frac{N}{m}$ باشد، اندازهٔ بیشینهٔ شتاب نوسانگر چند متر بر مجذور ثانیه است؟



گزینهٔ ۲

۱) $\frac{9}{50}$
۲) $\frac{50}{9}$
۳) $\frac{9}{100}$
۴) $\frac{100}{9}$

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

$$x = A\cos\omega t \Rightarrow 1\times10^{-2} = 2\times10^{-2}\cos(\frac{\pi}{50}\omega) \Rightarrow \cos(\frac{\pi}{50}\omega) = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{\pi}{50}\omega = \frac{\pi}{3} \Rightarrow \omega = \frac{50}{3}\frac{rad}{s}$$

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

$$|a_{max}| = A\omega^2 = 2\times10^{-2}\times(\frac{50}{3})^2 = \frac{50}{9}\frac{m}{s^2}$$

۳۸ با یک جسم و یک فنر یک نوسانگر ساده ساخته‌ایم. در مدتی که جسم به طرف مرکز نوسان (جایی که فنر طول عادی خود را دارد) نزدیک می‌شود، انرژی مکانیکی و انرژی پتانسیل آن به ترتیب چگونه تغییر می‌کنند؟ (تجربی داخل ۹۰)

گزینهٔ ۴

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.

۳۹ نوسانگری به انتهای فنر سیکی با ثابت $100\frac{N}{m}$ بسته شده و با دامنهٔ $4cm$ حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. انرژی جنبشی آن در لحظه‌ای که از مبدأ نوسان می‌گذرد چند ژول است؟

گزینهٔ ۲

۱) ۰/۰۶ ۲) ۰/۰۸ ۳) ۰/۱۲ ۴) ۰/۱۶

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

$$K_{مبدأ} = E = \frac{1}{2}kA^2 \Rightarrow E = \frac{1}{2}\times100\times(\frac{4}{100})^2 \Rightarrow K_{مبدأ} = 0/08J$$

۴۰ اگر بیشینهٔ جابه‌جایی یک نوسانگر به جرم $50g$ در نیم دوره برابر $5cm$ و انرژی مکانیکی آن $2/5\times10^{-2}\pi^2$ ژول باشد، معادلهٔ مکان - زمان متحرک در SI کدام است؟

گزینهٔ ۳

۱) $x = 0/025\cos20\pi t$ ۲) $x = 0/05\cos20\pi t$ ۳) $x = 0/025\cos40\pi t$ ۴) $x = 0/05\cos40\pi t$

حل بیشترین جابه‌جایی در نصف دوره تناوب، زمانی اتفاق می‌افتد که نوسانگر یک‌بار پاره‌خط مسیر را طی کند. در نتیجه بیشترین جابه‌جایی دو برابر دامنه است.

$$2A = 5cm \Rightarrow A = 2/5cm$$

$$E = \frac{1}{2}m\omega^2A^2 \Rightarrow 2/5\times10^{-2}\pi^2 = \frac{1}{2}\times50\times10^{-3}\times6/25\times10^{-4}\times\omega^2$$

$$\Rightarrow \omega^2 = \frac{2/5\times10^{-2}\pi^2\times4}{6/25\times10^{-5}} = \frac{4\pi^2\times10^3}{2/5} = 400\times4\pi^2 \Rightarrow \omega = 40\pi\frac{rad}{s}$$

$$x = A\cos\omega t \Rightarrow x = 0/025\cos40\pi t$$

۴۱ انرژی جنبشی و پتانسیل نوسانگری ساده در یک لحظهٔ معین به ترتیب $0/12J$ و $0/06J$ است. اگر جرم نوسانگر $10g$ و دامنهٔ حرکت $4cm$ باشد، دورهٔ حرکت چند ثانیه است؟

گزینهٔ ۳

۱) 300π ۲) $\frac{4\pi}{3}$ ۳) $\frac{\pi}{75}$ ۴) $\frac{4\pi}{3\sqrt{10}}$

حل انرژی مکانیکی نوسانگر همواره ثابت است:

$$E = K + U \Rightarrow E = 0/12 + 0/06 = 0/18J$$

$$E = \frac{1}{2}mA^2\omega^2 \Rightarrow 0/18 = \frac{1}{2}\times10^{-2}\times16\times10^{-4}\times\omega^2 \Rightarrow \omega = 150\frac{rad}{s}$$

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

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow 150 = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{\pi}{75}s$$

۴۲ اگر E و m به ترتیب انرژی مکانیکی و جرم یک نوسانگر ساده باشند، سرعت نوسانگر در لحظهٔ عبور از نقطهٔ تعادل برابر کدام است؟ (تجربی داخل ۹۰)

گزینهٔ ۱

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

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

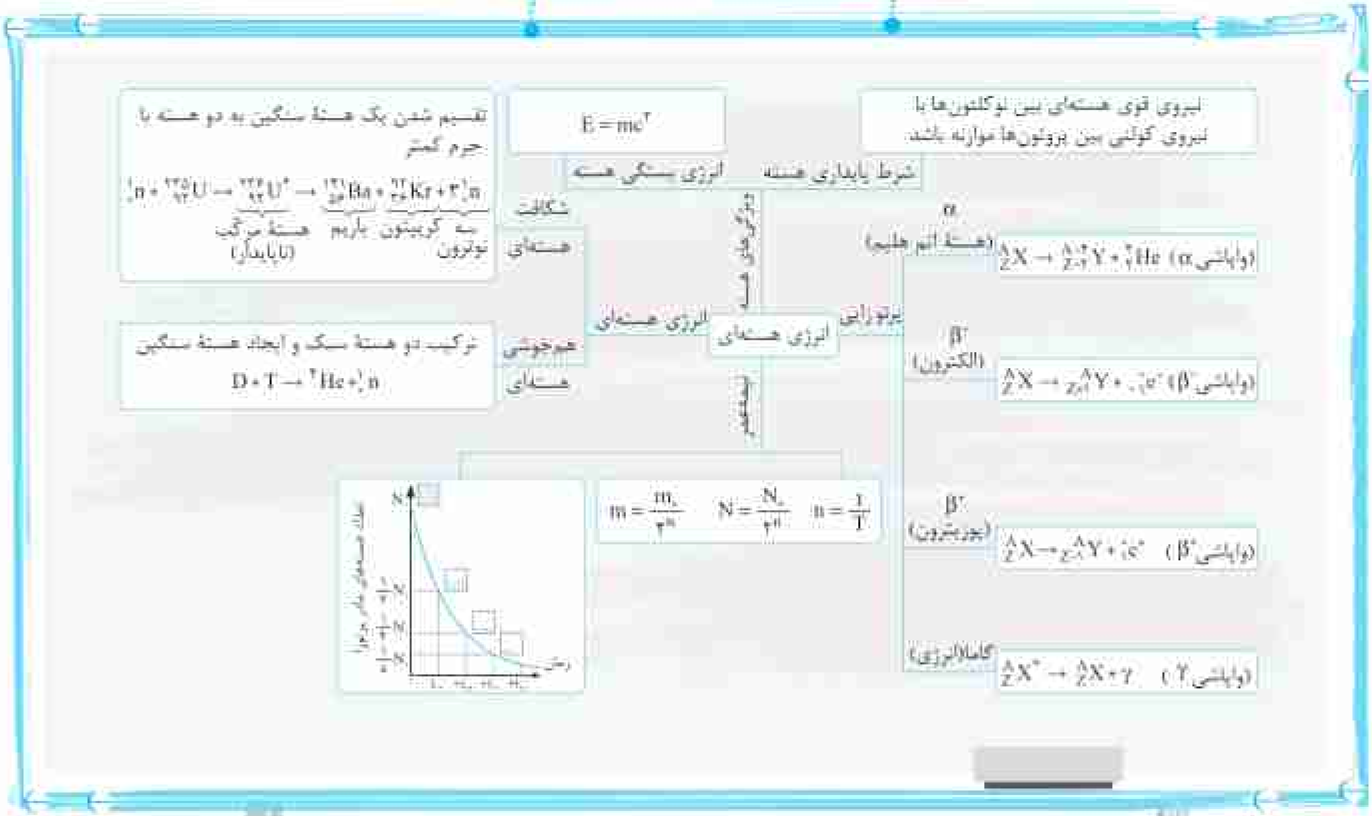
$$K_{max} = E = \frac{1}{2}mv^2_{max} \Rightarrow v^2_{max} = \frac{2E}{m} \Rightarrow v_{max} = (\frac{2E}{m})^{\frac{1}{2}}$$

۴۳ بیشترین سرعت یک نوسانگر ساده $5\frac{m}{s}$ است. در لحظه‌ای که انرژی پتانسیل نوسانگر ۳ برابر انرژی جنبشی آن است، سرعت نوسانگر چند متر بر ثانیه است؟ (تجربی خارج ۸۶)

گزینهٔ ۲

۱) ۱/۲۵ ۲) ۲/۵ ۳) ۷/۵ ۴) ۱۰

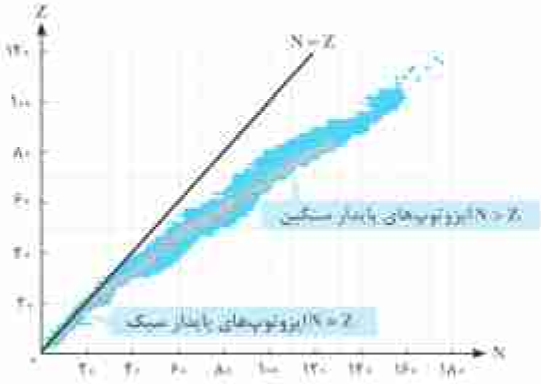
جمع‌بندی فصل ششم در یک نگاه



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

۳ هنگامی‌که تعداد پروتون‌های داخل هسته افزایش می‌یابد، تمام پروتون‌های هسته به یکدیگر نیروی دافعهٔ الکتروستاتیکی وارد می‌کنند امّا فقط نوکلئون‌های مجاور به یکدیگر نیروی جاذبهٔ 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 ($Z = ۸۳$) متعلق به بیسموت ($^{۲۰۹}_{۸۳}Bi$) 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 ($Z = ۹۰$) و اورانیوم ($Z = ۹۲$) در طبیعت یافت می‌شوند. این دو عنصر، تنها عنصرهایی هستند که واپاشی آن‌ها چنان کند است که از هنگام تشکیل منظومهٔ شمسی تاکنون مقدار کمی از آن‌ها دچار واپاشی شده است.

۱ برای $^{۱۹۷}_{۷۹}Au$ به‌ترتیب از راست به چپ تعداد نوکلئون، پروتون و نوترون کدام است؟

گزینه ۳

۱) ۱۱۸ - ۷۹ - ۳۹
۲) ۱۹۷ - ۷۹ - ۷۹
۳) ۱۹۷ - ۷۹ - ۱۱۸
۴) ۱۹۷ - ۱۱۸ - ۷۹

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

$$۱۹۷ = N + Z \xrightarrow{Z=۷۹} N = ۱۱۸$$

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

۲ در هستهٔ یک اتم، نیروی هسته‌ای قوی: (تجربی خارج ۸۹)

گزینه ۴

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.

۳ در واکنش نوکلئون‌ها، نیروی هسته‌ای در مقایسه با نیروی کولنی چگونه است؟ (تجربی داخل ۸۷)

گزینه ۴

۱) ضعیف، بلندبرد
۲) قوی، بلندبرد
۳) ضعیف، کوتاه‌برد
۴) قوی، 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؟
گزینهٔ ۲

الف) بیشتر جرم اتم مربوط به فضای اطراف هستهٔ آن است و هستهٔ اتم بسیار کوچک و با جرم ناچیز است.

ب) عامل پایداری نوکلئون‌های هستهٔ اتم در کنار یکدیگر، نیروی جاذبهٔ الکتروستاتیکی قوی‌تر آن‌ها نسبت به نیروی دافعهٔ الکتروستاتیکی است.

ج) نیروی هسته‌ای کوتاه‌برد است و اگر فاصلهٔ 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 جاذبهٔ 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؟
گزینهٔ ۳

۱) این شکل قسمتی از هسته و نوکلئون‌های درون آن را نشان می‌دهد. فلش‌ها نشان‌دهندهٔ نیروی هسته‌ای قوی هستند که هر نوکلئون به نوکلئون‌های اطرافش وارد می‌کند.

۲) فلش‌ها نشان‌دهندهٔ 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.

۶ کدام‌یک از موارد زیر دربارهٔ هستهٔ اتم‌های عناصر درست است؟ (ریاضی داخل ۹۴)
گزینهٔ 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 تشکیل دهندهٔ آن هسته است.

۴) نسبت تعداد نوترون‌ها به پروتون‌ها برای هسته‌های پایدار مختلف یکسان است.

حل بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: اغلب ایزوتوپ‌های عناصر ناپایدارند و با گذشت زمان واپاشیده می‌شوند.

گزینهٔ «۲»: برد نیروی کولنی در مقایسه با نیروی هسته‌ای بلند است.

گزینهٔ «۳»: جرم یک هسته از مجموع جرم نوکلئون‌ها کمتر است.

گزینهٔ «۴»: نسبت $\frac{N}{Z}$ در هسته‌های پایدار مختلف مقادیر متفاوتی دارد.

۷ در هستهٔ 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؟ (ریاضی داخل ۸۸)
گزینهٔ ۲

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

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