

فیزیک (۳)

عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کنید و در پاسخ برگ بنویسید. (۱ نمره)

- الف) در یک دور چرخش کامل ماهواره به دور زمین (تندی متوسط – سرعت متوسط) صفر است.
 ب) حرکت هواپیما روی باند پرواز برای رسیدن به شرایط پرواز، مثالی از حرکت با (سرعت ثابت – شتاب ثابت) است.
 پ) بردار سرعت در هر نقطه از مسیر، بر مسیر حرکت (مماس – عمود) است.
 ت) بردار شتاب همواره با بردار (سرعت – تغییرات سرعت) هم جهت است.

راهنمای تصحیح

الف) سرعت متوسط (۰/۲۵) (صفحه ۳)

ب) شتاب ثابت (۰/۲۵) (صفحه ۱۵)

پ) مماس (۰/۲۵) (صفحه ۱۰)

ت) تغییرات سرعت (۰/۲۵) (صفحه ۱۱)

درس Box

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

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

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

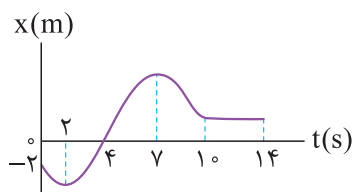
الف) سرعت متوسط برابر نسبت بردار جابه‌جایی به زمان جابه‌جایی است.

تندی متوسط، برابر نسبت مسافت طی شده به زمان طی مسیر است.

پ) بردار سرعت، هم جهت با بردار جابه‌جایی و مماس بر مسیر است.

ت) بردار شتاب، برابر نسبت تغییرات بردار سرعت به زمان است.

شکل زیر نمودار مکان - زمان متحرکی را نشان می‌دهد که در امتداد محور x حرکت می‌کند. (۱/۲۵ نمره)



- الف) در چه لحظه یا لحظاتی جهت بردار مکان تغییر می‌کند؟
 ب) بزرگ‌ترین بازه زمانی که متحرک در جهت مثبت محور x حرکت می‌کند، کدام است؟
 پ) در چه لحظاتی جهت حرکت جسم عوض می‌شود؟
 ت) علامت شتاب در بازه زمانی $(0 - 2s)$ چیست؟

راهنمای تصحیح >> الف) $t = 4s$ (۰/۲۵)

ب) از $t_1 = 2s$ تا $t_2 = 7s$ (۰/۲۵)

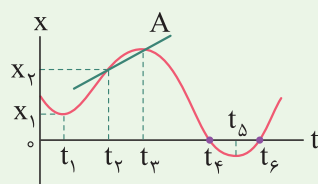
پ) $t = 2s$ و $t = 7s$ (۰/۵)

ت) مثبت (۰/۲۵) (صفحه ۶)

درس‌Box

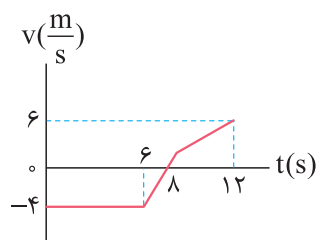
از نمودار مکان - زمان اطلاعات زیر را می‌توان به دست آورد:

۱) محل جسم در لحظات مختلف را می‌توان تعیین کرد. کافی است در لحظه مورد نظر یک خط عمود بر محور t در نظر بگیریم و مقدار x را از محل تقاطع آن خط با نمودار تعیین کنیم. به عنوان مثال در لحظه t_1 مکان متحرک x_1 است.



- ۲) جهت بردار مکان در لحظاتی که نمودار محور t را قطع می‌کند عوض می‌شود. (لحظات t_4 و t_6)
 ۳) سرعت متوسط را می‌توان از شیب خطی که دو نقطه از نمودار را به هم وصل می‌کند پیدا کرد. مثلاً سرعت متوسط بین t_2 تا t_3 برابر شیب خط A است.
 ۴) سرعت لحظه‌ای را می‌توان از شیب خط مماس بر نمودار تعیین کرد.
 ۵) لحظات توقف و تغییر جهت حرکت جسم، لحظات متناظر با قله‌ها و دره‌ها است. (t_1, t_3, t_5)
 ۶) علامت شتاب را می‌توان از جهت تقعر نمودار معین کرد. اگر تقعر رو به بالا باشد ($\cup$) علامت شتاب مثبت و اگر رو به پایین باشد ($\cap$) علامت شتاب منفی است.

نمودار سرعت - زمان متحرکی که در راستای محور x حرکت می کند مطابق شکل روبه رو است: (۱/۵ نمره)



الف) سرعت متوسط متحرک در مدت ۱۲ ثانیه، چند متر بر ثانیه است؟

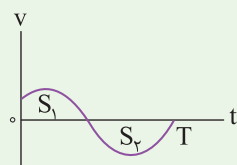
ب) اگر این متحرک در $t = 0$ از مکان $x = 16 \text{ m}$ عبور کند، معادله مکان - زمان آن را ۶ ثانیه اول برحسب یکای SI بنویسید.

$$\Delta x = S_{t \text{ محور بالا}} - S_{t \text{ محور پایین}} = \frac{6 \times 4}{2} - \left(\frac{4 + 6}{2} \times 4 \right) = 12 - 28 = -16 \text{ m} \quad (۰/۵) \quad \text{الف)}$$

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (۰/۲۵) \Rightarrow v_{av} = \frac{-16}{12} = \frac{-4}{3} \text{ m/s} \quad (۰/۲۵) \quad \text{صفحه ۱۹)}$$

$$x = vt + x_0 \quad (۰/۲۵) \Rightarrow x = -4t + 16 \quad (۰/۲۵) \quad \text{ب) صفحه ۱۳)}$$

الف) با توجه به سطح محصور بین نمودار سرعت - زمان و محور زمان، جابه جایی و مسافت طی شده توسط متحرک را محاسبه می کنیم.



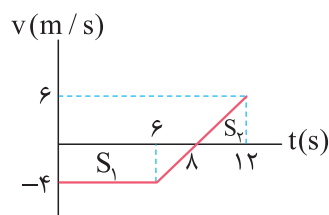
$$T \text{ لحظه تا لحظه } l = S_1 + S_2$$

$$T \text{ لحظه تا لحظه } d = S_1 - S_2$$

ب) در حرکت با سرعت ثابت، معادله مکان - زمان به صورت $x = vt + x_0$ است که v سرعت و x_0 مکان اولیه است.

الف) برای محاسبه سرعت متوسط، به جابه جایی نیاز داریم. جابه جایی تا لحظه $t = 12 \text{ s}$ ، برابر مساحت محصور بین نمودار و محور زمان است.

$$\Delta x = S_2 - S_1$$



مساحت S_1 و S_2 را محاسبه می کنیم و به کمک آن ها جابه جایی را به دست می آوریم:

$$\left. \begin{aligned} S_1 &= \left(\frac{4 + 6}{2} \right) \times 4 = 28 \text{ m} \\ S_2 &= \frac{6 \times 4}{2} = 12 \text{ m} \end{aligned} \right\} \Rightarrow d = 12 - 28 = -16 \text{ m}$$

در پایان، سرعت متوسط را محاسبه می کنیم.

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-16}{12} = \frac{-4}{3} \text{ m/s}$$

ب) در مدت ۶ s اول، حرکت متحرک با سرعت ثابت است و معادله مکان - زمان، به صورت $x = vt + x_0$ است.

سرعت حرکت $v = -4 \text{ m/s}$ و مکان اولیه $x_0 = 16 \text{ m}$ است، پس:

$$x = -4t + 16$$

راهنمای تصحیح

درس Box

پاسخ خیلی تشریحی

معادله مکان - زمان متحرکی که روی خط راست و در راستای محور x حرکت می‌کند در SI به صورت

$$x = 3t - 12 \quad \text{است. (۱/۵ نمره)}$$

- الف) این متحرک در چه لحظه‌ای از مبدأ مکان عبور می‌کند؟
 ب) متحرک در سه ثانیه سوم حرکت چند متر جابه‌جا می‌شود؟
 پ) نمودار مکان - زمان آن را در ۶ ثانیه اول حرکت رسم کنید.

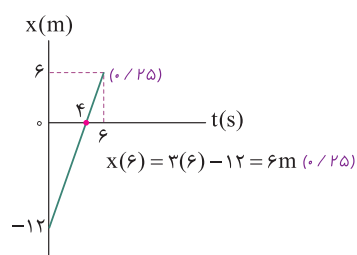
راهنمای تصحیح >> الف)

$$3t - 12 = 0 \quad (۰/۲۵) \Rightarrow 3t = 12 \Rightarrow t = 4 \text{ s} \quad (۰/۲۵)$$

$$\Delta x = v \Delta t \quad (۰/۲۵) \Rightarrow \Delta x = 3 \times 3 = 9 \text{ m} \quad (۰/۲۵)$$

ب)

پ)



(صفحه ۱۳)

درس Box

حرکت با سرعت ثابت، ساده‌ترین نوع حرکت است که متحرک بدون تغییر در اندازه یا جهت سرعت حرکت می‌کند.

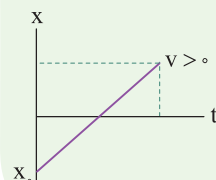
معادله مکان - زمان در حرکت با سرعت ثابت به شکل مقابل است:

$$x = vt + x_0 \rightarrow \text{مکان اولیه}$$

در این نوع حرکت، متحرک در هر ثانیه مقدار معینی جابه‌جا می‌شود و به همین جهت سرعت متوسط آن در هر بازه زمانی دلخواهی با سرعت لحظه‌ای آن برابر است.

همچنین در حرکت با سرعت ثابت، جابه‌جایی در بازه‌های زمانی مساوی یکسان است.

نمودار مکان - زمان این نوع حرکت، یک خط راست است که عرض از مبدأ آن برابر مکان اولیه (x_0) و شیب آن برابر سرعت (v) است.



پاسخ خیلی تشریحی ✓

الف) در لحظه‌ای که متحرک از مبدأ مکان عبور می‌کند، مکان آن برابر صفر است، پس:

$$x = 3t - 12 = 0 \Rightarrow 3t = 12 \Rightarrow t = 4 \text{ s}$$

ب) در حرکت با سرعت ثابت، جابه‌جایی در هر بازه زمانی را می‌توان به سادگی از رابطه $\Delta x = v \Delta t$ محاسبه کرد.

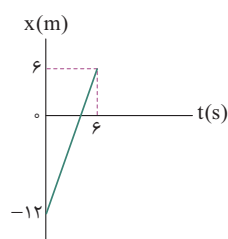
پس در سه ثانیه سوم یعنی بازه زمانی ۶ s تا ۹ s، جابه‌جایی برابر است با:

$$\Delta x = 3 \times (9 - 6) = 9 \text{ m}$$

پ) نمودار مکان - زمان این متحرک نیز یک خط راست است که عرض از مبدأ آن $x_0 = -12 \text{ m}$ است، چون سرعت متحرک مثبت است، شیب آن مثبت است.

در $t = 6 \text{ s}$ نیز مکان متحرک برابر است:

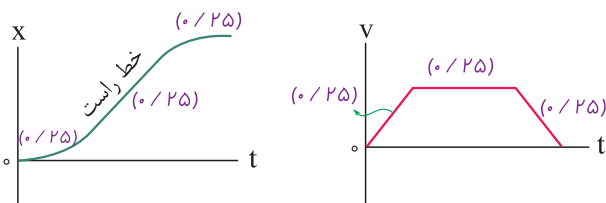
$$x = 3(6) - 12 = 6 \text{ m}$$



یک اتوبوس در یک خیابان مستقیم از ایستگاه اول از حال سکون با شتاب ثابت به حرکت درمی‌آید و پس از رسیدن به سرعت مجاز با سرعت ثابت به حرکت خود ادامه می‌دهد و در پایان با شتاب ثابت از سرعت خود می‌کاهد و در ایستگاه دوم متوقف می‌شود. فرض کنید مبدأ مکان ایستگاه اول است. نمودار مکان - زمان و سرعت - زمان این اتوبوس را به طور کیفی رسم کنید. (۱/۵ نمره)

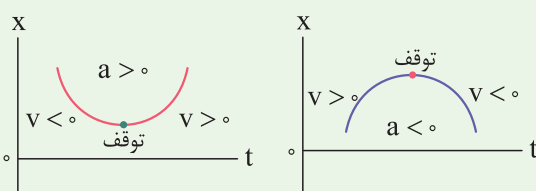


راهنمای تصحیح



(صفحه ۱۷)

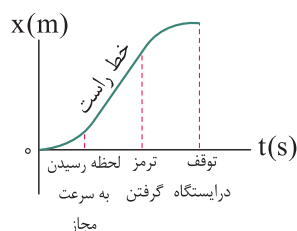
در حرکت با شتاب ثابت و روی خط راست، نمودار مکان - زمان به صورت یک سهمی است که اگر شتاب مثبت باشد تقعر آن رو به بالا و اگر شتاب منفی باشد، تقعر آن رو به پایین است.



درس Box

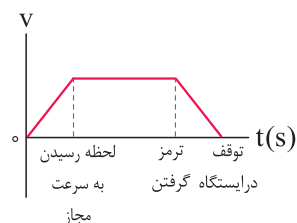
پاسخ خیلی تشریحی ✓ برای رسم نمودار مکان - زمان، بایستی به نکات زیر توجه کنیم:

اگر جهت مثبت را همان جهت حرکت در نظر بگیریم، با شروع حرکت و افزایش سرعت تا رسیدن به سرعت مجاز، یک سهمی با تقعر به بالا داریم و پس از آن چون سرعت ثابت است، بایستی نمودار مکان - زمان به صورت یک خط راست باشد و در نزدیکی ایستگاه، چون حرکت کندشونده است، یک سهمی با تقعر رو به پایین داریم که در لحظه رسیدن به ایستگاه دوم، متحرک متوقف می‌شود و به قله نمودار می‌رسیم. پس نمودار مکان - زمان به شکل مقابل است:



از شروع حرکت تا رسیدن به سرعت مجاز، حرکت با شتاب ثابت است و نمودار سرعت - زمان آن یک خط راست با شیب ثابت است و پس از رسیدن به سرعت مجاز، حرکت با سرعت ثابت است و نمودار سرعت - زمان یک خط افقی است.

با نزدیک شدن به ایستگاه و ترمزگرفتن، حرکت کندشونده با شیب ثابت سرعت کم می‌شود تا به صفر برسد. پس نمودار سرعت - زمان به شکل مقابل است:



مرحله ۳: آزمون نوبت اول | پایه دوازدهم ریاضی و فیزیک

۶

دوچرخه‌سواری با تندی ثابت 10 متر بر ثانیه از کنار یک خودرو ساکن عبور می‌کند. $7/5$ s بعد، اتومبیل در همان جهت با شتاب ثابت 2 m/s^2 شروع به حرکت می‌کند. پس از چند ثانیه خودرو به دوچرخه می‌رسد؟
(۱/۷۵ نمره)

راهنمای تصحیح

$$\Delta x = v \Delta t \Rightarrow \Delta x = 10 \times 7/5 = 75 \text{ m} \quad (0/25)$$

$$x = vt + x_0 \quad (0/25) \Rightarrow x_1 = 10t + 75 \quad (0/25)$$

$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0 \quad (0/25) \Rightarrow x_2 = \frac{1}{2}(2)(t^2) = t^2 \quad (0/25)$$

$$x_1 = x_2 \quad (0/25) \Rightarrow t^2 = 10t + 75 \Rightarrow t = 15 \text{ s} \quad (0/25) \quad (\text{صفحه ۱۵ و ۱۷})$$

درس Box

در حرکت با سرعت ثابت، معادله مکان - زمان به صورت $x = vt + x_0$ است. که v ، سرعت متحرک و x_0 مکان اولیه آن است.

معادله مکان - زمان در حرکت با شتاب ثابت و روی خط راست به صورت $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$ است که a شتاب، v_0 سرعت اولیه و x_0 مکان اولیه متحرک است.

در لحظه‌ای که دو متحرک به هم می‌رسند، معادله مکان - زمان آن‌ها برابر می‌شود:

$$x_1(t) = x_2(t)$$

پاسخ خیلی تشریحی ✓

اول گام تا لحظه شروع حرکت خودرو، دوچرخه‌سوار به مدت $7/5$ ثانیه حرکت کرده و جلوتر رفته است.

مکان دوچرخه‌سوار را در این لحظه تعیین می‌کنیم:

$$\Delta x = v \Delta t \Rightarrow \Delta x = 10 \times 7/5 = 75 \text{ m}$$

دوم گام معادله مکان - زمان خودرو و دوچرخه را از لحظه شروع حرکت خودرو می‌نویسیم:

دوچرخه با سرعت ثابت حرکت می‌کند و معادله مکان - زمان آن به صورت $x = vt + x_0$ است، پس:

$$x_1 = 10t + 75$$

خودرو با شتاب ثابت و بدون سرعت اولیه شروع به حرکت کرده است، پس:

$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0 \Rightarrow x_2 = \frac{1}{2}(2)t^2 + 0(t) + 0 \Rightarrow x_2 = t^2$$

سوم گام در لحظه به هم رسیدن آن‌ها، مکان آن‌ها یکسان است، یعنی $x_1 = x_2$ پس:

$$t^2 = 10t + 75 \Rightarrow t^2 - 10t - 75 = 0 \Rightarrow (t+5)(t-15) = 0 \Rightarrow t = 15 \text{ s}$$

۷ اتومبیلی با تندی 108 km/h در حرکت است و راننده مانعی را در فاصله 80 متری مشاهده می‌کند. اگر بیشینه شتاب خودرو در حین ترمز 5 m/s^2 باشد، آیا راننده می‌تواند به موقع خودرو را متوقف کند تا برخوردی با مانع رخ ندهد؟ (با محاسبات پاسخ دهید.) (۱ نمره)

راهنمای تصحیح

$$v_1 = 108 \text{ km/h} = 30 \text{ m/s} \quad (۰/۲۵)$$

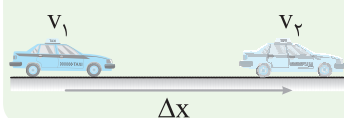
$$v_2^2 - v_1^2 = 2a\Delta x \quad (۰/۲۵) \Rightarrow 0^2 - 30^2 = 2(-5)\Delta x \Rightarrow \Delta x = 90 \text{ m} \quad (۰/۲۵)$$

$$90 > 80 \Rightarrow \text{برخورد می‌کند} \quad (۰/۲۵)$$

(صفحه ۱۸)

معادله سرعت - جابه‌جایی یا مستقل از زمان: اگر خودرویی با شتاب ثابت به اندازه Δx جابه‌جا شود، به طوری که تندی آن در ابتدا و انتهای جابه‌جایی به ترتیب v_1 و v_2 باشد، داریم:

$$v_2^2 - v_1^2 = 2a\Delta x$$



پاسخ خیلی تشریحی ✓ (اول تمام) تندی اولیه خودرو را برحسب متر بر ثانیه می‌نویسیم:

$$v_1 = 108 \text{ km/h} = \frac{108}{3.6} \text{ m/s} = 30 \text{ m/s}$$

(دوم تمام) به کمک رابطه سرعت - جابه‌جایی (مستقل از زمان)، جابه‌جایی خودرو از لحظه ترمز تا توقف کامل را به دست می‌آوریم.

$$v_2^2 - v_1^2 = 2a\Delta x \Rightarrow 0^2 - 30^2 = 2(-5)\Delta x \Rightarrow \Delta x = 90 \text{ m}$$

(سوم تمام) جابه‌جایی خودرو تا توقف کامل را با فاصله خودرو از مانع مقایسه می‌کنیم. چون فاصله خودرو تا مانع از جابه‌جایی خودرو کم‌تر است، خودرو به موقع متوقف نمی‌شود و برخورد صورت می‌گیرد.

گلوله‌ای را در شرایط خلأ از ارتفاع $۳۱/۲۵$ متری سطح زمین رها می‌کنیم. (۷۵/۰ نمره)

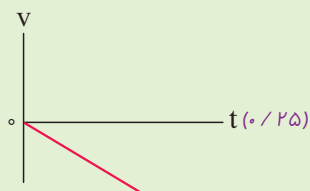
الف) گلوله پس از چند ثانیه به زمین می‌رسد؟ ($g = ۱۰ \text{ m/s}^2$)

ب) نمودار سرعت - زمان آن را به طور کیفی رسم کنید.

$$\Delta y = -\frac{1}{2}gt^2 \quad (۰/۲۵) \Rightarrow -۳۱/۲۵ = -\frac{1}{2} \times ۱۰ \times t^2 \Rightarrow t = ۲/۵ \text{ s} \quad (۰/۲۵)$$

راهنمای تصحیح >> الف)

ب)



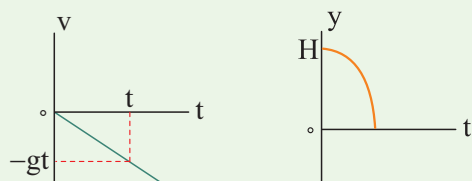
(صفحه ۲۴)

الف) سقوط آزاد در شرایط خلأ، یک نمونه از حرکت با شتاب ثابت است.

اگر جسم از حال سکون و از ارتفاع H رها شود، معادله مکان - زمان و معادله سرعت - زمان آن به شکل زیر است:

$$\begin{cases} v = 0 & y = -\frac{1}{2}gt^2 + H \\ \downarrow \vec{g} & v = -gt \end{cases}$$

ب) نمودار مکان - زمان و سرعت - زمان جسمی که در شرایط خلأ از ارتفاع H رها شده است:

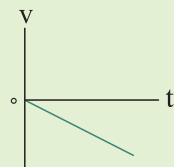


پاسخ خیلی تشریحی ✓ الف) از لحظه رهاشدن تا رسیدن جسم به زمین، تغییرات ارتفاع برابر $\Delta y = ۳۱/۲۵ \text{ m}$ است، پس:

$$\Delta y = -\frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow -۳۱/۲۵ = -\frac{1}{2} \times ۱۰ \times t^2$$

$$\Rightarrow t^2 = ۶/۲۵ \Rightarrow t = ۲/۵ \text{ s}$$

ب) با فرض اینکه جهت مثبت رو به بالا باشد، نمودار سرعت - زمان، خطی راست با شیب $-g$ است:



درستی و نادرستی عبارات زیر را با واژه «درست» یا «نادرست» تعیین کنید و در پاسخ برگ بنویسید. (۱ نمره)

- (الف) اگر جسمی با تندی ثابت در مسیر منحنی حرکت کند، نیروهای وارد بر آن متوازن هستند.
 (ب) نیروهای کنش و واکنش اثر یکسانی دارند.
 (پ) نیروی عمودی سطح، ناشی از تغییر شکل سطح تماس دو جسم است.
 (ت) در چرخش ماه به دور زمین، نیروی مرکزگرا، نیروی گرانشی است.

راهنمای تصحیح

(الف) نادرست (۰/۲۵) (صفحه ۴۹)

(ب) نادرست (۰/۲۵) (صفحه ۳۴)

(پ) درست (۰/۲۵) (صفحه ۳۷)

(ت) درست (۰/۲۵) (صفحه ۵۲)

✓ پاسخ خیلی تشریحی (الف) اگر مسیر حرکت منحنی باشد، جهت بردار سرعت جسم تغییر می‌کند و به همین جهت، حرکت آن شتابدار است و نیروهای وارد بر آن متوازن نیستند.

(ب) نیروهای کنش و واکنش، هم‌اندازه هستند، اما اثر یکسانی روی اجسام نمی‌گذارند.

(پ) در سطح تماس دو جسم، دو جسم تغییر شکل می‌دهند (هر چند ناچیز) و در اثر تغییر شکل در جسم،

نیروی در سطح تماس دو جسم به آن‌ها وارد می‌شود تا از تغییر شکل آن‌ها جلوگیری کند.

(ت) در حرکت دایره‌ای یکنواخت، برآیند نیروهای وارد به جسم در راستای شعاع و به سمت مرکز به جسم وارد

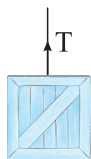
می‌شود تا جهت بردار سرعت جسم همواره به سمت مرکز دایره باشد. به این نیروی مرکزگرا گفته می‌شود و

نیروهای مختلف می‌توانند نقش نیروی مرکزگرا را ایفا کنند.

در حرکت ماهواره‌ها دور زمین، چرخش ماه دور زمین و چرخش زمین دور خورشید، نیروی مرکزگرا، نیروی گرانشی است.

جعبه‌ای به جرم 4 kg مطابق شکل، رو به پایین حرکت می‌کند. اگر حرکت جعبه با شتاب 1 m/s^2 کند شود، در

لحظه‌ای که نیروی مقاومت هوا به 6 N می‌رسد، نیروی کشش طناب چند نیوتون است؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$) (۷۵-نمره)



$$F_{\text{net}} = ma \quad (0/25) \Rightarrow T + f_D - mg = ma$$

$$\Rightarrow T + 6 - 40 = 4(1) \Rightarrow T - 34 = 4 \Rightarrow T = 38 \text{ N} \quad (0/25)$$

(صفحه ۴۵)

راهنمای تصحیح

درس Box

نیروی مقاومت هوا:

وقتی جسمی در یک شاره مانند هوا حرکت می‌کند، به علت برخورد جسم با مولکول‌های شاره نیرویی در خلاف جهت حرکت به آن وارد می‌شود که به آن نیروی مقاومت شاره گفته می‌شود.

بزرگی این نیرو به ابعاد جسم و تندی آن بستگی دارد.

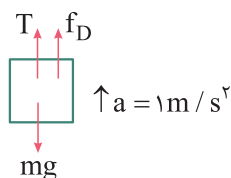
نیروی نخ:

بین اجزای طناب کشیده شده نیرویی وجود دارد که اجزای آن را کنار یکدیگر نگه می‌دارد. با فرض این که طناب بدون جرم باشد، نیروی کشش طناب در طول آن یکسان است و طناب به عنوان یک واسطه می‌تواند نیروی اعمال شده به آن را منتقل کند.

در شکل مقابل با دست به طناب نیروی T وارد شده است و طناب آن نیرو را به جسم منتقل می‌کند.



پاسخ خیلی تشریحی ✓ (اولیام) نیروهای وارد بر جعبه را رسم می‌کنیم:



چون حرکت جعبه به سمت پایین است، نیروی مقاومت هوا به بالا است و چون حرکت کندشونده است، شتاب حرکت نیز رو به بالا است.

قانون دوم نیوتون را برای آن می‌نویسیم: (دوم گام)

$$F_{\text{net}} = ma \Rightarrow T + f_D - mg = ma \Rightarrow T + 6 - 4(10) = 4(1) \Rightarrow T = 38 \text{ N}$$

توپى به جرم ۴۰۰ گرم را در راستای قائم به بالا پرتاب می‌کنیم. توپ با تندی ۶ m/s به سقف برخورد کرده و با

۱۱

تندی ۵ m/s برمی‌گردد. اگر زمان تماس توپ با سقف ۰/۲ s باشد: (g = ۱۰ m/s^۲) (۵/۱ نمره)
الف) اندازه تغییر تکانه توپ را در SI تعیین کنید.

ب) اندازه نیروی متوسطی که سقف به توپ وارد کرده، چند نیوتون است؟

راهنمای تصحیح >> الف)

$$\Delta P = m |\Delta v| (۰/۲۵) \Rightarrow \Delta P = ۰/۴ |(-۵ - ۶)| = ۴/۴ \frac{\text{kg.m}}{\text{s}} (۰/۲۵)$$

ب)

$$F_{\text{net}} = \frac{\Delta P}{\Delta t} (۰/۲۵) \Rightarrow F_{\text{net}} = \frac{۴/۴}{۰/۲} = ۲۲ \text{ N} (۰/۲۵)$$

$$F_{\text{net}} = mg + F_N (۰/۲۵) \Rightarrow ۲۲ = ۴ + F_N \Rightarrow F_N = ۱۸ \text{ N} (۰/۲۵)$$

(صفت ۴۷)

تکانه:

درس Box

به حاصل ضرب جرم در سرعت جسم، تکانه گفته می‌شود. تکانه را با نماد (P) نشان می‌دهیم. تکانه یک کمیت برداری است و هم‌جهت با سرعت جسم است.

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

$$\vec{F}_{\text{net}} = \frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t}$$

نیروی خالص وارد بر جسم، برابر آهنگ تغییرات تکانه جسم است:

الف) چون تکانه کمیتی برداری است، بایستی به جهت سرعت دقت کنیم.

پاسخ خیلی تشریحی ✓

فرض می‌کنیم جهت مثبت رو به بالاست و براساس آن تکانه توپ را قبل و پس از برخورد به سقف تعیین می‌کنیم:

$$\begin{array}{c} \text{+} \\ \uparrow \\ \text{○} \frac{m}{s} \quad \text{○} \frac{m}{s} \end{array}$$

$$m = ۴۰۰ \text{ g} = ۰/۴ \text{ kg}$$

$$\vec{p} = m\vec{v} \Rightarrow p_1 = ۰/۴ \times (+۶) = ۲/۴ \frac{\text{kg.m}}{\text{s}}$$

$$p_2 = ۰/۴ \times (-۵) = -۲ \frac{\text{kg.m}}{\text{s}}$$

پس تغییر تکانه توپ برابر است با:

$$\Delta p = p_2 - p_1 = -۲ - ۲/۴ = -۴/۴ \frac{\text{kg.m}}{\text{s}}$$

$$|\Delta p| = ۴/۴ \frac{\text{kg.m}}{\text{s}}$$

ب) نیروی خالص وارد بر جسم را در حین تماس با سقف تعیین می‌کنیم:

$$F_{\text{net}} = \frac{\Delta p}{\Delta t} \Rightarrow F_{\text{net}} = \frac{۴/۴}{۰/۲} = ۲۲ \text{ N}$$

نیروهای وارد بر جسم را در لحظه تماس با سقف رسم می‌کنیم:

$$\begin{array}{c} \text{○} \\ \uparrow F_N \\ \downarrow mg \end{array}$$

$$F_{\text{net}} = F_N + mg \Rightarrow ۲۲ = ۴ + F_N \Rightarrow F_N = ۱۸ \text{ N}$$

خودرویی در یک پیچ افقی با شعاع ۶۰ متر می‌تواند با حداکثر تندی ۲۰ متر بر ثانیه بدون لغزش دور بزند. اگر

جرم خودرو ۱۲۰۰ کیلوگرم باشد: (۱/۵ نمره)

الف) بزرگی نیروی مرکزگرای وارد بر خودرو چند نیوتون است؟

ب) ضریب اصطکاک ایستایی بین لاستیک و سطح جاده چه قدر است؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

$$F_{\text{net}} = m \frac{v^2}{r} \quad (0/25) \Rightarrow F_{\text{net}} = 1200 \times \frac{20^2}{60} = 8000 \text{ N} \quad (2/25)$$

راهنمای تصحیح >> الف)

$$f_{s,\text{max}} = \mu_s F_N \quad (0/25)$$

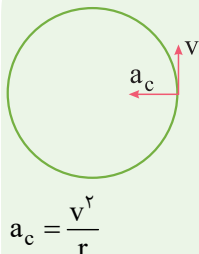
ب)

$$F_N = mg \quad (0/25)$$

$$F_{\text{net}} = f_{s,\text{max}} \quad (0/25) \Rightarrow m \frac{v^2}{r} = \mu_s mg \Rightarrow \mu_s = \frac{v^2}{rg} \Rightarrow \mu_s = \frac{20^2}{60 \times 10} = \frac{400}{600} = \frac{2}{3} \quad (2/25) \quad (52)$$

درس Box

• در حرکت دایره‌ای یکنواخت، شتاب حرکت جسم به سمت مرکز دایره و برابر است با:



که v تندی جسم و r شعاع مسیر است.

$$F_{\text{net}} = m \frac{v^2}{r}$$

• برایند نیروهای وارد بر جسم را نیروی مرکزگرا می‌نامیم و برابر است با:

• نیروی مرکزگرا یک نیروی مشخص نیست و در شرایط مختلف نیروهای مختلفی می‌توانند این نقش را ایفا کنند. مثلاً در گردش زمین دور خورشید، نیروی گرانشی و در حرکت الکترون دور هسته، نیروی الکتریکی نیروی مرکزگرا است.

الف) نیروی مرکزگرای وارد بر خودرو را می‌توانیم از رابطه $F_{\text{net}} = m \frac{v^2}{r}$ به دست آوریم. پاسخ خیلی تشریحی ✓

$$F_{\text{net}} = m \frac{v^2}{r} = 1200 \times \frac{20^2}{60} = 8000 \text{ N}$$

ب) نیروی مرکزگرای وارد بر خودرو در حین دورزدن بدون لغزش، نیروی اصطکاک ایستایی است و چون خودرو با حداکثر تندی در حال چرخش است، نیروی اصطکاک ایستایی وارد بر آن بیشینه است، پس:

$$F_{\text{net}} = F_{s,\text{max}} \Rightarrow m \frac{v^2}{r} = \mu_s F_N$$

$$F_N = mg$$

از طرفی، نیروی عمودی سطح وارد بر خودرو برابر است با:

$$m \frac{v^2}{r} = \mu_s mg \Rightarrow \mu_s = \frac{v^2}{rg} \Rightarrow \mu_s = \frac{20^2}{60 \times 10} = \frac{2}{3}$$

پس:

جرم و شعاع سیاره‌ای به ترتیب، ۴ و ۲ برابر جرم و شعاع کره زمین است. اگر شتاب گرانشی در سطح زمین برابر 10 m/s^2 باشد، شتاب گرانشی در سطح این سیاره چند متر بر مجذور ثانیه است؟ (۷۵/۰ نمره)

۱۳

راهنمای تصحیح

$$g = \frac{GM}{R^2} \quad (۰/۲۵) \Rightarrow \frac{g'}{g} = \frac{M'}{M} \times \left(\frac{R}{R'}\right)^2 \quad (۰/۲۵)$$

$$\Rightarrow \frac{g'}{10} = 4 \times \left(\frac{1}{2}\right)^2 = 1 \Rightarrow g' = 10 \text{ m/s}^2 \quad (۰/۲۵) \quad (\text{صفحه ۵۶})$$

• نیروی گرانشی بین دو جسم به جرم‌های m_1 و m_2 که در فاصله r از هم قرار دارند برابر است با:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{R^2}, \quad G = 6.67 \times 10^{-11} \frac{\text{N.m}^2}{\text{kg}^2}$$

• نیرویی که از طرف یک سیاره به اجسام نزدیک سطح سیاره وارد می‌شود، نیروی وزن نام دارد.

• شتاب گرانشی یک سیاره به جرم M و شعاع R در سطح سیاره برابر است با:

$$g = \frac{GM}{R^2}$$

و در ارتفاع h از سطح سیاره، شتاب گرانشی برابر است با:

$$g' = \frac{GM}{(R+h)^2}$$

$$g = \frac{GM}{R^2}$$

پاسخ خیلی تشریحی ✓ شتاب گرانشی جسم در سطح یک سیاره برابر است با:

که M جرم سیاره و R شعاع سیاره است. پس فرم نسبتی این رابطه را می‌نویسیم:

$$\frac{g'}{g} = \frac{M'}{M} \times \left(\frac{R}{R'}\right)^2$$

با جای گذاری مقادیر $M' = 4M$ و $R' = 2R$ ، مسئله را حل می‌کنیم:

$$\frac{g'}{10} = \frac{4M}{M} \times \left(\frac{R}{2R}\right)^2 = 1 \Rightarrow g' = 10 \text{ m/s}^2$$

کریس Box

۱۴

در شکل مقابل نردبانی به جرم ۱۲ کیلوگرم به دیوار قائم و بدون اصطکاک تکیه داده شده است. اگر در آستانه سر خوردن نردبان، نیرویی که زمین به نردبان وارد می‌کند، 150 N باشد، ضریب اصطکاک ایستایی بین سطح زمین و نردبان را محاسبه کنید. ($g = 10 \text{ N/kg}$) (۱/۲۵ نمره)



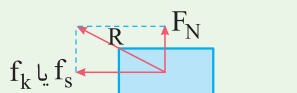
راهنمای تصحیح

$$F_{N_{\text{زمین}}} = mg = 120 \text{ N} \quad (۰/۲۵)$$

$$R = \sqrt{f_{s,\text{max}}^2 + F_{N_{\text{زمین}}}^2} \quad (۰/۲۵) \Rightarrow 150 = \sqrt{f_{s,\text{max}}^2 + 120^2} \Rightarrow f_{s,\text{max}} = 90 \text{ N} \quad (۰/۲۵)$$

$$f_{s,\text{max}} = \mu_s F_{N_{\text{زمین}}} \quad (۰/۲۵) \Rightarrow \mu_s = \frac{90}{120} = \frac{3}{4} \quad (۰/۲۵) \quad (\text{صفت ۴۵})$$

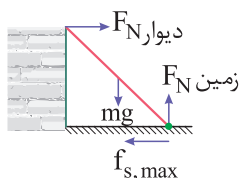
$R = \sqrt{F_{N_{\text{زمین}}}^2 + f^2}$ نیروی سطح، برابر برآیند نیروهای عمودی سطح و اصطکاک است.



در آستانه حرکت جسم یا در حین حرکت جسم، نیروی سطح را می‌توان به شکل زیر محاسبه کرد:

$$R = \sqrt{(\mu_k یا s F_{N_{\text{زمین}}})^2 + F_{N_{\text{زمین}}}^2} = F_{N_{\text{زمین}}} \sqrt{\mu_k یا s^2 + 1}$$

چون نیروی سطح بر جسم، برآیند دو نیروی اصطکاک و عمودی سطح است، ابتدا نیروی عمودی سطح، که زمین به نردبان وارد می‌کند را محاسبه می‌کنیم:



$$F_{N_{\text{زمین}}} = mg = 12 \times 10 = 120 \text{ N}$$

حال طبق اطلاعات سؤال، نیروی اصطکاک را به دست می‌آوریم. چون نردبان در آستانه حرکت است:

$$R = \sqrt{F_{N_{\text{زمین}}}^2 + f_{s,\text{max}}^2} \Rightarrow 150 = \sqrt{120^2 + f_{s,\text{max}}^2} \Rightarrow f_{s,\text{max}} = \sqrt{150^2 - 120^2} = \sqrt{(150+120)(150-120)} = 90 \text{ N}$$

سپس براساس رابطه $f_{s,\text{max}} = \mu_s F_{N_{\text{زمین}}}$ ، ضریب اصطکاک ایستایی را محاسبه می‌کنیم:

$$90 = \mu_s \times 120 \Rightarrow \mu_s = \frac{90}{120} = \frac{3}{4}$$

درس Box

پاسخ خیلی تشریحی

با استفاده از عبارات داخل پرانتز، جملات زیر را کامل کنید و در پاسخ‌برگ بنویسید. (۱ نمره)

- (الف) نیروی مقاومت شاره به (تندی - شتاب) حرکت جسم بستگی دارد.
- (ب) در نمودار نیروی کشسانی فنر برحسب تغییر طول، هر چه ثابت فنر بیشتر باشد، شیب نمودار (کم‌تر - بیشتر) است.
- (پ) نیروی اصطکاک جنبشی بین دو سطح با (مساحت سطح تماس - نیروی عمودی تکیه‌گاه) متناسب است.
- (ت) مربع دوره گردش ماهواره‌ها به دور زمین متناسب با (مکعب - مربع) فاصله آن‌ها از سطح زمین است.

راهنمای تصحیح

(الف) تندی (۰/۲۵) (صفحه ۳۶)

(ب) بیشتر (۰/۲۵) (صفحه ۴۳)

(پ) نیروی عمودی تکیه‌گاه (۰/۲۵) (صفحه ۴۲)

(ت) مکعب (۰/۲۵) (صفحه ۵۶)

درس‌Box

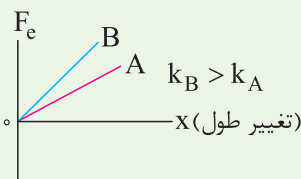
(الف) به جسمی که در یک شاره حرکت می‌کند، در اثر برخورد با ذرات شاره، نیرویی در خلاف جهت حرکت به آن وارد می‌شود که به آن نیروی مقاومت شاره گفته می‌شود.

هنگام حرکت جسم در هوا، نیروی مقاومت شاره را نیروی مقاومت هوا می‌نامیم که اندازه نیروی مقاومت هوای وارد بر جسم، به تندی و ابعاد جسم بستگی دارد.

$$F_e = kx$$

(ب) بزرگی نیروی کشسانی فنر متناسب با تغییر طول فنر و ثابت فنر است.

نمودار نیروی کشسانی فنر برحسب تغییر طول آن، به شکل زیر است. شیب این نمودار بیانگر ثابت فنر است.



$$f_k = \mu_k F_N$$

(پ) نیروی اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح تماس، برابر است با:

(ت) حرکت ماهواره‌ها به دور زمین، یک حرکت دایره‌ای یکنواخت است که نیروی مرکزگرا، نیروی گرانشی زمین بر ماهواره است و دوره تناوب ماهواره با شعاع گردش آن به صورت مقابل رابطه دارند:

$$T^2 \propto r^3$$

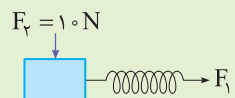
اثبات:

$$\frac{GMm}{r^2} = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow v^2 = \frac{GM}{r}$$

$$\Rightarrow \left(\frac{2\pi r}{T}\right)^2 = \frac{GM}{r} \Rightarrow T^2 = \frac{4\pi^2}{GM} r^3$$

۱۶

مطابق شکل روبه‌رو، جسمی به جرم 4 kg توسط فنری با سرعت ثابت روی سطح افقی کشیده می‌شود. اگر ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح 0.3 و ثابت فنر 10 N/cm باشد، طول فنر چند سانتی‌متر افزایش می‌یابد؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$) (۱/۲۵ نمره)



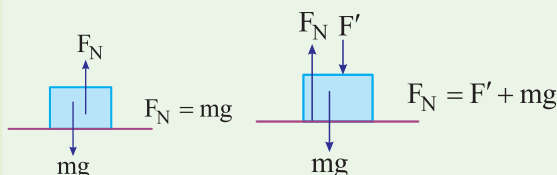
راهنمای تصحیح

$$F_N = F_y + mg = 10 + 40 = 50 \text{ N} \quad (0.25)$$

$$f_k = \mu_k F_N \quad (0.25) \Rightarrow f_k = 0.3 \times 50 = 15 \text{ N} \quad (0.25)$$

$$F_f = f_k \quad (0.25) \Rightarrow kx = 15 \Rightarrow x = \frac{15}{10} = 1.5 \text{ cm} \quad (0.25) \quad (\text{مغفه‌های ۳۸، ۳۲ و ۴۳})$$

نیروی عمودی سطح: هنگامی که دو جسم در تماس با هم هستند، در سطح تماس آن‌ها به علت تغییر شکل سطح تماس، نیرویی عمود بر سطح تماس به آن‌ها وارد می‌شود. این نیرو را با F_N نشان می‌دهیم و مقدار آن را با توجه به شرایط جسم تعیین می‌کنیم.



نیروی اصطکاک جنبشی:

در حین حرکت جسم نسبت به سطح تماس، نیرویی از طرف سطح تماس بر جسم وارد می‌شود که در خلاف جهت حرکت و موازی با سطح تماس است.

$$f_k = \mu_k F_N$$

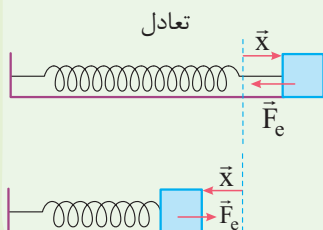
در این رابطه μ_k ، ضریب اصطکاک جنبشی است که به عواملی مانند جنس سطح تماس و میزان صافی و زبری آن‌ها بستگی دارد.

نیروی کشسانی فنر:

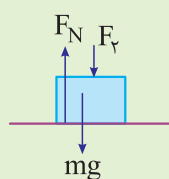
اگر فنری را به اندازه x بکشیم یا فشرده کنیم (در محدوده معینی از تغییر طول) نیروی کشسانی فنر با اندازه تغییر طول آن متناسب است.

$$F_e = kx$$

در این رابطه k ، ثابت فنر نام دارد و به اندازه، شکل و ساختار ماده سازنده فنر بستگی دارد. جهت نیروی فنر همواره به سمت نقطه تعادل فنر است.



پاسخ خیلی تشریحی ✓ (اول تمام) نیروی عمودی سطح را محاسبه می‌کنیم.



مرحله ۳: آزمون نوبت اول | پایه دوازدهم ریاضی و فیزیک

با توجه به وضعیت نیروهای وارد بر جسم، نیروی عمودی سطح برابر مجموع دو نیروی وزن و نیروی F_y است
یعنی:

$$F_N = F_y + mg = 10 + 40 = 50 \text{ N}$$

دوم به کمک رابطه $f_k = \mu_k F_N$ ، نیروی اصطکاک جنبشی را محاسبه می‌کنیم:

$$f_k = \mu_k F_N = \frac{3}{10} \times 50 = 15 \text{ N}$$

سوم چون جسم با سرعت ثابت حرکت می‌کند، نیروی فنر با نیروی اصطکاک جنبشی برابر است، پس:

$$F_e = f_k = 15 \text{ N}$$

و در پایان طبق رابطه $F_e = kx$ ، تغییر طول فنر را محاسبه می‌کنیم:

$$15 = 10x \Rightarrow x = 1.5 \text{ cm}$$

به کمک وسایل زیر آزمایشی طراحی کنید که ضریب اصطکاک ایستایی بین جسم و سطح را اندازه‌گیری کند.

(وسایل مورد نیاز: نیروسنج، قطعه چوب مکعبی شکل، ترازو) (۷۵٪ نمره)

راهنمای تصحیح

به کمک ترازو جرم مکعب را اندازه‌گیری می‌کنیم و آن را روی سطح افقی قرار می‌دهیم. در این حالت، نیروی عمودی سطح برابر وزن قطعه چوب است. (۲۵٪) سپس نیروسنج را به قطعه چوب وصل می‌کنیم و به آرامی آن را می‌کشیم. در لحظه شروع حرکت عدد نیروسنج برابر نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه است. (نیروسنج $f_{s,max} = F$) (۲۵٪) سپس به

کمک رابطه $f_{s,max} = \mu_s F_N$ ، ضریب اصطکاک ایستایی بین جسم و سطح را تعیین می‌کنیم. $\mu_s = \frac{f_{s,max}}{F_N}$ (۲۵٪)

(صفحه ۴)

