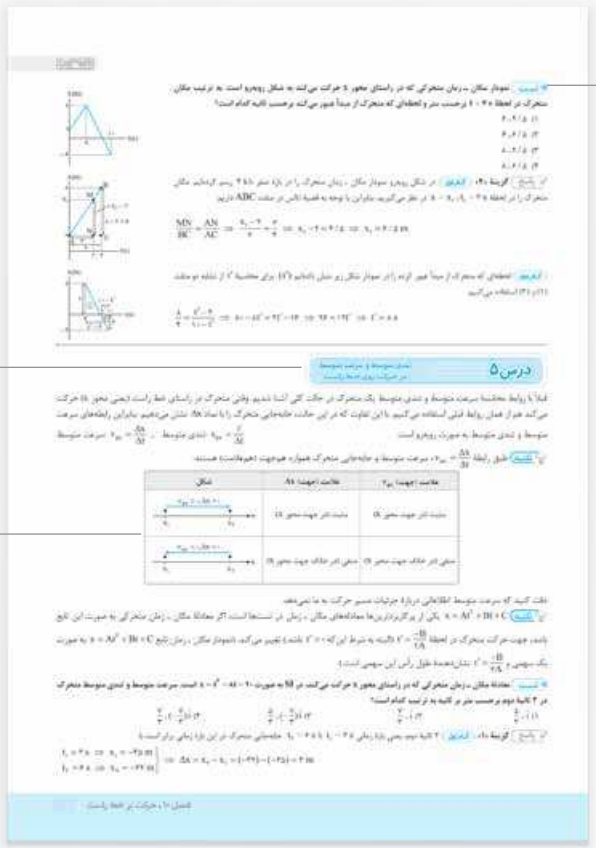
در کتاب کنکور فیزیک منتشران چه چیزهایی داریم؟

در درس‌نامه هر جا لازم بود، تست‌هایی را به‌عنوان نمونه آورده‌ایم تا با روش‌های حل تست‌ها هم آشنا شوید.



متناظر با تست‌های هر درس، درس‌نامه هم وجود دارد. توصیه می‌کنیم قبل از حل تست‌های هر درس ابتدا درس‌نامهٔ آن را به دقت مطالعه کنید.

سعی کردیم در درس‌نامه‌ها تا حد ممکن از جدول و نمودار استفاده کنیم تا کار شما راحت‌تر شود.

نکات تکمیلی درس‌نامه‌ها که برای حل برخی از تست‌ها کارساز هستند را می‌توانید در بین پاسخ تست‌ها ببینید.

تا حد ممکن تست‌ها را به صورت گام‌به‌گام حل کردیم تا شما روند حل هر تست را به طور دقیق یاد بگیرید.

فهرست

درس‌نامه | پاسخ‌نامه

فصل ۱: فیزیک و اندازه‌گیری

- بخش ۱: اندازه‌گیری ۷ ۱۲
- بخش ۲: چگالی ۱۵ ۱۷

فصل ۲: ویژگی‌های فیزیکی مواد

- بخش ۱: ویژگی‌های ماده ۲۲ ۲۵
- بخش ۲: فشار در حالت‌های مختلف ماده ۲۷ ۳۰
- بخش ۳: کاربردهای اصل هم‌فشاری نقاط هم‌تراز ۴۰ ۴۳
- بخش ۴: نیروی شناوری و شارهٔ در حال حرکت ۵۱ ۵۴

فصل ۳: کار، انرژی و توان

- بخش ۱: کار ۵۸ ۶۱
- بخش ۲: انرژی مکانیکی ۶۳ ۶۵
- بخش ۳: رابطهٔ کار و انرژی ۶۷ ۷۱
- بخش ۴: توان و بازده ۸۵ ۸۷

فصل ۴: دما و گرما

- بخش ۱: دما و دماسنجی ۹۲ ۹۵
- بخش ۲: انبساط گرمایی ۹۶ ۹۹
- بخش ۳: گرما ۱۰۵ ۱۰۸
- بخش ۴: تعادل گرمایی ۱۱۵ ۱۱۷
- بخش ۵: انتقال گرما ۱۲۱ ۱۲۲
- بخش ۶: قوانین گازها ۱۲۳ ۱۲۷

فصل ۵: ترمودینامیک

- بخش ۱: ترمودینامیک و تبادل انرژی ۱۳۵ ۱۳۸
- بخش ۲: فرایندهای خاص ترمودینامیکی ۱۴۱ ۱۴۶

- بخش ۳: ترکیب فرایندهای خاص و چرخهٔ ترمودینامیکی ۱۵۰ ۱۵۲
- بخش ۴: ماشین‌های گرمایی ۱۵۶ ۱۵۸
- بخش ۵: یخچال و قانون دوم ترمودینامیک ۱۵۹ ۱۶۰

فصل ۶: الکتریسیتهٔ ساکن

- بخش ۱: بار الکتریکی ۱۶۲ ۱۶۵
- بخش ۲: نیروی الکتریکی ۱۶۸ ۱۷۲
- بخش ۳: میدان الکتریکی ۱۸۱ ۱۸۷
- بخش ۴: انرژی پتانسیل الکتریکی، پتانسیل الکتریکی ۱۹۷ ۲۰۱
- بخش ۵: توزیع بار الکتریکی در رسانا ۲۰۷ ۲۰۹
- بخش ۶: خازن ۲۱۱ ۲۱۵

فصل ۷: جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم

- بخش ۱: جریان الکتریکی، مقاومت الکتریکی ۲۲۴ ۲۳۱
- بخش ۲: نیروی محرکهٔ الکتریکی و مدار تک‌حلقه ۲۳۸ ۲۴۲
- بخش ۳: توان در مدارهای الکتریکی ۲۴۸ ۲۵۱
- بخش ۴: ترکیب مقاومت‌ها ۲۵۶ ۲۶۳

فصل ۸: مغناطیس

- بخش ۱: قطب‌های مغناطیسی، میدان مغناطیسی ۲۹۳ ۲۹۶
- بخش ۲: نیروی مغناطیسی ۲۹۸ ۳۰۲
- بخش ۳: میدان مغناطیسی حاصل از جریان الکتریکی ۳۱۰ ۳۱۴
- بخش ۴: ویژگی مغناطیسی مواد ۳۲۲ ۳۲۳

فصل ۹: القای الکترومغناطیسی و جریان متناوب

- بخش ۱: پدیدهٔ القای الکترومغناطیسی ۳۲۶ ۳۳۲
- بخش ۲: القاگر ۳۴۴ ۳۴۶
- بخش ۳: جریان متناوب ۳۵۰ ۳۵۳

فصل ۱۰: حرکت بر خط راست

- بخش ۱: شناخت حرکت روی خط راست ۳۵۹ ۳۷۴
- بخش ۲: حرکت با سرعت ثابت ۳۹۳ ۳۹۶

- بخش ۳: حرکت با شتاب ثابت روی خط راست ۴۰۱ ۴۱۰
- بخش ۴: سقوط آزاد ۴۲۸ ۴۳۱

فصل ۱۱: دینامیک و حرکت دایره‌ای

- بخش ۱: قوانین حرکت نیوتون ۴۴۰ ۴۴۴
- بخش ۲: آشنایی با نیروهای خاص ۴۴۷ ۴۵۸
- بخش ۳: تکانه ۴۷۵ ۴۷۸
- بخش ۴: حرکت دایره‌ای یکنواخت ۴۸۲ ۴۸۵
- بخش ۵: نیروی گرانشی و حرکت ماهواره ۴۹۰ ۴۹۳

فصل ۱۲: نوسان و موج

- بخش ۱: حرکت هماهنگ ساده ۴۹۹ ۵۱۱
- بخش ۲: موج و انواع آن ۵۲۹ ۵۴۰

فصل ۱۳: برهم‌کنش‌های موج

- بخش ۱: بازتاب موج ۵۵۹ ۵۶۴
- بخش ۲: شکست موج ۵۷۰ ۵۷۵
- بخش ۳: پراش موج ۵۸۲ ۵۸۳
- بخش ۴: تداخل موج ۵۸۴ ۵۸۹

فصل ۱۴: آشنایی با فیزیک اتمی

- بخش ۱: فوتون و اثر فوتوالکتریک ۵۹۸ ۶۰۳
- بخش ۲: مدل‌های اتمی ۶۱۰ ۶۱۵
- بخش ۲: لیزر ۶۲۲ ۶۲۴

فصل ۱۵: آشنایی با فیزیک هسته‌ای

- بخش ۱: ساختار هسته ۶۲۷ ۶۳۰
- بخش ۲: پرتوزایی طبیعی و نیمه‌عمر ۶۳۲ ۶۳۶
- بخش ۳: شکافت هسته‌ای، گداخت هسته‌ای ۶۴۱ ۶۴۳

فصل ۱۱

دینامیک و حرکت دایره‌ای

	تعداد تست	از شماره	تا شماره
بخش ۱: قوانین حرکت نیوتون	۴۴	۲۳۳۶	۲۳۷۹
بخش ۲: آشنایی با نیروهای خاص	۱۳۹	۲۳۸۰	۲۵۱۸
بخش ۳: تکانه	۵۰	۲۵۱۹	۲۵۶۸
بخش ۴: حرکت دایره‌ای یکنواخت	۵۴	۲۵۶۹	۲۶۲۲
بخش ۵: نیروی گرانشی و حرکت ماهواره	۴۴	۲۶۲۳	۲۶۶۶
به سوی ۱۰۰	۱۴	۲۶۶۷	۲۶۸۰
کل فصل	۳۴۵		

بخش ۱ قوانین حرکت نیوتون

درس ۱ قوانین حرکت نیوتون

الفبای دینامیک

دینامیک علم بررسی دلیل حرکت جسم‌ها است. کمی جلوتر خواهیم دید که حرکت اجسام با کمیتی به نام نیرو مرتبط است. بنابراین می‌توانیم بگوییم دینامیک چیزی جز بررسی نیروها نیست.

نیرو وقتی جسمی را می‌کشیم یا آن را هل می‌دهیم، به آن نیرو وارد می‌کنیم. نیرو حاصل برهم‌کنش یا اثر متقابل دو جسم بر یکدیگر است. در مورد این کمیت باید بدانید که:

۱ نیرو کمیتی برداری است.

۲ معمولاً نیرو را با $\vec{F}$ نشان می‌دهیم و برای رسم آن از یک بردار استفاده می‌کنیم.

۳ یکای نیرو در SI نیوتون (N) است و نیرو به کمک وسیله‌ای به نام نیروسنج اندازه‌گیری می‌شود.

نکته گاهی برای سادگی فرض می‌کنیم همهٔ جرم یک جسم در یک نقطه به نام مرکز جرم جسم متمرکز شده است و به جای آن‌که نیرو به قسمت‌های مختلف جسم وارد شود، به این نقطه وارد می‌شود. در شکل روبه‌رو بردار وزن دو گلدان را می‌بینید که به مرکز جرم هر گلدان وارد شده است. (طول بردارها نشان‌دهندهٔ اندازهٔ نیروی وزن وارد بر گلدان‌ها است.)

نکته نیرو می‌تواند سبب تغییر شکل جسم یا تغییر سرعت (اندازهٔ سرعت، جهت سرعت یا هر دو) آن شود.

انواع نیرو از نظر نحوهٔ اثر روی جسم

الف) نیروهای تماسی: این نیروها وقتی به جسم وارد می‌شوند که عامل واردکنندهٔ نیرو با جسم در تماس باشد. مثل نیروی اصطکاک، نیروی مقاومت هوا.

ب) نیروهای غیرتماسی (میدانی): این نیروها حتی بدون تماس عامل واردکنندهٔ نیرو با جسم و از طریق میدان (مثل میدان الکتریکی) بر جسم وارد می‌شوند. مثل نیروی الکتریکی، نیروی مغناطیسی و نیروی گرانشی.

قانون اول نیوتون

قانون اول نیوتون دربارهٔ وضعیتی است که نیروهای وارد بر یک جسم متوازن هستند. طبق این قانون، یک جسم حالت سکون یا حرکت با سرعت ثابت خود را حفظ می‌کند مگر آن‌که نیروی خالصی (غیرصفر) به آن وارد شود. به عبارتی، وقتی نیروهای وارد بر جسم متوازن هستند (یعنی برایندشان صفر است):

الف) اگر جسم ساکن باشد، هم‌چنان ساکن باقی می‌ماند.

ب) اگر جسم در حال حرکت باشد، سرعت جسم ثابت می‌ماند (یعنی جسم روی خط راست با تندی ثابت به حرکت خود ادامه می‌دهد).

حالت (ب) به معنای این است که برای ادامه پیداکردن حرکت یک جسم، نیازی به نیروی خالص نیست. مثلاً وقتی یک کشتی فضایی در فضای تهی خارج از جو زمین و دور از هر سیاره و خورشید در حال حرکت است و در لحظه‌ای موتور آن از کار می‌افتد، کشتی فضایی روی خط راست و با تندی ثابت به حرکت خود ادامه می‌دهد. (اگر به این فکر می‌کنید که چرا برای یک خودرو در حال حرکت چنین اتفاقی نمی‌افتد، دلیلش وجود نیروی اصطکاک و مقاومت هواست که باعث می‌شوند رفته‌رفته تندی خودرو کاهش یابد تا متوقف شود.)

نکته ویژگی مشترک هر دو حالت (الف) و (ب) این است که شتاب جسم در هر دو وضعیت صفر است. بنابراین می‌توانیم بگوییم اگر نیروی خالص وارد بر جسمی صفر باشد، شتاب آن صفر است.

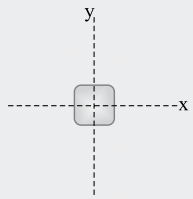
لختی اجسام میل دارند وضعیت حرکت خود را هنگامی که نیروی خالص وارد بر آن‌ها صفر است، حفظ کنند. به این خاصیت اجسام لَختی می‌گوییم.

دو نمونهٔ زیر به دلیل خاصیت لختی رخ می‌دهد:

نمونه ۱ وقتی در خودروی ساکن نشسته‌ایم و خودرو ناگهان شروع به حرکت می‌کند، به طرف عقب به صندلی فشرده می‌شویم.

نمونه ۲ وقتی در خودروی در حال حرکتی نشسته‌ایم و راننده ناگهان ترمز می‌کند، به جلو پرتاب می‌شویم.

تست **در شکل مقابل به جسم سه نیروی $\vec{F}_1 = 5\vec{i}$، $\vec{F}_2 = 12\vec{j}$ و $\vec{F}_3$ وارد می‌شود و جسم با سرعت ثابت $\vec{v} = 7\vec{i}$ در حال حرکت است. اندازهٔ نیروی $\vec{F}_3$ چند نیوتون و جهت آن کدام است؟ (تمام کمیت‌ها برحسب یکای SI هستند.)**



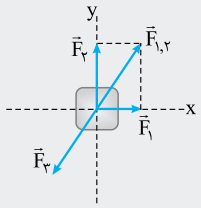
۱) $5\sqrt{2}$، ↗

۲) $5\sqrt{2}$، ↙

۳) ۱۳، ↗

۴) ۱۳، ↙

پاسخ **گزینهٔ «۴»** از آن‌جایی که سرعت جسم ثابت است، برایند نیروهای وارد بر آن باید برابر صفر باشد. در نتیجه نیروی $\vec{F}_3$ باید برایند نیروی $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ را خنثی کند. بنابراین $\vec{F}_3$ با برایند $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ هم‌اندازه و در خلاف جهت آن است. حالا داریم:



$\vec{F}_2$ و $\vec{F}_1$ برایند: $\vec{F}_{1,2} \Rightarrow F_{1,2} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} = \sqrt{5^2 + 12^2} = 13\ \text{N}$

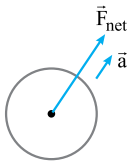
بنابراین $\vec{F}_3$ هم باید ۱۳ N و به شکل روبه‌رو در خلاف جهت $\vec{F}_{1,2}$ باشد.

قانون دوم نیوتون

اگر به یک جسم نیروی خالص $\vec{F}_{net}$ وارد شود، جسم تحت تأثیر این نیرو شتاب می‌گیرد، به طوری که:

۱) این شتاب در جهت نیروی خالص وارد بر جسم است.

۲) اندازهٔ این شتاب با اندازهٔ نیروی خالص نسبت مستقیم و با جرم جسم نسبت وارون دارد.



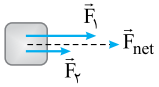
به زبان ریاضی:

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

در این رابطه، m جرم جسم برحسب کیلوگرم (kg)، $\vec{a}$ شتاب جسم برحسب متر بر مربع ثانیه (m/s^2) و $\vec{F}_{net}$، نیروی خالص وارد بر جسم برحسب نیوتون (N) است.

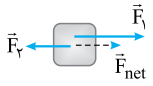
نکته هنگام استفاده از قانون دوم نیوتون برای یک جسم، ابتدا باید برایند نیروهای وارد بر جسم را تعیین کنیم و بعد آن را در رابطهٔ $\vec{F}_{net} = m\vec{a}$ قرار دهیم. تعیین اندازهٔ برایند دو نیروی $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ را باید در حالت‌های زیر بلد باشیم:

الف) وقتی $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ هم‌جهت هستند:



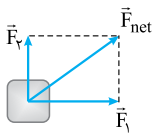
$$F_{net} = F_1 + F_2$$

ب) وقتی $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ در خلاف جهت هم هستند:



$$F_{net} = |F_1 - F_2|$$

پ) وقتی $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ بر هم عمودند:



$$F_{net} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$$

وقتی بردارهای $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ برحسب بردارهای یکه‌اند:

$$\begin{cases}\vec{F}_1 = F_{x(1)}\vec{i} + F_{y(1)}\vec{j} \\ \vec{F}_2 = F_{x(2)}\vec{i} + F_{y(2)}\vec{j}\end{cases} \Rightarrow \vec{F}_{net} = (F_{x(1)} + F_{x(2)})\vec{i} + (F_{y(1)} + F_{y(2)})\vec{j}$$

تست **به جسمی به جرم ۵۰۰ g سه نیروی $\vec{F}_1 = 12\vec{i} - 4\vec{j}$، $\vec{F}_2 = -6\vec{i} + 5\vec{j}$ و $\vec{F}_3 = 7\vec{j}$ (هر سه برحسب نیوتون) وارد می‌شوند. اندازهٔ شتاب جسم چند متر بر مربع ثانیه است؟**

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) $\sqrt{170}$ ۴) $2\sqrt{170}$

پاسخ **گزینهٔ «۲»** **گام اول** ابتدا برایند نیروهای وارد بر جسم را برحسب بردارهای یکه تعیین می‌کنیم:

$$\vec{F}_{net} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = (12\vec{i} - 4\vec{j}) + (-6\vec{i} + 5\vec{j}) + (7\vec{j}) = (12-6)\vec{i} + (-4+5+7)\vec{j} = 6\vec{i} + 8\vec{j}$$

گام دوم حالا از قانون دوم نیوتون استفاده می‌کنیم:

$$\vec{F}_{net} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{\vec{F}_{net}}{m} = \frac{6\vec{i} + 8\vec{j}}{0/5} = 12\vec{i} + 16\vec{j}$$

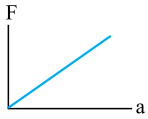
بنابراین اندازهٔ شتاب برابر است با:

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = \sqrt{12^2 + 16^2} = 20\ m/s^2$$

نکته می‌دانیم نیروی خالص وارد بر جسم و شتاب آن همواره هم‌جهت هستند. در فصل قبل هم از رابطهٔ $\vec{a} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$ نتیجه گرفتیم دو بردار $\vec{a}$ و $\Delta\vec{v}$ هم‌جهت‌اند. بنابراین سه بردار زیر همواره هم‌جهت هستند:

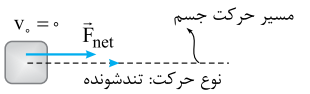
$\Delta\vec{v}$ (تغییر سرعت جسم) ، $\vec{a}$ (شتاب جسم) ، $\vec{F}_{net}$ (نیروی خالص وارد بر جسم)

نکته نمودار اندازهٔ نیروی خالص وارد بر جسم برحسب اندازهٔ شتاب آن به شکل مقابل است. هر چه شیب این نمودار بیشتر باشد، جرم جسم بیشتر است.

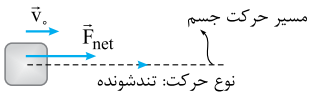


بررسی اثر جهت نیروی خالص وارد بر جسم بر حرکت آن دیدیم که نیروی خالص وارد بر جسم سبب تغییر بردار سرعت آن می‌شود. در این‌جا چگونگی تغییر سرعت جسم را در چند حالت به طور جزئی‌تر بررسی می‌کنیم.

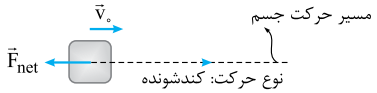
به جسم ساکن نیروی خالص $\vec{F}_{net}$ وارد شود: در این صورت جسم در جهت نیروی خالص، روی خط راست و به صورت تندشونده شروع به حرکت می‌کند.



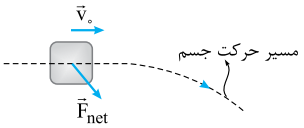
به جسمی که روی خط راست در حال حرکت است، نیروی خالص $\vec{F}_{net}$ در جهت حرکت آن وارد شود: در این صورت جسم روی همان خط راست به صورت تندشونده به حرکت خود ادامه می‌دهد.



به جسمی که روی خط راست در حال حرکت است، نیروی خالص $\vec{F}_{net}$ در خلاف جهت حرکت جسم وارد شود: در این صورت جسم روی همان خط راست به صورت کندشونده حرکت خود را ادامه می‌دهد. (ممکن است پس از مدتی جسم ساکن شده و جهت حرکت آن تغییر کند.)



به جسمی که روی خط راست در حال حرکت است، نیروی خالص $\vec{F}_{net}$ ناهم‌راستا با حرکت جسم به آن وارد شود: در این صورت مسیر حرکت جسم به سمت نیروی $\vec{F}_{net}$ مایل می‌شود.



تست **جسمی به جرم ۲ kg با تندی ثابت ۶ m/s در جهت محور x در حال حرکت است. در لحظه‌ای که جسم از مکان x = ۳ m عبور می‌کند، نیروی ثابت ۸ نیوتونی در خلاف جهت محور x به آن وارد می‌شود. ۴ s بعد از این لحظه بردار مکان جسم در SI کدام است؟**

۱) $5\vec{i}$ ۲) $-5\vec{i}$ ۳) $8\vec{i}$ ۴) $-8\vec{i}$

پاسخ **گزینهٔ «۲»** **گام اول** ابتدا شتاب جسم را حساب می‌کنیم. دقت کنید که نیروی وارد بر جسم در خلاف جهت محور x است:

$$\vec{F}_{net} = m\vec{a} \Rightarrow -8\vec{i} = 2\times\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = (-4\ m/s^2)\vec{i}$$

گام دوم لحظهٔ واردشدن نیرو به جسم را $t = 0$ در نظر می‌گیریم. پس مکان اولیهٔ جسم $x_0 = 3\ m$ و سرعت اولیهٔ آن $v_0 = 6\ m/s$ است. در نتیجه می‌توانیم معادلهٔ مکان ـ زمان جسم را بنویسیم:

$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0 \Rightarrow x = -2t^2 + 6t + 3$$

حالا لحظهٔ $t_1 = 4\ s$ را در معادلهٔ بالا جای‌گذاری می‌کنیم:

$$t_1 = 4\ s \Rightarrow x_1 = -2\times(4)^2 + 6\times(4) + 3 = -5\ m$$

پس بردار مکان جسم در این لحظه به صورت $\vec{d}_1 = -5\vec{i}$ (برحسب متر) است.

تست در شکل زیر خودرویی به جرم ۱۲۰۰ kg در مسیر مستقیم، بدون تغییر جهت در حال حرکت است. با طی مسافت ۸۰ m، تندی خودرو با آهنگ ثابت از ۹۰ km / h به ۵۴ km / h می‌رسد. اگر نیروی پیشران موتور خودرو ثابت و برابر ۱۰۰۰ N باشد، نیروی مقاومت وارد بر خودرو چند نیوتون و در چه جهتی است؟

۱) ۲۰۰۰، ⟶ ۲) ۲۰۰۰، ⟵
۳) ۴۰۰۰، ⟶ ۴) ۴۰۰۰، ⟵

پاسخ **گزینهٔ «۴»** | گام اول | جهت حرکت خودرو را جهت مثبت در نظر می‌گیریم و به کمک رابطهٔ مستقل از زمان شتاب خودرو را به دست می‌آوریم:

$$v_1 = 90\ km/h = 25\ m/s \qquad v_2 = 54\ km/h = 15\ m/s$$

$$v_2^2 - v_1^2 = 2a\Delta x \Rightarrow (15)^2 - (25)^2 = 2\times a\times 80 \Rightarrow 225 - 625 = a\times 160 \Rightarrow a = -2/5\ m/s^2$$

| گام دوم | حال از قانون دوم نیوتون استفاده می‌کنیم. به خودرو دو نیرو وارد می‌شود:

۱) نیروی پیشران موتور خودرو در جهت حرکت آن ($\vec{F}_{پیشران}$) ۲) نیروی مقاومت وارد بر خودرو در خلاف جهت حرکت آن ($\vec{F}_{مقاومت}$)

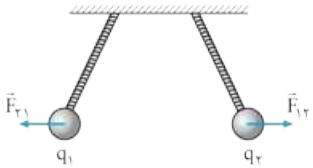
بنابراین داریم: $F_{net} = ma \Rightarrow F_{پیشران} - F_{مقاومت} = ma \Rightarrow 1000 - F_{مقاومت} = 1200\times(-2/5) \Rightarrow 1000 - F_{مقاومت} = -3000 \Rightarrow F_{مقاومت} = 4000\ N$

از آن‌جایی که خودرو به سمت راست در حال حرکت است، نیروی مقاومت وارد بر آن به طرف چپ (⟵) است.

قانون سوم نیوتون

نیرو اثر متقابل دو جسم بر یکدیگر است. به همین دلیل نیروها همیشه به صورت جفت ظاهر می‌شوند. یعنی اگر جسم (۱) به جسم (۲) نیرو وارد کند ($\vec{F}_{12}$)، جسم (۲) هم به جسم (۱) نیرو وارد می‌کند ($\vec{F}_{21}$). به یکی از این نیروها (فرقی نمی‌کند کدام) کنش (یا عمل) و به دیگری واکنش (یا عکس‌العمل) می‌گوییم. طبق قانون سوم نیوتون نیروهای کنش و واکنش:

۱ هم‌اندازه‌اند. ۲ هم‌راستا هستند. ۳ در خلاف جهت یکدیگرند.



یعنی در شکل روبه‌رو داریم: $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$ و $F_{12} = F_{21}$

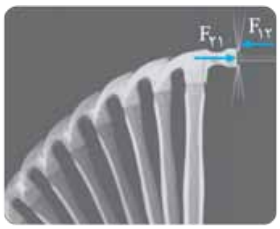
نکته نیروهای کنش و واکنش به‌جز سه ویژگی بالا، ویژگی‌های زیر را هم دارند:

۱ با هم ظاهر می‌شوند. یعنی این‌طور نیست که ابتدا کنش اثر کند و سپس واکنش!

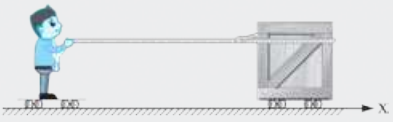
۲ هم‌نوع‌اند. یعنی هر دو یا گرانشی‌اند، یا الکتریکی، و یا ...

۳ به دو جسم مختلف وارد می‌شوند، بنابراین برایندگرفتن آن‌ها بی‌معناست.

۴ با وجود این‌که هم‌اندازه‌اند، اما ممکن است اثرات متفاوتی روی دو جسم بگذارند. به عنوان مثال هنگام کوبیدن میخ در قطعه‌ای چوب (به شکل روبه‌رو)، چکش و میخ نیروی هم‌اندازه به هم وارد می‌کنند، اما نیرویی که چکش به میخ وارد می‌کند، سبب فرورفتن میخ در چوب می‌شود و نیرویی که میخ به چکش وارد می‌کند، حرکت چکش را کند و آن را متوقف می‌کند.



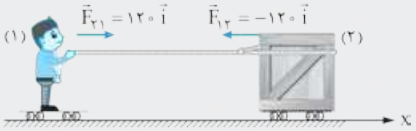
تست در شکل زیر شخصی به جرم ۸۰ kg یک جعبهٔ ۲۰۰ کیلوگرمی را روی سطح افقی بدون اصطکاک، با نیروی افقی ثابت ۱۲۰ نیوتونی به سمت خود می‌کشد. شتاب جعبه و شخص به ترتیب برحسب متر بر مربع ثانیه کدام است؟



۱) $1/5\vec{i}$ ، $-1/5\vec{i}$ ۲) $-1/5\vec{i}$ ، صفر
۳) $1/5\vec{i}$ ، $-0/6\vec{i}$ ۴) $-0/6\vec{i}$ ، صفر

پاسخ **گزینهٔ «۳»** طبق قانون سوم نیوتون، نیرویی که شخص (۱) به جعبهٔ (۲) وارد می‌کند در خلاف جهت محور x و نیرویی که جعبه به شخص وارد می‌کند در جهت محور x و اندازهٔ هر دو نیرو ۱۲۰ N است. پس نیروی وارد بر جعبه و شخص برحسب نیوتون به شکل زیر است:

حالا، از آن‌جایی که این نیروها همان نیروهای خالص وارد بر شخص و جعبه است، به کمک قانون دوم نیوتون داریم:



$$\vec{F}_{net} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{\vec{F}_{net}}{m} \Rightarrow \begin{cases} \text{شخص: } \vec{a}_1 = \dfrac{\vec{F}_{21}}{m_1} = \dfrac{120\vec{i}}{80} = 1/5\vec{i}\ (m/s^2) \\ \text{جعبه: } \vec{a}_2 = \dfrac{\vec{F}_{12}}{m_2} = \dfrac{-120\vec{i}}{200} = -0/6\vec{i}\ (m/s^2) \end{cases}$$

پاسخ‌نامهٔ بخش ۱

۲۳۳۶- گزینه ۴ در کتاب درسی آمده است که نیرو بر روی یک جسم، می‌تواند ۲ اثر داشته باشد:

الف) تغییر سرعت جسم ب) تغییر شکل جسم

۲۳۳۷- گزینه ۱ قانون اول نیوتون را که بلدید؟

۲۳۳۸- گزینه ۴ طبق قانون اول نیوتون، وقتی سرعت متحرکی ثابت است، نیروی خالص وارد بر آن الزاماً برابر صفر است.

۲۳۳۹- گزینه ۴ اگر نیروهای وارد بر یک جسم متحرک متوازن باشند، طبق قانون اول نیوتون، سرعت و در نتیجه جهت حرکت جسم تغییری نمی‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها: ۱: اگر تندی جسم ثابت باشد، ممکن است جهت حرکت آن و در نتیجه بردار سرعت آن متغیر باشد. در این شرایط نیروی خالص وارد بر جسم صفر نیست. ۲: ممکن است به جسم چند نیرو وارد شود، اما نیروها متوازن باشند. در این صورت نیروی خالص صفر است و سرعت جسم ثابت می‌ماند. ۳: طبق قانون اول نیوتون اگر به جسم در حال حرکت نیرویی وارد نشود، روی خط راست با تندی ثابت به حرکت خود ادامه می‌دهد.

۲۳۴۰- گزینه ۴ در این شرایط به این کشتی فضایی هیچ نیرویی وارد نمی‌شود. پس طبق قانون اول نیوتون با تندی ثابت روی خط راست به حرکت خود ادامه می‌دهد.

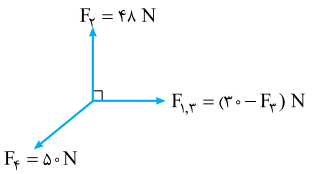
۲۳۴۱- گزینه ۲ نیروی مقاومت هوا به تنهایی نیروی پیشران کشتی را خنثی نکرده است، بلکه نیروی مقاومت آب هم به آن کمک می‌کند.

سایر گزینه‌ها به موضوع‌های درستی اشاره می‌کنند.

۲۳۴۲- گزینه ۲ ابتدا برایند دو نیروی $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_3$ را حساب می‌کنیم:

بنابراین داریم: $F_{1,3} = F_1 - F_3 = 30 - F_3$

حالا در شکل زیر برای این‌که نیروهای وارد بر جسم متوازن باشد، باید برایند $\vec{F}_{1,3}$ و $\vec{F}_2$ هم‌اندازه با $\vec{F}_4$ باشد؛ یعنی:



$$F_4^2 = F_2^2 + F_{1,3}^2$$
$$\Rightarrow 50^2 = 48^2 + (30 - F_3)^2$$
$$\Rightarrow 14 = 30 - F_3 \Rightarrow F_3 = 16\ N$$

۲۳۴۳- گزینه ۴ لختی یعنی تمایل اجسام برای حفظ وضعیت حرکتی خود! این ویژگی در گزینه‌های (۱)، (۲) و (۳) وجود دارد.

۲۳۴۴- گزینه ۳ گلولهٔ آونگ که قبل از ترمز ناگهانی در حالت حرکت رو به جلو بود، بلافاصله پس از ترمز، به دلیل داشتن خاصیت لختی تمایل دارد همچنان رو به جلو حرکت کند. می‌دانیم این پدیده با قانون اول نیوتون توجیه می‌شود.

۲۳۴۵- گزینه ۳ **گام اول** در آزمایش اول که نخ را به آرامی پایین می‌کشیم چون نخ متصل به سقف، وزن وزنه را هم تحمل می‌کند، این نخ پاره می‌شود.

گام دوم در آزمایش دوم که نخ را به صورت ضربه‌ای می‌کشیم، با توجه به خاصیت لختی وزنه، وزنه تمایل دارد همچنان سر جای خود بماند. بنابراین نخ متصل به پایین وزنه پاره می‌شود. به عبارتی در این وضعیت، فرصت انتقال نیرو به نخ بالایی داده نمی‌شود و قبل از این انتقال، نخ پایینی پاره می‌شود.

۲۳۴۶- گزینه ۲ اگر مقوا را به آرامی بکشیم، سکه به همراه مقوا حرکت می‌کند و در لیوان نمی‌افتد. اما اگر حرکت مقوا سریع باشد، سکه به خاطر خاصیت لختی‌اش، سر جای خود می‌ایستد و با مقوا حرکت نمی‌کند. در نتیجه با حرکت مقوا، در لیوان می‌افتد.

۲۳۴۷- گزینه ۴ نیروی خالص وارد بر جسم می‌تواند در جهت حرکت جسم، در خلاف جهت حرکت جسم و یا در هر جهت دیگری باشد.

سایر گزینه‌ها به موضوع‌های درستی اشاره می‌کنند.

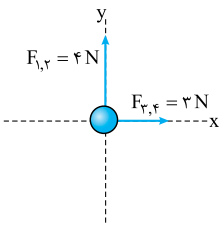
۲۳۴۸- گزینه ۲ ابتدا نیروی خالص وارد بر جسم را تعیین می‌کنیم:

$$\vec{F}_{net} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = (8\vec{i}) + (-3\vec{i}) = 5\vec{i}$$

حالا با توجه به قانون دوم نیوتون داریم:

$$\vec{F}_{net} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{\vec{F}_{net}}{m} = \frac{5\vec{i}}{\frac{1}{4}} = 20\vec{i}\ (m/s^2 \text{ برحسب})$$

۲۳۴۹- گزینه ۲ ابتدا برایند نیروهای وارد بر جسم را به طور جداگانه در راستای محور x و y تعیین می‌کنیم:



$$F_{3,4} = F_3 - F_4 = 6 - 3 = 3\ N$$
$$F_{1,2} = F_1 - F_2 = 9 - 5 = 4\ N$$

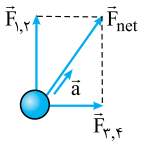
$\vec{F}_{1,2}$ و $\vec{F}_{3,4}$ بر هم عمودند، پس اندازهٔ برایند آن‌ها برابر است با:

$$F_{net} = \sqrt{F_{1,2}^2 + F_{3,4}^2} = \sqrt{4^2 + 3^2} = 5\ N$$

در پایان داریم:

$$F_{net} = ma \Rightarrow a = \frac{F_{net}}{m} = \frac{5}{0/5} = 10\ m/s^2$$

جهت شتاب متحرک هم در جهت نیروی خالص وارد بر آن و به شکل روبه‌رو است:



۲۳۵۰- گزینه ۳ **گام اول** قدم اول تعیین نیروی خالص است:

$$\vec{F}_{net} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = (20\vec{i} - 50\vec{j}) + (10\vec{i} + 20\vec{j}) + (0 - 10\vec{j})$$
$$= 30\vec{i} - 40\vec{j}$$

گام دوم حالا نوبت محاسبهٔ بردار شتاب است:

$$\vec{F}_{net} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{\vec{F}_{net}}{m} = \frac{30\vec{i} - 40\vec{j}}{5} = 6\vec{i} - 8\vec{j}$$

گام سوم حالا نوبت محاسبهٔ اندازهٔ شتاب می‌رسد:

$$a = \sqrt{6^2 + (-8)^2} = 10\ m/s^2$$

۲۳۵۱- گزینه ۴ از آن‌جایی که سرعت ذره ثابت است، شتاب ذره و در نتیجه نیروی خالص وارد بر آن صفر است. بنابراین داریم:

$$\vec{F}_{net} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 \Rightarrow 0 = (2\vec{i} - 6\vec{j}) + \vec{F}_2 \Rightarrow \vec{F}_2 = -2\vec{i} + 6\vec{j}$$

۲۳۵۲- گزینه ۲ **گام اول** ابتدا به کمک بردار شتاب، بردار نیروی خالص وارد بر جسم را مشخص می‌کنیم:

$$\vec{F}_{net} = m\vec{a} = 1/5 \times (2\vec{i} - 4\vec{j}) = 3\vec{i} - 6\vec{j}$$

گام دوم باید برایند $\vec{F}_1 = 2\vec{i} - 5\vec{j}$ و $\vec{F}_2 = x\vec{i} + y\vec{j}$ برابر $\vec{F}_{net}$ باشد. پس:

$$\vec{F}_{net} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 \Rightarrow 3\vec{i} - 6\vec{j} = (2\vec{i} - 5\vec{j}) + (x\vec{i} + y\vec{j})$$
$$\Rightarrow \begin{cases} 3 = 2 + x \Rightarrow x = 1 \\ -6 = -5 + y \Rightarrow y = -1 \end{cases} \Rightarrow \vec{F}_2 = \vec{i} - \vec{j}$$

۲۳۵۳- گزینه ۲ | گام اول | ابتدا نیروی خالص وارد بر جسم را مشخص می‌کنیم:

$$\vec{F}_{net} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{F}_{net} = ۵\times(-۴\vec{i}+۳\vec{j}) = -۲۰\vec{i}+۱۵\vec{j}$$

گام دوم | حالا $\vec{F}_۳$ را به صورت $\vec{F}_۳ = x\vec{i}+y\vec{j}$ در نظر می‌گیریم. بنابراین داریم:

$$\vec{F}_{net} = \vec{F}_۱+\vec{F}_۲+\vec{F}_۳$$

$$\Rightarrow -۲۰\vec{i}+۱۵\vec{j} = (-۱۵\vec{i}+۸\vec{j})+(-۲۱\vec{i}+۱۹\vec{j})+(x\vec{i}+y\vec{j})$$

$$\Rightarrow \begin{cases} -۲۰ = (-۱۵)+(-۲۱)+x \Rightarrow x = ۱۶ \\ ۱۵ = ۸+۱۹+y \Rightarrow y = -۱۲ \end{cases} \Rightarrow \vec{F}_۳ = ۱۶\vec{i}-۱۲\vec{j}$$

پس اندازهٔ نیروی $\vec{F}_۳$ برابر است با: $F_۳ = \sqrt{۱۶^۲+(-۱۲)^۲} = ۲۰\ N$

۲۳۵۴- گزینه ۱ | گام اول | به کمک قانون دوم نیوتون داریم:

$$F_{net} = ma \Rightarrow ۹۰۰ = ۶۰۰\times a \Rightarrow a = ۱/۵\ m/s^۲$$

گام دوم | حالا برای محاسبهٔ اندازهٔ نیروی مقاومت داریم:

$$F_{net} = F_{\text{پیشران}} - F_{\text{مقاومت}} \Rightarrow ۹۰۰ = ۱۲۰۰ - F_{\text{مقاومت}} \Rightarrow F_{\text{مقاومت}} = ۳۰۰\ N$$

۲۳۵۵- گزینه ۴ | کافی است از رابطهٔ $F_{net} = ma$ به طور نسبتی استفاده کنیم:

$$F_{net} = ma \Rightarrow \frac{F_{net(A)}}{F_{net(B)}} = \frac{m_A}{m_B}\times\frac{a_A}{a_B} \Rightarrow ۳ = ۲\times\frac{a_A}{a_B} \Rightarrow \frac{a_A}{a_B} = \frac{۳}{۲}$$

۲۳۵۶- گزینه ۳ | باتوجه به قانون دوم نیوتون برای دو جسم داریم:

$$F_{net} = ma \Rightarrow \begin{cases} F = m\times ۴ \\ F = (m+۲)\times ۳ \end{cases} \Rightarrow ۴m = ۳(m+۲)$$

$$\Rightarrow ۴m = ۳m+۶ \Rightarrow m = ۶\ kg \Rightarrow F = m\times ۴ = ۶\times ۴ = ۲۴\ N$$

۲۳۵۷- گزینه ۱ | از آن‌جایی که شتاب جسم کاهش یافته و اندازهٔ نیروی خالص وارد بر آن ثابت است، جرم جسم ۶ kg افزایش یافته، یعنی $m_۲ = m_۱ + ۶$ است. حالا رابطهٔ $F_{net} = ma$ را به صورت نسبتی می‌نویسیم:

$$\frac{F_{net(۲)}}{F_{net(۱)}} = \frac{m_۲}{m_۱}\times\frac{a_۲}{a_۱} \xrightarrow{\frac{a_۲}{a_۱}=\frac{۱۰۰-۲۰}{۱۰۰}=\frac{۸۰}{۱۰۰}} ۱ = \frac{m_۱+۶}{m_۱}\times\frac{۸}{۱۰}$$

$$\Rightarrow ۱۰m_۱ = ۸m_۱ + ۴۸ \Rightarrow ۲m_۱ = ۴۸ \Rightarrow m_۱ = ۲۴\ kg$$

۲۳۵۸- گزینه ۴ | از رابطهٔ $F_{net} = ma$ برای دو جسم استفاده می‌کنیم:

$$F_{net} = ma \Rightarrow \begin{cases} F = m_۱\times ۶ \Rightarrow m_۱ = \frac{F}{۶} \\ F = m_۲\times ۳ \Rightarrow m_۲ = \frac{F}{۳} \end{cases}$$

حالا باز هم این رابطه را برای جسمی به جرم $(m_۱+m_۲)$ به کار می‌بریم:

$$F_{net} = ma \Rightarrow F = (m_۱+m_۲)\times a \Rightarrow F = (\frac{F}{۶}+\frac{F}{۳})\times a$$

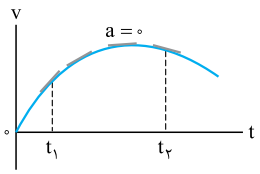
$$\Rightarrow F = \frac{۳F}{۶}\times a \Rightarrow a = ۲\ m/s^۲$$

۲۳۵۹- گزینه ۲ | برای دو نقطهٔ مشخص‌شده در نمودار، از فرمول $F_{net} = ma$ به صورت نسبتی استفاده می‌کنیم:

$$F_{net} = ma \Rightarrow \frac{F_{net(۲)}}{F_{net(۱)}} = \frac{m_۲}{m_۱}\times\frac{a_۲}{a_۱} \Rightarrow \frac{۳F}{F} = ۱\times\frac{a+۲}{a}$$

$$\Rightarrow ۳ = \frac{a+۲}{a} \Rightarrow ۳a = a+۲ \Rightarrow a = ۱\ m/s^۲$$

۲۳۶۰- گزینه ۴ | گام اول | شیب خط مماس بر نمودار سرعت ـ زمان در هر لحظه برابر با شتاب متحرک در آن لحظه است. با توجه به اندازهٔ شیب خط مماس در لحظات مختلف در شکل روبه‌رو، اندازهٔ شتاب متحرک ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.



گام دوم | طبق قانون دوم نیوتون $F_{net} = ma$ است. بنابراین تغییرات نیروی خالص وارد بر ذره همانند شتاب است و بزرگی نیروی خالص نیز ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.

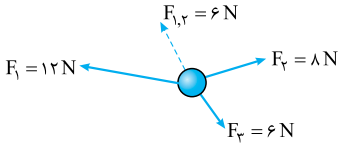
۲۳۶۱- گزینه ۱ | گام اول | اندازهٔ نیروی برایند وارد بر جسم برابر است با:

$$F_{net} = ma = ۰/۸\times ۱۲/۵ = ۱۰\ N$$

گام دوم | اندازهٔ برایند دو نیروی عمود بر هم $F_۱ = ۶\ N$ و $F_۲$ برابر $F_{net} = ۱۰\ N$ است. پس اندازهٔ $F_۲$ برابر است با:

$$F_{net} = \sqrt{F_۱^۲+F_۲^۲} \Rightarrow ۱۰ = \sqrt{۶^۲+F_۲^۲} \Rightarrow F_۲ = ۸\ N$$

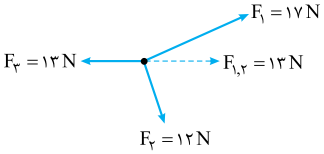
۲۳۶۲- گزینه ۲ | در حالت اول مطابق شکل زیر، زاویهٔ بین سه نیروی ۸، ۶ و ۱۲ نیوتونی طوری است که برایند آن‌ها برابر صفر شده است (زیرا جسم ساکن است):



در نتیجه دو نیروی $\vec{F}_۲$ و $\vec{F}_۱$ که توانسته نیروی $\vec{F}_۳$ را خنثی کند، نیرویی است ۶ نیوتونی در خلاف جهت $\vec{F}_۳$ ($\vec{F}_{۱,۲}$ در شکل بالا). در نتیجه با حذف نیروی $\vec{F}_۳$، اندازهٔ برایند نیروهای وارد بر جسم (یعنی برایند همان دو نیروی $\vec{F}_۱$ و $\vec{F}_۲$) ۶ N می‌شود. در این وضعیت شتاب جسم برابر است با:

$$F_{net} = ma \Rightarrow ۶ = ۴\times a \Rightarrow a = ۱/۵\ m/s^۲$$

۲۳۶۳- گزینه ۴ | جسم تحت تأثیر سه نیرو در تعادل است. پس برایند دو نیروی $\vec{F}_۱$ و $\vec{F}_۲$ (یعنی $\vec{F}_{۱,۲}$) هم‌اندازه با نیروی $\vec{F}_۳$ و در خلاف جهت آن است. شکل مقابل را ببینید:



بنابراین با برعکس شدن جهت نیروی $\vec{F}_۳$، نیروهای وارد بر جسم به شکل روبه‌رو است:

$F'_۳ = ۱۳\ N$ $\quad F_{۱,۲} = ۱۳\ N$

بنابراین اندازهٔ نیروی خالص و شتاب جسم در این وضعیت برابر است با:

$$F_{net} = F'_۳ + F_{۱,۲} = ۱۳+۱۳ = ۲۶\ N$$

$$F_{net} = ma \Rightarrow ۲۶ = ۲a \Rightarrow a = ۱۳\ m/s^۲$$

۲۳۶۴- گزینه ۴ | اگر $\vec{F}_{net}$ در راستای $\vec{v}$ باشد، راستای حرکت عوض نمی‌شود و متحرک روی خط راست به حرکت خود ادامه می‌دهد. سایر گزینه‌ها به موضوع درستی اشاره می‌کنند.

۲۳۶۵- گزینه ۴ | اگر نیروی خالص وارد بر جسم در خلاف جهت سرعت جسم باشد، چون شتاب و سرعت در خلاف جهت یکدیگرند، حرکت جسم شتابدار کندشونده می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها: ۱ و ۳: اگر نیروی خالص وارد بر جسم ساکن، غیرصفر باشد، جسم در جهت این نیروی خالص شروع به حرکت می‌کند.

۲: وقتی مسیر حرکت جسمی غیرمستقیم است، الزاماً جهت سرعت متحرک در حال تغییر و حرکت جسم شتاب‌دار است. در نتیجه نیروی خالص وارد بر جسم غیرصفر است.

۲۳۶۶- گزینه ۱ | گام اول | با توجه به معادلهٔ مکان ـ زمان متحرک A و معادلهٔ سرعت ـ زمان متحرک B، شتاب هر دو متحرک ثابت و برابر است با:

$$x_A = \underset{\downarrow \frac{۱}{۲}a_A}{-۳}t^۲ + ۸t \Rightarrow |a_A| = ۶\ m/s^۲$$

$$v_B = \underset{\downarrow a_B}{۴}t - ۲ \Rightarrow |a_B| = ۴\ m/s^۲$$

گام دوم حالا کافی است از فرمول $F_{net} = ma$ برای دو جسم به طور نسبتی استفاده کنیم:

$$\frac{F_{net(A)}}{F_{net(B)}} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{a_A}{a_B} = \frac{۲}{۶} \times \frac{۶}{۴} = \frac{۱}{۲}$$

۲۳۶۷- گزینه ۳ • روش اول گام اول ابتدا با استفاده از قانون دوم نیوتون، اندازهٔ شتاب جسم را به دست می‌آوریم:

$$F = ma \Rightarrow a = \frac{F}{m}$$

گام دوم چون جسم در ابتدا ساکن است و نیروی ثابت F به آن وارد شده است، جسم در جهت نیروی F و روی خط راست شروع به حرکت می‌کند. طبق رابطهٔ مستقل از زمان، تندی جسم پس از طی مسافت d برابر است با:

$$v^۲ - v_۰^۲ = ۲ad \xrightarrow[v_۰=۰]{a=\frac{F}{m}} v^۲ = ۲(\frac{F}{m})d \Rightarrow v = \sqrt{\frac{۲Fd}{m}}$$

• روش دوم از قضیه کار ـ انرژی جنبشی استفاده می‌کنیم. تنها نیرویی که روی جسم کار انجام می‌دهد، نیروی F است، پس:

$$W_t = K_۲ - K_۱ \Rightarrow Fd\cos۰ = \frac{۱}{۲}m(v^۲ - v_۰^۲)$$

$$\Rightarrow \frac{۲Fd}{m} = v^۲ \Rightarrow v = \sqrt{\frac{۲Fd}{m}}$$

۲۳۶۸- گزینه ۲ گام اول ابتدا نیروی خالص و سپس شتاب جسم را تعیین می‌کنیم:

$$\vec{F}_{net} = \vec{F}_۱ + \vec{F}_۲ = ۵\vec{i} + (-۹\vec{i}) = -۴\vec{i}$$

$$\vec{F}_{net} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{\vec{F}_{net}}{m} = \frac{-۴\vec{i}}{۲} = -۲\vec{i}\ m/s^۲$$

گام دوم حالا چون شتاب جسم ثابت است، در لحظهٔ $t = ۳\ s$ داریم:

$$v = at + v_۰ \xrightarrow[a=-۲\ m/s^۲]{v_۰=۰} v = -۲t$$

$$\xrightarrow{t=۳\ s} v = -۶\ m/s \Rightarrow \vec{v} = -۶\vec{i}\ (m/s \text{ برحسب})$$

$$x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰t + x_۰ \xrightarrow[a=-۲\ m/s^۲]{v_۰=۰,\ x_۰=۰} x = -t^۲$$

$$\xrightarrow{t=۳\ s} x = -۹\ m \Rightarrow \vec{d} = -۹\vec{i}\ (m \text{ برحسب})$$

۲۳۶۹- گزینه ۴ گام اول ابتدا به کمک فرمول مستقل از زمان، شتاب خودرو را در این جابه‌جایی حساب می‌کنیم:

$$v_۲^۲ - v_۱^۲ = ۲a\Delta x \xrightarrow[v_۲=۷۲\ km/h=۲۰\ m/s]{v_۱=۵۴\ km/h=۱۵\ m/s} ۲۰^۲ - ۱۵^۲ = ۲ \times a \times ۲۵$$

$$\Rightarrow ۴۰۰ - ۲۲۵ = ۵۰ \times a \Rightarrow a = \frac{۱۷۵}{۵۰} = ۳/۵\ m/s^۲$$

گام دوم پس اندازهٔ نیروی خالص وارد بر خودرو برابر است با:

$$F_{net} = ma = ۸۰۰ \times ۳/۵ = ۲۸۰۰\ N$$

۲۳۷۰- گزینه ۳ گام اول اندازهٔ شتاب متحرک را پس از اعمال نیرو حساب می‌کنیم:

$$|F_{net}| = m|a| \Rightarrow ۱۲۰۰ = ۳۰۰ \times |a| \Rightarrow |a| = ۴\ m/s^۲$$

چون شتاب متحرک در خلاف جهت حرکت آن است، شتاب را منفی در نظر می‌گیریم:

$$a = -۴\ m/s^۲$$

گام دوم حالا تندی و اندازهٔ جابه‌جایی متحرک را $۵\ s$ پس از اعمال نیرو حساب می‌کنیم:

$$v = at + v_۰ \Rightarrow v = (-۴) \times ۵ + ۳۰ = ۱۰\ m/s$$

$$\Delta x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰t \Rightarrow \Delta x = \frac{۱}{۲} \times (-۴) \times ۲۵ + ۳۰ \times ۵ = -۵۰ + ۱۵۰ = ۱۰۰\ m$$

۲۳۷۱- گزینه ۳ گام اول می‌دانیم در این شرایط با حذف نیروی ۱۵ نیوتونی، برایند سایر نیروها برابر $۱۵\ N$ و در خلاف جهت نیروی ۱۵ نیوتونی حذف‌شده خواهد شد. پس در این حالت داریم:

$$F_{net} = ma \Rightarrow ۱۵ = ۲ \times a \Rightarrow a = ۷/۵\ m/s^۲$$

گام دوم حالا محاسبهٔ تغییر سرعت جسم بعد از $۲\ s$ برابر است با:

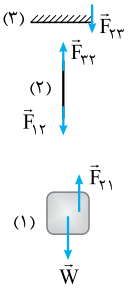
$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow ۷/۵ = \frac{\Delta v}{۲} \Rightarrow \Delta v = ۱۵\ m/s$$

۲۳۷۲- گزینه ۴ نیروهای کنش و واکنش همواره به دو جسم وارد می‌شوند، اما الزاماً آثار یکسانی ندارند.

۲۳۷۳- گزینه ۱ با توجه به قانون سوم نیوتون، اندازهٔ نیرویی که شخص به جعبه وارد می‌کند، با اندازهٔ نیرویی که جعبه به شخص وارد می‌کند، همواره برابر است. دقت کنید که دلیل به حرکت در آمدن جعبه، غلبهٔ نیروی $\vec{F}$ بر اصطکاک بین جعبه و سطح است و ربطی به مقایسهٔ F و F' ندارد.

۲۳۷۴- گزینه ۳ نیروی وزن را زمین به جسم وارد می‌کند. پس واکنش نیروی وزن از طرف جسم به زمین وارد می‌شود (رد ۴). وقتی شخصی طنابی را به درخت بسته و محکم می‌کشد، شخص و درخت به طناب نیرو وارد می‌کنند، پس عکس‌العمل این دو نیرو را، طناب به شخص و درخت وارد می‌کند.

۲۳۷۵- گزینه ۲ در شکل مقابل نیروی وزن جسم و نیروهایی که سقف (۳) و نخ (۲) و جسم (۱) به هم وارد می‌کنند را مشخص کرده‌ایم. حالا با توجه به تعادل اجسام و قانون سوم نیوتون داریم:



تعادل جسم : $\vec{F}_{۲۱} = -\vec{W}$

قانون سوم نیوتون : $\vec{F}_{۲۱} = -\vec{F}_{۱۲} \Rightarrow \vec{F}_{۱۲} = \vec{W}$

تعادل طناب : $\vec{F}_{۳۲} = -\vec{F}_{۱۲} \Rightarrow \vec{F}_{۳۲} = -\vec{W}$

قانون سوم نیوتون : $\vec{F}_{۲۳} = -\vec{F}_{۳۲} \Rightarrow \vec{F}_{۲۳} = \vec{W}$

نیروی وارد بر سقف از طرف نخ $\vec{F}_{۲۳}$ و عکس‌العمل آن $\vec{F}_{۳۲} = -\vec{W}$ و نیروی وارد بر جسم از طرف نخ $\vec{F}_{۲۱}$ و عکس‌العمل آن $\vec{F}_{۱۲} = \vec{W}$ است.

۲۳۷۶- گزینه ۴ طبق قانون سوم نیوتون، نیرویی که جسم (۲) به جسم (۱) وارد می‌کند برابر است با:

$$\vec{F}_{۲۱} = -\vec{F}_{۱۲} = -(۱۲\vec{i} - ۲۴\vec{j}) = -۱۲\vec{i} + ۲۴\vec{j}$$

بنابراین برای محاسبهٔ شتاب جسم (۱) داریم:

$$\vec{F}_{net} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a}_۱ = \frac{\vec{F}_{۲۱}}{m_۱} = \frac{-۱۲\vec{i} + ۲۴\vec{j}}{۴} = -۳\vec{i} + ۶\vec{j}$$

۲۳۷۷- گزینه ۱ اندازهٔ نیرویی که دو شخص به هم وارد می‌کنند، $۱۵۰\ N$ و جهت آن‌ها قرینهٔ یکدیگر است. پس داریم:

$$\vec{F}_{۱۲} = (۱۵۰\ N)\vec{i} \quad , \quad \vec{F}_{۲۱} = (-۱۵۰\ N)\vec{i}$$

بنابراین شتاب این دو شخص برابر است با:

$$\vec{F}_{net} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{\vec{F}_{net}}{m} \begin{cases} \Rightarrow \text{شخص(۱)}: \vec{a}_۱ = \frac{\vec{F}_{۲۱}}{m_۱} = \frac{-۱۵۰\vec{i}}{۷۵} = -۲\vec{i} \\ \Rightarrow \text{شخص(۲)}: \vec{a}_۲ = \frac{\vec{F}_{۱۲}}{m_۲} = \frac{۱۵۰\vec{i}}{۵۰} = ۳\vec{i} \end{cases}$$

هر دو برحسب متر بر مربع ثانیه!

۲۳۷۸- گزینه ۱ وقتی شخص (۱) روی قایق (۲) به سمت راست حرکت می‌کند، نیرویی به سمت چپ به قایق وارد می‌کند. عکس‌العمل این نیرو از طرف قایق، به شخص و به سمت راست وارد می‌شود. پس نیرویی که قایق به شخص وارد می‌کند به طرف راست و نیرویی که شخص به قایق وارد می‌کند، به طرف چپ است. از طرفی چون هر دو ابتدا ساکن بودند، شخص به طرف راست و قایق به سمت چپ حرکت می‌کند. اندازهٔ نیرویی که این دو به هم وارد می‌کنند، برابر است. پس داریم:

$$F_{۲۱} = m_۱a_۱ = ۶۰ \times ۲ = ۱۲۰\ N$$

$$F_{۱۲} = m_۲a_۲ \Rightarrow ۱۲۰ = ۱۰۰ \times a_۲ \Rightarrow a_۲ = ۱/۲\ m/s^۲$$

نتیجه این‌که قایق با شتاب $۱/۲\ m/s^۲$ به سمت چپ حرکت می‌کند.

۲۳۷۹- گزینه ۳ اندازهٔ نیرویی که دو شخص به هم وارد می‌کنند برابر است. اما چون $m_۲ < m_۱$ است، شتابی که شخص (۲) در اثر این نیرو می‌گیرد از شتاب شخص (۱) بیشتر است. در نتیجه در یک بازهٔ زمانی معین اندازهٔ جابه‌جایی شخص (۲) از شخص (۱) بیشتر است. پس این دو در نقطه‌ای بین O و A به یکدیگر می‌رسند.