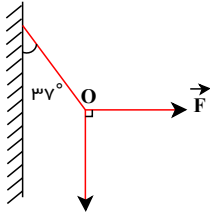


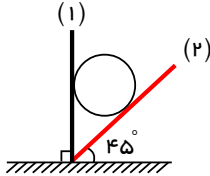
۱. شکل مقابل، اندازه‌ی نیروی افقی \vec{F} چند نیوتون باشد تا برابند نیروهای وارد بر نقطه‌ی O برابر با صفر شود؟ ($\cos 53^\circ = 0.6$)



$W = 640 \text{ N}$

- ۸۰۰ (۱)
- ۶۰۰ (۲)
- ۴۵۰ (۳)
- ۴۸۰ (۴)

۲. مطابق شکل زیر یک کره‌ی فلزی به وزن 20 N درون ناوهای با دیواره‌های صیقلی قرار دارد. اندازه‌ی نیرویی که این کره‌ی فلزی به دیواره‌ی (۱) وارد می‌کند، چند نیوتون است؟



- ۱۰ (۱)
- ۲۰ (۲)
- $10\sqrt{2}$ (۳)
- $20\sqrt{2}$ (۴)

۳. معادله‌ی بردار تکانه‌ی جسمی به جرم 5 کیلوگرم که در صفحه‌ی xoy در حال حرکت است، در SI به صورت

$\vec{P} = (t^3 - 2)\vec{i} + (2t^2 - 3t + 6)\vec{j}$ است، اندازه‌ی شتاب جسم در لحظه‌ی $t = 2 \text{ s}$ چند متر بر مجذور ثانیه است؟

- ۲ (۱)
- ۲٫۲ (۲)
- ۲٫۴ (۳)
- ۲٫۶ (۴)

۴. از یک لوله‌ی آتش‌نشانی، آب با آهنگ $5 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$ و با سرعت $5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ به دیوار مقابل آن برخورد می‌کند. اندازه‌ی نیروی متوسط وارد بر دیوار توسط آب چند نیوتون است؟ (از برگشت آب از روی دیوار چشم‌پوشی کنید)

- ۵ (۱)
- ۱۰ (۲)
- ۲۵ (۳)
- ۴۰ (۴)

۵. معادله‌ی تکانه‌ی جسمی به جرم 250 g بر حسب زمان در SI به صورت $\vec{P} = (t^2 + t)\vec{i} + (4t + 3)\vec{j}$ است، اندازه‌ی شتاب جسم در لحظه‌ی $t = 1 \text{ s}$ چند متر بر مجذور ثانیه است؟

- ۱۵ (۱)
- ۲۰ (۲)
- ۲۵ (۳)
- ۱۰ (۴)

۶. اندازه‌ی نیروی گرانشی وارد بر جسمی به جرم m در سطح زمین چند برابر اندازه‌ی نیروی گرانشی وارد بر همان جسم در فاصله‌ی $2R_e$ از سطح زمین است؟ (R_e شعاع کره‌ی زمین فرض شود.)

- ۱ (۱)
- ۳ (۲)
- ۹ (۳)
- $\frac{1}{9}$ (۴)

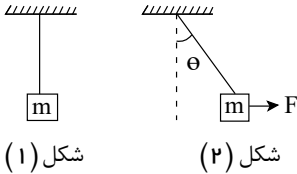
۷. معادله‌ی تکانه‌ی جسمی به جرم 2 kg در صفحه‌ی xoy در SI به صورت $\vec{P} = 3t^2\vec{i} + 4t\vec{j}$ است، در لحظه‌ی $t = 1 \text{ s}$ بزرگی شتاب این جسم چند متر بر مجذور ثانیه است؟

- ۷ (۱)
- ۲٫۵ (۲)
- ۱ (۳)
- ۵ (۴)

۸. معادله‌ی تکانه‌ی جسمی که بر روی خط راست حرکت می‌کند بر حسب زمان در SI به صورت $P = 2t^2 - 14t + 24$ است. اگر این جسم از لحظه‌ی $t = 0$ شروع به حرکت کرده باشد، در چند ثانیه از زمان حرکت خود دارای حرکتی کندشونده است؟

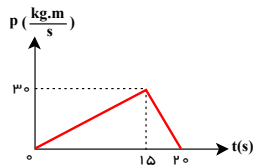
- ۲٫۵ (۱)
- ۳ (۲)
- ۳٫۵ (۳)
- ۴ (۴)

۹. در شکل‌های زیر در هر دو حالت، وزنه‌ی m در حال تعادل است. اگر در شکل (۲) اندازه‌ی نیروی کشش نخ ۳ برابر اندازه‌ی نیروی کشش نخ در شکل (۱) باشد، نیروی \vec{F} چند برابر وزن وزنه است؟ (از جرم نخ صرف‌نظر شود.)



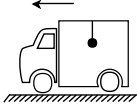
- $\sqrt{2}$ (۱)
- $2\sqrt{2}$ (۲)
- ۲ (۳)
- ۳ (۴)

۱۰. نمودار شکل مقابل، اندازه‌ی تکانه‌ی جسمی به جرم ۲kg را که در مسیری مستقیم و افقی حرکت می‌کند بر حسب زمان نشان می‌دهد. اگر نیروی ثابت افقی \vec{F} در ۱۵ ثانیه‌ی ابتدای حرکت به جسم وارد و سپس قطع شده باشد، اندازه‌ی نیروی \vec{F} چند نیوتون بوده است؟



- (۱) ۲
(۲) ۴
(۳) ۶
(۴) ۸

۱۱. کامیونی که در حال حرکت بر مسیری مستقیم با سرعت ثابت است. ناگهان ترمز می‌کند، در این حالت آونگی که به سقف کامیون بسته شده است، به طرف منحرف می‌شود. این پدیده با قانون نیوتون قابل توجیه است.



- (۱) عقب - اول
(۲) عقب - دوم
(۳) جلو - اول
(۴) جلو - دوم

۱۲. نیرویی با اندازه‌ی ۵N به جسمی، شتاب $\vec{a} = ۲\vec{i} + ۱,۵\vec{j}$ را در SI می‌دهد. جرم این جسم چند کیلوگرم است؟

- (۱) ۲
(۲) ۳
(۳) ۴
(۴) ۵

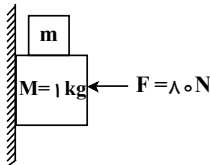
۱۳. معادله‌ی حرکت متحرکی به جرم ۴kg بر روی خط راست در SI به صورت $x = ۲t^۲ - ۴t + ۱$ است. اندازه‌ی برابندی نیروهای وارد بر جسم چند نیوتون است؟

- (۱) ۲
(۲) ۴
(۳) ۸
(۴) ۱۶

۱۴. کدام گزینه درباره‌ی نیروهای کنش (عمل) و واکنش (عکس‌العمل) نادرست است؟

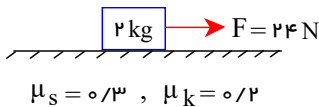
- (۱) هم‌اندازه هستند.
(۲) به دو جسم وارد می‌شوند.
(۳) هم نوع هستند.
(۴) اثر یک‌دیگر را خنثی می‌کنند.

۱۵. مطابق شکل زیر، جرم M توسط نیروی افقی F به دیوار قائمی فشرده شده و ثابت است. اگر ضریب اصطکاک ایستایی بین جرم M و سطح دیوار برابر با ۲ باشد، جرم m چند گرم باشد تا جرم M در آستانه‌ی حرکت قرار گیرد؟ ($g = ۱۰ \frac{N}{kg}$ و جرم m با دیوار تماس ندارد.)



- (۱) ۰٫۶
(۲) ۶۰۰
(۳) ۰٫۴
(۴) ۴۰۰

۱۶. مطابق شکل مقابل، به جسمی که روی یک سطح افقی ساکن است، نیروی افقی \vec{F} وارد می‌شود. اگر پس از ۲ ثانیه نیروی \vec{F} حذف شود، از ابتدای حرکت جسم تا لحظه‌ی توقف، در مجموع جسم چند متر روی سطح افقی جابجا می‌شود؟ ($g = ۱۰ \frac{N}{kg}$)



- (۱) ۰
(۲) ۲۰
(۳) ۱۰۰
(۴) ۱۲۰

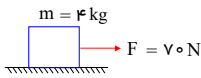
۱۷. در یک مسیر مستقیم، جسمی به جرم ۲kg روی یک سطح افقی قرار دارد و نیروی افقی و ثابت \vec{F} از زمان $t = ۰$ بر آن وارد می‌شود، به طوری که سرعت آن در SI به صورت $V = ۲t + ۳$ با زمان تغییر می‌کند. اگر ۳s پس از اعمال نیروی \vec{F} ، نیرو قطع شده و جسم ۶ ثانیه پس از قطع نیروی \vec{F} ، با شتاب ثابت متوقف شود، اندازه‌ی نیروی \vec{F} چند نیوتون است؟

- (۱) ۴
(۲) ۶
(۳) ۷
(۴) ۸

۱۸. کامیونی با شتاب ثابت $۷,۵ \frac{m}{s^۲}$ روی یک جاده‌ی مستقیم و افقی به طور تند شونده در حال حرکت است. جعبه‌ای به جرم ۲kg درون کامیون قرار داشته و نسبت به آن ساکن است. اندازه‌ی نیرویی که کف کامیون به جعبه وارد می‌کند چند نیوتون است؟ ($g = ۱۰ \frac{N}{kg}$)

- (۱) ۱۷
(۲) ۲۰
(۳) ۲۵
(۴) ۳۰

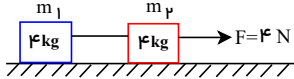
۱۹. مطابق شکل زیر، جسمی به جرم 4 kg با نیروی افقی و ثابت $F = 70 \text{ N}$ روی سطحی افقی کشیده می‌شود. اگر اندازه‌ی برآیند نیروهای که از طرف سطح بر جسم وارد می‌شود، برابر با 50 N باشد، اندازه‌ی شتاب حرکت جسم چند متر بر مجذور ثانیه است؟ $(g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}})$



- (۱) $2,5$ (۲) 5 (۳) $7,5$ (۴) 10

۲۰. در شکل زیر، ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی بین جسم‌های ساکن m_1, m_2 و سطح افقی به ترتیب برابر با

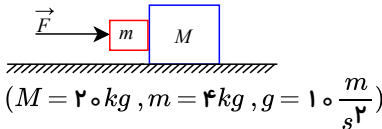
$\mu_s = 0,1$, $\mu_k = 0,1$ است. اگر نیروی افقی \vec{F} به جرم m_2 وارد شود، اندازه‌ی نیروی کشش نخ بین دو جسم چند نیوتون است؟ $(g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}})$ (صرف نظر شود.)



- (۱) 0 (۲) $0,5$ (۳) $1,5$ (۴) 2

۲۱. در شکل زیر دو جرم به یک‌دیگر تکیه دارند و ضریب اصطکاک ایستایی بین آن‌ها برابر با $\mu_s = 0,4$ و سطح افقی بدون اصطکاک است.

حداقل اندازه‌ی نیروی افقی \vec{F} چند نیوتون باشد تا از لغزش جرم m بر روی جرم M جلوگیری کند؟



- (۱) 80 (۲) 240 (۳) 120 (۴) 260

۲۲. به جسمی به جرم 2 kg ، نیروی ثابت \vec{F} در راستای قائم و رو به بالا وارد می‌شود. اگر جسم از حال سکون با شتاب ثابت $2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ به طرف بالا شروع به حرکت کند، بزرگی نیروی \vec{F} چند نیوتون است؟ $(g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}})$ و مقاومت هوا ناچیز فرض شود.

- (۱) 4 (۲) 16 (۳) 20 (۴) 24

۲۳. در شرایط خلأ، به جسمی به جرم 100 kg که روی سطح زمین قرار دارد، نیروی ثابت F در راستای قائم و به طرف بالا وارد می‌شود، به طوری که جسم از حال سکون و با شتاب $5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ به طرف بالا شروع به حرکت می‌کند. اگر پس از 20 s نیروی F حذف شود، جسم حداکثر تا چه ارتفاعی بر حسب متر از سطح زمین بالا می‌رود؟ $(g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$

- (۱) 100 (۲) 500 (۳) 1000 (۴) 1500

۲۴. شخصی به جرم 60 kg بر روی یک نیروسنج ایستاده و فنری با ضریب ثابت $200 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ را که به سقف آویزان است، به اندازه‌ی 10 cm پایین می‌کشد، پس از ایجاد تعادل، نیروسنج چه عددی را بر حسب نیوتون نشان می‌دهد؟ $(g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}})$

- (۱) 420 (۲) 580 (۳) 620 (۴) 680

۲۵. شخصی به جرم 50 kg درون آسانسوری که با شتاب $2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ به طرف بالا شروع به حرکت می‌کند، ایستاده است نیروی عمودی‌ای که کف آسانسور به شخص وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ $(g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}})$

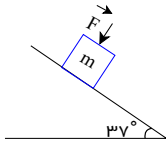
- (۱) 400 (۲) 600 (۳) 500 (۴) 0

۲۶. درون آسانسوری ساکن، جسمی به جرم 2 kg که به فنری قائم آویزان است، در حال تعادل قرار دارد. وقتی آسانسور از حال سکون و با شتاب ثابت $2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ به طرف پایین شروع به حرکت می‌کند، طول فنر برابر با 14 cm و وقتی از حال سکون با شتاب ثابت $2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ به طرف بالا شروع به حرکت می‌کند، طول فنر برابر با 16 cm می‌شود. ثابت این فنر چند واحد SI است؟ $(g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}})$ و جرم فنر ناچیز است.

- (۱) 20 (۲) 4 (۳) 200 (۴) 400

۲۷. در شکل زیر، ضریب اصطکاک ایستایی بین جرم $m = ۲٫۵\text{kg}$ و سطح شیب‌دار برابر با $\frac{1}{۴}$ است. حداقل اندازه‌ی نیروی عمود بر جرم m)

(\vec{F}) چند نیوتون باشد تا جرم m به‌طرف پایین سطح نلغزد؟ ($\sin ۳۷^\circ = ۰٫۶$, $g = ۱۰ \frac{m}{s^2}$) و امتداد نیروی \vec{F} بر سطح شیب‌دار عمود



است.

(۱) ۲۳٫۷۵

(۲) ۶۵

(۳) ۸۰

(۴) ۴۰

۲۸. جسمی را روی سطح شیب‌دار قرار می‌دهیم و به تدریج زاویه‌ی سطح شیب‌دار با افق را افزایش می‌دهیم. در لحظه‌ای که جسم شروع به حرکت می‌کند، زاویه‌ی سطح شیب‌دار با افق برابر α است. ضریب اصطکاک ایستایی سطح با جسم کدام است؟

(۱) $\sin \alpha$ (۲) $\frac{1}{\cos \alpha}$ (۳) $\tan \alpha$ (۴) $\cot \alpha$

۲۹. جسمی را از پایین سطح شیب‌داری که با افق زاویه‌ی ۵۳° می‌سازد با سرعت اولیه‌ی $\frac{m}{s}$ در امتداد سطح شیب‌دار به طرف بالای آن

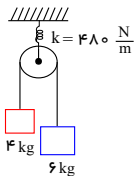
پرتاب می‌کنیم. اگر ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح برابر با $\frac{1}{۳}$ باشد، حداکثر ارتفاع جسم از سطح زمین برابر با چند متر خواهد شد؟

($\sin ۵۳^\circ = ۰٫۸$, $g = ۱۰ \frac{N}{kg}$)

(۱) ۴۵ (۲) ۳۶ (۳) ۳۰ (۴) ۲۰

۳۰. در مجموعه‌ی شکل زیر، تغییر طول فنر نسبت به حالت عادی آن برابر با چند سانتی‌متر است؟ ($g = ۱۰ \frac{N}{kg}$) و از جرم فنر، قرقره و طناب و

اصطکاک بین آن‌ها صرف‌نظر شود.



(۱) ۱۰

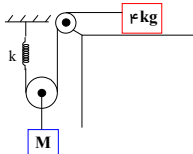
(۲) ۲۰

(۳) ۲۵

(۴) ۲۷

۳۱. در شکل مقابل، ضریب اصطکاک ایستایی بین جسم و سطح افقی برابر با $۰٫۳$ است. در صورتی که جسم ۴ کیلوگرمی در آستانه‌ی حرکت

قرار گرفته باشد، پس از ایجاد تعادل، تغییر طول فنر چند سانتی‌متر است؟ ($k = ۶۰ \frac{N}{m}$, $g = ۱۰ \frac{N}{kg}$) و از جرم فنر، قرقره، نخ و اصطکاک



بین آن‌ها صرف‌نظر شود.

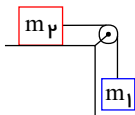
(۱) ۱۰

(۲) ۲۰

(۳) ۶

(۴) ۱۲

۳۲. در شکل زیر $m_۲ = ۲m_۱$ و شتاب حرکت وزنه‌ها $\frac{1}{۵}g$ است. ضریب اصطکاک جنبشی بین سطح افقی و جسم $m_۲$ کدام است؟ (g)



اندازه‌ی شتاب گرانش است و از جرم نخ، قرقره و اصطکاک بین آن‌ها صرف‌نظر شود)

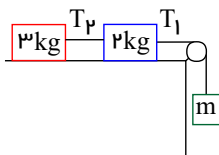
(۱) ۰٫۱

(۲) ۰٫۱۵

(۳) ۰٫۱۸

(۴) ۰٫۲

۳۳. در شکل مقابل، اگر اختلاف نیروی کشش نخ‌های $T_۱$, $T_۲$ برابر با ۱ N باشد، اندازه‌ی نیروی کشش نخ $T_۲$ برابر با چند نیوتون است؟



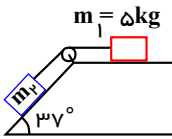
$g = ۱۰ \frac{N}{kg}$ و از جرم نخ‌ها، قرقره و تمامی اصطکاک‌ها صرف‌نظر کنید.

(۱) ۰٫۵

(۲) ۱٫۵

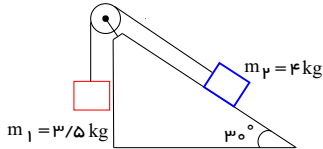
(۳) ۲٫۵

۳۴. در شکل زیر، ضریب اصطکاک جنبشی بین تمامی سطوح برابر با 0.25 است. جرم m_2 چند کیلوگرم باشد تا زمانی که مجموعه از حالت سکون رها می‌شود، شتاب حرکت مجموعه برابر با $\frac{2}{3}g$ شود؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$ ، $\cos 37^\circ$ و از جرم نخ، قرقره و اصطکاک بین آن‌ها صرف نظر شود.)



- ۱۰ (۱)
۱۱٫۲۵ (۲)
۱۲٫۵ (۳)
۱۳٫۲۵ (۴)

۳۵. در شکل زیر، جسم m_1 در آستانه‌ی حرکت به سمت پایین است، چند کیلوگرم از جرم m_1 کاسته شود تا این جسم در آستانه‌ی حرکت به سمت بالا قرار گیرد؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$ و از جرم نخ و قرقره و اصطکاک قرقره صرف نظر شود.)

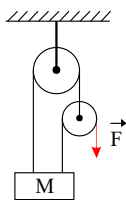


- ۳ (۱)
۲٫۵ (۲)
۱٫۵ (۳)
۲٫۵ (۴)

۳۶. وزنه‌ای به جرم 2 kg تحت تأثیر نیروی افقی \vec{F} با سرعت ثابت $10 \frac{m}{s}$ روی یک سطح افقی حرکت می‌کند. اگر با قطع نیروی \vec{F} ، وزنه پس از دو ثانیه بایستد، اندازه نیروی \vec{F} چند نیوتون است؟

- ۵ (۱)
۱۰ (۲)
۱۵ (۳)
۲۰ (۴)

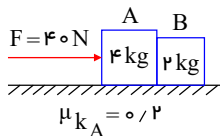
۳۷. در شکل زیر، وزن هر قرقره 3 N و جرم وزنه برابر 3 kg است. اندازه‌ی نیروی \vec{F} برای ثابت نگه داشتن وزنه‌ی M چند نیوتون است؟



($g = 10 \frac{N}{kg}$ و از جرم نخ‌ها و تمامی اصطکاک‌ها صرف نظر شود.)

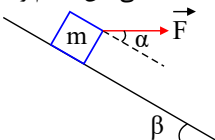
- ۷ (۱)
۹ (۲)
۱۰ (۳)
۱۵ (۴)

۳۸. در شکل زیر با وارد کردن نیروی افقی \vec{F} به جسم A ، اجسام از حال سکون شروع به حرکت کرده و پس از 2 s سرعت آن‌ها به $10 \frac{m}{s}$ می‌رسد. ضریب اصطکاک جنبشی جسم B با سطح افقی و اندازه نیرویی که جسم B به A وارد می‌کند برحسب نیوتون، به ترتیب از راست به چپ، کدام است؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$)



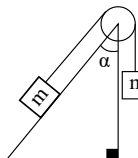
- ۱۲٫۰٫۱ (۱)
۱۶٫۰٫۱ (۲)
۱۲٫۰٫۲ (۳)
۱۶٫۰٫۲ (۴)

۳۹. در شکل زیر، زاویه α چند درجه باشد تا جسم با بیش‌ترین شتاب روی سطح شیب‌دار حرکت کند؟ (ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح شیب‌دار $\mu_k = 1$ فرض شود.)



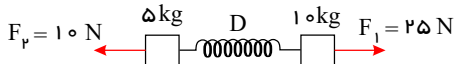
- ۳۰ (۱)
۴۵ (۲)
۶۰ (۳)
صفر (۴)

۴۰. در شکل زیر، اندازه‌ی شتاب حرکت وزنه‌ها کدام است؟ (g شتاب گرانش زمین است و از جرم نخ، قرقره و اصطکاک بین آن‌ها و همچنین اصطکاک سطح شیب‌دار صرف نظر کنید.)



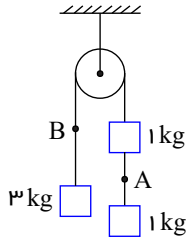
- $g \sin \alpha$ (۱)
 $g \cos \alpha$ (۲)
 $g \sin^2 \frac{\alpha}{2}$ (۳)
 $g \cos^2 \frac{\alpha}{2}$ (۴)

۴۱. مطابق شکل زیر، نیروسنج D به دو وزنه که روی سطح افقی بدون اصطکاک قرار دارند، متصل است و نیروهای افقی به دو وزنه اعمال می‌شوند. نیروسنج چند نیوتون را نشان می‌دهد؟ (جرم نیروسنج ناچیز است.)



- صفر (۱)
۱۲٫۵ (۲)
۲۵ (۳)
۱۵ (۴)

۴۲. در دستگاه شکل زیر، $(TB - TA)$ و برابند نیروهای وارد بر جسم ۳ کیلوگرمی به ترتیب از راست به چپ چند نیوتون است؟ (اصطکاک، جرم نخ و قرقره ناچیز و $g = 10 \frac{N}{kg}$ فرض شود).



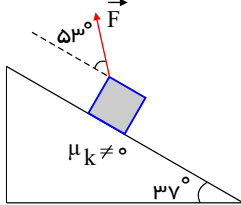
۲۴، ۱۲ (۲)

۶، ۱۲ (۱)

۱۲، ۲۴ (۴)

۶، ۲۴ (۳)

۴۳. در شکل زیر جسمی به وزن W با سرعت ثابت روی سطح شیب‌دار به طرف پایین حرکت می‌کند. اندازه نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند چه قدر است؟ ($\sin 37^\circ = 0.6$)



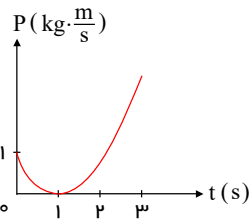
۰.۸ $|W - F|$ (۲)

۰.۶ $|W - F|$ (۱)

۲ $|W - F|$ (۴)

$|W - F|$ (۳)

۴۴. نمودار تکانه - زمان متحرکی به جرم $0.5 kg$ به صورت سهمی شکل زیر است. تغییرات سرعت متحرک در ثانیه سوم حرکت چند متر بر ثانیه است؟



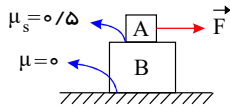
۳ (۲)

۲ (۱)

۸ (۴)

۶ (۳)

۴۵. در شکل زیر، حداکثر اندازه‌ی نیروی افقی \vec{F} چند نیوتون باشد تا جسم $m_A = 2 kg$ بر روی جسم $m_B = 4 kg$ نلغزد؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$)



۱۵ (۲)

۱۰ (۱)

۳۰ (۴)

۲۵ (۳)

۴۶. معادله‌ی تکانه - مکان جسمی که روی خط راست حرکت می‌کند در SI به صورت $P = 4x^2 + 3x + 3$ می‌باشد. اگر متحرک در مبدأ زمان از مبدأ مکان با سرعت $2 \frac{m}{s}$ عبور کرده باشد، اندازه‌ی نیروی وارد بر جسم در لحظه‌ی $t = 0$ چند نیوتون است؟

۸ (۴)

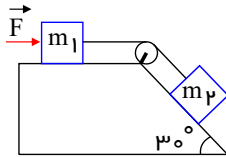
۷ (۳)

۶ (۲)

۵ (۱)

۴۷. جسمی در حال حرکت با اندازه‌ی شتاب ثابت می‌باشد. کدام یک از گزینه‌های زیر در مورد این جسم، الزاماً درست است؟
 (۱) امتداد سرعت آن ثابت است.
 (۲) مسیر حرکت آن خط راست است.
 (۳) اندازه‌ی نیروی وارد بر آن ثابت است.
 (۴) تکانه‌ی وارد بر آن ثابت است.

۴۸. در شکل زیر، به جسم $m_1 = 2 kg$ روی سطح افقی نیروی \vec{F} وارد می‌شود. کم‌ترین مقدار نیروی \vec{F} چند نیوتون می‌باشد، تا نخ متصل به دو جسم در آستانه شل شدن قرار گیرد؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$ و از جرم نخ، قرقره و تمامی اصطکاک‌ها صرف نظر شود).



۵ (۱)

۱۰ (۲)

۷.۵ (۳)

(۴) باید جرم m_2 مشخص باشد.

۴۹. کدام یک از گزینه‌های زیر نادرست است؟

- (۱) جهت شتاب حرکت یک جسم در جهت برآیند نیروهای وارد بر آن است.
- (۲) قانون دوم نیوتون را می‌توان از قانون اول نیوتون نتیجه گرفت.
- (۳) به ازای یک نیروی ثابت، اگر جسم حرکت کند، هر چه جرم جسم کم‌تر باشد، شتاب آن بیش‌تر می‌شود.
- (۴) در اطراف ما نمی‌توان جسمی را یافت که به آن نیرو وارد نشود.

۵۰. یک خودروی سواری و یک کامیون که جرم کامیون 1.5 برابر جرم خودروی سواری است، هر دو با سرعت ثابت V در جاده‌ای مستقیم و افقی در حرکت‌اند. اگر نیروی لازم برای متوقف کردن سواری در مسافت d برابر با F باشد، اندازه‌ی این نیرو برای متوقف کردن کامیون در همان مسافت چند F است؟

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

۵۱. دو جرم نقطه‌ای A و B با نسبت جرم $\frac{m_A}{m_B} = \frac{4}{3}$ در فاصله‌ی 2 متری از یک‌دیگر قرار دارند. جرم M را بین دو جسم و روی خط

واصل آن‌ها طوری قرار می‌دهیم که بزرگی نیروی گرانشی بین m_A و M ، $\frac{1}{3}$ بزرگی نیروی گرانشی بین m_B و M باشد، فاصله‌ی جرم M

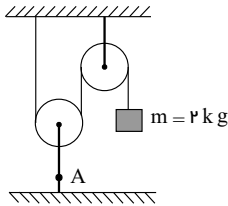
از جرم m_B چند سانتی‌متر است؟

- (۱) $\frac{2}{3}$ (۲) $\frac{1}{3}$ (۳) $\frac{200}{3}$ (۴) $\frac{100}{3}$

۵۲. سه نیرو با بزرگی‌های $F_1 = 5N$ و $F_2 = 3N$ و $F_3 = 7N$ به جسمی به جرم $1kg$ که روی سطحی افقی و بدون اصطکاک قرار دارد وارد می‌شوند. اگر اندازه‌ی بیشینه و کمینه‌ی شتابی که این نیروها می‌توانند به جسم بدهند برابر با a_{max} و a_{min} باشد، $a_{max} - a_{min}$ در SI کدام است؟

- (۱) ۱۰ (۲) ۱۴ (۳) ۱۵ (۴) ۱۲

۵۳. در شکل زیر جرم هر یک از قرقره‌ها برابر با $400g$ و دستگاه در حال تعادل می‌باشد. اندازه‌ی نیروی کشش نخ در نقطه‌ی A چند نیوتون است؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$ و جرم نخ‌ها ناچیز فرض شود).



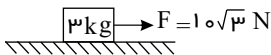
- (۱) ۳۶ (۲) ۴۴ (۳) ۲۰ (۴) ۱۶

۵۴. جسمی که با سرعت ثابت V_0 در مسیری مستقیم و افقی در حال حرکت است، با شتاب ثابت ناگهان ترمز کرده و پس از مدتی می‌ایستد. اگر این جسم در آخرین ثانیه‌ی حرکت خود مسافت $0.5m$ را طی کند، ضریب اصطکاک جنبشی جسم با سطح افقی کدام است؟

$$(g = 10 \frac{N}{kg})$$

- (۱) ۰٫۱ (۲) ۰٫۲ (۳) ۰٫۵ (۴) ۰٫۷

۵۵. در شکل زیر، جسمی به جرم $3kg$ توسط نیرویی افقی به بزرگی $F = 10\sqrt{3}N$ با سرعت ثابت بر روی سطح افقی در حال حرکت است. در این حالت نیرویی که سطح تکیه‌گاه بر جسم وارد می‌کند، چه زاویه‌ای بر حسب درجه با راستای قائم می‌سازد؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$)

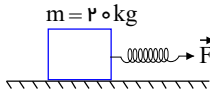


- (۱) ۳۰ (۲) صفر (۳) ۴۵ (۴) ۶۰

۵۶. دو جسم کروی با جرم‌های $m_1 = 2kg$ و $m_2 = 1kg$ طوری کنار یک‌دیگر قرار گرفته‌اند که فاصله‌ی مراکز آن‌ها از هم برابر $6cm$ است. در چند سانتی‌متری از مرکز جسم m_2 ، برآیند نیروهای گرانشی وارد بر جسمی به جرم M از طرف دو جسم m_1 و m_2 برابر با صفر است؟

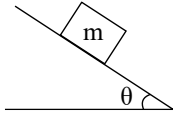
- (۱) ۲۰ (۲) ۳۰ (۳) ۴۰ (۴) ۵۰

۵۷. در شکل زیر، اگر ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح افقی برابر با 0.1 ، ثابت فنر برابر با $100 \frac{N}{m}$ و تغییر طول فنر از حالت اولیه‌ی آن برابر با 40 cm باشد، شتاب حرکت جسم چند متر بر مجذور ثانیه است؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$ و از جرم فنر صرف نظر کنید).



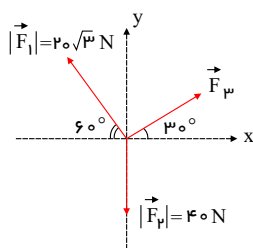
- (۱) 0.25 (۲) 0.5 (۳) 1 (۴) 2

۵۸. در شکل زیر، جسم m روی سطح شیب‌داری که زاویه‌ی آن با افق قابل تغییر است قرار دارد. اگر زاویه‌ی سطح شیب‌دار با افق را به تدریج زیاد کنیم تا به 37° برسد، آنگاه با یک ضربه‌ی کوچک، جسم با شتاب $2 \frac{m}{s^2}$ شروع به حرکت می‌کند. ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی جسم با سطح به ترتیب از راست به چپ کدام است؟ ($\sin 37^\circ = 0.6$)



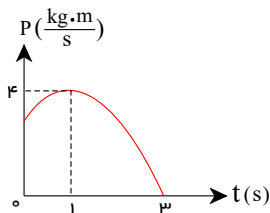
- (۱) $0.5, 0.75$ (۲) $0.25, 0.5$ (۳) $0.75, 0.8$ (۴) به جرم جسم بستگی دارد.

۵۹. در شکل زیر جسم واقع در مبدا تحت تاثیر سه نیروی نشان داده شده ساکن است اندازه‌ی نیروی F_3 چند نیوتون است؟



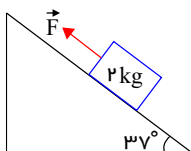
- (۱) $20\sqrt{3}$ (۲) $10\sqrt{3}$ (۳) 20 (۴) 30

۶۰. نمودار $P-t$ متحرکی که در مسیری مستقیم حرکت می‌کند، به صورت سهمی شکل مقابل می‌باشد. اگر جرم جسم 2 kg باشد، سرعت اولیه جسم چند متر بر ثانیه است؟



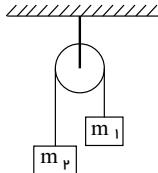
- (۱) 1 (۲) 1.5 (۳) 2 (۴) 3

۶۱. در شکل زیر، اندازه‌ی نیروی F چند نیوتون باشد تا جسم روی سطح شیب‌دار بدون اصطکاک با شتاب ثابت $0.5 \frac{m}{s^2}$ رو به پایین حرکت کند؟ ($\sin 37^\circ = 0.6$ و $g = 10 \frac{N}{kg}$)



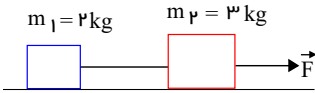
- (۱) 11 (۲) 13 (۳) 12 (۴) 10

۶۲. در شکل مقابل $m_2 - m_1 = 2 \text{ kg}$ و شتاب حرکت وزنه‌ها برابر با $2 \frac{m}{s^2}$ است. به ترتیب از راست به چپ، m_1 و m_2 چند کیلوگرم هستند؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$ و از جرم نخ، قرقره و اصطکاک بین آن‌ها صرف نظر شود).



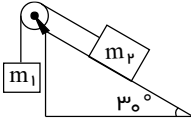
- (۱) 4.2 (۲) 5.3 (۳) 6.4 (۴) 3.1

۶۳. در شکل زیر اگر بیشینه نیروی کشش قابل تحمل توسط نخ افقی بین دو وزنه برابر با $15N$ و ضریب اصطکاک جنبشی هر وزنه با سطح افق برابر با 0.25 باشد، بیشینه اندازه‌ی نیروی افقی \vec{F} چند نیوتون باشد تا نخ افقی بین دو وزنه پاره نشود؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$) و جرم نخ ناچیز فرض شود.



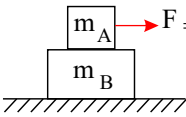
- (۱) ۲۵
(۲) ۲۷٫۵
(۳) ۳۷٫۵
(۴) ۵۰

۶۴. در شکل زیر $m_1 = m_2$ است. اگر مجموعه از حال سکون رها شود، پس از طی چه مسافتی بر حسب متر بر روی سطح شیب‌دار، سرعت حرکت وزنه m_2 به $5 \frac{m}{s}$ می‌رسد؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$) و از جرم نخ، قرقره و اصطکاک بین سطوح صرف نظر شود.



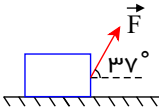
- (۱) ۲٫۵
(۲) ۵
(۳) ۱۲
(۴) ۱۵

۶۵. در شکل زیر اگر دو جسم $m_A = 2kg$ و $m_B = 3kg$ با یک شتاب حرکت کنند، بزرگی نیروی اصطکاک بین دو جسم چند نیوتون است؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$ و ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم m_B و سطح افقی برابر با $\mu_k = 0.12$ است.) $F = 16 N$



- (۱) ۲٫۴
(۲) ۳٫۶
(۳) ۶
(۴) ۱۲

۶۶. مطابق شکل زیر، جسمی به جرم $m = 2.2kg$ با نیروی \vec{F} روی سطح افقی با ضریب اصطکاک جنبشی 0.5 ، با سرعت ثابت کشیده می‌شود. اندازه‌ی نیروی \vec{F} چند نیوتون است؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$ و $\sin 37^\circ = 0.6$)



- (۱) ۲۲
(۲) ۱۳٫۷۵
(۳) ۱۱
(۴) ۱۰

۶۷. متحرکی به جرم 6 کیلوگرم از حال سکون و با شتاب ثابت $0.5 \frac{m}{s^2}$ در مسیری مستقیم به حرکت در می‌آید. بعد از چه مدت زمانی بر حسب ثانیه، اندازه‌ی تکانه‌ی آن به $12 \frac{kg \cdot m}{s}$ می‌رسد؟

- (۱) ۰٫۲۵
(۲) ۱
(۳) ۲
(۴) ۴

۶۸. جسمی به جرم $10kg$ روی سطحی افقی با اعمال نیروی افقی \vec{F} با سرعت ثابت $2 \frac{m}{s}$ در حال حرکت است. اندازه‌ی نیروی افقی \vec{F} را چند نیوتون کاهش دهیم تا جسم پس از طی مسافت 4 متر متوقف شود؟ (جهت نیروی \vec{F} ثابت است.)

- (۱) ۳
(۲) ۴
(۳) ۵
(۴) ۶

۶۹. ابتدا کودکی به جرم $40kg$ سوار آسانسور ساکنی می‌شود و آسانسور با شتاب ثابت $2 \frac{m}{s^2}$ به سمت بالا شروع به حرکت می‌کند. در حالت دوم شخصی به جرم m سوار این آسانسور ساکن شده و آسانسور با شتاب $2 \frac{m}{s^2}$ به سمت پایین شروع به حرکت می‌کند. اگر اندازه‌ی وزن

ظاهری کودک و شخص یکسان باشد، m چند کیلوگرم است؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$)

- (۱) ۲۰
(۲) ۲۶٫۵
(۳) ۴۰
(۴) ۶۰

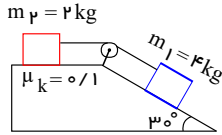
۷۰. اگر اندازه‌ی تکانه‌ی جسمی 20 درصد افزایش یابد، انرژی جنبشی آن چند درصد افزایش خواهد یافت؟ (جرم جسم ثابت است.)

- (۱) ۴۰
(۲) ۲۲
(۳) ۲۰
(۴) ۴۴

۷۱. اگر حجم سیاره A ، ۲۷ برابر حجم سیاره B و جرم آن ۱۰ برابر جرم سیاره B باشد، اندازه‌ی شتاب گرانی در سطح سیاره A چند برابر اندازه‌ی شتاب گرانی در سطح سیاره B است؟

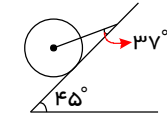
(۱) $\frac{9}{10}$ (۲) $\frac{10}{9}$ (۳) $\frac{3}{10}$ (۴) $\frac{10}{3}$

۷۲. در شکل زیر اگر اصطکاک جسم ۴ کیلوگرمی با سطح شیب‌دار ناچیز باشد، اندازه‌ی شتاب حرکت مجموعه بر حسب متر بر مجذور ثانیه و اندازه‌ی نیروی کشش نخ بر حسب نیوتون، به ترتیب از راست به چپ، کدام است؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$ و از جرم نخ، قرقره و اصطکاک بین آن‌ها صرف نظر کنید.)



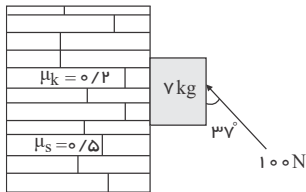
(۱) ۸.۳ (۲) ۱۶.۳ (۳) ۸.۲ (۴) ۲.۱۶

۷۳. در شکل زیر، کره‌ای همگن روی سطح شیب‌دار بدون اصطکاک در حال تعادل است. نسبت اندازه‌ی نیروی واکنش سطح شیب‌دار به اندازه‌ی نیروی کشش نخ، کدام است؟ ($\sin 37^\circ = 0.6$)



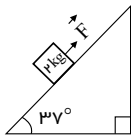
(۱) ۱.۴ (۲) ۱.۲ (۳) ۱.۸ (۴) ۱.۶

۷۴. در شکل زیر، جسم ابتدا ساکن است. اندازه‌ی نیروی اصطکاک وارد بر جسم چند نیوتون است؟ ($\sin 37^\circ = 0.6$, $g = 10 \frac{N}{kg}$)



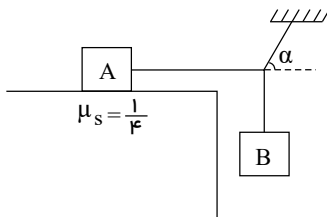
(۱) ۳۰ (۲) ۱۰ (۳) ۳۵ (۴) ۱۲

۷۵. در شکل مقابل حداقل و حداکثر اندازه‌ی نیروی \vec{F} برای آنکه جسم در آستانه‌ی حرکت روی سطح شیب‌دار قرار بگیرد به ترتیب برابر با $۴N$ و $۲۰N$ است. ضریب اصطکاک ایستایی جسم با سطح کدام است؟ ($\sin 37^\circ = 0.6$ و $g = 10 \frac{N}{kg}$)



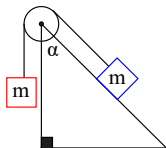
(۱) $\frac{3}{5}$ (۲) $\frac{3}{8}$ (۳) $\frac{1}{4}$ (۴) $\frac{1}{2}$

۷۶. در شکل مقابل، اگر $\frac{m_A}{m_B} = 4$ باشد، زاویه‌ی α چند درجه باشد تا وزنه‌ی A در آستانه‌ی حرکت روی سطح افقی قرار گیرد؟ (از جرم طناب صرفه نظر شود.)



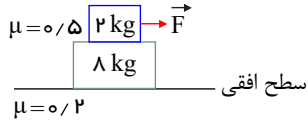
(۱) ۳۰° (۲) ۴۵° (۳) ۶۰° (۴) ۵۳°

۷۷. در شکل زیر، اندازه‌ی شتاب حرکت وزنه‌ها کدام است؟ (از جرم نخ، قرقره و تمامی اصطکاک‌ها صرف نظر شود.)



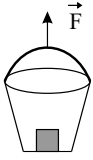
(۱) $g \sin \alpha$ (۲) $g \cos \alpha$ (۳) $g \sin^2 \frac{\alpha}{2}$ (۴) $g \cos^2 \frac{\alpha}{2}$

۷۸. در شکل مقابل حداکثر اندازه‌ی نیروی افقی \vec{F} چند نیوتن باشد تا دو جسم بر روی هم نلغزند؟ $(g = 10 \frac{N}{kg})$



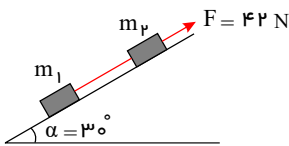
- (۱) ۱۰
(۲) ۱۵
(۳) ۱۷٫۵
(۴) ۲۰

۷۹. در شکل زیر درون سطلی به جرم $1٫۵kg$ ، وزنه‌ای به جرم $1kg$ گذاشته شده و با نیروی قائم \vec{F} به سمت بالا حرکت داده می‌شود. اگر اندازه‌ی نیرویی که از سوی وزنه به کف سطل وارد می‌شود $12N$ باشد، اندازه‌ی نیروی \vec{F} چند نیوتن است؟ $(g = 10 \frac{N}{kg})$



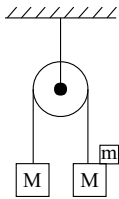
- (۱) ۱۰
(۲) ۲۰
(۳) ۳۰
(۴) ۴۰

۸۰. در شکل زیر دو وزنه روی سطح شیبدار بدون اصطکاک با نیروی \vec{F} و با شتاب ثابت $\frac{2}{3}m$ به طرف بالای سطح کشیده می‌شوند. اگر اندازه‌ی F برابر $42N$ باشد، اندازه‌ی نیروی کشش نخ بین دو وزنه چند نیوتن است؟ $(g = 10 \frac{N}{kg})$



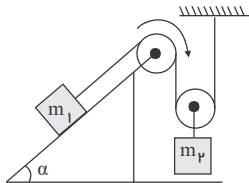
(۱) ۲۶٫۵
(۲) ۳۳٫۵
(۳) ۳۸٫۵
(۴) صفر

۸۱. در شکل مقابل ، جرم وزنه $M = 2kg$ و جرم وزنه $m = 1kg$ است . اگر مجموعه از حال سکون رها شود، در هنگام حرکت، اندازه‌ی نیرویی که جرم M بر جرم m وارد می‌کند برابر با چند نیوتن است؟ $(g = 10 \frac{N}{kg})$ و از جرم نخ، قرقره و تمامی اصطکاک‌ها صرف نظر شود.



- (۱) ۸
(۲) ۲
(۳) ۱۰
(۴) ۱۶

۸۲. در شکل زیر مجموعه‌ای از حال سکون رها می‌شود. اگر $m_2 = 3kg$ و اندازه‌ی نیروی کشش نخ برابر با $12N$ باشد، شتاب حرکت وزنه‌ی m_1 چند متر بر مجذور ثانیه است؟ $(g = 10 \frac{N}{kg})$ و از جرم نخ، قرقره و تمامی اصطکاک‌ها صرف نظر شود.

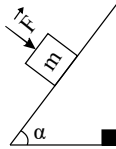


- (۱) ۳٫۶
(۲) ۱
(۳) ۲
(۴) ۴

۸۳. جسمی به جرم $2kg$ بر روی محور x حرکت می‌کند و معادله‌ی تکانه - زمان آن در SI به صورت $P = -2t^2 + 8t - 10$ است. در لحظه‌ای که سرعت جسم $V = -1 \frac{m}{s}$ می‌شود، بزرگی برابند نیروهای وارد بر آن چند نیوتن است؟

- (۱) ۱۶
(۲) ۴
(۳) ۱۲
(۴) صفر

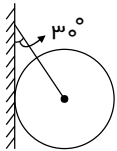
۸۴. در شکل زیر نیروی \vec{F} که از نظر اندازه با وزن جسم برابر است، به طور عمود بر سطح جسم وارد شده و جسم m در آستانه‌ی حرکت قرار دارد. ضریب اصطکاک ایستایی بین جسم و سطح کدام است؟



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

۸۵. در شرایط خلأ، گلوله‌ای به جرم 200 گرم را از سطح زمین با زاویه‌ی 45° بالای سطح افق با سرعت اولیه‌ی $10 \frac{m}{s}$ پرتاب می‌کنیم. بزرگی تغییر اندازه‌ی حرکت گلوله بین لحظه‌های $t = 3s$ تا $t = 6s$ ، چند کیلوگرم متر بر ثانیه می‌باشد؟ ($g = 10 \frac{m}{s}$)

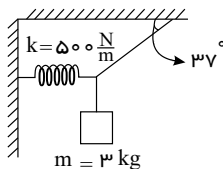
- (۱) 4 (۲) $18\sqrt{2}$ (۳) 6 (۴) $4\sqrt{2}$



۸۶. در شکل مقابل، سطح قائم بدون اصطکاک است. نسبت اندازه‌ی نیروی عمودی تکیه گاه به اندازه‌ی کشش نخ، کدام است؟

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

۸۷. دستگاه شکل روبه‌رو در حالت تعادل قرار دارد. اندازه‌ی تغییر طول فنر از حالت طبیعی‌اش چند سانتی‌متر است؟



- (۱) 4.5 (۲) 4.8 (۳) 8 (۴) 10
- $\cos 37^\circ = 0.8, g = 10 \frac{N}{kg}$ و از جرم نخ‌ها و فنر صرف نظر می‌شود.

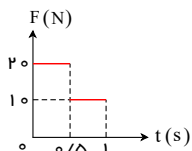
۸۸. نیرویی به بزرگی $5N$ به یک جسم شتاب $(\frac{m}{s^2}) = 2\vec{i} + 1.5\vec{j}$ می‌دهد. جرم این جسم چند کیلوگرم است؟

- (۱) 2 (۲) 3 (۳) 4 (۴) 5

۸۹. اگر معادله‌ی حرکت جسمی به جرم $3kg$ در مسیری مستقیم در SI به صورت $x = \frac{1}{3}t^3 - 2t^2 + 3t$ باشد، در چه لحظه‌ای بر حسب ثانیه، برآیند نیروهای وارد بر جسم برابر با $6N$ می‌شود؟

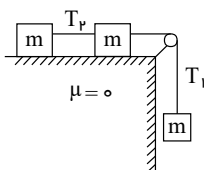
- (۱) 1 (۲) 2 (۳) 3 (۴) 4

۹۰. نمودار نیروی افقی وارد بر جسم ساکنی به جرم $2kg$ که روی سطح افقی بدون اصطکاک قرار دارد بر حسب زمان، مطابق شکل زیر است، پس از یک ثانیه سرعت جسم بر حسب متر بر ثانیه کدام است؟



- (۱) 7.5 (۲) 12.5 (۳) 15 (۴) 20

۹۱. در شکل روبه‌رو تمامی وزنه‌ها مشابه و اصطکاک، جرم نخ‌ها و قرقره ناچیز است به ترتیب از راست به چپ، شتاب حرکت دستگاه و حاصل



کدام است؟ (g شتاب گرانش است.)

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

۹۲. دو نیروی افقی $\vec{F}_1 = 7\vec{i} + 10\vec{j}$ و $\vec{F}_2 = a\vec{i} + b\vec{j}$ ، به جسم ساکنی که روی سطح افقی بدون اصطکاک قرار دارد، وارد می‌شود. اگر بردار تکانه جسم 3 ثانیه پس از شروع حرکت به صورت $\vec{P} = 6\vec{i} - 12\vec{j}$ باشد، حاصل $a + b$ کدام است؟ (تمام واحدها در SI هستند.)

- (۱) -19 (۲) 9 (۳) -23 (۴) -9

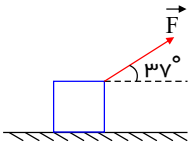
۹۳. بردار مکان مراکز دو جرم m_1 و m_2 در SI به ترتیب به صورت $\vec{r}_1 = 7\vec{i} + 2\vec{j}$ و $\vec{r}_2 = -5\vec{i} - 3\vec{j}$ می‌باشد. نیروی گرانشی که جرم m_1 به جرم m_2 وارد می‌کند، هم جهت با کدام یک از بردارهای زیر است؟

- (۱) $12\vec{i} - 5\vec{j}$
 (۲) $-12\vec{i} - 5\vec{j}$
 (۳) $-12\vec{i} + 5\vec{j}$
 (۴) $12\vec{i} + 5\vec{j}$

۹۴. جسمی به جرم 2kg تنها تحت تأثیر سه نیرو به اندازه‌های $F_1 = 20\text{N}$ ، $F_2 = 15\text{N}$ و $F_3 = 10\text{N}$ قرار دارد و ساکن است. اگر جهت نیروی F_3 برعکس شود، اندازه‌ی شتاب حرکت جسم چند متر بر مجذور ثانیه می‌شود؟

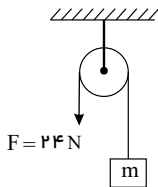
- (۱) ۱۰
 (۲) ۷٫۵
 (۳) ۵
 (۴) جسم هم‌چنان ساکن می‌ماند.

۹۵. در شکل زیر، اگر اندازه‌ی نیروی اصطکاک بین جسم ساکن 20 کیلوگرمی و سطح برابر با 48N باشد، بزرگی نیروی عمودی سطح چند نیوتون است؟ ($g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$, $\cos 37^\circ = 0.8$)



- (۱) ۱۳۶
 (۲) ۱۶۴
 (۳) ۲۰۰
 (۴) ۲۳۶

۹۶. در شکل روبه‌رو، جرم m تحت تأثیر نیروی $F = 24\text{N}$ با شتاب $2 \frac{m}{s^2}$ روبه بالا حرکت می‌کند. به جای نیروی \vec{F} ، وزنه‌ای چند کیلوگرمی به ریسمان سمت چپ ببندیم تا جرم m این بار با شتاب $2 \frac{m}{s^2}$ به طرف پایین حرکت کند؟ ($g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$)



- آن‌ها صرف‌نظر شود.
 (۱) $\frac{4}{3}$
 (۲) $\frac{3}{2}$
 (۳) $\frac{3}{4}$
 (۴) $\frac{2}{3}$

۹۷. اگر اندازه‌ی شتاب گرانی در سطح زمین $10 \frac{m}{s^2}$ باشد، وزن جسمی به جرم 36kg در ارتفاع 3Re از سطح زمین چند نیوتون است؟ (Re شعاع زمین است).

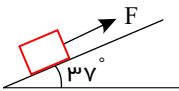
- (۱) 13.5
 (۲) ۹۰
 (۳) ۴۰
 (۴) 22.5

۹۸. در شرایط خلأ، گلوله‌ای به جرم 200g از ارتفاع 20 متری یک توده‌ی شنی با سرعت $15 \frac{m}{s}$ در راستای قائم به سمت پایین پرتاب می‌شود و پس از فرو رفتن در راستای قائم در توده‌ی شنی متوقف می‌شود. اگر مدت زمان حرکت گلوله در توده‌ی شنی تا لحظه‌ی توقف کامل آن 1 ثانیه باشد، اندازه‌ی نیروی متوسطی که از طرف توده‌ی شنی به گلوله وارد می‌شود، چند نیوتون است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)

- (۱) ۵۲
 (۲) ۵۰
 (۳) ۴۸
 (۴) ۵

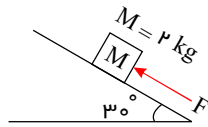
۹۹. شخصی طنابی به جرم m را به درختی بسته و محکم می‌کشد. عکس‌العمل نیروهای وارد بر طناب
 (۱) بر شخص وارد می‌شود.
 (۲) بر درخت وارد می‌شود.
 (۳) بر درخت و شخص وارد می‌شود.
 (۴) بر شخص، درخت و زمین وارد می‌شود.

۱۰۰. مطابق شکل جسمی به جرم 2kg در آستانه‌ی حرکت رو به پایین است. اگر ضریب اصطکاک ایستایی جسم با سطح شیب‌دار برابر 0.5 باشد، بزرگی نیروی F چند نیوتون است؟ ($\sin 37^\circ = 0.6$, $g = 10 \frac{m}{s^2}$)



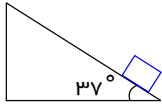
- (۱) ۴
 (۲) ۱۰
 (۳) ۲۲
 (۴) ۲۰

۱۰۱. در شکل روبه‌رو، اندازه‌ی نیروی اصطکاک بین وزنه و سطح شیب‌دار به اندازه‌ی ۲ برابر اندازه‌ی وزن جسم است. اندازه‌ی نیروی \vec{F} که موازی با سطح شیب‌دار به جسم وارد می‌شود، چند نیوتون باشد تا جسم با سرعت ثابت از روی سطح شیب‌دار پایین بیاید؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$)



- ۶ (۱)
۱۰ (۲)
۱۴ (۴)
۸ (۳)

۱۰۲. مطابق شکل زیر جسمی با سرعت اولیه‌ی $15 \frac{m}{s}$ موازی سطح شیب‌دار به سمت بالا پرتاب می‌شود. اگر ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح برابر با $\frac{1}{8}$ باشد، چند ثانیه پس از شروع حرکت، سرعت جسم به $1 \frac{m}{s}$ می‌رسد؟ ($\sin 37^\circ = 0.6, g = 10 \frac{N}{kg}$)

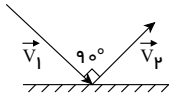


- ۰.۵ (۱)
۱ (۲)
۲ (۴)
۱.۵ (۳)

۱۰۳. معادله‌ی تکانه جسمی در SI به صورت $\vec{P} = (4t^2 - 16t)\vec{i} + (\frac{1}{3}t^3 - t^2 + 1)\vec{j}$ است. در چه لحظه‌ای بر حسب ثانیه، شتاب حرکت جسم برابر با صفر می‌شود؟

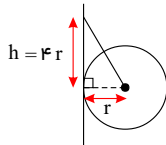
- ۱ (۱)
۲ (۲)
۳ (۳)
۴ (۴)

۱۰۴. گلوله‌ای به جرم $1 kg$ مطابق شکل زیر با سرعت $V_1 = 4 \frac{m}{s}$ به زمین برخورد کرده و با سرعت $V_2 = 3 \frac{m}{s}$ از زمین جدا می‌شود تغییر تکانه گلوله بر حسب کیلوگرم متر بر ثانیه کدام است؟



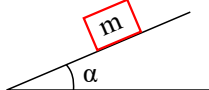
- ۱ (۱)
۳ (۲)
۵ (۳)
۷ (۴)

۱۰۵. در شکل زیر، کره‌ای یکنواخت به شعاع r و جرم $6 kg$ توسط نخ‌ی با جرم ناچیز از دیوار قائم بدون اصطکاک آویزان است. اندازه‌ی نیرویی که از طرف کره به دیوار وارد می‌شود، چند نیوتون است؟



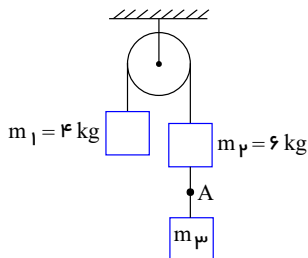
- $g = 10 \frac{N}{kg}$
۱۵ (۱)
۲۰ (۲)
۱۵√۳ (۴)
۲۴۰ (۳)

۱۰۶. در شکل زیر، جسمی را روی یک سطح شیب‌دار با شیب متغیر قرار می‌دهیم. وقتی سطح شیب‌دار با افق زاویه 45° می‌سازد، جسم با شتاب ثابت a_1 رو به پایین می‌لغزد و اگر زاویه را به 53° برسانیم اندازه‌ی شتاب جسم $a_2 = 2a_1$ می‌شود. ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح شیب‌دار چقدر است؟ ($\sin 53^\circ = 0.8, \sin 45^\circ = 0.7$)



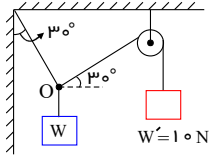
- $\frac{1}{2}$ (۱)
 $\frac{3}{4}$ (۲)
 $\frac{1}{3}$ (۳)
 $\frac{2}{3}$ (۴)

۱۰۷. در شکل زیر با پاره شدن نخ از نقطه‌ی A، شتاب حرکت وزنه‌ها $\frac{1}{3}$ حالت قبل از پاره شدن نخ می‌شود. جرم m_3 چند کیلوگرم است؟



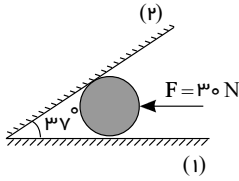
- $g = 10 \frac{N}{kg}$ و از جرم نخ، قرقره و اصطکاک بین آن‌ها صرف نظر شود.
۴ (۱)
۶ (۲)
۸ (۳)
۱۰ (۴)

۱۰۸. مطابق شکل زیر، وزنه‌های W و W' در حال تعادل هستند، اندازه‌ی W چند نیوتون است؟ (جرم نخ، قرقره و اصطکاک بین آن‌ها ناچیز است.)



- (۱) ۱۰
(۲) ۱۵
(۳) ۲۰
(۴) ۲۵

۱۰۹. در شکل زیر به کره‌ای به جرم ۳۰ kg نیروی افقی $F = ۳۰\text{ N}$ وارد شده است. بزرگی نیرویی که هر یک از سطوح (۱) و (۲) به کره وارد می‌کنند، به ترتیب از راست به چپ چند نیوتون است؟ (از اصطکاک سطوح صرف نظر شود.) ($g = ۱۰ \frac{\text{N}}{\text{kg}}$, $\sin ۳۷^\circ = ۰٫۶$)

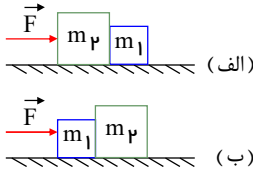


- (۱) ۳۴۸ و ۶۰
(۲) ۳۴۰ و ۵۰
(۳) ۳۴۰ و ۶۰
(۴) ۳۴۸ و ۵۰

۱۱۰. به جسمی به جرم ۲ kg که روی یک سطح افقی قرار دارد، دو نیروی افقی $\vec{F}_1 = ۳\vec{i} + ۴\vec{j}$ و \vec{F}_2 وارد می‌شود و جسم با سرعت ثابت $\vec{V} = ۶\vec{i} + ۸\vec{j}$ حرکت می‌کند. نیروی \vec{F}_2 کدام است؟ (از اصطکاک صرف نظر کنید و تمام اندازه‌ها در SI هستند.)

- (۱) $\vec{F}_2 = ۳\vec{i} + ۴\vec{j}$
(۲) $\vec{F}_2 = ۹\vec{i} + ۱۲\vec{j}$
(۳) $\vec{F}_2 = -۳\vec{i} - ۴\vec{j}$
(۴) $\vec{F}_2 = -۶\vec{i} - ۸\vec{j}$

۱۱۱. مطابق شکل‌های زیر دو جسم به جرم‌های $m_1 = ۱\text{ kg}$ و $m_2 = ۲\text{ kg}$ روی سطح افقی قرار دارند و با نیروی افقی \vec{F} با شتاب $\frac{۳}{۲} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ به حرکت درمی‌آیند، اگر ضریب اصطکاک جنبشی بین هر کدام از جسم‌ها و سطح برابر با ۱/۲ باشد، اندازه‌ی نیروی تماسی بین دو جسم در شکل (الف) چند برابر اندازه‌ی نیروی تماسی بین دو جسم در شکل (ب) می‌باشد؟ ($g = ۱۰ \frac{\text{N}}{\text{kg}}$)



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

۱۱۲. یک مکعب کوچک فلزی روی سطح شیب داری که با افق زاویه‌ی α می‌سازد با سرعت ثابت رو به پایین می‌لغزد. اگر این جسم را روی همان سطح با سرعت اولیه‌ی V_0 رو به بالا پرتاب کنیم، چه مدت طول می‌کشد تا جسم به بالاترین نقطه‌ی مسیر حرکت خود برسد؟

- (۱) $\frac{V_0}{g \sin \alpha}$
(۲) $\frac{V_0}{g \cos \alpha}$
(۳) $\frac{V_0}{2g \sin \alpha}$
(۴) $\frac{V_0}{2g \cos \alpha}$

۱۱۳. معادله‌ی بردار تکانه‌ی یک جسم به جرم ۲۰۰ گرم برحسب زمان در SI به صورت $\vec{P} = ۳t\vec{i} + ۱۰t^۲\vec{j}$ می‌باشد. در لحظه‌ی $t = ۰٫۴\text{ s}$ ، اندازه سرعت جسم چند متر بر ثانیه است؟

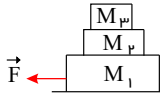
- (۱) ۱
(۲) ۱۰
(۳) ۲
(۴) ۲۰

۱۱۴. معادله‌ی تکانه - زمان جسمی به جرم ۲۵۰ گرم در SI به صورت $P = \frac{1}{۲}t^۲ + ۲t$ است. اندازه‌ی سرعت و نیروی وارد بر این جسم در

لحظه‌ی $t = ۲\text{ s}$ به ترتیب از راست به چپ چند متر بر ثانیه و چند نیوتون است؟

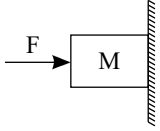
- (۱) ۴٫۶
(۲) ۲۴٫۲۴
(۳) ۲۴٫۶
(۴) ۴٫۲۴

۱۱۵. در شکل زیر، حداکثر اندازه‌ی نیروی \vec{F} چند نیوتون باشد، تا هر سه جسم با یک شتاب حرکت کنند؟ ($\mu_{S_3} = 0/2$ ، $\mu_{S_2} = 0/4$ ، $\mu_{S_1} = 0$)
 $M_3 = 1kg$ ، $M_2 = 2kg$ ، $M_1 = 5kg$ و $g = 10 \frac{N}{kg}$



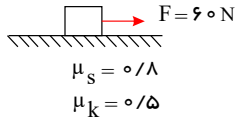
- (۱) ۱۳
 (۲) ۱۴
 (۳) ۱۵
 (۴) ۱۶

۱۱۶. نیروی افقی $F = 12N$ مطابق شکل، جعبه‌ای به وزن $5N$ را به دیوار قائمی می‌فشارد. ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی میان دیوار و جسم به ترتیب $\mu_s = 0/6$ و $\mu_k = 0/4$ است. با فرض این که جسم در ابتدا ساکن است، نیرویی که دیوار به جسم وارد می‌کند چند نیوتون است؟



- (۱) ۵
 (۲) ۱۲
 (۳) ۱۳
 (۴) ۷/۲

۱۱۷. مطابق شکل روبه‌رو، به جسم ساکنی به جرم $8kg$ نیرویی افقی به بزرگی $60N$ وارد می‌شود. اندازه‌ی نیرویی که از طرف سطح بر جسم وارد می‌شود، برحسب نیوتون کدام است؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$)



- (۱) $40\sqrt{5}$
 (۲) ۱۰۰
 (۳) ۸۰
 (۴) ۵۰

۱۱۸. معادله‌ی تکانه‌ی جسمی به جرم $2kg$ که بر روی محور x حرکت می‌کند، در SI به صورت $P = -2t^2 + 8t - 10$ است. در لحظه‌ی آن که سرعت جسم برابر با $V = -1 \frac{m}{s}$ است. بزرگی برآیند نیروهای وارد بر آن چند نیوتون است؟

- (۱) ۱۶
 (۲) ۴
 (۳) ۱۲
 (۴) صفر

۱۱۹. بردار تکانه‌ی جسمی در SI به صورت $\vec{P} = (3t^2)\vec{i} + (2b - 6)t\vec{j}$ است. اگر در لحظه‌ی $t = 1s$ اندازه‌ی برآیند نیروهای وارد بر جسم برابر با $10N$ باشد، b در SI کدام یک از گزینه‌های زیر می‌تواند باشد؟

- (۱) -۱
 (۲) ۷
 (۳) ۸
 (۴) گزینه‌های ۱ و ۲

۱۲۰. متحرکی به جرم $5kg$ با شتاب ثابت بر خط راست در حال حرکت است. اگر در لحظه‌ی $t = 0$ تکانه‌ی آن برابر با $300 \frac{kg \cdot m}{s}$ باشد و پس از 10 ثانیه به $500 \frac{kg \cdot m}{s}$ برسد، شتاب حرکت جسم چند متر بر مجذور ثانیه است؟

- (۱) ۳
 (۲) ۴
 (۳) ۵
 (۴) ۱۰

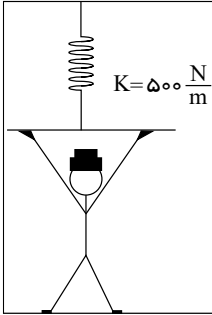
۱۲۱. معادله‌ی تکانه - زمان متحرکی به جرم $m = 2kg$ در SI به صورت $\vec{P} = (t^2 + 2t + 1)\vec{i} + 3t\vec{j}$ است. شتاب حرکت این متحرک در لحظه‌ی $t = 1s$ چه زاویه‌ای با بردار سرعت آن در این لحظه می‌سازد؟

- (۱) 30°
 (۲) 45°
 (۳) 37°
 (۴) صفر

۱۲۲. جسمی به جرم $6kg$ را روی سطح افقی با نیروی افقی $80N$ با سرعت ثابت می‌کشیم. اندازه‌ی نیرویی که از طرف جسم بر سطح افقی وارد می‌شود، چند نیوتون است؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$)

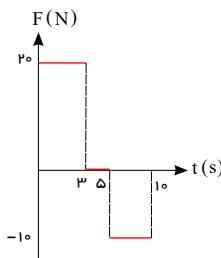
- (۱) ۱۴۰
 (۲) ۱۰۰
 (۳) ۸۰
 (۴) ۶۰

۱۲۳. مطابق شکل زیر، شخصی به جرم 60 kg درون آسانسوری که با شتاب ثابت $\frac{2}{g}$ از حال سکون به سمت پایین شروع به حرکت می کند، قرار دارد. این شخص فنری را که از سقف آسانسور آویزان است به سمت پایین می کشد. اگر تغییر طول فنر نسبت به حالت عادی آن 15 cm باشد. نیروی عمودی که کف آسانسور به شخص وارد می کند، چند نیوتون است؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$)



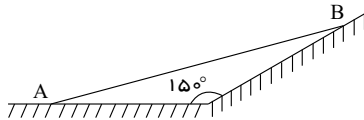
- (۱) ۴۸۰
(۲) ۶۷۵
(۳) ۴۰۵
(۴) ۵۵۵

۱۲۴. شکل زیر نمودار نیروی وارد بر جسمی به جرم 2 kg است که با سرعت اولیه $10 \frac{m}{g}$ روی خط راست شروع به حرکت می کند. سرعت جسم در لحظه $t = 10\text{ s}$ چند متر بر ثانیه است؟



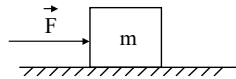
- (۱) -۵
(۲) -۱۰
(۳) ۵
(۴) ۱۵

۱۲۵. مطابق شکل زیر، میله AB به جرم 1 kg به دو دیوار افقی برابر و مایل تکیه داده شده است. دیوار مایل کاملاً صیقلی و ضریب اصطکاک ایستایی میله با سطح افقی برابر با $0/1$ است. چنانچه میله در آستانه حرکت باشد، اندازه‌ی نیرویی که دیوار مایل به میله وارد می کند، چند نیوتون است؟ ($g = 10 \frac{N}{Kg}$)



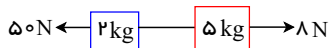
- (۱) $\frac{10 + \sqrt{3}}{20}$
(۲) $100\sqrt{3}$
(۳) $\frac{20}{10 + \sqrt{3}}$
(۴) $\frac{20}{10 - \sqrt{3}}$

۱۲۶. در شکل مقابل نیروی افقی \vec{F} ، به جسمی به جرم m که روی سطح افقی قرار دارد، وارد می شود و جسم ساکن است. اگر اندازه‌ی نیروی \vec{F} را دو برابر کنیم و جسم هم چنان ساکن بماند. در این صورت اندازه‌ی نیروی اصطکاک در حالت دوم برابر اندازه‌ی نیروی اصطکاک در حالت اول می شود و این با قانون نیوتون قابل توجیه است.



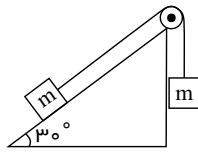
- (۱) ۲ - اول
(۲) ۲ - سوم
(۳) کم تر از ۲ - اول
(۴) کم تر از ۲ - سوم

۱۲۷. در شکل زیر، اندازه‌ی نیروی کشش نخ بسته شده بین دو جسم چند نیوتون است؟ (سطح افقی بدون اصطکاک است و از جرم نخ صرف نظر کنید.)



- (۱) ۱۲
(۲) ۲۰
(۳) ۳۰
(۴) ۳۸

۱۲۸. در شکل مقابل، اگر ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح شیب‌دار برابر $\frac{\sqrt{3}}{5}$ باشد، شتاب دستگاه چند متر بر مجذور ثانیه است؟



از $g = 10 \frac{m}{s^2}$ ، جرم نخ و قرقره و اصطکاک بین آن‌ها صرف نظر شود.

- (۱) ۱
(۲) ۱٫۵
(۳) ۲
(۴) ۳

۱۲۹. جسمی به جرم $3kg$ روی سطح افقی بدون اصطکاک با سرعت $5 \frac{m}{s}$ در حال حرکت است. اگر نیروی افقی $F = 4N$ در خلاف جهت

حرکت جسم به مدت ۳ ثانیه بر جسم وارد شود، در پایان این مدت تکانه جسم چند $\frac{kg \cdot m}{s}$ می‌شود؟

- (۱) ۳
(۲) ۲۷
(۳) ۱۲
(۴) ۲۰

۱۳۰. به انتهای فنر قائمی با طول عادی $20cm$ ، کفه‌ای به جرم m وصل می‌کنیم. در این حالت طول فنر $25cm$ می‌شود. اگر با قرار دادن یک وزنه 200 گرمی بر روی این کفه، $8cm$ دیگر به طول فنر اضافه شود، m چند گرم است؟

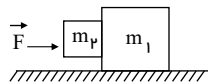
- (۱) ۷۵
(۲) ۱۲۵
(۳) ۲۰۰
(۴) $\frac{1000}{3}$

۱۳۱. آسانسوری با شتاب ثابت در حال حرکت است. گلوله‌ای به جرم $200g$ از یک نخ سبک و از سقف آسانسور آویزان شده است. اگر حداکثر نیروی کشش قابل تحمل نخ برابر ۱ نیوتون باشد، کدام یک از گزینه‌های زیر در مورد بزرگی شتاب آسانسور برحسب متر بر مجذور ثانیه و نوع

حرکت آسانسور می‌تواند صحیح باشد؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)

- (۱) ۱، تندشونده به سمت بالا
(۲) ۶، کندشونده به سمت بالا
(۳) ۱، تندشونده به سمت پایین
(۴) ۲، کندشونده به سمت پایین

۱۳۲. در شکل زیر، جسمی به جرم m_1 روی سطح افقی قرار دارد و جسمی به جرم m_2 در تماس با آن است. اگر ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی بین جسم‌های m_1 و m_2 ، هم‌چنین بین جسم m_1 با سطح افقی به ترتیب برابر 0.2 و 0.1 باشد، حداقل شتاب مجموعه چند متر بر



مجذور ثانیه باشد، تا جسم m_2 در راستای قائم نیلغزد؟ ($m_2 = 1kg, m_1 = 5kg, g = 10 \frac{N}{kg}$)

- (۱) ۸٫۸
(۲) ۱۱
(۳) ۹
(۴) ۱۱٫۲۵

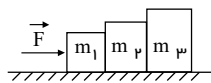
۱۳۳. معادله‌ی تکانه‌ی جسمی برحسب زمان به صورت $\vec{P} = (t^2 - at)\vec{i} + (t^2 + 2bt)\vec{j}$ است. اگر نیروی برآیند وارد بر جسم در لحظه‌ی

$t = 1s$ به صورت $\vec{F} = 4\vec{i} + 8\vec{j}$ باشد، $a + b$ کدام است؟ (تمام واحدها در SI هستند).

- (۱) -۵
(۲) ۱۰
(۳) ۵
(۴) ۱

۱۳۴. در شکل زیر، مجموعه با شتاب ثابت بر سطح افقی در حال حرکت است. اگر نیرویی که جسم m_1 به جسم m_2 وارد می‌کند، سه برابر

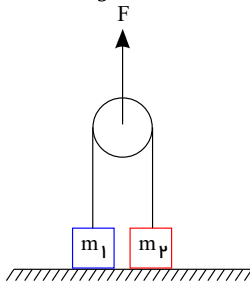
نیرویی باشد که جسم m_3 به جسم m_2 وارد می‌کند، حاصل $\frac{m_2}{m_3}$ کدام است؟ (ضریب اصطکاک جنبشی برای هر سه جسم یکسان و



$g = 10 \frac{N}{kg}$ است.)

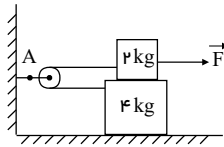
- (۱) ۳
(۲) $\frac{1}{3}$
(۳) $\frac{1}{2}$
(۴) ۲

۱۳۵. در شکل زیر دو جسم به جرم‌های $m_1 = 3\text{ kg}$ ، $m_2 = 2\text{ kg}$ بر روی سطح افقی قرار دارند. اگر F حداقل نیروی لازم برای جدا کردن دو جسم از سطح افقی باشد، شتاب جسم m_2 چند متر بر مجذور ثانیه است؟ (جرم نخ و قرقره و کلیه اصطکاک‌ها ناچیز است و $g = 10 \frac{N}{kg}$)



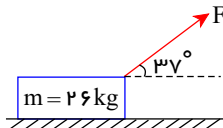
- (
 ۱۵ (۱)
 ۵ (۲)
 ۲ (۳)
 ۰ (۴)

۱۳۶. در شکل زیر ضریب اصطکاک ایستایی کلیه سطوح برابر با μ است. اگر نیروی افقی \vec{F} حداکثر مقداری را داشته باشد که به ازای آن مجموعه ساکن باشد، نیروی کشش نخ در نقطه A چند نیوتون است؟ (جرم قرقره و نخ‌ها ناچیز است و $g = 10 \frac{N}{kg}$)



- (۱) ۳۲
 (۲) ۸
 (۳) ۲۴
 (۴) ۱۶

۱۳۷. مطابق شکل، جسمی با سرعت ثابت روی سطح افقی کشیده می‌شود. ضریب اصطکاک جنبشی جسم با زمین چقدر است؟ ($\sin 37^\circ = 0.6$)



- (۱) ۰.۴
 (۲) ۲.۵
 (۳) ۰.۱
 (۴) ۲.۶

۱۳۸. توپ کوچکی به جرم 200 g با سرعت $5 \frac{m}{s}$ به صورت افقی به دیوار قائم بدون اصطکاک برخورد می‌کند و با سرعت $5 \frac{m}{s}$ و زاویه 30° نسبت به دیوار و رو به پایین برمی‌گردد. اندازه‌ی نیروی متوسطی که دیوار به توپ وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$)

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

۱۳۹. جسمی روی سطح شیب‌داری با زاویه شیب α ، نسبت به افق ساکن است. در مورد ضریب اصطکاک ایستایی بین سطح و جسم (μ_s) کدام یک درست است؟

- (۱) $\mu_s = \tan \alpha$ (۲) $\mu_s \geq \tan \alpha$ (۳) $\mu_s > \tan \alpha$ (۴) $\mu_s \leq \tan \alpha$

۱۴۰. وزن و جرم جسمی که در فاصله سه برابر شعاع زمین است، چند برابر وزن و جرم همان جسم روی سطح زمین است؟

- (۱) $\frac{1}{4}$ و $\frac{1}{4}$ (۲) $\frac{1}{9}$ و ۱ (۳) $\frac{1}{4}$ و $\frac{1}{2}$ (۴) $\frac{1}{16}$ و ۱

۱۴۱. اندازه‌ی تکانه‌ی جسمی که با سرعت ثابت و در مسیری مستقیم در حال حرکت است $24 \frac{kg \cdot m}{s}$ است. نیروی ثابت \vec{F} در راستای حرکت

جسم و به مدت زمانی 2 s به جسم وارد شده و سرعت جسم را به $\frac{1}{3}$ مقدار اولیه و در خلاف جهت حرکت اولیه آن می‌رساند. بزرگی نیروی \vec{F} چند نیوتون است؟

- (۱) ۴ (۲) ۸ (۳) ۱۶ (۴) ۳۲

۱۴۲. شخصی به جرم 50 kg داخل آسانسوری ایستاده است که شتاب رو به بالای $2 \frac{m}{s^2}$ دارد. چه نیرویی از طرف شخص به کف آسانسور وارد

می‌شود؟

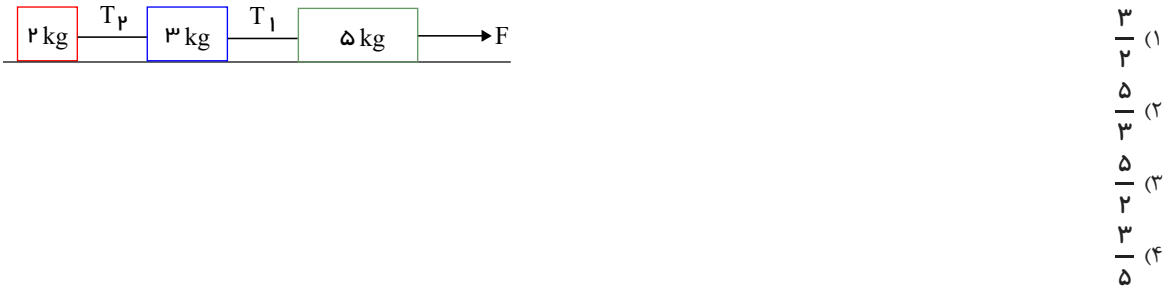
- (۱) 600 N (۲) 400 N (۳) 500 N (۴) 580 N

۱۴۳. اتومبیلی به جرم ۱٫۲ تن با سرعت ثابت $۲۰ \frac{m}{s}$ در حرکت است و بر اثر ترمز، با شتاب ثابت در مدت ۵ ثانیه می‌ایستد. اندازه‌ی برآیند نیروهای وارد بر اتومبیل در این مدت چند نیوتن است؟

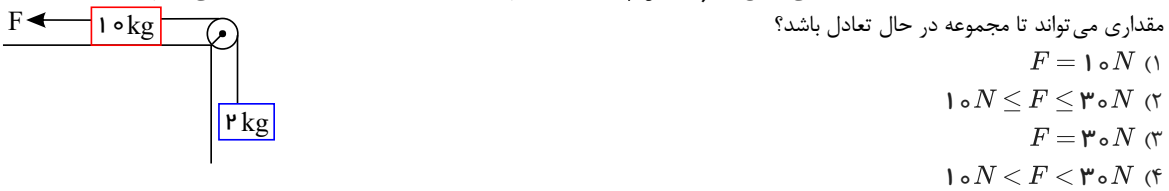
- (۱) ۴۸×۱۰^۳ (۲) $۴٫۸ \times ۱۰^۳$ (۳) ۲۴×۱۰^۳ (۴) $۲٫۴ \times ۱۰^۳$

۱۴۴. وقتی اتومبیلی در یک جاده افقی حرکت می‌نماید، کدام یک از نیروهای زیر، آن را به جلو می‌راند؟
(۱) نیروی موتور به چرخ‌ها (۲) نیروی موتور به سطح جاده (۳) نیروی سطح جاده به چرخ‌ها (۴) نیروی مقاومت هوا بر ماشین

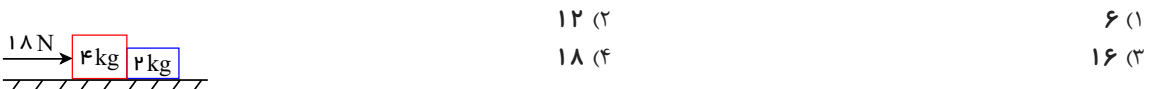
۱۴۵. در شکل مقابل، سه جسم توسط نیروی F با شتاب ثابت کشیده می‌شوند. اگر جرم طناب و اصطکاک ناچیز باشد، نسبت $\frac{T_1}{T_2}$ کدام است؟



۱۴۶. در شکل مقابل، ضریب اصطکاک ایستایی سطح، $\mu_s = ۰٫۱$ است و از جرم طناب و سایر اصطکاک‌ها صرف نظر می‌کنیم. نیروی F چه مقداری می‌تواند تا مجموعه در حال تعادل باشد؟



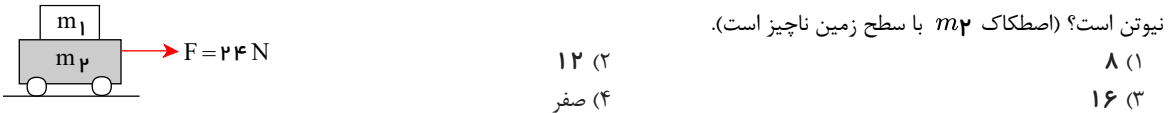
۱۴۷. در شکل مقابل، کلیه اصطکاک‌ها ناچیز است. نیرویی که جسم ۴ کیلوگرمی به جسم ۲ کیلوگرمی وارد می‌کند، چند نیوتن است؟



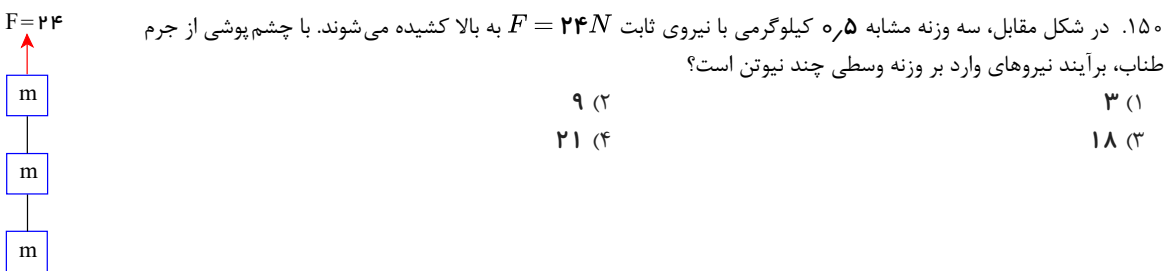
۱۴۸. جسمی در هوا در حال سقوط است. واکنش نیروی وزن آن به چه جسمی وارد می‌شود؟

- (۱) هوا (۲) خود جسم (۳) زمین (۴) اجسام روی زمین

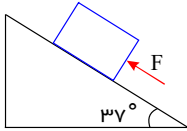
۱۴۹. در شکل مقابل، وزنه‌های $m_1 = ۲ kg$ و $m_2 = ۴ kg$ با شتاب یکسان در حال حرکت هستند. نیروی اصطکاک بین دو جسم چند نیوتن است؟ (اصطکاک m_2 با سطح زمین ناچیز است).



۱۵۰. در شکل مقابل، سه وزنه مشابه ۵ کیلوگرمی با نیروی ثابت $F = ۲۴ N$ به بالا کشیده می‌شوند. با چشم پوشی از جرم طناب، برآیند نیروهای وارد بر وزنه وسطی چند نیوتن است؟



۱۵۱. در شکل مقابل، جسم با سرعت ثابت روی سطحی با ضریب اصطکاک $\frac{1}{4}$ ، در خلاف جهت نیروی F حرکت می‌کند. اندازه نیروی F چند برابر وزن جسم است؟



- (۱) ۰٫۲۵
(۲) ۰٫۴
(۳) ۰٫۶

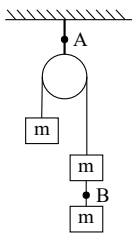
۱۵۲. دو نیروی افقی $\vec{F}_1 = 13\vec{i} + 7\vec{j}$ و $\vec{F}_2 = \alpha\vec{i} + \beta\vec{j}$ به طور همزمان بر جسمی به جرم 3kg که روی سطح افقی بدون اصطکاک قرار دارد، وارد می‌شوند و شتاب $\vec{a} = 2\vec{i} + 4\vec{j}$ را به جسم می‌دهند. $\alpha + \beta$ در SI کدام است؟ (تمام واحدها در SI هستند.)

- (۱) ۸
(۲) ۱۰
(۳) -۲
(۴) ۱۴

۱۵۳. از قانون اول نیوتون کدام گزینه نتیجه می‌شود؟

- (۱) هرچه لختی یک جسم ساکن بیش‌تر باشد، به حرکت درآوردن آن مشکل‌تر است.
(۲) هرچه لختی یک جسم متحرک بیش‌تر باشد متوقف کردن آن مشکل‌تر است.
(۳) قانون اول نیوتون را قانون لختی نیز می‌نامند.
(۴) هر سه مورد صحیح است.

۱۵۴. در شکل مقابل، جرم تمامی وزنه‌ها یکسان است. نیروی کشش نخ در نقطه‌ی A چند برابر نیروی کشش نخ در نقطه‌ی B است؟ (جرم نخ، قرقره و کلیه اصطکاک‌ها ناچیز است و $g = 10 \frac{N}{kg}$)



(۱) ۴
(۲) ۲
(۳) $\frac{3}{2}$
(۴) ۶

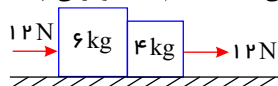
۱۵۵. چکشی به جرم 4kg با سرعت $10 \frac{m}{s}$ به انتهای میخی برخورد کرده و با سرعت $5 \frac{m}{s}$ در همان راستا برمی‌گردد. اگر متوسط اندازه‌ی نیروی وارد بر میخ 6000N باشد، زمان برخورد چکش چند ثانیه است؟

- (۱) 10^{-2}
(۲) 2×10^{-2}
(۳) $\frac{1}{3} \times 10^{-2}$
(۴) $\frac{1}{2} \times 10^{-2}$

۱۵۶. یک بالون هوای داغ به جرم 600kg با شتاب $5 \frac{m}{s^2}$ در راستای قائم در حال پایین آمدن است. چه جرمی برحسب kg را باید سریعاً از آن بیرون راند تا بالون با شتاب $5 \frac{m}{s^2}$ در جهت رو به بالا حرکت کند؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$ و فرض کنید در هر دو حالت نیروی رو به بالایی از طرف هوا به بالون وارد می‌شود، که بر اثر کاهش جرم بالون تغییر نمی‌کند.)

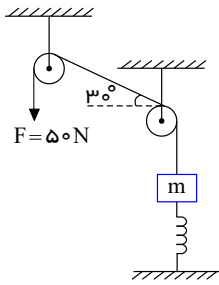
- (۱) ۱۰۰
(۲) ۲۰۰
(۳) ۳۰۰
(۴) ۴۰۰

۱۵۷. در شکل زیر اصطکاک بین کلیه‌ی سطوح ناچیز است اگر جهت نیروهای وارد بر دو جسم عکس شود بزرگی شتاب جسم 6kg کیلوگرمی چند برابر می‌شود؟ (در هر دو حالت مجموعه در ابتدا ساکن می‌باشد.)



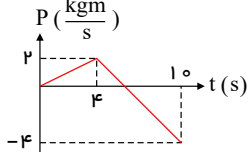
- (۱) ۱٫۲
(۲) ۲
(۳) ۱
(۴) $\frac{5}{6}$

۱۵۸. در شکل روبرو جسم m به جرم ۳ kg از یک طرف به فنری با ثابت $۱۰۰ \frac{N}{m}$ متصل است و از طرف دیگر نخ متصل به آن با نیروی ۵۰ N کشیده می‌شود و دستگاه در حال تعادل است. تغییر طول فنر از حالت عادی چند سانتی‌متر است؟ ($g = ۱۰ \frac{m}{s^2}$ و جرم نخ، فنر و قرقره‌ها همچنین کلیه‌ی اصطکاک‌ها ناچیز است.)



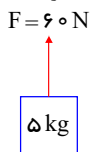
- (۱) ۲۰
(۲) ۰٫۲
(۳) ۵
(۴) ۱۰

۱۵۹. نمودار اندازه حرکت - زمان جسمی که بر روی خط راست حرکت می‌کند. در SI مطابق شکل مقابل است. در لحظه‌ی $t = ۶\text{ s}$ بزرگی نیروی وارد بر جسم بر حسب نیوتون کدام است؟



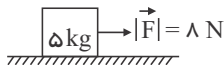
- (۱) ۱
(۲) ۰٫۶
(۳) ۶
(۴) صفر

۱۶۰. در شکل زیر به جسم ۵ کیلوگرمی نیروی $F = ۶۰\text{ N}$ در راستای قائم و به طرف بالا وارد می‌شود و جسم از حال سکون شروع به حرکت می‌کند. ۵ ثانیه پس از آغاز حرکت، بزرگی تکانه‌ی جسم در SI کدام است؟ ($g = ۱۰ \frac{N}{kg}$ و از مقاومت هوا صرف نظر شود.)



- (۱) ۱۰
(۲) ۶۰
(۳) ۵۰
(۴) ۳۵

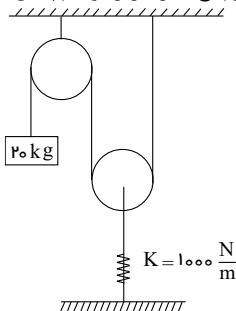
۱۶۱. در شکل زیر، جسم با سرعت ثابت $۱ \frac{m}{s}$ به صورت مستقیم و افقی در جهت نیروی افقی \vec{F} حرکت می‌کند. چند نیوتون اندازه‌ی نیروی



\vec{F} را کاهش دهیم تا پس از ۵ ثانیه این جسم متوقف گردد؟

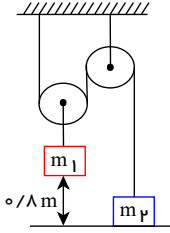
- (۱) ۱
(۲) ۲
(۳) ۳
(۴) ۷

۱۶۲. در شکل مقابل، دستگاه در حال تعادل است، تغییر طول فنر نسبت به حالت عادی آن چند سانتی‌متر است؟ (جرم نخ، فنر، قرقره و همچنین تمامی اصطکاک‌ها ناچیز است، $g = ۱۰ \frac{N}{kg}$)



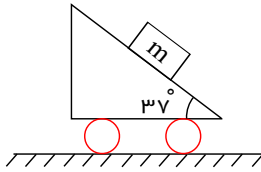
- (۱) ۰٫۱
(۲) ۴۰
(۳) ۲۰
(۴) ۵

۱۶۳. در شرایط خلا، دو جسم به جرم‌های $m_1 = 7\text{kg}$ ، $m_2 = 2\text{kg}$ مطابق شکل زیر توسط نخ و قرقره‌های سبک و بدون اصطکاک‌کی نگه داشته شده‌اند. وقتی جرم m_1 در ارتفاع 0.8m بالای سطح زمین قرار دارد. سیستم از حال سکون رها می‌شود. سرعت جرم m_1 در لحظه‌ی برخورد با زمین چند $\frac{m}{s}$ می‌شود؟ $g = 10 \frac{N}{kg}$



- (۱) $\sqrt{5}$
- (۲) $0.8\sqrt{5}$
- (۳) $1.6\sqrt{5}$
- (۴) $3.2\sqrt{5}$

۱۶۴. در شکل زیر، سطح شیب‌دار بدون اصطکاک و زاویه‌ی سطح شیب‌دار با افق 37° می‌باشد. شتاب حرکت از پایه به سمت راست چند متر بر مجذور ثانیه باشد، تا ارتفاع جسم $m = 2\text{kg}$ از سطح افقی تغییری نکند؟ $(\cos 37^\circ = 0.8, g = 10 \frac{N}{kg})$

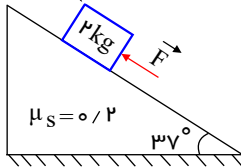


- (۱) ۸
- (۲) ۷.۵
- (۳) ۶
- (۴) $\frac{40}{3}$

۱۶۵. جسمی به جرم 2kg تحت تأثیر سه نیروی $F_1 = 10\text{N}$ ، $F_2 = 20\text{N}$ و $F_3 = 15\text{N}$ با سرعت ثابت $15 \frac{m}{s}$ و هم جهت بر نیروی F_1 حرکت می‌کند. اگر نیروی F_1 حذف شود؛ دو ثانیه پس از این لحظه، بزرگی سرعت جسم چند متر بر ثانیه می‌شود؟

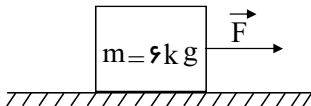
- (۱) ۵
- (۲) ۱۵
- (۳) ۲۵
- (۴) ۱۰

۱۶۶. در شکل زیر، حداکثر مقدار نیروی \vec{F} برای آن که جسم روی سطح نیلغزد، چند نیوتن است؟ $(\cos 37^\circ = 0.8, g = 10 \frac{N}{kg})$



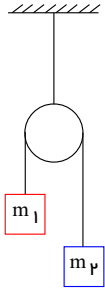
- (۱) ۸.۸
- (۲) ۱۰.۲
- (۳) ۱۵.۲
- (۴) ۲۰.۸

۱۶۷. در شکل زیر، نیروی افقی $F = 90\text{N}$ به جسم m به جرم 6kg وارد می‌شود. اگر اندازه‌ی نیرویی که از طرف جسم به سطح افقی وارد می‌شود برابر با 75N باشد، بزرگی شتاب حرکت جسم چند متر بر مجذور ثانیه است؟ $(g = 10 \frac{N}{kg})$



- (۱) صفر
- (۲) ۷.۵
- (۳) ۲.۵
- (۴) ۱۵

۱۶۸. در شکل مقابل مجموعه از حال سکون رها می‌شود. اگر کار برابند نیروهای وارد بر جرم m_2 پس از آن که 40 cm در راستای قائم و در جهت بالا جابه‌جا شد برابر با 4 J باشد، جرم m_1 چند کیلوگرم است؟ ($m_2 = 2\text{ kg}$ ، $g = 10 \frac{m}{s^2}$ و مقاومت هوا و جرم نخ و قرقره و کلیه اصطکاک‌ها ناچیز هستند).



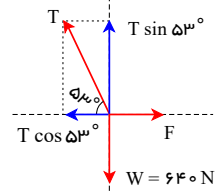
۴ (۲)
۵٫۵ (۴)

۸ (۱)
۶ (۳)

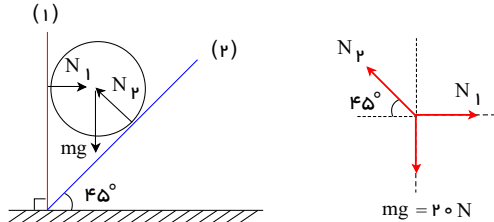
۱. گزینه ۴ برای آن که برآیند نیروهای وارد بر نقطه‌ی O برابر با صفر شود، باید برآیند نیروها در راستای محورهای x و y صفر شود. در نتیجه مطابق شکل زیر داریم:

$$\begin{cases} \sum F_x = 0 \\ \sum F_y = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} F = T \cos 53^\circ \\ T \sin 53^\circ = 64 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} F = T \times 0,6 \\ T \times 0,8 = 64 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} T = 80 \text{ N} \\ F = 48 \text{ N} \end{cases}$$



۲. گزینه ۲ نیروهای وارد بر جسم را از یک نقطه رسم می‌کنیم و رابطی سینوس‌ها را برای آن به کار می‌بریم.



$$\frac{N_1}{\sin(90^\circ + 45^\circ)} = \frac{mg}{\sin(90^\circ + 45^\circ)} \Rightarrow N_1 = mg \Rightarrow N_1 = 20 \text{ N}$$

۳. گزینه ۴ با مشتق گرفتن از رابطی تکانه-زمان برای جسم در حال حرکت روی صفحه‌ی xoy بر حسب زمان، معادله‌ی نیرو-زمان را به دست می‌آوریم:

$$\vec{P} = (t^3 - 2)\vec{i} + (2t^2 - 3t + 6)\vec{j}$$

$$\vec{F} = \frac{d\vec{P}}{dt} = \left(\frac{dP_x}{dt}\right)\vec{i} + \left(\frac{dP_y}{dt}\right)\vec{j} \Rightarrow \vec{F} = (3t^2)\vec{i} + (4t - 3)\vec{j}$$

در لحظه‌ی $t = 2 \text{ s}$ اندازه‌ی بردار نیرو را به دست می‌آوریم:

$$\xrightarrow{t=2\text{s}} \vec{F} = (3 \times 2^2)\vec{i} + (4 \times 2 - 3)\vec{j} = 12\vec{i} + 5\vec{j} \text{ (N)} \Rightarrow |\vec{F}| = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{12^2 + 5^2} = 13 \text{ N}$$

با استفاده از قانون دوم نیوتون، اندازه‌ی شتاب جسم را در این لحظه به دست می‌آوریم:

$$F = ma \xrightarrow{m=5\text{kg}} 13 = 5a \Rightarrow a = \frac{13}{5} = 2,6 \frac{m}{s^2}$$

۴. گزینه ۳ با استفاده از قانون دوم نیوتون داریم:

$$\vec{F} = \frac{m\Delta V}{\Delta t} \xrightarrow{\frac{m}{\Delta t} = 5 \frac{kg}{s}} \vec{F} = 5 \times (0 - 5) \Rightarrow \vec{F} = -25 \text{ N} \Rightarrow |\vec{F}| = 25 \text{ N}$$

۵. گزینه ۲ به کمک قانون دوم نیوتون بزرگی نیرو و سپس شتاب حرکت جسم به دست می‌آید:

$$\vec{F} = \frac{d\vec{P}}{dt} \Rightarrow \vec{F} = (2t + 1)\vec{i} + 4\vec{j} \xrightarrow{t=1\text{s}} \vec{F} = 3\vec{i} + 4\vec{j} \text{ (N)} \Rightarrow |\vec{F}| = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5 \text{ N}$$

$$a = \frac{F}{m} \xrightarrow{m=0,25\text{kg}} a = 20 \frac{m}{s^2}$$

۶. گزینه ۳ با استفاده از قانون گرانش نیوتون، می‌توان نوشت:

$$F = G \frac{M_e m}{r^2} \Rightarrow \frac{F_o}{F_1} = \left(\frac{r_1}{r_o}\right)^2 \xrightarrow{r_1 = 2R_e + R_e = 3R_e, r_o = R_e} \frac{F_o}{F_1} = \left(\frac{3R_e}{R_e}\right)^2 \Rightarrow \frac{F_o}{F_1} = 9$$

تذکر: دقت کنید فاصله‌ها در قانون گرانش نیوتون از مرکز کره اندازه‌گیری می‌شود.

۷. گزینه ۴ با توجه به رابطی $\vec{F} = \frac{d\vec{P}}{dt}$ ابتدا از معادله‌ی تکانه - زمان نسبت به زمان مشتق می‌گیریم تا معادله‌ی نیرو - زمان به دست آید:

$$\vec{F} = \frac{d\vec{P}}{dt} \xrightarrow{\vec{P} = 3t^2\vec{i} + 8t\vec{j}} \vec{F} = 6t\vec{i} + 8\vec{j}$$

اکنون بزرگی نیرو را در لحظه‌ی $t = 1 \text{ s}$ حساب می‌کنیم و سپس با استفاده از قانون دوم نیوتون، بزرگی شتاب را به دست می‌آوریم:

$$\vec{F} = 6t\vec{i} + 8j \xrightarrow{t=1s} \vec{F} = 6\vec{i} + 8j \Rightarrow F = \sqrt{36 + 64} \Rightarrow F = 10 \text{ N}$$

$$a = \frac{F}{m} \xrightarrow{m=2kg} a = \frac{10}{2} \Rightarrow a = 5 \frac{m}{s^2}$$

۸. گزینه ۳ برای تعیین نوع حرکت باید V و a را تعیین علامت کنیم. با توجه به تعریف اندازه حرکت و نیرو، می توان علامت نیرو را جایگزین علامت شتاب و علامت اندازه حرکت را جایگزین علامت سرعت کرد.

$$P = 2t^2 - 14t + 24 \Rightarrow 2t^2 - 14t + 24 = 0 \Rightarrow 2(t^2 - 7t + 12) = 0$$

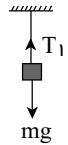
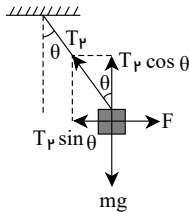
$$\Rightarrow (t-3)(t-4) = 0 \Rightarrow \begin{cases} t=3(s) \\ \text{یا} \\ t=4(s) \end{cases}$$

$$F = \frac{dP}{dt} = 4t - 14 \Rightarrow 4t - 14 = 0 \Rightarrow t = 3.5s$$

t (s)	3	3.5	4
P	+	-	+
F	-	+	-
نوع حرکت	تند شونده	تند شونده کند شونده	تند شونده کند شونده

بنابراین در مجموع به مدت $\Delta t = 3 + 0.5 = 3.5s$ حرکت متحرک کندشونده است.

۹. گزینه ۲ چون در هر دو حالت وزنه در حالت تعادل است، بنابراین برابری نیروهای وارد بر آن در هر دو حالت برابر با صفر خواهد بود. از شرط تعادل برای شکل (۱) داریم:



$$T_1 = mg$$

$$\begin{cases} T_p \cos \theta = mg \\ T_p \sin \theta = F \end{cases}$$

از جمع مجذورات در رابطه های مربوط به شکل (۲) می توان نوشت:

$$(T_p \cos \theta)^2 + (T_p \sin \theta)^2 = (mg)^2 + F^2 \xrightarrow{\sin^2 \theta + \cos^2 \theta = 1} T_p^2 = (mg)^2 + F^2$$

$$T_p = 3T_1 = 3mg$$

$$(3mg)^2 = (mg)^2 + F^2 \Rightarrow F^2 = 8(mg)^2 \Rightarrow F = 2\sqrt{2}mg$$

از طرفی داریم:

بنابراین:

۱۰. گزینه ۴ می دانیم شیب خط مماس بر نمودار تکانه بر حسب زمان در هر لحظه، اندازه ی برابری نیروی وارد بر جسم در آن لحظه را نشان

می دهد ($\vec{F} = \frac{d\vec{P}}{dt}$) بنابراین مطابق نمودار سوال، از لحظه $t_1 = 0$ تا $t_2 = 15s$ ، برابری نیروهای وارد بر جسم ثابت و برابر با

$$F_1 = \frac{30 - 0}{15 - 0} = 2N$$

و از لحظه $t_2 = 15s$ تا لحظه $t_3 = 20s$ برابری نیروهای وارد بر جسم ثابت و برابر با

$F_2 = \frac{0 - 30}{20 - 15} = -6N$ بوده است. چون از لحظه $t = 15s$ به بعد نیروی \vec{F} قطع شده است، بنابراین در راستای افق فقط نیروی اصطکاک جنبشی بر جسم اثر می کند که اندازه ی آن برابر با $f_k = 6N$ است. بنابراین در بین لحظه های $t_1 = 0$ تا $t_2 = 15s$ می توان نوشت:

$$F - f_k = 2 \xrightarrow{f_k=6N} F - 6 = 2 \Rightarrow F = 8N$$

۱۱. گزینه ۳ وقتی کامیون ترمز می کند، وزنه ی آونگ به سبب اینرسی اش، تمایل به حفظ حرکت اولیه ی خود دارد و بنابراین به سمت جلو منحرف می شود. این پدیده با قانون اول نیوتون قابل توجیه است.

۱۲. گزینه ۱

ابتدا اندازه ی شتاب جسم را به دست می آوریم:

$$a = \sqrt{2^2 + 1.5^2} = 2.5 \frac{m}{s^2}$$

حال با استفاده از قانون دوم نیوتن، می توان نوشت:

$$\sum F = ma \Rightarrow 5 = m \times 2,5 \Rightarrow m = 2 \text{ kg}$$

۱۳. گزینه ۴

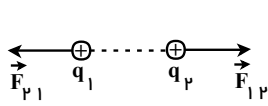
با دو بار مشتق گرفتن از رابطه مکان - زمان معادله شتاب بدست می آید، داریم:

$$a = \frac{d^2 x}{dt^2} \Rightarrow a = 4 \frac{m}{s^2}$$

$$\sum F = ma \Rightarrow \sum F = 4 \times 4 \Rightarrow F = 16 \text{ N}$$

با توجه به قانون دوم نیوتن داریم:

۱۴. گزینه ۴ طبق قانون سوم نیوتن، وقتی جسم (۱) نیروی \vec{F}_{12} را به جسم (۲) وارد می کند جسم (۲) نیز نیروی \vec{F}_{21} را به جسم (۱) وارد می کند. اگر \vec{F}_{12} را نیروی کنش بنامیم، \vec{F}_{21} نیروی واکنش نام دارد. باتوجه به شکل نیز می توان نوشت:



(۱) نیروهای کنش و واکنش همواره هم اندازه هستند.

(۲) نیروهای کنش و واکنش همواره هم راستا، اما در خلاف جهت یکدیگر هستند.

(۳) نیروهای کنش و واکنش همواره بر دو جسم جدا از هم وارد می شوند، بنابراین قابل برابری نیستند و اثر یکدیگر را خنثی نمی کنند.

(۴) نیروهای کنش و واکنش همواره از یک نوع هستند. (مثلاً الکتریکی هستند یا گرانشی و یا...)

۱۵. گزینه ۲ نیروهای وارد بر جرم M مطابق شکل مقابل است. وقتی جرم M در آستانه ی حرکت است، بیشینه ی نیروی اصطکاک ایستایی بر جسم وارد می شود، بنابراین داریم:

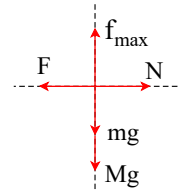
$$\sum F_x = 0 \Rightarrow N - F = 0 \Rightarrow N = F = 80 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow f_s \text{ max} - mg - Mg = 0$$

$$\Rightarrow \mu_s N - mg - Mg = 0$$

$$\Rightarrow 0,2 \times 80 - 10m - 1 \times 10 = 0$$

$$\Rightarrow 10m = 6 \Rightarrow m = 0,6 \text{ kg} = 600 \text{ g}$$



دقت کنید نیروی \vec{N} ، نیروی عمود بر سطح ناشی از جرم m است که اندازه ی آن برابر با وزن جرم m خواهد بود.

۱۶. گزینه ۴ اندازه ی شتاب حرکت جسم و سپس جابه جایی آن را در مدت ۲ ثانیه ی اول حرکت محاسبه می کنیم.

$$\sum F = ma \Rightarrow F - f_k = ma \Rightarrow F - \mu mg = ma \Rightarrow 24 - 0,2 \times 2 \times 10 = 2a \Rightarrow a = 10 \frac{m}{s^2}$$

$$\Delta x_1 = \frac{1}{2} at^2 + V_0 t = \frac{1}{2} \times 10 \times 2^2 + 0 \Rightarrow \Delta x_1 = 20 \text{ m}$$

بعد از حذف نیروی \vec{F} ، تنها نیروی اصطکاک جنبشی در خلاف جهت حرکت به جسم متحرک وارد می شود. سرعت جسم در انتهای ۲ ثانیه ی ابتدایی حرکت آن برابر است با:

$$V_1 = at + V_0 \Rightarrow V_1 = 10 \times 2 + 0 \Rightarrow V_1 = 20 \frac{m}{s}$$

$$\sum F' = ma' \Rightarrow -f_k = ma' \Rightarrow -\mu_k mg = ma' \Rightarrow a' = -0,2 \times 10 = -2 \frac{m}{s^2}$$

بنابراین اندازه ی جابه جایی جسم بعد از حذف نیروی F تا توقف کامل آن، برابر است با:

$$V_1^2 - V_1'^2 = 2a' \Delta x_2 \Rightarrow 0 - 20^2 = 2 \times (-2) \Delta x_2 \Rightarrow \Delta x_2 = 100 \text{ m}$$

$$\Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2 = 20 + 100 = 120 \text{ m}$$

و جابه جایی کل متحرک برابر است با:

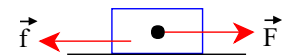
۱۷. گزینه ۳ ابتدا با استفاده از معادله ی سرعت - زمان جسم، سرعت آن را در لحظه ی قطع نیروی \vec{F} بدست می آوریم.

$$V = 2t + 3 \xrightarrow{t=3s} V = 2 \times 3 + 3 = 9 \frac{m}{s}$$

پس از قطع نیروی \vec{F} ، تنها نیروی اصطکاک به جسم شتاب می دهد و می توان نوشت:

$$V = a't + V_0 \Rightarrow 0 = a' \times 6 + 9 \Rightarrow a' = -1,5 \frac{m}{s^2}$$

$$-f = ma' \Rightarrow -f = 2 \times (-1,5) \Rightarrow f = 3 \text{ N}$$



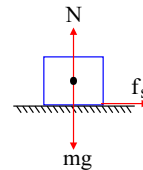
با توجه به معادله ی سرعت - زمان جسم، در ۳s اول حرکت، شتاب جسم برابر $1,5 \frac{m}{s^2}$ بوده است، بنابراین با توجه به شکل بالا داریم:

$$\sum F = ma \Rightarrow F - f = ma \Rightarrow F = 3 + 2 \times 2 = 7 \text{ N}$$

۱۸. گزینه ۳ از طرف کف کامیون، دو نیروی عمود بر سطح و اصطکاک ایستایی به جعبه وارد می‌شود. نیرویی که باعث شتاب گرفتن جعبه همراه با کامیون در جهت حرکت می‌شود، نیروی اصطکاک ایستایی بین جعبه و کف کامیون است.

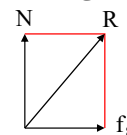
$$f_s = ma = 2 \times 7.5 = 15N$$

$$N = mg = 2 \times 10 = 20N$$



نیرویی که کف کامیون به جعبه وارد می‌کند، برآیند نیروی اصطکاک و نیروی عمودی سطح است.

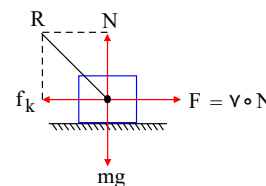
$$R = \sqrt{N^2 + f_s^2} = \sqrt{20^2 + 15^2} = 25N$$



۱۹. گزینه ۴ از طرف سطح افقی دو نیروی عمود بر سطح و اصطکاک بر جسم وارد می‌شود. چون نیروی \vec{F} افقی است. بنابراین $N = mg = 4 \times 10 = 40N$ است. بنابراین اندازه‌ی نیروی اصطکاک جنبشی وارد بر جسم برابر است با:

$$R^2 = N^2 + f_k^2$$

$$\Rightarrow 50^2 = 40^2 + f_k^2 \Rightarrow f_k = 30N$$



حال با استفاده از قانون دوم نیوتون در راستای حرکت جسم داریم:

$$\sum F_x = ma \Rightarrow F - f_k = ma \Rightarrow 70 - 30 = 4a \Rightarrow a = 10 \frac{m}{s^2}$$

۲۰. گزینه ۱ نیروی \vec{F} به جسم m_2 وارد می‌شود. ابتدا بررسی می‌کنیم آیا این نیرو می‌تواند جسم m_2 را به تنهایی و از حال سکون به حرکت وا دارد یا خیر. برای این منظور اندازه‌ی نیروی \vec{F} باید از اندازه‌ی بیشینه نیروی اصطکاک ایستایی وارد بر جسم m_2 بیشتر باشد.

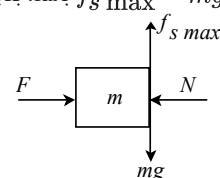
$$(f_s \max)_2 = \mu_s N_2 = \mu_s m_2 g \Rightarrow (f_s \max)_2 = 0.2 \times 4 \times 10 = 8N$$

چون $F < (f_s \max)_2$ می‌باشد، بنابراین جسم m_2 ساکن می‌ماند و در نتیجه نیروی کشش نخ بین دو جسم m_1 ، m_2 برابر با صفر خواهد بود.

۲۱. گزینه ۳ برای این که جرم m بر روی جرم M نلغزد، باید $f_s \max \geq mg$ باشد. حداقل مقدار نیروی \vec{F} زمانی به دست می‌آید که $f_s \max = mg$ باشد، بنابراین با توجه به شکل زیر داریم:

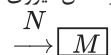
$$\sum F_y = 0 \Rightarrow f_s \max = mg \xrightarrow{f_s \max = \mu_s N} \mu_s N = mg$$

$$\xrightarrow{\mu_s = 0.4} 0.4N = 4 \times 10 \Rightarrow N = 100N$$



واکنش نیروی N به جسم M وارد شده و به آن شتاب می‌دهد، اندازه‌ی شتاب این جسم برابر است با:

$$N = Ma \xrightarrow{M=20kg} 100 = 20a \Rightarrow a = 5 \frac{m}{s^2}$$

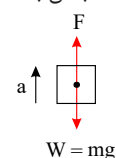


چون جرم m بر روی جرم M نمی‌لغزد، می‌توان نتیجه گرفت هر دو با شتاب یکسان حرکت می‌کنند. بنابراین می‌توان نوشت:

$$F = (m + M)a = (4 + 20) \times 5 \Rightarrow F = 120N$$

۲۲. گزینه ۴ مطابق شکل زیر، به جسم نیروهای \vec{F} و \vec{W} وارد می‌شود. چون جسم از حال سکون روبه بالا شروع به حرکت می‌کند، جهت شتاب آن به سمت بالاست و با استفاده از قانون دوم نیوتون در جهت شتاب می‌توان نوشت:

$$F - mg = ma \Rightarrow F = m(a + g) = 2 \times (2 + 10) = 24N$$



۲۳. گزینه ۴ حرکت این جسم دارای دو مرحله است. مرحله‌ای اول از شروع حرکت تا لحظه‌ای است که نیروی F قطع می‌شود. طی این مرحله جسم از حال سکون و با شتاب $5 \frac{m}{s^2}$ به صورت تند شونده به سمت بالا حرکت می‌کند. اندازه‌ی جابه‌جایی جسم طی این مدت و سرعت آن در انتهای این مرحله برابر است با:

$$\Delta x_1 = \frac{1}{2} a_1 t^2 + V_0 t = \frac{1}{2} \times 5 \times 20^2 + 0 \Rightarrow \Delta x_1 = 1000 m$$

$$V_1 = a_1 t + V_0 = 5 \times 20 + 0 \Rightarrow V_1 = 100 \frac{m}{s}$$

مرحله‌ی دوم از لحظه‌ی قطع شدن نیروی F تا لحظه‌ای است که جسم به بالاترین نقطه‌ی مسیر حرکت خود می‌رسد و سرعت آن برابر با صفر می‌شود. طی این مدت جسم با شتاب ثابت $g = 10 \frac{m}{s^2}$ و با حرکتی کندشونده حرکت می‌کند. برای محاسبه‌ی جابه‌جایی جسم طی این مرحله داریم:

$$V_2^2 - V_1^2 = -2g \Delta x_2 \Rightarrow 0 - 100^2 = -2 \times 10 \times \Delta x_2 \Rightarrow \Delta x_2 = 500 m$$

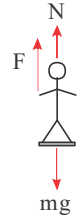
بنابراین اندازه‌ی جابه‌جایی کل این جسم تا لحظه‌ای که به بالاترین نقطه‌ی مسیر حرکت خود می‌رسد، برابر است با:

$$\Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2 = 1000 + 500 \Rightarrow \Delta x = 1500 m$$

۲۴. گزینه ۲ شخص، فنر را به سمت پایین می‌کشد، براساس قانون سوم نیوتون، فنر، شخص را به سمت بالا می‌کشد، اندازه‌ی نیروی فنر برابر است با:

$$x = 10 cm = \frac{10}{100} m = \frac{1}{10} m \Rightarrow F = Kx$$

$$\Rightarrow F = 2000 \times \frac{1}{10} = 200 N$$



از آن جایی که شخص بر روی نیرو سنج ایستاده است، بنابراین برآیند نیروهای وارد بر آن صفر است. داریم:

$$\sum F = ma = 0 \Rightarrow N + F - mg = 0 \Rightarrow N = mg - F = 60 \times 10 - 20 = 580 N$$

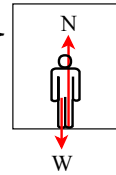
بنابراین نیرو سنج عدد $580 N$ را نشان می‌دهد.

۲۵. گزینه ۲ باتوجه به قانون دوم نیوتون و مطابق شکل، می‌توان نوشت:

$$F = ma \Rightarrow N - W = ma \xrightarrow{W=mg} N = ma + mg$$

$$\Rightarrow N = 50 \times 2 + 50 \times 10 = 600 N$$

جهت شتاب



۲۶. گزینه ۴ با استفاده از قانون دوم نیوتون در هر مرحله داریم:

$$mg - T_1 = ma_1 \Rightarrow T_1 = m(g - a_1) \Rightarrow k(L_1 - L_0) = m(g - a_1) \quad (1)$$

$$T_2 - mg = ma_2 \Rightarrow T_2 = m(g + a_2) \Rightarrow k(L_2 - L_0) = m(g + a_2) \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1), (2)} k(L_2 - L_0) - k(L_1 - L_0) = m(g + a) - m(g - a) \Rightarrow k(L_2 - L_1) = 2ma$$

$$\Rightarrow k(L_2 - L_1) = 2ma \Rightarrow k = \frac{2ma}{L_2 - L_1} = \frac{2 \times 2 \times 2}{(16 - 14) \times 10^{-2}} \Rightarrow k = 400 \frac{N}{m}$$

۲۷. گزینه ۴ نیروهای وارد بر جسم مطابق شکل زیر است. اگر قانون دوم نیوتون را در راستای عمود بر سطح بنویسیم، داریم:

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow N - F - mg \cos 37^\circ = 0 \Rightarrow N = F + mg \cos 37^\circ$$

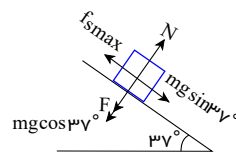
برای این که جسم به طرف پایین سطح شیب‌دار نلغزد، باید داشته باشیم:

$$f_s \max \geq mg \sin 37^\circ \Rightarrow \mu_s N \geq mg \sin 37^\circ$$

$$\Rightarrow \mu_s (F + mg \cos 37^\circ) \geq mg \sin 37^\circ$$

$$\Rightarrow F \geq mg \left(\frac{1}{\mu_s} \sin 37^\circ - \cos 37^\circ \right) \Rightarrow F_{\min} = mg \left(\frac{1}{\mu_s} \sin 37^\circ - \cos 37^\circ \right)$$

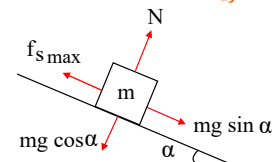
$$\Rightarrow F_{\min} = 2,5 \times 10 \times (4 \times 0,6 - 0,8) = 25 \times 1,6 N \Rightarrow F_{\min} = 40 N$$



گزینه ۳

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow mg \sin \alpha - f_s \max = 0$$

$$\frac{f_s \max = \mu_s N}{N = mg \cos \alpha} \rightarrow mg \sin \alpha - \mu_s mg \cos \alpha = 0 \rightarrow \mu_s = \tan \alpha$$

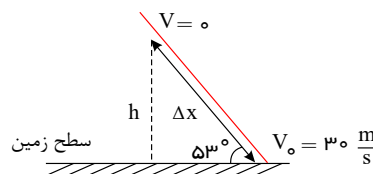


گزینه ۲ جسم روی سطح شیب‌دار حرکتی کندشونده و با شتاب ثابت دارد اندازه‌ی شتاب ثابت حرکت جسم روی سطح شیب‌دار برابر است با:

$$\sum F = ma \Rightarrow -mg \sin \alpha - \mu_k mg \cos \alpha = ma$$

$$\Rightarrow a = -g(\sin \alpha + \mu_k \cos \alpha)$$

$$\Rightarrow a = -10 \times (0,8 + \frac{1}{3} \times 0,6) \Rightarrow a = -10 \frac{m}{s^2}$$



در نهایت با استفاده از رابطه‌ی مستقل از زمان در حرکت با شتاب ثابت در مسیر مستقیم، داریم:

$$V^2 - V_0^2 = 2a\Delta x \Rightarrow 0 - 30^2 = 2 \times (-10) \times \Delta x \Rightarrow \Delta x = 45 m$$

بنابراین بیشینه‌ی ارتفاعی که جسم از سطح زمین بالا می‌رود، برابر است با:

$$\sin \alpha = \frac{h}{\Delta x} \Rightarrow \sin 53^\circ = \frac{h}{45} \Rightarrow h = 36 m$$

گزینه ۳

$$T = \frac{2m_1 m_2}{m_1 + m_2} g \Rightarrow T = \frac{2 \times 4 \times 6}{4 + 6} \times 10 = 48 N$$

ابتدا اندازه‌ی نیروی کشش طناب را محاسبه می‌کنیم، داریم:

حال باید نیروی کشش فنر را محاسبه کنیم. باتوجه به این که قرقره ثابت است، می‌توان نوشت:

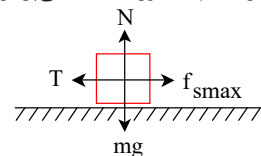
$$T' = 2T = 2 \times 48 = 96 N$$

$$T' = k\Delta x \Rightarrow 96 = 480 \Delta x \Rightarrow \Delta x = \frac{96}{480} = \frac{1}{5} m = 20 cm$$

بنابراین افزایش طول فنر نسبت به حالت عادی آن برابر است با:

گزینه ۲ با توجه به این که جسم ۴ کیلوگرمی در آستانه‌ی حرکت قرار دارد. کل مجموعه در حال تعادل است. بنابراین به بررسی وضعیت هر جسم به طور جداگانه می‌پردازیم. اگر نیروهای وارد بر جسم ۴ کیلوگرمی را رسم کنیم، داریم:

$$f_s \max = T \Rightarrow \mu_s mg = T \xrightarrow{\mu_s = 0,3} T = 0,3 \times 40 = 12 N$$



نیروی کشش نخ برابر با نیروی کشسانی فنر می‌باشد، بنابراین داریم:

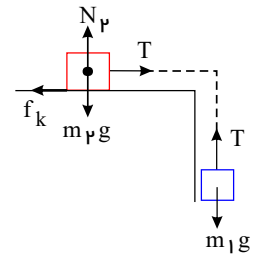
$$T = F_{\text{فنر}} \Rightarrow T = k\Delta x \Rightarrow 12 = 60 \Delta x \Rightarrow \Delta x = \frac{12}{60} m = 20 cm$$

گزینه ۴ نیروهای وارد بر دو جسم را به صورت زیر مشخص می‌کنیم و قانون دوم نیوتون را برای کل دستگاه می‌نویسیم. داریم:

$$\sum F = (\sum m) \times a \Rightarrow m_1 g - f_k = (m_1 + m_2) a$$

$$\frac{f_k = \mu_k N_2}{N_2 = m_2 g} \rightarrow m_1 g - \mu_k m_2 g = (m_1 + m_2) a$$

$$\Rightarrow m_1 g - \mu_k \times (2m_1 g) = 3m_1 \times \frac{g}{5} \Rightarrow \mu_k = 0,2$$



گزینه ۲

۲kg جرم جزئی $T_1 - T_2 = ma \Rightarrow 1 = 2a \Rightarrow a = \frac{1}{2}$

۳kg جرم جزئی $T_2 - 0 = ma \Rightarrow T_2 = 3 \times \frac{1}{2} \Rightarrow T_2 = 1,5(N)$

گزینه ۲ برای حرکت مجموعه، جسم m_2 باید به طرف پایین حرکت کند، بنابراین داریم:

$$f_{k1} = \mu_k N_1 = \mu_k m_1 g = 0,25 \times 5 \times 10 \Rightarrow f_{k1} = 12,5N$$

$$f_{k2} = \mu_k N_2 = \mu_k m_2 g \cos \theta = 0,25 \times m_2 \times 10 \times 0,8 \Rightarrow f_{k2} = 2m_2(N)$$

$$\sum F = (\sum m) a \Rightarrow m_2 g \sin \theta - f_{k1} - f_{k2} = (m_1 + m_2) a$$

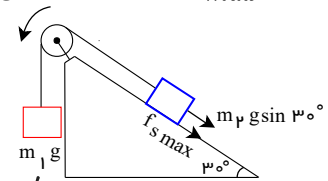
$$\Rightarrow m_2 \times 10 \times 0,6 - 12,5 - 2m_2 = (5 + m_2) \times 2 \Rightarrow m_2 = 11,25kg$$

گزینه ۱ وقتی جرم m_1 در آستانه‌ی حرکت به طرف پایین قرار دارد، جرم m_2 در آستانه‌ی حرکت به طرف بالا قرار می‌گیرد، بنابراین

نیروی اصطکاک ایستایی وارد بر جرم m_2 بیشینه‌ی مقدار خود را دارد و به طرف پایین است (نیروی اصطکاک بین جرم m_2 و سطح شیب‌دار برابر با f_{smax} و به طرف پایین سطح است)، داریم:

$$\sum F = 0 \Rightarrow m_1 g - m_2 g \sin \alpha - f_{smax} = 0$$

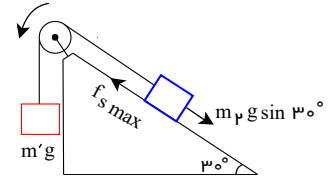
$$\Rightarrow 3,5 \times 10 - 4 \times 10 \times \frac{1}{2} - f_{smax} = 0 \Rightarrow f_{smax} = 15N$$



اگر جرم m_1 را کاهش دهیم و به m' برسانیم، وقتی جرم m' (پس از کاستن Δm) در آستانه‌ی حرکت به طرف بالا قرار گیرد f_{smax} وارد بر جرم m_2 به طرف بالای سطح است و داریم:

$$\sum F = 0 \Rightarrow m_2 g \sin 30^\circ - f_{smax} - m' g = 0$$

$$\Rightarrow 20 - 15 - m' \times 10 = 0 \Rightarrow 5 = 10m' \Rightarrow m' = 0,5kg$$



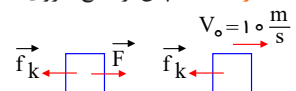
$$\Delta m = m_1 - m' = 3,5 - 0,5 = 3kg$$

بنابراین مقداری که باید از جرم m_1 کاسته شود، برابر است با:

گزینه ۲ پس از قطع نیروی \vec{F} ، تنها نیروی وارد بر جسم اصطکاک است که موجب کند شدن حرکت جسم می‌شود. بنابراین داریم:

$$V = at + V_0 \Rightarrow 0 = 2a + 10 \Rightarrow a = -5 \frac{m}{s^2}$$

$$0 - f_k = ma \Rightarrow -f_k = 2 \times (-5) \Rightarrow f_k = 10N$$

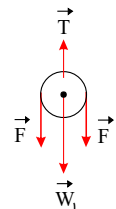


در مدتی که نیروی \vec{F} بر جسم وارد می‌شود، سرعت جسم ثابت است. بنابراین شتاب آن صفر است و داریم:

$$F - f_k = ma \Rightarrow F - 10 = 0 \Rightarrow F = 10N$$

گزینه ۲ نیروهای وارد بر قرقره‌ی کوچکتر در شکل زیر نشان داده شده است. برای این قرقره داریم:

$$T = 2F + W_1 (1)$$

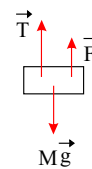


و نیروهای وارد بر وزنه عبارت است از:

$$T + F = Mg(2)$$

$$\frac{(2), (1)}{\rightarrow} 3F + W_1 = Mg$$

$$3F + 3 = 30 \Rightarrow F = 9N$$



۳۸. گزینه ۱ ابتدا شتاب حرکت مجموعه را تعیین می کنیم. داریم:

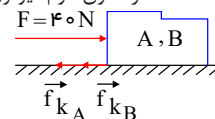
$$V = V_0 + at \Rightarrow 10 = 0 + a(2) \Rightarrow a = 5 \frac{m}{s^2}$$

$$\sum F = ma$$

$$\Rightarrow F - f_{kA} - f_{kB} = (m_A + m_B)a$$

$$\Rightarrow 40 - 0.2 \times 4 \times 10 - \mu_{kB} \times 2 \times 10 = 30 \Rightarrow \mu_{kB} = 0.1$$

با استفاده از قانون دوم نیوتون برای مجموعه دو جسم، داریم:

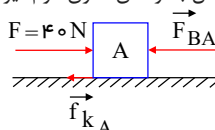


حال با نوشتن قانون دوم نیوتون برای جسم A، داریم:

$$\sum F = m_A a \Rightarrow F - F_{BA} - f_{kA} = m_A a$$

$$\Rightarrow 40 - F_{BA} - m_A g \mu_{kA} = m_A a$$

$$\Rightarrow 40 - F_{BA} - 4 \times 10 \times 0.2 = 4 \times 5 \Rightarrow F_{BA} = 12N$$



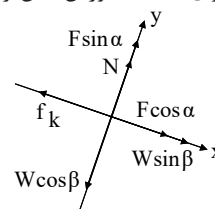
۳۹. گزینه ۲ با تجزیه نیروها در دو راستای موازی سطح و عمود بر سطح، خواهیم داشت:

$$a = \frac{1}{m} [F \cos \alpha + W \sin \beta - \mu_k (W \cos \beta - F \sin \alpha)]$$

برای به دست آوردن بیش ترین شتاب، داریم:

$$\frac{da}{d\alpha} = \frac{1}{m} [-F \sin \alpha + \mu_k F \cos \alpha] = 0$$

$$\Rightarrow \mu_k = \tan \alpha = 1 \Rightarrow \alpha = 45^\circ$$

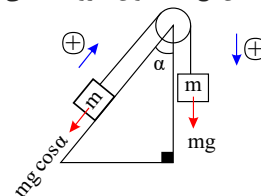


۴۰. گزینه ۳ در مسائل دو یا چند جسمی، نیروی داخلی تأثیری در حرکت ندارد. در این جا چون از جرم نخ و قرقره صرف نظر شده است، نیروی کشش نخ، به عنوان نیروی داخلی تأثیری در اندازه ی شتاب دستگاه ندارد. با استفاده از قانون دوم نیوتون داریم:

برای تعیین جهت حرکت $mg > mg \cos \alpha$

$$\sum F = (\sum m)a \Rightarrow mg - mg \cos \alpha = (m + m)a \Rightarrow mg(1 - \cos \alpha) = 2ma$$

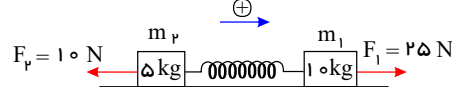
$$\Rightarrow a = \frac{1}{2}g(1 - \cos \alpha) \Rightarrow a = \frac{1}{2}g(2 \sin^2 \frac{\alpha}{2}) \Rightarrow a = g \sin^2 \frac{\alpha}{2}$$



۴۱. گزینه ۴ نیروهای افقی وارد بر جسم m_1 و m_2 در شکل نشان داده شده است.

$$\sum F - \sum R = \sum ma$$

$$F_1 - F_2 = (m_1 + m_2)a \Rightarrow 25 - 10 = 15m \Rightarrow a = 1$$

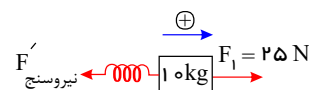


$$\sum F - \sum R = \sum ma$$

$$F_1 - F' = m_1 a$$

$$25 - F' = 10 \times 1$$

$$F' = 15N$$



۴۲. گزینه ۱

ابتدا شتاب حرکت مجموعه را بدست می آوریم.

$$m_1 = 1 + 1 = 2 \text{ kg}$$

$$a = \frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1} g \Rightarrow a = \frac{3 - 2}{3 + 2} \times 10 = 2 \frac{m}{s^2}$$

$$\begin{cases} \text{وزنه ی ۳ کیلوگرمی} & \Rightarrow 3 \times 10 - TB = 3 \times 2 \Rightarrow TB = 24 \text{ N} \\ \text{وزنه ی ۱ کیلوگرمی} & \Rightarrow TA - 1 \times 10 = 1 \times 2 \Rightarrow TA = 12 \text{ N} \end{cases}$$

$$\Rightarrow TB - TA = 24 - 12 = 12 \text{ N}$$

اندازه برآیند نیروهای وارد بر جسم ۳ کیلوگرمی برابر با حاصل ضرب جرم جسم در شتاب آن است. بنابراین داریم:

$$F = ma = 3 \times 2 = 6 \text{ N}$$

۴۳. گزینه ۳ نیرویی که سطح به جسم وارد می کند برابر برآیند نیروهای عمودی تکیه گاه (\vec{N}) و نیروی اصطکاک جنبشی (\vec{f}_k) می باشد.

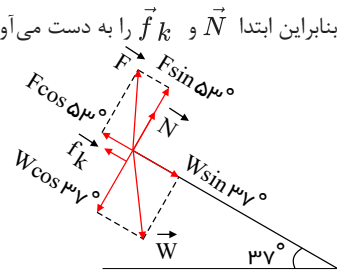
بنابراین ابتدا \vec{N} و \vec{f}_k را به دست می آوریم. به همین منظور نیروهای وارد بر جسم را رسم و در صورت لزوم تجزیه می کنیم.

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow N + F \sin 53^\circ - W \cos 37^\circ = 0$$

$$\Rightarrow N = 0.8W - 0.8F \Rightarrow N = 0.8(W - F)$$

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow W \sin 37^\circ - F \cos 53^\circ - f_k = 0$$

$$\Rightarrow f_k = 0.6W - 0.6F \Rightarrow f_k = 0.6(W - F)$$



$$R = \sqrt{N^2 + f_k^2} = \sqrt{0.64(W - F)^2 + 0.36(W - F)^2}$$

$$\Rightarrow R = \sqrt{(W - F)^2} \Rightarrow R = |W - F|$$

۴۴. گزینه ۳ نمودار $P-t$ یک سهمی است و باتوجه به تقارن سهمی، در $t = 2 \text{ s}$ اندازه تکانه $P = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$ است و چون سهمی است،

داریم:

$$P = at^2 + bt + P_0 = at^2 + bt + 1$$

$$\begin{cases} t_1 = 1 \text{ s} \rightarrow P_1 = 0 \Rightarrow a + b + 1 = 0 \\ t_2 = 2 \text{ s} \rightarrow P_2 = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}} \Rightarrow 4a + 2b + 1 = 1 \end{cases} \Rightarrow P = t^2 - 2t + 1$$

ثانیه سوم حرکت، بازه زمانی بین لحظه های $t = 2 \text{ s}$ تا $t' = 3 \text{ s}$ است. بنابراین داریم:

$$P = mV \Rightarrow \Delta P = m\Delta V \Rightarrow \Delta V = \frac{1}{m} \Delta P = 2 \Delta P$$

$$P = t^2 - 2t + 1 \Rightarrow \begin{cases} t = 2 \text{ s} \rightarrow P = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}} \\ t = 3 \text{ s} \rightarrow P = 4 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}} \end{cases}$$

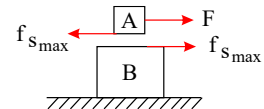
$$\Rightarrow \Delta V = 2 \Delta P = 2(4 - 1) \Rightarrow \Delta V = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

۴۵. گزینه ۲ به ازاء حداکثر اندازه ی نیروی \vec{F} ، جسم A در آستانه ی لغزش قرار می گیرد و در این حالت داریم:

$$f_s \text{ max} = \mu_s NA = 0.5 \times mAg = 0.5 \times 2 \times 10 = 10 \text{ N}$$

این نیرو عامل حرکت وزنه B است و شتاب حرکت آن برابر است با:

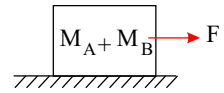
$$a = \frac{f_s \text{ max}}{mB} = \frac{10}{4} = 2.5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$



چون اجسام روی هم نمی لغزند تشکیل یک جسم واحد به جرم 6 kg می دهند که تحت اثر نیروی \vec{F} روی سطح بدون اصطکاک با شتاب

$2.5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ به حرکت در می آیند. بنابراین داریم:

$$F = ma = 6 \times 2,5 = 15N$$



۴۶. گزینه ۲ با توجه به قانون دوم نیوتون و قاعده‌ی مشتق زنجیره‌ای می‌توان نوشت:

$$P = 4x^2 + 3x + 3$$

$$F = \frac{dP}{dt} = \frac{dP}{dx} \times \frac{dx}{dt} = V \Rightarrow F = V \frac{dP}{dx}$$

$$P = 4x^2 + 3x + 3 \Rightarrow \frac{dP}{dx} = 8x + 3 \Rightarrow F = V(8x + 3)$$

$$\begin{aligned} x_0 = 0 \\ \xrightarrow{\quad} F_0 = V_0(8x_0 + 3) \Rightarrow F_0 = 2(8(0) + 3) = 6N \\ V_0 = 2 \frac{m}{s} \end{aligned}$$

۴۷. گزینه ۳ گزینی «۱»: نادرست - به طور مثال در حرکت دایره‌ای یکنواخت، اندازه‌ی شتاب ثابت و برابر $a = \frac{V^2}{r}$ است، اما چون سرعت

آن مماس بر مسیر دایره‌ای است، امتداد آن در هر لحظه تغییر می‌کند.

گزینه‌ی «۲»: نادرست - به طور مثال در حرکت دایره‌ای یکنواخت اندازه‌ی شتاب ثابت است و مسیر حرکت خط راست نمی‌باشد.

گزینه‌ی «۳»: درست - طبق رابطه‌ی $\vec{F} = m\vec{a}$ ، همواره شتاب با نیرو هم‌جهت و متناسب با آن است. بنابراین وقتی اندازه‌ی شتاب ثابت باشد، اندازه‌ی نیروی وارد بر جسم ثابت می‌ماند.

گزینه‌ی «۴»: نادرست - چون جسم شتاب دارد، سرعت آن متغیر است، بنابراین طبق رابطه‌ی $\vec{P} = m\vec{V}$ ، تکانه‌ی آن نیز متغیر می‌باشد.

۴۸. گزینه ۲ در صورتی که کشش نخ صفر باشد، شتاب جسم m_2 برابر است با:

$$\sum F_{\parallel} = m_2 a \Rightarrow m_2 g \sin \alpha = m_2 a \Rightarrow a = g \sin \alpha = 10 \times \frac{1}{2} = 5 \frac{m}{s^2}$$

برای محاسبه کم‌ترین مقدار نیروی \vec{F} برای اینکه طناب در آستانه شل شدن باشد، باید نیروی \vec{F} همین شتاب را به جسم m_1 بدهد، بنابراین داریم:

$$F = m_1 a = 2 \times 5 = 10N$$

۴۹. بررسی گزینه‌ها:

بررسی گزینه‌ی ۱: جهت حرکت جسم به جهت سرعت وابسته است و در حرکت تندشونده سرعت با شتاب (جهت حرکت با برآیند نیرو) هم‌جهت و در حرکت کندشونده خلاف جهت یکدیگر هستند، اما شتاب و نیرو بنابر قانون دوم نیوتون همواره هم‌جهت هستند.

بررسی گزینه‌ی ۲: قانون اول نیوتون در مورد شرایط حرکتی جسم در غیاب نیرو یا حالتی است که برآیند نیروها صفر است، اما قانون دوم نیوتون در مورد شتاب جسم تحت اثر برآیند نیرو است. بنابراین نتیجه قانون اول نیست.

بررسی گزینه‌ی ۳: بنابر قانون دوم نیوتون شتاب جسم با برآیند نیرو رابطه مستقیم و با جرم رابطه عکس دارد.

بررسی گزینه‌ی ۴: در اطراف ما حداقل به هر جسم یک نیرو (نیروی وزن) وارد می‌شود.

۵۰. گزینه ۳ شتاب توقف برای خودرو و کامیون به جرم آن‌ها بستگی ندارد، زیرا:

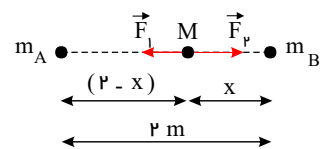
$$V_2^2 - V_1^2 = 2ad \xrightarrow{V_1=0, V_2=V} |a| = \frac{V^2}{2d}$$

از طرفی طبق قانون دوم نیوتون ($F = ma$) می‌توان نوشت:

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{m_2}{m_1} \times \frac{a_2}{a_1} \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = 1,5 \times 1 \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = 1,5$$

۵۱. گزینه ۳ مطابق شکل زیر با استفاده از قانون گرانش نیوتون، داریم:

$$F_1 = \frac{1}{3} F_2 \Rightarrow G \frac{m_A M}{(2-x)^2} = \frac{1}{3} G \frac{m_B M}{x^2} \Rightarrow \frac{m_A}{m_B} = \frac{1}{3} \left(\frac{2-x}{x} \right)^2$$



$$\xrightarrow{\quad} \frac{m_A}{m_B} = \frac{4}{9} \Rightarrow \frac{4}{3} = \frac{1}{3} \left(\frac{2-x}{x} \right)^2 \Rightarrow 2-x = 2x \Rightarrow x = \frac{2}{3} m = \frac{200}{3} cm$$

۵۲. گزینه ۳ در مورد برآیند سه بردار (نیرو) می‌توان گفت:

$$\left| \sum \vec{F} \right| = \left| \vec{F}_1 \right| + \left| \vec{F}_2 \right| + \left| \vec{F}_3 \right| \Rightarrow \sum \vec{F}_{\max} = 15N$$

بیشینه: در حالتی رخ می‌دهد که بردارها در یک جهت باشند:

کمینه: اگر سه بردار تشکیل مثلث بدهند (مجموع اندازه هر ۲ بردار از بردار سوم بیش تر شود) می‌توان نتیجه گرفت که کم‌ترین مقدار برآیند این بردارها می‌تواند صفر باشد. که در این سوال این شرط برقرار است. بنابراین:

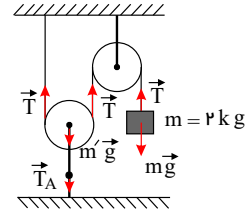
$$\sum \vec{F}_{\min} = 0$$

با توجه به توضیحات بالا می‌توان گفت:

$$\left. \begin{aligned} \vec{F}_{\max} = ma_{\max} \Rightarrow 15 = 1a_{\max} \Rightarrow a_{\max} = 15 \frac{m}{s^2} \\ \vec{F}_{\min} = ma_{\min} \Rightarrow 0 = 1a_{\min} \Rightarrow a_{\min} = 0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow a_{\max} - a_{\min} = 15$$

۵۳. گزینه ۱ چون دستگاه در حال تعادل است، در هر نقطه از آن برآیند نیروها صفر است. برای وزنه‌ی m می‌توان نوشت:

$$T = mg = 20N$$



و برای قرقره‌ی سمت چپ می‌توان نوشت:

$$2T = m'g + T_A \xrightarrow{m' = 0.4kg, T = 20N} 2 \times 20 = 0.4 \times 10 + T_A \Rightarrow T_A = 36N$$

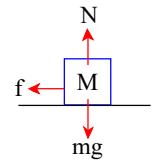
۵۴. گزینه ۱ برای حل سوالات ترکیبی سینماتیک و دینامیک، اولین قدم محاسبه‌ی شتاب می‌باشد، بنابراین داریم:

$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2 + Vt \Rightarrow 0.5 = \frac{1}{2} \times a \times (1)^2 + 0 \Rightarrow a = 1 \frac{m}{s^2} \Rightarrow a = -1 \frac{m}{s^2}$$

نکته: اگر حرکتی ختم به توقف شود و در مورد ثانیه‌های پایانی سوال مطرح شود، می‌توان معادلات را به صورت برعکس در نظر گرفت. یعنی سرعت اولیه را صفر فرض کرد و فقط در آخر علامت جواب را برعکس کنیم، زیرا بدیهی است که علامت شتاب (ترمز) منفی است.

در قسمت حل دینامیک سوال داریم:

$$0 - f = ma \xrightarrow{N=mg} \Rightarrow -\mu_k(mg) = m \times (-1) \Rightarrow \mu_k = \frac{1}{g} \Rightarrow \mu_k = 0.1$$



۵۵. گزینه ۱ می‌دانیم نیرویی که سطح تکیه‌گاه بر جسم وارد می‌کند، برآیند دو نیروی عمودی تکیه‌گاه (\vec{N}) و نیروی اصطکاک (f_k) است.

چون سرعت ثابت است بنابراین برآیند نیروهای وارد بر جسم در راستای افقی صفر است. برای محاسبه نیروی عمودی تکیه‌گاه و نیروی عمودی

تکیه‌گاه و نیروی اصطکاک، می‌توان نوشت:

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow N - mg = 0 \Rightarrow N = mg$$

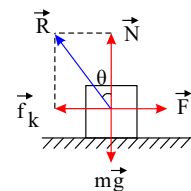
$$\xrightarrow{m=3kg} N = 3 \times 10 \Rightarrow N = 30N$$

$$\sum F - \sum R = 0 \Rightarrow F - f_k = 0 \Rightarrow 10\sqrt{3} - f_k = 0$$

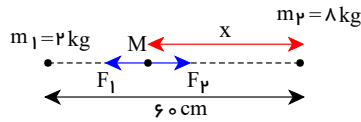
$$\Rightarrow f_k = 10\sqrt{3}N$$

$$\tan \theta = \frac{f_k}{N} \xrightarrow{f_k = 10\sqrt{3}N, N = 30N} \tan \theta = \frac{10\sqrt{3}}{30}$$

$$\Rightarrow \tan \theta = \frac{\sqrt{3}}{3} \Rightarrow \theta = 30^\circ$$



۵۶. گزینه ۳



$$F_1 = F_2 \Rightarrow \frac{k m_1 \Delta x}{(60 - x)^2} = \frac{k m_2 \Delta x}{(x)^2} \Rightarrow \frac{2}{(60 - x)^2} = \frac{8}{(x)^2} \Rightarrow \frac{(x)^2}{(60 - x)^2} = 4$$

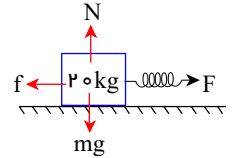
$$\Rightarrow 2 = \frac{x}{60 - x} \Rightarrow x = 120 - 2x \Rightarrow x = 40 \text{ cm}$$

نکته: در حل مسائل نسبی، نیازی به رعایت تبدیل واحد نیست و فقط واحدهای دو طرف تساوی باید یکسان باشند.

۵۷. گزینه ۳

$$F - f = ma \Rightarrow (k \Delta x) - (\mu_k N) = 20a$$

$$\Rightarrow (1000 \times 0.4) - (0.1 \times 2000) = 20a \Rightarrow 400 - 200 = 20a \Rightarrow a = 1 \frac{m}{s^2}$$



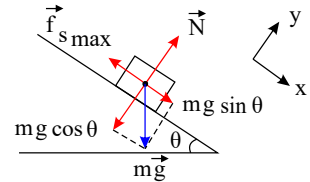
۵۸. گزینه ۱ با استفاده از قانون دوم نیوتون در آستانه حرکت جسم می‌توان نوشت:

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow N = mg \cos \theta$$

$$\sum F - \sum R = ma_x \Rightarrow mg \sin \theta - f_s \max = 0$$

$$\Rightarrow mg \sin \theta = \mu_s mg \cos \theta$$

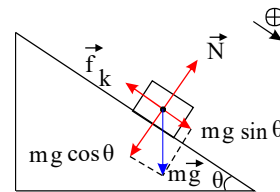
$$\Rightarrow \mu_s = \tan \theta \Rightarrow \mu_s = \frac{3}{4} = 0.75$$



در حرکت شتاب دار جسم نیز با استفاده از قانون دوم نیوتون داریم:

$$\sum F - \sum R = ma_x \Rightarrow mg \sin \theta - \mu_k mg \cos \theta = ma$$

$$\Rightarrow g(\sin \theta - \mu_k \cos \theta) = a \Rightarrow 10 \times (0.6 - \mu_k \times 0.8) = 2 \Rightarrow \mu_k = 0.5$$



۵۹. گزینه ۳ چون جسم ساکن است بر ایند نیروهای وارد بر آن برابر با صفر است. با استفاده از تجزیه‌ی نیروها در دو راستای x و y به سادگی

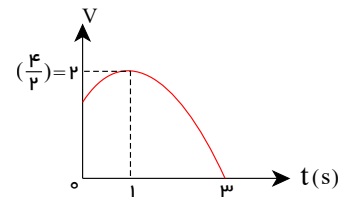
می‌توان اندازه‌ی F_{ψ} را به دست آورد. به عنوان راه حل دوم با استفاده از قضیه‌ی سینوس‌ها، می‌توان نوشت:

$$\frac{F_{\psi}}{\sin(180^\circ - 30^\circ)} = \frac{F_2}{\sin 90^\circ} \Rightarrow \frac{F_{\psi}}{\sin 30^\circ} = \frac{40}{1} \Rightarrow F_{\psi} = 20 \text{ N}$$

۶۰. گزینه ۲ نکته: نمودار $v - t$ و $p - t$ کاملاً فرم یکسانی دارند، فقط اعداد روی محور p ، m برابر اعداد روی محور v می‌باشند.

باتوجه به نکات معادله درجه ۲ (روش انتقال) داریم:

$$v = -\frac{1}{2}(t-1)^2 + 2 \xrightarrow{t=0} v_0 = 1.5 \frac{m}{s}$$

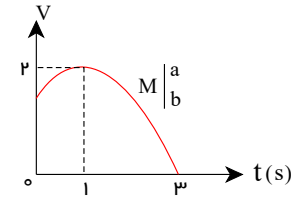


نکته ریاضی: (نوشتن معادله سهمی به روش انتقال)

$$y = k(x-a)^2 + b \Rightarrow v = k(t-1)^2 + 2$$

$$\xrightarrow{t=3 \text{ جایگذاری}} \circ = k(3-1)^2 + 2 \Rightarrow k = -\frac{1}{2}$$

$$v = \circ$$

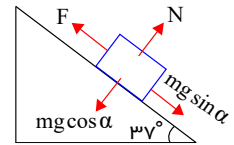


بنابراین معادله سرعت - زمان برابر است با:

$$v = -\frac{1}{2}(t-1)^2 + 2$$

۶۱. گزینه ۱

با توجه به دیگرام آزاد جسم داریم:



$$mg \sin 37^\circ - F = ma \Rightarrow 2 \times 10 \times 0.6 - F = 2 \times 0.5$$

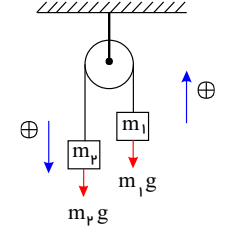
$$\Rightarrow 12 - F = 1 \Rightarrow F = 11(N)$$

۶۲. گزینه ۳ با توجه به این که $m_2 > m_1$ است، اگر قانون دوم نیوتون را برای مجموعه‌ی دو جسم بنویسیم، داریم:

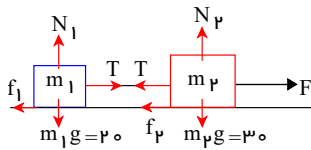
$$\sum F - \sum R = (\sum m)a \Rightarrow m_2 g - m_1 g = (m_1 + m_2)a$$

$$\Rightarrow a = \frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1} g \Rightarrow 2 = \frac{2}{m_2 + m_1} \times 10 \Rightarrow m_2 + m_1 = 10 kg$$

$$\begin{cases} m_2 - m_1 = 2 kg \\ m_2 + m_1 = 10 kg \end{cases} \Rightarrow m_1 = 4 kg, m_2 = 6 kg$$



۶۳. گزینه ۳



$$m_1 \text{ معادله جسم } : T - f_1 = m_1 a \xrightarrow{T_{\max}=15} 15 - \mu_k N_1 = 2a \Rightarrow 15 - 0.25(20) = 2a$$

$$\Rightarrow 15 - 5 = 2a \Rightarrow a = 5 \frac{m}{s^2}$$

$$\text{معادله کلی سیستم: } F - f_1 - f_2 = (m_1 + m_2)a \Rightarrow F - \mu_k(N_1 + N_2) = (2 + 3) \times 5$$

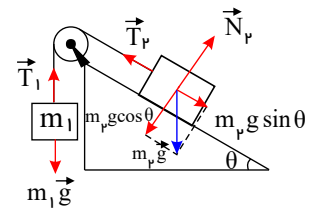
$$\Rightarrow F - 0.25(20 + 30) = 25 \Rightarrow F - 12.5 = 25 \Rightarrow F = 37.5 N$$

۶۴. گزینه ۲ با توجه به این که $m_1 g > m_2 g \sin \theta$ است، اگر قانون دوم نیوتون را برای حرکت مجموعه بنویسیم، داریم:

$$\sum F - \sum R = (\sum m)a \Rightarrow m_1 g - m_2 g \sin \theta = (m_1 + m_2)a$$

$$\xrightarrow{m_1 = m_2 = m} m \times 10 \times (1 - \sin 30^\circ) = 2ma \Rightarrow a = 2.5 \frac{m}{s^2}$$

$$\theta = 30^\circ, g = 10 \frac{N}{kg}$$



حال با استفاده از رابطه‌ی مستقل از زمان در حرکت با شتاب ثابت در مسیری مستقیم، داریم:

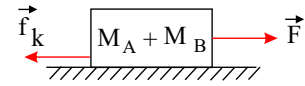
$$V^2 - V_0^2 = 2a \Delta x \Rightarrow 5^2 - 0^2 = 2 \times 2.5 \times \Delta x \Rightarrow \Delta x = 5m$$

۶۵. گزینه ۴ چون هر دو جسم با یک شتاب حرکت می‌کنند، اگر قانون دوم نیوتون را برای کل مجموعه بنویسیم، داریم:

$$\sum F - \sum R = (\sum m)a \Rightarrow F - f_k = (m_A + m_B)a$$

$$\Rightarrow F - \mu_k(m_A + m_B)g = (m_A + m_B)a$$

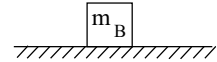
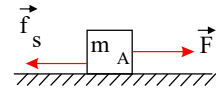
$$\Rightarrow 16 - 0.12 \times (2 + 3) \times 10 = (2 + 3)a \Rightarrow a = 2 \frac{m}{s^2}$$



به جسم بالایی در راستای افقی نیروی \vec{F} و نیروی اصطکاک ایستایی بین دو جسم وارد می‌شود. اگر قانون دوم نیوتون را برای جسم بالایی بنویسیم، داریم:

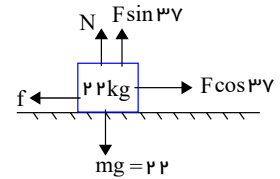
$$\sum F = (\sum m)a \Rightarrow F - f_s = m_A a$$

$$\Rightarrow 16 - f_s = 2 \times 2 \Rightarrow f_s = 12N$$



۶۶.گزینه ۴

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{راستای عمود حرکت: } N + F \sin 37^\circ = mg \Rightarrow N = 22 - 0.6F \\ \text{راستای حرکت: } F \cos 37^\circ - f = m a \Rightarrow 0.8F - \mu(22 - 0.6F) = 0 \\ \Rightarrow 0.8F = 0.5(22 - 0.6F) \Rightarrow 1.6F = 22 - 0.6F \Rightarrow 2.2F = 22 \Rightarrow F = 10N \end{array} \right.$$



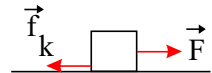
۶۷.گزینه ۴ با استفاده از قانون دوم نیوتون، داریم:

$$\bar{F} = \frac{\Delta P}{\Delta t} \Rightarrow ma = \frac{P_2 - P_1}{\Delta t} \Rightarrow 6 \times 0.5 = \frac{12 - 0}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = 4s$$

۶۸.گزینه ۳ در حالت اول که سرعت جسم ثابت و در نتیجه $a = 0$ است. مطابق شکل اندازه‌ی نیروی اصطکاک جنبشی با اندازه‌ی نیروی F برابر است.

$$\Sigma F - \Sigma R = \Sigma ma$$

$$F - f_k = ma \xrightarrow{a=0} f_k = F$$



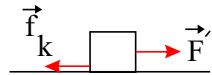
در حالت دوم که اندازه‌ی نیروی افقی به F' رسیده است. اندازه‌ی نیروی اصطکاک جنبشی تغییر نکرده است.

$$V^2 - V_0^2 = 2a' \Delta x \Rightarrow 0^2 - 2^2 = 2 \times a' \times (4) \Rightarrow a' = \frac{-1}{2} \frac{m}{s^2}$$

$$\Sigma F - \Sigma R = \Sigma ma$$

$$F' - f_k = ma' \Rightarrow F' - f_k = -5$$

$$\Rightarrow F' - F = -5 \Rightarrow F - F' = 5N$$



۶۹.گزینه ۴ نکته: وزن ظاهری در آسانسور برابر است با: $W' = m(g \pm (\pm a))$

$$\text{کودک: } W'_1 = 40(10 + (2)) \Rightarrow W'_1 = 480 \Rightarrow 480 = \lambda m \Rightarrow m = 60kg$$

$$\text{شخص: } W'_2 = m(10 - (2)) \Rightarrow W'_2 = 48m$$

۷۰.گزینه ۴ با استفاده از رابطه‌ی بین اندازه‌ی تکانه و انرژی جنبشی یک جسم، خواهیم داشت:

$$K = \frac{mV^2}{2} = \frac{m^2 V^2}{2m} = \frac{P^2}{2m} \Rightarrow \frac{K_2}{K_1} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^2$$

$$\Rightarrow \frac{K_2}{K_1} = \left(\frac{P_1 + 0.2P_1}{P_1}\right)^2 = \left(\frac{1.2P_1}{P_1}\right)^2 = 1.44 \Rightarrow K_2 = 1.44K_1$$

$$\text{درصد تغییر انرژی جنبشی} = \frac{\Delta K}{K_1} \times 100 = \frac{K_2 - K_1}{K_1} \times 100 = +44\%$$

۷۱.گزینه ۲ با استفاده از قانون گرانش نیوتون برای محاسبه‌ی اندازه‌ی شتاب گرانی در سطح یک سیاره داریم:

$$M_A = 10M_B$$

$$V_A = 27V_B \Rightarrow \frac{4}{3}\pi R_A^3 = 27 \left(\frac{4}{3}\pi R_B^3\right) \Rightarrow R_A = 3R_B$$

$$g = \frac{GM}{R^2} \Rightarrow \frac{g_A}{g_B} = \frac{M_A}{M_B} \times \left(\frac{R_B}{R_A}\right)^2$$

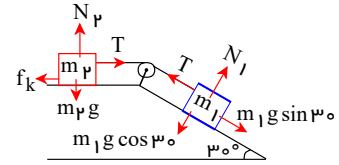
$$\Rightarrow \frac{g_A}{g_B} = \frac{10MB}{MB} \times \left(\frac{RB}{3RB}\right)^2 \Rightarrow \frac{g_A}{g_B} = \frac{10}{9}$$

گزینه ۱

معادله کلی سیستم: $m_1 g \sin 30^\circ - f_k = (m_1 + m_2)a \Rightarrow$

$$40 \times \frac{1}{2} - \mu_k(N_2) = 6a \Rightarrow 20 - 0.1 \times 20 = 6a \Rightarrow a = 3 \frac{m}{s^2}$$

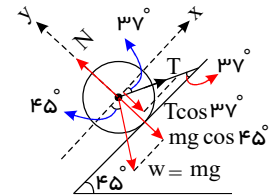
معادله جزئی m_1 : $m_1 g \sin 30^\circ - T = m_1 a \Rightarrow 20 - T = 4 \times 3 \Rightarrow T = 8(N)$



گزینه ۱

مطابق شکل ابتدا دیاگرام آزاد نیروهای وارد بر کره را رسم می‌کنیم. دقت کنید نیرویی که سطح شیب‌دار بر کره وارد می‌کند، بر سطح عمود است و از مرکز کره می‌گذرد. باتوجه به اینکه سطح شیب‌دار بدون اصطکاک است، با نوشتن شرط تعادل در راستای محورهای x و y داریم:

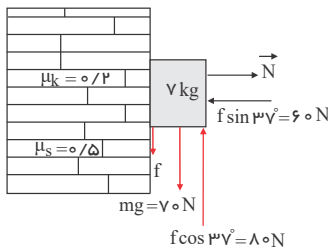
$$\begin{cases} \Sigma F_x = 0 \Rightarrow T \cos 37^\circ = mg \cos 45^\circ \\ \Sigma F_y = 0 \Rightarrow N - T \sin 37^\circ - mg \cos 45^\circ = 0 \end{cases}$$



$$\Rightarrow N - T \sin 37^\circ - T \cos 37^\circ = 0 \Rightarrow N - 0.6T - 0.8T = 0$$

$$\Rightarrow N - 1.4T = 0 \Rightarrow N = 1.4T \Rightarrow \frac{N}{T} = 1.4$$

ابتدا نیروی $F = 100N$ را به مؤلفه‌های تشکیل‌دهنده‌ی آن تجزیه می‌کنیم. داریم:



در راستای افقی حرکت نداریم، در نتیجه:

$$N = F \sin 37^\circ = 60N$$

با استفاده از نیروی عمودی تکیه‌گاه، بیشینه‌ی نیروی اصطکاک ایستایی را به دست می‌آوریم:

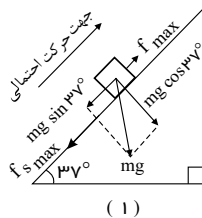
$$f_s \max = \mu_s N = 0.5 \times 60 = 30N$$

$$F \cos 37^\circ - mg = 80 - 70 = 10N$$

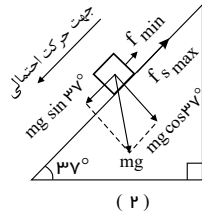
از آنجا که اندازه‌ی برآیند $F \cos 37^\circ$ و mg که به طرف بالا است، کمتر از اندازه‌ی $f_s \max$ است، در نتیجه جسم ساکن مانده و نیروی اصطکاک ایستایی به طرف پایین است و اندازه‌ی آن برابر است با:

$$mg + f_s = F \cos 37^\circ \Rightarrow f_s = F \cos 37^\circ - mg \Rightarrow f_s = 80 - 70 \Rightarrow f_s = 10N$$

گزینه ۴



(۱)



(۲)

حداکثر و حداقل اندازه‌ی نیروی \vec{F} جسم را به ترتیب در آستانه‌ی حرکت رو به بالا (شکل (۱)) و پایین (شکل (۲)) قرار می‌دهد. در این صورت جهت نیروی اصطکاک ایستایی به ترتیب به طرف پایین و بالاست. برای هر دو شکل در راستای سطح شیب‌دار داریم:

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow \begin{cases} F_{\max} = mg \sin \alpha + f_s \max = 20 \\ F_{\min} = mg \sin \alpha - f_s \max = 4 \end{cases} \Rightarrow f_s \max = 8N$$

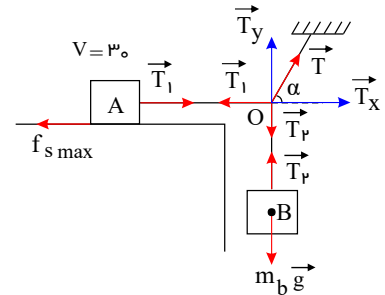
$$f_s \max = \mu_s mg \cos 37^\circ \Rightarrow 8 = \mu_s \times 20 \times 0.8 \Rightarrow \mu_s = \frac{1}{5}$$

گزینه ۲

مطابق شکل جسم A تحت تأثیر دو نیروی T_1 و $f_s \max$ و جسم B نیز تحت تأثیر دو نیروی T_2 و T_1 و نیروی وزن آن قرار دارد. از آن جایی که جسم A در آستانه‌ی حرکت است پس دستگاه در حال تعادل است و برای نقطه‌ی O داریم:

$$\begin{cases} T_x = T_1 = f_s \max \\ T_y = T_2 = m_B g \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} T \cos \alpha = \mu_s m_A g \\ T \sin \alpha = m_B g \end{cases} \Rightarrow \tan \alpha = \frac{\mu_s m_A}{m_B}$$

$$\frac{m_A = 4m_B}{\mu_s = \frac{1}{5}} \rightarrow \tan \alpha = \frac{\frac{1}{5} \times 4m_B}{m_B} = 0.8 \Rightarrow \alpha = 39^\circ$$

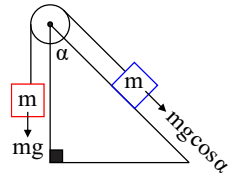


گزینه ۳

در مسائل دو یا چند جسمی، نیروی داخلی تأثیری در حرکت ندارد. در این جا نیز نیروی کشش نخ به عنوان نیروی داخلی تأثیری در اندازه‌ی شتاب مجموعه ندارد. اگر قانون دوم نیوتون را برای مجموعه بنویسیم، داریم:

$$mg - mg \cos \alpha = (m + m)a \Rightarrow mg(1 - \cos \alpha) = 2ma$$

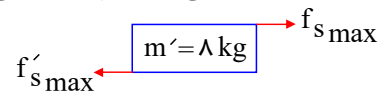
$$\Rightarrow a = \frac{1}{2}g(1 - \cos \alpha) \Rightarrow a = \frac{1}{2}g(2 \sin^2 \frac{\alpha}{2}) \Rightarrow a = g \sin^2 \frac{\alpha}{2}$$



گزینه ۱ آن چه می‌تواند جسم ۸ کیلوگرمی را به حرکت در آورد، حداکثر نیروی اصطکاک ایستایی بین دو جسم است.

$$f_s \max = \mu_s mg = 0.5 \times 20 = 10N$$

$$f_s \max = \mu_s (m + m)g = 0.5(8 + 2) \times 10 = 20N$$



پس جسم ۸ کیلوگرمی اصلاً حرکت نمی‌کند، پس اگر قرار است که نسبت به هم نلغزند، جسم بالایی باید در آستانه‌ی حرکت باشد، یعنی:

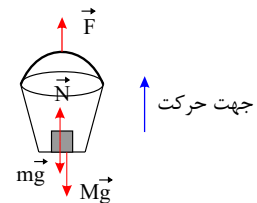
$$F = f_s \max = \mu_s mg = 10N$$

گزینه ۳ ابتدا با رسم دیاگرام آزاد نیروهای وارد بر سطل و وزنه و با در نظر گرفتن جهت حرکت سطل به سمت بالا و با استفاده از قانون دوم نیوتون داریم:

$$\Sigma F = ma \Rightarrow N - mg = ma \Rightarrow 12 - 10 = 1 \times a \Rightarrow a = 2 \frac{m}{s^2}$$

$$\Sigma F = (\Sigma m)a \Rightarrow F - Mg = Ma$$

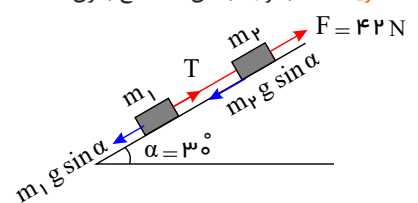
$$\Rightarrow F - (1.5 + 1) \times 10 = (1.5 + 1) \times 2 \Rightarrow F = 30N$$



گزینه ۳ با توجه به آن که سطح بدون اصطکاک است، با رسم نیروهای وارد بر هر یک از وزنه‌ها داریم:

$$\Sigma F = \Sigma ma \Rightarrow F - (m_1 + m_2)g \sin 30^\circ = (m_1 + m_2)a$$

$$\Rightarrow 42 - 5(m_1 + m_2) = 2(m_1 + m_2) \Rightarrow m_1 + m_2 = 6kg \quad (1)$$



طبق فرض مسئله داریم:

$$\Sigma F_1 - \Sigma F_2 = 10 \Rightarrow m_1 \times 2 - m_2 \times 2 = 10 \Rightarrow m_1 - m_2 = 5 \text{ kg} \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1), (2)} m_1 = 5,5 \text{ kg} \quad , \quad m_2 = 0,5 \text{ kg}$$

اکنون برای محاسبه کشش های بین دو وزنه داریم:

$$T - m_1 g \sin 30^\circ = m_1 a \Rightarrow T - 5,5 \times 10 \times \frac{1}{2} = 5,5 \times 2 \Rightarrow T = 38,5$$

۸۱. گزینه ۱ ابتدا شتاب حرکت مجموعه را تعیین می کنیم.

$$\Sigma F = (\Sigma m) a \Rightarrow (M+m)g - Mg = (2M+m)a$$

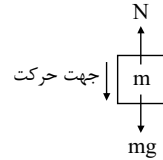
$$\Rightarrow a = \frac{m}{2M+m}g = \frac{1}{2 \times 2 + 1} \times 10 \Rightarrow a = 2 \frac{m}{s^2}$$

حال قانون دوم نیوتون را برای جرم m می نویسیم داریم:

$$\Sigma F = ma$$

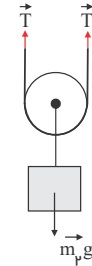
$$\Rightarrow mg - N = ma \Rightarrow N = m(g - a)$$

$$\Rightarrow N = 1 \times (10 - 2) \Rightarrow N = 8N$$



۸۲. گزینه ۴ چون وزنه m_2 به قرقره ی متحرک و وزنه ی m_1 به قرقره ی ثابت متصل اند، اندازه ی شتاب حرکت آن ها با هم برابر نیست. با توجه به این که جابه جایی وزنه ی m_1 دو برابر جابه جایی وزنه ی m_2 می شود، اندازه ی شتاب حرکت وزنه ی m_1 نیز دو برابر اندازه ی شتاب حرکت وزنه m_2 خواهد بود. ابتدا شتاب حرکت وزنه ی m_2 را حساب می کنیم و سپس با استفاده از رابطه ی جابه جایی، شتاب حرکت وزنه ی m_1 را به دست می آوریم.

$$m_2 g - 2T = m_2 a_2 \Rightarrow 3 \times 10 - 2 \times 12 = 3 a_2 \Rightarrow a_2 = 2 \frac{m}{s^2}$$



$$\Delta x_1 = 2 \Delta x_2 \Rightarrow \frac{1}{2} a_1 t^2 + V_{0,1} t = 2 \left(\frac{1}{2} a_2 t^2 + V_{0,2} t \right) \xrightarrow{V_{0,1} = V_{0,2} = 0} \frac{1}{2} \times a_1 t^2 + 0 = 2 \times \left(\frac{1}{2} \times 2 t^2 + 0 \right)$$

$$\Rightarrow a_1 = 4 \frac{m}{s^2}$$

۸۳. گزینه ۴ با استفاده از رابطه ی $P = mV$ ، ابتدا لحظه ای که سرعت جسم به $1 \frac{m}{s}$ می رسد را به دست می آوریم:

$$P = mV \Rightarrow -2t^2 + 8t - 10 = 2 \times (-1) \Rightarrow t^2 - 4t + 4 = 0 \Rightarrow t = 2s$$

اکنون با استفاده از رابطه ی $\vec{F} = \frac{d\vec{P}}{dt}$ ، بزرگی برآیند نیروهای وارد بر جسم برابر است با:

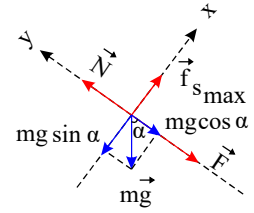
$$\vec{F} = \frac{d\vec{P}}{dt} = -4t + 8 \xrightarrow{t=2s} F = -4 \times 2 + 8 \Rightarrow F = 0$$

۸۴. گزینه ۲ نیروهای وارد بر جسم m را تعیین و در دو راستای عمود بر هم (در راستای سطح شیب دار و عمود بر سطح شیب دار) تجزیه می کنیم. چون جسم ساکن است، لذا برآیند نیروها در هر دو راستا صفر است، داریم:

$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow N = F + mg \cos \alpha \quad (1)$$

$$\Sigma F_x = 0 \Rightarrow f_{s \max} = mg \sin \alpha$$

$$\Rightarrow \mu_s N = mg \sin \alpha \quad (2)$$



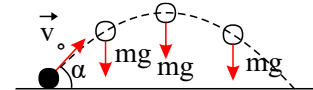
باتوجه به رابطه‌های (۱) و (۲)، داریم:

$$\mu_s (F + mg \cos \alpha) = mg \sin \alpha \Rightarrow \mu_s = \frac{mg \sin \alpha}{F + mg \cos \alpha}$$

$$\xrightarrow{F=g} \mu_s = \frac{\sin \alpha}{1 + \cos \alpha} = \frac{2 \sin \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\alpha}{2}}{2 \cos^2 \frac{\alpha}{2}} = \tan \frac{\alpha}{2}$$

۸۵. گزینه ۳ آهنگ تغییر اندازه‌ی حرکت یک جسم نسبت به زمان برابر با برآیند نیروهای خارجی وارد بر جسم است.

$$\Delta \vec{P} = \vec{F} \cdot \Delta t$$



از آن جایی که در حرکت پرتابی تنها نیروی وارد بر پرتابه نیروی وزن آن است با در نظر گرفتن جهت مثبت محور y به سمت بالا داریم:

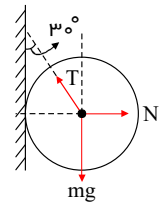
$$\Delta \vec{P} = \vec{F} \Delta t \xrightarrow{F=mg} \Delta \vec{P} = -mg(t_2 - t_1) = -0.2 \times 10(6 - 3) = -6 \frac{kg \cdot m}{s}$$

$$|\Delta \vec{P}| = 6 \frac{kg \cdot m}{s}$$

نکته: تغییر اندازه‌ی حرکت پرتابه‌ی مستقل از سرعت اولیه و زاویه‌ی پرتاب است.

۸۶. گزینه ۲ باتوجه به دیاگرام نیروی وارد بر مرکز جسم و قانون تعادل سه نیرو (قضیه سینوس‌ها) داریم:

$$\frac{mg}{\sin(90 + 30)} = \frac{N}{\sin(90 + 60)} = \frac{T}{\sin 90} \Rightarrow \frac{N}{\cos 60} = \frac{T}{1} \Rightarrow \frac{N}{T} = \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$$



۸۷. گزینه ۳

روش اول:

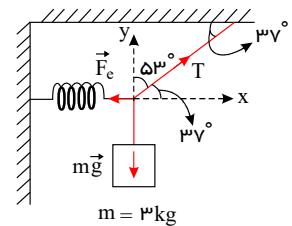
$$\Sigma F_x = 0 \Rightarrow F_e = T \cos 37^\circ \quad (1)$$

$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow mg = T \sin 37^\circ \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(2),(1)} \frac{mg}{F_e} = \tan 37^\circ \Rightarrow \frac{30}{F_e} = 0.75$$

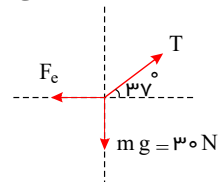
$$\Rightarrow F_e = 40 N$$

$$F_e = k \Delta L \Rightarrow 40 = 500 \Delta L \Rightarrow \Delta L = \frac{40}{500} m = 8 cm$$



روش دوم:

باتوجه به قانون sin می‌توان نوشت:



بنابراین تغییر طول فنر برابر است با:

$$\frac{F_e}{\sin(90 + 37)} = \frac{mg}{\sin(90 + 53)} \Rightarrow \frac{F_e}{\cos 37^\circ} = \frac{30}{\cos 53^\circ}$$

$$\Rightarrow \frac{F_e}{0.8} = \frac{30}{0.6} \Rightarrow F_e = 40 N$$

$$F_e = k\Delta L \Rightarrow 40 = 500 \times \Delta L \Rightarrow \Delta L = 0.08m = 8cm$$

۸۸. گزینه ۱ ابتدا اندازه‌ی شتاب جسم را به دست می‌آوریم، داریم:

$$a = \sqrt{2^2 + 1.5^2} = 2.5 \frac{m}{s^2}$$

حال مطابق قانون دوم نیوتن می‌توان جرم جسم را به دست آورد. داریم:

$$F = ma \Rightarrow 5 = m \times 2.5 \Rightarrow m = 2kg$$

۸۹. گزینه ۳ برآیند نیروهای وارد بر یک جسم باتوجه به قانون دوم نیوتن ($\sum F = ma$) برابر است با:

$$V = \frac{dx}{dt} = t^2 - 4t + 3 \Rightarrow a = \frac{dV}{dt} = 2t - 4$$

$$\sum F = ma \Rightarrow \sum F = m(2t - 4) \Rightarrow 6 = 3(2t - 4) \Rightarrow t = 3(s)$$

۹۰. گزینه ۱ باتوجه به مفهوم تکانه می‌توان گفت: $\vec{F} \cdot \Delta t = m \cdot \Delta V$

و همچنین می‌دانیم سطح زیر نمودار $F - t$ معرف Δp یا همان $\vec{F} \cdot \Delta t = m \cdot \Delta V$ می‌باشد، پس:

$$S_1 + S_2 = m \cdot \Delta V \Rightarrow (0.5 \times 20) + (0.5 \times 10) = 2 \cdot \Delta V \Rightarrow \Delta V = 7.5 \frac{m}{s}$$

بنابراین می‌توان نتیجه گرفت:

$$\Delta V = V_1 - V_0 \Rightarrow 7.5 = V_1 - 0 \Rightarrow V_1 = 7.5 \frac{m}{s}$$

۹۱. گزینه ۱ چون اصطکاک نداریم، تنها نیروی حرکت‌دهنده‌ی دستگاه، نیروی وزن وزنه‌ی آویزان است. بنابراین با اعمال قانون دوم نیوتن،

ابتدا شتاب حرکت دستگاه را به دست می‌آوریم:

$$F = (\sum m)a \Rightarrow mg = (3m)a \Rightarrow a = \frac{g}{3}$$



$$T_1 = 2ma = 2m \times \frac{g}{3} = \frac{2}{3}mg$$



$$T_2 = ma = m \times \frac{g}{3} = \frac{1}{3}mg$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{\frac{2}{3}mg}{\frac{1}{3}mg} = 2$$

۹۲. گزینه ۱ از آنجایی که جسم از حال سکون شروع به حرکت کرده پس $\vec{P}_1 = \vec{0}$ است.

مطابق رابطه تغییرات تکانه و برآیند نیروهای وارد بر جسم، داریم:

$$\vec{F} = \frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t} \Rightarrow \vec{F}_2 + \vec{F}_2 = \frac{\vec{P}_2 - \vec{P}_1}{\Delta t} \quad \vec{P}_1 = \vec{0}, \vec{P}_2 = 6\vec{i} - 12\vec{j} \frac{kg \cdot m}{s}$$

$$\Delta t = 3s, \vec{F}_1 = 7\vec{i} + 10\vec{j}, \vec{F}_2 = a\vec{i} + b\vec{j}$$

$$(7+a)\vec{i} + (10+b)\vec{j} = \frac{6\vec{i} - 12\vec{j}}{3} \Rightarrow (7+a)\vec{i} + (10+b)\vec{j} = 2\vec{i} - 4\vec{j}$$

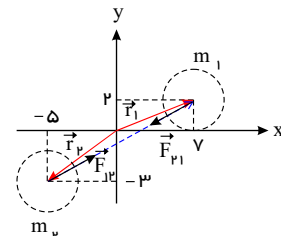
$$\Rightarrow \begin{cases} 7+a=2 \Rightarrow a=-5 \\ 10+b=-4 \Rightarrow b=-14 \end{cases} \Rightarrow a+b = -14-5 = -19$$

۹۳. گزینه ۴ نیروی گرانشی بین دو جرم m_1 و m_2 همواره رابیشی است. پس مطابق شکل مقابل نیروی گرانشی که جرم m_1 به جرم m_2

وارد می‌کند (\vec{F}_{12}) درجهت بردار $\vec{\Delta r} = \vec{r}_1 - \vec{r}_2$ خواهد بود. بنابراین داریم:

$$\vec{\Delta r} = \vec{r}_1 - \vec{r}_2$$

$$\vec{\Delta r} = (7\vec{i} + 2\vec{j}) - (-5\vec{i} - 3\vec{j}) \Rightarrow \vec{\Delta r} = 12\vec{i} + 5\vec{j}$$



۹۴. گزینه ۱ از آن جا که جسم ساکن است بنابراین برآیند نیروهای وارد بر آن برابر با صفر است.

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = 0 \Rightarrow \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = -\vec{F}_3 \quad (1)$$

با عکس شدن جهت نیروی \vec{F}_3 ، برآیند نیروهای وارد بر جسم برابر می شود با:

$$\sum \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}'_3 \xrightarrow{\vec{F}'_3 = -\vec{F}_3} \sum \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 - \vec{F}_3$$

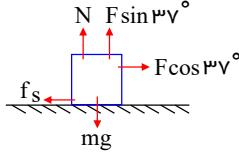
$$\xrightarrow{(1)} \sum \vec{F} = -2\vec{F}_3 \Rightarrow |\sum \vec{F}| = 2 \times 10 = 20 \text{ N}$$

مطابق قانون دوم نیوتون داریم:

$$\sum \vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow |\sum \vec{F}| = m|\vec{a}| = \frac{20}{2} = 10 \frac{m}{s^2}$$

۹۵. گزینه ۲

باتوجه به دیاگرام آزاد نیروهای وارد بر جسم داریم:



چون جسم ساکن است، پس:

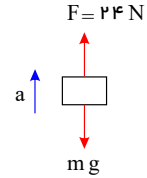
$$F \cos 37 = f_s \Rightarrow F \times 0.8 = 48 \Rightarrow F = 60 \text{ N}$$

و بنابراین در مورد نیروی عمودی سطح داریم:

$$N + F \sin 37 = mg \Rightarrow N + 60 \times 0.6 = 200 \Rightarrow N + 36 = 200 \Rightarrow N = 164 \text{ N}$$

۹۶. گزینه ۱ ابتدا با استفاده از قانون دوم نیوتن جرم وزنه m را حساب می کنیم: (جهت مثبت روبه بالا فرض شده است).

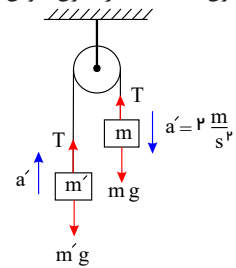
$$F - mg = ma \rightarrow 24 - 10m = m \times 2 \Rightarrow 24 = 12m \Rightarrow m = 2 \text{ kg}$$



اکنون با استفاده از قانون نیوتن برای دستگاه شکل زیر m' را حساب می کنیم: (جهت مثبت روبه پایین فرض شده است).

$$mg - m'g = (m + m')a' \xrightarrow{a' = 2 \frac{m}{s^2}} 2 \times 10 - m' \times 10 = (2 + m') \times 2$$

$$\Rightarrow 20 - 4 = 10m' + 2m' \Rightarrow 16 = 12m' \Rightarrow m' = \frac{4}{3} \text{ kg}$$



۹۷. گزینه ۴ ابتدا اندازه ی شتاب گرانی را درفاصله ی $3R_e$ از سطح زمین محاسبه می کنیم، داریم:

$$g = G \frac{M_e}{r^2} \Rightarrow \frac{gh}{g_0} = \left(\frac{R_e}{R_e + h} \right)^2 \xrightarrow{g_0 = 10 \frac{m}{s^2}, h = 3R_e} \frac{gh}{10} = \left(\frac{R_e}{4R_e} \right)^2 \Rightarrow gh = \frac{10}{16} \frac{m}{s^2}$$

برای محاسبه ی اندازه ی وزن جسم دراین ارتفاع خواهیم داشت:

$$W_h = mgh = 36 \times \frac{10}{16} = 22.5 \text{ N}$$

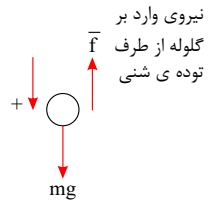
۹۸. گزینه ۱ ابتدا سرعت گلوله در لحظه ی برخورد با توده ی شنی را به دست می آوریم. مطابق رابطه مستقل از زمان در حرکت با شتاب ثابت و

با فرض کردن جهت مثبت حرکت به سمت پایین، داریم:

$$V^2 - V_0^2 = 2g\Delta y \xrightarrow{V_0 = 15 \frac{m}{s}, \Delta y = 20 \text{ m}, g = 10 \frac{m}{s^2}} V^2 - 15^2 = 2 \times 10 \times 20$$

$$\Rightarrow V^2 = 625 \Rightarrow V = 25 \frac{m}{s}$$

حین حرکت گلوله در توده‌ی شنی، دو نیروی وزن گلوله به سمت پایین و نیرویی که از طرف توده‌ی شنی به گلوله به سمت بالا وارد می‌شود، بر گلوله اثر می‌کنند. با توجه به رابطه‌ی نیرو و تغییرات تکانه داریم: (جهت مثبت حرکت را به سمت پایین در نظر می‌گیریم)



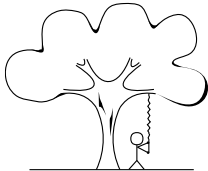
$$\vec{F} = \frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t} \Rightarrow -\vec{f} + mg = \frac{m(V_2 - V_1)}{\Delta t}$$

$$\xrightarrow{V_2=0, V_1=25 \frac{m}{s}} -f + 0,2 \times 10 = \frac{0,2 \times (0 - 25)}{0,1} \Rightarrow f = 52 N$$

$$m = 200g = 0,2 kg, \Delta t = 0,1 s$$

۹۹. گزینه ۴

واکنش (عکس‌العمل) هر نیرویی به عامل بوجود آورنده آن وارد می‌شود.



طناب جرم دارد، پس از طرف زمین به آن نیرو (وزن) وارد می‌شود \Leftarrow واکنش به زمین شخص طناب را می‌کشد و به آن نیرو وارد می‌کند \Leftarrow واکنش به شخص طناب با درخت اتصال دارد. (بین آنها نیرو یا اثر وجود دارد)، طناب به درخت نیرو وارد می‌کند \Leftarrow واکنش آن به درخت وارد می‌شود.

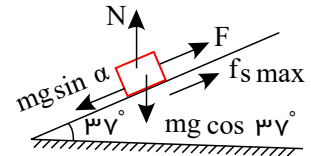
۱۰۰. گزینه ۱ چون جسم در آستانه‌ی حرکت به سمت پایین است لذا نیروی اصطکاک در جهت بالای سطح شیب‌دار است و بیشینه‌ی نیروی اصطکاک ایستایی در آستانه‌ی حرکت اعمال می‌شود و مقدار آن برابر است با:

$$f_s \max = \mu_s N = \mu_s mg \cos 37^\circ = \frac{1}{2} \times 2 \times 10 \times \frac{4}{5} = 8 N$$

در آستانه حرکت $a = 0$ بوده و مطابق قانون دوم نیوتون داریم: $\sum F = ma$

$$mg \sin 37^\circ - f_s \max - F = 0$$

$$\Rightarrow F = 2 \times 10 \times \frac{3}{5} - 8 = 4 N$$

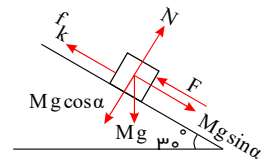


۱۰۱. گزینه ۱ چون جسم روبه پایین حرکت می‌کند، بنابراین f_k به سمت بالای سطح شیب‌دار است. برای آن که جسم با سرعت ثابت پایین بیاید باید نیروهای وارد بر جسم صفر باشد (نیروهای وارد بر جسم در شکل نشان داده شده‌اند).

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow Mg \sin \alpha - F - f_k = 0$$

$$Mg \times \frac{1}{2} - F - 0,2 Mg = 0$$

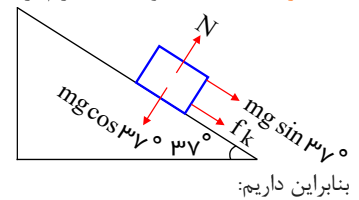
$$F = \frac{3}{10} Mg = \frac{3}{10} \times 2 \times 10 = 6 N$$



۱۰۲. گزینه ۴ ابتدا با توجه با دیگرام آزاد جسم شتاب حرکت را محاسبه می‌کنیم:

$$\begin{cases} N = mg \cos 37^\circ \Rightarrow N = m \times 10 \times 0,8 = 8m \\ 0 - mg \sin 37^\circ - f_k = ma \Rightarrow -m \times 10 \times 0,6 - \mu_k \cdot N = ma \end{cases}$$

$$\Rightarrow -6m - \frac{1}{8} \times 8m = ma \Rightarrow a = -\frac{7}{8} \frac{m}{s^2}$$



بنابراین داریم:

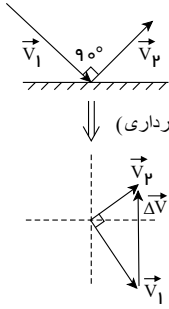
$$V = at + V_0 \Rightarrow 1 = -7t + 15 \Rightarrow t = 2(s)$$

۱۰۳. گزینه ۲ مشتق تکانه نسبت به زمان برابر با برابری نیروهای وارد بر جسم است. با توجه به قانون دوم نیوتون ($\vec{F} = m\vec{a}$)، در لحظه‌ای که شتاب برابر صفر می‌شود، $\vec{F} = 0$ است. بنابراین از طرفین رابطه‌ی تکانه - زمان نسبت به زمان مشتق می‌گیریم:

بنابراین در لحظه‌ی $t = 2s$ شتاب حرکت جسم برابر صفر می‌شود.

$$\vec{F} = \frac{d\vec{P}}{dt} \Rightarrow \vec{F} = (\lambda t - 16)\vec{i} + (t^2 + -2t)\vec{j} \xrightarrow{\vec{F}=0} \begin{cases} \lambda t - 16 = 0 \Rightarrow t = 2s \\ t^2 - 2t = 0 \Rightarrow t = 0, t = 2s \end{cases}$$

۱۰۴. گزینه ۳



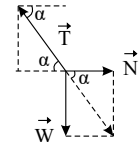
نکته: در بررسی تغییرات تکانه باید توجه داشته باشید که تکانه کمیته برداری است، بنابراین در محاسبه آن باید $\Delta \vec{V}$ را بصورت اندازه تغییرات سرعت (مفهوم برداری) در نظر بگیرید نه تغییرات اندازه حرکت (مفهوم عددی تغییر سرعت).
باتوجه به شکل برداری روبرو و عمود بودن \vec{V}_1 و \vec{V}_2 می‌توان گفت:

$$|\Delta \vec{V}| = \sqrt{|\vec{V}_1|^2 + |\vec{V}_2|^2} \Rightarrow |\Delta \vec{V}| = 5 \frac{m}{s} \Rightarrow |\Delta \vec{p}| = m_0 |\Delta \vec{V}| \Rightarrow |\Delta \vec{p}| = 1 \times 5 = 5 kg \frac{m}{s}$$

* دقت کنید که برای محاسبه برداری $\Delta \vec{V}$ باید، ۲ بردار را از یک مبدأ مختصات و در یک دستگاه رسم کرده و سپس اقدام به محاسبه بردار $\Delta \vec{V}$ از نظر جهت و اندازه نمائید.

۱۰۵. گزینه ۱ ابتدا نیروهای وارد بر کره را به صورت زیر ترسیم می‌کنیم. با توجه به این که کره در حال تعادل است، برآیند نیروهای وارد بر آن برابر با صفر است:

$$\begin{aligned} \tan \alpha &= \frac{W}{N} \\ \tan \alpha &= \frac{h}{r} = \frac{4}{3} \\ \frac{W}{N} &= \frac{4}{3} \Rightarrow W = mg = 60 N \\ \Rightarrow N &= 15 N \end{aligned}$$

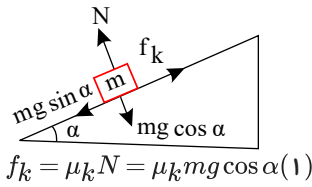


طبق قانون سوم نیوتن اندازه‌ی نیرویی که از طرف کره به دیوار وارد می‌شود با اندازه‌ی نیرویی که از طرف دیوار به کره وارد می‌شود، برابر است. داریم:

$$N' = N = 15 N$$

۱۰۶. گزینه ۲

شتاب جسم هنگام پایین آمدن از سطح شیب‌دار را به دست می‌آوریم:



$$f_k = \mu_k N = \mu_k mg \cos \alpha \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \sum F = ma &\Rightarrow mg \sin \alpha - f_k = ma \rightarrow \\ a &= g(\sin \alpha - \mu_k \cos \alpha) \end{aligned}$$

$$\text{حالت اول: } \alpha_1 = 45^\circ \Rightarrow a_1 = g(\sin 45^\circ - \mu_k \cos 45^\circ) = g(0.7 - 0.7\mu_k)$$

$$\text{حالت دوم: } \alpha_2 = 53^\circ \Rightarrow a_2 = g(\sin 53^\circ - \mu_k \cos 53^\circ) = g(0.8 - 0.6\mu_k)$$

$$\frac{a_2}{a_1} = 2 \Rightarrow \frac{g(0.8 - 0.6\mu_k)}{g(0.7 - 0.7\mu_k)} = 2 \Rightarrow \mu_k = \frac{3}{4}$$

۱۰۷. گزینه ۴ شتاب حرکت وزنه‌ها قبل از پاره شدن نخ برابر است با:

$$m_2 g + m_3 g - m_1 g = (m_1 + m_2 + m_3) a_1 \Rightarrow a_1 = \frac{60 + m_3 g - 40}{4 + 6 + m_3} \Rightarrow a_1 = \frac{20 + m_3 g}{10 + m_3}$$

و شتاب حرکت وزنه‌ها پس از پاره شدن نخ برابر است با:

$$m_2 g - m_1 g = (m_1 + m_2) a_2 \Rightarrow a_2 = \frac{60 - 40}{6 + 4} \Rightarrow a_2 = 2 \frac{m}{s^2}$$

بنابراین با توجه به نسبت شتاب‌ها در صورت سوال می‌توان گفت:

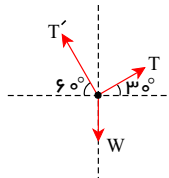
$$a_2 = \frac{1}{3} a_1 \Rightarrow 2 = \frac{1}{3} \times \frac{20 + 10 m_3}{10 + m_3} \Rightarrow 6 = \frac{20 + 10 m_3}{10 + m_3} \Rightarrow 60 + 6 m_3 = 20 + 10 m_3$$

$$\Rightarrow 40 = 4 m_3 \Rightarrow m_3 = 10 kg$$

۱۰۸. گزینه ۳

نقطه O را به عنوان مرکز تعادل ۳ نیرو در نظر می‌گیریم:

باتوجه به تعادل وزنه W' با نخ T می‌توان نتیجه گرفت: $T = W = 10\text{ N}$ پس:

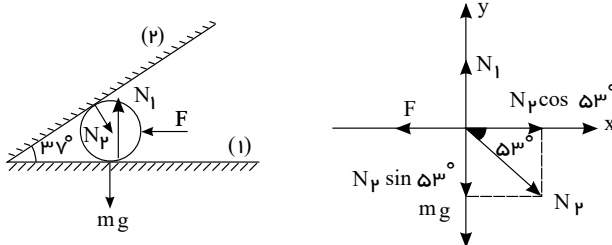


$$\frac{W}{\sin 90^\circ} = \frac{T}{\sin(90^\circ + 60^\circ)} \Rightarrow \frac{W}{1} = \frac{T = 10}{\cos 60^\circ} \Rightarrow W = \frac{10}{\frac{1}{2}} \Rightarrow W = 20\text{ (N)}$$

* نکته: کشش نخ، بدون جرم در تمام طول نخ ثابت است و با گردش حول قرقره و پیدا کردن زاویه با افق تغییری در اندازه کشش آن بوجود نمی‌آید. یعنی کشش نخ T از نقطه تماس با W' تا نقطه O ثابت است.

۱۰۹. گزینه ۲

شرط تعادل:



$$\begin{cases} \sum F_x = 0 \Rightarrow N_2 \cos 53^\circ = F \Rightarrow N_2 \times 0.6 = 30 \Rightarrow N_2 = 50\text{ N} \\ \sum F_y = 0 \Rightarrow N_1 = mg + N_2 \sin 53^\circ \Rightarrow N_1 = 300 + 50 \times 0.8 \\ \Rightarrow N_1 = 340\text{ N} \end{cases}$$

۱۱۰. گزینه ۳ سرعت جسم برابر با $\vec{V} = 6\vec{i} + 8\vec{j}$ و مقداری ثابت است، بنابراین برآیند نیروهای وارد بر جسم برابر صفر می‌باشد. پس:

$$\Sigma \vec{F} = 0 \Rightarrow \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = 0 \Rightarrow 3\vec{i} + 4\vec{j} + \vec{F}_2 = 0 \Rightarrow \vec{F}_2 = -3\vec{i} - 4\vec{j}\text{ (N)}$$

۱۱۱. گزینه ۱ چون مجموعه در هر دو حالت با شتاب ثابت $\frac{3}{5}g$ حرکت می‌کند. بنابراین در هر دو حالت شتاب حرکت هر کدام از جسم‌ها برابر $\frac{3}{5}g$ خواهد بود. در شکل (الف) نیروی تماسی F_{21} باعث حرکت جسم m_1 با شتاب $\frac{3}{5}g$ خواهد شد، بنابراین داریم:

$$\left(\sum F\right)_1 = m_1 a \Rightarrow F_{21} - f_{k1} = m_1 a \Rightarrow F_{21} - \mu_k m_1 g = m_1 a \Rightarrow F_{21} = m_1 (a + \mu_k g)$$

$$F_{21} = 1 \times (3 + 0.1 \times 10) \Rightarrow F_{21} = 4\text{ N} \quad (I)$$

در شکل (ب) نیروی تماسی F_{12} باعث حرکت جسم m_2 با شتاب $\frac{3}{5}g$ خواهد شد، بنابراین:

$$\left(\sum F\right)_2 = m_2 a \Rightarrow F_{12} - f_{k2} = m_2 a \Rightarrow F_{12} - \mu_k m_2 g = m_2 a \Rightarrow F_{12} = m_2 (a + \mu_k g)$$

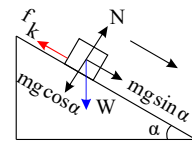
$$F_{12} = 2 \times (3 + 0.1 \times 10) \Rightarrow F_{12} = 8\text{ N} \quad (II)$$

بنابراین داریم:

$$(I), (II) \Rightarrow \frac{F_{21}}{F_{12}} = \frac{4}{8} = \frac{1}{2}$$

۱۱۲. گزینه ۳ هنگامی که جسم با سرعت ثابت روی سطح شیبدار رو به پایین حرکت می‌کند، داریم:

$$\sum F = 0 \Rightarrow mg \sin \alpha - \mu_k mg \cos \alpha = 0 \Rightarrow \mu_k = \tan \alpha$$



اکنون اگر جسم را با سرعت اولیه V_0 رو به بالای سطح شیبدار پرتاب کنیم. مدت زمانی که طول می‌کشد تا جسم به بالاترین نقطه‌ی مسیر حرکت خود برسد (زمان توقف) برابر است با:

$$V = at + V_0 \Rightarrow 0 = at + V_0 \Rightarrow t = \left| \frac{V_0}{a} \right| \Rightarrow t = \frac{V_0}{g(\sin \alpha + \mu_k \cos \alpha)} \xrightarrow{\mu_k = \tan \alpha} t = \frac{V_0}{2g \sin \alpha}$$

۱۱۳. گزینه ۲ ابتدا تکانه‌ی جسم را در لحظه $t = 0.4\text{ (s)}$ بدست می‌آوریم:

$$\vec{P} = 3t\vec{i} + 1.0t^2\vec{j} \xrightarrow{t=0.4\text{ (s)}} \vec{P} = 1.2\vec{i} + 1.6\vec{j} \Rightarrow |\vec{P}| = 2\text{ kg} \cdot \frac{m}{s}$$

اکنون می‌توان سرعت جسم را باتوجه به مفهوم تکانه بدست آورد:

$$P = m \cdot V \Rightarrow 2 = 0.2V \Rightarrow V = 10 \frac{m}{s}$$

۱۱۴. گزینه ۴ برای محاسبه‌ی سرعت از روی معادله تکانه داریم:

$$P = \frac{1}{2} t^2 + 2t \xrightarrow{t=2(s)} P = 6 \frac{kgm}{s}$$

$$P = mV \Rightarrow 6 = 0.25 \times V \Rightarrow V = 24 \frac{m}{s}$$

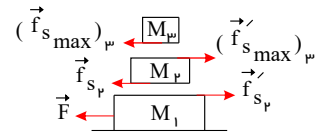
برای محاسبه نیرو می‌دانیم، مشتق رابطه تکانه برحسب زمان معادله نیرو برحسب زمان را نتیجه می‌دهد:

$$F = \frac{dp}{dt} = t + 2 \xrightarrow{t=2(s)} F = 4N$$

۱۱۵. گزینه ۴ مطابق شکل ابتدا دیاگرام آزاد نیروهای وارد بر جسم‌ها را رسم می‌کنیم. دقت کنید جسم M_2 یا M_3 شروع به لغزیدن می‌کنند که نیروی اصطکاک ایستایی روبه جلوی وارد بر آن‌ها به حداکثر مقدار خود رسیده باشد از این رو حداکثر شتابی که به ازای آن مجموعه حرکت کند بدون آن که لغزشی صورت بپذیرد زمانی است که نیروی اصطکاک ایستایی وارد بر جسم M_3 حداکثر مقدار خود را داشته باشد بنابراین داریم:

$$\Sigma F = ma \Rightarrow (f_s \max)_3 = M_3 a \Rightarrow \mu_s M_3 g = M_3 a$$

$$\Rightarrow 0.2 \times 10 = a \Rightarrow a = 2 \frac{m}{s^2}$$



اکنون باید ببینیم که جسم M_2 می‌تواند با این شتاب حرکت کند یا نه؟

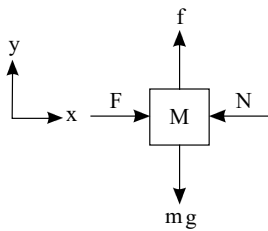
$$\Sigma F = ma \Rightarrow f_{s2} - (f_s \max)'_2 = M_2 a \Rightarrow f_{s2} - \mu_s M_2 g = M_2 a \Rightarrow f_{s2} - 0.2 \times 1 \times 10 = 1 \times 2$$

$$\Rightarrow f_{s2} = 6N$$

با توجه به این که مقدار f_{s2} کم‌تر از مقدار $(f_s \max)_2$ است $[(f_s \max)_2 = 0.4 \times 3 \times 10 = 12N]$ پس با این شتاب جسم M_2 بر روی جسم M_1 نمی‌لغزد. و هر سه جسم با یک شتاب به حرکت درمی‌آیند. بنابراین حداکثر نیرو برابر است با:

$$\Sigma F = ma \Rightarrow F - f_{s2}' = M_1 a \Rightarrow F - 6 = 5 \times 2 \Rightarrow F = 16N$$

۱۱۶. گزینه ۲



$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow N - F = 0 \Rightarrow N = F = 12N$$

$$f_s \max = \mu_s N = 0.6 \times 12 \Rightarrow f_s \max = 7.2N$$

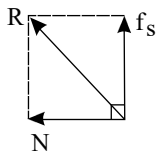
$$mg = 5N < f_s \max = 7.2N$$

بنابراین جسم روی دیوار ساکن می‌ماند، پس نیروی اصطکاک f_s با وزن جسم (mg) برابر است:

$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow f_s = mg = 5N$$

$$\left\{ \begin{array}{l} f_s = mg = 5N \\ N = 12N \end{array} \right. \xrightarrow{\text{نیرویی که از طرف دیوار به جسم وارد می‌شود (R)}} R = \sqrt{N^2 + f_s^2}$$

$$\Rightarrow R = \sqrt{12^2 + 5^2} \Rightarrow R = 13N$$



۱۱۷. گزینه ۲ ابتدا باید مشخص کرد که جسم توسط این نیرو به حرکت در می‌آید و یا خیر؟

$$f_s \max = \mu_s N = \mu_s mg = 0.8 \times 8 \times 10 = 64 N$$

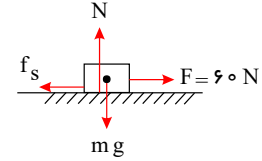
مقدار نیروی محرک در این مسئله $60 N$ است که قادر به غلبه بر اصطکاک ایستایی ماکزیمم نیست. پس جسم حرکت نمی کند.

$$\Sigma F_x = 0 \Rightarrow f_s = F = 60 N$$

اما نیروی سطح برآیند نیروی عمود بر سطح و نیروی اصطکاک است.

$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow N = mg = 80 N$$

$$R = \sqrt{N^2 + f_s^2} = \sqrt{80^2 + 60^2} = 100 N$$



۱۱۸. گزینه ۴ ابتدا لحظه‌ای که سرعت جسم به $1 \frac{m}{s}$ می رسد را حساب می کنیم:

$$P = mV \rightarrow -2t^2 + 8t - 10 = 2 \times (-1)$$

$$\Rightarrow 2t^2 - 8t + 8 = 0 \Rightarrow t^2 - 4t + 4 = 0 \Rightarrow (t-2)^2 = 0 \Rightarrow t = 2 s$$

اکنون با استفاده از رابطه $\vec{F} = \frac{d\vec{P}}{dt}$ معادله‌ی نیرو را به دست آورده و سپس بزرگی برآیند نیروهای وارد بر جسم را در آن لحظه حساب می کنیم.

$$F = \frac{dP}{dt} \xrightarrow{P = -2t^2 + 8t - 10} F = -4t + 8 \xrightarrow{t = 2s} F = -4 \times 2 + 8 \Rightarrow F = 0$$

۱۱۹. گزینه ۴

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} \Rightarrow \vec{F} = \begin{cases} \vec{F}_x = 6t \\ \vec{F}_y = 2b - 6 \end{cases} \xrightarrow{t=1(s)} \vec{F} = \begin{cases} \vec{F}_x = 6 \\ \vec{F}_y = 2b - 6 \end{cases} \Rightarrow |\vec{F}| = 10$$

بنابراین:

$$10 = \sqrt{36 + (2b - 6)^2} \Rightarrow (2b - 6) = \pm 8 \Rightarrow \begin{cases} 2b - 6 = +8 \Rightarrow b = 7 \\ 2b - 6 = -8 \Rightarrow b = -1 \end{cases}$$

۱۲۰. گزینه ۲ با توجه به رابطه $P = mV$ اندازه‌ی سرعت جسم را در لحظه‌ی اول و آخر بازه‌ی زمانی بدست می آوریم:

$$\begin{cases} t_1 = 0 : P_1 = mV_1 \Rightarrow 300 = 5V_1 \Rightarrow V_1 = 60 \frac{m}{s} \\ t_2 = 10 : P_2 = mV_2 \Rightarrow 500 = 5V_2 \Rightarrow V_2 = 100 \frac{m}{s} \end{cases}$$

حال به کمک رابطه‌ی سرعت - زمان، شتاب حرکت جسم را محاسبه می کنیم:

$$V_2 = at + V_1 \Rightarrow 100 = a \times 10 + 60 \Rightarrow a = 4 \frac{m}{s^2}$$

روش دوم: با توجه به رابطه‌ی تغییرات تکانه و نیروی وارد بر جسم داریم:

$$\Delta P = F \cdot \Delta t \Rightarrow F = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{500 - 300}{10} = 20 N$$

و بنابر قانون دوم نیوتن می توان گفت:

$$F = ma \Rightarrow 20 = 5a \Rightarrow a = 4 \frac{m}{s^2}$$

۱۲۱. گزینه ۴ طبق رابطه $\vec{P} = m\vec{V}$ همواره بردارهای سرعت و تکانه در یک جهت هستند. همچنین طبق رابطه $\vec{F} = m\vec{a}$ همواره

جهت بردارهای شتاب و بردار برآیند نیروهای وارد بر جسم نیز یکسان است. پس زاویه‌ی ای که بردار سرعت با بردار شتاب می سازد همان زاویه‌ی ای است که بردار تکانه با بردار برآیند نیروها می سازد. داریم:

$$t = 1 s \Rightarrow \vec{P} = 4\vec{i} + 3\vec{j} \left(\frac{kg \cdot m}{s} \right)$$

$$\vec{F} = \frac{d\vec{P}}{dt} = (2t + 2)\vec{i} + 3\vec{j} \xrightarrow{t=1s} \vec{F} = 4\vec{i} + 3\vec{j} \quad (N)$$

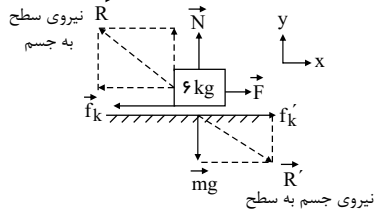
همان طور که ملاحظه می شود، جهت دو بردار نیرو و تکانه در این لحظه یکسان است بنابراین زاویه بین آن ها صفر می باشد.

۱۲۲. گزینه ۲ دو نیرو از سوی سطح به جسم وارد می‌شود. یکی نیروی عمودی سطح (\vec{N}) و دیگری نیروی اصطکاک جنبشی (\vec{f}_k) است. برآیند این دو نیرو، نیرویی است که از طرف سطح به جسم وارد می‌شود (\vec{R}). مطابق قانون سوم نیوتون نیرویی هم‌اندازه با \vec{R} در خلاف جهت آن از طرف جسم به سطح وارد می‌شود. طبق قانون دوم نیوتون خواهیم داشت:

$$\sum F_y = ma_y \xrightarrow{a_y=0} N - mg = 0 \Rightarrow N = 60N$$

$$\sum F_x = ma_x \xrightarrow{a_x=0} 80 - f_k = 0 \Rightarrow f_k = 80N$$

$$R = R' = \sqrt{N^2 + f_k^2} = \sqrt{60^2 + 80^2} = 100N$$



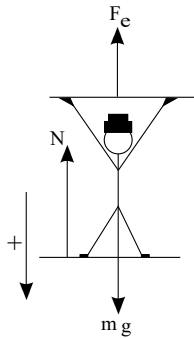
۱۲۳. گزینه ۳ نیروهای وارد بر شخص را مشخص می‌کنیم. شخص فنر را به سمت پایین می‌کشد. بنابراین مطابق قانون سوم نیوتون عکس‌العمل این نیرو به شخص و به سمت بالا وارد می‌شود.

$$F_e = k\Delta x \xrightarrow{\Delta x = 15cm = 0.15m, k = 500 \frac{N}{m}} F_e = 500 \times 0.15 = 75N$$

با در نظر گرفتن جهت مثبت حرکت به سمت پایین، با نوشتن قانون دوم نیوتون خواهیم داشت:

$$\sum F = ma \Rightarrow mg - N - F_e = ma$$

$$\Rightarrow 600 - N - 75 = 60 \times 2 \Rightarrow N = 405N$$



۱۲۴. گزینه ۴ می‌دانیم که سطح محصور بین منحنی $F-t$ و محور زمان معرف تغییرات تکانه‌ی جسم است. بنابراین:

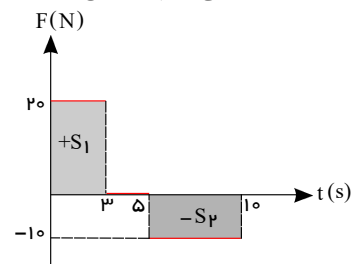
$$\Delta P = S_1 - S_2$$

$$\Delta P = (20 \times 3) - (5 \times 10) = 10 \frac{kg \cdot m}{s}$$

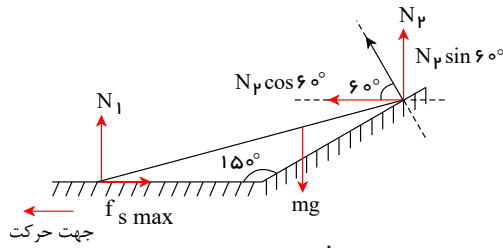
$$\Delta P = m \cdot \Delta V \text{ از طرفی}$$

$$10 = 2(V_2 - 10)$$

$$5 = V_2 - 10 \Rightarrow V_2 = 15 \frac{m}{s}$$



۱۲۵. گزینه ۳ میله در آستانه‌ی حرکت است، بنابراین برآیند نیروهای وارد بر میله در راستای X و Y صفر است، پس داریم:



$$\sum F_x = 0 \Rightarrow N_2 \cos 60^\circ = f_s \max \Rightarrow N_2 \times \frac{1}{2} = \mu_s \cdot N_1 \Rightarrow N_2 \times 0.5 = 0.1 \times N_1 \Rightarrow N_1 = 5N_2 \quad (I)$$

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow N_2 \sin 60^\circ + N_1 = mg \Rightarrow \frac{\sqrt{3}}{2} N_2 + N_1 = 10 \xrightarrow{(I)} \frac{\sqrt{3}}{2} N_2 + 5N_2 = 10 \Rightarrow \frac{10 + \sqrt{3}}{2} N_2 = 10 \Rightarrow N_2 = \frac{20}{10 + \sqrt{3}}$$

۱۲۶. گزینه ۱ طبق قانون اول نیوتون هنگامی که جسم ساکن است، برآیند نیروهای وارد بر جسم برابر با صفر می‌باشد. بنابراین:

$$\left. \begin{aligned} \text{در حالت اول: } \sum F = 0 \Rightarrow F - f_1 = 0 \Rightarrow f_1 = F \\ \text{در حالت دوم: } \sum F = 0 \Rightarrow 2F - f_2 = 0 \Rightarrow f_2 = 2F \end{aligned} \right\} \Rightarrow f_2 = 2f_1$$

بنابراین در حالت دوم، اندازه‌ی نیروی اصطکاک نیز دو برابر می‌شود.

۱۲۷. گزینه ۴ در بررسی دینامیک چند جسم متصل بهم در سطوح بدون اصطکاک بهترین روش استفاده از تناسب می‌باشد:

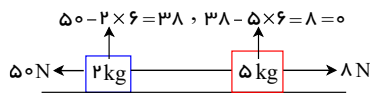
باتوجه به تناسب روبرو می‌توان گفت، سهم هر کیلوگرم از این سیستم از نیروی وارد بر سیستم $6N$ است. (مفهوم شتاب سیستم) جرم $(2 \times 6 = 12N)$ نیرو

نیرو	جرم
کل: $(50 - 8)$	۷
جزء: x	۱

$\Rightarrow x = 6(N)$

بنابراین در تحلیل نیرو می‌توان گفت: نیروی $50N$ به جرم $2kg$ وارد می‌شود، این جرم سهم خود $(2 \times 6 = 12N)$ را از آن کسر می‌کند، و $(50 - 12 = 38)$ نیوتن را توسط طناب به بقیه سیستم منتقل می‌کند، بنابراین کشش طناب برابر $38N$ است.

* نکته: در انتقال نیرو به روش تناسب از جلوی سیستم (سمت نیروی محرک) شروع به محاسبه سیستم انتقال نیرو کنید و توجه داشته باشید که در نهایت (پس از غلبه بر نیروی مقاوم $8N$) نباید نیرو اضافه یا کم بماند.



۱۲۸. گزینه ۱ با مقایسه‌ی نیروی محرک در سطح قائم (mg) بزرگتر از نیروی محرک در سطح شیب‌دار $mg \sin \alpha$ است. جهت حرکت دستگاه را تعیین می‌کنیم.

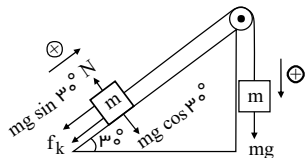
قانون دوم نیوتون را برای مجموعه‌ی زیر می‌نویسیم:

$$\sum F = ma \Rightarrow N - mg \cos 30^\circ = 0 \Rightarrow N = mg \cos 30^\circ$$

$$f_k = \mu_k N = \mu_k mg \cos 30^\circ$$

$$\sum F = \sum ma \Rightarrow mg - (mg \sin 30^\circ + f_k) = 2ma$$

$$\frac{f_k = \mu_k mg \cos 30^\circ}{\rightarrow} \rightarrow g - (g \sin 30^\circ + \mu_k g \cos 30^\circ) = 2a \xrightarrow{\mu_k = \frac{\sqrt{3}}{5}} \rightarrow a = 0.1g = 1 \frac{m}{s^2}$$



۱۲۹. گزینه ۱ باتوجه به رابطه $F = \frac{\Delta P}{\Delta t}$ ، ابتدا اندازه‌ی تغییرات تکانه را محاسبه می‌کنیم:

$$|\Delta P| = |F| \times \Delta t \Rightarrow |\Delta P| = 4 \times 3 = 12 \frac{kg \cdot m}{s}$$

چون نیرو در خلاف جهت حرکت وارد شده است پس $\Delta P = -12 \frac{kg \cdot m}{s}$ است:

$$P_1 = mV_1 = 3 \times 5 = 15 \frac{kg \cdot m}{s}$$

$$\Delta P = P_2 - P_1 \Rightarrow -12 = P_2 - 15 \Rightarrow P_2 = 3 \frac{kg \cdot m}{s}$$

۱۳۰. گزینه ۲ راه حل اول: وقتی وزنه‌ی ۲۰۰ گرمی به فنر آویخته شده، طول آن $8cm$ دیگر زیاد شده است. پس:

$$F' = m'g = 0.2 \times 10 = 2N, \Delta x' = 8cm = 0.08m$$

$$\frac{F' = k\Delta x'}{\Delta x' = \frac{F'}{k}} = \frac{2}{0.08} = 25 \frac{N}{m}$$

تغییر طول فنر وقتی کفه را به آن متصل کردیم، برابر با $5cm$ است.

$$mg = k\Delta x \Rightarrow m \times 10 = 25 \times 0.05 = 1.25N$$

$$\Rightarrow m = 0.125kg = 125g$$

راه حل دوم: از آن جایی که بنابر قانون هوک $F = kx$ تغییر طول فنر با نیروی وارد بر آن متناسب است. می‌توانیم این فرم مسئله‌های مربوط به فنر را به روش تناسب حل کنیم و داریم:

$$\frac{m' = 200g}{m=?} = \frac{\Delta L' = 8cm}{\Delta L = 5cm} \Rightarrow m = \frac{5 \times 200}{8} = 125g$$

۱۳۱. گزینه ۲ باتوجه به رابطه‌ی آسانسور می‌توان گفت:

$$T = m(g \pm (\pm a)) \Rightarrow 1 \geq 0.2 \underbrace{(g \pm (\pm a))}_{g'} \Rightarrow g' \leq 5 \frac{m}{s^2}$$

باتوجه به محاسبات بالا، می‌توان نتیجه گرفت، شرط پاره نشدن طناب این است که $g' \leq 5$ شود، یعنی علامت نهایی a منفی باشد و مقدار آن نیز از ۵ بزرگتر باشد، باتوجه به این توضیحات فقط گزینه ۲ چنین شرطی را دارا می‌باشد. حال برای درک بهتر مسائل آسانسور گزینه‌های دیگر را نیز بررسی می‌کنیم:

$$1 \text{ : گزینه } 1 \quad g' = (g \pm (\pm a)) \Rightarrow g' = (10 + (+1)) = 11 \frac{m}{s^2} > 5 \Rightarrow \text{طناب پاره می‌شود}$$

$$3 \text{ : گزینه } 3 \quad g' = (g \pm (\pm a)) \Rightarrow g' = (10 - (+1)) = 9 \frac{m}{s^2} > 5 \Rightarrow \text{طناب پاره می‌شود}$$

$$4 \text{ : گزینه } 4 \quad g' = (g \pm (\pm a)) \Rightarrow g' = (10 - (-2)) = 12 \frac{m}{s^2} > 5 \Rightarrow \text{طناب پاره می‌شود}$$

* نکته: در روابط مربوط به دینامیک قائم و آسانسور (رابطه g'): علامت اول وابسته به جهت

حرکت $\left. \begin{array}{l} \text{روبه بالا} + \\ \text{و علامت دوم وابسته به نوع حرکت} \\ \text{روبه پایین} - \end{array} \right\}$ $\left. \begin{array}{l} \text{تندشونده} + \\ \text{می‌باشد.} \\ \text{کندشونده} - \end{array} \right\}$

۱۳۲. گزینه ۱ شرط نلغزیدن m_2 در راستای قائم این است که برآیند نیروهای وارد بر m_2 در راستای قائم برابر صفر باشد، بنابراین داریم:

$$(\sum F_y)_P = 0 \Rightarrow \mu_s N_P - m_P g = 0 \Rightarrow \mu_s N_P = m_P g \xrightarrow{m_P = 1 \text{ kg}, g = 10 \frac{N}{kg}} N_P = \frac{10}{0.2} = 50 N$$

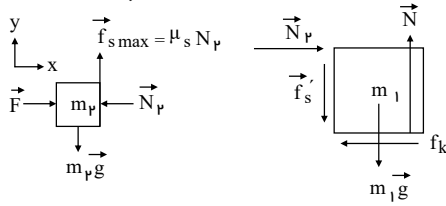
$$N' = f'_s + m_1 g \xrightarrow{f'_s = f_s = m_P g = 10 N} N' = 10 + 50 = 60 N$$

$$m_1 = 5 \text{ kg}, g = 10 \frac{N}{kg}$$

$$(\sum F_x)_1 = m_1 a \Rightarrow N_P - f_k = m_1 a \xrightarrow{f_k = \mu_k N'} N_P - \mu_k N' = m_1 a$$

$$N_P = 50 N, \mu_k = 0.1$$

$$\xrightarrow{N' = 60 N} 50 - 0.1 \times 60 = 5a \Rightarrow a = \frac{44}{5} = 8.8 \frac{m}{s^2}$$

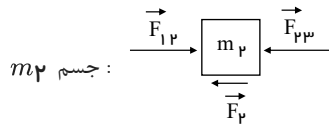


۱۳۳. گزینه ۴

$$\vec{F} = \frac{d\vec{P}}{dt} = (\nu t - a)\vec{i} + (\nu t + \nu b)\vec{j} \xrightarrow{t=1s} \vec{F} = (\nu - a)\vec{i} + (\nu + \nu b)\vec{j}$$

$$\vec{F} = 4\vec{i} + 8\vec{j} \begin{cases} \nu - a = 4 \Rightarrow a = -\nu \\ \nu + \nu b = 8 \Rightarrow b = 3 \end{cases} \Rightarrow a + b = -\nu + 3 = 1$$

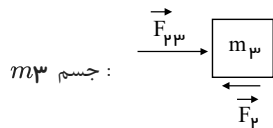
۱۳۴. گزینه ۴ راه حل اول: برای هر یک از اجسام m_2 و m_3 ، نیروهای وارد بر آن‌ها را در راستای حرکت رسم می‌کنیم و قانون دوم نیوتون را برای آن‌ها می‌نویسیم، داریم:



$$\Rightarrow F_{12} - F_{23} - f_P = m_2 a$$

$$F_{12} = 3 F_{23} = 3 F_{P3}$$

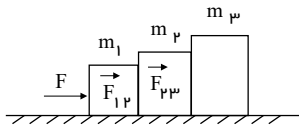
$$\xrightarrow{f_P = \mu_k m_2 g} 2 F_{P3} = m_2 (a + \mu_k g) \quad (1)$$



$$\Rightarrow F_{P3} - f_P = m_3 a \xrightarrow{f_P = \mu_k m_3 g} F_{P3} = m_3 (a + \mu_k g) \quad (2)$$

$$(1), (2) \Rightarrow \frac{m_2 (a + \mu_k g)}{2} = m_3 (a + \mu_k g) \Rightarrow \frac{m_2}{m_3} = 2$$

راه حل دوم: هنگامی که سطح افقی بدون اصطکاک باشد و یا ضریب اصطکاک جنبشی برای همه جسم‌ها یکسان باشد، به راحتی می‌توانیم این گونه مسائل را به روش تناسب حل کنیم. دقت داشته باشید که مطابق شکل نیروی F به جرم $(m_1 + m_2 + m_3)$ ، نیروی F_{12} به جرم $(m_2 + m_3)$ و نیروی F_{P3} تنها به جرم m_3 شتاب می‌دهد. در اینصورت داریم:

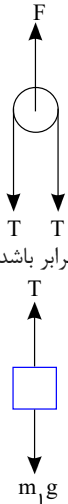


$$\frac{F}{m_1 + m_2 + m_3} = \frac{F_{12}}{m_2 + m_3} = \frac{F_{23}}{m_3}$$

$$\frac{F_{12}}{m_2 + m_3} = \frac{F_{23}}{m_3} \rightarrow F_{12} = \frac{m_2 + m_3}{m_3} F_{23} = 3F_{23}$$

$$\Rightarrow 3m_3 = m_2 + m_3 \Rightarrow 2m_3 = m_2 \Rightarrow \frac{m_2}{m_3} = 2$$

۱۳۵. گزینه ۲ چون جرم قرقه ناچیز است، بنابراین برآیند نیروهای وارد بر آن صفر است.

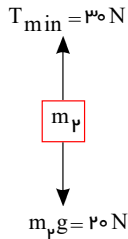


$$\sum F \text{ قرقه} = 0 \Rightarrow F - 2T = 0 \Rightarrow F = 2T$$

حداقل نیروی F ، زمانی است که شتاب m_1 (جسم سنگین تر) برابر صفر باشد، نیروی وارد بر جسم m_1 (جرم بزرگ تر) با وزن آن برابر باشد.

$$T_{\min} = m_1 g \Rightarrow T_{\min} = 30 \text{ N} \Rightarrow F_{\min} = 2T_{\min} = 2 \times 30 = 60 \text{ N}$$

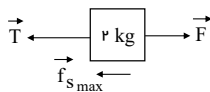
با نوشتن قانون دوم نیوتون برای جرم m_2 داریم:



$$\sum F = m_2 a_2 \Rightarrow T_{\min} - m_2 g = m_2 a_2$$

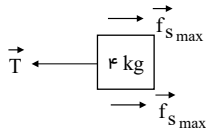
$$\Rightarrow a_2 = \frac{30 - 20}{2} = 5 \frac{m}{s^2}$$

۱۳۶. گزینه ۱ حداکثر مقدار نیروی F زمانی است که هر دو جسم در آستانه حرکت باشند و نیروی اصطکاک ایستایی در هر دو سطح بیشینه شده باشد. نیروهای افقی وارد بر دو جسم را مشخص می کنیم.



$$f_s \max = \mu_s mg = 0.2 \times 2 \times 10 = 4 \text{ N}$$

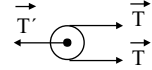
$$f'_s \max = \mu_s (M + m)g = 0.2 \times (4 + 2) \times 10 = 12 \text{ N}$$



چون مجموعه در حال سکون است، بنابراین برآیند نیروهای وارد بر جسم برابر با صفر است.

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow T - f_s \max - f_s' \max = 0 \Rightarrow T = f_s \max + f_s' \max$$

$$\frac{f_{smax}=4N}{f_{s'max}=12N} \rightarrow T = 16N$$



چون قرقره و نخها بدون جرم هستند، داریم:

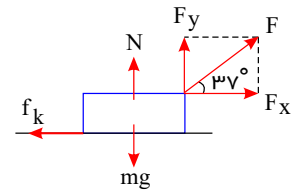
$$T' - 2T = 0 \Rightarrow T' = 32N$$

۱۳۷. گزینه ۱ با رسم دیاگرام آزاد نیروهای وارد بر جسم، داریم:

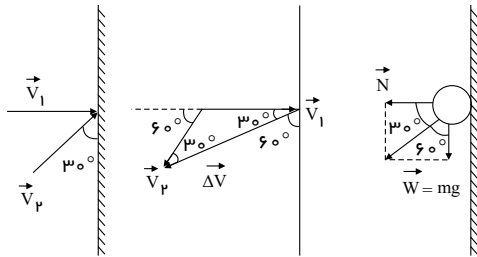
$$\begin{cases} F_x = F \cos \theta = 100 \times \cos 37^\circ = 80 N \\ F_y = F \sin \theta = 100 \times \sin 37^\circ = 60 \end{cases}$$

$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow F_y + N - mg = 0 \Rightarrow N = mg - F_y = 260 - 60 = 200 N$$

$$\Sigma F = ma \xrightarrow{\text{سرعت ثابت } a=0} F_x - f_k = 0 \Rightarrow F_x = \mu N \Rightarrow \mu = \frac{80}{200} = \frac{2}{5} = 0,4$$



۱۳۸. گزینه ۴. چون دیوار بدون اصطکاک است، تنها نیرویی که از طرف دیوار به توپ وارد می شود نیروی عمودی سطح است.



$$\vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{N} + \vec{W} = m \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t}$$

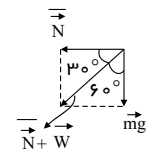
در نتیجه برآیند بردارهای نیروی متوسط عمودی سطح و نیروی وزن با بردار تفاضل سرعت هم جهت است.

باتوجه به این که بردار تفاضل سرعت با راستای قائم زاویه 60° می سازد. بنابراین برآیند بردارهای \vec{W} و \vec{N} با راستای قائم زاویه 60° می سازد.

$$\tan 30^\circ = \frac{mg}{N} \Rightarrow \vec{N} = \frac{mg}{\tan 30^\circ}$$

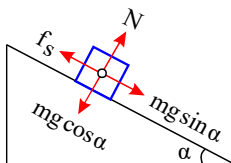
$$m = 200g = 2kg \rightarrow \vec{N} = \frac{2 \times 10}{\frac{1}{\sqrt{3}}} = 2\sqrt{3}(N)$$

$$\tan 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{3}, g = 10 \frac{N}{kg}$$



۱۳۹. گزینه ۲

هنگامی که جسم روی سطح شیبدار ساکن است، برآیند نیروهای وارد بر آن صفر است اکنون با رسم دیاگرام آزاد نیروها مطابق شکل زیر می توان نوشت:



$$\sum F_y = 0$$

$$N - mg \cos \alpha = 0 \Rightarrow N = mg \cos \alpha$$

$$\sum F_x = 0$$

$$mg \sin \alpha - f_s = 0 \Rightarrow mg \sin \alpha = \mu_s N \Rightarrow mg \sin \alpha = \mu_s mg \cos \alpha \Rightarrow \mu_s = \tan \alpha$$

بنابراین: $\mu_s \geq \tan \alpha$ شرط سکون جسم روی سطح شیب‌دار

۱۴۰. گزینه ۴ جرم مقداری ثابت است و به شتاب گرانشی زمین بستگی ندارد. اما وزن جسم ($W = mg$) در هر نقطه به شتاب گرانشی در آن

نقطه وابسته است. از طرفی می‌دانیم شتاب گرانشی در سطح زمین از رابطه $g = \frac{GMe}{Re^2}$ و در ارتفاع h از سطح زمین از رابطه

$$g' = \frac{GMe}{(Re + h)^2}$$

به دست می‌آید. بنابراین داریم:

$$\frac{g'}{g} = \frac{\frac{GMe}{(Re+h)^2}}{\frac{GMe}{Re^2}} \Rightarrow \frac{g'}{g} = \left(\frac{Re}{Re+h}\right)^2 \Rightarrow \frac{g'}{g} = \left(\frac{Re}{1.6Re}\right)^2 = \frac{1}{1.6}$$

بنابراین وزن جسم در فاصله ۳ برابر شعاع زمین $\frac{1}{1.6}$ وزن آن در سطح زمین است.

۱۴۱. گزینه ۳

$$\begin{cases} V_1 = V \\ V_2 = -\frac{1}{3}V \end{cases} \Rightarrow \Delta V = V_2 - V_1 = -\frac{1}{3}V - V = -\frac{4}{3}V$$

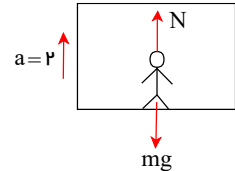
$$\Delta P = m\Delta V \Rightarrow \Delta P = -\frac{4}{3}mV \xrightarrow{P_1 = mV} \Delta P = -\frac{4}{3}P_1 = -\frac{4}{3} \times 24 = -32 \frac{kg \cdot m}{s}$$

$$|\vec{F}| = \frac{|\Delta P|}{\Delta t} \Rightarrow |\vec{F}| = \frac{32}{2} = 16N$$

۱۴۲. گزینه ۱ در این حرکت نیرویی که از طرف شخص به کف آسانسور وارد می‌شود، برابر نیرویی است که کف آسانسور به شخص وارد می‌کند.

یعنی همان نیروی وزن ظاهری جسم (N) - توجه داشته باشید وقتی شتاب حرکت آسانسور روبه بالا است یعنی یا آسانسور با شتاب تندشونده a به سمت بالا حرکت می‌کند و یا با شتاب a به صورت کندشونده رو به پایین در حرکت است. در نتیجه داریم:

$$N - mg = ma \Rightarrow N - 50 \times 10 = 50 \times 2 \Rightarrow N = 600N$$



۱۴۳. گزینه ۲ ابتدا شتاب توقف اتومبیل را بدست می‌آوریم:

$$V = at + V_0 \Rightarrow 0 = a \times 5 + 20 \Rightarrow a = -4 \frac{m}{s^2}$$

$$F = ma \Rightarrow F = (1.2 \times 1000) \times |-4| = 4.8 \times 10^3 N$$

۱۴۴. گزینه ۳ عکس‌العمل نیروی چرخ‌ها به سطح جاده است که باعث حرکت اتومبیل به سمت جلو می‌شود.

۱۴۵. گزینه ۳ راه حل اول:

$$IF = ma \Rightarrow F = (m_1 + m_2 + m_3)a \Rightarrow a = \frac{F}{10}$$

با نوشتن قانون دوم نیوتن برای نیروهای T_1 و T_2 داریم:

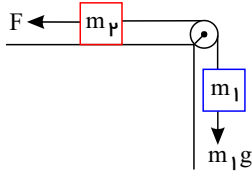
$$\left. \begin{aligned} F - T_1 &= m_1 a \Rightarrow F - T_1 = 5 \times \frac{F}{10} \Rightarrow T_1 = \frac{F}{2} \\ F - T_2 &= (m_1 + m_2)a \Rightarrow F - T_2 = 8 \times \frac{F}{10} \Rightarrow T_2 = \frac{F}{5} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{\frac{F}{2}}{\frac{F}{5}} = \frac{5}{2}$$

راه حل دوم: چون جرم طناب و اصطکاک ناچیز است. می‌توانیم شعله را به روش تناسب حل کنیم. کافی است از خود سؤال کنیم و این نیرو چه جسم‌هایی را به دنبال خود می‌کشد. مثلاً نیروی F ، 10 kg را به دنبال خود می‌کشد، پس T_1 باید 5 kg را به دنبال خود بکشد.

$$\left. \begin{array}{l} F \quad 10\text{ kg} \Rightarrow T_1 = \frac{5F}{10} = \frac{F}{2} \\ T_1 \quad 5\text{ kg} \\ F \quad 10\text{ kg} \Rightarrow T_2 = \frac{2F}{10} = \frac{F}{5} \\ T_2 \quad 2\text{ kg} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{5}{2}$$

۱۴۶. گزینه ۲

نکته: در شکل‌های ترکیبی باید دقت کنیم که دو مقدار برای F به دست می‌آید یکی حداقل نیروی F (F_{\min}) برای حالتی است که دستگاه در آستانه حرکت و رود به پایین باشد و دیگری حداکثر F (F_{\max}) برای حالتی است که دستگاه در آستانه حرکت و رو به بالا باشد.



حالت اول: اگر دستگاه در آستانه حرکت و رو به پایین باشد.

$$\sum F = ma \Rightarrow m_1 g - f_s - F = 0 \Rightarrow 20 - 100 \times 0.1 - F = 0 \Rightarrow F_{\min} = 10$$

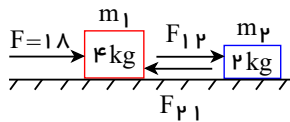
حالت دوم: اگر دستگاه در آستانه حرکت و رو به بالا باشد.

$$\sum F = ma \Rightarrow F - f_s - m_1 g = 0 \Rightarrow F - 100 \times 0.1 - 20 = 0 \Rightarrow F_{\max} = 30$$

بنابراین $10\text{ N} \leq F \leq 30\text{ N}$ است.

۱۴۷. گزینه ۱

راه حل اول: با رسم دیاگرام آزاد نیروهای وارد بر جسم‌ها درمی‌یابیم که طبق قانون سوم نیوتن نیرویی که جسم ۴ کیلوگرمی به جسم ۲ کیلوگرمی وارد می‌کند برابر نیرویی است که جسم ۲ کیلوگرمی به جسم ۴ کیلوگرمی وارد می‌کند.



باتوجه به اینکه اصطکاک ناچیز است، شتاب حرکت دستگاه را به دست می‌آوریم

$$\sum F = ma \Rightarrow F = (m_1 + m_2)a \Rightarrow 18 = 6a \Rightarrow a = 3 \frac{m}{s^2}$$

اکنون قانون دوم نیوتن را برای جسم 4 kg می‌نویسیم:

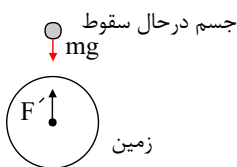
$$\sum F = ma \Rightarrow F - F_{21} = m_1 a \Rightarrow 18 - F_{21} = 4 \times 3 \Rightarrow F_{21} = 6\text{ N}$$

راه حل دوم: استفاده از روش تناسب. کافی است از خود سؤال کنیم، (این نیرو چه جسم‌هایی را هل می‌دهد).

$$\frac{F = 18}{F_{12}} = \frac{4\text{ kg}}{2\text{ kg}} \Rightarrow F_{12} = \frac{2 \times 18}{4} = 9\text{ N}$$

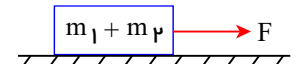
۱۴۸. گزینه ۳

نکته: برای تشخیص نیروی عکس‌العمل یک نیروی معین، کافی است از خود سؤال کنیم، این نیروی معین را چه جسمی به جسم مورد نظر وارد کرده است، عکس‌العمل آن، به جسم واردکننده نیروی وارد می‌شود. مثلاً در شکل زیر باید سؤال کنیم که نیروی وزن ($W = mg$) را چه جسمی به جسم در حال سقوط وارد می‌کند؟ پاسخ زمین است پس باید عکس‌العمل نیروی W به زمین وارد شود که همان نیروی F' خواهد بود.



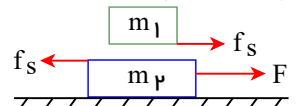
۱۴۹. گزینه ۱ باتوجه به آن که هر دو جسم با شتاب یکسان در حال حرکتند نخست کل دستگاه به عنوان یک جسم در نظر گرفته و شتاب حرکت دستگاه مطابق قانون دوم نیوتن به دست می‌آوریم:

$$\sum F = ma \Rightarrow F = (m_1 + m_2)a \Rightarrow 24 = (2 + 4)a \Rightarrow a = 4 \frac{m}{s^2}$$



اکنون با رسم دیاگرام آزاد نیروها می‌بینیم تنها به دلیل نیروی اصطکاک ایستایی بین جسم‌های m_1 و m_2 است که باعث می‌شود تا جسم m_1 بر روی m_2 نلغزد و هر دو با شتاب یکسان حرکت کنند. در نتیجه داریم:

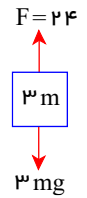
$$\sum F = ma \Rightarrow f_s = m_1 a \Rightarrow f_s = 2 \times 4 = 8\text{ N}$$



۱۵۰. گزینه ۱ راه حل اول: ابتدا کل دستگاه را به صورت یک جسم در نظر می‌گیریم تا شتاب حرکت دستگاه را بدست آوریم:

$$\sum F = ma \Rightarrow F - 3mg = 3ma \Rightarrow 24 - 3 \times 0.5 \times 10 = (3 \times 0.5)a$$

$$a = 6 \frac{m}{s^2}$$



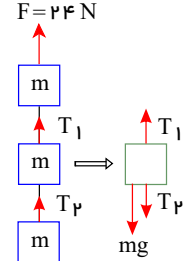
برایند نیروهای وارد بر وزنه وسطی برابر است با:

$$\sum F = ma \Rightarrow FT = 0.5 \times 6 = 3N$$

راه حل دوم: کافی است به روش تناسب، مطابق شکل T_1 و T_2 را بدست آوریم:

$$\left. \begin{aligned} F = 24 \quad 3m \Rightarrow T_1 &= \frac{3m \times 24}{3m} = 16N \\ T_1 & \\ F = 24 \quad 3m \Rightarrow T_2 &= \frac{m \times 24}{3m} = 8N \\ T_2 & \end{aligned} \right\} \sum F = T_1 - T_2 - mg = 16 - 8 - 0.5 \times 10$$

$$\Rightarrow \sum F = 3N$$

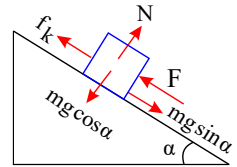


۱۵۱. گزینه ۲ با رسم دیاگرام آزاد نیروهای وارد بر جسم بر روی سطح شیب‌دار داریم:

$$\sum F = ma$$

$$mg \sin \alpha - F - f_k = 0 \Rightarrow 0.6mg - F - \mu_k mg \cos \alpha = 0$$

$$\Rightarrow 0.6mg - F - \frac{1}{4} \times 0.8mg = 0 \Rightarrow F = 0.4mg$$



۱۵۲. گزینه ۳

$$\vec{F}T = m\vec{a} \Rightarrow (13 + \alpha)\vec{i} + (7 + \beta)\vec{j} = 3(2\vec{i} + 4\vec{j})$$

$$(13 + \alpha)\vec{i} + (7 + \beta)\vec{j} = 6\vec{i} + 12\vec{j}$$

$$13 + \alpha = 6 \Rightarrow \alpha = -7 \Rightarrow \alpha + \beta = -2$$

$$7 + \beta = 12 \Rightarrow \beta = 5$$

۱۵۳. گزینه ۴ لختی یا اینرسی، مقاومت جسم در برابر تغییر وضعیت (سرعت) است و قانون اول نیوتون همان قانون لختی است، بنابراین گزینه ۴ درست است.

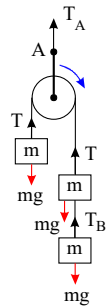
۱۵۴. گزینه ۱ نکته: در ماشین آتوود اگر جرم نخ ناچیز باشد نیروی کشش هر دو نخ متصل به قرقره یکسان و برابر T است و در صورتی که جرم قرقره هم ناچیز باشد، نیروی کشش نخ متصل به سقف دو برابر نیروی کشش نخ متصل به قرقره خواهد بود. یعنی ($TA = 2T$) بنابراین برای محاسبه‌ی نیروی کشش نخ‌ها ابتدا لازم است تا شتاب حرکت دستگاه را به دست آوریم:

$$\Sigma F = ma \Rightarrow 2mg - mg = 3ma \Rightarrow a = \frac{g}{3}$$

$$\Sigma F = ma \Rightarrow mg - TB = m \frac{g}{3} \Rightarrow TB = \frac{2}{3}mg \quad (1)$$

$$\Sigma F = ma \Rightarrow T - mg = m \frac{g}{3} \Rightarrow T = \frac{4}{3}mg \Rightarrow TA = 2T = \frac{8}{3}mg \quad (2)$$

$$\frac{(1),(2)}{\rightarrow} \frac{TA}{TB} = \frac{\frac{8}{3}mg}{\frac{2}{3}mg} = 4$$



راه حل دوم: چون شتاب حرکت همه‌ی جرم‌ها یکسان است، پس نیروی کشش نخ در هر نقطه با جرم متصل به نخ در آن نقطه متناسب است. بنابراین داریم:

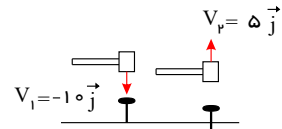
$$\frac{TB}{T} \Big| \frac{m}{2m} \Rightarrow T = 2TB \Rightarrow TA = 2T = 4TB$$

$$\frac{TA}{TB} = \frac{4TB}{TB} = 4$$

۱۵۵. گزینه ۱ تغییر تکانه‌ی چکش برابر است با:

$$\Delta \vec{P} = m\Delta \vec{V} = m(\vec{V}_2 - \vec{V}_1) = 4(5\vec{j} - (-10\vec{j})) = 4 \times 15\vec{j}$$

$$\Rightarrow \Delta \vec{P} = 60\vec{j} \left(\frac{kg \cdot m}{s} \right)$$

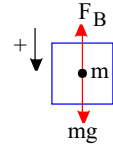


$$|\vec{F}| = \left| \frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t} \right| \Rightarrow 60000 = \frac{60}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow \Delta t = \frac{60}{60000} = 0.001 s$$

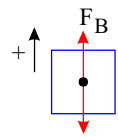
۱۵۶. گزینه ۴ دیاگرام آزاد (نیروهای وارد بر) بالون را که شامل نیروی وزن (mg) و نیروی شناوری معروف است (FB) در دو حالت رسم می‌کنیم:

$$\sum F = ma \Rightarrow mg - FB = ma \Rightarrow 600 \times 10 - FB = 600 \times 5 \Rightarrow FB = 3000 N$$



$$\sum F = (m - m')a \Rightarrow FB - (m - m')g = (m - m')a$$

$$\Rightarrow 3000 - (600 - m')10 = (600 - m') \times 5 \Rightarrow 3000 = (600 - m') \times 15 \Rightarrow m' = 400 kg$$



۱۵۷. گزینه ۱ نیروی $12N$ به هر جسم وارد می‌شود. شتاب حرکت دو جسم را به دست می‌آوریم.

$$\sum F = ma \xrightarrow{m=4kg, F=12N} a = \frac{12}{4} = 3 \frac{m}{s^2}$$

$$\sum F = ma \xrightarrow{m=6kg, F'=12N} a' = \frac{12}{6} = 2 \frac{m}{s^2}$$

چون شتاب حرکت مجموعه به سمت راست و $a > a'$ است، بنابراین دو جسم از یکدیگر جدا می‌شوند و هر کدام با شتاب جداگانه‌ای به حرکت خود ادامه می‌دهد. لذا شتاب جسم 6 کیلوگرمی برابر با $2 \frac{m}{s^2}$ است.

با عکس شدن جهت نیروها، شتاب حرکت دو جسم به سمت چپ می‌شود. در این حالت شتاب حرکت مجموعه برابر می‌شود با:

$$\sum F = (m_1 + m_2)a \Rightarrow a'' = \frac{12 + 12}{10} = 2.4 \frac{m}{s^2}$$

دقت شود در این حالت دو جسم از یکدیگر جدا نمی‌شوند. زیرا در صورت جدایی شتاب جرم $6kg$ برابر با $2 \frac{m}{s^2}$ و شتاب جرم $4kg$ برابر با $3 \frac{m}{s^2}$ است که چون شتاب جسم 4 کیلوگرمی بزرگتر از شتاب جسم 6 کیلوگرمی است بنابراین دو جسم از یکدیگر جدا نمی‌شوند و مجموعه با شتاب یکسان $2.4 \frac{m}{s^2}$ حرکت می‌کند.

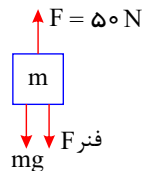
بنابراین داریم:

$$\frac{a''}{a'} = \frac{2.4}{2} = 1.2$$

۱۵۸. گزینه ۱ ابتدا دیاگرام آزاد جسم m را رسم می‌کنیم و چون جسم متعادل است، داریم:

$$F = F_{فنر} + mg \Rightarrow 50 = F_{فنر} + 30 \Rightarrow F_{فنر} = 20 N$$

بنابراین داریم:



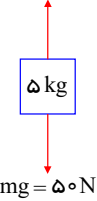
$$F_{فنر} = K \Delta L \Rightarrow 20 = 100 \times \Delta L \Rightarrow \Delta L = 0.2 m = 20 cm$$

نکته: زاویه بین نخ و قرقره تأثیری در حل مسئله ندارد و قرقره فقط تغییر جهت نیرو را ایفا می‌کند.

۱۵۹. گزینه ۱ با توجه به رابطه $\vec{F} = \frac{d\vec{P}}{dt}$ شیب خط مماس بر نمودار $P-t$ در هر لحظه، معرف نیروی وارد بر جسم در آن لحظه می باشد. از آن جایی که در شکل داده شده شیب نمودار $P-t$ در بازه‌ی زمانی $t = ۳s$ و $t = ۱۰s$ ثابت است. بنابراین می توان نتیجه گرفت که شیب خط مماس در لحظه $t = ۶s$ برابر نیرویی متوسط وارد بر جسم در این بازه‌ی زمانی است ($\vec{F} = \frac{\Delta P}{\Delta t}$) و داریم:

$$F = \vec{F} = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{-۴ - ۲}{۱۰ - ۳} = -۱N \Rightarrow |F| = ۱N$$

$$F = ۶۰N$$



۱۶۰. گزینه ۳

ابتدا شتاب حرکت جسم را با استفاده از قانون دوم نیوتن محاسبه می کنیم:

$$\sum F = ma \Rightarrow F - mg = ma \Rightarrow ۶۰ - ۵۰ = ۵a \Rightarrow a = ۲ \frac{m}{s^2}$$

اکنون سرعت حرکت جسم را در لحظه‌ی $t = ۵s$ به دست می آوریم:

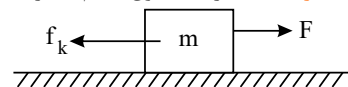
$$V_t = at + V_0 \xrightarrow{t=5s} V_t = ۲ \times ۵ + ۰$$

$$\Rightarrow V_t = ۱۰ \frac{m}{s}$$

$$(P = mV \Rightarrow P = ۵ \times ۱۰ = ۵۰ \frac{kg \cdot m}{s})$$

۱۶۱. گزینه ۱ در حالت اول جسم با سرعت ثابت روی مسیر مستقیم و افقی حرکت می کند. بنابراین داریم:

$$\sum F = ۰ \Rightarrow F - f_k = ۰ \Rightarrow ۸ - f_k = ۰ \Rightarrow f_k = ۸N$$

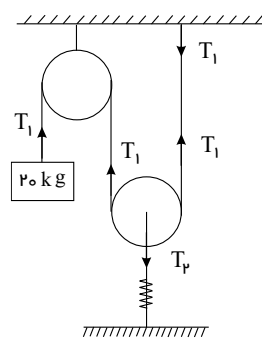


برای این که جسم پس از ۵ ثانیه متوقف گردد، داریم:

$$V = at + V_0 \Rightarrow ۰ = a(۵) + ۱ \Rightarrow a = -\frac{1}{5} \frac{m}{s^2} \Rightarrow \sum F = ma \Rightarrow F_t - f_k = ma$$

$$F_t - ۸ = ۵ \times (-\frac{1}{5}) \Rightarrow F_t = ۷N \Rightarrow |\Delta F| = ۱N$$

۱۶۲. گزینه ۲ بر وزنه ۲۰ کیلوگرمی دو نیرو در راستای قائم وارد می شود که چون وزنه ثابت است، اندازه‌ی آن‌ها با هم برابرند.



$$T_1 = mg = ۲۰ \times ۱۰ = ۲۰۰N$$

اکنون نیروی وارد برفتن را به دست می آوریم:

$$T_2 = ۲T_1 = ۴۰۰N$$

مطابق رابطه‌ی تغییر طول فنر داریم:

$$F = K\Delta X \xrightarrow{F=T_2} \Delta X = \frac{۴۰۰}{K} = \frac{۴۰۰}{۱۰۰۰} = ۰,۴m = ۴۰cm$$

۱۶۳. گزینه ۲ روش کار و انرژی:

با حرکت جرم m_1 به سمت پائین انرژی پتانسیل کشسانی در سیستم آزاد می‌شود که این انرژی صرف بالا رفتن جسم m_2 و سرعت گرفتن هر دو جسم می‌گردد، بنابراین طبق اصل پایستگی انرژی می‌توان گفت:

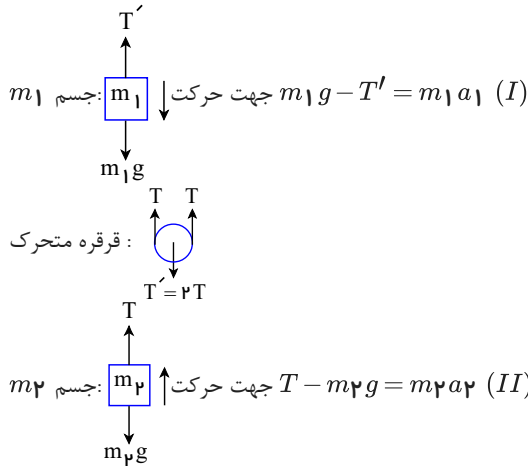
$$\Delta U_1 = \Delta U_2 + \Delta k_1 + \Delta k_2$$

$$\Rightarrow m_1 gh_1 = m_2 gh_2 + \frac{1}{2} m_1 V_1^2 + \frac{1}{2} m_2 V_2^2 \Rightarrow 7 \times 10 \times 0.8$$

$$= 2 \times 10 \times h_2 + \frac{1}{2} \times 7 \times V_1^2 + \frac{1}{2} \times 2 \times V_2^2 \xrightarrow[V_2=2V_1]{h_2=2h_1} 56 = 32 + \frac{7}{2} V_1^2 + (2V_1)^2$$

$$\Rightarrow 24 = \frac{15}{2} V^2 \Rightarrow V^2 = \frac{48}{15} \Rightarrow V^2 = \frac{16}{5} \Rightarrow V = \frac{4}{\sqrt{5}} = \frac{4}{5} \sqrt{5} = 0.8 \sqrt{5} \frac{m}{s}$$

نکته: شتاب و سرعت و جابه‌جایی جسم متصل به قرقره ثابت، دو برابر شتاب و سرعت و جابه‌جایی جسم متصل به قرقره متحرک است. روش دینامیک: با توجه به دیاگرام آزاد (پیکره آزاد) جسم m_2, m_1 ، قرقره متحرک و قانون دوم نیوتون داریم:



$$(I), (II) \Rightarrow \begin{cases} 70 - T' = 7a_1 \\ T - 20 = 2a_2 \end{cases} \xrightarrow{a_2=2a_1, T'=2T} \begin{cases} 70 - 2T = 7a_1 \\ T - 20 = 4a_1 \end{cases} \Rightarrow T = 28(N), a_1 = 2 \frac{m}{s^2}$$

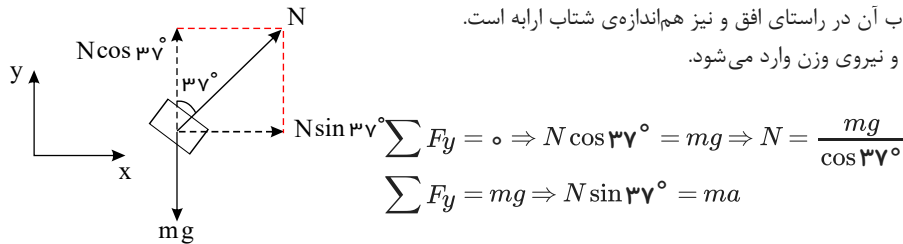
با داشتن شتاب جسم و رابطه مستقل از زمان می‌توان گفت:

$$V^2 - V_0^2 = 2a\Delta y \Rightarrow V^2 - 0 = 2 \times 2 \times 0.8 \Rightarrow V^2 = 3.2 = 4 \times \sqrt{\frac{1}{5}} = \frac{4}{5} \sqrt{5} \Rightarrow V = 0.8 \sqrt{5} \frac{m}{s}$$

نکته: شتاب جسم متصل به قرقره ثابت، دو برابر شتاب جسم متصل به قرقره متحرک است.

۱۶۴. گزینه ۲ برای آن که ارتفاع از سطح افق ثابت بماند باید برآیند نیروهای وارد بر آن در راستای قائم برابر با صفر باشد، از طرفی چون ارتفاع جسم تغییر نمی‌کند بنابراین شتاب آن در راستای افق و نیز هم‌اندازه‌ی شتاب اربابه است.

به جسم دو نیروی عمودی سطح و نیروی وزن وارد می‌شود.



$$N = \frac{mg}{\cos 37^\circ} \xrightarrow{\sum F_y = mg} N \sin 37^\circ = ma \xrightarrow{N = \frac{mg}{\cos 37^\circ}} a = g \tan 37^\circ = 10 \times \frac{3}{4} = 7.5 \frac{m}{s^2}$$

۱۶۵. گزینه ۱ چون جسم با سرعت ثابت حرکت می‌کند، بنابراین برآیند نیروهای وارد بر آن برابر صفر است و می‌توان نوشت:

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = 0 \Rightarrow \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = -\vec{F}_1 \Rightarrow |\vec{F}_2 + \vec{F}_3| = |\vec{F}_1| = 10$$

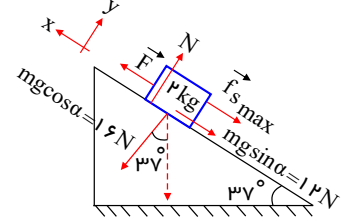
در نتیجه با حذف \vec{F}_1 بزرگی برآیند نیروهای وارد بر جسم برابر با 10 N و جهت آن هم در خلاف جهت \vec{F}_1 خواهد شد. اگر جهت نیروی \vec{F}_1 را مثبت در نظر بگیریم، شتاب جسم پس از حذف نیروی \vec{F}_1 برابر است با:

$$\sum F = ma \xrightarrow{\sum F = -10} -10 = 2a \rightarrow a = -5 \frac{m}{s^2}$$

حال با توجه به رابطه‌ی سرعت داریم:

$$V = at + V_0 \rightarrow V = -5 \times 2 + 15 = +5 \frac{m}{s}$$

۱۶۶. گزینه ۳ برای تعادل جسم و برای این که اندازه‌ی نیروی \vec{F} حداکثر باشد باید جسم در آستانه‌ی لغزش رو به بالا باشد و بنابراین باید نیروی اصطکاک روبه پایین باشد در این حالت مقدار نیروی اصطکاک از رابطه‌ی $f_{s\max} = \mu_s N$ محاسبه می‌شود.



$$\sum F_y = 0 \Rightarrow N = mg \cos \alpha = 16 N$$

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow F - mg \sin \alpha - f_{s\max} = 0$$

$$F = mg \sin \alpha + f_{s\max} = 2 \times 10 \times \sin 37^\circ + (0.2) \times 2 \times 10 \cos 37^\circ = 12 + 3.2 = 15.2 N$$

۱۶۷. گزینه ۲ * نکته: نیروی عکس‌العمل سطح بر ایند نیروی عمودی سطح و نیروی اصطکاک وارد بر جسم است. از آنجایی که مطابق قانون سوم نیوتن بزرگی نیرویی که از طرف جسم به سطح وارد می‌شود برابر با بزرگی نیروی عکس‌العمل سطح می‌باشد. داریم:

$$R = \sqrt{N^2 + f_k^2} \xrightarrow{N=mg=60 N} 75 = \sqrt{60^2 + f_k^2} \rightarrow 75^2 = 60^2 + f_k^2 \rightarrow f_k = 45 N$$

با توجه به قانون دوم نیوتن داریم:

$$F - f_k = ma \rightarrow 90 - 45 = 6a \rightarrow a = \frac{45}{6} = 7.5 \frac{m}{s^2}$$

۱۶۸. گزینه ۳ با توجه به قضیه‌ی کار و انرژی، سرعت مجموعه‌ی دو جسم را به دست می‌آوریم:

$$W_T = \Delta K \Rightarrow 4 = \frac{1}{2} \times 2 \times V_2^2 \Rightarrow V_2 = 2 \frac{m}{s}$$

جرم m_1 به اندازه‌ی 40 cm پایین می‌آید. کاهش انرژی پتانسیل گرانشی جرم m_1 سبب افزایش انرژی پتانسیل جرم m_2 و افزایش انرژی جنبشی مجموعه می‌شود. از آن جایی که اصطکاک ناچیز است، طبق اصل پایستگی انرژی داریم:

$$|\Delta U_1| = |\Delta U_2| + |\Delta K_1| + |\Delta K_2|$$

$$\Rightarrow |m_1 gh| = |m_2 gh| + \frac{1}{2} m_1 V_1^2 + \frac{1}{2} m_2 V_2^2$$

$$\Rightarrow m_1 \times 10 \times 0.4 = 2 \times 10 \times 0.4 + \frac{1}{2} m_1 \times 2^2 + \frac{1}{2} \times 2 \times 2^2$$

$$\Rightarrow 4m_1 = 8 + 4 + 2m_1 \Rightarrow m_1 = 6 \text{ kg}$$