نام و نام خانوادگی:

نام آزمون: kar

تاریخ آزمون: ۱۳۹۹/۱۰/۲۷

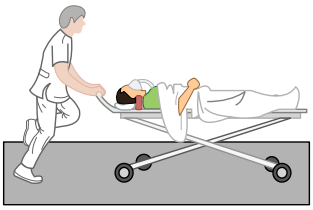
زمان برگزاری: ۱۶۰۰ دقیقه

علیرضا ایدل خانی

۱ - کار کمیتی ..... است و یکای آن در SI همان یکای ..... است.

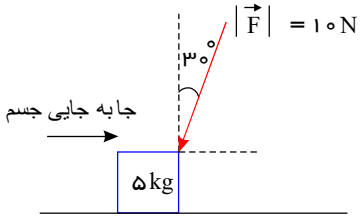
(۱) برداری - نیرو (۲) برداری - انرژی (۳) نرده‌ای - انرژی (۴) نرده‌ای - نیرو

۲ - بیماری روی تختی دراز کشیده است. پرستار این تخت را با نیروی ثابت افقی $F = ۵۰N$، ۶ متر روی سطح هموار و بدون اصطکاک هل می‌دهد. کار انجام شده توسط نیروی $\vec{F}$ در این جابه‌جایی چند کیلوژول است؟



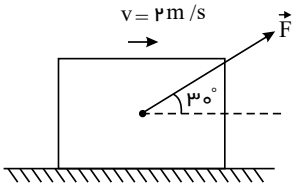
(۱) ۰٫۳ (۲) ۷٫۵
(۳) ۲۲٫۵ (۴) ۳۰

۳ - در شکل مقابل کار نیروی $\vec{F}$ در ۵ متر جابه‌جایی افقی جسم به سمت راست، چند ژول است؟



(۱) ۲۵ (۲) -۲۵
(۳) $۲۵\sqrt{۳}$ (۴) $-۲۵\sqrt{۳}$

۴ - مطابق شکل زیر، توسط نیروی ثابت $F = ۲۰N$، جسمی را با تندی ثابت $۲m/s$ روی یک سطح افقی بدون اصطکاک می‌کشیم. کار نیروی $\vec{F}$ روی جسم بعد از گذشت $۸s$ چند ژول است؟

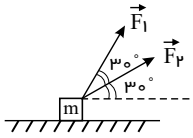


(۱) ۱۶۰ (۲) $۱۶۰\sqrt{۳}$
(۳) ۳۲۰ (۴) $۳۲۰\sqrt{۳}$

۵ - به جسمی به جرم M نیروی ثابت $۲۰N$ وارد می‌شود و جسم ۳ متر جابه‌جا می‌شود. کدام‌یک از گزینه‌های زیر نمی‌تواند کار انجام شده توسط این نیرو بر روی جسم باشد؟

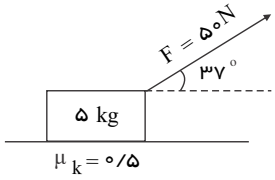
(۱) ۴۰ (۲) -۳۰ (۳) $-۳۰\sqrt{۳}$ (۴) $۶۰\sqrt{۳}$

۶ - جسمی روی سطحی افقی قرار دارد و تحت تأثیر دو نیروی $\vec{F_۱}$ و $\vec{F_۲}$ که مطابق شکل زیر به آن وارد می‌شوند، روی سطح افقی مقداری جابه‌جا می‌شود. اگر کار نیروی $\vec{F_۲}$ در این جابه‌جایی، ۲ برابر کار نیروی $\vec{F_۱}$ باشد، حاصل $\frac{F_۲}{F_۱}$ کدام است؟



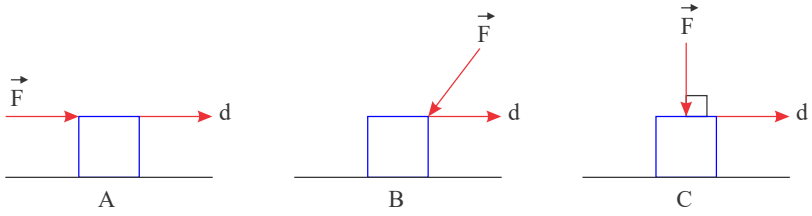
(۱) ۲ (۲) $\frac{۱}{۲}$ (۳) $\frac{۲\sqrt{۳}}{۳}$ (۴) $\frac{\sqrt{۳}}{۲}$

۷ - در شکل زیر، جسم تحت‌تأثیر نیروی F به اندازهٔ ۵ متر جابه‌جا می‌شود. کار نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، در این جابه‌جایی چند ژول است؟ $(\sin ۳۷^\circ = ۰٫۶ \ , \ g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$



(۱) ۲۰۰ (۲) صفر
(۳) -۵۰ (۴) -۲۵۰

۸ – مطابق شکل‌های زیر، نیروی $\vec{F}$ با اندازه‌ی یکسان با سه روش متفاوت بر جعبه‌ای که به اندازه‌ی d جابه‌جا می‌شود اعمال می‌شود. کدام یک از گزینه های زیر کار انجام شده توسط این نیرو را در این سه حالت به درستی مقایسه نموده است؟



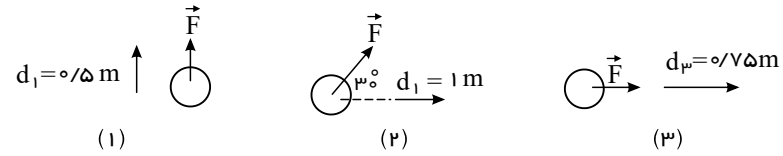
① $W_A > W_B > W_C$

② $W_A > W_C > W_B$

③ $W_C > W_B > W_A$

④ $W_B > W_A > W_C$

۹ – مطابق شکل‌های زیر نیروی F در سه حالت جسم یکسان را طی جهت‌های مشخص جابه‌جا می‌کند. در کدام حالت کار انجام‌شده روی جسم توسط نیروی F، کم‌ترین مقدار را دارد؟



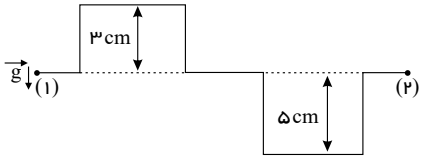
① (۱)

② (۲)

③ (۳)

④ جرم جسم باید مشخص باشد.

۱۰ – مطابق شکل زیر جسمی به جرم $۴kg$ را در مسیر نشان داده شده از نقطهٔ (۱) تا نقطهٔ (۲) جابه‌جا می‌کنیم. کار نیروی وزن در این جابه‌جایی چند ژول است؟ $(g = ۱۰\frac{N}{kg})$



① صفر

② ۸۰

③ ۳۲۰

④ -۸۰

۱۱ – جسم ساکنی به جرم $۵۰kg$ به‌وسیلهٔ طناب توسط شخصی با شتاب ثابت $۲\frac{m}{s^۲}$ در راستای قائم بالا کشیده می‌شود. کار انجام شده توسط شخص روی جسم، زمانی که جسم $۲۰m$ جابه‌جا می‌شود، چند ژول است؟ $(g = ۱۰\frac{N}{kg})$

① ۱۲۰۰۰

② ۱۰۰۰۰

③ ۸۰۰۰

④ ۶۰۰۰

۱۲ – وزنه‌ای به جرم $۴kg$ را به وسیلهٔ فنری به جرم ناچیز به سقف آسانسوری می‌بندیم. زمانی که اندازهٔ شتاب حرکت آسانسور $۳m/s^۲$ و به‌طرف بالا است؛ ولی آسانسور در حال حرکت به سمت پایین می‌باشد، کار نیروی کشسانی فنر پس از ۶ متر جابه‌جایی برابر با چند ژول است؟ $(g = ۱۰N/kg)$ و فرض کنید جهت حرکت آسانسور تغییر نمی‌کند.)

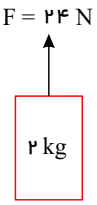
① -۱۶۸

② -۳۱۲

③ ۱۶۸

④ ۳۱۲

۱۳ – در شکل مقابل نیروی ثابت F در راستای قائم به یک جسم ۲ کیلوگرمی وارد می شود. اندازه ی (قدرِ مطلق) کار این نیرو در ثانیه های متوالی یک بازه ی زمانی معین .....



① افزایش می یابد.

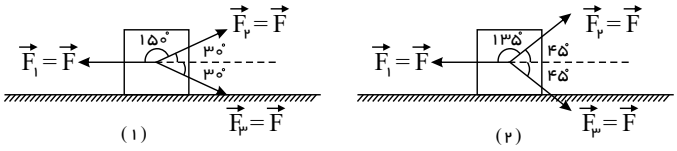
② کاهش می یابد.

③ ابتدا کاهش، سپس افزایش می یابد.

④ بسته به شرایط، هر کدام ممکن است درست باشد.

۱۴ - در شکل‌های زیر جسمی به جرم m روی سطح افقی بدون اصطکاکی به‌طرف راست در حال حرکت است. در یک جابه‌جایی افقی برابر، کار کل انجام شده بر روی جسم در شکل (۱)، چند برابر کار کل انجام‌شده بر روی جسم در شکل (۲) است؟

(در هر دو شکل، $\vec{F_1}$ موازی با سطح افقی است و $|\vec{F_1}| = |\vec{F_2}| = |\vec{F_3}| = |\vec{F}|$)



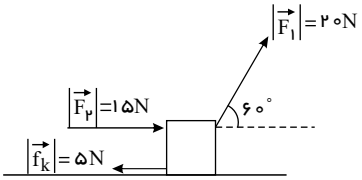
① $(\sqrt{۳}-۱)(\sqrt{۲}+۱)$

② $(\sqrt{۳}+۱)(\sqrt{۲}-۱)$

③ $(\sqrt{۳}+۱)(\sqrt{۲}+۱)$

④ $(\sqrt{۳}-۱)(\sqrt{۲}-۱)$

۱۵ - مطابق شکل زیر، جعبه‌ای روی سطح افقی به اندازهٔ ۱۰ متر جابه‌جا می‌شود. نسبت کار نیروی اصطکاک به کل کار انجام شده روی جعبه کدام است؟



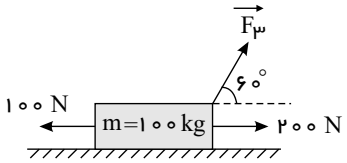
① -۲

② $-\frac{۱}{۲}$

③ -۴

④ $-\frac{۱}{۴}$

۱۶ - در شکل مقابل جسم با شتاب $۱/۵ m/s^۲$ در مسیر مستقیم بدون اصطکاک در حال حرکت است. جهت اعمال شدن نیروی $\vec{F}$ ۳ به جسم چند درجه و در چه جهتی تغییر کند تا کار کل انجام شده روی جسم در هر جابه‌جایی‌ای برابر صفر باشد؟



① ۱۲۰° و ساعتگرد

② ۶۰° و ساعتگرد

③ ۱۲۰° و پادساعتگرد

④ ۶۰° و پادساعتگرد

پاسخنامه تشریحی

۱ - گزینه ۳ کار یک کمیت نرده‌ای است و یکای کار همان یکای انرژی است.

$$K=\frac{۱}{۲}mv^{۲}\rightarrow J=kg\,m/s^{۲}$$

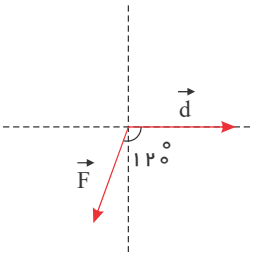
$$W=F\times d\rightarrow |W|=N\cdot m=\frac{kg\cdot m}{s^{۲}}m=kg(\frac{m}{s})^{۲}=J$$

۲ - گزینه ۱ کار نیروی $\vec{F}$ برابر است با:

$$W=Fd\cos\theta=۵۰\times ۶\times\cos ۰=۵۰\times ۶\times ۱=۳۰۰J=۰/۳kJ$$

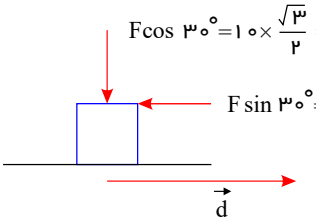
۳ - گزینه ۲

هرگاه نیروی $\vec{F}$ و جابه‌جایی $\vec{d}$ هم جهت باشد، کار نیروی $\vec{F}$ از رابطه‌ی $W=(F\cos\theta)\,d$ قابل محاسبه است، پس ابتدا باید زاویه‌ی بین $\vec{d}$ و $\vec{F}$ را بدست آوریم:



$$W_F=(۱۰\times cos۱۲۰^{\circ})\times ۵=(۱۰\times(-\frac{۱}{۲}))\times ۵=-۲۵J$$

روش دوم: ابتدا نیروی $\vec{F}$ را تجزیه می‌کنیم، مولفه‌ای از نیرو که عمود بر جابه‌جایی است کار انجام نمی‌دهد و فقط مولفه‌ای از $\vec{F}$ کار انجام می‌دهد که در راستای جابه‌جایی می‌باشد:



باتوجه به شکل فوق می‌توان نتیجه گرفت فقط مولفه‌ی $F\,sin۳۰^{\circ}$ کار انجام می‌دهد و این مولفه‌ی نیرو با جابه‌جایی خلاف جهت است، پس:

$$W_F=(۵N\times cos۱۸۰^{\circ})d=(۵N\times(-۱))\times ۵=-۲۵J$$

۴ - گزینه ۲ ابتدا جابه‌جایی جسم را در این ۸ ثانیه به‌دست می‌آوریم:

$$d=vt\xrightarrow[t=۸s]{v=۲m/s}d=۲\times ۸=۱۶m$$

حال کار نیروی $\vec{F}$ را می‌یابیم.

$$W_F=Fd\cos\theta\Rightarrow W_F=۲۰\times ۱۶\times\cos۳۰^{\circ}\Rightarrow W_F=۳۲۰\times\frac{\sqrt{۳}}{۲}=۱۶۰\sqrt{۳}J$$

۵ - گزینه ۴ طبق رابطهٔ کار نیروی ثابت $(W=Fd\cos\theta)$، هنگامی که $\theta=۰^{\circ}$ باشد کار نیروی F برابر Fd و هنگامی که $\theta=۱۸۰^{\circ}$ باشد، کار نیروی F برابر $-Fd$ است و به ازای هر زاویهٔ دلخواه دیگر کار انجام شده همواره بین این دو مقدار قرار می‌گیرد.

$$-Fd\le W\le Fd\xrightarrow[d=۳m]{F=۲۰N}-۲۰\times ۳\le W\le ۲۰\times ۳\Rightarrow -۶۰\le W\le ۶۰$$

در بین مقادیر داده شده در گزینه‌ها فقط مقدار گزینهٔ «۴» در این بازه قرار ندارد.

۶ - گزینه ۳ می‌دانیم کار نیروی ثابت از رابطهٔ $W=Fd\cos\alpha$ به‌دست می‌آید، پس می‌توان نوشت:

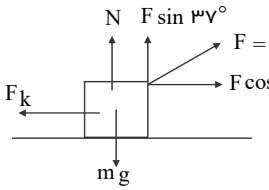
$$\frac{W_۲}{W_۱}=\frac{F_۲}{F_۱}\cdot\frac{d_۲}{d_۱}\cdot\frac{\cos\alpha_۲}{\cos\alpha_۱}$$

جابه‌جایی برای هر دو نیرو به یک اندازه است. پس $\frac{d_۲}{d_۱}=۱$ است.

$$\frac{۲W_۱}{W_۱}=\frac{F_۲}{F_۱}\times ۱\times\frac{\cos۳۰^{\circ}}{\cos۶۰^{\circ}}\Rightarrow ۲=\frac{F_۲}{F_۱}\times\frac{\frac{\sqrt{۳}}{۲}}{\frac{۱}{۲}}\Rightarrow\frac{F_۲}{F_۱}=\frac{۲}{\sqrt{۳}}=\frac{۲\sqrt{۳}}{۳}$$

۷ - گزینه ۳

برای محاسبهٔ کار نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، چون کار نیروی عمودی تکیه‌گاه صفر است، فقط کار نیروی اصطکاک را محاسبه می‌کنیم.



$W_R = W_{f_k} + \cancel{W_N} \Rightarrow W_R = W_{f_k}$

ابتدا نیروی N را محاسبه می‌کنیم : $N + F\sin ۳۷^\circ - mg = ۰ \Rightarrow N + ۵۰ \times ۰/۶ - ۵ \times ۱۰ = ۰ \Rightarrow N = ۲۰N$

$f_k = \mu_k N \Rightarrow f_k = ۰/۵ \times ۲۰ = ۱۰N$

$W_{f_k} = f_k \cdot d \cdot \cos ۱۸۰ = ۱۰ \times ۵ \times (-۱) = -۵۰J$

$W_R = W_{f_k} = -۵۰J$

۸ - گزینه ۲ کار انجام شده توسط نیروی ثابت $\vec{F}$ در جابه‌جایی $\vec{d}$ از رابطه‌ی $W_F = (F\,cos\theta)\,d$ قابل محاسبه است، در هر سه حالت اندازه‌ی $\vec{F}$ و $\vec{d}$ یکسان است، بنابراین تفاوت در کار انجام شده در این سه حالت فقط به $cos\theta$ وابسته است، پس داریم:

حالت A : $\theta = ۰^\circ \Rightarrow \cos\theta = ۱ \Rightarrow W_A = (F \times ۱) \times d \Rightarrow W_A = Fd$

حالت B : $۹۰^\circ < \theta < ۱۸۰^\circ \Rightarrow - < \cos\theta < ۰ \Rightarrow -Fd < W_B < ۰$

حالت C : $\theta = ۹۰^\circ \Rightarrow \cos\theta = ۰ \Rightarrow W_C = ۰$

بنابراین $W_A > W_C > W_B$ است.

توجه داشته باشید اگر اندازه کار انجام شده مطرح باشد، می‌توان نوشت: $|W_A| > |W_B| > |W_C|$

۹ - گزینه ۱

با استفاده از تعریف کار نیروی ثابت داریم:

در حالت اول : $W_۱ = Fd_۱ \cos ۰^\circ = ۰/۵F$

در حالت دوم : $W_۲ = Fd_۲ \cos ۳۰^\circ = \frac{\sqrt{۳}}{۲}F \simeq ۰/۸۵F$

در حالت سوم : $W_۳ = Fd_۳ \cos ۰^\circ = ۰/۷۵F$

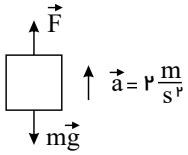
در نتیجه می‌توان گفت: $W_۱ < W_۳ < W_۲$

در حالت اول کار نیروی F کم‌ترین مقدار را دارد.

۱۰ - گزینه ۱ کار نیروی وزن به مسیر حرکت بستگی ندارد و طبق رابطهٔ $W_{mg} = -\Delta U_{mg} = -mg\Delta h$، تنها به اختلاف ارتفاع بین ابتدا و انتهای مسیر جابه‌جایی بستگی دارد.

بنابراین چون دو نقطهٔ (۱) و (۲) هم ارتفاع هستند، $\overline{\Delta h} = ۰$ است و $W_{mg} = ۰$ می‌باشد.

۱۱ - گزینه ۱



طبق قانون دوم نیوتن داریم:

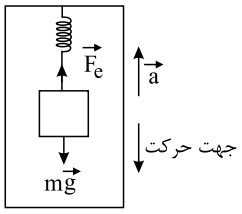
$F_{\text{برآیند}} = ma \Rightarrow F - mg = ma \Rightarrow F - ۵۰ \times ۱۰ = ۵۰ \times ۲ \Rightarrow F = ۶۰۰N$

حال طبق رابطهٔ کار نیروی ثابت داریم:

نیرو = کار $\times$ جابه‌جایی $\times \cos\theta = ۶۰۰ \times ۲۰ \times ۱ = ۱۲۰۰۰J$

۱۲ - گزینه ۲

ابتدا قانون دوم نیوتون را برای وزنهٔ داخل آسانسور می‌نویسیم تا اندازهٔ نیروی کشسانی فنر را به‌دست آوریم، داریم:



$mg - F_e = ma \Rightarrow ۴ \times ۱۰ - F_e = ۴ \times (-۳) \Rightarrow F_e = ۵۲N$

حال کار نیروی F_e را پس از ۶ متر جابه‌جایی به‌طرف پایین حساب می‌کنیم، داریم:

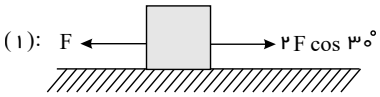
$W_{Fe} = F_e d cos\theta = ۵۲ \times ۶ \times (-۱) \Rightarrow W_{Fe} = -۳۱۲J$

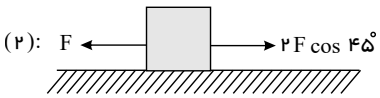
۱۳ - گزینه ۴ چون جهت حرکت مشخص نیست، می‌توان نتیجه گرفت نوع حرکت ممکن است هر سه مدل ذکر شده باشد و بنابراین h یا Δy نیز ممکن است افزایش یا کاهش یابد و یا حتی بتدا کاهش و سپس افزایش بیابد و طبق رابطه $W_{mg} = mgh$ می‌توان گفت W_{mg} نیز بسته به شرایط ممکن است افزایش، کاهش و یا ابتدا کاهش و سپس افزایش بیابد.

kar

۱۴ - گزینه ۱

در هر شکل ابتدا نیروها و مؤلفه‌های نیروهایی را شناسایی می‌کنیم که در راستای جابه‌جایی بر جسم وارد می‌شوند. داریم:





اندازهٔ نیروی خالص در امتداد جابه‌جایی در هر شکل برابر است با:

$$(۱)\quad F_{t_۱} = ۲F\cos ۳۰^\circ - F = ۲F(\frac{\sqrt{۳}}{۲}) - F = (\sqrt{۳}-۱)F$$

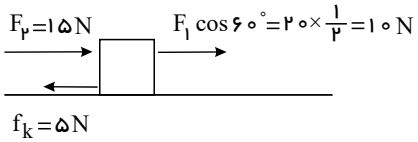
$$(۲)\quad F_{t_۲} = ۲F\cos ۴۵^\circ - F = ۲F(\frac{\sqrt{۲}}{۲}) - F = (\sqrt{۲}-۱)F$$

بنابراین کار کل انجام‌شده روی جسم در هر شکل برابر است با (جابه‌جایی جسم در هر دو شکل برابر با d است.)

$$\begin{cases}(۱): W_۱ = F_{t_۱} d = (\sqrt{۳}-۱)Fd \\ (۲): W_۲ = F_{t_۲} d = (\sqrt{۲}-۱)Fd\end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{W_۱}{W_۲} = \frac{\sqrt{۳}-۱}{\sqrt{۲}-۱} = \frac{\sqrt{۳}-۱}{\sqrt{۲}-۱}\times\frac{\sqrt{۲}+۱}{\sqrt{۲}+۱} = (\sqrt{۳}-۱)(\sqrt{۲}+۱)$$

۱۵ - گزینه ۴ ابتدا مؤلفه‌های نیروهایی را شناسایی می‌کنیم که در امتداد جابه‌جایی بر جسم وارد می‌شوند و سپس اندازهٔ نیروی خالص در امتداد جابه‌جایی را محاسبه می‌کنیم:



$$F_t = F_۱\cos ۶۰^\circ + F_۲ - f_k = ۱۰ + ۱۵ - ۵ = +۲۰N$$

علامت مثبت نشان می‌دهد نیروی خالص F_t در جهت جابه‌جایی است. به این ترتیب کل کار انجام شده برابر است با:

$$W_t = F_t d = ۲۰ \times ۱۰ = ۲۰۰J$$

از طرفی کار نیروی اصطکاک برابر است با:

$$W_{f_k} = (f_k \cos ۱۸۰^\circ)d = ۵ \times (-۱) \times ۱۰ = -۵۰J$$

پس داریم:

$$\frac{W_{f_k}}{W_t} = \frac{-۵۰J}{۲۰۰J} = -\frac{۱}{۴}$$

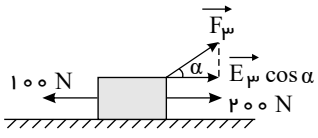
۱۶ - گزینه ۳ جهت حرکت جسم حتماً به‌سمت راست است، بنابراین:

$$F_t = ma \Rightarrow ۲۰۰ + F_۳\cos ۶۰^\circ - ۱۰۰ = ۱۰۰ \times ۱/۵ \Rightarrow \frac{۱}{۲}F_۳ = ۵۰ \Rightarrow F_۳ = ۱۰۰N$$

برای آن‌که کل کار انجام شده روی جسم در هر جابه‌جایی‌ای برابر صفر باشد، باید برایند نیروهای وارد بر آن صفر شود. اگر نیروی $\vec{F}_۳$ هم‌راستا و هم‌سو با نیروی $۱۰۰N$ قرار گیرد $\sum F = ۲۰۰ - ۱۰۰ - ۱۰۰ = ۰$ خواهد شد، یعنی جهت اعمال شدن نیروی $\vec{F}_۳$ باید به اندازهٔ ۱۲۰° و پادساعتگرد تغییر کند. هم‌چنین با استفاده از شکل نیز می‌تواند به همین نتیجه رسید:

$$۲۰۰ + F_۳\cos\alpha - ۱۰۰ = ۰ \xrightarrow{F_۳=۱۰۰N}$$

$$۱۰۰\cos\alpha = -۱۰۰ \Rightarrow \cos\alpha = -۱ \Rightarrow \alpha = ۱۸۰^\circ$$



پاسخنامه کلیدی

۱ - ۳	۴ - ۲	۷ - ۳	۱۰ - ۱	۱۳ - ۴	۱۶ - ۳
۲ - ۱	۵ - ۴	۸ - ۲	۱۱ - ۱	۱۴ - ۱	
۳ - ۲	۶ - ۳	۹ - ۱	۱۲ - ۲	۱۵ - ۴	