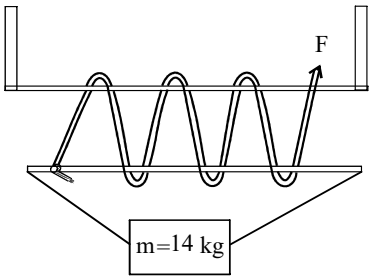
۱ اثر چرخانندگی یک نیرو به کدام کمیت زیر گفته می‌شود؟

۱) کار ۲) بازده ۳) مزیت مکانیکی ۴) گشتاور نیرو

پاسخ: ۱ ۲ ۳ **۴** با توجه به متن کتاب درسی، اثر چرخانندگی یک نیرو را گشتاور نیرو می‌گوییم.

۲ در شکل زیر، حداقل نیروی لازم برای بالا بردن وزنهٔ ۱۴ کیلوگرمی چند نیوتون است؟ $(g = ۱۰ \frac{N}{kg})$



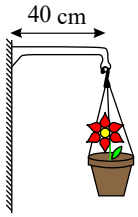
۱) ۳۰ ۲) ۲۰
۳) ۴۰ ۴) ۶۰

پاسخ: ۱ ۲ ۳ **۴** مزیت مکانیکی مجموعه که به نوعی مجموعه‌ای از قرقره‌های مرکب را نشان می‌دهد، برابر ۷ است. بنابراین طبق رابطهٔ مزیت مکانیکی داریم:

$$\text{مزیت مکانیکی} = \frac{\text{نیروی مقاوم}}{\text{نیروی محرک}} \Rightarrow ۷ = \frac{۱۴ \times ۱۰}{\text{نیروی محرک}}$$

$$\text{نیروی محرک} = \frac{۱۴ \times ۱۰}{۷} = ۲۰N$$

۳ مطابق شکل مقابل، یک گلدان به جرم $۶kg$ از میله‌ای که به دیوار وصل شده، آویزان کرده‌ایم. گشتاوری که ناحیهٔ اتصال میله به دیوار تحمل می‌کند، چند نیوتن متر و در چه جهتی است؟ (از جرم میله صرف نظر شود و $g = ۱۰ \frac{N}{kg}$)



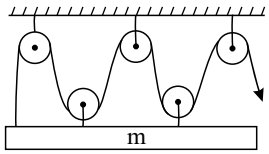
۱) ۲۴۰، ساعتگرد ۲) ۲۴، ساعتگرد
۳) ۲۴۰، پادساعتگرد ۴) ۲۴، پادساعتگرد

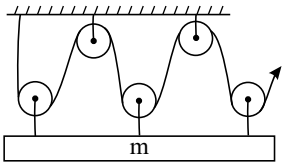
پاسخ: ۴ ۳ **۲** ۱ نیرویی که به انتهای میله وارد می‌شود نیروی وزن گلدان است. پس داریم:

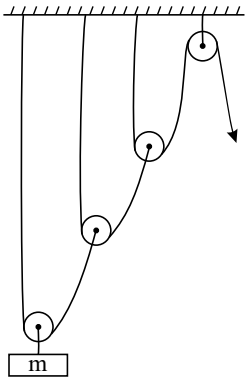
$$\text{گشتاور} = \text{نیرو} \times \text{طول بازو} = ۶ \times ۱۰ \times \frac{۴۰}{۱۰۰} = ۲۴N \cdot m$$

از روی شکل واضح است که این گشتاور به‌صورت ساعتگرد به ناحیه اتصال وارد می‌شود.

۴ در کدام شکل، مزیت مکانیکی مجموعه بیشتر است؟ (وزنه‌ها در حال تعادل هستند.)

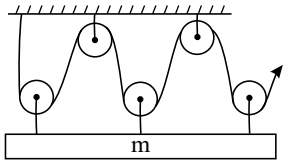
۱)


۲)


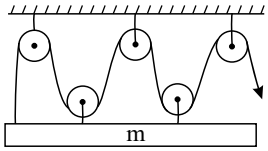
۳)


۴)

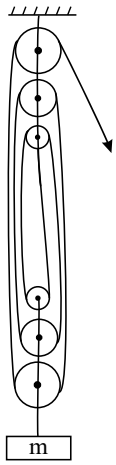
پاسخ: ۱ ۲ **۳** ۴



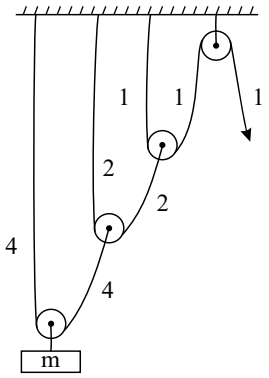
مزیت مکانیکی $= ۶$



مزیت مکانیکی $= ۵$



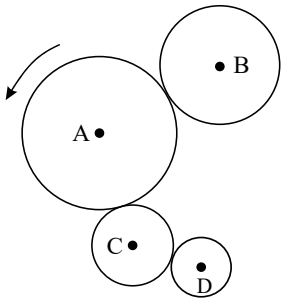
مزیت مکانیکی $= ۶$



مزیت مکانیکی $= ۸$

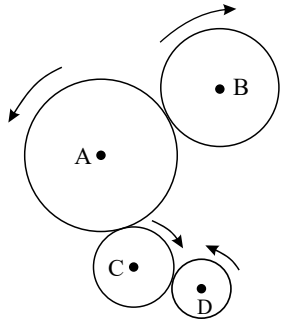
برای پیدا کردن مزیت مکانیکی باید مشخص کنیم نیروی مقاوم توسط چند طناب بالا کشیده می‌شود.

۵ **در مجموعهٔ زیر، جهت چرخش چرخ‌دنده D به کدام سمت است و به ازای دو دور چرخش چرخ‌دندهٔ B، چرخ‌دندهٔ C چند دور می‌چرخد؟ – تعداد دنده‌های چرخ‌دندهٔ A: ۳۶ – تعداد دنده‌های چرخ‌دندهٔ B: ۱۸ – تعداد دنده‌های چرخ‌دندهٔ C: ۱۲ – تعداد دنده‌های چرخ‌دندهٔ D: ۹**



۱) پادساعتگرد – چهار دور
۲) پادساعتگرد – سه دور
۳) پادساعتگرد – دو دور
۴) ساعتگرد – دو دور

پاسخ: ۱ ۲ **۳** ۴ نحوهٔ چرخش چرخ‌دنده‌ها به‌صورت زیر می‌باشد:



بنابراین جهت چرخش چرخ‌دندهٔ D به‌صورت پادساعتگرد است.

به‌ازای چرخش دو دور چرخ‌دندهٔ B، چرخ‌دنده‌های دیگر به اندازهٔ زیر می‌چرخند.

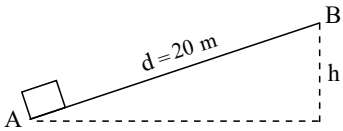
$$\text{چرخ‌دندهٔ } A: \frac{۳۶}{۳۶} = ۱$$

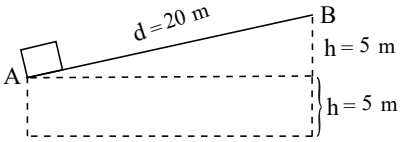
$$\text{چرخ‌دندهٔ } C: \frac{۳۶}{۱۲} = ۳$$

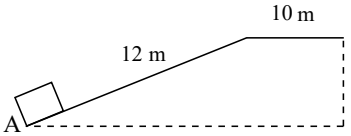
$$\text{چرخ‌دندهٔ } D: \frac{۳۶}{۹} = ۴$$

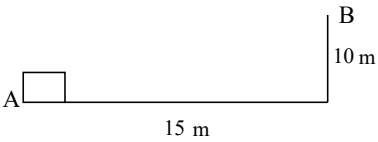
بنابراین به‌ازای دو دور چرخش چرخ‌دندهٔ B، چرخ‌دندهٔ C، ۳ دور می‌چرخد.

۶ شخصی برای بالا بردن یک قطعه به درون یک کامیون روش‌های مختلفی را امتحان می کند. کدام روش به او کمک می‌کند تا با صرف نیروی کمتر، این کار را انجام دهد؟ (خط(های)پررنگ از A تا B، مسیر موردنظر است و از اتلاف انرژی صرف‌نظر شود.)

۱)


۲)


۳)


۴)


پاسخ: ۱ ۲ ۳ ۴ بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»:

$$\text{مزیت مکانیکی} = \frac{\text{طول بازوی محرک}}{\text{طول بازوی مقاوم}} = \frac{۲۰}{۱۰} = ۲$$

گزینهٔ «۲»:

$$\text{مزیت مکانیکی} = \frac{۲۰}{۵} = ۴$$

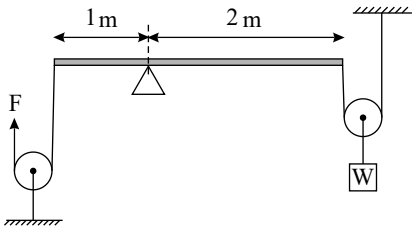
گزینهٔ «۳»:

$$\text{مزیت مکانیکی} = \frac{۱۲}{۱۰} = ۱٫۲$$

گزینهٔ «۴»: در شکل گزینهٔ «۴» مزیت مکانیکی از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود:

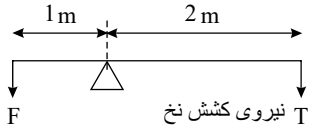
$$\text{مزیت مکانیکی} = \frac{\text{نیروی مقاوم}}{\text{نیروی محرک}} = ۱$$

۷ **مزیت مکانیکی ماشین زیر که در حالت تعادل است، چند است؟ (اهرم افقی است و از جرم اهرم، نخ و قرقره‌ها و هرگونه اتلاف انرژی صرف‌نظر شود.)**

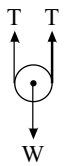


۱) ۴
۲) $\frac{۱}{۴}$
۳) ۲
۴) ۱

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ برای به‌دست آوردن مزیت مکانیکی کلی این ماشین باید نسبت نیروی مقاوم (W) را به نیروی محرک (F) پیدا کنیم. قرقرهٔ سادهٔ اول، همان نیروی F را به انتهای اهرم منتقل می‌کند.



$$F \times ۱ = T \times ۲ \Rightarrow T = \frac{F}{۲}$$



برای تعادل قرقرهٔ متحرک داریم:

$$W = ۲T = ۲ \times \frac{F}{۲} = F$$

بنابراین:

$$\text{مزیت مکانیکی} = \frac{\text{اندازهٔ نیروی مقاوم}}{\text{اندازهٔ نیروی محرک}} = \frac{W}{F} = ۱$$

۸ وقتی گفته می‌شود مزیت مکانیکی یک ماشین ۲ است یعنی ..... :

۱) با نیروی ۵۰ نیوتونی می‌توان وزنه‌ای ۲۰۰ نیوتونی را جابه‌جا کرد.

۲) با نیروی ۱۰۰ نیوتونی می‌توان حداکثر وزنه‌ای ۵۰ نیوتونی را جابه‌جا کرد.

۳) با نیروی ۲۰ نیوتونی می‌توان وزنه‌ای ۴۰ نیوتونی را جابه‌جا کرد.

۴) همهٔ حالت‌های بالا انجام‌پذیر است.

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ با توجه به رابطهٔ مزیت مکانیکی:

$$\text{مزیت مکانیکی} = \frac{\text{اندازهٔ نیروی مقاوم}}{\text{اندازهٔ نیروی محرک}}$$

وقتی مزیت مکانیکی یک ماشین بیشتر از ۱ است، یعنی می‌توان با یک نیروی مشخص به عنوان نیروی محرک نیروی بیشتری از نیروی مقاوم را جابه‌جا نمود. وقتی مزیت مکانیکی ماشینی ۲ است، یعنی می‌توان با نیروی ۲۰ نیوتونی وزنه‌ای ۴۰ نیوتونی را جابه‌جا کرد.

۹ کدام‌یک از جملات زیر نادرست است؟

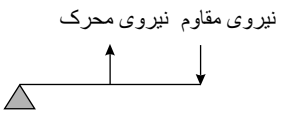
۱) در اهرم‌ها همواره مزیت مکانیکی برابر یا بزرگ‌تر از یک است.

۲) اهرم‌ها می‌توانند اثر چرخانندگی یک نیرو را نشان دهند.

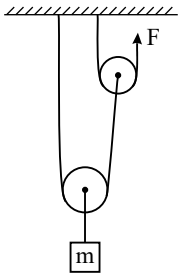
۳) از چرخ‌دنده‌ها می‌توان برای تغییر گشتاور نیرو استفاده کرد.

۴) مزیت مکانیکی سطح شیب‌دار همواره بزرگ‌تر از یک است.

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ در اهرم‌ها می‌توان انتظار مزیت مکانیکی کمتر از یک هم داشت. در این حالت مزیت مکانیکی کمتر از یک خواهد بود.



۱۰ در شکل مقابل، نیرو چند متر جابه‌جا شود تا وزنه به اندازهٔ ۱ متر بالا کشیده شود؟



۱) ۳

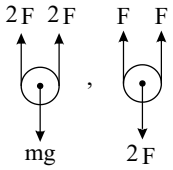
۲) $\frac{۱}{۳}$

۳) ۴

۴) $\frac{۱}{۴}$

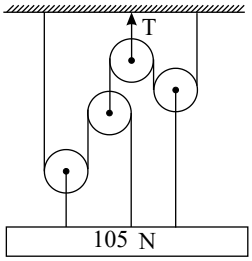
پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ ابتدا مزیت مکانیکی مجموعه را حساب می‌کنیم:

$$\text{مزیت مکانیکی} = \frac{\text{نیروی مقاوم}}{\text{نیروی محرک}} = \frac{۴F}{F} = ۴$$



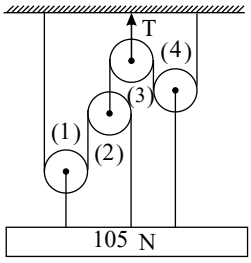
با توجه به مزیت مکانیکی و تساوی مقدار کار نیروی مقاوم با مقدار کار نیروی محرک، به ازای جابه‌جایی ۱ متری وزنه، طناب توسط نیروی F باید ۴ متر جابه‌جا شود.

۱۱ در شکل زیر، دستگاه در حال تعادل است. اندازهٔ نیروی T مشخص شده در شکل چند نیوتن است؟ (جرم نخ‌ها، قرقره و اصطکاک بین اجزای دستگاه ناچیز است.)



۱) ۲۰
۲) ۴۰
۳) ۶۰
۴) ۸۰

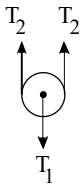
پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ برای پاسخگویی به چنین سؤالاتی باید به دو نکتهٔ زیر توجه داشته باشیم:



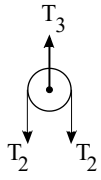
نکتهٔ ۱: کشش نخ بدون جرم، در سرتاسر آن یکسان است.

نکتهٔ ۲: نخ فقط می‌تواند نیروی کششی وارد کند. پس در تحلیل نیرویی، نیروی نخ باید طوری رسم شود که از جسم خارج می‌شود.

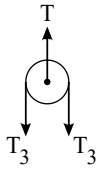
باتوجه به شکل داریم که:



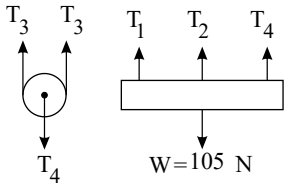
(۱) قرقره: $T_۱ = ۲T_۲$



(۲) قرقره: $T_۳ = ۲T_۲$



(۳) قرقره: $T = ۲T_۳$



(۴) قرقره: $T_۴ = ۲T_۳ \xrightarrow{T_۳=۲T_۲} T_۴ = ۲(۲T_۲) = ۴T_۲$

در صورت سوال ذکر شده که دستگاه در حال تعادل است یعنی مجموع نیروهای وارد بر جسم برابر با صفر شود.

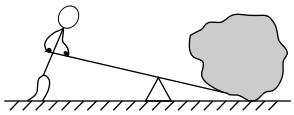
$$W - T_۱ - T_۲ - T_۴ = ۰ \Rightarrow W = T_۱ + T_۲ + T_۴ \xrightarrow[T_۴=۴T_۲]{W=۱۰۵N,T_۱=۲T_۲} ۱۰۵ = ۲T_۲ + T_۲ + ۴T_۲$$

$$\Rightarrow ۱۰۵ = ۷T_۲ \Rightarrow T_۲ = ۱۵N$$

برای محاسبهٔ اندازهٔ T، داریم:

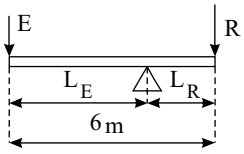
$$T = ۲T_۳ \xrightarrow{T_۳=۲T_۲} T = ۲(۲T_۲) = ۴T_۲ = ۴ \times ۵ = ۶۰N$$

۱۲ **مطابق شکل زیر، یک میلهٔ آهنی ۶متری را به عنوان اهرم برای بلند کردن جسمی سنگین به کار می‌بریم. طول بازوی محرک در این اهرم چند سانتی‌متر باشد تا مزیت مکانیکی آن برابر با ۴شود؟**



۱) ۱۲۰ ۲) ۱۵۰ ۳) ۴۵۰ ۴) ۴۸۰

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ اهرم نشان داده شده در صورت سؤال یک اهرم نوع اول است که طول بازوی محرک آن بزرگ‌تر از طول بازوی مقاومش است. به کمک این وسیله می‌توانیم اجسام سنگین را با وارد کردن نیرویی کوچک جابه‌جا کنیم. اگر طول بازوی محرک این اهرم برابر با L_E باشد، با توجه به شکل زیر می‌توان نوشت:



$$L_E + L_R = ۶ \Rightarrow L_R = ۶ - L_E(m)$$

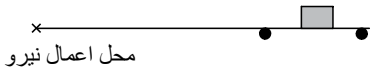
حال با استفاده از رابطهٔ مزیت مکانیکی برای این اهرم در حال تعادل داریم:

$$\text{مزیت مکانیکی} = \frac{L_E}{L_R} \Rightarrow ۴ = \frac{L_E}{۶ - L_E} \Rightarrow ۴ \times (۶ - L_E) = L_E$$

$$\Rightarrow ۲۴ - ۴L_E = L_E$$

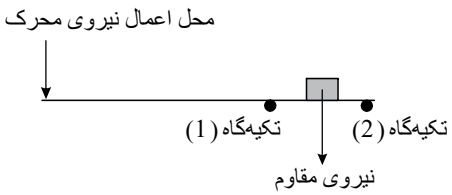
$$\Rightarrow ۵L_E = ۲۴ \Rightarrow L_E = \frac{۲۴}{۵} = ۴/۸m = ۴۸۰cm$$

۱۳ فرض کنید برای بلند کردن وزنهٔ مشخص‌شده در شکل زیر به وسیلهٔ اهرم، می‌توان به محل مشخص‌شده نیروی قائمی به سمت بالا یا پایین وارد کرد و تکیه‌گاه را در یکی از دو نقطهٔ مشخص‌شده در شکل، انتخاب کرد. اعمال نیرویی ثابت به کدام سمت سبب می‌شود با نیرویی کمتر از وزن جسم، جسم را راحت‌تر بلند کرد؟

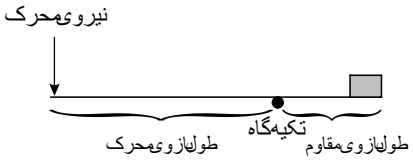


۱) بالا
۲) پایین
۳) هم بالا هم پایین
۴) تحت هیچ شرایطی فرض مسئله به‌دست نخواهد آمد.

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱



اگر بخواهیم نیروی محرک را به سمت پایین وارد کنیم، تکیه‌گاه مورد استفاده، تکیه‌گاه (۱) خواهد بود.



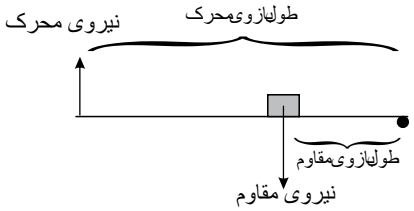
در این حالت مزیت مکانیکی اهرم برابر است با:

$$\text{مزیت مکانیکی} = \frac{\text{طول بازوی محرک}}{\text{طول بازوی مقاوم}} > ۱$$

با توجه به بالاتر بودن مزیت مکانیکی در این حالت، با اعمال نیروی کمتر از وزن جسم، می‌توان جسم را بلند کرد. اگر بخواهیم نیروی محرک را به سمت بالا وارد کنیم، تکیه‌گاه مورد استفاده، تکیه‌گاه (۲) خواهد بود.

در حالت کلی اگر تکیه‌گاه (۲) انتخاب شود و (نیرو به سمت بالا) حتماً مزیت مکانیکی بزرگ‌تر از یک است ولی با

توجه به مکان تکیه‌گاه (۱) (یعنی بین نیروی مقاوم و نیروی محرک)، ممکن است مزیت مکانیکی کوچک‌تر از یک شود شکل کیفی است و ملاک عمل نیست.

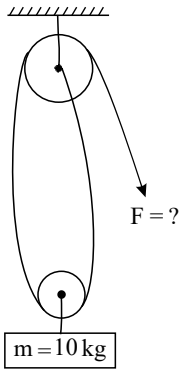


مزیت مکانیکی در این حالت برابر است با:

$$\text{مزیت مکانیکی} = \frac{\text{طول بازوی محرک}}{\text{طول بازوی مقاوم}} > ۱$$

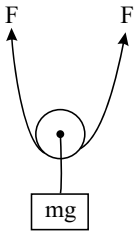
در این حالت هم مزیت مکانیکی بیشتر از یک شد. بنابراین در هر دو حالت، با اعمال نیرو چه به سمت بالا و چه به سمت پایین، مزیت مکانیکی اهرم بزرگ‌تر از ۱ می‌شود و با اعمال نیروی کمتر از وزن جسم می‌توان جسم را بلند کرد.

۱۴ در قرقرهٔ مقابل برای ثابت نگه داشتن وزنه در جای خود، نیرویی چند نیوتونی باید به سر طناب وارد کنیم و برای جابه‌جایی جسم به اندازهٔ دو متر به سمت بالا، طناب چند متر باید کشیده شود؟ (از راست به چپ و از وزن قرقره و نخ صرف‌نظر شده است و $g = ۱۰ \frac{N}{kg}$)



۱) ۴،۵۰
۲) ۴،۱۰۰
۳) ۲،۱۰۰
۴) ۲،۵۰

پاسخ: ۴ ۳ ۲ **۱** مزیت مکانیکی در قرقره متحرک صورت سؤال، ۲ است.



$$\text{مزیت مکانیکی} = \frac{\text{نیروی مقاوم}}{\text{نیروی محرک}} = \frac{mg = ۲F}{F} = ۲$$

بنابراین نیروی $\frac{mg}{۲} = \frac{۱۰۰}{۲} = ۵۰$ نیوتونی برای حفظ تعادل جسم لازم است. از طرفی طبق رابطهٔ زیر:

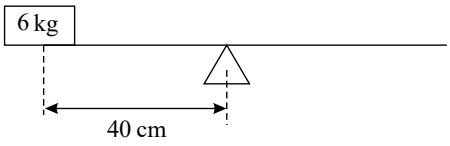
اندازهٔ کار نیروی محرک = اندازهٔ کار نیروی مقاوم

با در نظر گرفتن مزیت مکانیکی مجموعه داریم:

$$۲F \times ۲ = F \times d \Rightarrow d = \frac{۴F}{F} = ۴m$$

بنابراین باید طناب به اندازهٔ ۴ متر توسط نیروی محرک کشیده شود.

۱۵ مطابق شکل زیرف یک جعبهٔ ۶ کیلوگرمی را در انتهای یک اهرم ۲ متری قرار داده‌ایم. نیروی عمودی رو به پایین ..... نیوتونی در سمت دیگر اهرم و به فاصلهٔ ..... سانتی‌متر از تکیه‌گاه نمی‌تواند اهرم را در حالت تعادل قرار دهد. ($g = ۱۰\frac{N}{kg}$ و از جرم اهرم صرف‌نظر کنید.) (به‌ترتیب از راست به چپ)



۱) ۱۲۰ ،۲۰
۲) ۸۰ ،۳۰
۳) ۵۰ ،۵۰
۴) ۲۰ ،۱۲۰

پاسخ: ۱ ۲ ۳ ۴ گشتاور پادساعتگرد ناشی از وزن جعبه $(۶۰N)$حول محور دوران، باید توسط گشتاور ساعتگرد ناشی از نیروی عمودی در سمت دیگر خنثی شود.

بررسی گزینه‌ها:

«۱» گزینهٔ : $۶۰ \times ۰/۴ = ۲۰ \times ۱/۲ = ۲۴N \cdot m$

«۲» گزینهٔ : $۶۰ \times ۰/۴ = ۳۰ \times ۰/۸ = ۲۴N \cdot m$

«۳» گزینهٔ : $۶۰ \times ۰/۴ \neq ۵۰ \times ۰/۵ \Rightarrow$ تعادل حفظ نمی‌شود.

«۴» گزینهٔ : $۶۰ \times ۰/۴ = ۱۲۰ \times ۰/۲ = ۲۴N \cdot m$