

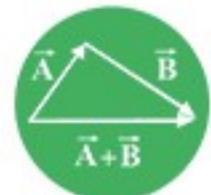
ابه نام خداوند خورشید و ماه
که دل را به نامش خرد داد راه ای



فهرسن

۵

فصل ۱: بردار



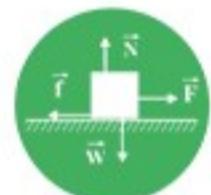
۲۵

فصل ۲: حرکتشناسی



۹۳

فصل ۳: دینامیک (نیروشناسی)



۱۴۷

فصل ۴: فشار و آثار آن



۲۲۳

فصل ۵: ماشین‌ها





مقدمه مؤلف

ما کجا بیم در این بحر تفکر، تو کجا بی!

هر پدیده‌ای در این عالم لایتناهی نشانه‌های اوست و هر تلاشی در راستای آشکار کردن این نشانه‌ها و نظم و نظام میان آنها قدمی است کوچک در راه نیل به بی‌کران این بحر زرف. از این رو هر تفکر و عملی ازاو، برای او و به سوی اوست. اساس وجود مقوله‌ای به نام تفکر، حضور نیرویی محرك برای پیمایش هرچه سریع تر این مسیر متعالی توسط نوع بشر است و این حرکت زمانی سرعت می‌یابد که این مجموعه تفکرات تجمیع و همسو شوند.

در متون دینی نیز به این شکل تصریح می‌شود که «زکات علم، نشر آن است»؛ بنابراین وجوب و لزوم عمل به این موضوع بیش از پیش موجه می‌شود؛ پس به زکات پیمانه محدود و کوچکی که از این بحر نامحدود بر ما مقرر شده، برآن شدم تا با تهیه و گردآوری این کتاب، سهمی کوچک از ارادی دین خویش به نوجوانان آینده ساز کشور عزیزم پردازم. امید که خداوند رحمان توفیق عطا کند.

اما درباره کتاب پیش رویتان باید گفت که سعی شده همه مباحث فیزیک کتاب علوم نهم پوشش داده شود. از آنجایی که بسیاری از کمیت‌های موجود در فیزیک اساساً ماهیت برداری دارند و برای درک و حل مسائل به استفاده از بردارها و عملیات ریاضی روی آنها نیاز داریم، فصل اول این کتاب به مبحث بردارها اختصاص داده شده است. توجه کنید که ساختار این فصل باقیه فصل‌ها همان‌گ نیست و این فصل صرفاً برای آشنایی شما با مبحث بردارها آورده شده است.

ساختار هر فصل این کتاب به صورت زیر است:

درسنامه: در این قسمت:

- ابتداء مفاهیم اولیه هر درس به صورت ساده، روان و در عین حال بسیار مفهومی و عمیق بیان شده، به طوری که تفہیم مطالب برای دانش‌آموزان راحت باشد.
- مفاهیم درسی قدم به قدم با مثال‌های متنوع، آزمایش‌ها و شکل‌های مختلف به خوبی توضیح داده شده و قابل درک است.
- همه مباحث هر فصل کاملاً پوشش داده شده و در انتهای هر مبحث درسی سؤال‌های مربوط به آن در قالب تمرین طرح شده است که به فرایند یادگیری شما کمک می‌کند.

• برای دانش‌آموزان علاقه‌مندی که مایل به یادگیری نکات و مباحث بیشتری هستند، در انتهای بیشتر درس‌نامه‌ها مباحثی تحت عنوان دانش تکمیلی آورده شده که به آموزش نکات و مباحثی فراتراز کتاب درسی می‌پردازد.

تمرين‌های تکمیلی: مسئله‌های مهم در قالب تمرین‌های تکمیلی همراه با پاسخ تشریحی آورده شده که فرصتی را برای تمرین بیشتر فراهم کرده است.

تمرين‌های دوره‌ای: این تمرین‌ها با تفکیک مباحث درسی و در قالب‌های متنوع درستی یا نادرستی، جاهای خالی، سؤال‌های مفهومی و مسئله تلاش دیگری را از جانب شما برای حل سؤال‌ها می‌طلبد و مقایسه پاسخ خودتان با پاسخ کلیدی انتهای هر مسئله نتیجه این تلاش را مشخص می‌کند.

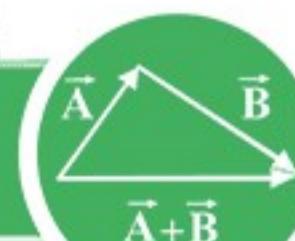
پرسش‌های چهارگزینه‌ای: بعد از تمرین‌های دوره‌ای، این پرسش‌ها برای آماده‌سازی دانش‌آموزان جهت موفقیت در آزمون‌های ورودی دبیرستان‌های ممتاز، استعدادهای درخشان و مسابقات علمی ارائه شده است. در این قسمت سعی شده که ابتداء سؤال‌های مفهومی و سپس مسئله‌ها آورده شود. پاسخ این پرسش‌ها نیز به طور کاملاً تشریحی در انتهای هر فصل آمده است.

هر چند تلاشم بر این بود که کتابی بدون نقص ارائه کنم، ولی از شما همکاران محترم، دانش‌آموزان عزیز و اولیای گرامی تقاضا دارم که کوتاهی و اشتباهات احتمالی که با آن روبرو می‌شوید را برینده بخشیده و از طریق سامانه پیامکی ۰۰۰۷۲۱۲۰ یا

نشانی الکترونیکی گروه علوم oloum@mehromah.ir با ما در میان بگذارید تادر چاپ‌های بعدی اصلاح شود. در پایان برخود واجب می‌دانم از توجه بی‌حد و تلاش بی‌شائبه جناب آقای اختیاری، مدیریت محترم انتشارات مهروماه، برای تألیف این گونه کتاب‌ها که در امر آموزش نسل جوان کشورمان بسیار مفید و مؤثر است قدردانی کنم؛ همچنین از همکاران محترم انتشارات مهروماه به خاطر زحماتی که در جهت تهیه و چاپ این کتاب کشیده‌اند، کمال تشکر را دارم.

فصل ۱

بردار



- تعریف بردار
- بردارهای موازی
- بردارهای مساوی

مفهوم اولیه بردار

- روش متوازی‌الاضلاع
- روش چندضلعی

روش‌های تعیین بردار برا آیند

محاسبه بزرگی بردار برا آیند

تفریق دو بردار

بردار برا آیند

- آشنایی با نسبت‌های مثلثاتی

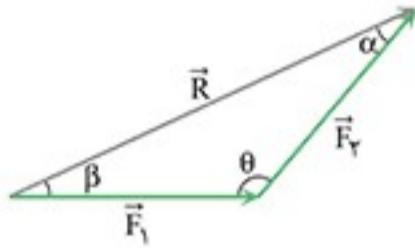
جمع بردارها

تفریق بردارها

تجزیه بردارها

روابط تکمیلی در بردارها $+$

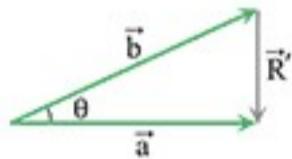
مثال: قانون سینوس‌ها در شکل روبرو چگونه است؟



$$\frac{R}{\sin \theta} = \frac{F_1}{\sin \alpha} = \frac{F_2}{\sin \beta}$$

پاسخ:

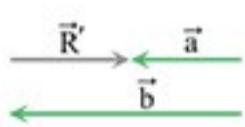
تفریق بردارها



در حالت کلی اندازه تفاضل دو بردار a و b که با هم زاویه θ می‌سازند از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$R'^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos \theta$$

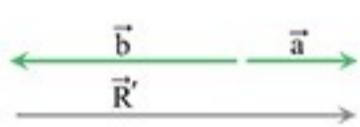
حالات خاص:



$$\theta = 0^\circ \Rightarrow \cos 0^\circ = 1$$

اگر $\theta = 0^\circ$, دو بردار a و b هم جهت‌اند:

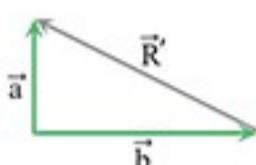
$$R'^2 = a^2 + b^2 - 2ab = (a - b)^2 \Rightarrow R' = |a - b|$$



$$\theta = 180^\circ \Rightarrow \cos 180^\circ = -1$$

اگر $\theta = 180^\circ$, دو بردار a و b در خلاف جهت یکدیگرند:

$$R'^2 = a^2 + b^2 + 2ab = (a + b)^2 \Rightarrow R' = a + b$$



$$\theta = 90^\circ \Rightarrow \cos 90^\circ = 0$$

اگر $\theta = 90^\circ$, دو بردار a و b برعهم عمودند:

$$R'^2 = a^2 + b^2 \Rightarrow R' = \sqrt{a^2 + b^2}$$

اگر دو بردار a و b هماندازه با هم باشند و داشته باشیم که $a = b = c$ (عددی حقیقی است), در این صورت:

$$R'^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos \theta = c^2 + c^2 - 2c^2 \cos \theta = 2c^2(1 - \cos \theta) = 4c^2 \sin^2 \frac{\theta}{2} \Rightarrow R' = 2c \sin \frac{\theta}{2}$$

مثال: دو نیروی هماندازه ۴ نیوتونی بر جسمی تحت زاویه 60° درجه وارد می‌شوند. اندازه تفاضل این دو نیرو را حساب کنید.

$$F_1 = F_2 = F \Rightarrow F_t = 2F \sin \frac{\theta}{2} = 2 \times 4 \times \sin 30^\circ = 2 \times 4 \times \frac{1}{2} = 4 \text{ N}$$

پاسخ:

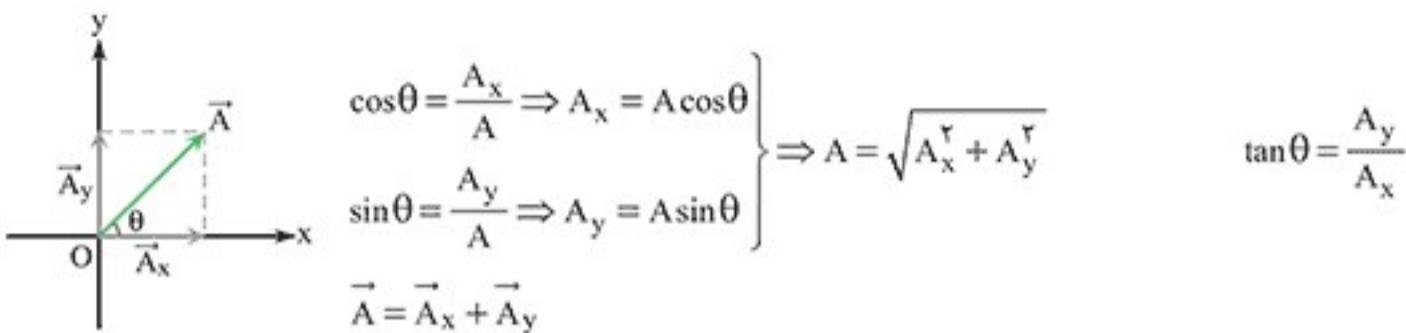
تجزیه بردارها

اگر یک بردار را به دو بردار عمود بر هم تبدیل کنیم به طوری که برآیند آنها برابر بردار اولیه شود، می‌گوییم این بردار را **تجزیه** کرده‌ایم. در تجزیه یک بردار به ترتیب زیر عمل می‌کنیم:

- ۱- ابتدا بردار مورد نظر را در مبدأ دستگاه مختصات Oxy قرار می‌دهیم.
- ۲- از انتهای این بردار عمودهایی بر محورهای x و y رسم می‌کنیم.
- ۳- مؤلفه‌های افقی و عمودی به دست آمده را مشخص می‌کنیم.

پس می‌توان گفت تجزیه یک بردار به دو مؤلفه، وارون عمل محاسبه برآیند دو بردار است. در حل بعضی مسئله‌ها ساده‌تر است که به جای دو یا چند بردار، بردار برآیند آنها را در محاسبه‌ها وارد کنیم؛ برای مثال وقتی به یک جسم دو نیرو وارد می‌شود، می‌توان به جای آن دو نیرو، برآیند آنها را در نظر گرفت و مسئله را حل کرد و در حل بعضی مسئله‌ها بهتر است که بردار را به مؤلفه‌های سازنده آن تجزیه کرد.

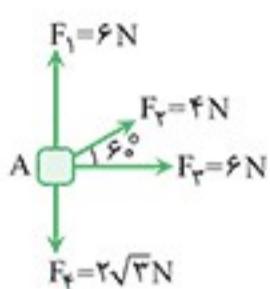




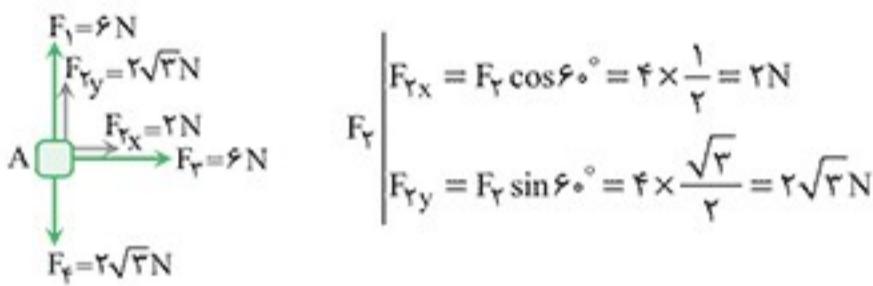
نکته وقتی دو یا چند نیرو بر جسمی وارد می‌شوند و می‌خواهیم برآیند آنها را محاسبه کنیم، مؤلفه‌های x را با هم جمع جبری می‌کنیم و به صورت بردار جمع $\sum F_x$ می‌نویسیم و مؤلفه‌های y را با هم جمع جبری می‌کنیم و به صورت بردار جمع $\sum F_y$ می‌نویسیم که این دو بر هم عضوند: سپس طبق رابطه فیثاغورس برآیند آنها را محاسبه می‌کنیم:

$$R_T^T = (\sum F_x)^T + (\sum F_y)^T$$

مثال: در شکل مقابل برآیند نیروهای وارد بر جسم A را محاسبه کنید.



پاسخ: ابتدا بردار F_T را به مؤلفه‌های آن تجزیه می‌کنیم؛ سپس مجموع نیروهایی که روی محور x ها و y ها قرار می‌گیرند را به دست می‌آوریم و در نهایت برآیند آنها را محاسبه می‌کنیم:



$$\begin{cases} F_{Tx} = F_T \cos 60^\circ = 4 \times \frac{1}{2} = 2 \text{ N} \\ F_{Ty} = F_T \sin 60^\circ = 4 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 2\sqrt{3} \text{ N} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \sum F_x = 2 + 6 = 8 \text{ N} \\ \sum F_y = 6 + 2\sqrt{3} - 2\sqrt{3} = 6 \text{ N} \end{cases} \Rightarrow F_t = \sqrt{(\sum F_x)^2 + (\sum F_y)^2} = \sqrt{8^2 + 6^2} = 10 \text{ N}$$

جا به جایی و مسافت

در بسیاری از پدیده‌های طبیعی مانند حرکت ابرها، بارش باران، زلزله، باد، سیل و... همچنین در فعالیت‌های روزمره مانند راه رفتن، دویدن، ورزش کردن، دوچرخه‌سواری و... می‌توان حرکت را مشاهده کرد.



در حقیقت موضوع حرکت با مثال‌هایی که بیان شد تمام نمی‌شود؛ بلکه با کمی دقت در اطراف خود متوجه می‌شویم که هیچ پدیده‌ای در اطراف ما رخ نمی‌دهد مگر آنکه حرکتی صورت گرفته باشد.
ممکن است یک جسم (ذره) از دید یک فرد، متحرک و از دید فردی دیگر، ساکن باشد.
در این فصل به بررسی شکل ساده حرکت، یعنی حرکت یک جسم روی خط راست می‌پردازیم؛ اما ابتدا باید کمیت‌های مربوط به حرکت را بشناسیم.

بردار مکان

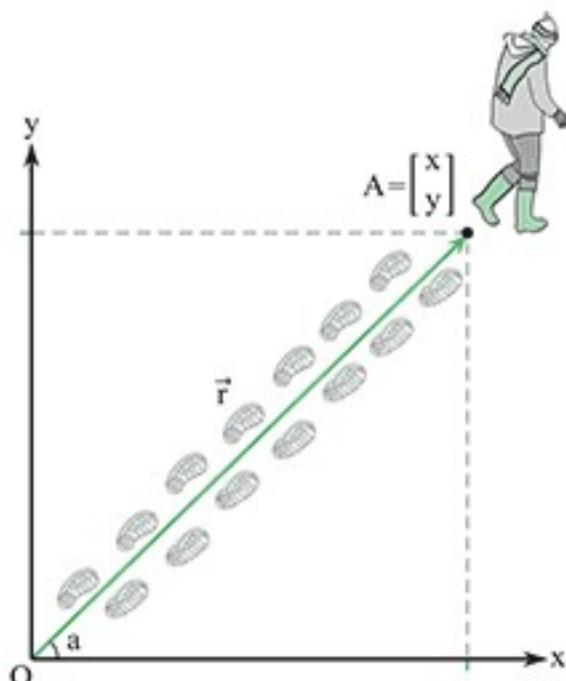
برای توصیف و بررسی حرکت یک ذره (جسم) باید تعیین کنیم که آن جسم در هر زمانی در چه مکانی در چه مکانی می‌رسد.
برای معرفی مکان یک نقطه، می‌توان دستگاه مختصاتی انتخاب و مکان نقطه را در آن دستگاه معرفی کرد.

بردار مکان، برداری است که ابتدای آن، مبدأ مختصات و انتهای آن، مکان جسم است. این

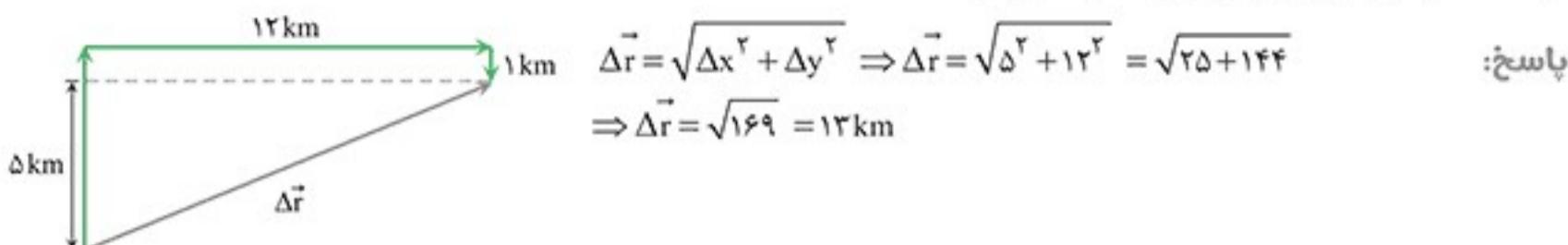
بردار، مکان جسم را در هر لحظه معلوم می‌کند.

۲۶

در شکل مقابل \overrightarrow{OA} بردار مکان ذره A محسوب می‌شود:

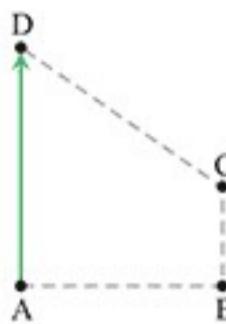


مثال: متحرکی برای رسیدن به مقصد، ابتدا 6 km به سمت شمال، سپس 12 km به سمت شرق و در نهایت 1 km به سمت جنوب حرکت کرده است. جابه‌جایی آن در کل حرکت چند کیلومتر است؟



مسافت طی شده

کل مسیر یا مجموع طول‌هایی را که یک متحرک از مبدأ تا مقصد طی می‌کند **مسافت طی شده** می‌نامیم. اگر متحرکی بخواهد از نقطه A به نقطه D برسد و مجبور باشد مانند شکل مقابل از مکان‌های B و C نیز بگذرد، مسیر ABCD مسافت طی شده و مسیر مستقیم A تا D جابه‌جایی آن است.



در جدول زیر شباهت‌ها و تفاوت‌های مسافت و جابه‌جایی بیان شده است:

جابه‌جایی	مسافت
کمیتی برداری است.	کمیتی فرده‌ای است.
از جنس طول است.	از جنس طول است.
به مسیر حرکت بستگی ندارد .	به مسیر حرکت بستگی دارد .
خطی راست بین مبدأ و مقصد است.	مجموع طول‌های پیموده شده است.
از جمع عددی (جبری) پیروی می‌کند.	از جمع عددی (جبری) پیروی می‌کند.

سرعت و تندی

متحرکی را در نظر بگیرید که در حال حرکت است. ناظری ساکن به آن نگاه می‌کند و بعد از مدتی متحرک برگشته و مسیری خلاف جهت مسیر اول را طی می‌کند. حال اگر فردی از این ناظر بپرسد که این متحرک با چه سرعتی یا در چه جهتی حرکت می‌کند، پاسخی که به دست می‌آید وضعیت سرعت و تندی آن را معلوم می‌کند.

تندی **مقدار سرعت متحرک است و فقط بیان می‌کند که متحرک چقدر تند می‌رود.**

۶۰

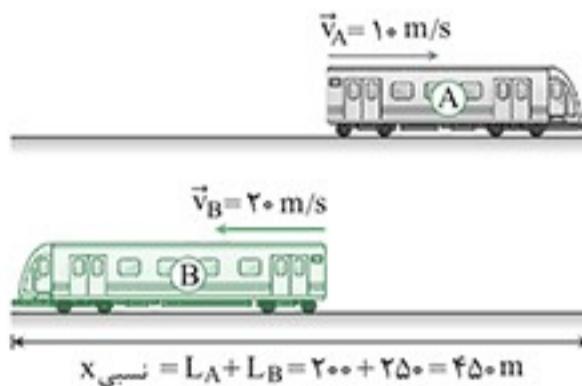
وقتی جهت حرکت متحرک نیز پرسیده شود، منظور سرعت آن است. به عبارت دیگر می‌توان گفت سرعت، تندی است که راستا و جهت مشخص دارد.

$$\begin{aligned} -\vec{v} &\quad \vec{v} \quad \text{سرعت } v \neq -v \\ &\quad |v| = |-v| \quad \text{تندی} \end{aligned}$$

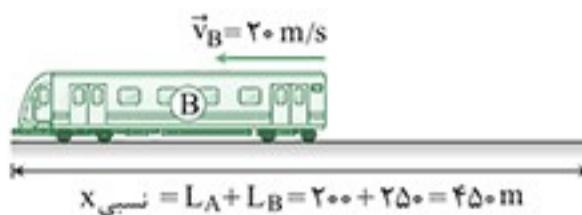


مثال: دو قطار A و B به طول های ۲۰۰m و ۲۵۰m روی ریل های مستقیم و موازی با سرعت های ثابت 10 m/s و 20 m/s به طرف یکدیگر در حرکت هستند:

- الف) اگر این دو قطار از یک نقطه شروع به حرکت کنند، پس از چه مدت به طور کامل از کنار یکدیگر عبور می کنند؟
ب) اگر دو قطار در یک جهت و از یک نقطه شروع به حرکت کنند، پس از چه مدت قطار دوم از قطار اول سبقت می گیرد؟

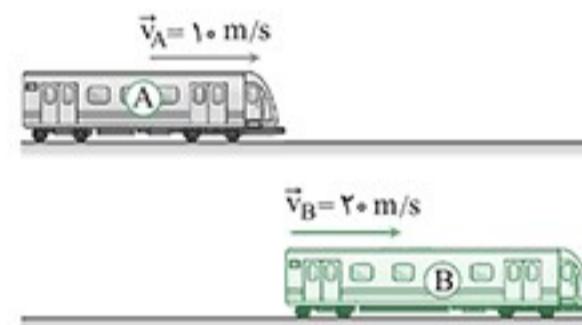
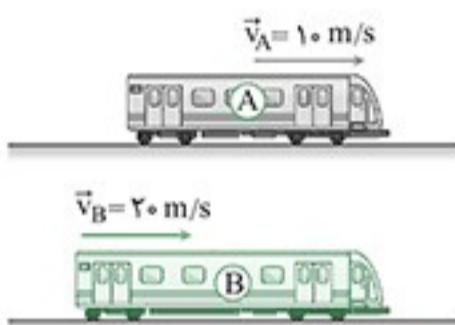


پاسخ: الف)



بنابراین واضح است برای اینکه دو قطار از کنار یکدیگر عبور کنند لازم است تا به اندازه مجموع طول دو قطار نسبت به هم جابه جا شوند؛ چون این دو قطار در دو سوی مخالف هم حرکت می کنند:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta x}{\Delta v} = \frac{450}{20} = 15\text{s}$$



ب)

برای اینکه قطار B از قطار A سبقت بگیرد باید نقطه انتهایی قطار B از نقطه ابتدایی قطار A عبور کند. در واقع هر نقطه از قطار B باید مسافتی برابر 450m را طی کند؛ چون قطار B با سرعت 20 m/s و قطار A با سرعت 10 m/s حرکت می کند، می توان فرض کرد که قطار A ثابت است و این قطار B است که با سرعت نسبی 10 m/s حرکت می کند؛ بنابراین:

$$\left. \begin{aligned} x_{\text{نسبی}} &= L_1 + L_2 = 200 + 250 = 450\text{m} \\ v_{\text{نسبی}} &= |v_B| - |v_A| = |20| - |10| = 10\text{ m/s} \end{aligned} \right\} \Rightarrow v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta x}{v} = \frac{450}{10} = 45\text{s}$$

مثال: دو قطار A و B به طول های 200m و 250m روی ریل های مستقیم و موازی به ترتیب با سرعت های ثابت 10 m/s و 15 m/s در حال حرکت اند. اگر دو قطار به سمت هم حرکت کنند، سرنشینین هر قطار، قطار دیگر را چند ثانیه در کنار خود می بینند؟

پاسخ: t_A مدت زمانی است که سرنشینان قطار B، قطار A را در کنار خود می بینند، در این مدت کل طول قطار A از کنار سرنشینان قطار B می گذرد. t_B این مدت زمانی است که سرنشینان قطار A، قطار B را در کنار خود می بینند در این مدت زمان نیز کل طول قطار B باید از کنار سرنشینان قطار A عبور کند؛ بنابراین برای به دست آوردن t_B فرض می کنیم که قطار B ساکن است و قطار A با سرعت نسبی $v_A + v_B$ از کنار آن عبور می کند؛ پس:

$$\Delta x = v_{\text{نسبی}} \Delta t \Rightarrow \left\{ \begin{aligned} L_B &= (v_A + v_B) \times t_A \Rightarrow 250 = 25t_A \Rightarrow t_A = 10\text{s} \\ L_A &= (v_A + v_B) \times t_B \Rightarrow 200 = 25t_B \Rightarrow t_B = 8\text{s} \end{aligned} \right.$$



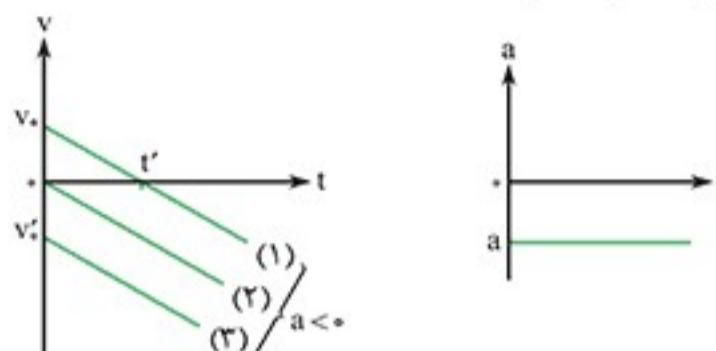


نمودار ۱ نشان‌دهنده متحرکی است که با $v_0 > 0$ و $a > 0$ که در جهت مثبت محور مکان و با شتاب منفی شروع به حرکت کرده است.

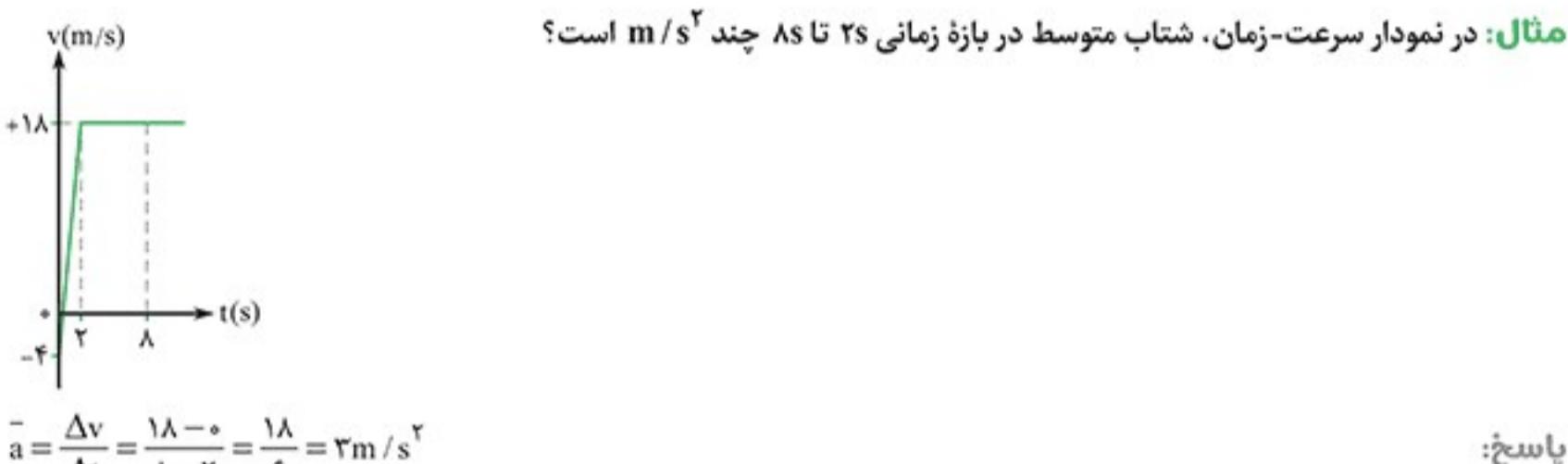
نمودار ۲ نشان‌دهنده متحرکی است که با $v_0 = 0$ و $a > 0$ که از حال سکون و با شتاب منفی شروع به حرکت کرده است.

نمودار ۳ نشان‌دهنده متحرکی است که با $v_0 < 0$ (که روی نمودار با $v_0 > 0$ نشان داده شده است) و $a < 0$ در خلاف جهت مثبت محور مکان و با شتاب منفی شروع به حرکت کرده است.

در نمودار ۱ متحرک در لحظه t' تغییر جهت داده است (علامت بردار سرعت تغییر کرده): ولی متحرک نمودارهای ۲ و ۳ تغییر جهت نداده‌اند.



نمودار شتاب-زمان هر سه متحرک خطی موازی با محور زمان و در پایین محور زمان است.



تمرین برای مرور مطالعی که تا اینجا گفته شده، چند تمرین زیر را انجام دهید:

۱. متحرکی با سرعت اولیه $10m/s$ و با شتاب ثابت از مبدأ زمان می‌گذرد و پس از $5s$ سرعت آن به $50m/s$ می‌رسد. با توجه به آن به موارد زیر پاسخ دهید:

الف) شتاب حرکت جسم را به دست آورید.

ب) سرعت متوسط آن را حساب کنید.

ب) جایه‌جایی جسم در این مدت را پیدا کنید.

۲. خودرویی در یک مسیر مستقیم با سرعت $144km/h$ در حال حرکت است. راننده با دیدن مانعی ترمز می‌کند. اگر شتاب خودرو هنگام ترمز ثابت و مساوی $4m/s^2$ باشد:

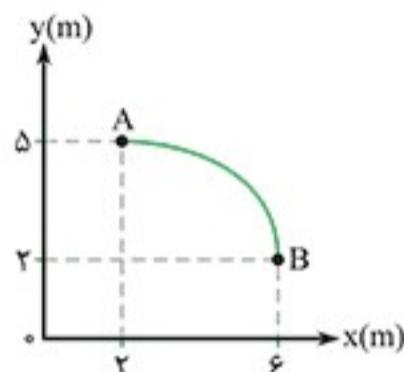
الف) چقدر طول می‌کشد تا خودرو بایستد؟

ب) از لحظه ترمز تا توقف کامل، خودرو چقدر پیش می‌رود؟



۶. در چه شرایطی مسافت طی شده با بزرگی جابه جایی برابر است؟

۷. تفاوت مسافت و جابه جایی چیست؟



۸. **(الف)** بردارهای مکان نقطه های A و B را در شکل رو به رو رسم کنید.

(ب) بردار جابه جایی بین دو نقطه A و B را رسم کنید.

(پ) اندازه جابه جایی AB را محاسبه کنید.

پاسخ **(پ)** ۵m

۹. متحرکی در لحظه t_1 از مکان $B = \begin{bmatrix} 11m \\ 4m \end{bmatrix}$ و در لحظه t_2 از مکان $A = \begin{bmatrix} 4m \\ -2m \end{bmatrix}$ می گذرد:

(الف) بردار مکان را در هر لحظه رسم کنید.

(ب) بردار جابه جایی بین دو لحظه t_1 و t_2 را رسم و بزرگی آن را محاسبه کنید.

پاسخ **(ب)** ۱۰m

۱۰. اتومبیلی $\frac{3}{4}$ مسیر دایره ای شکل به شعاع ۸۰m را می پیماید:

(الف) شکل مسیر را رسم و جابه جایی را روی آن مشخص کنید.

(ب) مسافت پیموده شده و بزرگی جابه جایی را به دست آورید.

پاسخ **(ب)** $d = 376.8m$, $\overline{AB} = 80\sqrt{2}m$

۱۱. متحرکی روی محیط دایره ای به شعاع ۲m حرکت می کند. در هر یک از حالت های زیر، جابه جایی و مسافت طی شده آن را تعیین کنید. ($\pi \approx 3$)

(ب) پس از طی $\frac{1}{6}$ محیط دایره **(الف)** پس از طی $\frac{1}{4}$ محیط دایره

پاسخ **(الف)** $d = 3m$, $\Delta r = 2\sqrt{2}m$ **(ب)** $d = 2m$, $\Delta r = 2m$





۹. کدام یک از گزینه‌های زیر درباره قانون سوم نیوتون درست است؟
- نیروهای کنش و واکنش یکدیگر را خنثی می‌کنند.
 - نیروهای کنش و واکنش بر یک جسم اثر می‌کنند.
 - واکنش نیرویی که جسم A بر جسم B وارد می‌کند بر جسم B وارد می‌شود.
 - واکنش نیرویی که جسم A بر جسم B وارد می‌کند بر جسم A وارد می‌شود.
۱۰. در متحركی که اندازه شتاب آن ثابت است، همواره و الزاماً:
- اندازه سرعت تغییر می‌کند.
 - به آن نیرویی با اندازه ثابت وارد می‌شود.
 - جهت سرعت تغییر می‌شود.
 - به آن نیرویی با جهت و اندازه ثابت وارد می‌کند.
۱۱. اگر برآیند نیروهای وارد بر جسم در حال حرکتی صفر نباشد، کدام گزاره درست است؟
- الزاماً جسم در راستای برآیند نیروها حرکت نمی‌کند.
 - الزاماً حرکت جسم در راستای برآیند نیروهast.
 - الزاماً شتاب حاصل از نیرو و سرعت هم جهت‌اند.
 - الزاماً سرعت در هر لحظه بر مسیر حرکت مماس است.
۱۲. نیروی F به جسمی به جرم m شتاب $2m/s^2$ و به جسمی به جرم $(m+2)$ شتاب $1m/s^2$ دهد. F چند نیوتون است؟
- ۱/۴ (۴) ۱/۸ (۳) ۲/۴ (۲) ۳/۶ (۱)
۱۳. نیروی N به جسم، شتاب $a m/s^2$ و نیروی $14N$ به همان جسم، شتاب $2m/s^2$ دهد. مقدار a چند m/s^2 است؟
- ۲ (۴) ۴ (۳) ۵ (۲) ۷ (۱)
۱۴. دو جسم داریم که جرم اولی ۴ برابر جرم دومی است. اگر براین دو جسم دو نیروی مساوی اثر کنند که سبب حرکت آنها شوند، نسبت شتاب جسم اول به شتاب جسم دوم کدام است؟
- $\frac{1}{4}$ (۱) $\frac{1}{2}$ (۲) $\frac{1}{3}$ (۳) $\frac{1}{4}$ (۴)
۱۵. یک جعبه خالی تحت تأثیر نیروی مؤثر F شتاب $1/5m/s^2$ دارد. وقتی آجری داخل این جعبه قرار دهیم، جعبه و آجر تحت اثر همان نیروی F شتاب $5m/s^2$ خواهند گرفت. جرم آجر چند برابر جرم جعبه است؟
- ۱/۵ برابر (۱) ۲ برابر (۲) ۳ برابر (۳) ۴ برابر (۴)
۱۶. جسمی به جرم $2kg$ روی سطح افقی بدون اصطکاکی قرار دارد و دو نیروی متقطع افقی و عمودی به آن وارد می‌شود که اندازه یکی از آنها $2N$ است. اگر شتاب جسم $5m/s^2$ باشد، اندازه نیروی دیگر چند نیوتون است؟
- ۱ (۱) ۲ (۲) ۴ (۳) ۵ (۴)
۱۷. جسم A به جرم M به طنابی به جرم m مطابق شکل وصل شده و روی یک سطح افقی بدون اصطکاک قرار دارد. اگر طناب را با نیروی ثابت F بکشیم، شتاب جسم A چقدر خواهد بود؟
- $\frac{F}{M} - \frac{F}{m}$ (۱) $\frac{F}{M} + \frac{F}{m}$ (۲) $\frac{F}{m + M}$ (۳) $\frac{F}{M}$ (۴)
۱۸. وزنه $5kg$ به طناب سبکی بسته شده است. طناب را با چه نیرویی به طور قائم به سمت بالا بکشیم تا وزنه با شتاب $4m/s^2$ حرکت کند؟ ($g \approx 10 m/s^2$)
- ۲۰ (۱) ۴۰ (۲) ۵۰ (۳) ۷۰ (۴)



۵۹. بر جسمی به جرم 4 kg نیروی افقی 30 N وارد می‌شود. این جسم با سرعت ثابت روی یک سطح افقی حرکت می‌کند. نیرویی که از طرف سطح بر جسم وارد می‌شود چند نیوتن است؟ ($g \approx 10\text{ m/s}^2$)

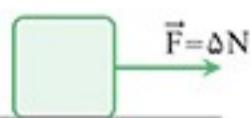
۷۰ (۴)

۵۰ (۳)

۴۰ (۲)

۱) صفر

۶۰. جسمی به جرم 3 kg را مطابق شکل روی سطح افقی با ضریب اصطکاک ایستایی $4/0$ قرار داده و نیروی افقی 5 N را برآن وارد می‌کنیم. نیروی اصطکاک مؤثر بر جسم چند نیوتن است؟ ($g \approx 10\text{ m/s}^2$)



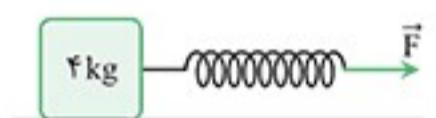
۵ (۲)

۱۲ (۴)

۲ (۱)

۱۰ (۳)

۶۱. به وسیله فنri با ضریب ثابت $m/N = 8/5$ وزنه 4 kg را مطابق شکل روی سطح افقی با شتاب $1/5\text{ m/s}^2$ می‌کشیم. اگر ضریب اصطکاک بین جسم و سطح $2/5$ باشد، افزایش طول فنri چند سانتی‌متر خواهد بود؟ ($g \approx 10\text{ N/kg}$)



۱۵ (۲)

۷/۵ (۴)

۲۰ (۱)

۱۲/۵ (۳)

۶۲. جسمی به جرم 500 kg روی سطح افقی با ضریب اصطکاک $2/0$ قرار دارد. نیروی لازم برای آنکه جسم با سرعت ثابت حرکت کند، چند نیوتن است؟ ($g \approx 10\text{ m/s}^2$)

۱۰۰ (۴)

۲۰۰۰ (۳)

۱۰۰۰ (۲)

۵۰۰۰ (۱)

۶۳. جسمی به جرم 12 kg را روی سطح افقی با ضریب اصطکاک جنبشی $25/0$ پرتاپ می‌کنیم. نیروی اصطکاک جنبشی وارد بر جسم چند نیوتن است؟ ($g \approx 10\text{ m/s}^2$)

۴۰ (۴)

۳۰ (۳)

۲۰ (۲)

۱۰ (۱)

۶۴. با نیروی افقی 30 N جسمی به جرم 2 kg را روی سطحی افقی با ضریب اصطکاک جنبشی $5/0$ از حال سکون به حرکت درمی‌آوریم. اگر شتاب حرکت جسم ثابت باشد، این جسم پس از 25 چند متر جابه‌جا می‌شود؟ ($g \approx 10\text{ m/s}^2$)

۲۰ (۴)

۱۵ (۳)

۱۰ (۲)

۵ (۱)

۶۵. فنri با ثابت $m/N = 200$ را به وزنه‌ای به جرم 4 kg بسته‌ایم و آن را با سرعت ثابت، روی یک سطح افقی می‌کشیم. اگر فنri در حالت کشش 10 cm افزایش طول پیدا کرده باشد، ضریب اصطکاک جنبشی بین دو جسم و سطح چقدر است؟ ($g \approx 10\text{ m/s}^2$)

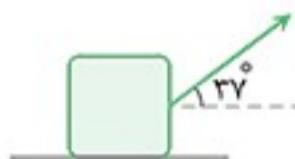
۰/۵ (۴)

۰/۴ (۳)

۰/۳ (۲)

۰/۲ (۱)

۶۶. جسمی به جرم 5 kg با نیروی ثابت F روی سطح افقی با ضریب اصطکاک جنبشی $5/0$ به حرکت درمی‌آید. اگر شتاب حرکت $1/2\text{ m/s}^2$ باشد، اندازه F کدام است؟ ($\sin 37^\circ \approx 0.6$)



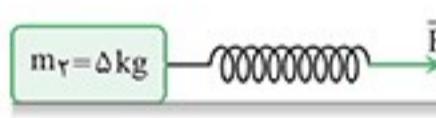
۸/۱۵ (۲)

۶/۱۸ (۴)

۴/۲۶ (۱)

۲/۲۴ (۳)

۶۷. مطابق شکل، نیروی افقی F به فنri افقی وارد می‌کنیم و جسم با شتاب ثابت 2 m/s^2 به حرکت درمی‌آید. اگر جرم فنri و اصطکاک ناچیز و ثابت نیروی فنri 100 N/m باشد، تغییر طول فنri چند سانتی‌متر است؟



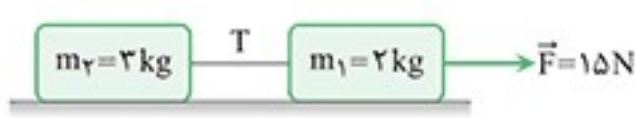
۳۰ (۲)

۵ (۴)

۴۰ (۱)

۱۰ (۳)

۶۸. در شکل زیر اگر از اصطکاک‌ها و جرم نخ صرف نظر شود و وزنه‌ها با شتاب ثابت به حرکت درآیند، شتاب حرکت چند m/s^2 است؟



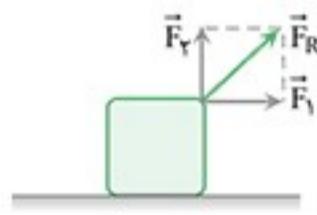
۲ (۲)

۴ (۴)

۱ (۱)

۳ (۳)

۱۶. گزینه «۳» نیرویی که باعث شتاب دادن به جسم می‌شود، نیروی برآیند است؛ پس:



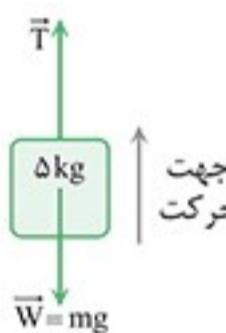
$$F_R = ma = 2 \times 2 / 5 = 0.8 \text{ N}$$

$$F_R = F_V + F_R \Rightarrow 0.8 = 2 + F_V \Rightarrow 2 = 9 + F_V \Rightarrow F_V = 1.2 \Rightarrow F_V = 0.8 \text{ N}$$

۱۷. گزینه «۴» کل سیستم را جسمی به جرم $m + M$ در نظر می‌گیریم که با نیروی F کشیده می‌شود؛ بنابراین:

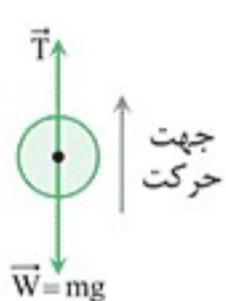
$$F = (m + M)a \Rightarrow a = \frac{F}{M + m}$$

۱۸. گزینه «۴» ابتدا شکل را رسم و نیروهای وارد بر آن را مشخص می‌کنیم:



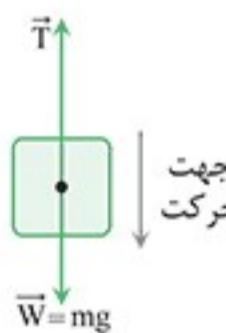
$$\sum F = ma \Rightarrow T - mg = ma \Rightarrow T = ma + mg \Rightarrow T = m(a + g) \Rightarrow T = 5(4 + 10) = 70 \text{ N}$$

۱۹. گزینه «۳» مانند سؤال قبل عمل می‌کنیم:



$$\sum F = ma \Rightarrow T - mg = ma \Rightarrow T = m(g + a) = 0 / 2(10 + 4) = 24 \text{ N}$$

۲۰. گزینه «۴» جهت حرکت به سمت پایین است، بنابراین حرکت به سمت پایین را مثبت در نظر می‌گیریم؛ پس کشش نخ، منفی خواهد بود. چون شتاب کندشونده است، شتاب نیز منفی خواهد بود؛ بنابراین:

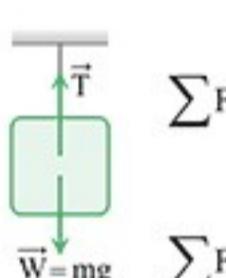


$$\sum F = ma$$

$$mg - T = ma$$

$$2 \times 10 - T = 2(-4) \Rightarrow -T = -8 - 20 \Rightarrow T = 28 \text{ N}$$

۲۱. گزینه «۳» در حالتی که جسم ساکن است، برآیند نیروهای وارد بر آن صفر است؛ یعنی:

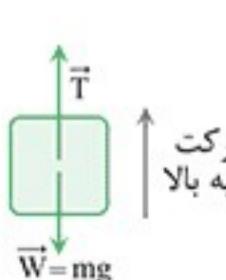


$$\sum F = 0 \Rightarrow T - mg = 0 \Rightarrow T = mg = 9.8 \Rightarrow m = 1 \text{ kg}$$

در حالت دوم شتاب $4/9 \text{ m/s}^2$ را به نقطه آویز وارد می‌کنیم و جسم را به سمت بالا می‌بریم؛ پس:

$$\sum F = ma \Rightarrow T - mg = ma \Rightarrow T = m(g + a) \Rightarrow T = 1(9.8 + 4/9) = 14.7 \text{ N}$$

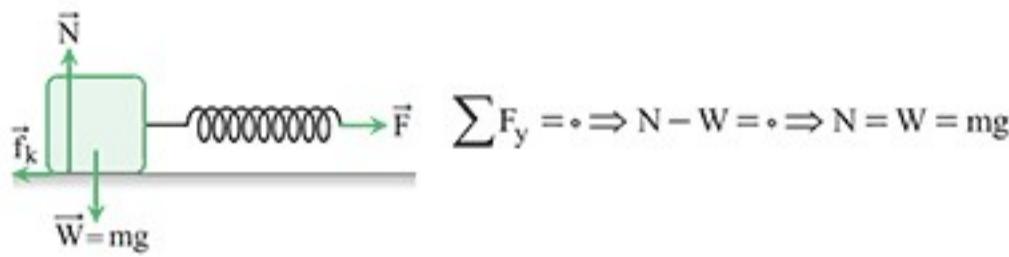
۲۲. گزینه «۲» چون نخ حداکثر نیروی کشش 50 N را تحمل می‌کند، برای به دست آوردن حداکثر شتاب فرض می‌کنیم که نیروی کشش نخ 50 N است؛ پس:



$$\sum F = ma \Rightarrow T - mg = ma$$

$$50 - 9.8 \times 1 = 9.8a \Rightarrow 1 = 9.8a \Rightarrow a = 1 / 9.8 \text{ m/s}^2$$





۶۱. گزینه «۱»

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

$$\sum F_x = ma \Rightarrow F - f_k = ma \Rightarrow k\Delta x - \mu_k mg = ma \Rightarrow 4 \times \Delta x - 0.25 \times 4 \times 10 = 4 \times 1 / 5$$

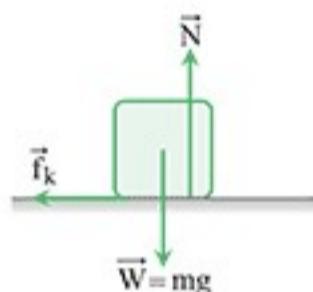
$$\Rightarrow 4 \times \Delta x - 10 = 2 \Rightarrow 4 \times \Delta x = 12 \Rightarrow \Delta x = 12 / 4 = 3 \text{ cm}$$

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

۶۲. گزینه «۲»

چون جسم با سرعت ثابت حرکت می‌کند، شتاب آن صفر است؛ پس:

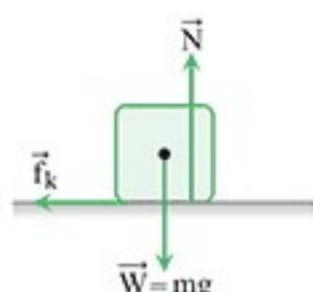
$$F - \mu_k mg = 0 \Rightarrow F = 0.25 \times 400 \times 10 = 1000 \text{ N}$$



۶۳. گزینه «۳» ابتدا نیروهای واردشده بر جسم را مشخص می‌کنیم:

$$\sum F_y = ma \xrightarrow{a=0} +N - mg = 0 \Rightarrow N = mg \Rightarrow N = 12 \times 10 = 120 \text{ N}$$

$$f_k = \mu_k N = 0.25 \times 120 = 30 \text{ N}$$



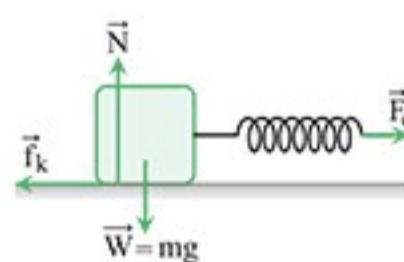
۶۴. گزینه «۴» ابتدا شتاب حرکت جسم را محاسبه می‌کنیم:

$$\sum F_x = ma \Rightarrow +F - f_k = ma \Rightarrow F - \mu_k mg = ma$$

$$\Rightarrow 30 - 0.25 \times 2 \times 10 = 2a \Rightarrow 30 - 10 = 2a \Rightarrow 20 = 2a \Rightarrow a = 10 \text{ m/s}^2$$

$$\Delta x = \frac{1}{2} at^2 + v_0 t \Rightarrow \Delta x = \frac{1}{2} \times 10 \times (2)^2 + 0 = 20 \text{ m}$$

سپس جابه‌جایی را به دست می‌آوریم:



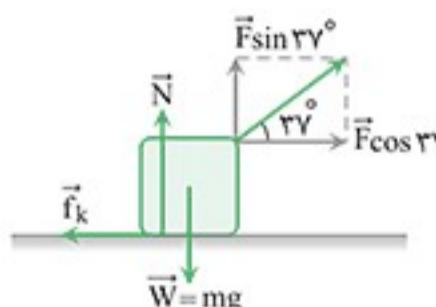
۶۵. گزینه «۴» شکل را رسم می‌کنیم و نیروهای وارد بر آن را نشان می‌دهیم:

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

$$\sum F_x = ma \xrightarrow{a=0} +F_c - f_k = 0 \Rightarrow F_c = f_k$$

$$F_c = kx = 200 \times 0.1 = 20 \text{ N}$$

$$f_k = \mu_k N \Rightarrow f_k = \mu_k mg \quad \left. \right\} \Rightarrow 20 = \mu_k \times 4 \times 10 \Rightarrow \mu_k = 0.5$$



۶۶. گزینه «۲» نیروهای وارد بر جسم را رسم و نیروی F را به مؤلفه‌های آن تجزیه می‌کنیم:

$$F_x = F \cos 37^\circ \Rightarrow F_x = 0.8F$$

$$F_y = F \sin 37^\circ \Rightarrow F_y = 0.6F$$

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow N + F_y - mg = 0 \Rightarrow N = mg - F_y \Rightarrow N = 50 - 0.6F$$

$$f_k = \mu_k N \Rightarrow f_k = \mu_k (50 - 0.6F) = 0.5(50 - 0.6F)$$

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow F_x - f_k = ma \Rightarrow 0.8F - 0.5(50 - 0.6F) = 5 \times 1 / 2 \Rightarrow 0.8F - 25 + 0.3F = 5$$

$$\Rightarrow 1.1F = 30 \Rightarrow F = \frac{30}{1.1} \Rightarrow F = 8.18 \text{ N}$$



فشار

برای بررسی فشار به سراغ مفهوم اولیه فشار می‌رویم.

مفهوم اولیه فشار

درس را با یک آزمایش شروع می‌کنیم:



فرورفتن مکعب مستطیل فلزی در ماسه

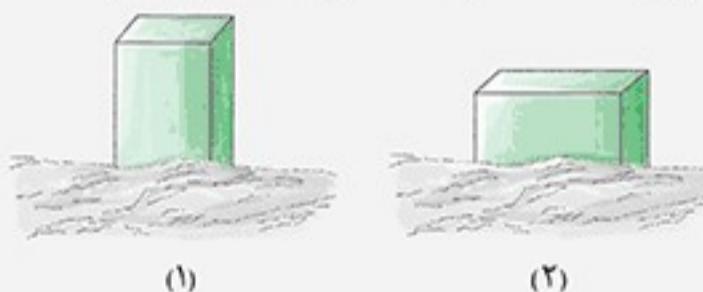
هدف آزمایش: بررسی عوامل مؤثر بر فشار

مواد و وسایل آزمایش: مکعب مستطیل فلزی کوچک، مکعب مستطیل فلزی بزرگ‌تر، مقداری ماسه

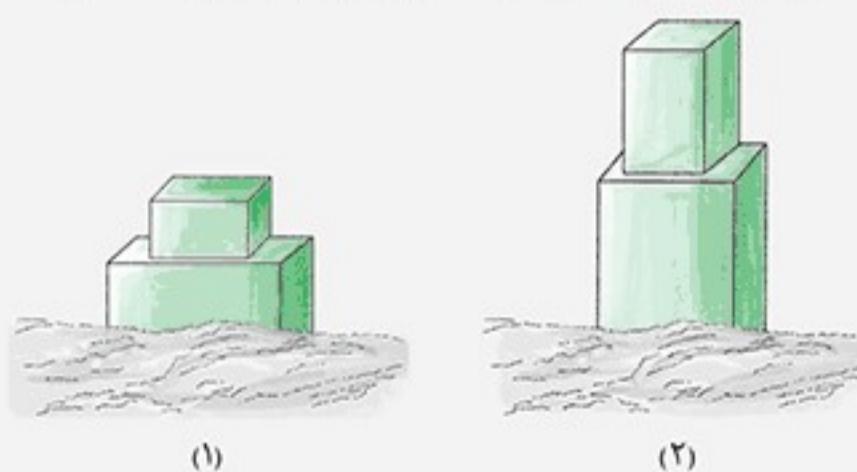
روش آزمایش:

اگر یک مکعب مستطیل فلزی کوچک را در دستتان بگیرد و آن را یک بار از روی قاعده کوچک (شکل ۱) و بار دیگر از روی قاعده بزرگش (شکل ۲) روی مقداری ماسه به قطر 20cm قرار دهید. در کدام حالت مکعب مستطیل بیشتر در ماسه

فرومی‌رود؟ چرا؟



حال اگر یک مکعب مستطیل دیگر را که نصف ابعاد مکعب مستطیل قبلی باشد روی آن قرار دهیم، در این حالت چه تغییری در میزان فرورفتن مکعب مستطیل در ماسه ایجاد می‌شود؟ عامل مؤثر تغییر در این حالت چیست؟



نتیجه: مکعب مستطیل فلزی زمانی که از روی قاعده کوچک روی ماسه قرار می‌گیرد بیشتر در ماسه فرومی‌رود. با قرار دادن مکعب مستطیل دیگر روی مکعب مستطیل قبلی، مکعب مستطیل بیشتر در ماسه فرومی‌رود.

پرسش با توجه به آزمایش بالا جاهای خالی را پر کنید.

- ۱- اگر سطح باشد، اثر مکعب مستطیل روی ماسه کم و اگر سطح ماسه زیاد می‌شود و بیشتر در ماسه فرومی‌رود.
- ۲- اگر جسم دیگری به جرم m را روی مکعب مستطیل قرار دهیم، مکعب مستطیل در ماسه فرومی‌رود؛ زیرا در این حالت مکعب مستطیل افزایش یافته است.



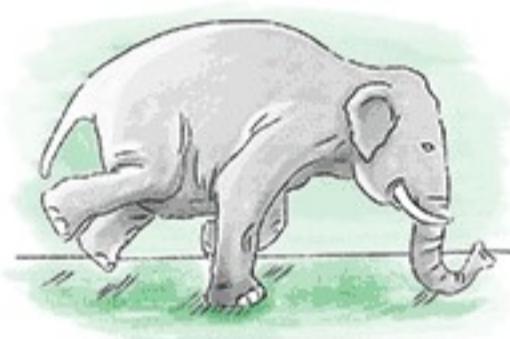


۳. کتابی به جرم 800g به ابعاد $20\text{cm} \times 10\text{cm} \times 2\text{cm}$ روی بزرگ‌ترین وجه خود روی میز قرار دارد:

الف) فشاری را که از جانب کتاب به میز وارد می‌شود به دست آورید.

ب) بیشترین فشاری که کتاب می‌تواند به میز وارد کند، در چه وضعیتی و چند پاسکال است؟

۴. یک بلوک سیمانی به ابعاد $40\text{cm} \times 50\text{cm} \times 80\text{cm}$ با چگالی 5 g/cm^3 را یک بار روی قاعده بزرگ آن و بار دیگر روی قاعده کوچکش، روی سطح افق قرار می‌دهیم. اختلاف فشار در این دو حالت چند پاسکال است؟



۵. یک فیل به جرم ۴ تن روی یک پایش ایستاده است. اگر سطح کف پای او 1000cm^2 باشد، فشار وارد بر سطح زمین چقدر است؟

۶. جدول زیر را کامل کنید.

فشار (Pa)	فشار (N/cm^2)	سطح (cm^2)	نیرو (N)
		۲۰	۴۰۰
20×10^4		۵۰۰	
	5×10^3	۱۲۰	
4×10^5			۸۰۰

۷. وزن یک اتومبیل 15kN است که بین چهار چرخ آن به طور یکسان تقسیم شده است:

الف) نیرویی را که بر هر چرخ آن اثر می‌کند حساب کنید.

ب) اگر فشار هر چرخ که بر زمین اثر می‌کند 150kN/m^2 باشد، اندازه سطح تماس هر چرخ با زمین را حساب کنید.

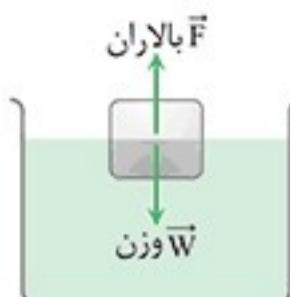
۸. شخصی با انگشت خود یک نیروی 12N را به سطح میز وارد می‌کند. سطح تماس انگشت او با میز 5cm^2 است. سپس با همان نیرو انگشت خود را بر پونزی با سطح 2mm^2 فشار می‌دهد.

الف) فشار مؤثر انگشت او بر میز را بر حسب پاسکال محاسبه کنید.

ب) فشاری را که پونز بر سطح میز وارد می‌کند حساب کنید.



حالات مختلف یک جسم جامد در یک شاره



اگر جسمی را که در شاره قرار دارد به صورت شکل مقابل در نظر بگیریم، نیروهای اعمالی به جسم عبارتند از: W (وزن جسم) و F (نیروی بالاران)

اگر $\rho_{جسم} > \rho_{شاره}$ باشد، می‌توان جرم جسم را از رابطه $V_{جسم} = \rho_{جسم} V g$ بدست آورد. پس وزن جسم از رابطه مقابله باشد می‌آید:

$$W = \rho_{جسم} V g$$

$$F = \rho_{شاره} V g$$

همچنین نیروی بالاران وارد بر جسم را می‌توان از رابطه مقابله بدست آورد:

نکته سه حالت کلی ممکن است برای قرار گرفتن یک جسم در شاره به وجود آید:

- ۱- **شناوری:** اگر $\rho_{جسم} < \rho_{شاره}$ باشد، نیروی بالاران شاره بیشتر از نیروی وزن جسم است و جسم در شاره شناور می‌شود.



$$\rho_{شاره} V g > \rho_{جسم} V g \Rightarrow W > F$$

- ۲- **غوطه‌وری:** اگر $\rho_{جسم} = \rho_{شاره}$ باشد، نیروی بالاران شاره برابر نیروی وزن جسم است و جسم در شاره غوطه‌ور می‌شود.



$$\rho_{شاره} V g = \rho_{جسم} V g \Rightarrow W = F$$

- ۳- **تهنشینی:** اگر $\rho_{جسم} > \rho_{شاره}$ باشد، نیروی بالاران شاره کمتر از نیروی وزن جسم است و جسم در شاره فرومی‌رود.



$$\rho_{شاره} V g < \rho_{جسم} V g \Rightarrow W > F$$

- به طور کلی می‌توان گفت:
- اگر $\rho_{جسم} < \rho_{شاره}$ باشد، جسم روی سطح شاره شناور می‌ماند.
 - اگر $\rho_{جسم} = \rho_{شاره}$ باشد، جسم در شاره فرومی‌رود.
 - اگر $\rho_{جسم} > \rho_{شاره}$ باشد، نیروی بالاران شاره برابر باشد. جسم در شاره غوطه‌ور می‌شود.

مثال: جسمی به حجم 5 m^3 و $\rho_{جسم} = 2700\text{ kg/m}^3$ در الکل قرار می‌گیرد. با محاسبه نیروی بالاران اعمالی به جسم، وزن ظاهری و وضعیت جسم در شاره را تعیین کنید. ($\rho_{الکل} = 800\text{ kg/m}^3$)

پاسخ:

$$\left. \begin{aligned} F &= \rho_{شاره} V g = 800 \times 10 / 5 \times 10 = 1600\text{ N} \\ W &= \rho_{جسم} V g = 2700 \times 10 / 5 \times 10 = 5400\text{ N} \end{aligned} \right\} \Rightarrow W - F = 5400 - 1600 = 3800\text{ N}$$

چون وزن جسم بیشتر از نیروی بالاران است، جسم در مایع فرومی‌رود.

شناوری در هوا

هوای نیز به عنوان یک شاره به اجسام درون خود نیرو وارد می‌کند. با توجه به آنکه چگالی هوای بسیار کم است، این نیرو وقتی چشمگیر است که حجم زیادی از هوا توسط جسم جایه‌جا شود؛ برای مثال اگر قسمتی از هوا بر اثر گرمای چگالی کمتری نسبت به بخش‌های دیگر آن پیدا کند قسمت‌های دیگر (هوای اطراف که سرد است) نیروی بالارانی به این قسمت از هوا اعمال می‌کند و آن را بالا می‌راند. از این پدیده برای بالا رفتن بالون‌ها استفاده می‌شود.



تمرین برای مرور مطالبی که تا اینجا گفته شده، تمرین زیر را انجام دهید:

چرا هیچ ماشینی نمی‌تواند هم‌زمان هم افزایش نیرو و هم افزایش سرعت و مسافت اثر نیرو داشته باشد؟ راهنمایی: با توجه به اصل کار که آن را در سال‌های گذشته خوانده‌اید، به این تمرین پاسخ دهید.

مزیت مکانیکی

یکی از ویژگی‌های ماشین‌های ساده که توانایی ماشین در افزایش مقدار نیرو و چگونگی کمک ماشین را به ما نشان می‌دهد مزیت مکانیکی است. رابطه کلی برای مزیت مکانیکی همه ماشین‌ها از نسبت نیرویی که ماشین به جسم وارد می‌کند (نیروی مقاوم) به نیرویی که به ماشین وارد می‌شود (نیروی محرک) به دست می‌آید که به این **مزیت مکانیکی واقعی یا عملی** گفته می‌شود و آن را با $A' = \frac{R}{E}$ نشان می‌دهند:

اگر اصطکاک وجود نداشته باشد، مزیت مکانیکی کامل (ایده‌آل) می‌شود که از نسبت بازوی محرک به بازوی مقاوم یا نسبت جابه‌جایی نیروی محرک به جابه‌جایی نیروی مقاوم به دست می‌آید و آن را با حرف A نشان می‌دهند:

$$A = \frac{L_E}{L_R} = \frac{d_E}{d_R}$$

! **توجه** مزیت مکانیکی واحد ندارد. (چرا؟)



به شکل مقابل توجه کنید. در این شکل می‌خواهیم با نیروی محرک E نیروی مقاوم R را جابه‌جا کنیم. اگر جابه‌جایی نیروی مقاوم را با d_R و جابه‌جایی نیروی محرک را با d_E نشان دهیم در صورتی که اتلاف انرژی وجود نداشته باشد، یعنی از اصطکاک چشم‌پوشی کنیم، کار دو نیرو با هم برابر است. کار نیروی محرک (W_E) برابر است با: $W_E = E \cdot d_E$ و مقدار کار نیروی مقاوم (W_R) برابر است با: $W_R = R \cdot d_R$

$$W_E = W_R \Rightarrow E \cdot d_E = R \cdot d_R \Rightarrow \frac{R}{E} = \frac{d_E}{d_R} \Rightarrow A' = A$$

کار مفید کل کار

وقتی بازده 100% درصد باشد، مقدار این دو کار با هم برابر است: پس: **نکته** در هر ماشین مقداری از انرژی صرف غلبه بر مقاومت‌های آن خواهد شد؛ اما ممکن است در مسئله‌ای گفته شود از اصطکاک صرف نظر شود یا اتلاف انرژی وجود ندارد؛ بنابراین اگر در ماشینی اصطکاک وجود نداشته باشد، $A' = A$. در این صورت بازده ماشین 100% درصد در نظر گرفته می‌شود که به چنین ماشینی، **ماشین ایده‌آل** می‌گویند.

- ↑ بازده
- « اگر در ماشینی اصطکاک وجود داشته باشد، $A < A'$. در این صورت بازده کمتر از 100% درصد است؛ پس:
- « اگر در ماشینی $A = 1$ ، ماشین علاوه بر انتقال نیرو با تغییر جهت نیرو به ما کمک می‌کند.
- « اگر $A > 1$ ، ماشین با افزایش نیرو به ما کمک می‌کند.
- « اگر $A < 1$ ، ماشین با افزایش سرعت و مسافت اثر نیرو به ما کمک می‌کند.

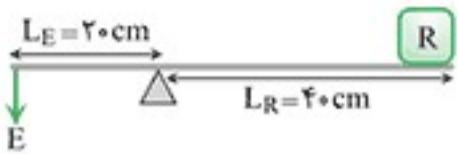
با توجه به مطالب گفته شده برای آنکه اهرم در حال تعادل باشد: بازوی محرک \times نیروی محرک = بازوی مقاوم \times نیروی مقاوم

$$\frac{R \times L_R}{\text{گشتاور نیروی مقاوم}} = \frac{E \times L_E}{\text{گشتاور نیروی محرک}}$$



پاسخ‌نامه تمرین‌های تکمیلی

۱) الف) اهرم از نوع اول است؛ پس تکیه‌گاه بین نیروی محرک و مقاوم قرار می‌گیرد. شکل این اهرم را رسم می‌کنیم:



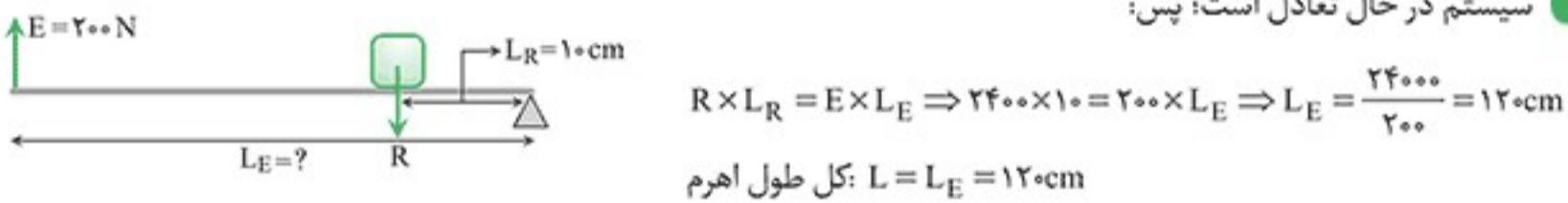
چون اهرم در حال تعادل است، گشتاور ساعتگرد با گشتاور پاد ساعتگرد برابر است:

$$R \times L_R = E \times L_E \Rightarrow R \times 40 = 200 \times 20 \Rightarrow R = 100 \text{ N}$$

$$A = \frac{L_E}{L_R} = \frac{20}{40} = \frac{1}{2} \quad (b)$$

چون مزیت مکانیکی کمتر از ۱ است، این اهرم با انتقال نیرو، تغییر جهت نیرو و افزایش سرعت و مسافت اثر نیرو به ما کمک می‌کند.

سیستم در حال تعادل است؛ پس:



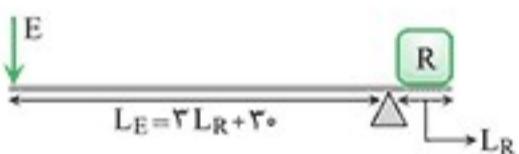
$$R \times L_R = E \times L_E \Rightarrow 200 \times 10 = 200 \times L_E \Rightarrow L_E = \frac{2000}{200} = 10 \text{ cm}$$

کل طول اهرم: $L = L_E + L_R = 10 + 10 = 20 \text{ cm}$

$$L_E = \Delta L_R$$

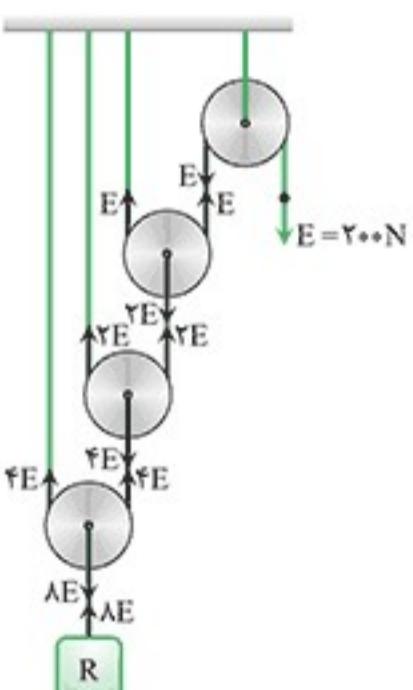
$$R \times L_R = E \times L_E \Rightarrow R \times \cancel{L_R} = 200 \times \cancel{L_E} \Rightarrow R = 100 \text{ N} \quad (c)$$

ابتدا شکل اهرم را رسم می‌کنیم و طول بازوها را مشخص می‌کنیم. چون اهرم از نوع اول است، تکیه‌گاه بین نیروی مقاوم و محرک قرار می‌گیرد؛ پس:



$$R \times L_R = E \times L_E \Rightarrow 200 \times L_R = 200 \times (2L_R + 20) \Rightarrow 200L_R = 400L_R + 4000 \Rightarrow -200L_R = 4000 \Rightarrow L_R = 20 \text{ cm} \Rightarrow L_E = 2 \times 20 + 20 = 60 \text{ cm}$$

الف) ابتدا مزیت مکانیکی این ماشین را محاسبه می‌کنیم:



$$R = \lambda E$$

$$\lambda = \frac{R}{E} = \frac{\lambda E}{E} = \lambda$$

همچنین با توجه به نکته‌های گفته شده در قسمت مربوطه مزیت مکانیکی را می‌توان به این صورت نیز محاسبه کرد:

$$\lambda = 2^n = 2^3 = \lambda$$

که n تعداد قرقه‌های متحرک است.

$$\lambda = \lambda' = \lambda \Rightarrow \lambda' = \frac{R}{E} \Rightarrow \lambda = \frac{R}{200} \Rightarrow R = 1600 \text{ N}$$

چون بازده ۱۰۰ درصد است، داریم:

$$R_a = \frac{\lambda'}{\lambda} = \frac{\lambda'}{10} \Rightarrow \lambda' = 10\lambda \Rightarrow \lambda' = 10 \times 1600 = 16000 \text{ N} \Rightarrow R = \frac{16000}{200} = 80 \text{ N} \quad (d)$$

