

فیزیک ۱

حل تمرین دکتر غلام محمد پارسا نسب
نسرین کریمی
دانشگاه شهید بهشتی - آذر ۱۴۰۰

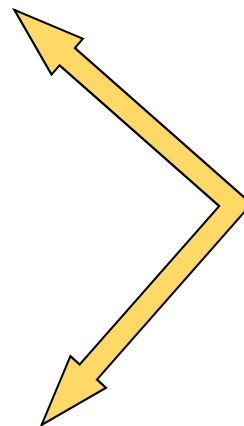
حل سوال امتیازی حرکت پرتابی

حرکت نسبی

✓ سرعت، مفهومی نسبی است.

✓ سرعت یک متحرک از دیدگاه ناظر های متفاوت می تواند فرق کند.

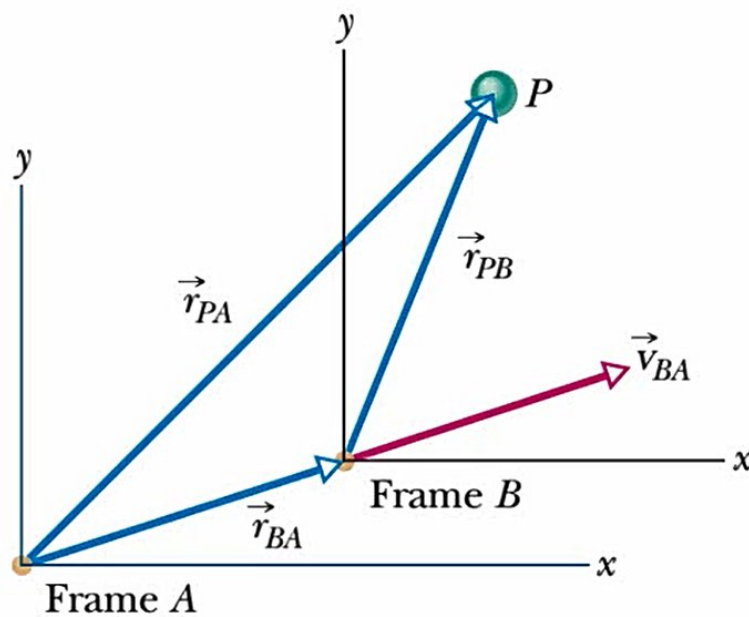
چارچوب مرجع



۲ واژه تعریف می شود

ناظر

فرمول بندی



$$\vec{r}_{pA} = \vec{r}_{pB} + \vec{r}_{BA}$$

$$\vec{V}_{pA} = \vec{V}_{pB} + \vec{V}_{BA}$$

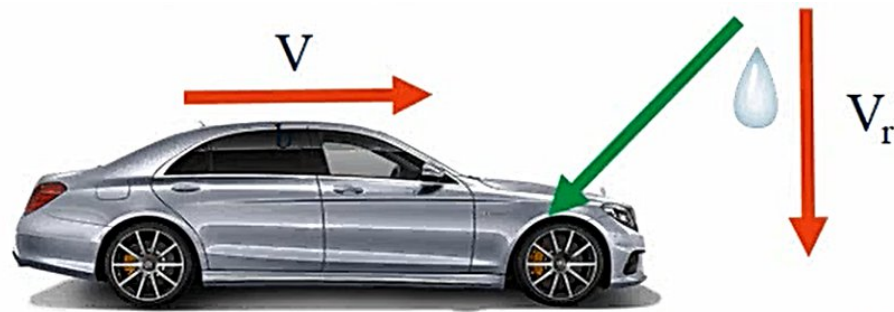
$$\vec{a}_{pA} = \vec{a}_{pB}$$

مثال

شیشه جلوی اتومبیلی در صفحه قائم است. این اتومبیلی زیر باران شدید با سرعت V_b حرکت می کند. قطرات باران با سرعت V_r در راستای قائم سقوط می کنند. از دید راننده اتومبیلی این قطره ها با چه زاویه ای و در چه جهتی به شیشه جلو می خورند؟



پاسخ



قطره ، اتومبیل ، زمین

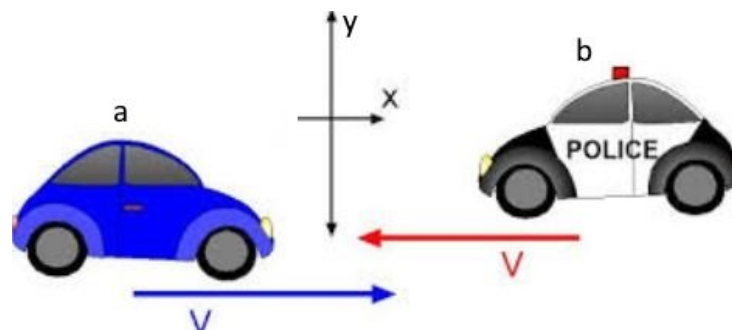
سرعت قطره نسبت به اتومبیل + سرعت اتومبیل نسبت به زمین = سرعت قطره نسبت به زمین

$$\vec{V}_r = \vec{V}_b + \vec{V}'$$

$$\vec{V}' = \vec{V}_r - \vec{V}_b \Rightarrow \vec{V}' = -V_r \hat{j} - V_b \hat{i}$$

$$V' = \sqrt{V_r^2 + V_b^2}$$

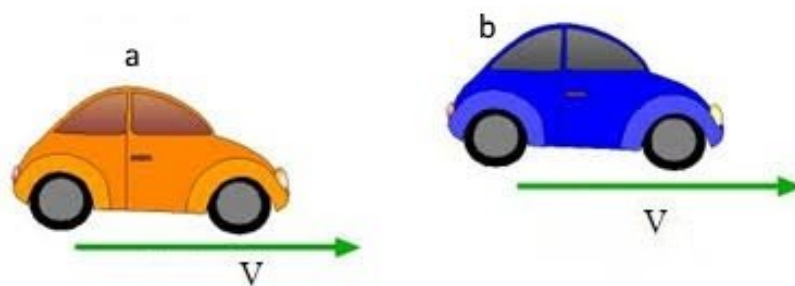
می‌خواهیم سرعت نسبی دو خودروی زیر را که با سرعت v در حال حرکت‌اند، بدست آوریم.



اگر جهت مثبت محور x به سمت راست در نظر گرفته شود، سرعت خودروی آبی رنگ برابر با $v+$ و سرعت خودروی پلیس برابر با $v-$ خواهد بود. بنابراین سرعت نسبی آن‌ها برابر است با:

$$\vec{v}_{a/b} = \vec{v}_a - \vec{v}_b = v - (-v) = 2v$$

حال فرض کنید در حالتی دیگر مطابق با شکل زیر دو خودرو هم‌جهت باشند.



در این حالت سرعت هر دو خودرو مثبت بوده، در نتیجه سرعت خودرو a نسبت به b برابر است با:

$$\vec{v}_{a/b} = \vec{v}_a - \vec{v}_b = v - (v) = 0$$

سرعت نسبی در دو بعد

دقیقا در دو بعد نیز رابطه $\vec{v}_{a/b} = \vec{v}_a - \vec{v}_b$ برقرار است. در ابتدا سرعت هریک از اجسام بایستی به صورت برداری نوشته شده و مولفه‌های آن‌ها در هر جهت به طور جدا با هم جمع یا از هم کم شوند. بنابراین اگر سرعت جسم a برابر باشد با:

$$v_a = v_{xa}\hat{i} + v_{ya}\hat{j}$$

به همین صورت سرعت جسم b را به صورت زیر در نظر بگیرید.

$$v_b = v_{xb}\hat{i} + v_{yb}\hat{j}$$

در این صورت، سرعت جسم a نسبت به b برابر است با:

$$v_{a/b} = (v_{xa} - v_{xb})\hat{i} + (v_{ya} - v_{yb})\hat{j}$$

روش ابتدایی برای تعیین سرعت نسبی یک جسم نسبت به جسم دیگر در جایی که حرکت دو متحرک نسبت همدیگر مستقل باشد:

۱. ناظر را مشخص می کنیم.

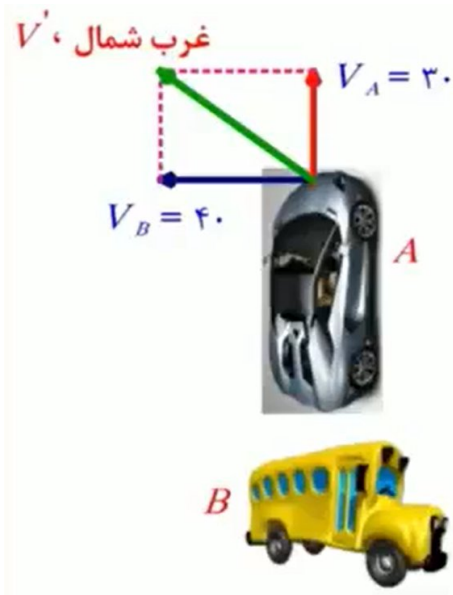
۲. ناظر را ساکن فرض می کنیم.

۳. جهت سرعت ناظر را وارونه کرده و به جسم دیگر می دهیم و سپس برآیند می گیریم.

مثال

اتومبیل A با سرعت 30 m/s به طرف شمال و اتومبیل B با سرعت 40 m/s به طرف شرق در حرکت است سرعت اتومبیل A نسبت به B چقدر و در چه جهتی است؟

پاسخ



$$V' = \sqrt{V_A^2 + V_B^2}$$
$$V' = \sqrt{(30)^2 + (40)^2}$$

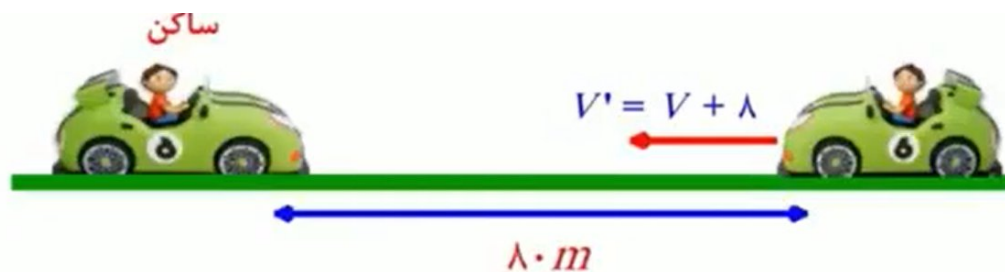
$$V' = 50 \text{ m/s}$$

در جهت شمال غربی
B ناظر

مثال

دو متحرک با سرعت‌های ۸ و V هم زمان از فاصله ۸۰ متری به طرف هم شروع به حرکت می‌کنند و پس از ۴ ثانیه به هم می‌رسند V کدام است؟

پاسخ



$$\Delta x' = V' t$$

$$\lambda \cdot = (V + \lambda) \times 4$$

$$\lambda \cdot = 4V + 32 \rightarrow 4\lambda = 4V \rightarrow$$

$$V = 12 \text{ m/s}$$

مثال

قایقی فاصله دو نقطه را در جهت جریان آب در مدت t و در خلاف جهت جریان آب در مدت $\frac{7}{3}t$ طی می کند سرعت قایق نسبت به آب ساکن چند برابر سرعت جریان آب است؟

$$\frac{7}{3}(4)$$

$$4(3)$$

$$5/3(2)$$

$$5/2(1)$$

پاسخ



$$\Delta x_1 = (V_1 + V_2)t$$



$$\Delta x_2 = (V_1 - V_2)\frac{V}{V_2}t$$

$$\Delta x_1 = \Delta x_2 \rightarrow (V_1 + V_2)t = \frac{V}{V_2}(V_1 - V_2)t$$

$$3V_1 + 3V_2 = 7V_1 - 7V_2 \rightarrow 10V_2 = 4V_1$$

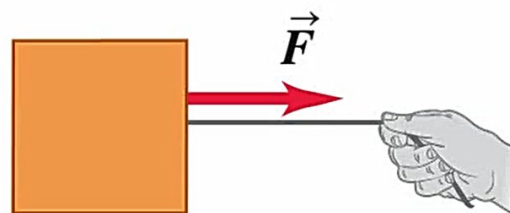
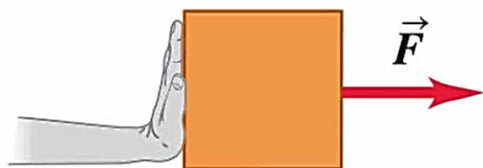
$$V_2 = 2/5 V_1$$

نیرو

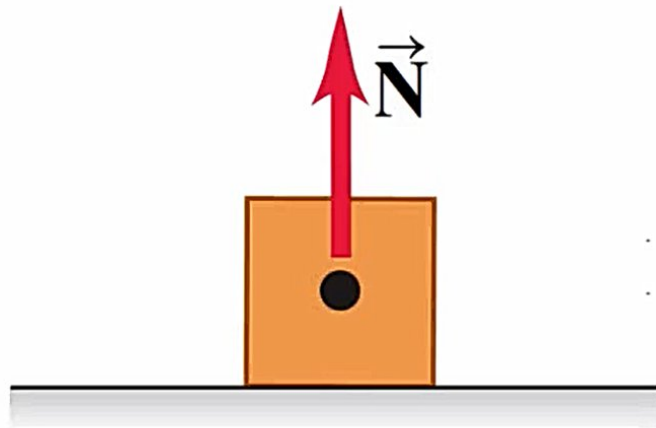
در فیزیک مکانیک فقط با دو نیرو سروکار داریم؛

- نیروی گرانشی ؛ نیروی جاذبه زمین بر اجسام
- نیروی الکترومغناطیسی که خود شامل موارد زیر است :
 - نیروهای تماسی (اصطکاک)
 - نیروهای چسبندگی (مقاومت هوا)
 - نیروی کشسانی (نیروی فنر)

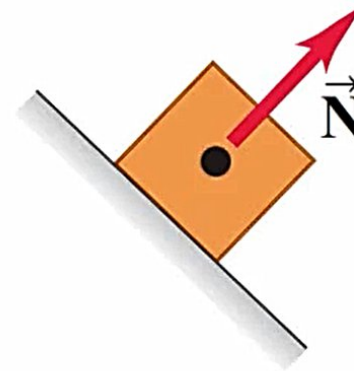
- نیرو برهم کنش بین دو جسم و یا جسم و محیط پیرامون است.
- نیرو بردار است.



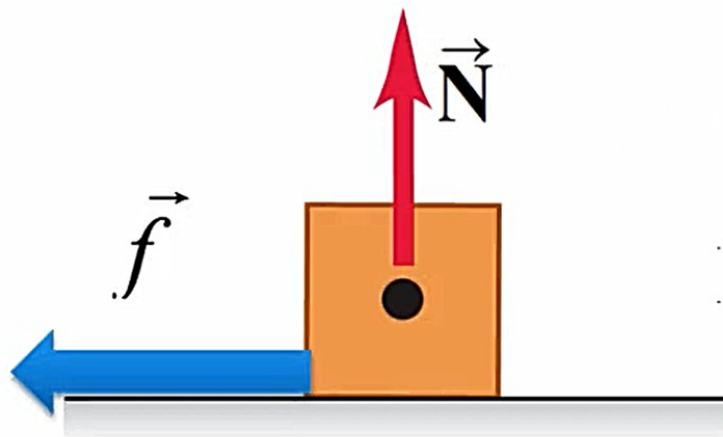
نیروهای متداول



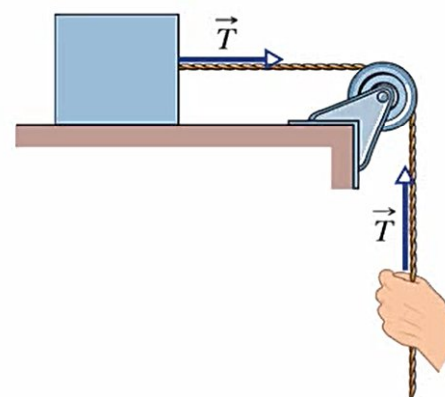
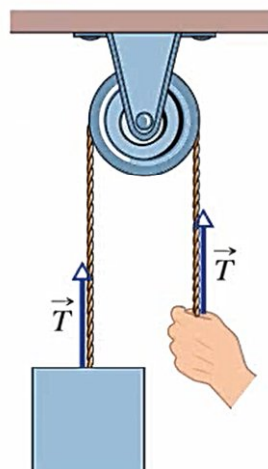
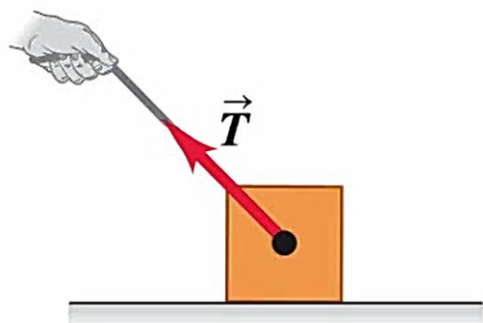
نیروی عمودی تکیه گاه ؛ عمود بر سطح



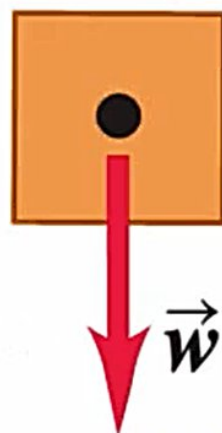
نیروی اصطکاک : موازی با سطح



نیروی کشش طناب



نیروی وزن



برای حل مسائل نیرو چه کاری انجام دهیم؟

1

هر یک از نیروهایی که معرفی کردیم را همراه با جهت و اندازه روی جسم مشخص کنیم.

2

هر یک از نیروها را به مولفه های عمودی و افقی تجزیه کنیم.

3

در هر جهت جمع نیروها را محاسبه کنیم.

قوانین نیوتون

قانون اول :

اگر نیروی خالص وارد بر جسم صفر باشد؛
اگر جسم در حرکت باشد، به همان حرکت خود ادامه می دهد.
اگر جسم در حال سکون باشد، در همان حال سکون باقی می ماند.

اصطلاحاً به آن قانون لختی
گفته می شود.

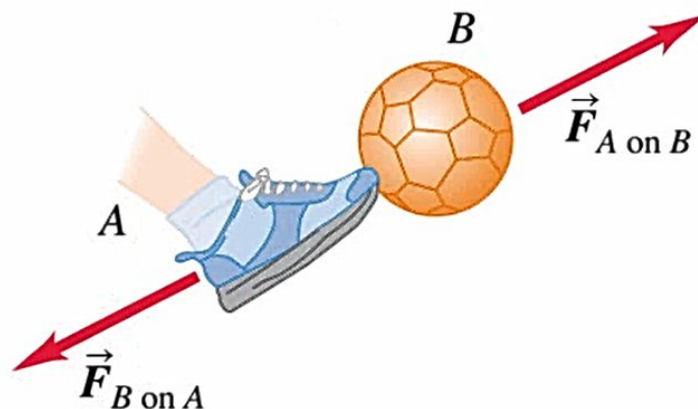
قانون دوم :

$$\sum \vec{F} = m \vec{a} \quad \left\{ \begin{array}{l} \sum F_x = m a_x \\ \sum F_y = m a_y \\ \sum F_z = m a_z \end{array} \right.$$

نیروی وارد بر یک جسم شتابی در جهت همان نیرو به جسم می دهد.

قانون سوم :

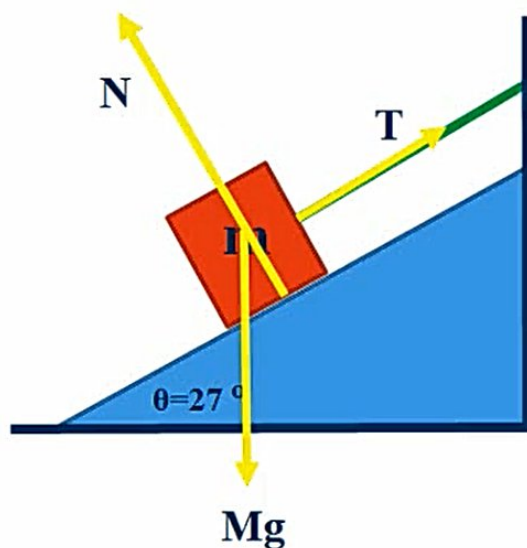
وقتی دو جسم به یکدیگر نیرو وارد می کنند، این دو نیرو هم اندازه و در خلاف جهت همدیگر است.



اصطلاحاً به آن قانون عمل و
عکس العمل گفته می شود.

مثال

قطعه ای به جرم $m = 18 \text{ kg}$ به کمک ریسمانی روی سطح بدون اصطکاکی که شیب 27° درجه دارد نگه داشته شده است. کشش ریسمان و نیروی عمود بر سطحی را که سطح بر قطعه وارد می کند را پیدا کنید.



ابتدا نیروهای وارد بر جسم را مشخص می کنیم.

سه نیرو داریم :

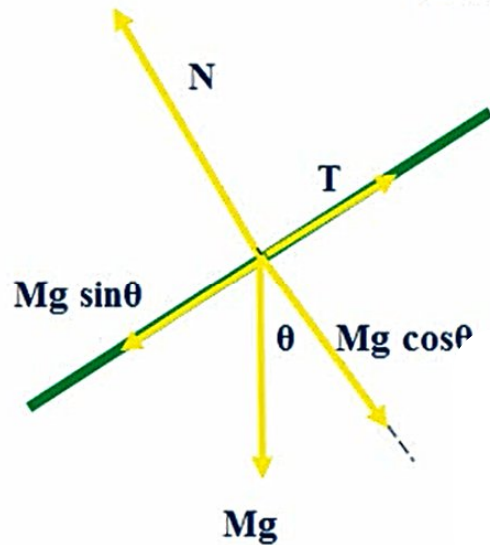
۱- نیروی کشش طناب

۲- نیروی عمودی تکیه گاه

۳- نیروی وزن (که آن را به ۲ مولفه تجزیه می کنیم)

پاسخ

جسم در حال تعادل است؛ پس برآیند نیروهای وارد بر جسم در دو راستای عمود بر هم صفر است.



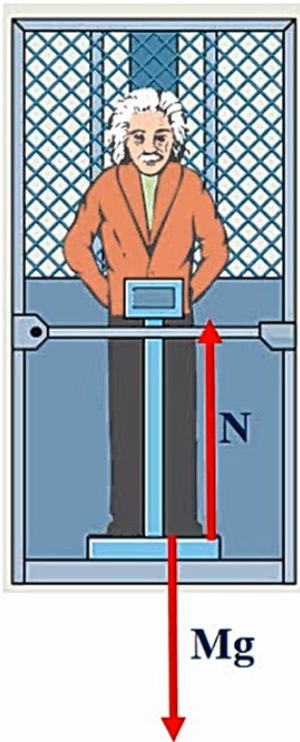
$$\sum F_x = T - mg \sin \theta = 0 \Rightarrow T = mg \sin \theta = (18) \times (9.8) \times (\sin 27^\circ) = 80N$$

$$\sum F_y = N - mg \cos \theta = 0 \Rightarrow N = mg \cos \theta = (18) \times (9.8) \times (\cos 27^\circ) = 157N$$

مثال + پاسخ

شخصی به جرم 72.2 kg در آسانسوری روی یک ترازو ایستاده است. ترازو در هر یک از حالت‌های زیر چه عددی نشان می‌دهد.

- الف) وقتی که اتاقک آسانسور با سرعت ثابت پایین می‌آید.
- ب) وقتی اتاقک آسانسور با شتاب 3.2 m/s^2 بالا می‌رود.



حل :

جهت مثبت را به طرف بالا در نظر می‌گیریم.

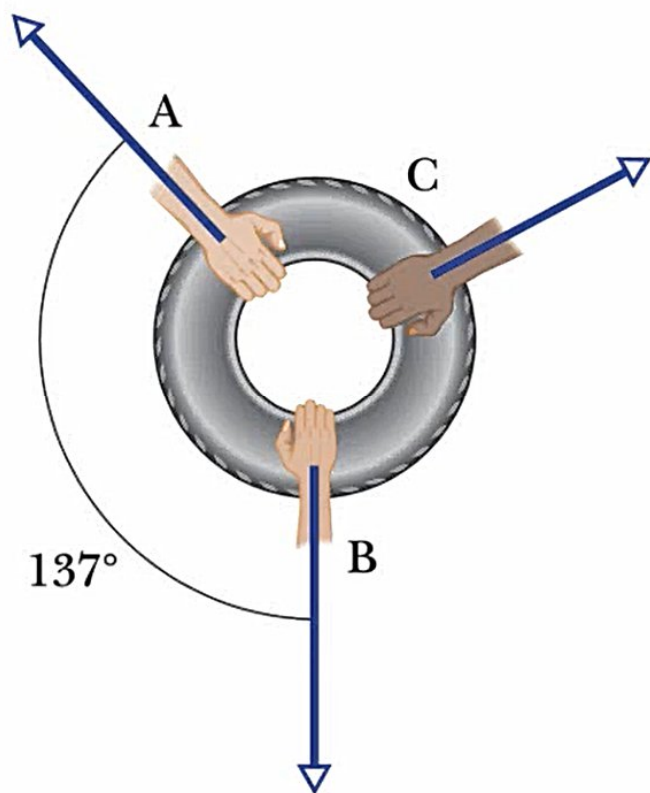
$$\sum F = N - Mg = Ma$$

الف) شتاب صفر است، پس ؛ $N = Mg = 72.2 \times 9.8 = 708N$

ب) شتاب برابر با 3.2 m/s^2 + پس ؛

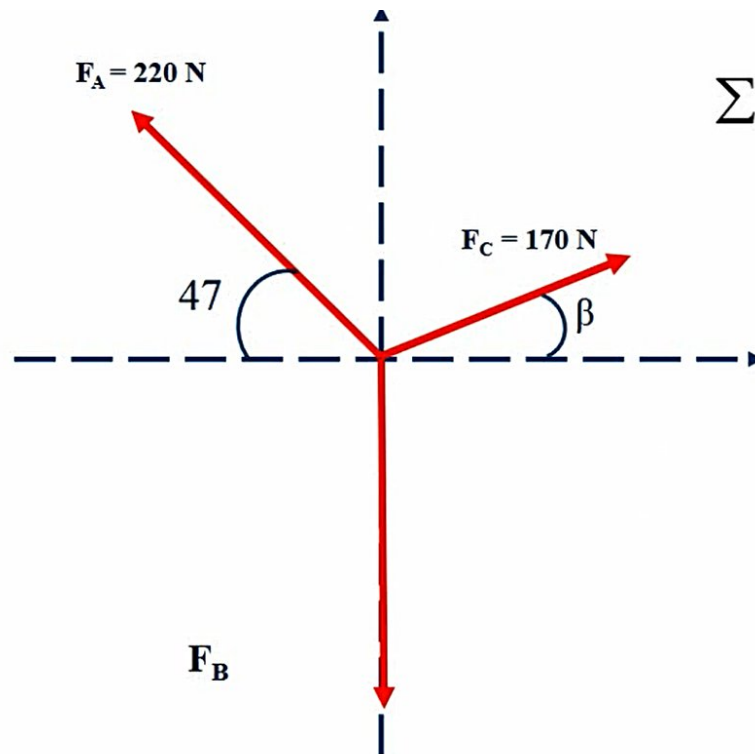
$$\sum F = N - Mg = Ma \Rightarrow N = M(g + a) = 939N$$

مثال



سه شخص A، B، و C یک چرخ اتومبیل را از سه جهت در زوایایی که در شکل نشان داده شده است می کشند. چرخ، علیرغم کشش، در حالت سکون می ماند. نیروی F_A برابر با 220 N و بزرگی نیروی F_C برابر با 170 N می باشد. بزرگی F_B را محاسبه کنید.

پاسخ



$$\sum \vec{F} = m\vec{a} = 0 \Rightarrow \sum F_x = 0, \quad \sum F_y = 0$$

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow F_C \cos \beta - F_A \cos 47 = 0$$

$$\cos \beta = \frac{220 \times \cos 47}{170} \Rightarrow \beta = 28^\circ$$

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow F_C \sin \beta + F_A \sin 47 = F_B$$

$$\Rightarrow F_B = 241\text{ N}$$

تمرین تحویلی مهلت ارسال چهارشنبه ۳ آذر ساعت ۱۷:۱۵

سه نیروی \vec{F}_1 و \vec{F}_2 و \vec{F}_3 دو به دو با هم زاویه ی 120° می سازند. اگر اندازه ی نیروها به ترتیب ۵ و ۱۰ و ۱۵ نیوتن باشد، برآیند آن ها چند نیوتن است؟

۱۵(۴)

$5\sqrt{3}$ (۳)

۵ (۲)

(۱) صفر

پایان جلسه هفتم.