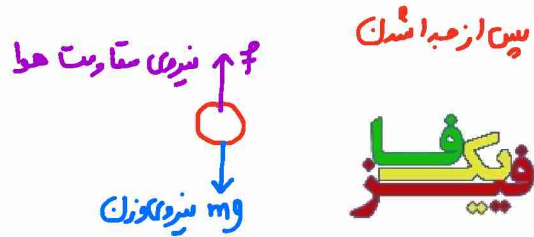
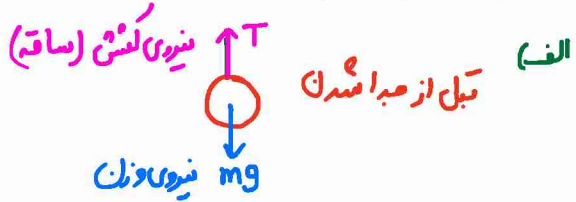


۱-۲ و ۲-۲ قوانین حرکت نیوتون و معرفی برخی از نیروهای خاص

۱. سیبی را در نظر بگیرید که به شاخه درختی آویزان است و سپس از درخت جدا می شود.

الف) با رسم شکل نیروهای وارد بر سیب را قبل و بعد از جدا شدن از درخت نشان دهید. ب) در هر حالت واکنش این نیروها بر چه اجسامی وارد می شود؟



ب) واکنش T به ساقه درخت وارد می شود.
واکنش F به هوا وارد می شود.
واکنش mg به زمین وارد می شود.

۲. وقتی در خودروی ساکنی نشسته اید و خودرو ناگهان شروع به حرکت می کند، به صندلی فشرده می شوید. همچنین اگر در خودروی در حال حرکتی نشسته باشید، در توقف ناگهانی به جلو پرتاب می شوید.

الف) علت این پدیده ها را توضیح دهید. ب) نقش کمربند ایمنی و کیسه هوا در کم شدن آسیب ها در تصادف ها را بیان کنید.

الف) شخص در حال سکون تا قبل به لحظه حالت خود کرد. (لختی) و وقتی اتو میل به جلو حرکت می کند چون بدن شخص حالت سکون خود را حفظ می کند به صندلی فشرده می شود. و فرود می آید که حرکت می کند، بدن شخص قسمه حفظ حالت حرکت خود دارد و وقتی ناگهان

فرود می آید و می کشد، شخص به سمت جلو پرتاب می شود.
ب) اگر به همین سبب می شود شخص به صندلی محکم می شود و در صورت ترنرها یا ناگهان شخص به سمت جلو پرتاب می شود و همچنین کیسه هوا سبب می شود ضربه کمتری به شخص که به سمت جلو پرتاب می شود، وارد می شود.

۳. دانش آموزی به جرم 50 kg روی یک ترازوی فنری در آسانسور ایستاده است. در هر یک از حالت های زیر این ترازو چند نیوتون را نشان می دهد؟ ($g = 9.8\text{ N/kg}$)
الف) آسانسور ساکن است.

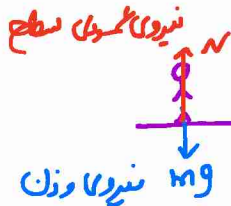
ب) آسانسور با سرعت ثابت حرکت می کند.

پ) آسانسور با شتاب $1/2\text{ m/s}^2$ به طرف بالا شروع به حرکت می کند.

ت) آسانسور با شتاب $1/2\text{ m/s}^2$ به طرف پایین شروع به حرکت می کند.

$F_N = N$ (نیروی عمودی سطح)

الف) آسانسور ساکن است. یعنی بر نیروی نیروهای وارد بر دانش آموز صفر است.



$$N - mg = ma = 0$$

$$N = mg = 50 \times 9.8$$

$$N = 490\text{ N}$$

۴. ترنر در یک راه زمینی متراکم دارد، نیروی N را نشان می دهد

ب) آسانسور با سرعت ثابت حرکت می کند، یعنی

$$a = 0 \rightarrow N - mg = ma$$

$$N = mg = 490\text{ N}$$

شروع به حرکت یعنی $a > 0$

$a = +1.2\text{ m/s}^2$ ↑

$$N - mg = ma$$

$$N = m(g + a) = 50 \times (9.8 + 1.2) = 550\text{ N}$$

شخص احساس سنگینی می کند.



۵. در شکل روبه‌رو وقتی وزنه $4/0 \text{ kg}$ را به فنر آویزان می‌کنیم، طول فنر $14/0 \text{ cm}$ می‌شود، و وقتی وزنه $5/0 \text{ kg}$ را به فنر آویزان می‌کنیم، طول فنر $15/0 \text{ cm}$ می‌شود.

الف) ثابت فنر چقدر است؟ ب) طول عادی فنر (بدون وزنه) چند سانتی‌متر است؟

در حالت تعادل $F_e = mg \rightarrow k(x - x_0) = mg$

ک خط‌خطی فنر

$$k(0.14 - x_0) = 4 \times 9.8 = 39.2$$

$$k(0.15 - x_0) = 5 \times 9.8 = 49$$

از تقسیم در عبارت دوم

$$\frac{0.15 - x_0}{0.14 - x_0} = \frac{49}{39.2} = 1.25$$

$$0.15 - x_0 = 1.25(0.14 - x_0)$$

$$0.15 - x_0 = 0.175 - 1.25x_0 \rightarrow x_0 = 0.025 \text{ m}$$

$$x_0 = 2.5 \text{ cm}$$

$$k = \frac{49}{0.15 - 0.025} = \frac{49}{0.125} = 392 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

کانال تلگرام <https://t.me/physicfa>

وبسایت فیزیکفا <http://physicfa.ir>

تلگرام و اینستاگرام مدیر @mostafakabiri

تهیه کننده: استاد مصطفی کبیری



$$a = +1.2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$mg - N = ma$$

$$N = m(g - a) = 50(9.8 - 1.2) =$$

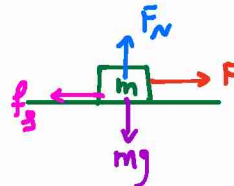
$$N = 430 \text{ N}$$

تخمین احساسی بکنید

۴. در شکل نشان داده شده، شخص با نیروی 200 N جسم $90/0$ کیلوگرمی را هل می‌دهد، اما جسم ساکن می‌ماند. ولی وقتی با نیروی 300 N جسم را هل می‌دهد، جسم در آستانه حرکت قرار می‌گیرد.

الف) نیروی اصطکاک ایستایی بین جسم و سطح در هر حالت چقدر است؟

ب) ضریب اصطکاک ایستایی بین جسم و سطح چقدر است؟
پ) اگر پس از حرکت، شخص با نیروی 200 N جسم را هل دهد و ضریب اصطکاک جنبشی بین سطح و جسم 0.2 باشد، شتاب حرکت جسم چقدر خواهد شد؟



الف)

وقتی جسم ساکن است:

$$f_s = F = 200$$

$$f_s = 200 \text{ N}$$

وقتی جسم در آستانه حرکت است:

$$f_s = F = 300 \text{ N} \rightarrow f_s = 300 \text{ N}_{\text{max}}$$

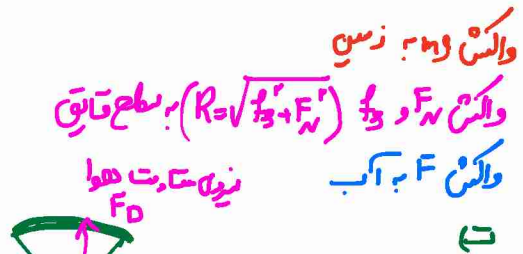
$$f_{s, \text{max}} = \mu_s F_N \rightarrow \mu_s = \frac{300}{90 \times 10} = \frac{1}{3}$$

$$\begin{cases} F - f_k = ma \\ F_N = mg \end{cases} \rightarrow F - \mu_k mg = ma$$

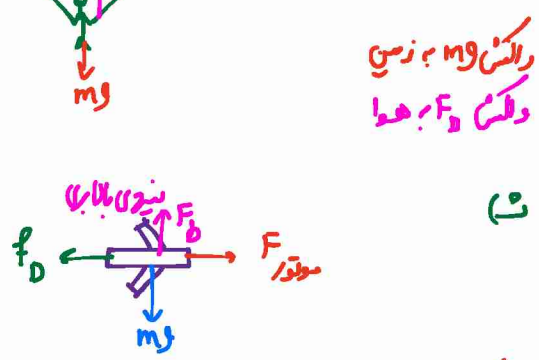
$$200 - 0.2 \times 90 \times 10 = 90a \rightarrow a = 0.22 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$



پ) نیروی اصطکاک استایس بین زمین و کف پاتاق
 F : نیرویی که توسط آب به پارو وارد می‌شود.



والسن و mg به زمین
 والسن N و F_D به آب
 والسن F به آب
 نیروی ستارت هوا F_D



رالسن mg به زمین
 والسن F_D به هوا
 والسن F به موتور
 نیروی بلایا F_D

کانال تلگرام <https://t.me/physicfa>
 وبسایت فیزیکفا <http://physicfa.ir>
 گرام و اینستاگرام مدیر @mostafakabiri
 تهیه کننده: استاد مصطفی کبیری

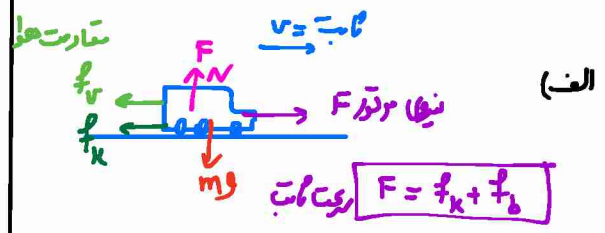


۷. در هر یک از موارد زیر، نیروهای وارد بر جسم را مشخص کنید. واکنش هر یک از این نیروها به چه جسمی وارد می‌شود؟
 الف) خودرویی با سرعت ثابت در یک مسیر مستقیم افقی در حال حرکت است.

ب) کشتی‌ای با سرعت ثابت در حال حرکت است.
 پ) قایقرانی در حال پارو زدن است.

ت) چتربازی در هوای آرام و در امتداد قائم در حال سقوط است.
 ث) هواپیمایی در یک سطح پروازی افقی با سرعت ثابت در حال حرکت است.

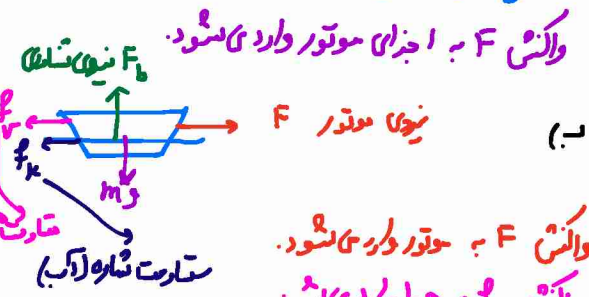
ج) تویی در راستای قائم به زمین برخورد می‌کند و برمی‌گردد.



ریت ثابت $F = f_k + f_b$

والسن mg به زمین وارد می‌شود.
 والسن F_b به هوا وارد می‌شود.

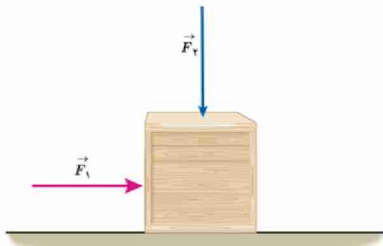
برایند f_k و F نیرویی است که از طرف سطح به خودرو وارد می‌شود (هنگامی که $F = f_k$)
 والسن R به سطح زمین وارد می‌شود.
 $R = \sqrt{F_b^2 + f_k^2}$



والسن F به موتور وارد می‌شود.
 والسن f_k به هوا وارد می‌شود.
 والسن f_b به آب وارد می‌شود.
 والسن mg به زمین وارد می‌شود.
 والسن F_b به آب وارد می‌شود.

با باز شدن چتر، نیروی مقاومت هوا از نیروی وزن بیشتر شده و جهت شتاب خلاف جهت حرکت می‌شود و باعث کاهش تندی می‌شود. با کاهش تندی مقاومت هوا کاهش می‌یابد تا برابر نیروی وزن شود و چتر باز با تندی ثابت (تندی حدی) به زمین می‌رسد.

4. در شکل زیر، نیروی F_1 به بزرگی 20 N بر جعبه وارد شده است، اما جعبه همچنان ساکن است. اگر در همین حالت بزرگی نیروی قائم F_2 که جعبه را به زمین می‌فشارد از صفر شروع به افزایش کند، کمیت‌های زیر چگونه تغییر می‌کنند؟



- (الف) اندازه نیروی عمودی سطح وارد بر جعبه
- (ب) اندازه نیروی اصطکاک ایستایی وارد بر جعبه
- (پ) اندازه بیشینه نیروی اصطکاک ایستایی
- (ت) نیروی خالص وارد بر جسم

$$F_N = mg + F_2$$

$$\text{if } F_2 = 0 \rightarrow F_N = mg$$

(الف) با توجه به رابطه بالا افزایش می‌یابد.

(ب) $f_s = F_1$ → جسم ساکن است و f_s تغییر نمی‌کند.

(پ) $f_{s\max} = \mu_s F_N$ افزایش می‌یابد.

(ت) نیروی خالص وارد بر جسم منفی است و تغییر نمی‌کند.

7. راننده خودرویی که با سرعت 72 km/h در یک مسیر مستقیم در حال حرکت است، با دیدن مانعی اقدام به ترمز می‌کند و خودرو پس از طی مسافت 20 m متوقف می‌شود.

(الف) شتاب خودرو در مدت ترمز چقدر است؟

(ب) از لحظه ترمز تا توقف کامل خودرو، چقدر طول می‌کشد؟

(پ) نیروی اصطکاک بین لاستیک‌ها و سطح چقدر است؟

(الف) $v_0 = 72\text{ km/h} = 20\text{ m/s}$ $v = 0$ $s = 20\text{ m}$

$$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x$$

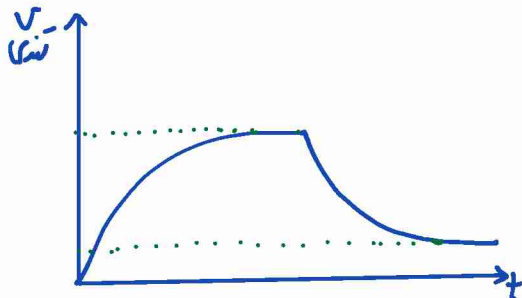
$$0 - 20^2 = 2a(20) \rightarrow a = -10\text{ m/s}^2$$

(ب) $v = at + v_0 \rightarrow 0 = -10t + 20$

$$t = 2\text{ s}$$

(پ) $-f_k = ma$
 $-\mu_k F_N = ma$
 $-\mu_k mg = ma$
 $\mu_k = -\frac{a}{g} = -\frac{(-10)}{10} = 1$

8. چتربازی از یک بالگرد تقریباً ساکن که در ارتفاع نسبتاً زیادی قرار دارد، به بیرون می‌پرد و پس از مدتی چتر خود را باز می‌کند و در امتداد قائم سقوط می‌کند. حرکت چترباز را از لحظه پرش تا رسیدن به زمین تحلیل کنید و نموداری تقریبی از تندی آن بر حسب زمان رسم کنید.



دسته چتر باز سقوط می‌کند تندی ایش افزایش می‌یابد و با افزایش تندی نیروی مقاومت هوا افزایش می‌یابد تا برابر نیروی وزن شود و تندی ثابت می‌شود.

$$\Delta x = \frac{100}{2 \times 10} = 25 \text{ m}$$

ب) باتوجه به رابطه $\Delta x = \frac{v^2}{2a}$ می بینیم

که مسافت توقف به جرم جسم بستگی ندارد.
پس تفسیری نمی کند.

۱۱. وزنه‌ای به جرم 2 kg را به انتهای فنری به طول 12 cm که ثابت آن 20 N/cm است می بندیم و فنر را از سقف یک آسانسور آویزان می کنیم. طول فنر را در حالت های زیر محاسبه کنید.
الف) آسانسور ساکن است.

ب) آسانسور با سرعت ثابت 2 m/s رو به پایین در حرکت است.

پ) آسانسور با شتاب ثابت 2 m/s^2 از حال سکون رو به پایین شروع به حرکت کند.

ت) آسانسور با شتاب ثابت 2 m/s^2 از حال سکون رو به بالا شروع به حرکت کند.



نیوهای وارد بر جسم

الف) $F_s = mg \rightarrow k(x - x_0) = mg$

$$20(x - 12) = 20 \rightarrow \boxed{x = 14 \text{ cm}}$$

ب) وقتی حرکت ثابت است یعنی شتاب منفی و متغییری باحالت الف ندارد.

پ) $mg - F_s = ma$

$$F_s = m(g - a) \rightarrow k(x - x_0) = m(g - a)$$

$$20(x - 12) = 2(10 - 2) \rightarrow \boxed{x = 12.8 \text{ cm}}$$

ت) $F_s - mg = ma$

$$F_s = m(g + a) \rightarrow k(x - x_0) = m(g + a)$$

$$20(x - 12) = 2(10 + 2) \rightarrow \boxed{x = 13.2 \text{ cm}}$$

۱۰. می خواهیم به جسمی که جرم آن 5 kg است، شتاب 2 m/s^2 بدهیم. در هر یک از حالت های زیر، نیرویی را که باید به جسم وارد کنیم محاسبه کنید.

الف) جسم روی سطح افقی بدون اصطکاک حرکت کند.

ب) جسم روی سطح افقی با ضریب اصطکاک 0.2 به طرف راست حرکت کند، و شتابش نیز به طرف راست باشد.

پ) جسم در راستای قائم با شتاب رو به بالا شروع به حرکت کند.

ت) جسم در راستای قائم با شتاب رو به پایین شروع به حرکت کند.

الف) $F = ma = 5 \times 2 = 10 \text{ N}$

ب) $F - f_k = ma \rightarrow F - \mu_k mg = ma$

$$F = m(\mu_k g + a) = 5(0.2 \times 10 + 2) = 20 \text{ N}$$

پ) $F - mg = ma \rightarrow F = m(a + g)$

$$F = 5(2 + 10) = 60 \text{ N}$$

ت) $mg - F = ma$

$$F = m(g - a) = 5(10 - 2) = 40 \text{ N}$$

۱۱. قطعه چوبی را با سرعت افقی 10 m/s روی سطحی افقی پرتاب می کنیم. ضریب اصطکاک جنبشی بین چوب و سطح 0.2 است.

الف) چوب پس از پیمودن چه مسافتی می ایستد؟

ب) اگر از یک قطعه چوب دیگر استفاده کنیم که جرم آن دو برابر جرم قطعه چوب اول و ضریب اصطکاک جنبشی آن با سطح افقی با اولی یکسان باشد و با همان سرعت پرتاب شود، مسافت پیموده شده آن چند برابر می شود؟

الف) $-f_k = ma \rightarrow -\mu_k mg = ma$

$$\boxed{a = -\mu_k g}$$

$$v^2 - v_0^2 = 2a \Delta x \rightarrow 0 - v_0^2 = 2(-\mu_k g) \Delta x$$

$$\boxed{\Delta x = \frac{v_0^2}{2\mu_k g}}$$

۱۴. یک خودروی باری با طناب افقی محکمی، یک خودروی سواری به جرم 1500 kg را می کشد. نیروی اصطکاک و مقاومت هوا در مقابل حرکت خودروی سواری 220 N و 380 N است.



الف) اگر سرعت خودرو ثابت باشد نیروی کشش طناب چقدر است؟

ب) اگر خودرو با شتاب ثابت 2 m/s^2 به طرف راست کشیده شود، نیروی کشش طناب چقدر است؟

$$T - f_k - f_D = ma \quad \text{الف)}$$

$$T = f_k + f_D = 220 + 380 = 600 \text{ N}$$

$$T - f_k - f_D = ma \quad \text{ب)}$$

$$T = ma + f_k + f_D$$

$$T = 1500 \times 2 + 220 + 380 = 3400 \text{ N}$$



۱۳. برای یک راننده دانستن کل مسافت توقف خودرو اهمیت دارد. همان طور که شکل نشان می دهد کل مسافت توقف، دو قسمت دارد؛ مسافت واکنش (مسافتی که خودرو از لحظه دیدن مانع تا ترمز گرفتن طی می کند) و مسافت ترمز (مسافتی که خودرو از لحظه ترمز گرفتن تا توقف کامل طی می کند).

مسافت واکنش
مسافت ترمز
کل مسافت توقف = مسافت ترمز + مسافت واکنش

الف) دو عامل مؤثر در مسافت واکنش را بنویسید.

ب) زمان واکنش راننده ای 0.6 s است. در طی این زمان، خودرو مسافت 18 m را طی می کند. با فرض ثابت بودن سرعت در این مدت، اندازه آن را حساب کنید.

پ) اگر در این سرعت راننده ترمز کند و خودرو پس از 5 s متوقف شود، مسافت ترمز و شتاب خودرو را حساب کنید.

ت) وقتی خودرو ترمز می کند، نیروی خالص وارد بر آن چقدر است؟ جرم خودرو را 1500 kg فرض کنید.

الف) مسافت ترمز
ب) شتاب
ج) نیروی خالص وارد بر خودرو در صحن ترمز کردن
د) اصطکاک است.

$$\Delta x = vt \rightarrow v = \frac{18}{0.6} = 30 \text{ m/s}$$

$$v = at + v_0 \rightarrow 0 = 5a + 30 \quad \text{پ)}$$

$$a = -\frac{30}{5} = -6 \text{ m/s}^2$$

$$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x \rightarrow \Delta x = \frac{9}{2 \times 6}$$

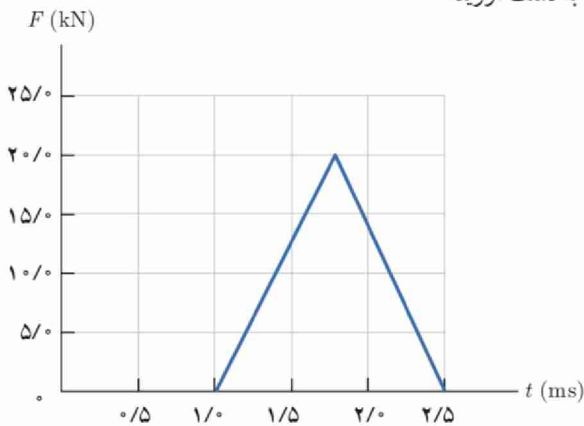
$$\Delta x = 0.75 \text{ m} \quad \text{مسافت ترمز}$$

ت) نیروی خالص وارد بر خودرو در صحن ترمز کردن برابر نیروی اصطکاک است.

$$-f_k = ma$$

$$f_k = -1500 \times (-6) = 9000 \text{ N}$$

۱۷. شکل زیر، منحنی نیروی خالص بر حسب زمان را برای توپ بیسبالی که با چوب بیسبال به آن ضربه زده شده است، نشان می‌دهد. تغییر تکانه توپ و نیروی خالص متوسط وارد بر آن را به دست آورید.



مساحت زیر نمودار (F-t) تغییر تکانه است.

$$\Delta p = \mathcal{F} = \frac{\text{ارتفاع} \times \text{عرض}}{2}$$

$$\Delta p = \frac{1.5 \times 10^{-3} \times 20 \times 10^3}{2} = 15 \text{ kg m/s}$$

$$F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{15}{1.5 \times 10^{-3}} = 10000 \text{ N}$$

۴-۲ حرکت دایره‌ای یکنواخت

۱۸. پره‌های یک بالگرد در هر دقیقه، ۱۰۰۰ دور می‌چرخند. طول پره‌ها را ۴/۰ m فرض کنید و کمیت‌های زیر را برای پره‌ها محاسبه کنید.

(الف) دوره تناوب پره‌ها

(ب) تندی در وسط و نوک پره‌ها

(پ) شتاب مرکز گرا در وسط و نوک پره‌ها

$$T = \frac{t}{N} = \frac{60 \text{ s}}{1000 \text{ دور}} = 0.06 \text{ s} \quad (\text{الف})$$

$$v = \frac{2\pi r}{T} \rightarrow v_{\text{وسط}} = \frac{2 \times 3.14 \times 2 \times 4}{0.06} = 209.3 \text{ m/s} \quad (\text{ب})$$

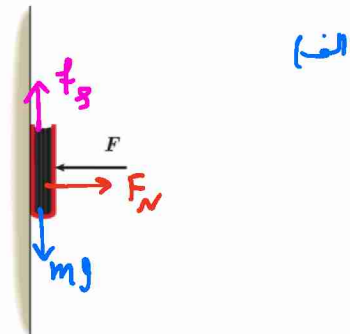
$$v_{\text{نوک}} = \frac{2 \times 3.14 \times 4 \times 4}{0.06} = 418.64 \text{ m/s} \quad (\text{پ})$$

۱۵. کتابی را مانند شکل با نیروی عمودی F به دیوار قائمی فشرده و ثابت نگه داشته‌ایم.

(الف) نیروهای وارد بر کتاب را رسم کنید.

(ب) اگر جرم کتاب ۲/۵ kg باشد، اندازه نیروی اصطکاک را به دست آورید.

(پ) اگر کتاب را بیشتر به دیوار بفشاریم، آیا نیروی اصطکاک تغییر می‌کند؟ با این کار چه نیروهایی افزایش می‌یابد؟



$$f_g = mg = 2.5 \times 10 = 25 \text{ N} \quad (\text{ب})$$

(پ) ضربه - نیروی اصطکاک ثابت می‌ماند

نیروهای F_N و f_{max} افزایش می‌یابد.

۳-۲ تکانه و قانون دوم نیوتون

۱۷. توپی به جرم ۲۸۰ g با تندی ۱۵/۰ m/s به طور افقی به بازیکنی

تزدیک می‌شود. بازیکن با مشت به توپ ضربه می‌زند و باعث می‌شود توپ با تندی ۲۲/۰ m/s در جهت مخالف برگردد.

(الف) اندازه تغییر تکانه توپ را محاسبه کنید.

(ب) اگر مشت بازیکن ۰/۰۶ s با توپ در تماس باشد، اندازه نیروی متوسط وارد بر مشت بازیکن از طرف توپ را به دست آورید.

$$\rightarrow v_1 = +15 \text{ m/s}$$

$$\leftarrow v_2 = -22 \text{ m/s}$$

(الف)

$$\Delta p = m \Delta v = 0.28 (-22 - 15)$$

$$|\Delta p| = 10.34 \text{ kg m/s}$$

$$F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{10.34}{0.06} = 172.44 \text{ N} \quad (\text{ب})$$

۱۱. ماهواره‌ای به جرم 600 kg در مداری دایره‌ای به ارتفاع 2800 کیلومتر از سطح زمین، به دور آن می‌چرخد.
الف) نیروی گرانشی وارد بر ماهواره
ب) شتاب ماهواره

$$F = G \frac{M_e m}{r^2} \quad \text{الف)}$$

$$r = R_e + h = 6400 + 2800 = 9200 \text{ km}$$

$$r = 9,2 \times 10^6 \text{ m}$$

$$F = \frac{6,67 \times 10^{-11} \times 5,98 \times 10^{24} \times 600}{(9,2 \times 10^6)^2} = 2,827,15 \text{ N}$$

$$F_{\text{net}} = ma \rightarrow a = \frac{2,827,15}{600} \quad \text{ب)}$$

$$a = 4,7119 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

پ) تندی ماهواره

ت) دوره تناوب ماهواره را در این ارتفاع به دست آورید.

($M_e = 5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$ و $R_e = 6400 \text{ km}$)

$$a = \frac{v^2}{r} \rightarrow v = \sqrt{ar} = \sqrt{4,7119 \times 9,2 \times 10^6}$$

$$v = 4,58 \times 10^3 = 4580 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2 \times 3,14 \times 9,2 \times 10^6}{4580} = 1,27 \times 10^4 \text{ s}$$

کانال تلگرام <https://t.me/physicfa>

وبسایت فیزیکفا <http://physicfa.ir>

تلگرام و اینستاگرام مدیر @mostafakabiri

تهیه کننده: استاد مصطفی کبیری



$$a_c = \frac{4\pi^2 r}{T^2} = 21910,2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad \text{ب)}$$

$$a_{c,r} = \frac{v^2}{r} = \frac{(41844)^2}{r} = 43819,02 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

۱۹. حداقل ضریب اصطکاک ایستایی بین چرخ‌های خودرو و سطح جاده چقدر باشد تا خودرو بتواند با تندی 54 km/h پیچ افقی مسطحی را که شعاع آن 50 m است، دور بزند؟

برای محاسبه حداقل ضریب اصطکاک باید نیروی اصطکاک

ایستایی (یعنی آنکه لغزیدن) را متعادل کنیم.

این نیرو به سمت مرکز دوران است و شتاب نیروی وارد

بر خودرو در این راستا است. یعنی

$$\frac{f}{m_{\text{car}}} = \frac{mv^2}{r}$$

$$\mu_g F_N = \mu_g mg = \frac{mv^2}{r}$$

$$\mu_g = \frac{v^2}{rg} = \frac{(15)^2}{50 \times 10} = 0,45$$

۲-۵ نیروی گرانشی

۲۰. دو جسم در فاصله 20 m از هم، یکدیگر را با نیروی

گرانشی کوچک $1,00 \times 10^{-9} \text{ N}$ جذب می‌کنند. اگر جرم یکی

از اجسام 500 kg باشد، جرم جسم دیگر چقدر است؟

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \rightarrow m_2 = \frac{Fr^2}{Gm_1}$$

$$m_2 = \frac{1 \times 10^{-9} \times 400}{6,67 \times 10^{-11} \times 50} = 1,2 \times 10^3 = 1200 \text{ kg}$$

۴۴. الف) سفینه‌ای به جرم $3 \times 10^4 \text{ kg}$ در وسط فاصله بین زمین و ماه قرار دارد. نیروی گرانشی خالصی را که از طرف زمین و ماه به این سفینه در این مکان وارد می‌شود به دست آورید (از داده‌های مسئله‌های قبل استفاده کنید).

ب) در چه فاصله‌ای از زمین، نیروی گرانشی ماه و زمین بر سفینه، یکدیگر را خنثی می‌کنند؟

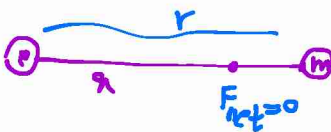
$$r = \frac{3.182 \times 10^8 \text{ m}}{2} = 1.591 \times 10^8 \text{ m} \quad \text{الف)}$$

$$F_{\text{net}} = F_{\text{زمین}} - F_{\text{ماه}} = \frac{G M M_E}{r^2} - \frac{G M M_M}{r^2}$$

$$F_{\text{net}} = \frac{G M}{r^2} (M_E - M_M)$$

$$F_{\text{net}} = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 3 \times 10^4}{(1.591 \times 10^8)^2} (5.97 \times 10^{24} - 7.34 \times 10^{22})$$

$$F_{\text{net}} = 320.4 \text{ N}$$



$$\frac{G M_E m}{x^2} = \frac{G M_M m}{(r-x)^2}$$

$$\frac{5.97 \times 10^{24}}{x^2} = \frac{7.34 \times 10^{22}}{(r-x)^2}$$

$$\frac{q}{x} = \frac{1}{r-x} \quad \text{تقریباً} \rightarrow \text{خبر}$$

$$qr - qx = x \rightarrow x = \frac{q}{10} r$$

$$x = \frac{q}{10} (3.182 \times 10^8) = 3.2 \times 10^7 \text{ m}$$

فیکفا

۴۵. الف) در چه ارتفاعی از سطح زمین، وزن یک شخص به نصف مقدار خود در سطح زمین می‌رسد؟

ب) اگر جرم ماهواره‌ای 250 kg باشد، وزن آن در ارتفاع 36000 کیلومتری از سطح زمین چقدر خواهد شد؟

$$mg = \frac{G M_E m}{(R_E + h)^2} \rightarrow g = \frac{G M_E}{(R_E + h)^2} \quad \text{الف)}$$

$$\frac{g}{g_0} = \frac{R_E^2}{(R_E + h)^2} \quad \text{نسبت گرانش در سطح زمین} \\ \text{نسبت گرانش در ارتفاع}$$

$$\frac{W}{W_0} = \frac{mg}{mg_0} = \frac{R_E^2}{(R_E + h)^2} = \frac{1}{4}$$

$$\frac{R_E}{R_E + h} = \frac{1}{\sqrt{4}} \rightarrow \sqrt{2} R_E = R_E + h$$

$$h = (\sqrt{2} - 1) R_E$$

$$W = \frac{R_E^2}{r^2} W_0 = \left(\frac{4000}{32000} \right)^2 \times 250 \times 10 \quad \text{ب)}$$

$$W \approx 100 \text{ N}$$

۴۶. الف) شتاب گرانشی ناشی از خورشید در سطح زمین چقدر است؟

ب) شتاب گرانشی ناشی از ماه در سطح زمین چقدر است؟

$$M_{\text{خورشید}} = 1.99 \times 10^{30} \text{ kg} \quad \text{و} \quad M_M = 7.34 \times 10^{22} \text{ kg}$$

$$\text{فاصله زمین تا خورشید} = 1.496 \times 10^8 \text{ km}$$

$$\text{فاصله زمین تا ماه} = 3.84 \times 10^5 \text{ km}$$

$$g = \frac{G M_{\text{خورشید}}}{r^2} \quad \text{الف)}$$

$$g = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 1.99 \times 10^{30}}{(1.496 \times 10^8)^2} = 5.9 \times 10^{-3} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$g = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 7.34 \times 10^{22}}{(3.84 \times 10^5)^2} = 3.2 \times 10^{-5} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad \text{ب)}$$

$$g =$$