۱

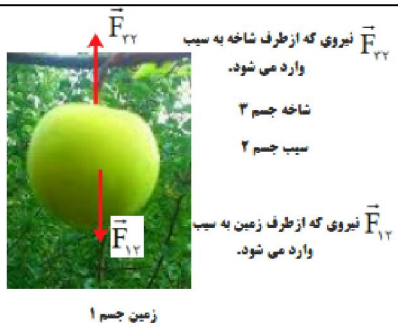
سیبی را در نظر بگیرید که به شاخهٔ درختی آویزان است و سپس از درخت جدا می‌شود.

الف) با رسم شکل نیروهای وارد بر سیب را قبل و بعد از جداشدن از درخت نشان دهید.

ب) در هر حالت واکنش این نیروها بر چه اجسامی وارد می‌شود؟

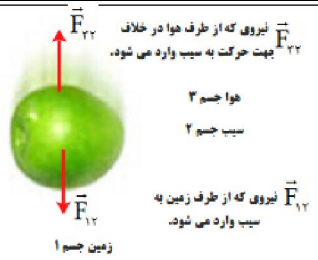
ج

الف)



کنش	واکنش
نیروی که از طرف زمین به سیب وارد می شود.	نیروی که از طرف سیب به زمین وارد می شود.
نیروی که از طرف شاخه به سیب وارد می شود.	نیروی که از طرف سیب به شاخه وارد می شود.

ب)



کنش	واکنش
نیروی که از طرف زمین به سیب وارد می شود.	نیروی که از طرف سیب به زمین وارد می شود.
نیروی که از طرف هوا به سیب وارد می شود.	نیروی که از طرف سیب به هوا وارد می شود.

۲

وقتی در خودروی ساکنی نشسته‌اید و خودرو ناگهان شروع به حرکت می‌کند، به صندلی فشرده می‌شوید. همچنین اگر در خودروی در حال حرکتی نشسته باشید، در توقف ناگهانی به جلو پرتاب می‌شوید.

الف) علت این پدیده‌ها را توضیح دهید.

ب) نقش کمربند ایمنی و کیسهٔ هوا در کم‌شدن آسیب‌ها در تصادف‌ها را بیان کنید.

ج

الف) برطبق قانون اول نیوتون (لختی) جسم تمایل دارد حالت سکون و یا حرکت یکنواخت خود را بر روی خط راست حفظ کند.

در حالتی که خودرو ناگهان شروع به حرکت می کند، خودرو به سمت جلو رفته و اجسام داخل خودرو تمایل دارند حالت خود را حفظ کنند. به همین دلیل شخص به صندلی فشرده می شود.

در حالتی که خودرو ناگهان توقف می کند، اجسام داخل خودرو تمایل دارند حالت رو به جلوی خود را حفظ کنند در نتیجه اجسام به سمت جلو پرت می شوند.

ب) در هنگام توقف یا ترمز ناگهانی اتومبیل، سرنشین بنا بر خاصیت لختی در مسیرحرکت به راه خود ادامه می دهد و بسمت شیشه جلو پرتاب می شود. کمربند ایمنی و یا کیسه ی هوا، سرنشین را با خودرو یک پارچه می کند و شتاب حرکت سرنشین در رخدادهای ناگهانی شتاب خودرو می شود.

۳

دانش‌آموزی به جرم ۵۰/۰ kg روی یک ترازوی فنری در آسانسور ایستاده است. در هر یک از حالت‌های زیر این ترازو چند نیوتون را نشان می‌دهد؟ ($g=۹/۸۰ N/kg$)

الف) آسانسور ساکن است.

ب) آسانسور با سرعت ثابت حرکت می‌کند.

پ) آسانسور با شتاب ۱/۲m/s^۲ به طرف بالا شروع به حرکت می‌کند.

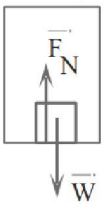
ت) آسانسور با شتاب ۱/۲m/s^۲ به طرف پایین شروع به حرکت می‌کند.

ج

الف)

$F_N - mg = ۰ \rightarrow F_N = mg$

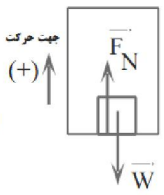
$\rightarrow F_N = ۵۰kg \times ۹/۸N/kg = ۴۹۰N$



ب)

$F_N - mg = ma = ۰ \rightarrow F_N = mg$

$\rightarrow F_N = ۵۰kg \times ۹/۸N/kg = ۴۹۰N$

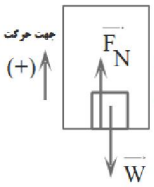


پ)

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

$F_N = ۵۰kg(۹/۸N/kg + ۱/۲N/kg)$

$F_N = ۵۵۰N$

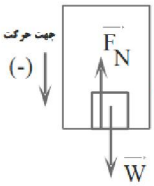


ت)

$F_N - mg = -ma \rightarrow F_N = m(g-a)$

$F_N = ۵۰kg(۹/۸N/kg - ۱/۲N/kg)$

$F_N = ۴۳۰N$



۴

در شکل نشان داده شده، شخص با نیروی ۲۰۰N جسم ۹۰/۰ کیلوگرمی را هُل می‌دهد، اما جسم ساکن می‌ماند. ولی وقتی با نیروی ۳۰۰N جسم را هُل می‌دهد، جسم در آستانهٔ 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؟

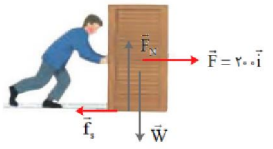
پ) اگر پس از حرکت، شخص با نیروی ۲۰۰N جسم را هُل دهد و ضریب اصطکاک جنبشی بین سطح و جسم ۰/۲۰ باشد، شتاب حرکت جسم چقدر خواهد شد؟

ج

الف) جسم ساکن است.

$F - f_s = ۰$

$\rightarrow f_s = F = ۲۰۰N$

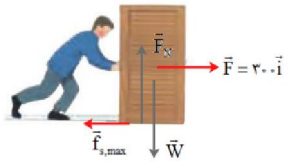


ب) جسم در آستانه حرکت است.

$F - f_{s,max} = ۰$

$\rightarrow f_{s,max} = F = \mu_s F_N$

$\mu_s = \frac{F}{mg} = \frac{۳۰۰N}{۹۰kg \times ۹/۸N/kg} = ۰/۳۴$

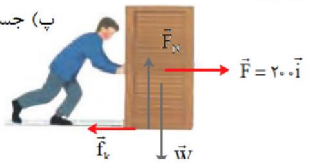


پ) جسم در با شتاب ثابت در حرکت است.

$F - f_k = ma$

$F - \mu_k mg = ma \rightarrow$

$۲۰۰N - ۰/۲ \times ۹۰kg \times ۹/۸N/kg = ۹۰(kg)a \rightarrow a = ۰/۲۶N/kg$



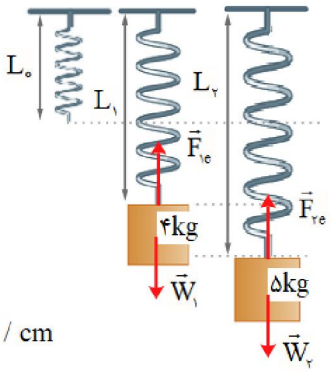
۵ در شکل روبه‌رو وقتی وزنهٔ ۴/۰ kg را به فنر آویزان می‌کنیم، طول فنر ۱۴/۰ cm می‌شود، و وقتی وزنهٔ ۵/۰ kg را به فنر آویزان می‌کنیم، طول فنر ۱۵/۰ cm می‌شود.

الف) ثابت فنر چقدر است؟

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

ج

الف)



ب)

$$F_{1e} = m_1 g \rightarrow k(L_1 - L_0) = m_1 g \quad (1)$$

$$F_{2e} = m_2 g \rightarrow k(L_2 - L_0) = m_2 g \quad (2)$$

$$(m_2 - m_1)g = k(L_2 - L_1)$$

$$\rightarrow k = \frac{(m_2 - m_1)g}{(L_2 - L_1)}$$

$$\rightarrow k = \frac{(5kg - 4kg) \times 9/8 N/kg}{(15cm - 14cm)} = 9/8 N/cm$$

$$k(L_1 - L_0) = m_1 g \rightarrow 9/8 (N/cm)(14cm - L_0) = 4kg \times 9/8 N/kg \rightarrow L_0 = 10 cm$$

۶ 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 درحال 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) توپی در راستای قائم به زمین برخورد می‌کند و برمی‌گردد.

ج

الف)

کنش	واکنش
نیروی که زمین به خودرو وارد می کند. $\vec{W}$	نیروی که خودرو به زمین وارد می کند. $\vec{W}'$
نیروی عمودی تکیه گاه سطح جاده به خودرو وارد می کند. $\vec{F}_N$	نیروی عمودی که خودرو بر سطح جاده وارد می کند. $\vec{F}'_N$
در وضعیت لغزش، نیروی موازی سطح از طرف زمین در خلاف جهت حرکت به خودرو وارد می شود. $\vec{f}_k$	در وضعیت لغزش، نیروی موازی سطح از طرف خودرو در جهت حرکت به زمین وارد می شود. $\vec{f}'_k$
نیروی که از مولکول های هوا به خودرو در خلاف جهت حرکت وارد می شود. $\vec{f}$	نیروی که از طرف خودرو به مولکول های هوا در جهت حرکت وارد می شود. $\vec{f}'$

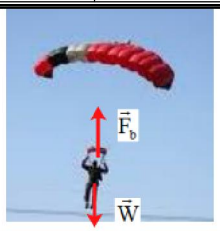
ب)

کنش	واکنش
نیروی که زمین به کشتی وارد می کند. $\vec{W}$	نیروی که کشتی به زمین وارد می کند. $\vec{W}'$
نیروی که از طرف آب (نیروی شناوری) به کشتی وارد می شود. $\vec{F}_b$	نیروی که از طرف کشتی به آب وارد می شود. $\vec{F}'_b$
نیروی که در جهت مخالف حرکت از طرف آب و مولکول های هوا به سطح کشتی وارد می شود. $\vec{f}$	نیروی که در جهت حرکت کشتی به آب و مولکول های هوا وارد می شود. $\vec{f}'$

پ)

کنش	واکنش
نیروی که زمین به قایق وارد می کند. $\vec{w}$	نیروی که قایق به زمین وارد می کند. $\vec{w}'$
نیروی که از طرف آب (نیروی شناوری) به قایق وارد می شود. $\vec{F}_b$	نیروی که از طرف قایق به آب وارد می شود. $\vec{F}'_b$
نیروی موازی در جهت مخالف حرکت از طرف آب و مولکول های هوا به سطح قایق وارد می شود. $\vec{f}$	نیروی که در جهت حرکت قایق به آب و مولکول های هوا وارد می شود. $\vec{f}'$
نیروی که از طرف آب به پارو وارد می کند. $\vec{F}$	نیروی که از طرف آب به پارو وارد می‌کند. $\vec{F}'$

ت)

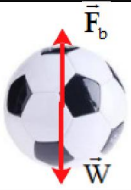


کنش	واکنش
نیروی که زمین به چترباز وارد می کند. $\vec{W}$	نیروی که چترباز به زمین وارد می کند. $\vec{W}'$
نیروی که از طرف مولکولهای هوا به چترباز وارد می‌شود. $\vec{F}_b$	نیروی که از طرف چترباز به مولکولهای هوا وارد می شود. $\vec{F}'_b$

ت)

کنش	واکنش
نیروی که زمین به هواپیما وارد می کند. $\vec{w}$	نیروی که هواپیما به زمین وارد می کند. $\vec{w}'$
نیروی که از طرف مولکولهای هوا رو به بالا (نیروی شناوری) به هواپیما وارد می شود. $\vec{F}_b$	نیروی که از طرف هواپیما به مولکولهای هوا وارد می شود. $\vec{F}'_b$
نیروی که در جهت مخالف حرکت از مولکول های هوا به سطح هواپیما وارد می شود. $\vec{f}$	نیروی که در جهت حرکت هواپیما به مولکول های هوا وارد می شود. $\vec{f}'$

ج)



قبل از برخورد:

کنش	واکنش
نیروی که زمین به توپ وارد می کند. $\vec{W}$	نیروی که توپ به زمین وارد می کند. $\vec{w}'$
نیروی که از طرف مولکول‌های هوا رو به بالا به توپ وارد می شود. $\vec{F}_b$	نیروی که از طرف توپ به مولکول‌های هوا وارد می شود. $\vec{F}'_b$

بعد از برخورد:

کنش	واکنش
نیروی که زمین به توپ وارد می کند. $\vec{W}$	نیروی که توپ به زمین وارد می کند. $\vec{w}'$
نیروی که از طرف مولکولهای هوا رو به پایین به توپ وارد می شود. $\vec{F}_b$	نیروی که از طرف توپ به مولکولهای هوا وارد می شود. $\vec{F}'_b$

۷ رانندهٔ خودرویی که با سرعت $72/0 km/h$ در یک مسیر مستقیم در حال حرکت است، با دیدن مانعی اقدام به ترمز می‌کند و خودرو پس از طی مسافت $20/0 m$ متوقف می‌شود.

الف) شتاب خودرو در مدت ترمز چقدر است؟

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

پ) نیروی اصطکاک بین لاستیک‌ها و سطح چقدر است؟

ج

الف) $v_0 = ۷۲km/h = ۷۲ \div ۳/۶ m/s = ۲۰m/s \quad v^۲ - v_0^۲ = ۲a\Delta x \rightarrow ۰^۲ - (۲۰m/s)^۲ = ۲a \times ۲۰m$

$$a = -\frac{۴۰۰}{۴۰} m/s^۲ = -۱۰ m/s^۲$$

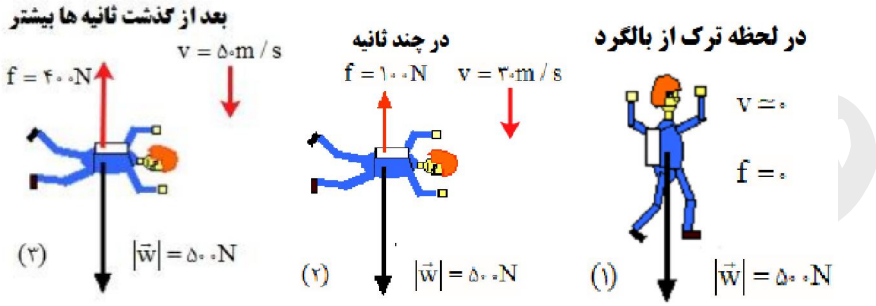
ب) $v = at + v_0 \rightarrow ۰ = -۱۰(m/s^۲)t + ۲۰m/s \rightarrow\rightarrow t = ۲s$

پ) $F - f_k = ma \rightarrow \not{K} - f_k = -۱۰(m/s^۲)m \rightarrow f_k = -۱۰m(N)$

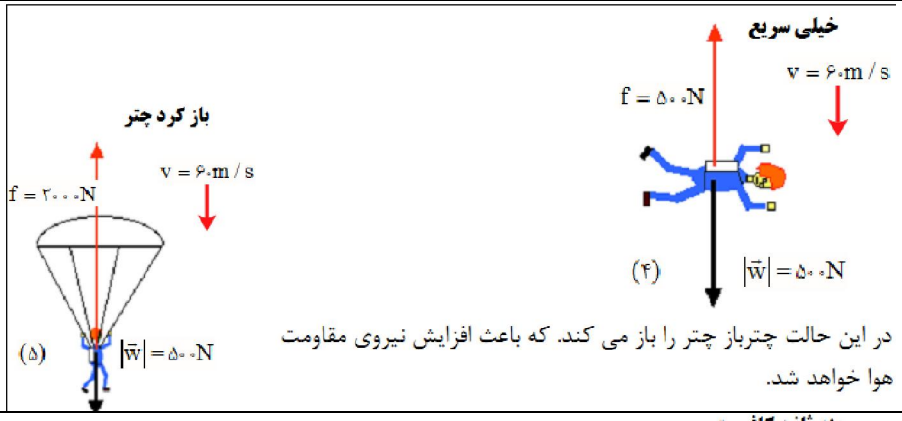
۸ چتربازی از یک بالگرد تقریباً ساکن که در ارتفاع نسبتاً زیادی قرار دارد، به بیرون می‌پرد و پس از مدتی چتر خود را باز می‌کند و در امتداد قائم سقوط می‌کند. حرکت چترباز را از لحظهٔ پرش تا رسیدن به زمین تحلیل کنید و نموداری تقریبی از تندی آن بر حسب زمان رسم کنید.

ج

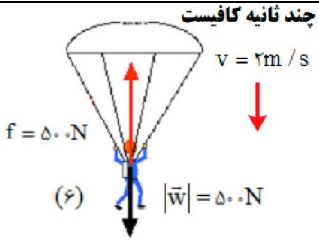
فرض می کنیم شخصی به وزن ۵۰۰ N از بالگرد به بیرون می پرد. بعد از پریدن چترباز، سرعت اولیه آن بسیار نا چیز است و تندی و مقاومت هوا افزایش می یابد.



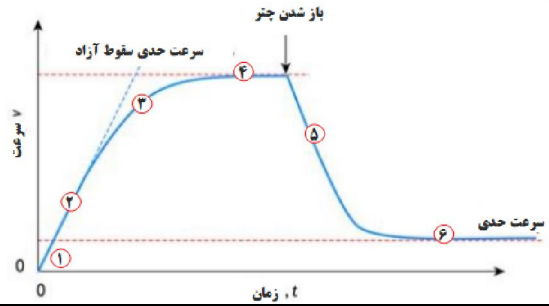
پس از مدتی مقاومت هوا با وزن چترباز برابر شده و نیروی خالص وارد بر چترباز صفر می شود و چترباز با تندی ثابتی به طرف زمین حرکت می کند.



در این حالت چترباز چتر را باز می کند. که باعث افزایش نیروی مقاومت هوا خواهد شد.

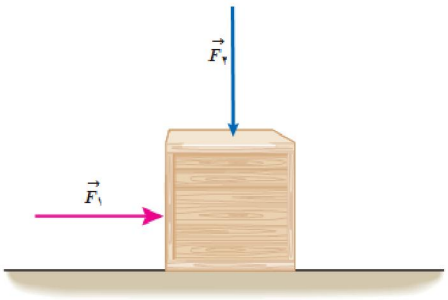


در نهایت نیروی مقاومت کاهش یافته و برابر سرعت وزن خواهد شد و جسم با تندی کم تر به زمین می رسد.



۹

در شکل زیر، نیروی F_1 به بزرگی ۲۰/۰N بر جعبه وارد شده است، اما جعبه همچنان ساکن است. اگر در همین حالت بزرگی نیروی قائم $\vec{F}_2$ که جعبه را به زمین می‌فشارد از صفر شروع به افزایش کند، کمیت‌های زیر چگونه تغییر می‌کنند؟



الف) اندازهٔ نیروی عمودی سطح وارد بر جعبه

ب) اندازهٔ نیروی اصطکاک ایستایی وارد بر جعبه

پ) اندازهٔ بیشینهٔ نیروی اصطکاک ایستایی

ت) نیروی خالص وارد بر جسم

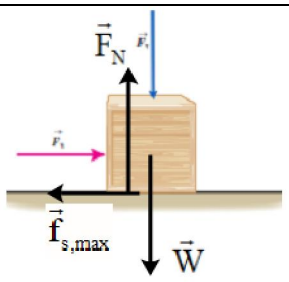
ج

الف)

$\vec{F}_{net} = m\vec{a}$

$F_N - F_2 - W = ma = 0 \rightarrow F_N = F_2 + W$

با افزایش F_2، نیروی عمودی سطح وارد بر جعبه افزایش می یابد.



ب) تغییر نمی کند.

$F_1 - F_s = ma = 0 \rightarrow F_1 = F_s$

پ) با افزایش F_2، $f_{s,max}$ مقدار افزایش می یابد.

$f_{s,max} = \mu_s F_N \rightarrow f_{s,max} = \mu_s (F_2 + W)$

ت) نیروی خالص وارد برجسم در راستای x و y صفر است. چون جسم در این دو راستا حرکتی ندارد.

۱۰

می‌خواهیم به جسمی که جرم آن ۵/۰ kg است، شتاب ۲/۰ m/s^2 بدهیم. در هر یک از حالت‌های 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 ۰/۲۰ 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.

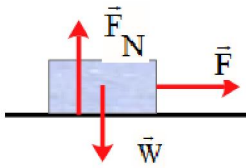
ت) جسم در راستای قائم با شتاب رو به پایین شروع به حرکت کند.

ج

الف)

$\vec{F}_{net} = m\vec{a} \rightarrow F = ma$

$\rightarrow F = (0/5\,kg)(2\frac{m}{s^2}) = 1N$



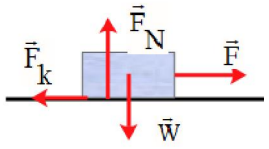
ب)

$\vec{F}_{net} = m\vec{a} \rightarrow F - F_k = ma$

$\rightarrow F - \mu_k W = ma$

$F - (0/20)(0/5\,kg)(9/8\frac{N}{kg}) = (0/5\,kg)(2/0\frac{m}{s^2})$

$\rightarrow F - (9/8N) = 1N \rightarrow F = 19/8N$

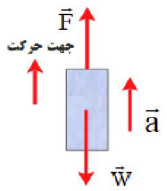


(پ)

$\vec{F}_{net} = m\vec{a} \rightarrow F - W = ma \rightarrow F - mg = ma$

$F - (۵/۰kg)(۹/۸\frac{N}{kg}) = (۵/۰kg)(۲/۰\frac{m}{s^۲})$

$\rightarrow F - (۴۹N) = ۱۰N \rightarrow F = ۵۹N$

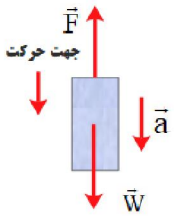


(ت)

$W - F = ma \rightarrow mg - F = ma$

$(۵/۰kg)(۹/۸\frac{N}{kg}) - F = (۵/۰kg)(۲/۰\frac{m}{s^۲})$

$\rightarrow (۴۹N) - F = ۱۰N \rightarrow F = ۳۹N$



۱۱ قطعه‌چوبی را با سرعت افقی ۱۰/۰m/s روی سطحی افقی پرتاب می‌کنیم. ضریب اصطکاک جنبشی بین چوب و سطح ۰/۲۰ است.

الف) چوب پس از پیمودن چه مسافتی می‌ایستد؟

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

ج

الف)

$\vec{F}_{net} = m\vec{a} \rightarrow -f_k = ma \rightarrow -\mu_k F_N = ma$

$-\mu_k mg = ma \rightarrow a = -\mu_k g$

$a = -(۰/۲)(۹/۸\frac{N}{kg}) = -۱/۹۶\frac{N}{kg}$

جسم متوقف شده است، بنابراین $V = ۰$ است. $V^۲ - V_۰^۲ = ۲a\Delta x$

$۰ - (۱۰\frac{m}{s})^۲ = ۲(-۱/۹۶N/kg)\Delta x \rightarrow \Delta x = ۲۵/۵۱m$

ب) محاسبات قسمت الف نشان میدهد که شتاب و مسافت طی شده مستقل از جرم است و نتیجه تغییر نمی کند .

۱۲ وزنه‌ای به جرم ۲/۰ kg را به انتهای فنری به طول ۱۲cm که ثابت آن ۲۰N/cm است می‌بندیم و فنر را از سقف یک آسانسور آویزان می‌کنیم. طول فنر را در حالت‌های زیر محاسبه کنید.

الف) آسانسور ساکن است.

ب) آسانسور با سرعت ثابت ۲/۰m/s رو به پایین در حرکت است.

پ) آسانسور با شتاب ثابت ۲/۰m/s^۲ از حال سکون رو به پایین شروع به حرکت کند.

ت) آسانسور با شتاب ثابت ۲/۰m/s^۲ از حال سکون رو به بالا شروع به حرکت کند.

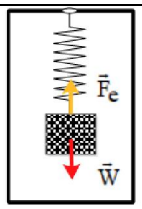
ج

الف)

$F - mg = ۰ \rightarrow k\Delta L = mg$

$\rightarrow ۲۰(N/cm)(L_۱ - ۱۲cm) = ۲kg \times (۹/۸N/kg)$

$\rightarrow L_۱ = ۱۲/۹۸cm$

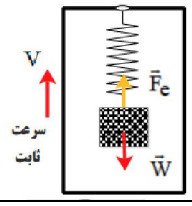


ب)

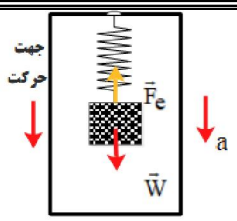
$F - mg = ۰ \rightarrow k\Delta L = mg$

$\rightarrow ۲۰(N/cm)(L_۲ - ۱۲cm) = ۲kg \times (۹/۸N/kg)$

$\rightarrow L_۲ = ۱۲/۹۸cm$

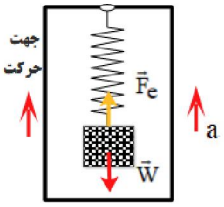


پ)



$$F - mg = -ma \rightarrow k\Delta L = m(g-a)$$
$$\rightarrow ۲۰(N/cm)(L_۲ - ۱۲cm) = ۲kg \times [(۹/۸ - ۲)N/kg]$$
$$\rightarrow L_۲ = ۱۲/۷۸\ cm$$

ت)



$$F - mg = ma \rightarrow k\Delta L = m(g+a)$$
$$\rightarrow ۲۰(N/cm)(L_۴ - ۱۲cm) = ۲kg \times [(۹/۸ + ۲)N/kg]$$
$$\rightarrow L_۴ = ۱۳/۱۸\ cm$$

۱۳ برای یک راننده دانستن کل مسافت توقف خودرو اهمیت دارد. همان‌طور که شکل نشان می‌دهد کل مسافت توقف، دو قسمت دارد؛ مسافت واکنش (مسافتی که خودرو از لحظهٔ دیدن مانع تا ترمزگرفتن طی می‌کند) و مسافت ترمز (مسافتی که خودرو از لحظه ترمزگرفتن تا توقف کامل طی می‌کند).

الف) دو عامل مؤثر در مسافت واکنش را بنویسید.

ب) زمان واکنش راننده‌ای ۰/۶۰s است. در طی این زمان، خودرو مسافت ۱۸m را طی می‌کند. با فرض ثابت بودن سرعت در این مدت، اندازهٔ آن را حساب کنید.

پ) اگر در این سرعت راننده ترمز کند و خودرو پس از ۵/۰s متوقف شود، مسافت ترمز و شتاب خودرو را حساب کنید.

ت) وقتی خودرو ترمز می‌کند، نیروی خالص وارد بر آن چقدر است؟ جرم خودرو را ۱۵۰۰kg فرض کنید.

ج

الف) زمان واکنش و تندی خودرو

ب)

$$\Delta x = vt \rightarrow ۱۸m = v \times ۰/۶s \rightarrow v = ۳۰m/s$$

پ)
$$x = \left(\frac{v + v_۰}{۲}\right)t = \left(\frac{۰ + ۳۰m/s}{۲}\right) \times ۵s \rightarrow ۷۵m$$

$$a = \frac{v - v_۰}{t} = \frac{۰ - ۳۰m/s}{۵s} \rightarrow a = ۶\,m/s$$

ت)
$$F_{net} = ma \rightarrow F_{net} = ۱۵۰۰kg \times -۶(N/kg) \rightarrow F_{net} = -۹۰۰۰N$$

۱۴ یک خودروی باری با طناب افقی محکمی، یک خودروی سواری به جرم ۱۵۰۰kg را می‌کشد. نیروی اصطکاک و مقاومت هوا در مقابل حرکت خودروی سواری ۲۲۰N و ۳۸۰N است.

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

ب) اگر خودرو با شتاب ثابت ۲/۰m/s^۲ به طرف راست کشیده شود، نیروی کشش طناب چقدر است؟

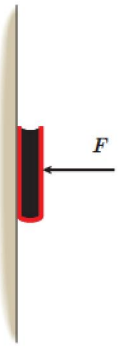
ج

الف)
$$T - f_k - f = ma = ۰ \rightarrow T = f_k + f = ۳۸۰N + ۲۲۰N = ۶۰۰N$$

ب)
$$T' - f_k - f = ma \rightarrow T' = ۲(N/kg) \times ۱۵۰۰kg + ۶۰۰N = ۳۶۰۰N$$

۱۵

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



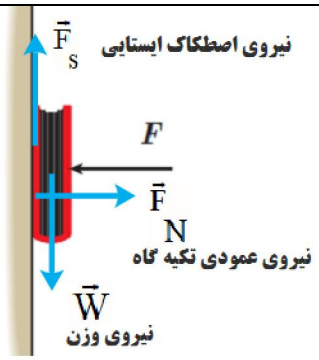
الف) نیروهای وارد بر کتاب را رسم کنید.

ب) اگر جرم کتاب ۲/۵kg باشد، اندازهٔ 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؟

ج

الف)



ب)

$$mg - f_s = ma = ۰ \rightarrow f_s = mg$$
$$\rightarrow f_s = ۲/۵kg \times ۹/۸N/kg = ۲۴/۵N$$

پ) خیر – نیروی اصطکاک تغییری نمی کند.

$$F_N - F = ۰ \rightarrow F = F_N$$

۱۶

توپی به جرم ۲۸۰g با تندی ۱۵/۰m/s به‌طور افقی به بازیکنی نزدیک می‌شود. بازیکن با مشت به توپ ضربه می‌زند و باعث می‌شود توپ با تندی ۲۲/۰m/s در جهت مخالف برگردد.

الف) اندازهٔ تغییر تکانهٔ توپ را محاسبه کنید.

ب) اگر مشت بازیکن ۰/۰۶۰۰s با توپ در تماس باشد، اندازهٔ نیروی متوسط وارد بر مشت بازیکن از طرف توپ را به دست آورید.

ج

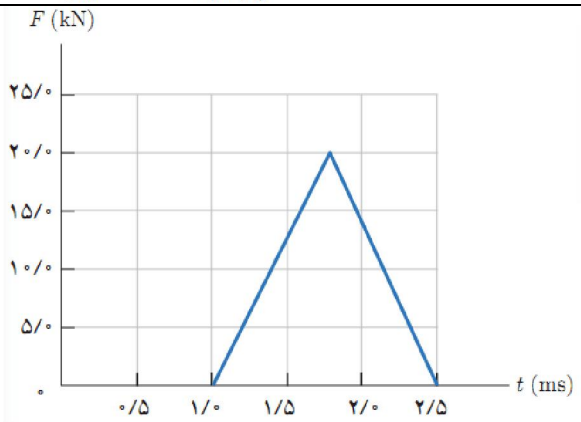
الف)

$$\Delta P = m\Delta v = m(v_۲ - v_۱)$$
$$\Delta P = ۰/۲۸kg \times (-۲۲m/s - ۱۵m/s)$$
$$\Delta P = -۱۰/۳۶kgm/s$$

ب)

$$\overline{F} = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{-۱۰/۳۶kgm/s}{۰/۰۶s} = -۱۷۲/۶N$$

۱۷



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

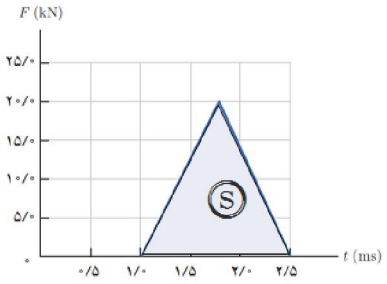
ج

$$S_{(F-t)} = \Delta P$$

$$S_{(F-t)} = \frac{۱}{۲}(۲/۵s - ۱s) \times ۱۰^{-۳} \times ۲۰ \times ۱۰^{۳} N$$

$$S_{(F-t)} = \Delta P = ۱۵N.s$$

$$\bar{F} = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{۱۵N.s}{۱/۵ \times ۱۰^{-۳} s} = ۱۰۰۰۰N$$



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

الف) دورهٔ تناوب پره‌ها ب) تندی در وسط و نوک پره‌ها پ) شتاب مرکز گرا در وسط و نوک پره‌ها

ج

الف)

$$T = \frac{t}{N} = \frac{۶۰s}{۱۰۰۰} = ۰/۰۶s$$

ب)

$$r_۱ = ۲m \rightarrow v_۱ = \frac{۲\pi r_۱}{T} = \frac{۲ \times ۳/۱۴ \times ۲m}{۰/۰۶s} = ۲۰۹/۲۳ m/s$$

$$r_۲ = ۴m \rightarrow v_۲ = \frac{۲\pi r_۲}{T} = \frac{۲ \times ۳/۱۴ \times ۴m}{۰/۰۶s} = ۴۱۸/۶۶ m/s$$

پ)

$$r_۱ = ۲m \rightarrow a_۲ = \frac{v_۱^۲}{r_۱} = \frac{(۲۰۹/۲۳ m/s)^۲}{۲m} = ۲۱۹۰۹/۵۲ m/s^۲$$

$$r_۲ = ۴m \rightarrow a_۲ = \frac{v_۲^۲}{r_۲} = \frac{(۴۱۸/۶۶ m/s)^۲}{۴m} = ۴۳۸۱۹/۰۴ m/s^۲$$

۱۹ حداقل ضریب اصطکاک ایستایی بین چرخ‌های خودرو و سطح جاده چقدر باشد تا خودرو بتواند با تندی ۵۴ km/h پیچ افقی مسطحی را که شعاع آن ۵۰m است، دور بزند؟

ج

$$v = ۵۴ \frac{km}{h} = ۵۴ \times \frac{۱}{۳/۶} \frac{m}{s} = ۱۵ m/s$$

$$\left.\begin{array}{l} f_s = \mu_s N = \mu_s mg \\ F = m\frac{v^۲}{r} \end{array}\right\} \rightarrow \mu_s mg = m\frac{v^۲}{r}$$

$$\rightarrow \mu_s = \frac{v^۲}{rg} = \frac{(۱۵ m/s)^۲}{۹/۸(m/s^۲) \times ۵۰m} \simeq ۰/۴۶$$

۲۰ دو جسم در فاصلهٔ ۲۰/۰m از هم، یکدیگر را با نیروی گرانشی کوچک $۱/۰۰ \times ۱۰^{-۸} N$، جذب می‌کنند. اگر جرم یکی از اجسام ۵۰/۰kg باشد، جرم جسم دیگر چقدر است؟

ج

$$F = G\frac{M_e m}{r^۲} \rightarrow ۱۰^{-۸} N = \frac{۶/۶۷ \times ۱۰^{-۱۱} Nm^۲/kg^۲ \times ۵۰kg \times m}{(۲m)^۲} \rightarrow m = ۱۱۹۹kg$$

۲۱ ماهواره‌ای به جرم ۶۰۰kg در مداری دایره‌ای به ارتفاع ۲۸۰۰ کیلومتر از سطح زمین، به دور آن می‌چرخد.

الف) نیروی گرانشی وارد بر ماهواره ب) شتاب ماهواره ($M_e = ۵/۹۸ \times ۱۰^{۲۴} kg$ و $R_e = ۶۴۰۰ km$)

پ) تندی ماهواره ت) دورهٔ تناوب ماهواره را در این ارتفاع به‌دست آورید.

ج	الف) $F = G\frac{M_e m}{r^2}$ $F = \frac{6/67\times10^{-11}\,Nm^2/kg^2 \times 600kg \times 5/98\times10^{24}kg}{(2800\times10^3 m + 6400\times10^3 m)^2} \quad F = 2827/5N$ ب) $F = ma \rightarrow 2827/5N = 600kg \times a \rightarrow a = 4/71\,m/s^2$ پ) $a = \frac{v^2}{r} \rightarrow v = \sqrt{4/71(m/s^2)\times 9200\times10^3 m} \quad a = 6584/45 m/s$ ت) $T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\times3/14\times9200\times10^3 m}{6584/45\,m/s} = 8774/61s$
۲۲	الف) در چه ارتفاعی از سطح زمین، وزن یک شخص به نصف مقدار خود در سطح زمین می‌رسد؟ ب) اگر جرم ماهواره‌ای ۲۵۰kg باشد، وزن آن در ارتفاع ۳۶۰۰۰ کیلومتری از سطح زمین چقدر خواهد شد؟
ج	الف) $\frac{w_h}{w_{R_e}} = \left(\frac{R_e}{R_e+h}\right)^2 \rightarrow \frac{1}{2} = \left(\frac{R_e}{R_e+h}\right)^2$ $\rightarrow \sqrt{2}R_e = R_e + h \rightarrow h = (\sqrt{2}-1)R_e = 0/41R_e$ ب) $F = G\frac{M_e m}{r^2}$ $F = \frac{6/67\times10^{-11}\,Nm^2/kg^2 \times 250kg \times 5/98\times10^{24}kg}{(36000\times10^3 m + 6400\times10^3 m)^2} \quad F = 55/467N$
۲۳	الف) شتاب گرانشی ناشی از خورشید در سطح زمین چقدر است؟ ب) شتاب گرانشی ناشی از ماه در سطح زمین چقدر است؟ $M_{خورشید}=1/99\times10^{30}kg$ و $M_{ماه}=7/36\times10^{22}kg$ فاصلهٔ زمین تا خورشید $= 149/6\times10^6 km$ فاصلهٔ زمین تا ماه $= 3/84\times10^5 km$
ج	الف) $g_{R_{e1}} = \frac{GM_s}{R_1^2} = \frac{6/67\times10^{-11}\,Nm^2/kg^2 \times 1/99\times10^{30}kg}{(149/6\times10^6\times10^3 m)^2}$ $g_{R_{e1}} = 5/93\times10^{-3}\,N/kg$ ب) $g_{R_{e2}} = \frac{GM_m}{R_2^2} = \frac{6/67\times10^{-11}\,Nm^2/kg^2 \times 7/36\times10^{22}kg}{(3/84\times10^5\times10^3 m)^2} = 3/33\times10^{-5}\,N/kg$
۲۴	الف) سفینه‌ای به جرم $3/00\times10^4 kg$ در وسط فاصلهٔ بین زمین و ماه قرار دارد. نیروی گرانشی خالصی را که از طرف زمین و ماه به این سفینه در این مکان وارد می‌شود به‌دست آورید (از داده‌های مسئله‌های قبل استفاده کنید). ب) در چه فاصله‌ای از زمین، نیروی گرانشی ماه و زمین بر سفینه، یکدیگر را خنثی می‌کنند؟

ج

الف)

$$F_{em} = G\frac{M_e m}{r_1^2} \quad \& \quad F_{mm} = G\frac{M_m m}{r_2^2}$$

$$F_{net} = G\frac{M_e m}{r_1^2} - G\frac{M_m m}{r_2^2} = \frac{Gm}{r}(M_e - M_m)$$

$$r_1 = r_2 = r = \frac{1}{2}d = \frac{1}{2}\times 3/84\times 10^5 km = 1/92\times 10^8 m$$

$$F_{net} = \frac{6/67\times 10^{-11} Nm^2/kg^2 \times 3\times 10^4 kg}{(1/92\times 10^8 m)^2}(5/98\times 10^{24} kg - 7/36\times 10^{22} kg)$$

$$F_{net} = 320/59 N$$

ب)

$$\left.\begin{array}{l} F_{net} = G\frac{M_e m}{r_1^2} - G\frac{M_m m}{r_2^2} \\ r_1 + r_2 = d \end{array}\right\} \rightarrow 0 = G\frac{M_e m}{r_1^2} - G\frac{M_m m}{r_2^2} \rightarrow \frac{M_e}{r_1^2} = \frac{M_m}{r_2^2}$$

$$\frac{M_e}{M_m} = \frac{r_1^2}{(d-r_1)^2} \rightarrow \frac{r_1}{(d-r_1)} = \sqrt{\frac{5/98\times 10^{24} kg}{7/36\times 10^{22} kg}} = 9$$

$$\rightarrow \frac{r_1}{d-r_1} = 9 \rightarrow r_1 = 9d - 9r_1 \rightarrow r_1 = 0/9d = 3/456\times 10^8 m$$