۱ درستی یا نادرستی هر یک از عبارت‌های زیر را با نوشتن کلمه درست یا نادرست مشخص کنید.

الف) در مواردی می‌توان با استفاده از شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان، تندی متوسط متحرک را به دست آورد.

ب) اگر شتاب حرکت صفر باشد آنگاه تندی متوسط و اندازهٔ سرعت متوسط برابر می‌باشد.

پ) نیروهای عمل و عکس‌العمل می‌توانند اثرهای متفاوتی داشته باشد.

ت) نیرویی که موتورهای کشتی به آب وارد می‌کنند را نیروی پیشران می‌نامند.

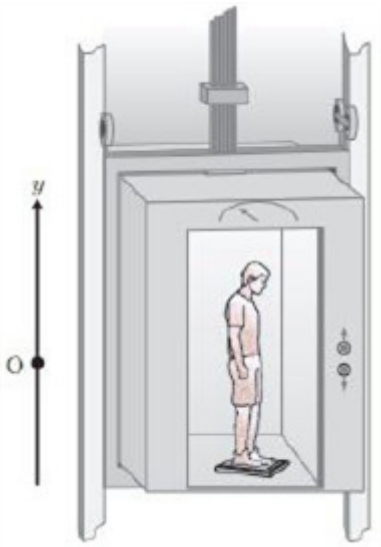
ث) ممکن است در جسمی نیروهای عمل و عکس‌العمل بتوانند یکدیگر را خنثی کنند.

ج) حرکت جسم همواره در جهت نیروی خالص وارد بر جسم است.

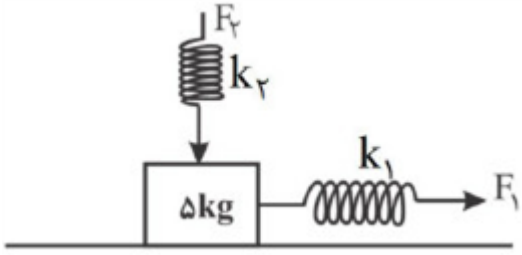
۲ شخصی درون اتاقک یک آسانسور به جرم $۵۰۰\ \mathrm{kg}$، روی یک ترازوی فنری با جرم ناچیز ایستاده است. هنگامی‌که آسانسور با شتاب ثابت بالا می‌رود، ترازو $۸۲۶N$ را نمایش می‌دهد. چنانچه آسانسور با سرعت ثابت پایین برود، ترازو $۱۴۰N$ کم‌تر نمایش می‌دهد. $g = ۹/۸۰ \frac{N}{\mathrm{kg}}$ است.

آ) جرم شخص چند کیوگرم است؟

ب) در شرایطی که آسانسور با شتاب ثابت رو به بالا می‌رود، نیروی کشش کابل بالای آسانسور چند نیوتون است؟



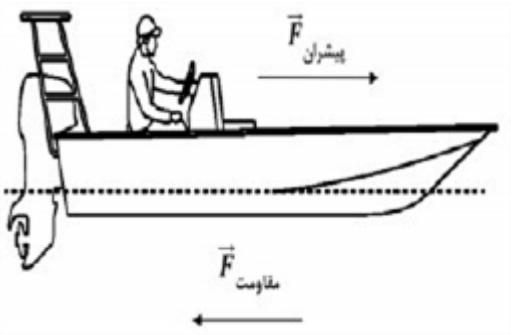
۳ مطابق شکل جسمی به جرم $۵\ \mathrm{kg}$ تحت تأثیر دو نیروی $F_۱$ و $F_۲$ در راستای افقی و قائم قرار گرفته است و جسم با سرعت ثابت حرکت می‌کند. اگر ثابت هر دو فنر $۱۰۰ \frac{N}{m}$ باشد و فنر شماره ۲، ۲۰ سانتی‌متر متراکم شود تغییر طول فنر ۱، چند سانتی‌متر است؟ $\left(\mu_k = ۰/۵, g = ۱۰ \frac{N}{\mathrm{kg}}\right)$



۴ شکل مقابل شخصی را نشان می‌دهد که بر جعبه ۷۵ کیلوگرمی نیروی افقی F وارد می‌کند.
الف) اگر جعبه در ابتدا ساکن باشد، حداقل نیروی لازم برای به حرکت درآوردن جعبه چقدر است؟ ضریب اصطکاک ایستایی بین جعبه و سطح ۰/۶ است.
ب) اگر شخص جعبه را با نیروی $F = ۵۰۰N$ به حرکت درآورد و ضریب اصطکاک جنبشی بین جعبه و سطح ۰/۵ باشد، تغییر تکانه آن را ۲ ثانیه پس از شروع حرکت حساب کنید. $\left(g = ۱۰\frac{N}{kg}\right)$

۵ در هریک از گزاره‌های زیر، جای خالی را با واژه‌ی مناسب پر کنید.
الف) طبق قانونِ ..... نیوتون، شتاب جسم با نیروی خالص وارد بر جسم نسبت مستقیم دارد.
ب) جهت نیروی وزن و در نتیجه شتاب گرانشی همواره به طرف ..... است.
پ) وزن ماهواره‌ای که در ارتفاع R_e (شعاع زمین) از سطح زمین قرار دارد ..... برابر وزن آن روی سطح زمین است.

۶ نیروی موتور یک قایق موتوری که جرم آن با سرنشینش ۴۰۰ kg است به گونه‌ای تنظیم می‌شود که در بازه‌ی زمانی معینی، همواره نیروی افقی خالص ۸۰۰N به طرف جلو بر قایق وارد می‌کند.
الف) اگر نیروی پیشران ۱۴۰۰N باشد، نیروی مقاومت در آن لحظه چه‌قدر است؟
ب) شتاب این قایق چه‌قدر و در چه جهتی است؟



۷ یک خودروی باری با طناب افقی محکمی، یک خودروی سواری به جرم ۱۵۰۰ kg 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 T چه قدر است؟
ب) اگر خودرو با شتاب ثابت $۲/۰\frac{m}{s^۲}$ به طرف راست کشیده شود، نیروی کشش طناب چه‌قدر است؟

۸ می‌خواهیم به جسمی که جرم آن ۵/۰ kg است، شتاب $۲/۰\frac{m}{s^۲}$ بدهیم. در هریک از حالت‌های زیر، نیرویی را که باید به جسم وارد کنیم محاسبه کنید. از مقاومت هوا صرف‌نظر می‌شود.
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.

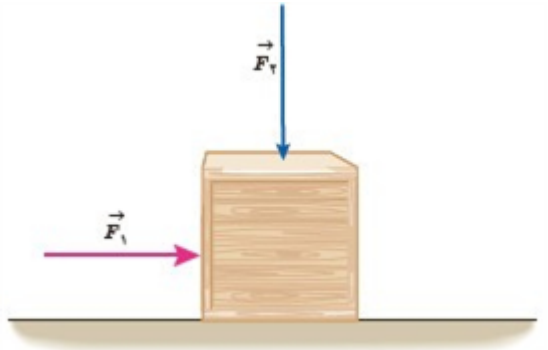
۹ در شکل زیر، نیروی F_1 به بزرگی $20/0N$ بر جعبه وارد شده است، اما جعبه همچنان ساکن است. اگر در همین حالت بزرگی نیروی قائم $\vec{F}_2$ که جعبه را به زمین می‌فشارد از صفر شروع به افزایش کند، کمیت‌های زیر چگونه تغییر می‌کنند؟

الف) اندازه‌ی نیروی عمودی سطح وارد بر جعبه

ب) اندازه‌ی نیروی اصطکاک ایستایی وارد بر جعبه

پ) اندازه‌ی بیشینه‌ی نیروی اصطکاک ایستایی

ت) نیروی خالص وارد بر جسم



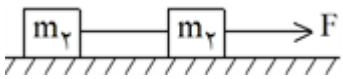
۱۰ در شکل روبه‌رو وقتی وزنه‌ی $4/0\,\mathrm{kg}$ را به فنر آویزان می‌کنیم، طول فنر $14/0\,\mathrm{cm}$ می‌شود، و وقتی وزنه ی $5/0\,\mathrm{kg}$ را به فنر آویزان می‌کنیم، طول فنر $15/0\,\mathrm{cm}$ می‌شود.

الف) ثابت فنر چه‌قدر است؟

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

۱۱ شخصی روی سطح افقی زمین راه می‌رود، چه نیرویی موجب حرکت او می‌شود؟

۱۲ مطابق شکل، دو جسم به جرم‌های $m_1 = 6\mathrm{kg}$ و $m_2 = 4\mathrm{kg}$ توسط نخ سبکی به هم بسته شده و روی سطح افقی با نیروی F کشیده می‌شوند. اگر نیروی کشش نخ ۱۲ نیوتن و ضریب اصطکاک جنبشی هر دو جسم با سطح افقی $0/2$ باشد، شتاب حرکت دستگاه و نیروی F را به‌دست آورید.



۱۳ نقش تشک را در جلوگیری از آسیب دیدن ورزشکاری که روی آن سقوط می‌کند، توضیح دهید.

۱۴ چرا هنگامی که قایقران پارو می‌زند، قایق در آب حرکت می‌کند؟

۱۵ درستی یا نادرستی عبارت زیر را مشخص کنید.

نیروی کشش طناب به جرم طناب بستگی <u>ندارد</u>.

۱۶ اتومبیلی به جرم یک تن با سرعت $۷۲\mathrm{km}/h$ در حرکت است. راننده اتومبیل ناگهان مانعی را در ۳۰ متری خود می‌بیند و ترمز می‌کند. اگر ضریب اصطکاک بین لاستیک اتومبیل و جاده ۰/۵ باشد، آیا اتومبیل به مانع برخورد می‌کند؟

۱۷ اتومبیلی به جرم ۲ تن از حال سکون روی جاده‌ای افقی شروع به حرکت می‌کند و بعد از پیمودن مسافت $۱۰۰\mathrm{m}$ با شتاب ثابت، سرعتش به $۲۰\mathrm{m}/s$ می‌رسد. برآیند نیروهای وارد بر اتومبیل را در این حرکت محاسبه کنید.

۱۸ کمربند نجات اتومبیل چگونه در جاده‌ها، سرنشینان اتومبیل را از وارد شدن صدمه‌های احتمالی حفظ می‌کند؟

۱۹ شکل نرده‌بانی که به دیوار صافی تکیه داده شده است را رسم کرده و نیروهای وارد بر آن را نشان دهید.

۲۰ مقدار متوسط g در سطح زمین حدود $۹/۸\,m/s^۲$ و شعاع زمین حدود $۶/۴\times۱۰^۶\,m$ است، جرم زمین را محاسبه کنید.

پاسخنامه تشریحی

۱ الف) صحیح است. در حرکت با سرعت ثابت، شیب خط مماس بر نمودار سرعت را می‌دهد، و قدرمطلق سرعت برای تندی می‌باشد. و از آنجایی که سرعت ثابت است، تندی لحظهٔ متوسط نیز برابر می‌باشند.

ب) صحیح است. چنانچه شتاب متحرکی صفر باشد حرکتش با سرعت ثابت است و در حرکت با سرعت ثابت، تندی متوسط و اندازهٔ سرعت متوسط برابر می‌باشد.

پ) صحیح است. مثلاً در کوبیدن چکش به میخ، نیروی چکش به میخ، باعث فرو رفتن میخ در دیوار می‌شود اما نیروی میخ به چکش باعث توقف چکش می‌شود.

ت) نادرست. عکس‌العمل نیرویی که موتور قایق به آب وارد می‌کند، از طرف آب به قایق وارد می‌شود و آن را پیشران می‌نامند.

ث) نادرست. عمل و عکس‌العمل هیچ‌گاه یکدیگر را خنثی نمی‌کنند زیرا به دو جسم وارد می‌شوند به عبارت دیگر نقطه اثر متفاوتی دارند.

ج) نادرست. حرکت جسم در جهت سرعت می‌باشد، نه در جهت نیروی خالص. و نیروی خالص وارد بر جسم جهت شتاب وارد بر جسم را مشخص می‌کند.

۲ آ) مرحله دوم حرکت: $F_N = ۸۲۶ - ۱۴۰ \Rightarrow F_N = ۶۸۶N$

$$\vec{a} = ۰ \Rightarrow \vec{F}_{net} = ۰ \Rightarrow F_N - mg = ۰ \Rightarrow ۶۸۶ - mg = ۰ \Rightarrow mg = ۶۸۶N$$

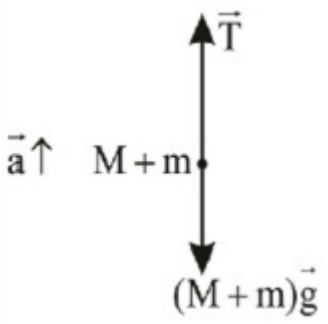
$$W = mg \Rightarrow ۶۸۶ = m \times ۹/۸۰ \Rightarrow m = ۷۰\,kg$$

ب) نخست، شتاب حرکت شخص را به دست می‌آوریم.

$$a = \frac{F_{net}}{m} \Rightarrow a = \frac{F_N - mg}{m}$$

$$a = \frac{۸۲۶ - ۶۸۶}{۷۰} \Rightarrow a = ۲\frac{m}{s^۲}$$

نیروی کشش کابل بالای آسانسور را $\vec{T}$ می‌نامیم و قانون دوم نیوتون را برای اتاقک آسانسور می‌نویسیم:

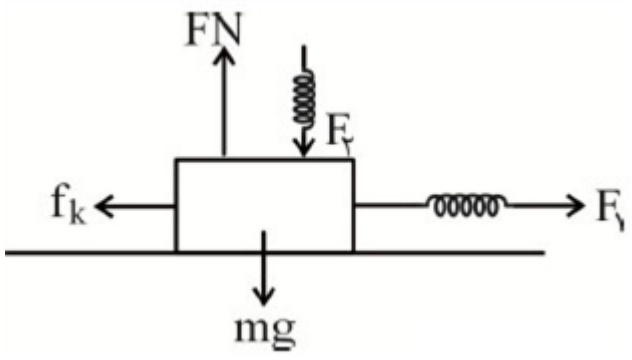


$$a = \frac{F_{net}}{m} \Rightarrow a = \frac{T - (M-m)g}{(M+m)}$$

$$۲ = \frac{t - (۵۰۰ + ۷۰) \times ۹/۸}{(۵۰۰ + ۷۰)} \Rightarrow ۲ = \frac{T - ۵۵۸۶}{۵۷۰}$$

$$۱۱۴۰ = T - ۵۵۸۶ \Rightarrow T = ۶۷۲۶N$$

۳



$$F_N = mg + F_۲$$

$$F_N = mg + k\Delta L$$

$$F_N = ۵۰ + ۱۰۰ \times ۰/۲ = ۷۰$$

$$\Rightarrow f_k = \mu_k F_N = ۰/۵ \times ۷۰ = ۳۵N$$

$$F_۱ - f_k = ma \Rightarrow k\Delta L - f_k = ma \Rightarrow ۱۰۰\Delta L - ۳۵ = ۰ \Rightarrow \Delta L = ۰/۳۵m = ۳۵\,cm$$

۴

الف) $f_{s\max} = \mu_s F_N \Rightarrow f_{s\max} = ۰/۶ \times ۷۵۰ \Rightarrow F = f_{s\max} = ۴۵۰N$

ب) $F_{\text{net}} = F - f_k = F - \mu_k \text{mg} \Rightarrow F_{\text{net}} = ۵۰۰ - (۰/۵ \times ۷۵ \times ۱۰) = ۱۲۵N$

$\Delta \text{p} = F_{\text{net}} \Delta \text{t} \Rightarrow \Delta \text{p} = ۱۲۵ \times ۲ = ۲۵۰ \frac{\text{kg}.m}{s}$ (ص ۴۰ و ۴۵)

۵

الف) دوم (ص ۳۲)

ب) زمین (مرکز زمین) (ص ۳۴)

پ) یک چهارم (ص ۴۹)

۶

الف) $F_{\text{net}} = F_{\text{پیشران}} - F_{\text{مقاومت}} \Rightarrow ۸۰۰ = ۱۴۰۰ - F_{\text{مقاومت}} \Rightarrow F_{\text{مقاومت}} = ۶۰۰N$

ب) شتاب قایق به طرف جلو

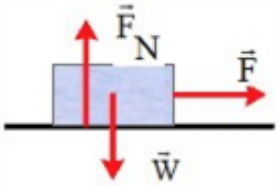
$a = \frac{F_{\text{net}}}{m} \Rightarrow a = \frac{۸۰۰}{۴۰۰} = ۲ \frac{m}{s^۲}$ (ص ۳۱)

۷

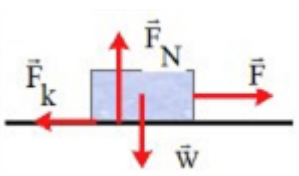
الف) $T - f_k - f = \text{ma} = ۰ \Rightarrow T = f_k + f = ۳۸۰N + ۲۲۰N = ۶۰۰N$

ب) $T' - f_k - f = \text{ma} \Rightarrow T' = ۲\left(\frac{N}{\text{kg}}\right) \times ۱۵۰۰\text{kg} + ۶۰۰N = ۳۶۰۰N$

۸



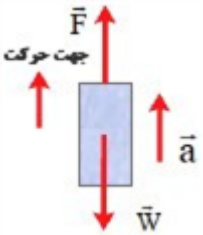
الف) $\vec{F}_{\text{net}} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{F} = \text{ma} \Rightarrow F = (۵/۰\,\text{kg})\left(۲\frac{m}{s^۲}\right) = ۱۰N$



ب) $\vec{F}_{\text{net}} = m\vec{a} \Rightarrow F - F_k = \text{ma} \Rightarrow F - \mu_k W = \text{ma}$

$F - (۰/۲۰)(۵/۰\,\text{kg})\left(۹/۸\frac{N}{\text{kg}}\right) = (۵/۰\,\text{kg})\left(۲/۰\frac{m}{s^۲}\right)$

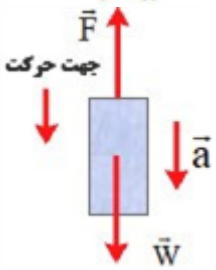
$\Rightarrow F - (۹/۸N) = ۱۰N \Rightarrow F = ۱۹/۸N$



پ) $\vec{F}_{\text{net}} = m\vec{a} \Rightarrow F - W = \text{ma} \Rightarrow F - \text{mg} = \text{ma}$

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

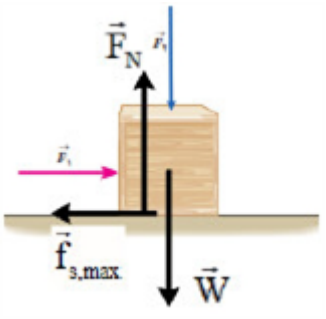
$\Rightarrow F - (۴۹N) = ۱۰N \Rightarrow F = ۵۹N$



ب) $W - F = \text{ma} \Rightarrow \text{mg} - F = \text{ma}$

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

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



۹

الف) $\vec{F} = \text{net} = m\vec{a}$

$$F_N - F_2 - W = \text{ma} = 0 \Rightarrow F_N = F_2 + W$$

با افزایش F_2، نیروی عمودی سطح وارد بر جعبه افزایش می‌یابد.

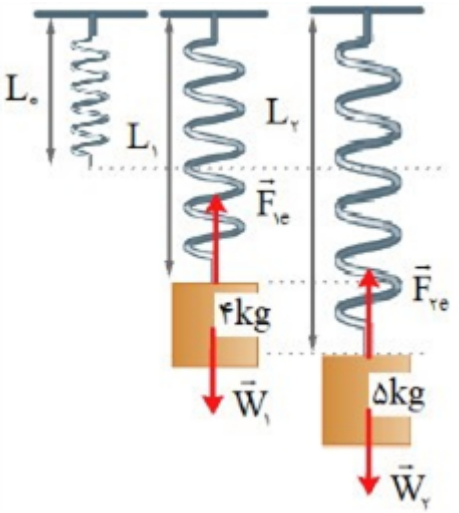
ب) $F_1 - F_s = \text{ma} = 0 \Rightarrow F_1 = F_s$ تغییر نمی‌کند.

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

با افزایش F_2، مقدار $f_{s,\max}$ افزایش می‌یابد.

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

۱۰



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

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

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

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

ب) $k(L_1 - L_0) = m_1 g \Rightarrow 9/8 \left(\frac{N}{\text{cm}}\right)(14\text{cm} - L_0) = 4\text{ kg} \times 9/8 \frac{N}{\text{kg}} \Rightarrow L_0 = 10\text{ cm}$

۱۱ نیروی اصطکاک (۰/۲۵) ایستایی (۰/۲۵)

۱۲

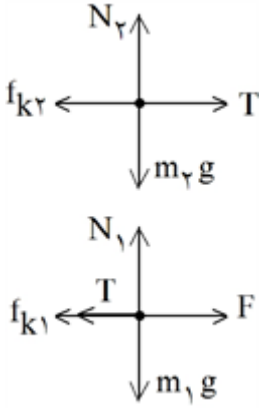
$f_k = \mu_k N = \mu_k \text{mg}$

$T - \mu_k m_2 g = m_2 a$

$12 - (0/2 \times 40) = 4a \rightarrow a = 1 \frac{m}{s^2}$

$F - T - \mu_k m_1 g = m_1 a$

$F - 12 - (0/2 \times 60) = 6 \times 1 \rightarrow F = 30\text{N}$



۱۳ تشک زمان توقف را زیاد می‌کند و طبق رابطه‌ی $\overline{F}=\frac{\Delta p}{\Delta t}$، با افزایش Δt، مقدار نیروی متوسط وارد بر ورزشکار کاهش می‌یابد.

۱۴ قایقران هنگام پارو زدن، آب را به عقب می‌راند، آب نیز قایق را به جلو می‌راند و به آن شتاب می‌دهد.

۱۵ نادرست (۰/۲۵)

۱۶ بعد از توقف انرژی جنبشی اتومبیل صفر می‌شود.

$$\left.\begin{matrix} W=K-K_{\circ} \\ K=\circ \end{matrix}\right\} \Rightarrow W=-K_{\circ}=-\frac{۱}{۲}mV_{\circ}^{۲}$$

$۷۲\frac{km}{h}$ برابر ۲۰ متر بر ثانیه است (هر یک متر بر ثانیه ۳/۶ کیلومتر بر ساعت است)

$$\Rightarrow W=-\frac{۱}{۲}\times ۱۰۰۰\times ۲۰^{۲}=-۲۰۰۰۰۰\,J$$

در هنگام ترمز برآیند نیروهای وارد بر اتومبیل اصطکاک لغزشی اتومبیل با جاده است.

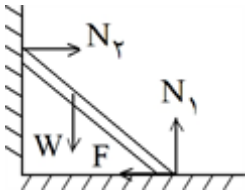
$$\Sigma F=-f_k \Rightarrow W_{\Sigma F}=(-f_k)\Delta x=-\mu mg\Delta x \Rightarrow -۲۰۰۰۰۰=-۰/۵\times ۱۰۰۰\times ۱۰\Delta x \Rightarrow \Delta x=۴۰\,m$$

اتومبیل پس از طی مسافت ۴۰ متر انرژی جنبشی خود را از دست می‌دهد و متوقف می‌شود، بنابراین به مانع برخورد می‌کند.

۱۷
$$V^{۲}-V_{\circ}^{۲}=۲a\Delta x \Rightarrow ۲۰^{۲}-\circ=۲a\times ۱۰۰ \Rightarrow a=۲\frac{m}{s^{۲}}$$
$$\Sigma F=ma \Rightarrow \Sigma F=۲۰۰۰\times ۲=۴۰۰۰\,N$$

۱۸ هنگام توقف ناگهانی اتومبیل، یک نیروی نگه‌دارنده‌ی بزرگ لازم است تا بدن سرنشین به همراه اتومبیل متوقف شود. این نیروی بزرگ نمی‌تواند توسط اصطکاک سرنشین با تکیه‌گاه (صندلی) ایجاد شود. لذا سرنشین متوقف نشده و نسبت به اتومبیل به سمت جلو حرکت می‌کند و به جلو پرتاب می‌شود. بنابراین وجود کمربند ایمنی باعث تامین نیروی نگاه دارنده‌ی سرنشین می‌شود.

۱۹ به جسم مطابق شکل مقابل نیروی وزن (W) ، عمود بر سطح دیوار $(N_۲)$ ، عمود بر سطح از زمین $(N_۱)$ و نیروی اصطکاک زمین (f) وارد می‌شود. اگر شخصی روی نردبان ایستاده باشد یک نیروی عمودی از طرف پای شخص و در جهت پایین به نردبان وارد می‌شود که هم اندازه با وزن شخص است.



۲۰ می‌دانیم وزن اجسام در سطح زمین از رابطه‌ی $W=mg$ محاسبه می‌شود. از طرفی وزن اجسام نیروی گرانشی وارد از طرف زمین به آن‌ها است. اگر جرم زمین را M و شعاع زمین را R فرض کنیم، داریم:

$$W=F \Rightarrow mg=\frac{GMm}{R^{۲}}$$
$$\Rightarrow g=\frac{GM}{R^{۲}} \Rightarrow M=\frac{gR^{۲}}{G}=\frac{۹/۸\times(۶/۴\times ۱۰^{۶})^{۲}}{(۶/۶۷\times ۱۰^{-۱۱})} \Rightarrow M=۶/۰۱۸\times ۱۰^{۲۴}\,kg$$