

اگرچه نیت خوبی است زیستن ...
اما خوشا که دست به تصمیم بهتری بزنیم!

 www.konkursara.com

 ۰۲۱۵۵۷۵۶۵۰۰

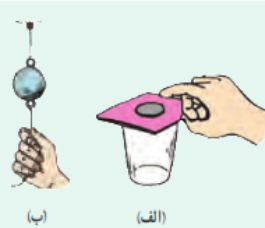
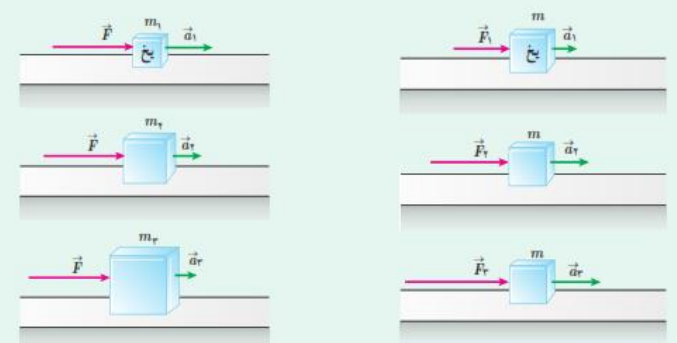
دانلود بهترین جزوات در

کنکورسرا

کنکورسرا

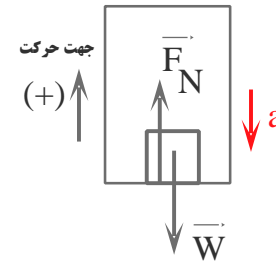
مرجع تخصصی قبولی آزمون فرهنگیان و آزمون استخدامی آموزش و پرورش

<p>نیروی شناوری و نیروی وزن اثر یکدیگر را خنثی می کنند. نیروی پیشران و نیروی مقاومت اثر یکدیگر را خنثی می کنند.</p>	<p>پرسش ۱-۲</p> <p>در شکل روبه‌رو یک کشتی در حال حرکت را می بینید که نیروهای وارد بر آن متوازن‌اند. کدام نیروها اثر یکدیگر را خنثی کرده‌اند؟</p> 
<p>خیر - بر طبق قانون اول نیوتن، وقتی برآیند نیروهای وارد بر جسم صفر باشد. جسم در حال حرکت با سرعت ثابت، حرکت خود را حفظ می کند.</p>	<p>پرسش ۲-۲</p> <p>در فیلمی علمی - تخیلی، موتور یک کشتی فضایی که در فضای تهی خارج از جو زمین و دور از هر سیاره و خورشید در حرکت است، از کار می افتد. در نتیجه حرکت کشتی فضایی کند می شود و می ایستد. آیا امکان وقوع چنین رویدادی وجود دارد؟ توضیح دهید.</p>
<p>نمونه هایی از آزمایش های ذهنی گالیله</p> <p>قانون آونگ گالیله - سقوط اجسام به وزن آنها بستگی ندارد - قاصد آسمان - نظریه خورشید محور و زمین محور - آزمایش گالیله و سطح شیبدار</p> <p>*** اجسام به وزن آنها بستگی ندارد</p> <p>گالیله بر این باور بود که آزمایش های تجربی برای کشف قوانین طبیعت بر باورهای ذهنی و استدلال های منطقی برتری دارند. او به بالای برج مشهور و کج پیزا رفت و دو جسم با جرم های مختلف را رها کرد و نشان داد در غیاب مقاومت هوا آن دو با هم سقوط خواهند کرد.</p>  <p>از دیدگاه ارسطو از دیدگاه گالیله</p> 	<p>فعالیت ۱-۲</p> <p>درباره آزمایش ذهنی گالیله تحقیق کنید و به کلاس گزارش دهید.</p>

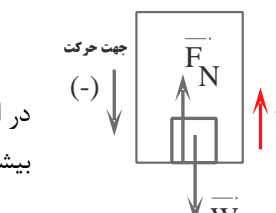
<p>الف) برطبق قانون اول نیوتن، جسم تمایل دارد وضعیت سکون خود را حفظ نماید. که با حرکت سریع مقوا، سکه به داخل لیوان می افتد.</p> <p>ب) هنگامی که به آرامی بکشیم، نیرو انتقال می یابد و نخ از قسمت بالای گوی جدا می گردد. در کشش سریع، لختی جرم گلوله سبب می شود که در بازه زمانی کوتاه فرصت انتقال ضربه به نخ بالایی وجود ندارد. در نتیجه نخ پایین پاره می شود.</p>	<p>پوشش ۳-۲</p> <p>الف) چرا حرکت سریع مقوا در شکل الف، سبب افتادن سکه در لیوان می شود؟</p> <p>ب) چرا در شکل ب، اگر به آرامی نیروی وارد بر گوی سنگین را زیاد کنیم نخ بالای گوی پاره می شود، اما اگر ناگهان نخ را بکشیم، نخ پایین آن پاره می شود؟</p> 
<p>در سه شکل سمت راست:</p> <p>با ثابت ماندن اندازه جرم جسم و با افزایش نیرو، مقدار شتاب جسم افزایش می یابد. یعنی نیرو با شتاب متناسب است.</p> <p>در شکل های سمت چپ:</p> <p>با ثابت ماندن اندازه نیرو و افزایش جرم جسم، مقدار شتاب جسم کاهش می یابد. یعنی شتاب جسم با جرم آن نسبت وارون دارد.</p>	<p>پوشش ۴-۲</p> <p>در شکل های زیر، قطعه یخ ها روی یک سطح افقی بدون اصطکاک قرار دارند. استنباط خود را از این شکل ها بیان کنید.</p> 
<p>چون جرم جعبه از جرم شخص کمتر است و نیرو برای حرکت دادن آن مناسب است.</p>	<p>پوشش ۵-۲</p> <p>شخصی در حال هل دادن جعبه ای سنگین روی سطح افقی است و این جعبه در جهت این نیرو حرکت می کند. با توجه به آنکه نیروی که شخص به جعبه وارد می کند با نیرویی که جعبه به شخص وارد می کند هم اندازه است، توضیح دهید چگونه جعبه حرکت می کند؟</p>
	<p>۲-۲ معرفی برخی از نیروهای خاص</p>
<p>$W = mg_{\text{زمین}} \rightarrow W_1 = (0.1 \text{ kg})(9.8 \text{ N/kg}) = 0.98 \text{ N}$</p> <p>$W = mg_{\text{ماه}} \rightarrow W_2 = (0.1 \text{ kg})(1.6 \text{ N/kg}) = 0.16 \text{ N}$</p> <p>$W = mg_{\text{مریخ}} \rightarrow W_3 = (0.1 \text{ kg})(3.7 \text{ N/kg}) = 0.37 \text{ N}$</p> <p>$W_1 > W_3 > W_2$</p>	<p>تمرین ۱-۲</p> <p>الف) وزن قطعه ای طلا به جرم ۱۰۰ گرم را روی سطح زمین به دست آورید.</p> <p>ب) وزن یک جسم در سطح یک سیاره برابر با نیروی گرانشی است که از طرف آن سیاره بر جسم وارد می شود. وزن این قطعه طلا را در سطح ماه و مریخ به دست آورید و با هم مقایسه کنید. ($g_{\text{زمین}} = 9.8 \text{ N/kg}$, $g_{\text{ماه}} = 1.6 \text{ N/kg}$, $g_{\text{مریخ}} = 3.7 \text{ N/kg}$)</p>

$a = g - \frac{f_D}{m} \xrightarrow{f_D=0} a = g$ $V^r - V_o^r = \int g \Delta y \rightarrow V^r - 0 = \int g h \rightarrow V = \sqrt{2gh}$ <p>سرعت برخورد گلوله ها با زمین با زمین با هم مقایسه کنید. $V_1 = V_2$</p>	<p>مثال ۵-۲</p> <p>دو گوی هم اندازه را که جرم یکی دو برابر دیگری است ($m_2 = 2m_1$) از بالای برجی به ارتفاع h به طور هم زمان رها می کنیم. با فرض اینکه نیروی مقاومت هوا در طی حرکت دو گوی ثابت و یکسان باشد، تندی برخورد کدام گوی با زمین بیشتر است؟</p> <p>تمرین ۲-۲</p> <p>اگر در مثال ۵-۲ از مقاومت هوا صرف نظر کنیم، سرعت برخورد گوی ها با زمین را با هم مقایسه کنید.</p>	۸
<p>(الف) $F_N = mg = 4 \text{ kg} \times 9.8 \text{ N/kg} = 39.2 \text{ N}$</p> <p>(ب) $F_N = mg + F = 4 \text{ kg} \times 9.8 \text{ N/kg} + 20 \text{ N} = 59.2 \text{ N}$</p> <p>(پ) $F_N + F = mg \rightarrow F_N + 20 \text{ N} = 4 \text{ kg} \times 9.8 \text{ N/kg}$</p> <p>$F_N = 39.2 \text{ N} - 20 \text{ N} = 19.2 \text{ N}$</p>	<p>تمرین ۳-۲</p> <p>همانند شکل، جعبه ای به جرم 4 kg روی میزی افقی قرار دارد. نیروی عمودی سطح را در حالت های نشان داده شده به دست آورید.</p>	۹
<p>(الف) $F_N - mg = ma$</p> <p>$\rightarrow F_N = m(g + a) \rightarrow F_N > mg$</p> <p>در این حالت ترازو، عددی بزرگ تر از اندازه ی وزن را نشان می دهد.</p> <p>(ب) $F_N - mg = -ma$</p> <p>$\rightarrow F_N = m(g - a) \rightarrow F_N < mg$</p> <p>در این حالت ترازو، عددی کوچکتری از اندازه ی وزن را نشان می دهد.</p>	<p>پرسش ۶-۲</p> <p>در مثال ۶-۲، در هر یک از حالت های زیر، عددی را که ترازوی فنری نشان می دهد با وزن شخص مقایسه کنید.</p> <p>(الف) آسانسور به طرف بالا شروع به حرکت کند.</p> <p>(ب) آسانسور به طرف پایین شروع به حرکت کند.</p> <p>(پ) آسانسور در حالی که به طرف بالا حرکت می کند، متوقف شود.</p> <p>(ت) آسانسور در حالی که به طرف پایین حرکت می کند، متوقف شود.</p>	۱۰

$F_N - mg = -ma$
 $\rightarrow F_N = m(g - a) \rightarrow F_N < mg$
 در این حالت ترازو، عددی کوچکتری از اندازه ی وزن را نشان می دهد.

(پ) 

$F_N - mg = ma$
 $\rightarrow F_N = m(g + a) \rightarrow F_N > mg$
 در این حالت ترازو، عددی بیشتر از اندازه ی وزن را نشان می دهد.


(ت) 


الف) وقتی ما شروع به حرکت می کنیم، پاهایمان نیروی به سمت عقب وارد می کند. طبق قانون سوم نیوتن، نیروی هم اندازه و در خلاف جهت بر آن وارد می شود که اصطکاک نام دارد و سبب می شود که به سمت جلو حرکت کنیم.


ب) زیرا ناهمواری ها کم تر می باشد که در نتیجه اصطکاک بین فرد و زمین کم شده و سبب سر خوردن می شود و راه رفتن دشوار می گردد.

پوشش ۲-۷
 الف) بر اساس قانون سوم نیوتن و آنچه از اصطکاک آموختید، توضیح دهید راه رفتن با شروع از حالت سکون چگونه انجام می شود؟
 ب) چرا راه رفتن روی یک سطح شُر مانند سطح یخ به سختی ممکن است؟

۱۱

الف) 
 $\rightarrow F_1 - f_s = ma = 0 \rightarrow F_1 = f_s = 4\text{ N}$

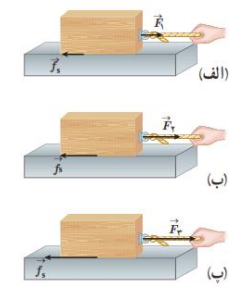
ب) 
 $\rightarrow F_2 - f_s = ma = 0 \rightarrow F_2 = f_s = 8\text{ N}$

ب) 
 $\rightarrow F_3 - f_s = ma = 0 \rightarrow F_3 = f_s = 16\text{ N}$

ب) $f_{s, \max} = \mu_s N \rightarrow \mu_s = \frac{f_{s, \max}}{mg} = \frac{16\text{ N}}{4\text{ kg} \times 9.8\text{ (N/kg)}} = 0.4$

نمونه ۲-۴
 اگر در شکل ۲-۱۲، جرم جسم 4 kg و بزرگی نیروها $F_1 = 4\text{ N}$ ، $F_2 = 8\text{ N}$ و $F_3 = 16\text{ N}$ باشند، الف) بزرگی نیروهای اصطکاک ایستایی در هر حالت چقدر است؟
 ب) ضریب اصطکاک ایستایی را پیدا کنید.

۱۲



آزمایش ۲-۱: اندازه‌گیری ضریب اصطکاک ایستایی بین دو جسم

وسایل لازم: نیروسنج، قطعه چوبی به شکل مکعب مستطیل با وجوه یکنواخت، ترازو، خط‌کش

شرح آزمایش:

۱- مکعب چوبی را از طرف وجه بزرگ آن، روی سطح افقی میز قرار دهید.



- ۲- نیروسنج را مانند شکل به مکعب چوبی وصل کنید و سر دیگر نیروسنج را با دست بگیرید و به‌طور افقی بکشید.
- ۳- نیروی دستتان را به آرامی افزایش دهید تا جایی که مکعب چوبی در آستانه لغزیدن قرار گیرد. در این حالت عددی را که نیروسنج نشان می‌دهد، در جدول یادداشت کنید (برای اینکه دقت شما افزایش یابد لازم است آزمایش را چند بار تکرار کنید).
- ۴- اکنون مکعب چوبی را از طرف وجه کوچک‌تر روی سطح قرار دهید و مراحل ۲ و ۳ را تکرار کنید.
- ۵- با اندازه‌گیری جرم مکعب چوبی و استفاده از رابطه ۲-۴ مقدار μ_s را در هر آزمایش محاسبه و در جدول یادداشت کنید.

وزن قطعه:		مساحت سطح تماس قطعه با میز	نمارة آزمایش
μ_s	عددی که نیروسنج نشان می‌دهد ($f_{s,max}$)		

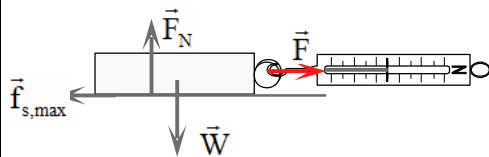
همراه با اعضای گروه خود، نتیجه‌های به‌دست آمده را تفسیر کنید.

۱۳

ضریب اصطکاک ایستایی تغییر نمی‌کند. زیرا ضریب اصطکاک به اندازه‌ی مساحت سطح تماس جسم بستگی ندارد.

وسایل لازم: نیروسنج- قطعه‌های چوبی مختلف - ترازو

شرح آزمایش:



۱- مکعب چوبی را از یک وجه روی سطح افقی قرار دهید.

۲) نیروسنج را به مکعب چوبی وصل کرده و سر دیگر نیروسنج را در دست گرفته و بکشید.

وقتی جسم در آستانه لغزیدن قرار می‌گیرد عددی که نیروسنج نشان می‌دهد نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه ($f_{s,max}$) است.

۳) جرم جسم را با ترازو اندازه‌گیری کرده و از رابطه $F_N = mg$ مقدار نیروی عمودی محاسبه کنید.

۴- این بار آزمایش را با ۲ قطعه چوبی روهم انجام دهید. عددی که نیروسنج نشان می‌دهد بیشتر می‌شود.

۵) آزمایش را با تعداد بیشتر قطعه چوبی انجام بدهید. باز هم نیروسنج عدد بیشتر را نشان می‌دهد.

۶) اعداد بدست آمده از نیروسنج را بر وزن تقسیم می‌کنیم.

نتیجه:

فعالیت ۲-۲

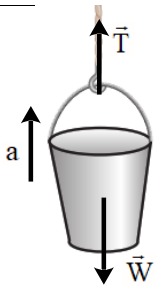
آزمایشی طراحی کنید که نشان دهد $f_{s,max}$ متناسب با F_N است.

۱۴

<p>نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه با مقدار وزن جسم رابطه مستقیم دارد و با تقسیم این نیرو بر وزن عدد ثابتی بدست می آید.</p>	
<p>الف) به کمک یک نیروسنج، قطعه چوب را می کشیم تا حرکت کند. در بازه زمانی که قطعه چوب با سرعت ثابت در حال حرکت است، اندازه ی نیروی که نیرو سنج نشان می دهد برابر است با نیروی اصطکاک جنبشی، در نتیجه خواهیم داشت.</p>  $F - f_k = ma \rightarrow F - f_k = 0 \rightarrow F = f_k$ $F = f_k = \mu_k mg \rightarrow \mu_k = \frac{F}{mg}$ <p>نیروی F از روی نیروسنج و m را به کمک ترازو بدست می آوریم.</p> <p>ب) از وجه دیگر قطعه چوب، آزمایش را تکرار می کنیم. و سعی می کنیم با سرعت ثابت با نیروسنج قطعه چوب را بکشیم. عددی که نیروسنج نشان می دهد در این شرایط تقریباً برابر حالت قبل می باشد. نیروی اصطکاک جنبشی به مساحت سطح تماس بستگی ندارد.</p>	<p>فعالیت ۲-۳</p> <p>آزمایشی طراحی کنید که با آن بتوانید:</p> <p>الف) نیروی اصطکاک جنبشی وارد بر جسمی مانند یک قطعه چوب در حال لغزش روی سطح را اندازه بگیرید و با استفاده از آن μ_k را بدست آورید.</p> <p>ب) بستگی یا عدم بستگی نیروی اصطکاک جنبشی به مساحت سطح تماس دو جسم را تحقیق کنید.</p> <p>۱۵</p>
$F - f_{s,max} = ma = 0 \rightarrow F = f_{s,max} = \mu_s F_N = \mu_s mg$ $\rightarrow F = f_{s,max} = 0.6 \times 75 \text{ kg} \times 9.8 \text{ N/kg} = 441 \text{ N}$	<p>تمرین ۵-۲</p> <p>در مثال قبل اگر ضریب اصطکاک ایستایی بین جعبه و زمین 0.6 و جسم در ابتدا ساکن باشد، حداقل نیروی افقی لازم برای به حرکت درآوردن جعبه چقدر است؟</p> <p>۱۶</p>
<p>الف) تعدادی فنر با ضخامت های مختلف تهیه می کنیم. هر چه فنر انعطاف پذیر تر باشد. سختی (K) کوچکتر و برای فنر سفت (K) بیشتر است.</p> <p>ب) فنر را مطابق شکل (۱) به سقف آویزان می کنیم و سپس به انتهای آن، وزنه ای با جرم مشخص آویزان می نمایم. در حالت تعادل، به کمک خط کش، تغییرات طول فنر را اندازه می گیریم.</p> <p>با توجه به این مطلب که، نیروی که از طرف فنر به وزنه وارد می شود با نیروی که از طرف زمین به جسم وارد می شود برابر است. خواهیم داشت.</p>  $F_e = w \rightarrow k \Delta y = mg \rightarrow k = \frac{mg}{\Delta y}$	<p>فعالیت ۲-۴</p> <p>تعدادی فنر متفاوت تهیه کنید. الف) سختی آنها را مقایسه کنید. ب) با طراحی یک آزمایش، ثابت هر فنر را بدست آورید.</p> <p>۱۷</p>

سپس در چندین نوبت فنرهای مختلف را مطابق شکل آزمایش کرده و هر بار با توجه به رابطه مقدار $k = \frac{mg}{\Delta y}$ را بدست می آوریم.

همچنین می توان آزمایش را با جرم های مختلف تکرار کرد، و k های مختلفی را بدست آورد. از اعداد بدست آمده میانگین گرفته و عدد دقیقتری برای k بدست آورد.



$$T - mg = ma$$

$$T - 16\text{kg} \times 9.8\text{N/kg} = 10.0\text{kg} \times 1.2\text{N/kg}$$

$$T = 156.8\text{N} + 12.0\text{N} = 168.8\text{N}$$

تمرین ۲-۶

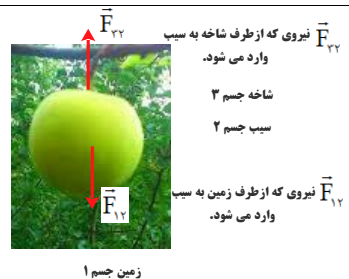


کارگری یک سطل محتوی مصالح به جرم $16/0\text{kg}$ را با طناب سبکی به طرف بالا می کشد. اگر شتاب رو به بالای سطل $1/2\text{m/s}^2$ باشد، نیروی کشش طناب چقدر است؟

۱۸

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 جداشدن از درخت نشان دهید. ب) در هر حالت واکنش این نیروها بر چه اجسامی وارد می شود؟

۱۹

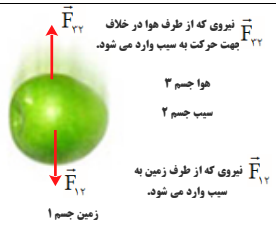


الف)

\vec{F}_{23} نیروی که از طرف شاخه به سیب وارد می شود.
 شاخه جسم ۳
 سیب جسم ۲
 \vec{F}_{12} نیروی که از طرف زمین به سیب وارد می شود.
 زمین جسم ۱

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

(ب)



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

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 مسیر حرکت 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.



#. وقتی در خودروی ساکنی نشسته‌اید 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 پدیده‌ها را توضیح دهید. ب) نقش کمربند ایمنی و کیسه هوا در کم شدن آسیب‌ها در تصادف‌ها را بیان کنید.

$$F_N - mg = 0 \rightarrow F_N = mg$$

$$\rightarrow F_N = 50 \text{ kg} \times 9.8 \text{ N/kg} = 490 \text{ N}$$

$$F_N - mg = ma = 0 \rightarrow F_N = mg$$

$$\rightarrow F_N = 50 \text{ kg} \times 9.8 \text{ N/kg} = 490 \text{ N}$$

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

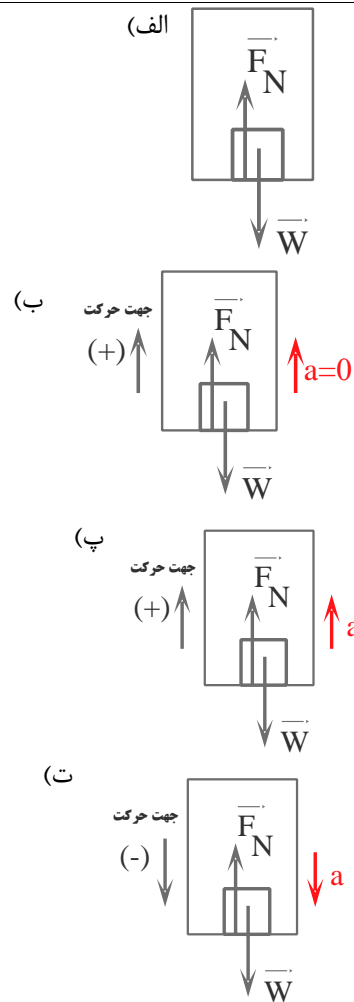
$$F_N = 50 \text{ kg} (9.8 \text{ N/kg} + 1.2 \text{ N/kg})$$

$$F_N = 550 \text{ N}$$

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

$$F_N = 50 \text{ kg} (9.8 \text{ N/kg} - 1.2 \text{ N/kg})$$

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



۳۳. دانش‌آموزی به جرم 50 kg روی یک ترازوی فنری در آسانسور ایستاده است. در هر یک از حالت‌های زیر این ترازو چند نیوتون را نشان می‌دهد؟ ($g=9.8 \text{ N/kg}$)

الف) آسانسور ساکن است.

ب) آسانسور با سرعت ثابت حرکت می‌کند.

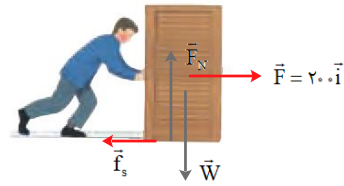
پ) آسانسور با شتاب 1.2 m/s^2 به طرف بالا شروع به حرکت می‌کند.

ت) آسانسور با شتاب 1.2 m/s^2 به طرف پایین شروع به حرکت می‌کند.

الف) جسم ساکن است.

$$F - f_s = 0$$

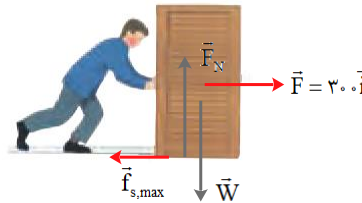
$$\rightarrow f_s = F = 200 \text{ N}$$



ب) جسم در آستانه حرکت است.

$$F - f_{s,max} = 0$$

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



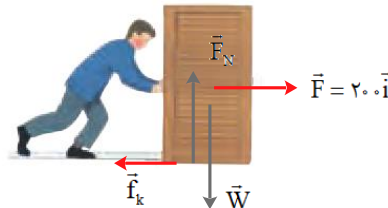
$$\mu_s = \frac{F}{mg} = \frac{200 \text{ N}}{90 \text{ kg} \times 9.8 \text{ N/kg}} = 0.22$$

پ) جسم در با شتاب ثابت در حرکت است.

$$F - f_k = ma$$

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

$$200 \text{ N} - 0.2 \times 90 \text{ kg} \times 9.8 \text{ N/kg} = 90 \text{ kg} a \rightarrow a = 0.4 \text{ N/kg}$$



۱۴. در شکل نشان داده شده، شخص با نیروی 200 N جسم 90 kg 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؟

$$F_{ye} = m_1g \rightarrow k(L_1 - L_0) = m_1g \quad (1)$$

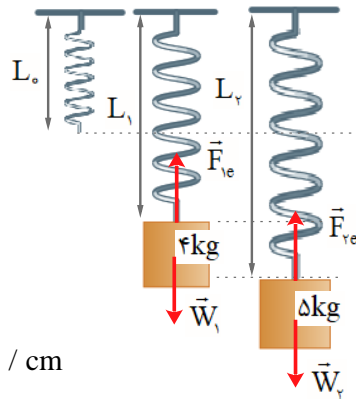
$$F_{ye} = m_2g \rightarrow k(L_2 - L_0) = m_2g \quad (2)$$

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

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

$$\rightarrow k = \frac{(\Delta kg - 4kg) \times 9.8 \text{ N/kg}}{(15\text{cm} - 14\text{cm})} = 9.8 \text{ N/cm}$$

$$k(L_1 - L_0) = m_1g \rightarrow 9.8 \text{ (N/cm)}(14\text{cm} - L_0) = 4kg \times 9.8 \text{ N/kg} \rightarrow L_0 = 10 \text{ cm}$$



(الف)

(ب)



۵. در شکل روبه‌رو وقتی وزنه 4 kg را به فنر آویزان می‌کنیم، طول فنر 14 cm می‌شود، و وقتی وزنه 5 kg را به فنر آویزان می‌کنیم، طول فنر 15 cm می‌شود.

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

۲۳



(الف)

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) گشتی‌ای 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.

۲۴

واکنش	کنش
نیروی که خودرو به زمین وارد می‌کند. \vec{W}'	نیروی که زمین به خودرو وارد می‌کند. \vec{W}
نیروی عمودی که خودرو بر سطح جاده وارد می‌کند. \vec{F}'_N	نیروی عمودی تکیه‌گاه سطح جاده به خودرو وارد می‌کند. \vec{F}_N
در وضعیت لغزش، نیروی موازی سطح از طرف زمین در خلاف جهت حرکت به خودرو وارد می‌شود. \vec{f}'_k	در وضعیت لغزش، نیروی موازی سطح از طرف زمین در خلاف جهت حرکت به خودرو وارد می‌شود. \vec{f}_k
نیروی که از طرف خودرو به مولکول‌های هوا وارد می‌شود. \vec{f}'	نیروی که از مولکول‌های هوا به خودرو در خلاف جهت حرکت وارد می‌شود. \vec{f}



(ب)

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



(پ)

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

۷. در هر یک از موارد زیر، نیروهای وارد بر جسم را مشخص کنید. واکنش هر یک از این نیروها به چه جسمی وارد می شود؟

الف) خودرویی با سرعت ثابت در یک مسیر مستقیم افقی در حال حرکت است.

ب) کشتی ای با سرعت ثابت در حال حرکت است.

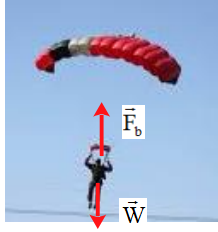
پ) قایقرانی در حال پارو زدن است.

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 می کند و برمی گردد.

(ت)



واکنش

کنش

نیروی که چترباز به زمین وارد می کند. \vec{W}'

نیروی که زمین به چترباز وارد می کند. \vec{W}

نیروی که از طرف چترباز به مولکولهای هوا وارد می شود. \vec{F}'_b

نیروی که از طرف مولکولهای هوا به چترباز وارد می شود. \vec{F}_b

(ت)



واکنش

کنش

نیروی که هواپیما به زمین وارد می کند. \vec{W}'

نیروی که زمین به هواپیما وارد می کند. \vec{W}

نیروی که از طرف هواپیما به مولکولهای هوا وارد می شود. \vec{F}'_b

نیروی که از طرف مولکولهای هوا رو به بالا (نیروی شناوری) به هواپیما وارد می شود. \vec{F}_b

نیروی که در جهت مخالف حرکت مولکول های هوا به هواپیما وارد می شود. \vec{f}'

نیروی که در جهت مخالف حرکت از مولکول های هوا به سطح هواپیما وارد می شود. \vec{f}

(ج)



قبل از برخورد:

واکنش

کنش

نیروی که زمین به توپ وارد می کند. \vec{W}'

نیروی که توپ وارد زمین می کند. \vec{W}

نیروی که از طرف توپ به مولکول های هوا وارد می شود. \vec{F}_b'

نیروی که از طرف مولکول های هوا رو به بالا به توپ وارد می شود. \vec{F}_b



نیروی مقاومت هوا

بعد از برخورد:

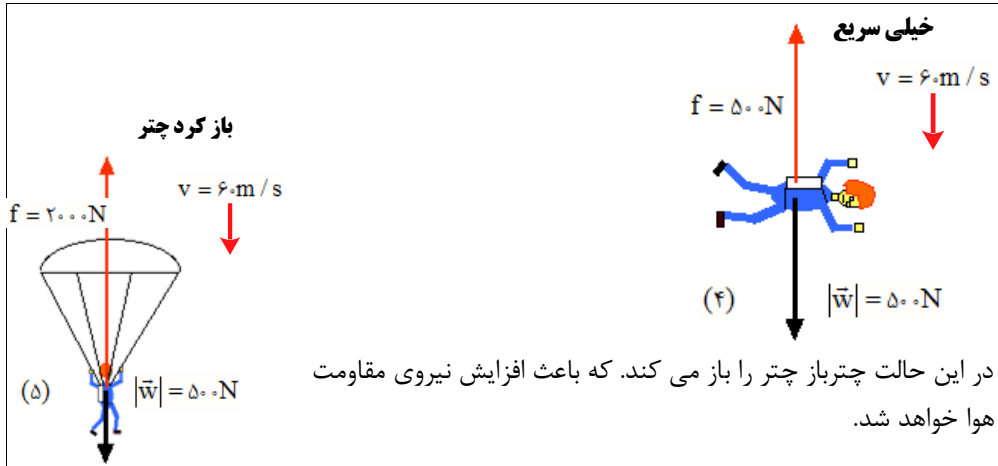
نیروی که زمین به توپ وارد می کند. \vec{W}'

نیروی که توپ وارد زمین می کند. \vec{W}

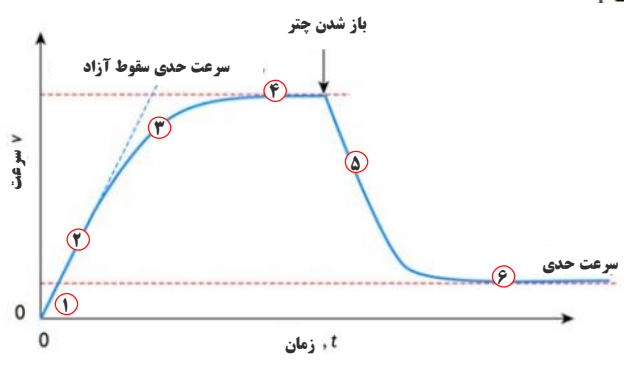
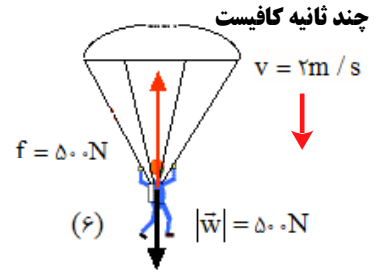
نیروی که از طرف توپ به مولکول های هوا وارد می شود. \vec{F}_b'

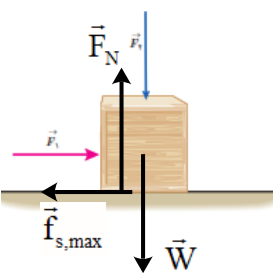
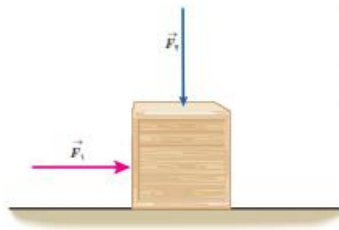
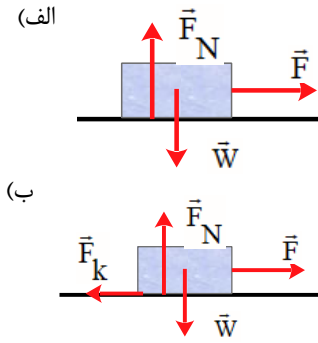
نیروی که از طرف مولکول های هوا رو به پایین به توپ وارد می شود. \vec{F}_b

<p>(الف) $v_0 = 72 \text{ km/h} = 72 \div 3.6 \text{ m/s} = 20 \text{ m/s}$</p> <p>$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x \rightarrow 0 - (20 \text{ m/s})^2 = 2a \times 20 \text{ m}$</p> <p>$a = -\frac{400}{40} \text{ m/s}^2 = -10 \text{ m/s}^2$</p> <p>(ب) $v = at + v_0 \rightarrow 0 = -10 \text{ (m/s}^2\text{)}t + 20 \text{ m/s} \rightarrow t = 2 \text{ s}$</p> <p>(پ) $F - f_k = ma \rightarrow F - f_k = -10 \text{ (m/s}^2\text{)}m \rightarrow f_k = -10 \text{ m(N)}$</p>	<p>۲۵. 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.</p> <p>الف) شتاب خودرو در مدت ترمز چقدر است؟</p> <p>ب) از لحظه ترمز تا توقف کامل خودرو، چقدر طول می‌کشد؟</p> <p>پ) نیروی اصطکاک بین لاستیک‌ها و سطح چقدر است؟</p>
<p>فرض می‌کنیم شخصی به وزن 500 N از بالگرد به بیرون می‌پرد. بعد از پریدن چترباز، سرعت اولیه آن بسیار ناچیز است و تندی و مقاومت هوا افزایش می‌یابد.</p> <p>بعد از گذشت ثانیه‌ها بیشتر</p> <p>$f = 400 \text{ N}$ $v = 50 \text{ m/s}$ $\vec{w} = 500 \text{ N}$ (۳)</p> <p>در چند ثانیه</p> <p>$f = 100 \text{ N}$ $v = 20 \text{ m/s}$ $\vec{w} = 500 \text{ N}$ (۲)</p> <p>در لحظه ترک از بالگرد</p> <p>$v \approx 0$ $f = 0$ $\vec{w} = 500 \text{ N}$ (۱)</p> <p>پس از مدتی مقاومت هوا با وزن چترباز برابر شده و نیروی خالص وارد بر چترباز صفر می‌شود و چترباز با تندی ثابتی به طرف زمین حرکت می‌کند.</p>	<p>۲۶. 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.</p>



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



<p>(الف)</p> $\vec{F}_{net} = m\vec{a}$ $F_N - F_f - W = ma = 0 \rightarrow F_N = F_f + W$ <p>با افزایش F_f، نیروی عمودی سطح وارد بر جعبه افزایش می یابد.</p>  <p>(ب)</p> $F_f - F_s = ma = 0 \rightarrow F_f = F_s$ <p>تغییر نمی کند.</p> <p>(پ)</p> $f_{s,max} = \mu_s F_N \rightarrow f_{s,max} = \mu_s (F_f + W)$ <p>با افزایش F_f، مقدار افزایش می یابد.</p> <p>(ت) نیروی خالص وارد بر جسم در راستای X و Y صفر است. چون جسم در این دو راستا حرکتی ندارد.</p>	<p>۴. 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 می فشارد از صفر شروع به افزایش کند، کمیت های زیر چگونه تغییر می کنند؟</p> <p>(الف) اندازه نیروی عمودی سطح وارد بر جعبه</p> <p>(ب) اندازه نیروی اصطکاک ایستایی وارد بر جعبه</p> <p>(پ) اندازه بیشینه نیروی اصطکاک ایستایی</p> <p>(ت) نیروی خالص وارد بر جسم</p> 	۲۷
<p>(الف)</p> $\vec{F}_{net} = m\vec{a} \rightarrow F = ma$ $\rightarrow F = (5/0 \cdot \text{kg})(2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}) = 10 \cdot \text{N}$ <p>(ب)</p> $\vec{F}_{net} = m\vec{a} \rightarrow F - F_k = ma$ $\rightarrow F - \mu_k W = ma$ $F - (0/20)(5/0 \cdot \text{kg})(9/8 \frac{\text{N}}{\text{kg}}) = (5/0 \cdot \text{kg})(2/0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$ $\rightarrow F - (9/8 \text{ N}) = 10 \cdot \text{N} \rightarrow F = 19/8 \text{ N}$ 	<p>۱۰. می خواهیم به جسمی که جرم آن $5/0 \text{ kg}$ است، شتاب $2/0 \text{ m/s}^2$ بدهیم. در هر یک از حالت های زیر، نیرویی را که باید به جسم وارد کنیم محاسبه کنید.</p> <p>(الف) جسم روی سطح افقی بدون اصطکاک حرکت کند.</p> <p>(ب) جسم روی سطح افقی با ضریب اصطکاک $0/20$ به طرف راست حرکت کند، و شتابش نیز به طرف راست باشد.</p> <p>(پ) جسم در راستای قائم با شتاب رو به بالا شروع به حرکت کند.</p> <p>(ت) جسم در راستای قائم با شتاب رو به پایین شروع به حرکت کند.</p>	۲۸

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

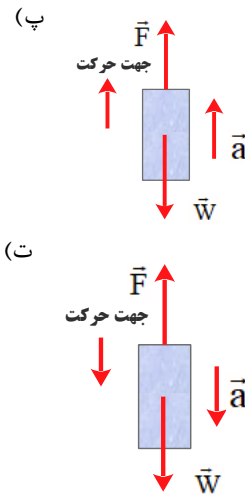
$$F - (\Delta / \text{kg})(9/8 \frac{\text{N}}{\text{kg}}) = (\Delta / \text{kg})(2/0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$$

$$\rightarrow F - (49 \text{ N}) = 10 \text{ N} \rightarrow F = 59 \text{ N}$$

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

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

$$\rightarrow (49 \text{ N}) - F = 10 \text{ N} \rightarrow F = 39 \text{ N}$$



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

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

$$a = -(0/2)(9/8 \frac{\text{N}}{\text{kg}}) = -1/96 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

جسم متوقف شده است، بنابراین $V = 0$ است.

$$V^r - V_0^r = \tau a \Delta x$$

$$0 - (10 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2 = 2(-1/96 \text{ N/kg})\Delta x \rightarrow \Delta x = 25/51 \text{ m}$$

(الف)

|| قطعه چوبی را با سرعت افقی 10 m/s روی سطحی افقی پرتاب می‌کنیم. ضریب اصطکاک جنبشی بین چوب و سطح $0/20$ است.

الف) چوب پس از پیمودن چه مسافتی می‌ایستد؟

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 می‌شود؟

۲۹

$$F - mg = 0 \rightarrow k\Delta L = mg$$

$$\rightarrow 20(\text{N/cm})(L_1 - 12\text{cm}) = 2\text{kg} \times (9.8\text{N/kg})$$

$$\rightarrow L_1 = 12/9.8\text{cm}$$

$$F - mg = 0 \rightarrow k\Delta L = mg$$

$$\rightarrow 20(\text{N/cm})(L_2 - 12\text{cm}) = 2\text{kg} \times (9.8\text{N/kg})$$

$$\rightarrow L_2 = 12/9.8\text{cm}$$

$$F - mg = -ma \rightarrow k\Delta L = m(g - a)$$

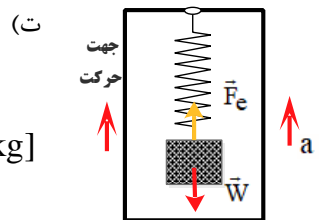
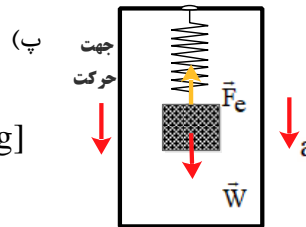
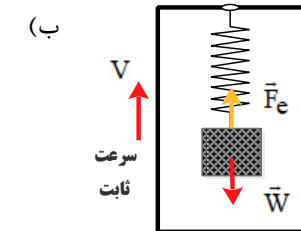
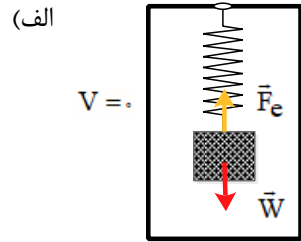
$$\rightarrow 20(\text{N/cm})(L_3 - 12\text{cm}) = 2\text{kg} \times [(9.8 - 2)\text{N/kg}]$$

$$\rightarrow L_3 = 12/7.8\text{cm}$$

$$F - mg = ma \rightarrow k\Delta L = m(g + a)$$

$$\rightarrow 20(\text{N/cm})(L_4 - 12\text{cm}) = 2\text{kg} \times [(9.8 + 2)\text{N/kg}]$$

$$\rightarrow L_4 = 13/1.8\text{cm}$$


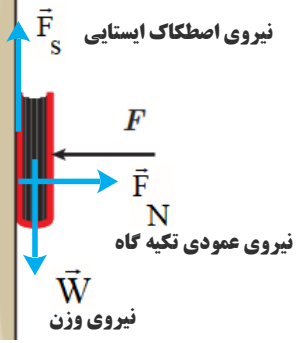


۱۱. وزنه‌ای به جرم 2kg را به انتهای فنری به طول 12cm که ثابت آن 20N/cm است می‌بندیم و فنر را از سقف یک آسانسور آویزان می‌کنیم. طول فنر را در حالت‌های زیر محاسبه کنید. الف) آسانسور ساکن است.

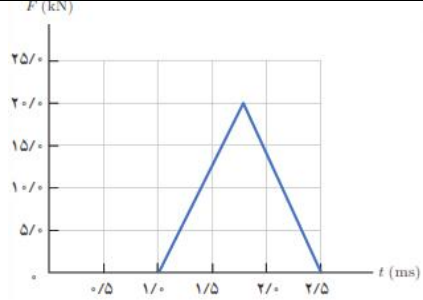
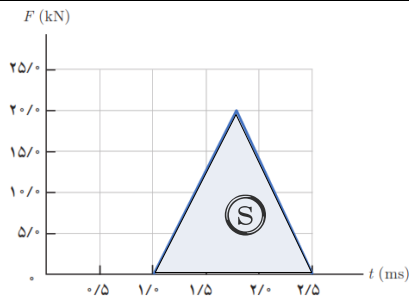
ب) آسانسور با سرعت ثابت 2m/s رو به پایین در حرکت است.

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

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

<p>(الف) زمان واکنش و تندی خودرو</p> <p>(ب)</p> $\Delta x = vt \rightarrow 18m = v \times 0.6s \rightarrow v = 30 \text{ m/s}$ <p>(پ)</p> $x = \left(\frac{v + v_0}{2}\right)t = \left(\frac{0 + 30 \text{ m/s}}{2}\right) \times \Delta s \rightarrow 75 \Delta m$ <p>(ت)</p> $a = \frac{v - v_0}{t} = \frac{0 - 30 \text{ m/s}}{0.6s} \rightarrow a = -50 \text{ m/s}^2$ $F_{\text{net}} = ma \rightarrow F_{\text{net}} = 1500 \text{ kg} \times -50 \text{ (N/kg)} \rightarrow F_{\text{net}} = -75000 \text{ N}$	<p>۱۳۳. 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 لحظه دیدن مانع تا ترمز گرفتن طی می‌کند) و مسافت ترمز (مسافتی که خودرو از لحظه ترمز گرفتن تا توقف کامل طی می‌کند).</p> <p>(الف) دو عامل مؤثر در مسافت واکنش را بنویسید.</p> <p>(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، اندازه آن را حساب کنید.</p> <p>(پ) اگر در این سرعت راننده ترمز کند و خودرو پس از ۵/۰s متوقف شود، مسافت ترمز و شتاب خودرو را حساب کنید.</p> <p>(ت) وقتی خودرو ترمز می‌کند، نیروی خالص وارد بر آن چقدر است؟ جرم خودرو را ۱۵۰۰kg فرض کنید.</p>	<p>۳۱</p>
 <p>(الف)</p> $T - f_k - f = ma = 0 \rightarrow T = f_k + f = 380 \text{ N} + 220 \text{ N} = 600 \text{ N}$ <p>(ب)</p> $T' - f_k - f = ma \rightarrow T' = 2 \text{ (N/kg)} \times 1500 \text{ kg} + 600 \text{ N} = 3600 \text{ N}$	<p>۱۳۴. 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.</p> <p>(الف) اگر سرعت خودرو ثابت بماند نیروی کشش طناب چقدر است؟</p> <p>(ب) اگر خودرو با شتاب ثابت ۲/۰m/s^۲ به طرف راست کشیده شود، نیروی کشش طناب چقدر است؟</p>	<p>۳۲</p>
 <p>(الف)</p> <p>(ب)</p> $mg - f_s = ma = 0 \rightarrow f_s = mg$ $\rightarrow f_s = 2/5 \text{ kg} \times 9/8 \text{ N/kg} = 24/5 \text{ N}$ <p>(پ) خیر - نیروی اصطکاک تغییری نمی‌کند.</p> $F_N - F = 0 \rightarrow F = F_N$	<p>۱۳۵. کتابی را مانند شکل با نیروی عمودی F به دیوار قائمی فشرده و ثابت نگه داشته‌ایم.</p> <p>(الف) نیروهای وارد بر کتاب را رسم کنید.</p> <p>(ب) اگر جرم کتاب ۲/۵kg باشد، اندازه نیروی اصطکاک را به دست آورید.</p> <p>(پ) اگر کتاب را بیشتر به دیوار بفتاریم، آیا نیروی اصطکاک تغییر می‌کند؟ با این کار چه نیروهایی افزایش می‌یابد؟</p>	<p>۳۳</p>

	۳-۲ تکانه و قانون دوم نیوتون	
$\left. \begin{aligned} k &= \frac{1}{2}mv^2 \\ P &= mv \rightarrow v = \frac{P}{m} \end{aligned} \right\} \rightarrow k = \frac{1}{2}m\left(\frac{P}{m}\right)^2 \rightarrow k = \frac{P^2}{2m}$	<p>تمرین ۷-۲</p> <p>نشان دهید بین اندازه تکانه (p) و انرژی جنبشی (K) جسمی به جرم m، رابطه $K = \frac{p^2}{2m}$ برقرار است.</p>	۳۴
<p>$\Delta P = m\Delta v = m(v_2 - v_1)$</p> <p>$\Delta P = 0.28 \text{ kg} \times (-22 \text{ m/s} - 15 \text{ m/s})$</p> <p>$\Delta P = -10.36 \text{ kgm/s}$</p> <p>$\bar{F} = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{-10.36 \text{ kgm/s}}{0.06 \text{ s}} = -172.6 \text{ N}$</p>	<p>۳-۲ تکانه و قانون دوم نیوتون</p> <p>۱۷. تویی به جرم 280 g با تندی 15 m/s به طور افقی به بازیکنی نزدیک می‌شود. بازیکن با مشت به توپ ضربه می‌زند و باعث می‌شود توپ با تندی 22 m/s در جهت مخالف برگردد.</p> <p>(الف) اندازه تغییر تکانه توپ را محاسبه کنید.</p> <p>(ب) اگر مشت بازیکن 0.06 s با توپ در تماس باشد، اندازه نیروی متوسط وارد بر مشت بازیکن از طرف توپ را به دست آورید.</p>	۳۵
<p>$S_{(F-t)} = \Delta P$</p> <p>$S_{(F-t)} = \frac{1}{2}(2/5 \text{ s} - 1 \text{ s}) \times 10^{-3} \times 20 \times 10^3 \text{ N}$</p> <p>$S_{(F-t)} = \Delta P = 15 \text{ N.s}$</p> <p>$\bar{F} = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{15 \text{ N.s}}{1/5 \times 10^{-3} \text{ s}} = 10000 \text{ N}$</p>	<p>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.</p>	۳۶



ثابت گرانشی G را اولین بار هنری کاوندیش^۱ در سال ۱۷۹۸ اندازه‌گیری کرد. در مورد روش اندازه‌گیری G توسط هنری کاوندیش تحقیق کنید و نتیجه را به کلاس گزارش دهید.

ترازوی کاوندیش وسیله‌ای است که برای بررسی تجربی قانون جهانی گرانش نیوتن بکار می‌رود. نیوتن قانون گرانش خود بیان می‌کند که هر گاه دو ذره به جرم‌های m_1 و m_2 به فاصله r از یکدیگر قرار گیرند، این دو نیرو جاذبه‌ای بر یکدیگر وارد می‌کنند که این نیرو با حاصل ضرب اندازه دو جرم نسبت مستقیم و با مجذور فاصله بین آنها نسبت عکس دارد. اما این تناسب را می‌توان تعریف یک ثابت تناسب در تساوی تبدیل نمود. این ثابت را ثابت جهانی گرانش می‌گویند. برای تعیین مقدار ثابت جهانی گرانش که آن را با G نمایش می‌دهیم، باید نیروی جاذبه میان دو جرم را اندازه‌گیری کنیم.

قسمتهای مختلف ترازوی کاوندیش

دو گلوله به جرم m

دو گلوله کوچک هر یک جرم m ، به دو انتهای یک میله سبکی متصل می‌شوند. این میله، دمبل صلبی است که محورش افقی است و توسط یک رشته نازک قائم آویزان شده است.

دو گلوله بزرگ به جرم M

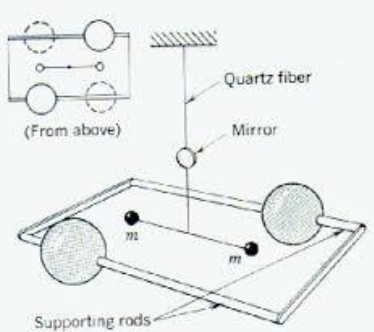
دو گلوله بزرگ هر کدام به جرم M ، که در نزدیک دو سر دمبل و در دو طرف مخالف قرار داده شده‌اند. این دو گلوله نیز بر روی یک میله افقی قرار گرفته‌اند و نقطه وسط این میله بر روی تکیه‌گاهی قرار گرفته است، به گونه‌ای که می‌تواند آزادانه بچرخد. نقطه وسط این میله درست در راستای مرکز دمبل و در زیر آن قرار دارد.

آینه کوچک

این آینه کوچک بر روی رشته نازک و کمی بالاتر از دمبل قرار دارد. از طریق یک چشمه نور، بر این آینه نور تابیده می‌شود، نور منعکس شده از آینه بر روی یک مقیاس شیشه‌ای می‌افتد و به این وسیله میزان انحراف آینه (یا زاویه چرخش) آن قابل اندازه‌گیری است.

شرح کار ترازوی کاوندیش

هر گاه میله‌ای که دو جرم بزرگ m بر روی آن قرار گرفته‌اند، جرم‌های بزرگ M در نزدیکی جرم‌های کوچک m قرار گیرند، در این صورت بر اساس قانون جهانی گرانش نیوتن، بر گلوله‌های کوچک نیرو



جاذبه‌ای وارد می‌شود، این امر باعث چرخیدن دمبل و در نتیجه تاب خوردن رشته نازک و چرخش آینه می‌شود. با استفاده از شیشه مدرج می‌توان میزان انحراف آینه (زاویه α) را هنگام چرخش گلوله‌های کوچک اندازه‌گیری نمود.

اندازه‌گیری G

ثابت G به کمک روش انحراف بیشینه تعیین می‌شود، همان‌طور که در طرز ترازو گفته شود میله بر اثر گرانش گلوله‌های بزرگ حول نقطه آویز می‌چرخد. در حین چرخش با گشتاور نیروها مخالفت می‌کند، α زاویه پیچش رشته هنگام حرکت گلوله‌ها از موضعی به موضع دیگر با مشاهده انحراف باریکه بازتابیده از آینه کوچک متصل به رشته اندازه‌گیری شود (تصویر رشته لامپ توسط آینه متصل به m و m روی خط کش مدرج می‌افتد و در نتیجه هر گونه دوران m و m قابل اندازه‌گیری است). اگر جرم‌ها و فاصله میان آنها و نیز ثابت پیچش رشته معلوم باشد، می‌توانیم G را از روی زاویه پیچش اندازه‌گیری شده محاسبه کنیم. چون نیروی جاذبه کم است اگر بخواهیم پیچش قابل مشاهده‌ای داشته باشیم باید ثابت پیچش رشته فوق العاده کوچک باشد. در این ترازو جرم‌ها مسلماً ذره نیستند، بلکه اجسامی بزرگ هستند، اما چون این جرم‌ها کره‌های یکنواختی هستند از لحاظ گرانشی طوری عمل می‌کنند که گویی تمام جرم آنها در مرکزشان متمرکز شده است. چون G بسیار کوچک است نیروهای گرانشی میان اجسام بر روی سطح زمین فوق العاده کوچک هستند و می‌توان از آنها صرف‌نظر کرد.

$$\left. \begin{aligned} F &= G \frac{M_e m}{r^2} \\ F &= mg_h \end{aligned} \right\} \rightarrow G \frac{M_e m}{r^2} = mg_h \rightarrow g_h = G \frac{M_e}{(R_e + h)^2}$$

$$\rightarrow g_H = G \frac{M_e}{(R_e + h)^2} \xrightarrow{h=0} g = G \frac{GM_e}{R_e^2}$$

تمرین ۸-۲

نشان دهید که شتاب گرانشی در سطح زمین از رابطه $g = G \frac{M_e}{R_e^2}$ به دست می‌آید.

۳۸

(الف)



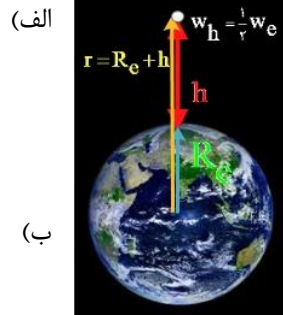
$$\left. \begin{aligned} F &= G \frac{M_e m}{r^2} \\ F &= mg_h \end{aligned} \right\} \rightarrow G \frac{M_e m}{r^2} = mg_h \rightarrow g_h = G \frac{M_e}{(R_e + h)^2}$$

تمرین ۹-۲

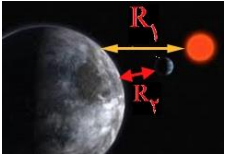
تلسکوپ فضایی هابل در ارتفاع تقریبی ۶۰۰ کیلومتری از سطح زمین به دور زمین می‌چرخد. الف) شتاب گرانشی در این فاصله چقدر است؟ ب) وزن این تلسکوپ در این ارتفاع چند برابر وزن آن روی زمین است؟

۳۹

$g_h = \frac{6/67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 / \text{kg}^2 \times 5/98 \times 10^{24} \text{ kg}}{(64 \times 10^6 \text{ m} + 6 \times 10^6 \text{ m})^2} = 0/114 \times 10 \text{ m/s}^2 = 1/14 \text{ m/s}^2$ $\frac{w_h}{w_{R_e}} = \frac{G \frac{M_e}{r^2}}{G \frac{M_e}{R_e^2}} = \left(\frac{R_e}{r} \right)^2 \rightarrow \frac{w_h}{w_{R_e}} = \left(\frac{64 \cdot 0 \text{ km}}{70 \cdot 0 \text{ km}} \right)^2 = 0/82 \quad (\text{ب})$	
$F = G \frac{M_e m}{r^2} \rightarrow 10^{-8} \text{ N} = \frac{6/67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 / \text{kg}^2 \times 5 \cdot \text{kg} \times m}{(2m)^2} \rightarrow m = 1199 \text{ kg}$	<p>۱۸. دو جسم در فاصله ۲۰/۰ m از هم، یکدیگر را با نیروی گرانشی کوچک $1/00 \times 10^{-8} \text{ N}$ جذب می کنند. اگر جرم یکی از اجسام ۵۰/۰ kg باشد، جرم جسم دیگر چقدر است؟</p>
$\frac{w_h}{w_{R_e}} = \left(\frac{R_e}{R_e + h} \right)^2 \rightarrow \frac{1}{2} = \left(\frac{R_e}{R_e + h} \right)^2$ $\rightarrow \sqrt{2} R_e = R_e + h \rightarrow h = (\sqrt{2} - 1) R_e = 0/41 R_e$ $F = G \frac{M_e m}{r^2}$ $F = \frac{6/67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 / \text{kg}^2 \times 25 \cdot \text{kg} \times 5/98 \times 10^{24} \text{ kg}}{(36000 \times 10^3 \text{ m} + 6400 \times 10^3 \text{ m})^2}$ $F = 55/467 \text{ N}$	<p>۱۹. الف) در چه ارتفاعی از سطح زمین، وزن یک شخص به نصف مقدار خود در سطح زمین می رسد؟ ب) اگر جرم ماهواره ای ۲۵۰ kg باشد، وزن آن در ارتفاع ۳۶۰۰۰ کیلومتری از سطح زمین چقدر خواهد شد؟ ($M_e = 5/98 \times 10^{24} \text{ kg}$ و $R_e = 6400 \text{ km}$)</p>



(الف)



$$g_{R_{e1}} = \frac{GM_s}{R_1^2} = \frac{6/67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 / \text{kg}^2 \times 1/99 \times 10^{24} \text{ kg}}{(149/6 \times 10^6 \times 10^3 \text{ m})^2}$$

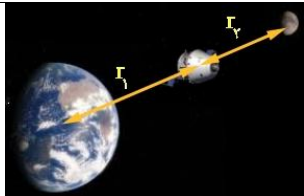
$$g_{R_{e1}} = 5/93 \times 10^{-7} \text{ N/kg}$$

(ب)

$$F = G \frac{M_e m}{r^2} \left\{ \begin{array}{l} \rightarrow G \frac{M_e m}{r^2} = mg_h \rightarrow g_h = G \frac{M_e}{(R_e + h)^2} \\ F = mg_h \end{array} \right.$$

$$g_{R_{er}} = \frac{GM_m}{R_2^2} = \frac{6/67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 / \text{kg}^2 \times 7/36 \times 10^{22} \text{ kg}}{(3/84 \times 10^5 \times 10^3 \text{ m})^2} = 3/33 \times 10^{-5} \text{ N/kg}$$

(الف)



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

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

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

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

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

(ب)

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

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

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

$$M_{خورشید} = 1/99 \times 10^{24} \text{ kg} \quad \text{و} \quad M_{ما} = 7/36 \times 10^{22} \text{ kg}$$

$$\text{فاصله زمین تا خورشید} = 149/6 \times 10^6 \text{ km}$$

$$\text{فاصله زمین تا ماه} = 3/84 \times 10^5 \text{ km}$$

۴۲

۴۳. الف) سفینه‌ای به جرم $3/0 \times 10^4 \text{ kg}$ 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؟

$$M_{خورشید} = 1/99 \times 10^{24} \text{ kg} \quad \text{و} \quad M_{ما} = 7/36 \times 10^{22} \text{ kg}$$

$$\text{فاصله زمین تا خورشید} = 149/6 \times 10^6 \text{ km}$$

$$\text{فاصله زمین تا ماه} = 3/84 \times 10^5 \text{ km}$$

۴۳

$$\frac{M_e}{M_m} = \frac{r_1^r}{(d-r_1)^r} \rightarrow \frac{r_1}{(d-r_1)} = \sqrt{\frac{\Delta / 98 \times 10^{-12} \text{ kg}}{\gamma / 36 \times 10^{-12} \text{ kg}}} = 9$$

$$\rightarrow \frac{r_1}{d-r_1} = 9 \rightarrow r_1 = 9d - 9r_1 \rightarrow r_1 = 0.9d = 3 / 406 \times 10^{-4} \text{ m}$$