نام و نام خانوادگی:

زمان برگزاری: ۹۰ دقیقه

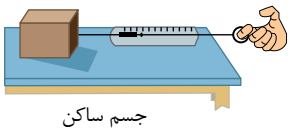
نام آزمون: فیزیک دوازدهم فصل دوم (تشریحی)

تاریخ آزمون:

سید بهروز پرتوی

۱ فنری به طول $۲۰cm$ و ثابت $۴۰N/cm$ را از سقف یک آسانسور آویزان کرده و جسمی به جرم $۲kg$ را به انتهای فنر وصل می‌کنیم. اگر آسانسور با شتاب ثابت $۲m/s^۲$ به طرف بالا شروع به حرکت کند، طول فنر چند سانتی‌متر می‌شود؟ ($g = ۱۰m/s^۲$)

۲ شکل مقابل، آزمایشی را نشان می‌دهد:



هدف از انجام این آزمایش چیست؟ اگر جرم قطعه چوب را تغییر دهیم، چه نتیجه‌ای در مورد $f_{s_{max}}$ می‌گیریم؟

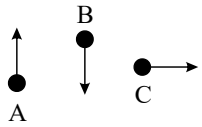
۳ جسمی به جرم $۲kg$ با سرعت ثابت روی سطح افقی با نیروی ۱۰ نیوتون کشیده می‌شود. ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح را حساب کنید. ($g = ۱۰N/kg$)

۴ «می‌دانیم اگر یک جسم کروی با توزیع جرم یکنواخت داشته باشیم برای یافتن نیروی گرانشی بین این جسم کروی و یک ذرهٔ در فاصلهٔ مشخص از این کره می‌توانیم فرض کنیم جرم این کره در مرکز کره متمرکز شده است.»

چگالی و مساحت سطح سیارهٔ x به ترتیب نصف و چهار برابر چگالی و مساحت سطح کرهٔ زمین است. (سیاره‌ها کروی و توزیع جرم در آن‌ها یکنواخت فرض می‌شوند.) در یک لحظه فاصلهٔ از مرکز کرهٔ زمین d می‌باشد:

الف در این لحظه در چه فاصله از مرکز کرهٔ زمین شتاب گرانشی حاصل از سیارهٔ x و کرهٔ زمین با هم برابر است؟

۵ مطابق شکل، سه گلولهٔ A و B و C از یک ارتفاع با سرعت اولیه یکسان در جهت‌های مختلف پرتاب می‌شوند. اگر مقاومت هوا قابل ملاحظه باشد، بزرگی شتاب این سه متحرک را در لحظه پرتاب مقایسه کنید.



۶ دو گوی هم‌اندازه را که جرم یکی دو برابر دیگری است $(m_۲ = ۲m_۱)$ از بالای برجی به ارتفاع h به‌طور هم‌زمان رها می‌کنیم.

اگر از مقاومت هوا صرف‌نظر کنیم، سرعت برخورد گوی‌ها با زمین را باهم مقایسه کنید.

۷ وزنه‌ای به جرم $۲kg$ را به فنری به طول $۱۵cm$ که ثابت آن $۱۰N/cm$ است، می‌بندیم و فنر را از سقف یک آسانسور می‌آویزیم. اگر آسانسور درحالی که به طرف پایین حرکت می‌کند، با شتاب ثابت $۲m/s^۲$ متوقف شود، طول فنر چند سانتی‌متر می‌شود؟ ($g = ۱۰m/s^۲$)

۸ نمودار نیروی فنر برحسب تغییرات طول آن را رسم کنید و تعیین کنید که شیب آن برابر چیست؟

۹ قطره بارانی به جرم ۰٫۸ گرم با سرعت ثابت در هوا سقوط می‌کند. اگر شتاب گرانش $۱۰ N/kg$ باشد، نیروی مقاومت هوا چند نیوتون است؟

۱۰ 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 کم شدن آسیب‌ها در تصادف‌ها را بیان کنید.

۱۱ شخصی درون یک آسانسور بر روی یک ترازوی فنری ایستاده است. در هریک از حالت‌های زیر، با ذکر دلیل عددی که ترازوی فنری نشان می‌دهد را با وزن شخص مقایسه کنید.

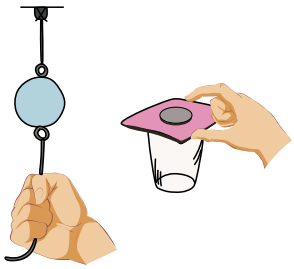
الف آسانسور رو به بالا شروع به حرکت کند.

ب آسانسور با سرعت ثابت به طرف پایین حرکت کند.

۱۲ جسمی به جرم ۴ کیلوگرم روی سطح افقی با نیروی افقی ۱۲ نیوتون کشیده می‌شود. سرعت جسم در مدت ۵ ثانیه با شتاب ثابت از $4m/s$ به $14m/s$ می‌رسد. ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح افقی را به‌دست آورید.($g = 10\frac{m}{s^2}$)

۱۳ نیروی گرانش بین دو ذره با جرم یکسان که فاصلهٔ میان آن‌ها r می‌باشد برابر F است. اگر $\frac{1}{3}$ جرم یکی از ذره‌ها را کم کرده و آن را به ذره دیگر اضافه کنیم و فاصلهٔ بین دو ذره را نصف کنیم نیروی گرانشی بین دو ذره چند برابر F می‌شود؟

۱۴ الف) چرا حرکت سریع مقوا در شکل الف، سبب افتادن سکه در لیوان می‌شود؟ب) چرا در شکل ب، اگر به آرامی نیروی وارد بر گوی سنگین را زیاد کنیم نخ بالای گوی پاره می‌شود، اما اگر ناگهان نخ را بکشیم، نخ پایین آن پاره می‌شود؟



۱۵ جسمی به جرم ۸ کیلوگرم بر سطح افقی ساکن است. اگر ضرایب اصطکاک برابر ۰٫۲۵ و ۰٫۴ باشد، با اعمال نیروی $\vec{F} = -40\vec{i}$ در SI، نیروی اصطکاک وارد بر جسم چند نیوتون است؟ $(g = 10\ N/kg)$

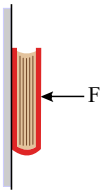
۱۶ آزمایشی طراحی کنید که با آن بتوانید:

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 به‌دست آورید.

ب) بستگی یا عدم بستگی نیروی اصطکاک جنبشی به مساحت سطح تماس یک جسم را تحقیق کنید.

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

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

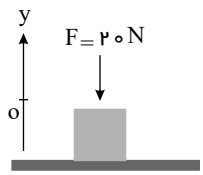


الف) نیروهای وارد بر کتاب را رسم کنید.

ب) اگر جرم کتاب $2/5kg$ باشد، اندازهٔ نیروی اصطکاک را به‌دست آورید.

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

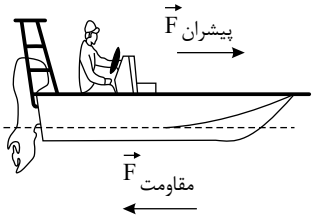
۱۹ همانند شکل روبه‌رو، نیروی $F = 20N$ به جعبه‌ای به جرم $5kg$ که روی میز افقی قرار دارد وارد می شود.



الف نیروی عمودی سطح چند نیوتون است؟

ب واکنش نیروی عمودی سطح در چه جهتی است؟ $(g = 10\frac{N}{kg})$

۲۰ نیروی موتور یک قایق موتوری که جرم آن با سرنشینش $400kg$ است به گونه‌ای تنظیم می‌شود که در بازهٔ زمانی معینی، همواره نیروی افقی خالص $800N$ به طرف جلو بر قایق وارد می‌کند.الف) اگر نیروی پیشران $1400N$ باشد، نیروی مقاومت در آن لحظه چقدر است؟



ب) شتاب این قایق چقدر و در چه جهتی است؟

پاسخ‌نامه تشریحی

۱ چون آسانسور به طرف بالا شروع به حرکت کرده، جهت شتابش نیز به طرف بالا بوده، لذا داریم:

$$F_e - mg = ma \to kx = m(g+a) \to ۴۰x = ۲ \times ۱۲ \Rightarrow x = \frac{۲۴}{۴۰} = ۰/۶cm \to x = L_۲ - L_۱ \Rightarrow L_۲ = ۲۰/۶cm$$

۲ برای اندازه گیری ضریب اصطکاک ایستایی

نتیجه می‌گیریم که نیروی f_{smax} با نیروی عمودی سطح f_N متناسب است و ضریب اصطکاک ایستایی به سطح ظاهری تماس بستگی ندارد.

۳ وقتی جسمی با سرعت ثابت حرکت می‌کند، نیروی خالص وارد بر آن صفر است یعنی نیروهای وارد بر آن متوازن هستند. پس در اینجا نیروی ۱۰ نیوتونی با نیروی اصطکاک جنبشی هم اندازه است، یعنی:

$$F_N = mg = ۲۰N \to F - f_k = ۰ \to f_k = F = ۱۰N \to (۱۰N) = \mu_k(۲۰N) \Rightarrow \mu_k = ۰/۵$$

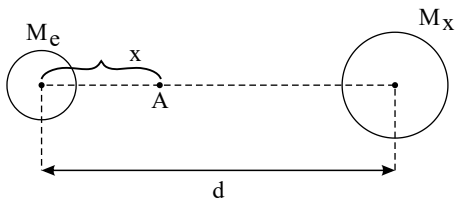
۴

شتاب گرانشی در فاصلهٔ R از مرکز سیاره‌ای به جرم M از رابطهٔ $g = \frac{GM}{R^۲}$ ← به دست می‌آید.

الف

$$\begin{cases} \rho_x = \frac{۱}{۲}\rho_e \\ A_x = ۴A_e \to ۴\pi R_x^۲ = ۴(۴\pi R_e^۳) \to \boxed{R_x = ۲R_e} \end{cases}$$

$$M = \rho V = \rho(\frac{۴}{۳}\pi R^۳) \to \frac{M_x}{M_e} = (\frac{\rho_x}{\rho_e})(\frac{R_x}{R_e})^۳ = (\frac{۱}{۲})(۲)^۳ \to \boxed{M_x = ۴M_e}$$

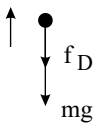


$$A: g_e = g_x \to \frac{GM_x}{x^۲} = \frac{GM_x}{(d-x)^۲}$$

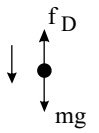
$$\to (\frac{d-x}{x})^۲ = (\frac{M_x}{M_e})^۴ \to \frac{d-x}{x} = ۲$$

$$\to d - x = ۲x \to ۳x = d \to \boxed{x = \frac{d}{۳}}$$

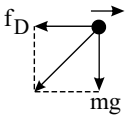
۵ نیروی مقاومت هوا، همواره در جهت مخالف حرکت جسم بر آن اثر می‌کند. در این صورت داریم:



$$|a_A| = \frac{(f_D + mg)}{m}$$



$$|a_B| = |\frac{mg - f_D}{m}|$$



$$|a_C| = \frac{\sqrt{mg^۲ + f_D^۲}}{m}$$

پس در مقایسه داریم: $a_A > a_C > a_B$

۶ چون $f_D = ۰$ است، شتاب سقوط یکسان است، باتوجه به پایستگی انرژی مکانیکی داریم:

$$a = g - \frac{f_D}{m} \xrightarrow{f_D = ۰} a = g$$

$$v^۲ - v_۰^۲ = ۲gh \to v^۲ - ۰ = ۲gh \to v = \sqrt{۲gh}$$

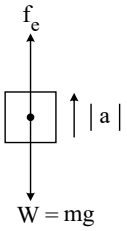
سرعت برخورد گلوله‌ها با زمین به جرم گلوله‌ها وابسته نیست پس: $v_۱ = v_۲$

۷

آسانسوری که در حال حرکت کند شونده به طرف پایین است، دارای شتابی روبه بالا خواهد بود. در اینصورت داریم:

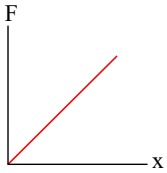
$$F_{net} = ma \to F_e - mg = m|a| \to kx = m(g + |a|) \to ۱۰x = ۲(۱۰ + ۲) \to x = ۲/۴cm$$

از طرفی می‌دانیم که:



$x = \Delta l = l - l_{\circ} \rightarrow ۲٫۴ = l - ۱۵ \rightarrow l = ۱۷٫۴cm$

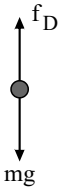
۸ طبق رابطهٔ محاسبهٔ بزرگی نیروی فنر $F = kx$، شیب نمودار با ثابت فنر برابر است. شیب نمودار مشخص‌کنندهٔ ثابت فنر است. $F = kx$



۹ سرعت حرکت جسم ثابت است پس، نیروی خالص وارد بر قطره صفر می‌باشد.

$F_{nety} = ۰ \Rightarrow mg - f_D = ۰ \Rightarrow f_D = mg$

$\Rightarrow f_D = ۰٫۸ \times ۱۰^{-۳} \times ۱۰ = ۸ \times ۱۰^{-۳} N$



۱۰ الف) بر طبق 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 می‌کند، خودرو به سمت جلو رفته و اجسام داخل خودرو تمایل دارند حالت خود را حفظ کنند. به همین دلیل شخص به صندلی فشرده می‌شود.

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

ب) در هنگام توقف یا ترمز ناگهانی اتومبیل، سرنشین بنابر خاصیت لختی در مسیر حرکت به راه خود ادامه می‌دهد و به سمت شیشهٔ جلو پرتاب می‌شود. کمربند ایمنی و یا کیسهٔ هوا، سرنشین را با خودرو یک پارچه می‌کند و شتاب حرکت سرنشین در رخدادهای ناگهانی با شتاب خودرو یکی می‌شود.

۱۱

الف

$F_N = mg + ma \Rightarrow F_N > mg$

ب

$F_N - mg = ۰ \Rightarrow F_N = mg$

۱۲ باتوجه به قانون دوم نیوتون می‌توان نوشت:

$$\left.\begin{array}{l} a = \dfrac{F - f_k}{m} \\ a = \dfrac{\Delta v}{\Delta t} \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{F - f_k}{m} \Rightarrow \frac{۱۴ - ۴}{۵} = \frac{۱۲ - f_k}{۴}$$

$\Rightarrow f_k = ۴N \Rightarrow \mu_k mg = ۴ \Rightarrow \mu_k = \dfrac{۴}{mg} = \dfrac{۴}{۴۰} = ۰٫۱$

۱۳ باتوجه به رابطهٔ محاسبهٔ نیروی گرانشی داریم:

$$F_G = G\frac{m_۱ m_۲}{r^۲} \Rightarrow \frac{F_۲}{F_۱} = \frac{m'_۱ m'_۲}{m_۱ m_۲} \times (\frac{r}{r'})^۲ \Rightarrow \frac{F_۲}{F_۱} = \frac{\frac{۲}{۳}m \times \frac{۴}{۳}m}{m \times m} \times (\frac{r}{\frac{r}{۲}})^۲ = \frac{۸}{۹} \times ۴ = \frac{۳۲}{۹}$$

۱۴ الف) بر طبق قانون اول نیوتون، جسم تمایل دارد وضعیت سکون خود را حفظ نماید. که با حرکت سریع مقوا، سکه سر جای خود ساکن می‌ماند و به داخل لیوان می‌افتد.

ب) هنگامی‌که به آرامی بکشیم، نیرو انتقال می‌یابد و نخ از قسمت بالای گوی جدا می‌گردد.

در کشش سریع، لختی جرم گلوله سبب می‌شود که در بازهٔ زمانی کوتاه، فرصت انتقال ضربه به نخ بالایی وجود نداشته و در نتیجه نخ پایین پاره می‌شود.

۱۵ ابتدا شرط حرکت جسم را بررسی می‌کنیم:

$f_{s,\max} = \mu_s F_N = \mu_s mg = ۰٫۴ \times ۸۰ = ۳۲N$

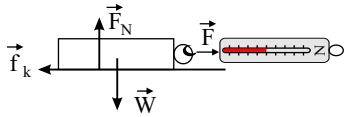
$F > f_{s,\max} \Rightarrow$ جسم حرکت می‌کند

در این صورت نیروی اصطکاک وارد بر جسم با نیروی اصطکاک جنبشی برابر است.

$f_k = \mu_k F_N = \mu_k mg = ۰٫۲۵ \times ۸۰ = ۲۰N$

۱۶ الف) به کمک یک نیروسنج، قطعه چوب را می‌کشیم تا حرکت کند. در بازهٔ زمانی‌که قطعه چوب با سرعت ثابت در حال حرکت است، اندازهٔ نیرویی که نیروسنج نشان می‌دهد برابر است

با نیروی اصطکاک جنبشی، در نتیجه خواهیم داشت:



$$F - f_k = ma \rightarrow F - f_k = 0 \rightarrow F = f_k$$

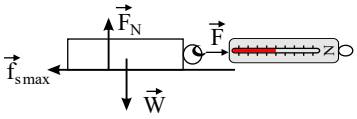
$$F = f_k = \mu_k mg \rightarrow \mu_k = \frac{F}{mg}$$

نیروی F از روی نیروسنج و m را به کمک ترازو به‌دست می‌آوریم.

ب) با وجه دیگر قطعه چوب، آزمایش را تکرار می‌کنیم و سعی می‌کنیم توسط نیروسنج قطعه چوب را با سرعت ثابت بکشیم. عددی که نیروسنج نشان می‌دهد در این شرایط تقریباً برابر حالت قبل می‌باشد. پس نیروی اصطکاک جنبشی به مساحت سطح تماس بستگی ندارد.

۱۷

وسایل لازم: نیروسنج – قطعه‌های چوبی مختلف – ترازو



شرح آزمایش:

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

۲- نیروسنج را به قطعه چوب وصل کرده و سر دیگر نیروسنج را در دست گرفته و بکشید. وقتی جسم در آستانهٔ لغزیدن قرار می‌گیرد عددی که نیروسنج نشان می‌دهد نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه $(f_{s,\max})$ است.

۳- جرم قطعه چوب را با ترازو اندازه‌گیری کرده و از رابطهٔ $F_N = mg$ مقدار نیروی عمودی را محاسبه کنید.

۴- این بار آزمایش را با ۲ قطعهٔ چوبی روی هم انجام دهید. عددی که نیروسنج نشان می‌دهد بیشتر می‌شود.

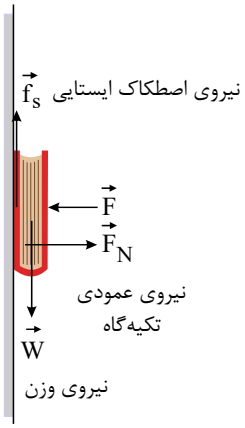
۵- آزمایش را با تعداد بیشتر قطعه چوبی انجام بدهید. باز هم نیروسنج عدد بیشتر را نشان می‌دهد.

۶- اعداد به‌دست آمده از نیروسنج را بر وزن تقسیم کنید.

نتیجه: نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه با مقدار وزن جسم رابطهٔ مستقیم دارد و با تقسیم این نیرو بر وزن عدد ثابتی به‌دست می‌آید.

۱۸

الف)



ب)

$$mg - f_s = ma\ ,\ a = 0 \rightarrow f_s = mg \rightarrow f_s = 2{,}5kg \times 9{,}8N/kg = 24{,}5N$$

پ) خیر – نیروی اصطکاک تغییری نمی‌کند، بلکه برای ثابت ماندن کتاب در راستای افقی نیروی عمودی سطح متناسب با نیرویی که ما وارد می‌کنیم، افزایش می‌یابد.

$$F_N - F = 0 \rightarrow F = F_N$$

۱۹

الف

$$F_{net} = 0 \Rightarrow F_N = mg + F \Rightarrow F_N = 5 \times 10 + 20 = 70N$$

ب عمود بر سطح به طرف پایین (خلاف محور y)

۲۰ الف) می‌دانیم که نیروی خالص وارد بر جسم، معادل اختلاف نیروی پیشران و نیروی مقاومت است. بنابراین داریم:

$$F_{net} = F_{\text{پیشران}} - F_{\text{مقاومت}}$$

$$800 = 1400 - F_{\text{مقاومت}}$$

$$F_{\text{مقاومت}} = 600N$$

ب) در اینجا شتاب قایق به طرف جلو و در جهت نیروی پیشران است. (دقت کنید که در اینجا نیروی خالص در جهت نیروی پیشران است)

$$a = \frac{F_{net}}{m} \qquad a = \frac{۸۰۰}{۴۰۰} = ۲\frac{m}{s^۲}$$