برای خرید و دریافت جزوه کامل ورد به آی‌دی مقابل در تلگرام پیام بدهید: @ng2015

فصل دوم: دینامیک و حرکت دورانی

در تعادلهای طبقه اول ساختمان در کار دانه رفتن، نیروسنجی در وجود حلقه ما می‌گیریم. کابل کشیده، باگشتی عمود، شدت کوتن، دینامیک سواری، حرکت نقطه‌ای، قانون اول نیوتن، قانون دوم نیوتن، قانون سوم نیوتن.

در فصل قبل دیدیم که چگونه می‌توان حرکت یک جسم را توصیف کرد. در این فصل خواهیم دید که چرا جسم به این شکل حرکت می‌کند. به عبارت دیگر، در این فصل به این سؤال پاسخ می‌دهیم که چه عاملی باعث تغییر حرکت جسم می‌شود. برای مثال، وقتی توپ ساکنی را شوت می‌کنیم، از حالت سکون شروع به حرکت می‌کند. یا وقتی توپ در حال حرکتی را دروازه‌بان می‌گیرد، حرکت توپ متوقف می‌شود. در هر دو این موارد، حرکت توپ به دلیل نیروهایی که به آن وارد شده است تغییر کرده است. در این فصل، رابطه بین نیروهای وارد بر یک جسم و حرکت آن را بررسی می‌کنیم.

۲-۱- نیرو و اندازه‌گیری آن

وقتی جسمی را می‌کشیم یا آن را فشار می‌دهیم، می‌گوییم که به آن نیرو وارد می‌کنیم. نیروها برابرند که علاوه بر قواره، دارای جهت نیز هستند. به عبارت دیگر، نیرو کمیتی برداری است. در شکل ۲-۱ دختری در حال کشیدن طناب است. در این مثال، نیروی وارد بر طناب، نیروی دست دختر است. در شکل ۲-۲ نیز دختری در حال فشار دادن دیوار است. در این مثال، نیروی وارد بر دیوار، نیروی دست دختر است.

شکل ۲-۱ نیرو، کمیتی برداری است.

شکل ۲-۲ نیرو، کمیتی برداری است.

نیرو می‌تواند باعث حرکت یک جسم ساکن شود. نیرو می‌تواند باعث توقف یک جسم متحرک شود. نیرو می‌تواند باعث تغییر سرعت یک جسم متحرک شود. نیرو می‌تواند باعث تغییر جهت حرکت یک جسم متحرک شود. نیرو می‌تواند باعث تغییر شکل جسم شود.

۲-۲- قوانین حرکت

اگر به جسمی نیرو وارد نکنیم یا برآیند نیروهای وارد بر آن صفر باشد، جسم یا ساکن می‌ماند یا با سرعت ثابت روی خط راست حرکت می‌کند. اصطلاحاً می‌گوییم جسم در حالت تعادل است. در شکل ۲-۳ نیروهای وارد بر جسم متعادل شده‌اند. در شکل ۲-۴ نیز نیروهای وارد بر جسم متعادل شده‌اند.

شکل ۲-۳ نیروهای وارد بر جسم متعادل شده‌اند.

شکل ۲-۴ نیروهای وارد بر جسم متعادل شده‌اند.

اگر برآیند نیروهای وارد بر جسم صفر نباشد، جسم شتاب دارد. در شکل ۲-۵ برآیند نیروهای وارد بر جسم صفر نیست. در این حالت، جسم شتاب دارد. در شکل ۲-۶ نیز برآیند نیروهای وارد بر جسم صفر نیست. در این حالت، جسم شتاب دارد.

شکل ۲-۵ برآیند نیروهای وارد بر جسم صفر نیست.

شکل ۲-۶ برآیند نیروهای وارد بر جسم صفر نیست.

به عامل سبب تغییرات حرکت جسم، نیرو گفته می‌شود. نیرو عاملی است که حرکت جسم را تغییر می‌دهد. نیرو کمیتی برداری است. نیرو می‌تواند باعث حرکت جسم شود. نیرو می‌تواند باعث توقف یک جسم متحرک شود. نیرو می‌تواند باعث تغییر سرعت جسم شود. نیرو می‌تواند باعث تغییر جهت حرکت جسم شود. نیرو می‌تواند باعث تغییر شکل جسم شود.

مهندس سعید نمازی

برای خرید و دریافت جزوه کامل ورد به آی‌دی مقابل در تلگرام پیام بدهید: @ng2015

مهندس سعید نمازی

برای خرید و دریافت جزوه کامل ورد به آی‌دی مقابل در تلگرام پیام بدهید: @ng2015

مهندس سعید نمازی

برای خرید و دریافت جزوه کامل ورد به آی‌دی مقابل در تلگرام پیام بدهید: @ng2015

مهندس سعید نمازی

برای خرید و دریافت جزوه کامل ورد به آی‌دی مقابل در تلگرام پیام بدهید: @ng2015

مهندس سعید نمازی

برای خرید و دریافت جزوه کامل ورد به آی‌دی مقابل در تلگرام پیام بدهید: @ng2015

مهندس سعید نمازی

برای خرید و دریافت جزوه کامل ورد به آی‌دی مقابل در تلگرام پیام بدهید: @ng2015

مهندس سعید نمازی

برای خرید و دریافت جزوه کامل ورد به آی‌دی مقابل در تلگرام پیام بدهید: @ng2015

مهندس سعید نمازی

برای خرید و دریافت جزوه کامل ورد به آی‌دی مقابل در تلگرام پیام بدهید: @ng2015

مهندس سعید نمازی

برای خرید و دریافت جزوه کامل ورد به آی‌دی مقابل در تلگرام پیام بدهید: @ng2015

مهندس سعید نمازی

برای خرید و دریافت جزوه کامل ورد به آی‌دی مقابل در تلگرام پیام بدهید: @ng2015

مهندس سعید نمازی

برای خرید و دریافت جزوه کامل ورد به آی‌دی مقابل در تلگرام پیام بدهید: @ng2015

مهندس سعید نمازی

برای خرید و دریافت جزوه کامل ورد به آی‌دی مقابل در تلگرام پیام بدهید: @ng2015

مهندس سعید نمازی

برای خرید و دریافت جزوه کامل ورد به آی‌دی مقابل در تلگرام پیام بدهید: @ng2015

مهندس سعید نمازی

برای خرید و دریافت جزوه کامل ورد به آی‌دی مقابل در تلگرام پیام بدهید: @ng2015

مهندس سعید نمازی

برای خرید و دریافت جزوه کامل ورد به آی‌دی مقابل در تلگرام پیام بدهید: @ng2015

مهندس سعید نمازی

برای خرید و دریافت‌جزوه‌کامل ورده آی‌دی‌مقال در تلگرام پیام بدهید: @ng2015

۲- نیروی عمودتا زمانی اثر می‌کند تا جایی که تماس کم‌نشده‌ب چیزی در آستانه قطع‌شدن قرار گرفته‌است در این حالت‌عمدی که نیروسنج نشان می دهد بیشترین مقدار نیروی اصطکاک در آستانه حرکت‌است این عددا برحسب نیوتون بگذارید.

۳- اکنون ماکعب چوبی را بطرف پهنه کنید. او روی سطح قرار دهید و آزمایش را تکرار کنید

۵- با فاکتور گیری جزیی‌های مشترک از فرمول ۲-۲ مقدار «ثابت» در هر آزمایش را محاسبه و درجدول یادداشت کنید.

شماره آزمایش	وزن قطعه	مساحت سطح تماس قطعه با میز	عددی که نیروسنج نشان می‌دهد (نیوتن)	μ_s

۶- همواره‌اعدادی گروهبند. نتیجه‌ها

ب) نیروی اصطکاک جنبشی (دینامیکی): نیروسنج را طوری حرکت دهید جسم ثابت شود که سؤال‌ها، سطح و در حالاتیکه‌ثابت‌ای جسم کمی‌است نیروی‌اصطکاک جنبشی را اندازه‌بگیرید و یادداشت‌می نمایید (مراحل‌شان می دهد که‌قاعدهٔ نیروی اصطکاک جنبشی‌متناسب‌است

(۲-۲)

در این رابطه ثابت‌ظ ضریب اصطکاک جنبشی نام دارد

نحوه‌ی‌آزمایش‌می‌گوید‌که‌با ضریب‌اصطکاک جنبشی‌بیشتر از ضریب‌اصطکاک‌ایستایی‌است. ضریب‌اصطکاک جنبشی‌به عامل هایی‌هم‌ بستگی دارد. ضریب سطح تقریبه‌جسم، سیل‌سطح روی‌آنها و بستگی دارد.

معمولا ضریب اصطکاک جنبشی میان و سطح، کمتر از ضریب‌اصطکاک‌ایستایی‌میان‌همان سطح‌ها است. H حدی

جدول ۲-۲ ضریب های اصطکاک ایستایی جنبشی را نشان می دهد.

جنس سطح	μ_s	μ_k
فولاد روفولاد	۰/۷۴	۰/۵۷
فولاد و روی	۰/۳۷	۰/۲۳
فولاد و برنز	۰/۳۵	۰/۲۱
چوب و فلز	۰/۶۱	۰/۴۷
چوب و چوب	۰/۵۴	۰/۳۲
چوب و چرم	۰/۶۱	۰/۴۴
چوب و فلز مرطوب	۰/۶۵	۰/۴۸
چوب و چوب مرطوب	۰/۶۷	۰/۴۹
چوب و فلز روغن‌کاری‌شده	۰/۱۰	۰/۰۳
چوب و چوب روغن‌کاری‌شده	۰/۱۰	۰/۰۳
لاستیک و بتن	۱/۰۰	۰/۸۰

تمرین

نشان دهید ضریب‌اصطکاک ایستایی وجنبشی‌نمی‌تواند یکاعدد

حل:

آزمایش‌طرح‌می‌کند که با آزمایش:

الف) نیروی اصطکاک جنبشی وارد برجسمی مانند یک‌قطعه‌چوب در حال‌لغزش روی سطح زاغه، بگیرید و با استفاده‌از

ب) شکل دهید نیروی اصطکاک‌جنبشی به طورجسم‌بستگی ندارد

کلیک کنید ← سؤال ۲۹

تمرین

نشان دهید ضریب‌اصطکاک ایستایی وجنبشی‌نمی‌تواند یکاعدد

حل:

آزمایش طرح‌می‌کند که با آزمایش:

الف) نیروی اصطکاک جنبشی وارد برجسمی مانند یک قطعه‌چوب در حال‌لغزش روی سطح زاغه، بگیرید و با استفاده‌از

ب) شکل دهید نیروی اصطکاک‌جنبشی به طورجسم‌بستگی ندارد

کلیک کنید ← سؤال ۲۹

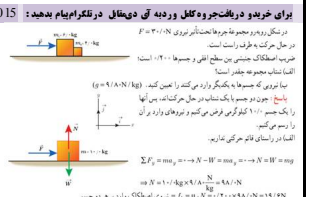
برای خرید و دریافت‌جزوه‌کامل ورده آی‌دی‌مقال در تلگرام پیام بدهید: @ng2015

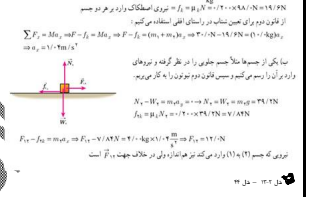
جسم و آن‌های مجموعه‌ی دیگر تماس می کند اگر نیروهای کاملا متقابله‌ای دو نیروی هر کدامشه شود، نمی توانند وجود داشته‌باشند. نیروی عمودی که سطح بر جسم آن‌ها اعمال می‌کند، نیروی اصطکاک نام دارد. نیروی اصطکاک همواره در جهتی است که مانع حرکت نسبی جسم و سطح می‌شود.

سطح معمولی روی هر قرارشده‌ثبت. فقط‌ها برجسته یا ضعف‌ها، بیا می کنید سطح میکروسکوپی نگاهی بسیار کوچک، اثر سطح ناگهانی‌ها شاهری ثابت است (شکل ۲-۲۰ الف). با این‌حال بسیاری ازنقاط تماس با یک‌دیگر جوش می‌خورند. این جوش‌ها وقتی‌که نیروی‌ها دوسطح را روی هم‌نگه، ایجاد اصطکاک‌ایستایی‌می‌کنند. اگر نیروی قرارشده برای کشیدن یک‌سطح بر روی دیگری به حد کافی‌زیاد نباشد، نخست جوش‌ها‌ایزه می‌شود (در اعماد شده‌اند) و سپس سطح‌ها با حرکت‌نسبی‌می‌لغزند. به‌طور پیچیده سطح دشکل و سیرکوه می‌شود و نیروی اصطکاک‌جنبشی‌ایجاد می‌شود.

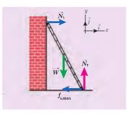
الف) اصطکاک ایستایی: شکل ۲-۲۰ الف. روی یک‌سطح افقی‌ثابت است. ایزه‌جسم در تمام صفحه‌افقی‌روی W (وجموی جاذبه) وارد می‌شود که متعادل می‌شود. N که نیروی عمودی سطح بر جسم است (کوچک و بزرگ‌تر از آن‌ها نیروی W که می‌گیرد‌بطوری که جسم ساکن‌بماند شکل ۲-۲۰ ب). چون جسم بسیاری ازنقاط تماس با سطح، جوش نمی‌خورند، نیروی عمودی N که سطح بر جسم وارد می‌کند، نیروی N که جسم بر سطح وارد می‌کند، نیروی N که جسم بر سطح وارد می‌کند، نیروی N که سطح بر جسم

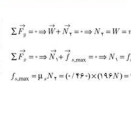
برای خرید و دریافت جزوه کامل ورده آی دی‌مقابل در تلگرام پیام بدهید: @ng2015



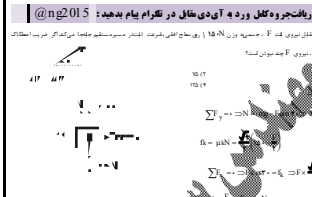


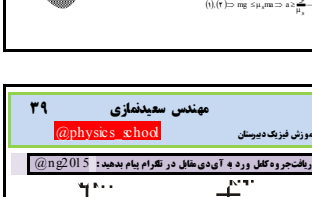
برای خرید و دریافت جزوه کامل ورده آی دی‌مقابل در تلگرام پیام بدهید: @ng2015



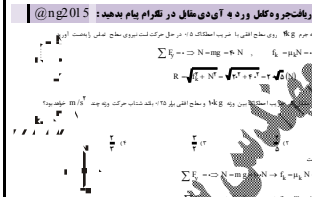


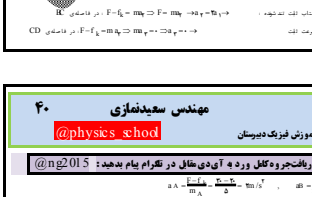
برای خرید و دریافت جزوه کامل ورده آی دی‌مقابل در تلگرام پیام بدهید: @ng2015



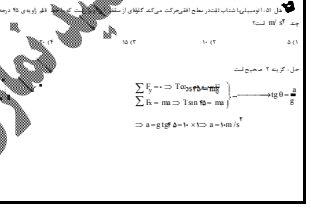


برای خرید و دریافت جزوه کامل ورده آی دی‌مقابل در تلگرام پیام بدهید: @ng2015

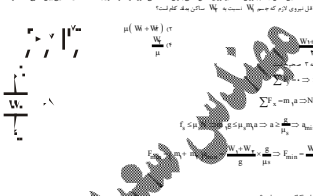


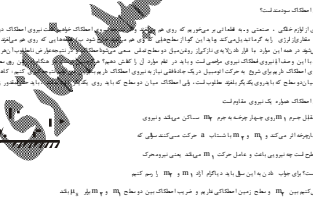


برای خرید و دریافت جزوه کامل ورده آی دی‌مقابل در تلگرام پیام بدهید: @ng2015

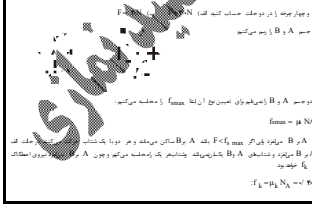


برای خرید و دریافت جزوه کامل ورده آی دی‌مقابل در تلگرام پیام بدهید: @ng2015



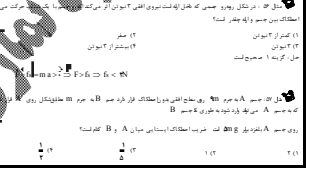


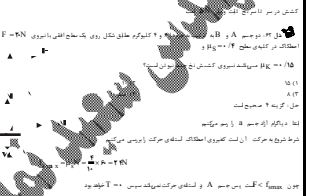
برای خرید و دریافت جزوه کامل ورده آی دی‌مقابل در تلگرام پیام بدهید: @ng2015

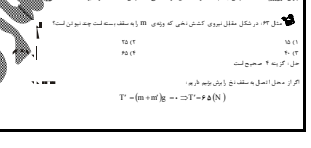


برای خرید و دریافت جزوه کامل ورده آی دی‌مقابل در تلگرام پیام بدهید: @ng2015

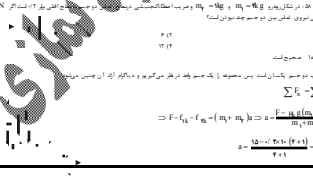
برای خرید و دریافت جزوه کامل ورده آی دی‌مقابل در تلگرام پیام بدهید: @ng2015

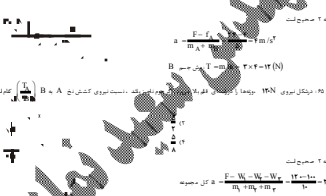


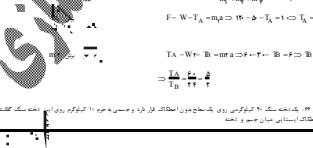




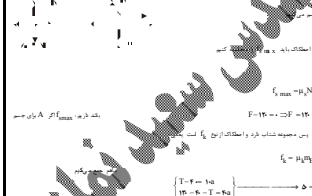
برای خرید و دریافت جزوه کامل ورده آی دی‌مقابل در تلگرام پیام بدهید: @ng2015

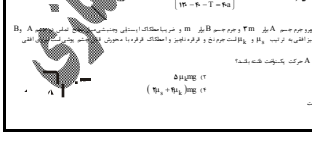




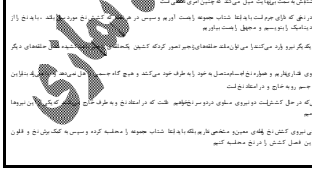


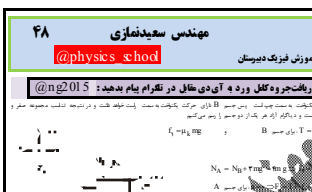
برای خرید و دریافت جزوه کامل ورده آی دی‌مقابل در تلگرام پیام بدهید: @ng2015





برای خرید و دریافت جزوه کامل ورده آی دی‌مقابل در تلگرام پیام بدهید: @ng2015





برای خرید و دریافت جزوه کامل ورده آی دی‌مقابل در تلگرام پیام بدهید: @ng2015

برای خرید و دریافت جزوه کامل ورده آی دی‌مقابل در تلگرام پیام بدهید: @ng2015

برای خرید و دریافت جزوه کامل ورده آی دی‌مقابل در تلگرام پیام بدهید: @ng2015

برای خرید و دریافت جزوه کامل ورده آی دی‌مقابل در تلگرام پیام بدهید: @ng2015

برای خرید و دریافت‌جزوه‌کامل ورده آی‌دی‌مقابل در تلگرام پیام بدهید: @ng2015

مثال ۵۱. تمرین‌شیمی – زمان گچ‌هایی به جرم ۵۰ گرم و سرعت اولیه‌ی $5m/s$ حلقوی شکل مقابل‌است‌قادری حرکت کنند. برنامه‌ی شتاب حرکت چند $kg/m/s$ است؟

۱) ۱۵ ۲) ۳۰ ۳) ۴۵ ۴) ۶۰

حل: گزینه ۲ صحیح‌است

ابتدا شتاب را محاسبه می‌کنیم:

$$a=\frac{v-v_0}{t}=\frac{0-5}{10}=-0.5m/s^2$$

اکنون با توجه به‌این‌که سرعت متحمدر مربع‌است، با تغییرات سرعت می‌توانید مقدار تغییرات سرعت را بعد از ۶۸ ثانیه‌ی حرکت می‌آوریم:

$$\Delta v=at=-0.5\times 68=-34m/s$$

$$\Delta v=V-V_0\Rightarrow -v=-(-5)\Rightarrow V=-v=-34m/s$$

یعنی سرعت در لحظه‌ی $t=8s$ برابر $-34m/s$ است.

کتاب و قانون اول نیوتن:

طبق قانون‌اول نیوتن هرگاه جسمی هیچ‌چیزی اینگونه سرعت آن ثابت میماند و اگر سرعت ثابتمانند یعنی‌توان قانون اول نیوتن را به‌صورت زیر نیز بیان کرد:

هرگاه بر جسمی هیچ‌نیرویی اثر نکند قادری حرکت آن ثابت میماند

قانون یا بیستگی قادری حرکت:

قادری حرکت یک‌جسم (یعنی مجموعه‌ای از چند جسم) کاز خارج‌نیرویی بر آن اثر نکند و ثابت و یا بستگی میکند.

نکته ۱۲. از قانون یا بستگی‌قادر حرکت می‌توان‌بدین‌نتیجه گرفت که کاهش قادری حرکت یکی از قوای متکاه را قوای دیگر متکاه را قوای دیگر متکاه را قوای دیگر

برای خرید و دریافت جزوه کامل و ورده آی دی‌خلال درنگرام‌پیام بدهید: @ng2015

مثال ۶۸- ذره‌ای روی دایره‌ای به شعاع $1m$ دوران می‌کند مسافت پیموده‌شده توسط این ذره و بزرگی‌جابه‌جایی آن در مدت ۲ ثانیه به ترتیب چقدر باشد؟

۱) $\frac{\sqrt{2}}{2}$ متر، $\frac{\sqrt{2}}{2}$ متر ۲) $\frac{\sqrt{2}}{2}$ متر، ۱ متر ۳) ۱ متر، $\frac{\sqrt{2}}{2}$ متر ۴) ۱ متر، ۱ متر

گزینه ۲ صحیح است

$\omega_{av}=\alpha=\frac{\Delta\theta}{\Delta t}\Rightarrow\Delta\theta=\frac{\pi}{6}\times 2=\frac{\pi}{3}$ rad

مسافت طی‌شده دقیقا با طول کمان طی‌شده برابر می‌باشد یعنی

$\Delta S=r.\Delta\theta=\frac{1}{2}\times\frac{\pi}{3}=\frac{\pi}{6}(m)$

$\Delta r=2r\sin\left(\frac{\Delta\theta}{2}\right)=2\times\frac{1}{2}\times\sin\frac{\pi}{6}$ بزرگی جابه‌جایی $\Delta r=1m$

مثال ۶۹- ذره‌ای روی دایره‌ای به شعاع $2m$ کمانی کامل ($\frac{1}{4}$ محیط دایره) را در مدت $1s$ می‌پیماید سرعت خطی متوسط متحرک در این مدت چند m/s است؟ ($\sqrt{2}=1/4$)

۱) $\sqrt{2}$ ۲) $\frac{\sqrt{2}}{2}$ ۳) $2\sqrt{2}$ ۴) $\frac{\sqrt{2}}{4}$

گزینه ۱ صحیح است

$\Delta S=\frac{2\pi r}{4}=\pi\times 2=\pi\Rightarrow\Delta\theta=\frac{\pi}{2}$ rad

$\Delta r=\sqrt{(r-r\cos\theta)^2+(r\sin\theta)^2}=r\sqrt{(1-\cos\theta)^2+\sin^2\theta}=2\sqrt{2-2\cos\theta}=2\sqrt{2}$

$V=\frac{\Delta r}{\Delta t}=\frac{2\sqrt{2}}{1}=2\sqrt{2}$ m/s

برای خرید و دریافت جزوه کامل و ورده آی دی‌خلال درنگرام‌پیام بدهید: @ng2015

مثال ۶۷- سرعت زاویه‌ای چرخش زمین در محور خود، چند برابر سرعت زاویه‌ای عقربه ساعتشمار ساعت است؟

۱) $\frac{1}{24}$ ۲) $\frac{1}{12}$ ۳) ۲ ۴) ۲۴

گزینه ۱ صحیح است

دوران زمین به دور خود $T=24h$ و دوران عقربه ساعتشمار $T'=12h$ است

$\frac{\omega}{\omega'}=\frac{\frac{2\pi}{T}}{\frac{2\pi}{T'}}=\frac{T'}{T}=\frac{1}{2}$

مثال ۶۰۱- خرفی رویسیبر باریکی‌میچرخد. مکان زاویه‌ای ذره در مدت $2s$ از $\frac{\pi}{6}$ به $\frac{\pi}{2}$ رادیان تغییر می‌کند، دوره این حرکت چند ثانیه است؟

۱) ۱۲ ۲) ۶ ۳) ۴ ۴) ۲

گزینه ۲ صحیح است

$\omega=\frac{\Delta\theta}{\Delta t}=\frac{\frac{\pi}{2}-\frac{\pi}{6}}{2}=\frac{\frac{\pi}{3}}{2}=\frac{\pi}{6}$ rad/s

$\omega=\frac{2\pi}{T}\Rightarrow T=\frac{2\pi}{\omega}=\frac{2\pi}{\frac{\pi}{6}}=12s$

مثال ۶۰۲- ذره‌ای در حال حرکت یکنواخت بر مسیر دایره‌ای است این ذره در مدت ۵ دقیقه، ۱۵۰۰ دقیقه زاویه‌ای برابر π رادیان می‌پیماید. سرعت زاویه‌ای این حرکت چند هزار برحسب رادیان بر ثانیه است (به ترتیب از چپ به چپ)

۱) ۲۴ و ۲۴۸ ۲) ۲۴ و ۲۵۱۲ ۳) ۱۸ و ۲۵۱۲ ۴) ۲ و ۲۴۸

گزینه ۲ صحیح است

$f=\frac{N}{t}=\frac{1}{2\times 60}=\frac{1}{120}$ Hz ; $\omega=2\pi f=\pi\times 1=\pi=3/14=25/12$ rad/s

برای خرید و دریافت جزوه کامل و ورده آی دی‌خلال درنگرام پیام بدهید: @ng2015

گزینه ۱ صحیح است

مثال ۶۵- متحرکی در لحظه سوم حرکت چند ثانیه زاویه‌اش $\theta=\frac{\pi}{3}$ rad است؟

۱) $\frac{\pi}{12}$ ۲) $\frac{\pi}{6}$ ۳) $\frac{\pi}{4}$ ۴) $\frac{\pi}{3}$

گزینه ۲ صحیح است

$t=3\Rightarrow\theta=(\frac{\pi}{12})^3+\frac{\pi}{6}\times 3=\frac{\pi}{2}$ rad

$\left.\begin{array}{l}t_1=\frac{\pi}{6}\Rightarrow\theta_1=\frac{\pi}{12}\times\frac{\pi}{6}+\frac{\pi}{6}\times\frac{\pi}{6}=\frac{\pi}{3}\text{ rad}\\ t_2=2\Rightarrow\theta_2=\frac{\pi}{12}\times 2^2+\frac{\pi}{6}\times 2=\frac{\pi}{3}+\frac{\pi}{3}=\frac{2\pi}{3}\text{ rad}\end{array}\right\}\Rightarrow\Delta\theta=\theta_2-\theta_1=\frac{\pi}{3}$ rad

مثال ۶۶- در مثال ۶۵، سرعت زاویه‌ای متوسط ذره در ۲ ثانیه اول چند rad/s است؟

۱) $\frac{\pi}{12}$ ۲) $\frac{\pi}{6}$ ۳) $\frac{\pi}{3}$ ۴) $\frac{\pi}{2}$

گزینه ۱ صحیح است

$\omega_{av}=\frac{\Delta\theta}{\Delta t}=\frac{\frac{\pi}{3}}{2}=\frac{\pi}{6}$ rad/s

مثال ۶۷- کوچک به طول $30cm$ حلقی شکل مطابق شکل مقابل حول نقطه ثابت O می‌چرخد. اگر طول قوس AB برابر 15 سانتی‌متر باشد، زاویه θ چند رادیان است؟

۱) ۰/۱۴۴ ۲) ۰/۱۶ ۳) ۰/۶۰ ۴) ۰/۶۵

گزینه ۱ صحیح است

$S=R\theta\Rightarrow\theta=\frac{S}{R}=\frac{15}{90}=0/16\pi$ rad

برای خرید و دریافت جزوه کامل و ورده آی دی‌خلال درنگرام‌پیام بدهید: @ng2015

مثال ۶۳- ذره‌ای بر مسیر دایره‌ای به مرکز مبدأمختصات حرکت می‌کند مکان‌زاویه‌ای ذره واحدهای $\theta=5t$ به ترتیب $\frac{\pi}{6}$ و $\frac{\pi}{6}$ واین لحظه سرعت زاویه‌ای متوسط این ذره در این مدت چند rad/s است؟

۱) $\frac{\pi}{12}$ ۲) $\frac{\pi}{6}$ ۳) $\frac{\pi}{3}$ ۴) $\frac{\pi}{2}$

گزینه ۲ صحیح است

$\omega_{av}=\frac{\Delta\theta}{\Delta t}=\frac{\frac{\pi}{3}-\frac{\pi}{6}}{5-1}=\frac{\frac{\pi}{6}}{4}=\frac{\pi}{24}$ rad/s

مثال ۶۴- سرعت زاویه‌ای متوسط یک نقطه از لبه‌ی یک چرخ‌فلک در چند دقیقه یک دور کامل می‌زند و معنی کدام‌است؟

۱) ۰/۵ deg/min ۲) $\frac{\pi}{30}$ rad/min ۳) $\frac{\pi}{30}$ rad/h ۴) $\frac{\pi}{30}$ rad/s

گزینه ۲ صحیح است

حرکت وسعی زمین در ۲۴ ساعت، یکبار کامل میشود که در این مدت زمین میچرخد

$\omega=\frac{\Delta\theta}{\Delta t}=\frac{2\pi}{24}=\frac{\pi}{12}$ rad/s

مثال ۶۵- ماه در مدت ۲۷/۳ شبانه روز، یکبار به دور زمین می‌چرخد سرعت زاویه‌ای متوسط ماه در این مدت چقدر است؟

ماه در مدت ۲۷/۳ شبانه روز، تغییرات مکان زاویه‌ای برابر 2π رادیان است

$\Delta t=27/3\times 24\times 3600=2/36\times 10^6$ s $\rightarrow\omega=\frac{\Delta\theta}{\Delta t}=\frac{2\pi}{2/36\times 10^6}=2/66\times 10^{-6}$ rad/s

مثال ۶۶- ذره‌ای بر مسیرذره‌ای به مرکز مبدأمختصات حرکت می‌کند و مکان زاویه‌ای آن با رابطه‌ی $\theta=\frac{\pi}{3}t+\frac{\pi}{3}$ محاسبه می‌شود. این ذره در لحظه $t=0$ چند ثانیه طول می‌کشد تا مکان زاویه‌ای‌اش متحرک چند رادیان شود؟ ($\pi=3$)

۱) $\frac{\pi}{12}$ ۲) $\frac{\pi}{6}$ ۳) $\frac{\pi}{12}$ ۴) صفر

برای خرید و دریافت جزوه کامل و ورده آی دی‌خلال درنگرام پیام بدهید: @ng2015

$V=r\omega=(Rcos36^\circ)\omega=3\times 0/8\times\frac{\pi}{2}=3\pi/2=4/71$ m/s

نکته ۲۰ عرض جغرافیایی یک نقطه از زمین، زاویه‌ای است که دماغ کره‌ی زمین در آن نقطه با سطح استوا میسازد.

مثال ۶۰۷- کره‌ی زمین با سرعت ۱۵/۷ m/s در محیط دایره‌ای به شعاع ۵ متر می‌چرخد. بزرگی سرعت متوسط متحرک در مدت $\frac{1}{4}$ دقیقه چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۱۵/۵ ۲) ۷۵ ۳) ۱۵/۵ ۴) ۱۵

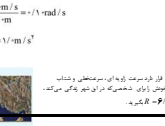
گزینه ۲ صحیح است

$V=r\omega\Rightarrow 15/7=5\omega\Rightarrow\omega=\frac{15/7}{5}$ rad/s

$\omega=\frac{\Delta\theta}{\Delta t}=\frac{3}{15/7}=\frac{\pi}{5}\Rightarrow\Delta t=5s$;

$\bar{V}=\frac{\Delta r}{\Delta t}=\frac{6}{5}=1/2$ m/s

برای خرید و دریافت جزوه کامل و ورده آی دی‌خلال درنگرام پیام بدهید: @ng2015



پیش‌

شتاب‌دهنده در حرکت شرهای یکنواخت چون $\Delta\vec{V}$ هم‌سوبا این تغییر سرعت نکته‌ی آن این بود با

مثال ۶۰۸- حل ۱۰۸

خودرویی در یک میدان به شعاع ۱۰۰ m با تندی ثابت ۷۲km/h در حال دوران است. شتاب مرکزگرای خودرو چند m/s^2 است؟

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۸ ۴) ۱۶

پاسخ: با توجه به داده‌های مسئله بعنی‌شتاع و تندی، می‌توانیم از رابطه‌های مربوط به شتاب مرکزگرا استفاده کنیم. کمیت‌ها تبدیل واحد لازم شده و سپس کمیت‌های عبارت شده را ست می‌کنیم.

$v=36/\frac{km}{h}\times\frac{(1000m)}{(1km)}\times\frac{(1h)}{(3600s)}=10/m/s$

$v=r\omega\rightarrow\omega=\frac{v}{r}=\frac{10/m/s}{100m}=0/1$ rad/s

$a=\frac{v^2}{r}=\frac{(10/m/s)^2}{100m}=1/m/s^2$

تمرین:

شهر لندان، در خط جغرافیایی ۳۰ درجه شمالی قرار دارد سرعت زاویه‌ای، سرعتخطی و شتاب مرکزگرای ناشی از حرکت دوزی زمین به دورخطش (برای شخصی‌که در آن شهر زندگی می‌کند، محاسبه کنند شعاع زمین $R=6/4\times 10^6$ m است.

برای خرید و دریافت جزوه کامل و ورده آی دی‌خلال درنگرام پیام بدهید: @ng2015

نکته ۱۷ هرگاه یک جسم‌صلب حول مرکز جرم در حال چرخش باشد، مشاهده‌یک حلقه مرکزی، بعرض، تمام‌نقاط‌جسم سرعت زاویه‌ای یکسان‌دارند. هرچه فاصله از مرکز دوران بیشتر شود سرعت خطی بیشتر می‌شود. به عنوان مثال در شکل مقابل داریم

$\omega_A=\omega_B$ ، $r_A<r_B\Rightarrow V_A<V_B$

نکته ۱۸ تمام‌نقاط‌جسم‌صلب در حرکت دورانی سرعت زاویه‌ای یکسان دارند. سرعت زاویه‌ای یک ساعت‌شماری ثانیه‌شمار برابر $\omega=\frac{2\pi}{T}=2/7\times 10^{-3}$ rad/s است. سرعت زاویه‌ای یک ساعت‌شماری دقیقه‌شمار برابر $\omega=\frac{2\pi}{T}=1/7\times 10^{-3}$ rad/s است. سرعت زاویه‌ای یک ساعت‌شماری ساعت‌شمار برابر $\omega=\frac{2\pi}{T}=0/7\times 10^{-4}$ rad/s است. نقطه‌های مختلف‌سرعت‌زاویه‌ای‌یکسان‌دارند، ولی سرعت خطی متفاوت‌که میتوانند متناسب‌با فاصله‌شان از مرکز دوران تغییر کنند. بیشترین مقدار سرعت خطی عبارت است از سرعت خطی نقطه‌ای که بیشترین فاصله را تا مرکز دوران دارد. به عنوان مثال در سطح زمین و روی استوا بیشترین مقدار سرعت خطی حدود $465m/s$ است و هرچه از سطح زمین و روی استوا میرفتیم بزرگی سرعت خطی کاهش می‌یافت. همچنین سرعت خطی بیشترین مقدار خود را در سطح زمین دارد و هرچه از سطح زمین فاصله می‌گرفتیم سرعت خطی کاهش می‌یافت. حرکت می‌کنیم سرعت خطی کاهش می‌یابد.

نکته ۱۹ هرگاه یک نقطه به عرض جغرافیایی θ نسبت به سطح زمین (مرکز زمین) با مرکز زمین به شعاع R حرکت کند، سرعت خطی نقطه‌ی A میتواند شعاع دسته‌ی‌دایره‌ای که A میپیماید، AB و OAB در مثلث قائم‌الزاویه OAB باشد، داریم:

$\cos\theta=\frac{OA}{OA}=\frac{r}{R}\Rightarrow r=R\cos\theta$

θ یعنی عرض جغرافیایی است داریم:

$\omega_A=\omega_B=\omega=\frac{2\pi}{T}=7/3\times 10^{-5}$ rad/s

$V_A=r\omega\Rightarrow V_A=(R\cos\theta)\omega$

مثال ۶۰۵- نقطه‌ی A بر روی سطح زمین و نقطه‌ی B بر روی ماه قرار دارد. اگر سرعت خطی نقطه‌ی A برابر $465m/s$ باشد، سرعت خطی نقطه‌ی B چقدر است؟ ($\cos 60^\circ=0/5$ ، $\sqrt{3}=1/7$)

$\frac{V_A}{V_B}=\frac{r_A}{r_B}=\frac{R\cos\theta}{R}=\cos\theta$

۱) ۲۳۲ ۲) ۲۴۴ ۳) ۳۶۵ ۴) ۴۶۵

گزینه ۲ صحیح است

مثال ۶۰۶- شعاع شهری در عرض جغرافیایی حدود 37° شمالی‌قرار دارد شعاع زمین دران مکان $6378km$ است. سرعت خطی شهر نو از چرخش زمین به دور خود چند km/h است؟ (یک شبانه روز حدود $1/7\times 10^5 s$ است)

۱) ۴۶۵ ۲) ۳۶۵ ۳) ۲۴۴ ۴) ۲۳۲

گزینه ۲ صحیح است

$\omega=\frac{\Delta\theta}{\Delta t}=\frac{2\pi}{2/7\times 10^5}=2/3\times 10^{-5}$ rad/s

برای خرید و دریافت جزوه کامل و ورده آی دی‌خلال درنگرام‌پیام بدهید: @ng2015

نکته ۲۱ برای مقدار سرعت خطی حرکت‌های یکنواخت می‌توانیم چنین بنویسیم

$a=\frac{V^2}{r}=r\omega^2=V.\omega\Rightarrow\frac{\Delta v}{\Delta t}=\left(\frac{r_2}{r_1}\right)\left(\frac{\omega_2}{\omega_1}\right)^2=\left(\frac{r_2}{r_1}\right)\left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2=\left(\frac{\Delta\theta_2}{\Delta\theta_1}\right)^2=\left(\frac{\Delta t_2}{\Delta t_1}\right)^2$

نکته ۲۲ طبق تعریف نکته‌ها بالا، در حرکت‌های یکنواخت چون $\Delta\vec{V}$ هم‌سوبا این تغییر نکته‌ها نیز طبقه‌بندی نکته‌ها بالا است.

$\Delta V=\sqrt{V_1^2+V_2^2-2V_1V_2\cos\omega t}\xrightarrow{V_1=V_2=V}\Delta V=2V\sin\left(\frac{\omega t}{2}\right)$

بنابراین تغییر نکته در حرکت‌های زمانی یکنواخت، از رابطه‌ی مقابل‌به‌دست‌می‌آید.

$\Delta\vec{P}=m\Delta\vec{V}\Rightarrow\Delta P=2mV\sin\left(\frac{\omega t}{2}\right)$

نکته ۲۳ اگر جسم کیهانی به جرم m با سرعت زاویه‌ای ثابت ω حرکتی به شعاع r حول سیاره‌ای انجام می‌دهد بزرگی نکته‌ی آن این بود با

$P=mV=m\omega r$ اندازه‌ی حرکت

$k=\frac{1}{2}mV^2=\frac{1}{2}m\omega^2r^2$ انرژی جنبشی

مثال ۶۰۹- شتاب مرکزگرای‌یک هواپیما $\vec{F}=m\vec{a}$ که سرعت $900km/h$ بر روی کمانی‌دایره‌ای به شعاع $2km$ تغییر می‌کند، چند برابر g است؟ ($g=10m/s^2$)

۱) $2g$ ۲) $4g$ ۳) $6/4g$ ۴) $8g$

گزینه ۲ صحیح است

$a=\frac{V^2}{r}=\frac{(250m/s)^2}{2000m}=31/25m/s^2=3/2g$

مثال ۶۱۰- در یک چرخ فلک افقی به شعاع ۵ متر زمان لازم‌برای یک دور کامل چرخیدن ۶ ثانیه‌است شتاب مرکزگرای چند m/s^2 است؟

برای خرید و دریافت جزوه کامل و ورده آی دی‌خلال درنگرام‌پیام بدهید: @ng2015

گزینه ۲ صحیح است

$a=\frac{V^2}{r}=r\omega^2=r\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2=0/5\times\frac{4\times 10}{(2)^2}=12/5m/s^2$

مثال ۶۱۱- شعاع زمین $6400km$ و سرعت زاویه‌ای $7/3\times 10^{-5}$ rad/s است. بزرگی شتاب مرکزگرای نقطه‌ای از سطح زمین که در عرض جغرافیایی 60° قرار دارد، تقریبا چند m/s^2 است؟ ($\cos 60^\circ=0/5$)

۱) $1/6$ ۲) $2/4\times 10^{-2}$ ۳) $2/4$ ۴) $2/4\times 10^2$

گزینه ۲ صحیح است

$a=\frac{V^2}{r}=r\omega^2=(R\cos 60^\circ)\omega^2=6400\times 10^3\times\frac{1}{2}\times(7/3\times 10^{-5})^2=1/7m/s^2$

مثال ۶۱۲- فاصله‌ی شتاب مرکزگرا و سرعت خطی متحرکی که بر مسیر دایره‌ای حرکت می‌کند یکبه دوی متحرک چند دایره است؟

۱) π ۲) 2π ۳) 3π ۴) 4π

گزینه ۲ صحیح است

$a=\frac{V^2}{r}\Rightarrow\frac{a_1}{a_2}=\frac{V_1^2}{V_2^2}\times\frac{r_2}{r_1}=1\times\frac{r_2}{r_1}\Rightarrow\frac{r_2}{r_1}=4\Rightarrow r_2-r_1=3r_1\Rightarrow T=3\pi(s)$

مثال ۶۱۳- اتومبیلی‌حرکت یکنواخت قت، دوچرخه‌سواری‌حادثه‌ای به‌شعاع‌های R_1 و $R_2=4R_1$ دور می‌زند. نسبت شتاب اتومبیل در این دو پیچ $\frac{a_1}{a_2}$ کدام‌است؟

۱) $\frac{1}{4}$ ۲) $\frac{1}{2}$ ۳) ۲ ۴) ۴

گزینه ۲ صحیح است

$a=\frac{V^2}{r}\Rightarrow\frac{a_1}{a_2}=\frac{\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^2}{\left(\frac{r_1}{r_2}\right)}=\frac{V_1=V_2}{}\frac{r_2}{r_1}=\frac{1}{4}$

برای خرید و دریافت جزوه کامل و ورده آی دی‌خلال درنگرام‌پیام بدهید: @ng2015

$a=r\omega^2\Rightarrow\frac{a_1}{a_2}=\frac{r_1}{r_2}\left(\frac{\omega_1}{\omega_2}\right)^2=\frac{r_1}{r_2}\left(\frac{\frac{2\pi}{T_1}}{\frac{2\pi}{T_2}}\right)^2=\frac{r_1}{r_2}\left(\frac{T_2}{T_1}\right)^2=1$

مثال ۶۱۴- کامیونی با سرعت ثابت m روی دایره‌ای به شعاع R دوران می‌کند. سرعت زاویه‌ای چرخ‌های کامیون چند برابر سرعت زاویه‌ای چرخ‌های اتومبیلی است که با همان سرعت خطی روی جاده‌ای به شعاع $2R$ دوران می‌کند؟ (چرخ‌های اتومبیل و کامیون هم‌شعاع‌اند.)

۱) $\frac{1}{2}$ ۲) $\frac{1}{4}$ ۳) ۲ ۴) ۴

گزینه ۱ صحیح است

$\left.\begin{array}{l}\omega_1=\frac{V}{R}\\ \omega_2=\frac{V}{2R}\end{array}\right\}\Rightarrow\frac{\omega_1}{\omega_2}=\frac{2R}{R}=2$

برای خرید و دریافت جزوه کامل و ورده آی دی‌خلال درنگرام پیام بدهید: @ng2015

مثال ۶۱۷- خرفی به جرم m روی دایره‌ای به شعاع R بطور یکنواخت حرکت دارد. اگر تندی زاویه‌ای خرفی ω باشد، تندی خطی آن چند است؟

۱) $\frac{1}{2}m\omega R$ ۲) $\frac{1}{2}m\omega R$ ۳) $\sqrt{2}m\omega R$ ۴) $\sqrt{2}m\omega R$

گزینه ۲ صحیح است

$\Delta P=m\Delta V=m\sqrt{V^2+V^2}=\sqrt{2}mV=\sqrt{2}m\omega R$

مثال ۶۱۷- خرفی به شعاع ۰/۵ متر حرکت یکنواخت دارد اگر تندی جنبشی خرف ۰/۲ ژول باشد، شتاب‌دهنده‌ی خرف چند m/s^2 است؟ (فیزیس انجیی - ۹۳)

۱) ۰/۴ ۲) ۰/۸ ۳) ۱/۲۵ ۴) ۱۰

گزینه ۲ صحیح است

$k=\frac{1}{2}mV^2\Rightarrow V^2=\frac{2k}{m}=\frac{2\times 0/2}{0/1}=4\Rightarrow a=\frac{V^2}{r}=\frac{4}{0/5}=8m/s^2$

مثال ۶۱۸- جسمی به جرم m روی دایره‌ای به شعاع R بطور یکنواخت با تندی V حرکت می‌کند. نیروی وارد بر جسم یک‌چهارم دور چند است؟ (سیزدی ریاضی - ۹۰)

۱) صفر ۲) $\frac{mV^2}{R}$ ۳) $\frac{\sqrt{2}mV^2}{R}$ ۴) $\frac{2mV^2}{R}$

گزینه ۳ صحیح است

در حرکت دایره‌ای یکنواخت به جسم $\Delta\vec{V}=\vec{V}_2-\vec{V}_1$ و $\vec{F}=m\vec{a}$ هم‌سوبا $\Delta\vec{V}$ است.

$\Delta V=\sqrt{V^2+V^2}=\sqrt{2}V\Rightarrow F=\sqrt{2}\frac{mV^2}{R}$

مثال ۶۱۹- اتومبیلی‌سرعت ثابت $72km/h$ روی یک‌جاده‌افقی در حرکت است اگر شعاع یکی از چرخ‌های اتومبیل $20cm$ باشد، شتاب مرکزگرای نقطه‌ای از روی محیط چرخ قرار گرفته چقدر است؟

برای خرید و دریافت جزوه کامل و ورده آی دی‌خلال درنگرام پیام بدهید: @ng2015

۱) $80m/s^2$ ۲) $160m/s^2$ ۳) $320m/s^2$ ۴) $640m/s^2$

گزینه ۲ صحیح است

$V=\frac{2\pi r}{T/2\pi}=2\pi\times 5=10\pi$ m/s $\rightarrow a=\frac{V^2}{r}=\frac{(10\pi)^2}{5}=160\pi$ m/s

نیروی مرکزگرا: نیروی یکنواخت در پدیده‌ای حرکت‌های یکنواخت از قانون دوم نیوتن هم شناخت یک جسم‌نیروی خاص‌نیاز است. برآیند نیروهای وارد بر جسم‌نیروی خاص‌باید در جهت شعاع دایره‌ای به سمت مرکز دایره‌ای باشد. این نیروی خاص که جهتش همواره به سمت مرکز دایره‌ای است نیروی مرکزگرا نامیده می‌شود. بنابراین در حرکت دایره‌ای یکنواخت برآیند نیروهای وارد بر جسم‌نیروی مرکزگرا است. نیروی مرکزگرا نیز فیلی وارد می‌شود. عبارت دیگر نیروی مرکزگرا نیروی است که باعث می‌شود جسم‌نیروی مرکزگرا به طرف مرکز دایره‌ای حرکت کند

برای خرید و دریافت جزوه کامل ورد به آی‌دی @ng2015 در تلگرام پیام بدهید:

مثال ۱۲۹ - دو گلوله یکسان A و B هرکدام بجرم m توسط ریسمانی که از سوراخی در یک میله‌ی بدون اصطکاک و رشدنقت به یکدیگر معلق شده‌اند. گلوله‌ی B روی سطح افقی‌سدون اصطکاکدون میله قاعده‌ی سطح میز گلوله‌ی B است $r=۴۰cm$ و گلوله B با جه‌سبت $\omega=۵rad/s$ می‌چرخد. بزرگ‌ترین A چه‌قدر باشد تا گلوله B از سطح میز جدا نشود؟

۱) $۲N$ ۲) $۴N$ ۳) $۵N$ ۴) $۶N$

گزینه ۲ صحیح است

$$T=mg\cos\theta \Rightarrow mv^2=mg\cos\theta\times r\cos\theta \Rightarrow v=\sqrt{gr\cos^2\theta}=\sqrt{۱۰\times۰/۴\times\frac{۱}{۴}}=۱m/s$$

$$T=mg\cos\theta \Rightarrow T=۱\times۱۰\times\frac{۱}{۲}=۵N$$

مثال ۱۳۰ - جسمی به جرم $۱kg$ به‌انتهای فنری به طول عادی $۲۰cm$ بسته شده و فنر را $۲۰cm$ کشیده‌ایم و سپس به دیگر فنر، از روی یک سطح افقی بدون اصطکاکی به طور یکنواخت می‌کشیم (R فنر ثابتی $۲۰cm$ است). اگر سرعت جسم وقتی به $۲۰cm$ برسد $۲m/s$ باشد، ثابت فنر دوم چند N/m است؟

۱) ۱۰۰ ۲) ۱۲۰ ۳) ۱۴۰ ۴) ۱۶۰

گزینه ۱ صحیح است

$$\frac{۱}{۲}mv^۲=\frac{۱}{۲}k_۱x_۱^۲+\frac{۱}{۲}k_۲x_۲^۲ \Rightarrow ۲=\frac{۱}{۲}\times۱۰۰\times۰/۲^۲+\frac{۱}{۲}k_۲\times۰/۲^۲ \Rightarrow k_۲=۱۰۰N/m$$

مثال ۱۳۱ - طبق فرض‌مسئله با وزنی متصل به آن در حالت تعادل $۶۳cm$ است. اگر وجاجم این وزنه را تا $۵cm$ بکشیم و سپس رها کنیم، وجاجم وزنه در هر ثانیه چند بار از حالت تعادل می‌گذرد؟ (در طول حرکت فنر همواره در حالت کشیده است)

۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۱۵ ۴) ۲۰

گزینه ۲ صحیح است

$$T=\frac{۱}{f}=\frac{۲\pi}{\omega}=۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}}=۲\pi\sqrt{\frac{۰/۱}{۱۰}}=\frac{\pi}{۵}s \Rightarrow f=۵Hz$$

برای خرید و دریافت جزوه کامل ورد به آی‌دی @ng2015 در تلگرام پیام بدهید:

مثال ۱۳۲ - ضریب اصطکاک بین یک سکه و صفحه‌ی افقی در حال دوران (سکه روی صفحه‌ی افقی‌دوران دارد) ۰/۵ است. این صفحه با سرعت زاویه‌ای ثابت rad/s می‌چرخد. سکه را حداکثر در چه فاصله‌ای از مرکز دوران می‌توان قرار داد تا نلغزد؟ $g=۹/۸N/kg$

۱) ۲/۴m ۲) ۴/۹m ۳) ۹/۸m ۴) ۱۹/۶m

گزینه ۲ صحیح است

$$f_{max}=m\omega^۲r \Rightarrow \mu mg=m\omega^۲r \Rightarrow r=\frac{\mu g}{\omega^۲}=\frac{۰/۵\times۹/۸}{۱^۲}=۴/۹m$$

مثال ۱۳۳ - اتومبیلی از سطح زمین با سرعت ثابت شروع به حرکت می‌کند و پس از طی مسافت $۱۰۰m$ با سرعت $۲۰m/s$ از سطحی دیگر می‌گذرد. اگر جرم اتومبیل $۱۰۰kg$ باشد، کار نیروی اصطکاک در این مسافت چند ژول است؟

۱) -۲۰۰۰ ۲) -۴۰۰۰ ۳) -۶۰۰۰ ۴) -۸۰۰۰

گزینه ۲ صحیح است

$$W_f=\Delta K=\frac{۱}{۲}mv^۲-\frac{۱}{۲}mv_۰^۲=\frac{۱}{۲}\times۱۰۰\times۲۰^۲-\frac{۱}{۲}\times۱۰۰\times۴۰^۲=-۶۰۰۰J$$

پیچ اقلی جلقه‌ها:

هرگاه اتومبیلی به یک‌پیچ‌تند برسد، اگر توسط نیروی اصطکاک جلبی که از طرف جاده‌به اتستیک وارد می‌شود نلغزد و بتواند آن پیچ را طی کند، می‌گوییم اتومبیل بدون لغزش یا با غلتش خالص از پیچ عبور می‌کند. اصطکاک از نوع اصطکاک ایستایی بوده و در این حالت بیشترین سرعت اتومبیل زمانی‌است که نیروی اصطکاک جلبی بیش از اصطکاک در اختیار به حداکثر مقدار خود برسد.

$$F=f_{s_{max}} \Rightarrow \frac{mv_{max}^۲}{r}=\mu_s mg \Rightarrow v_{max}=\sqrt{\mu_s gr}$$

مثال ۱۳۴ - ضریب اصطکاک بین جاده و لاستیک‌های اتومبیل $۰/۵$ است. بیشترین سرعتی که اتومبیل می‌تواند با آن جاده‌ی دایره‌ای به شعاع $۴۰m$ را طی کند بدون آن‌که بلغزد چند m/s است؟ $g=۱۰m/s^۲$

۱) ۱۵ ۲) ۲۰ ۳) ۲۵ ۴) ۳۰

گزینه ۳ صحیح است

$$v_{max}=\sqrt{\mu_s gr}=\sqrt{۰/۵\times۱۰\times۴۰}=۱۴m/s$$

برای خرید و دریافت جزوه کامل ورد به آی‌دی @ng2015 در تلگرام پیام بدهید:

مثال ۱۳۵ - یک سکه‌ی فلزی به جرم $۱۰g$ را از یک فاصله‌ی $۱۰cm$ بالاتر از یک قرقره‌ی بدون اصطکاک رها می‌کنیم. این سکه به یک فنر قائم به ثابت $۱۰۰N/m$ برخورد می‌کند و فنر را فشرده می‌کند. بیشترین فشردگی فنر چند cm است؟ $g=۱۰m/s^۲$

۱) ۱۰ ۲) ۱۵ ۳) ۲۰ ۴) ۲۵

گزینه ۲ صحیح است

$$mg(h+x)=\frac{۱}{۲}kx^۲ \Rightarrow ۰/۰۱\times۱۰(۰/۱+x)=\frac{۱}{۲}\times۱۰۰x^۲ \Rightarrow ۵x^۲-x-۰/۱=۰ \Rightarrow x=۰/۱m=۱۰cm$$

برای خرید و دریافت جزوه کامل ورد به آی‌دی @ng2015 در تلگرام پیام بدهید:

کمان‌ها این‌روزها را نمی‌توان وسایل بازی دانست. به‌طوری‌که در بعضی کشورها از آن به‌عنوان یک سلاح جنگی استفاده می‌شود. در شکل زیر یک کمان نشان داده شده است. اگر وزن هر یک از دو بازوی کمان $۱۰N$ و طول هر بازو $۱m$ باشد و وزن وتر کمان ناچیز باشد، برای کشیدن وتر به اندازه‌ی $۰/۵m$ چه نیروی F لازم است؟

۱) $۱۰N$ ۲) $۱۵N$ ۳) $۲۰N$ ۴) $۲۵N$

گزینه ۲ صحیح است

$$\tau_F=\tau_{mg} \Rightarrow F\times۰/۵=۱۰\times۱ \Rightarrow F=۲۰N$$

برای خرید و دریافت جزوه کامل ورد به آی‌دی @ng2015 در تلگرام پیام بدهید:

مثال ۱۳۶ - جسم A میله‌ی نازک یکنواخت به طول $۱۲۰cm$ و جرم $۲kg$ است. یک سر میله‌ی A را به سقف و سر دیگر آن را به جسم B به جرم $۱kg$ متصل کرده‌ایم. اگر جسم B را از سطح زمین $۱۰۰cm$ بالاتر ببریم و رها کنیم، با چه سرعتی به زمین برخورد می‌کند؟ $g=۱۰m/s^۲$

۱) $۲m/s$ ۲) $۳m/s$ ۳) $۴m/s$ ۴) $۵m/s$

گزینه ۲ صحیح است

$$mgh=\frac{۱}{۲}mv^۲+\frac{۱}{۲}I\omega^۲ \Rightarrow ۱\times۱۰\times۱=\frac{۱}{۲}\times۱\times v^۲+\frac{۱}{۲}\times\frac{۱}{۳}\times۲\times۱^۲\times\left(\frac{v}{۱}\right)^۲ \Rightarrow v=۳m/s$$

برای خرید و دریافت جزوه کامل ورد به آی‌دی @ng2015 در تلگرام پیام بدهید:

مثال ۱۳۷ - جسم A میله‌ی نازک یکنواخت در صورتی که فاصله‌ی بین B و C برابر $۲m$ و جرم B برابر $۱kg$ و جرم C برابر $۲kg$ باشد، A چه جرمی باید داشته باشد تا سیستم در حال تعادل باقی بماند؟ (محل اتصال A به B و C مفصلی است.)

$$m_C=۱kg \quad m_B=۲kg \quad m_A=?$$

$$\sum M_{B_A}=R'A\times G=\frac{m_A m_B}{r}G=\left(\frac{T}{\omega^۲}\right)^{\frac{۲}{۳}}\frac{m_C}{m_B}G \Rightarrow \frac{T=۱}{\omega=۱}\Rightarrow T=۱s \Rightarrow \frac{T=۱}{\omega=۱/۵A=۲}\Rightarrow T=۱/۵A^{\frac{۲}{۳}} \Rightarrow m_A=۱kg$$

حرکت ماهواره‌ها :

حالتی شکل اگر ماهواره‌ی درشعاع r از مرکز زمین حرکت دایره‌ای یکنواخت داشته باشد، ماهواره را می‌توان ذره فرض کرد. اگر اثر اصطکاک ناچیز فرض شود تنها نیروی وارد بر ماهواره نیروی گرانش است که همواره سوی مرکز زمین است بنابراین در حرکت ماهواره‌ها نیروی جلب مرکز همان نیروی گرانش است. اگر M جرم زمین و m جرم ماهواره و r فاصله‌ی ماهواره از مرکز زمین باشد، داریم:

$$F=G\frac{Mm}{r^۲}=\frac{mv^۲}{r}$$

ماهواره در حال سقوط آزاد به سمت مرکز زمین است.

سرعت فرار: کمترین سرعتی که باید به جسمی داد تا از میدان گرانش زمین خارج شود، سرعت فرار نامیده می‌شود. اگر R شعاع زمین باشد، سرعت فرار از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$v=\sqrt{\frac{GM}{R}}=\sqrt{gR}$$

برای خرید و دریافت جزوه‌کامل وردبه آی‌دی‌خال درتلگرام‌پیام بدهید: @ng2015

می‌توانیم پایه‌ی قوی را به کمک شتاب گرانشی در سطح زمین ساده کنیم بدهیم.

$$g=G\frac{M}{R^۲} \Rightarrow GM=gR^۲ \Rightarrow V=R\sqrt{g}$$

نکته ۲۴ سرعت مداری یک ماهواره از مرکز زمین تنها یک‌ارتباط پایه‌ی زیر بدست می‌آید

$$V=\sqrt{\frac{GM}{r}}=R\sqrt{\frac{g}{r}}$$

می‌توانیم سرعت زاویه‌ای ماهواره را از پایه‌ی $V=\omega r$ بدانیم بدهیم.

$$\omega=\frac{V}{r}=R\sqrt{\frac{g}{r^۳}} \Rightarrow \omega=R\sqrt{\frac{g}{r^۳}}$$

و برای محاسبه‌ی دوره ماهواره می‌توان از پایه‌ی $\omega=\frac{۲\pi}{T}$ استفاده کرد.

$$T=\frac{۲\pi}{\omega}=\frac{۲\pi}{R}\sqrt{\frac{r^۳}{g}} \Rightarrow T=\frac{۲\pi r}{R}\sqrt{\frac{r}{g}}$$

نکته ۲۵ طبق‌پایه‌ی $V=\sqrt{\frac{GM}{r}}$ مشخص می‌شود که V و r یک‌رابطه‌ی عکس دارند. یعنی هرچه شعاع مدار ماهواره بیشتر باشد، سرعت مدار آن کمتر خواهد بود.

نکته ۲۶ اگر ماهواره تقریباً در نزدیکی سطح زمین به دور زمین بچرخد ($r\approx R$) سرعت ماهواره چندین برابر سرعت ماهواره‌ی دور از زمین است.

نکته ۲۷ نیروی مرکز گرای ماهواره، نیروی وزن ماهواره می‌باشد یعنی $\frac{mv^۲}{r}=mg$

نکته ۲۸ شتاب مرکز گرای ماهواره می‌باشد گانی ماهواره است یعنی $a=g$

نکته ۲۹ سرعت ماهواره و دوره‌ی حرکت ماهواره از جرم ماهواره مستقل است.

نکته ۳۰ می‌توانیم سرعت ماهواره و دوره‌ی حرکت ماهواره را برحسب جرم و شعاع زمین چنین بنویسیم

$$V=\sqrt{GM}\,r^{-\frac{۱}{۲}} \quad T=\frac{۲\pi}{\sqrt{GM}}r^{\frac{۳}{۲}}$$

برای خرید و دریافت جزوه‌کامل وردبه آی‌دی‌خال درتلگرام‌پیام بدهید: @ng2015

نکته ۳۱ هرگاه دوجسم‌کره درخلاء در نزدیکی سطح زمین رها شوند، در هر ثانیه سرعت آن‌ها g واحد زیاد می‌شود. بنابراین تفاوت سرعت آن‌ها همواره ثابت است.

نکته ۳۲ هرگاه دوجسم‌کره درخلاء در نزدیکی سطح زمین رها شوند، در هر ثانیه فاصله‌ی آن‌ها g واحد زیاد می‌شود. بنابراین تفاوت سرعت آن‌ها همواره ثابت است.

نکته ۳۳ هرگاه قطعه‌ی A در مداری به شعاع r_A و ماهواره‌ی B در مداری به شعاع r_B حول سیاره‌ی به جرم M در حال گردش باشد، داریم

$$\frac{V_A}{V_B}=\sqrt{\frac{r_B}{r_A}} \quad \frac{T_A}{T_B}=\sqrt{\frac{r_A^۳}{r_B^۳}}$$

نکته ۳۴ هرگاه قطعه‌ی A در مداری به شعاع r_A و ماهواره‌ی B حول سیاره‌ی به جرم M در حال گردش باشد، داریم

$$\frac{V_A}{V_B}=\sqrt{\frac{M_A r_B}{M_B r_A}} \quad \frac{T_A}{T_B}=\sqrt{\frac{M_B r_A^۳}{M_A r_B^۳}}$$

نکته ۳۵ با توجه به تعریف انرژی جنبشی که $K=\frac{۱}{۲}mV^۲$ می‌توانیم انرژی جنبشی ماهواره جرم m را که در مدار به شعاع r به دور زمین می‌چرخد، چنین بنویسیم:

$$K=\frac{۱}{۲}m\left(\sqrt{\frac{GM}{r}}\right)^۲ \Rightarrow K=\frac{GMm}{۲r}$$

انرژی جنبشی یک ماهواره که در مداری به شعاع r به دور زمین می‌چرخد $K=\frac{GMm}{۲r}$ است. اگر ماهواره روی یک سطح باشد، انرژی جنبشی آن صفر خواهد بود.

مثال ۱۳۸ - ماهواره‌ای به جرم m را در نظر بگیرید که در فاصله‌ی h از سطح زمین روی یک مدار دایره‌ای بطور یکنواخت می‌چرخد. اگر جرم و شعاع زمین را به ترتیب M و R نمایش دهید، انرژی مکانیکی این ماهواره روی سطح زمین کدام است؟

برای خرید و دریافت جزوه‌کامل وردبه آی‌دی‌خال درتلگرام‌پیام بدهید: @ng2015

$$\left(\frac{R}{h}\right)^۲ \quad \sqrt{\frac{R}{R+h}} \quad \left(\frac{R}{R+h}\right)^۲ \quad \frac{M_۱R_۲}{R_۱+h}$$

گزینه ۲ صحیح است

$$F=G\frac{Mm}{(R+h)^۲} \quad , \quad W_h=G\frac{Mm}{(R+h)^۲}=\frac{F}{W}=\left(\frac{R}{R+h}\right)^۲$$

مثال ۱۴۰ - کوتوله‌ای سطح زمین در مدار خورشیدی شعاع ۲۰ برابر شعاع زمین اگر شعاع زمین $۶۴۰۰km$ باشد چه سرعت خطی برحسب km/s به دست می‌آید؟

۱) ۲۴۰۰ ۲) ۲۶۰۰ ۳) ۲۸۰۰ ۴) ۳۲۰۰

گزینه ۱ صحیح است

$$V=R\sqrt{\frac{g}{r}}=R\sqrt{\frac{g}{R+h}}=R\sqrt{\frac{g}{۲۱R}}=۶۴۰۰\sqrt{\frac{۱۰}{۲۱}}\approx۲۹۳۰m/s$$

احساس وزن فضانورد در ماهواره:

از بحث وزن ظاهری دیدیم که $N=\frac{GMm}{r^۲}-m\omega^۲r$ شخصی‌وزن ظاهری فضانورد و $\frac{GMm}{r^۲}=m\omega^۲r$ نیروی جاذبه‌ی زمین و دیگری عمودی تکیه‌گاه می‌باشد. در ماهواره $N=۰$ می‌شود. یعنی

$$\frac{mv^۲}{r}=\frac{GMm}{r^۲} \Rightarrow G\frac{M}{r^۲}-N=m\frac{GM}{r^۳} \Rightarrow N=۰$$

بنابراین تنها نیرویی که در شخص‌اثر می‌کند همان نیروی F یعنی وزن اوست و نیروی عمودی تکیه‌گاه وجود ندارد. بنابراین فضانوردی که در یک‌سفینه‌ی فضایی در حال گردش به دور زمین است، عملاً بی‌وزن می‌باشد. به‌طوری‌که اگر وسایلی را رها کند، آن‌ها در کنار فضانورد شناور خواهند ماند.

مثال ۱۴۱ - یک ماهواره‌ی هواشناسی در یک نقطه در بالای خط استوا قرار دارد. سرعت زاویه‌ای این ماهواره چند برابر سرعت زاویه‌ای یک نقطه‌ی واقع بر خط استوای زمین است؟

۱) $\frac{۱}{۲۴}$ ۲) $\frac{۱}{۱۲}$ ۳) $\frac{۱}{۶}$ ۴) چنین چیزی امکان‌پذیر نیست

گزینه ۱ صحیح است

برای خرید و دریافت جزوه‌کامل وردبه آی‌دی‌خال درتلگرام‌پیام بدهید: @ng2015

$$\omega=\frac{۲\pi}{T}=\frac{۲\pi}{۲۴}=\frac{\pi}{۱۲}rad/h$$

باید دوره‌ی حرکت ماهواره با دوره‌ی حرکت وضعی زمین برابر باشد یعنی

مثال ۱۴۲ - ماهواره‌ای‌قرار است ۲۴ ساعت یک‌بار دور کره‌ی زمین بچرخد. اگر شعاع زمین $۶۴۰۰km$ باشد، ماهواره در چه ارتفاعی از سطح زمین باید حرکت کند؟ $g=۱۰m/s^۲$

۱) ۳۶۰۰km ۲) ۳۲۰۰km ۳) ۲۸۰۰km ۴) ۲۴۰۰km

گزینه ۲ صحیح است

$$\frac{V_۱}{V_۲}=\sqrt{\frac{r_۲}{r_۱}} \Rightarrow \frac{V_۱}{V_۲}=\sqrt{\frac{۲R}{R}} \Rightarrow V_۲=۷km/s$$

مثال ۱۴۳ - جرم زمین تقریباً ۸۱ برابر جرم ماه است. ماهواره‌ی به جرم m در ماه‌پرتاب می‌شود تا به شعاع $۲r$ و دوره‌ی T دور ماه بچرخد. دوره‌ی دوم ماه کوتاه‌تر یا بلندتر از دوره‌ی اول است؟

۱) $\frac{۲}{۹}T$ ۲) $\frac{۴}{۵}T$ ۳) $\frac{۹}{۲}T$ ۴) $\frac{۵}{۴}T$

گزینه ۱ صحیح است

$$\frac{T_۱}{T_۲}=\sqrt{\frac{r_۱^۳}{r_۲^۳}}\sqrt{\frac{M_۲}{M_۱}} \Rightarrow \frac{T_۱}{T_۲}=\sqrt{\frac{r^۳}{(۲r)^۳}}\sqrt{\frac{۱}{۸۱}} \Rightarrow T_۲=۱۸T_۱$$

مثال ۱۴۴ - ماهواره‌ای بر روی یک سطح کروی‌شکل به شعاع $۲r$ در دور زمین در گردش است. اگر شعاع کره‌ی زمین R باشد، شتاب گرانشی ماهواره‌ی مذکور مشخص‌کره‌ی زمین قرار دارد شعاع $۲r$ حسب شعاع کره‌ی زمین (R) کدام است؟

۱) $\frac{R}{۴}$ ۲) $\frac{R}{۲}$ ۳) R ۴) $۲R$

گزینه ۳ صحیح است

$$g'=\frac{GM}{r^۲}=\frac{GM}{(۲R)^۲}=\frac{GM}{۴R^۲}=\frac{g}{۴}$$

برای آن‌که ماهواره همواره در نقطه‌ی مشخصی بالای زمین باشد، باید سرعت زاویه‌ای دوران آن با سرعت زاویه‌ای زمین برابر باشد.

$$G\frac{Mm}{r^۲}=m\frac{V^۲}{r}=m\omega^۲r \Rightarrow \omega=\sqrt{\frac{GM}{r^۳}}$$

که ω سرعت زاویه‌ای دوران ماهواره‌است.

برای خرید و دریافت جزوه کامل ورد به آی‌دی @ng2015 در تلگرام پیام بدهید:

$$\omega'-\omega=\frac{GM}{r^۳}-\omega^۲=۰ \Rightarrow r=\left(\frac{GM}{\omega^۲}\right)^{\frac{۱}{۳}} \Rightarrow r=\left(\frac{GM_۲\times R_۱^۲}{R_۱^۲\omega^۲}\right)^{\frac{۱}{۳}} \Rightarrow r=\left(\frac{gR_۱^۲}{\omega^۲}\right)^{\frac{۱}{۳}}$$

تمرین:

حل مشکل زمین‌گردان‌ها: گروهی از مخالفان دانشمندان معتقدند که اگر زمین به دور خود بچرخد، ما و هر چیز دیگری که روی زمین است باید با سرعت زیادی به سمت شرق پرتاب شویم. آن‌ها می‌گوی

برای خرید و دریافت جزوه‌کامل وردبه آی دیمقال درلنگرامپیام بدهید: @ng2015

برای خرید و دریافت جزوه‌کامل وردبه آی دیمقال درلنگرامپیام بدهید: @ng2015

برای خرید و دریافت جزوه‌کامل وردبه آی دیمقال درلنگرامپیام بدهید: @ng2015

برای خرید و دریافت جزوه‌کامل وردبه آی دیمقال درلنگرامپیام بدهید: @ng2015

برای خرید و دریافت جزوه‌کامل وردبه آی دیمقال درلنگرامپیام بدهید: @ng2015

برای خرید و دریافت جزوه‌کامل وردبه آی دیمقال درلنگرامپیام بدهید: @ng2015

برای خرید و دریافت جزوه‌کامل وردبه آی دیمقال درلنگرامپیام بدهید: @ng2015

برای خرید و دریافت جزوه‌کامل وردبه آی دیمقال درلنگرامپیام بدهید: @ng2015

برای خرید و دریافت جزوه‌کامل وردبه آی دیمقال درلنگرامپیام بدهید: @ng2015

برای خرید و دریافت جزوه‌کامل وردبه آی دیمقال درلنگرامپیام بدهید: @ng2015

برای خرید و دریافت جزوه‌کامل وردبه آی دیمقال درلنگرامپیام بدهید: @ng2015

برای خرید و دریافت جزوه‌کامل وردبه آی دیمقال درلنگرامپیام بدهید: @ng2015

برای خرید و دریافت جزوه‌کامل وردبه آی دیمقال درلنگرامپیام بدهید: @ng2015

برای خرید و دریافت جزوه‌کامل وردبه آی دیمقال درلنگرامپیام بدهید: @ng2015

برای خرید و دریافت جزوه‌کامل وردبه آی دیمقال درلنگرامپیام بدهید: @ng2015

برای خرید و دریافت‌جزوه‌کامل ورد ه آی‌دی‌مقال در نلگرام پیام بدهید: @ng2015

برای خرید و دریافت جزوه کامل و رده بی دی‌خانل درنگارام‌پیام بدهید: @ng2015

تست ۱۶۱ - جسمی به جرم ۲kg به انتهای فنری به طول عادی ۴۰cm وثابت فنر ۶۴۰ N/m متصل کرده حول سر دیگر فنر ،آن را روی یک صفحه‌ی افقی روان (بدون اصطکاک) به طور یکنواخت می‌گردانیم (فنر موازی سطح میاست) اگر طول فنر به ۵۰cm برسد ، سرعت زاویه‌ای جسم چند rad/s است؟

۱) ۸ ۲) ۱۲ ۳) ۱۶ ۴) ۲۰

تست ۱۶۲ - [illegible] سکو صفحه‌ی افقی‌ست حال دوبلی (مثلث یک صفحه‌ی گرد‌مانون) ۰/۵ است این صفحه با سرعت زاویه‌ای ثابت $\omega = 3\ rad/s$ [illegible] سکه را حداکثر در چه فاصله‌ای از مرکز دوران می‌توان قرار داد تا نلغزد؟ $g = 9/8\ N/kg$

۱) ۲/۲ m ۲) ۴/۹۰ m ۳) ۴/۹۰ m ۴) ۶/۲۵ m

تست ۱۶۳ - اتومبیلی در امتداد راه خود [illegible] می‌پیماید. شعاع لحنا ۶۰m است. سرنشینی ۷۰ کیلوگرمی برای این‌که از صندلی نلغزد دستگیره را با نیروی ۱۷۵N می‌کشد. ۱۰درصد [illegible] صندلی را و صندلی همین اصطکاک است. سرعت اتومبیل چند m/s است؟

۱) ۱۰ ۲) ۱۲ ۳) ۲۵ ۴) ۲۶

تست ۱۶۴ - ماهواره‌ای به جرم m را در نظر بگیرید که در فاصله‌ی h از سطح زمین، روی یک [illegible] ای بطور یکنواخت به دور زمین می‌چرخد. اگر جرم و شعاع زمین را با M_e و R_e نمایش دهیم، نسبت وزنی نیروی مرکزگرای وارد [illegible] سطح زمین کدام است؟

۱) $\left(\frac{R_e}{h}\right)^2$ ۲) $\sqrt{\frac{R_e}{R_e+h}}$ ۳) $\left(\frac{R_e}{R_e+h}\right)^2$ ۴) $\frac{M_e m}{R_e+h}$

گزینه ۳ صحیح است

$$W_e = G\frac{M_e m}{(R_e)^2} \Rightarrow \frac{F}{W} = \left(\frac{R_e}{Re+h}\right)^2 \quad ; \quad F = G\frac{M_e m}{(Re+h)^2}$$

برای خرید و دریافت جزوه کامل و رده بی دی‌خانل درنگارام‌پیام بدهید: @ng2015

تست ۱۶۵ - می‌خواهیم ماهواره‌ای را در ارتفاع ۳۶۰۰ کیلومتری بالای سطح‌زمین درمدار دایره‌ای شکل‌قرار دهیم.اگر شعاع زمین ۶۴۰۰ km باشد چه سرعت خطی بر حسب m/s باید به ماهواره داده شود تا در مدار بماند؟

۱) ۶۴۰۰ ۲) ۳۲۰۰ ۳) ۱۶۰۰ ۴) ۹۶۰۰

گزینه ۱ صحیح است

$$V = R_e\sqrt{\frac{g}{R_e+h}} = R_e\sqrt{\frac{g}{R_e+h}} = 6400\times10^3\sqrt{\frac{10}{(6400+3600)\times10^3}} = 6400\ m/s$$