تعداد سوال از این فصل در کنکور ۹۴

ریاضی (۴) ۹٪

تجربی (۳) ۱۰٪

لب دریا برویم

تور در آب بیندازیم

و بگیریم طراوت از آب

ریگی از روی زمین برداریم

وزن بودن را احساس کنیم.

سهراب

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

دینامیک

بخش	موضوع	اهمیت R	اهمیت T	صفحه
اول	قوانین نیوتن - تکانه	★★★★	★★	۲۹
دوم	اصطکاک - سطح شیبدار	★★★★★★	★★	۳۷
سوم	چندجسمی‌ها - آسانسور - تعادل - قرقره	★★★★★★	★★★★	۴۴
چهارم	اجسام روی هم	★	★	۵۵
پنجم	حرکت دایره‌ای	★★★★★★	★★★★★	۵۸

هر ستاره به معنی ۲۰٪ احتمال طرح در کنکور ۹۵ می‌باشد.

نویسنده: نوید ظریفیان
www.physics4physics.com
info@physics4physics.com
۰۹۱۲۸۲۰۵۶۷۷

مفاهیم اولیه

تعریف دینامیک: دینامیک علم بررسی نیروها و حرکت اجسام تحت تأثیر نیروها است.

تفاوت دینامیک و سینماتیک در این است که دینامیک علل حرکت یا سکون را بررسی می‌کند، اما سینماتیک، بحث درباره‌ی خود حرکت است.

نیرو: برهم کنش (یا تأثیر متقابل) اجسام بر یکدیگر را نیرو گویند. در تعریفی دیگر نیرو را چنین معرفی می‌کنیم: عاملی که اگر بر یک جسم وارد شود سبب **تغییر وضعیت حرکت** آن جسم می‌شود.

برهم کنش دو جسم می‌تواند از طریق تماس (مثلاً هُل دادن اتومبیل) و یا از راه دور (مثلاً افتادن سیب یا جذب یک قطعه‌ی آهن توسط آهن‌ربا) صورت گیرد.

نیرو یک کمیت برداری است، زیرا علاوه بر اندازه، راستا و سو نیز دارد. یکای نیرو در SI نیوتن (N) است

انواع نیرو: نیروها را از لحاظ ماهیت می‌توان به سه دسته‌ی کلی تقسیم کرد:

۱) **نیروی گرانشی (نیوتنی):** این نوع نیرو که کمی جلوتر در قانون عمومی گرانش بررسی می‌شود، فقط از نوع جاذبه است. بد نیست بدانید جزر و مد دریاها، گردش سیارات به دور خورشید و گردش اقمار به دور سیارات در اثر نیروی گرانشی است. هم‌چنین تنها نیروی گرانشی قابل لمس در اطراف ما **وزن** است.

۲) **نیروی الکترومغناطیسی (ماکسولی):** این نوع نیرو در اثر ویژگی‌های الکتریکی و مغناطیسی مواد ایجاد می‌گردد

۳) **نیروهای هسته‌ای:** این نیروها که خود دو گونه‌ی ضعیف و قوی دارند در هنگام تشکیل هسته‌ی اتم‌ها و یا شکافت آن‌ها بروز می‌کنند و سبب پایداری اجزای هسته می‌گردند.

تمام نیروهایی که در زندگی روزمره با آن‌ها سر و کار داریم به جزء نیروی گرانش از جنس نیروهای الکتریکی و مغناطیسی هستند. نیروهایی مانند نیروی کشش نخ، نیروی کشسانی فنر، نیروی عمودی سطح، نیروی اصطکاک، نیروی واکنش سطح و ... از جنس نیروی الکترومغناطیس هستند.

قوانین نیوتن

بر نیروها و تأثیر آن‌ها بر اجسام قانون‌های خاصی حاکم است که به قانون‌های نیوتن موسوم‌اند:

قانون اول نیوتن (قانون لختی): هرگاه بر جسمی نیرو اثر نکند یا برایند نیروهای وارد بر آن صفر باشد، ($\Sigma F=0$) جسم وضعیت حرکتی خود را حفظ خواهد کرد؛ یعنی اگر ساکن است، ساکن می‌ماند و اگر متحرک است به حرکت مستقیم یکنواخت خود ادامه می‌دهد.

توجه: آیا می‌دانید وجه اشتراک جسم ساکن و جسمی که حرکت مستقیم یکنواخت دارد چیست؟ تغییرات سرعت و درنتیجه شتاب هر دو صفر است. پس می‌توانیم قانون اول نیوتن را چنین بیان کنیم:

«هرگاه برایند نیروهای وارد بر جسم صفر باشد، شتاب حرکت آن نیز صفر خواهد شد و بالعکس.»؛ یعنی:

$$\Sigma F=0 \Leftrightarrow a=0$$

* هرگاه از صورت یک سؤال مفاهیم زیر را دریافت کردید، شک نکنید که

قانون اول نیوتن کاربرد خواهد داشت:

* ***«جسم ساکن است.»***
* ***«جسم در حالت تعادل است.»***
* ***«جسم با سرعت ثابت بر مسیر مستقیم حرکت می‌کند.»***
* ***«جسم بدون شتاب حرکت می‌کند.»***
* ***«برایند نیروهای وارد بر جسم صفر می‌باشد.»***
* ***«حرکت جسم یکنواخت است.»***
* ***«جسم در آستانه‌ی حرکت است.»***

و خلاصه تمام مفاهیمی که از آن استنباط شود: ***شتاب حرکت جسم صفر است.***

قانون دوم نیوتن: هرگاه برایند نیروهای وارد بر جسمی صفر نباشد ($\Sigma F \neq 0$)، حرکت جسم شتاب‌دار خواهد بود:

$$\Sigma F \neq 0 \Leftrightarrow a \neq 0$$

صبر کنید! هنوز قانون دوم نیوتن تمام نشده است: این شتاب با برایند نیروهای وارد بر جسم نسبت مستقیم و با جرم (یا لختی) جسم رابطه‌ی وارون دارد:

$$\Sigma F = Ma$$

ΣF: برایند نیروها (N) ← | → شتاب (m/s^2)

M: جرم (kg)

پس تعریف نیوتن (یکای نیرو در SI) این است: «**یک نیوتن نیرویی است که اگر بر جسمی به جرم 1kg اثر کند، به آن شتاب $1 m/s^2$ بدهد.**»

همان‌طور که در ابتدای فصل نیز اشاره شد، نیرو یک کمیت برداری هم راستا و هم سو با شتابی است که خود به جسم بخشیده است؛

زیرا نیرو از ضرب یک کمیت نرده‌ای همواره مثبت (یعنی M)، در یک کمیت برداری (یعنی $\vec{a}$) حاصل می‌شود:

$$\vec{F} = M\vec{a}$$

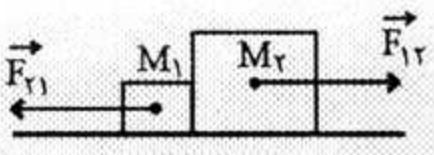
برآیند نیروها گاهی با سرعت و جابجایی متناسب نیست؛ اما با تغییرات سرعت همواره متناسب است.

مثلاً اگر جسمی بر مسیر دایره‌ای حرکت کند، بردار تغییرات سرعت هم جهت با بردارهای سرعت لحظه‌ای نخواهد بود لذا بردار برایند نیروها نیز هم جهت با بردارهای سرعت لحظه‌ای نمی‌شود.

قانون سوم نیوتن: هر کنشی (عملی) را واکنشی (عکس‌العملی) است هم اندازه با آن و در جهت مخالفش. طبق این قانون هرگاه جسمی بر جسم دیگری نیرو اثر دهد (نیروی کنش)، جسم دوم نیز هم‌زمان بر جسم اول همان اندازه و در خلاف جهت، نیرو اثر می‌دهد (نیروی واکنش).

$\vec{F_{12}}$: نیروی کنشی که جسم M_1 بر جسم M_2 اثر می‌دهد.

$\vec{F_{21}}$: نیروی واکنشی که جسم M_2 بر جسم M_1 اثر می‌دهد.



$$\vec{F_{12}} = -\vec{F_{21}} \quad , \quad F_{12} = F_{21}$$

نیروهای کنش و واکنش هم زمان بر هم اثر میکنند و چون بر دو جسم اثر میکنند، یعنی نقطه اثر آنها متفاوت است؛ از این رو این نیروها، برآیند ندارند!

مای درس
www.my-dars.ir

آنهایی که دارای مفعول یکسان هستند، یکدیگر را خنثی می‌کنند.

یعنی:

$$T'_1 = T_2$$

$$T'_2 = W$$

اندازه حرکت (تکانه)

حاصل ضرب جرم جسم، در بردار سرعت آن را، **اندازه حرکت** می‌نامیم. کمیتی است بُرداری و یکای آن در دستگاه (SI) ، کیلوگرم متر بر ثانیه $(kg\frac{m}{s})$ و یا نیوتن ثانیه $(N.s)$ می‌باشد.

$$\boxed{\vec{P}=m\vec{V}}$$

جسمی را به جسم دیگری برخورد می‌دهیم. مثلاً چکشی را بر روی میخی می‌کوبیم، برخورد در یک بازه زمانی Δt انجام می‌شود. نیروی مؤثر در این برخورد از مقدار بسیار کمی در حد صفر شروع شده به مقدار ماکزیممی می‌رسد. به همین دلیل نیروی مؤثر را به طور متوسط در نظر می‌گیریم. در این صورت از قانون دوم نیوتن خواهیم داشت:

$$\overline{F}=m\overline{a}\Rightarrow \overline{F}=m\frac{\Delta V}{\Delta t}=\frac{\Delta mV}{\Delta t}\Rightarrow \boxed{\overline{F}=\frac{\Delta P}{\Delta t}}$$

$\overline{F}$ نیروی متوسط مؤثر وارده می‌باشد. هرچه بازه زمانی Δt کوتاهتر شود $\overline{F}$ مقدار بیشتری خواهد داشت.

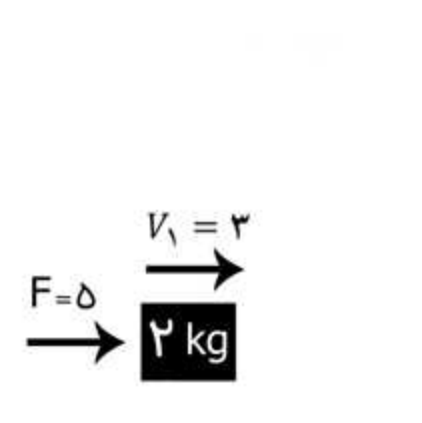
$$F=\lim_{\Delta t\to 0}\frac{\Delta P}{\Delta t}\Rightarrow$$

$$\boxed{F=\frac{dP(t)}{dt}}$$

نیروی موثری که جسم در زمان t به جسم دیگر وارد میکند؛ معادل است با مشتق تکانه نسبت به زمان!

$$\boxed{F\Delta t=\Delta P}$$

حاصل‌ضرب نیرو در زمان اثر آن را، ضربه می‌نامیم. با توجه به رابطه بدست آمده از قانون دوم نیوتن خواهیم داشت:



سطح زیر نمودار نیرو، نسبت به زمان، ΔP یعنی تغییرات اندازه حرکت و یا ضربه را به ما می‌دهد.

$$S=F(t_2-t_1)=F\Delta t=\Delta P$$

رابطه‌ی اندازه حرکت و انرژی جنبشی:

$$K=\frac{1}{2}mV^2=\frac{1}{2}\frac{m^2V^2}{m}\Rightarrow \boxed{K=\frac{P^2}{2m}}$$

پایستگی تکانه خطی: هرگاه بر دو یا چند جسم که بر هم اثر میکنند، از خارج نیرویی وارد نشود؛ تکانه مجموعه، ثابت می ماند!

انواع رایج تصادف: فرض کنید نیروهای زیر در مدت ۳ ثانیه روی اجسام زیر اعمال می‌شود:

نوع۱: برخورد از پشت سر:

$$P_1=6\to \Delta P=F\Delta t=5\times 3\to P_2=21\to V_2=10/5$$

نوع۲: برخورد از روبرو:

$$P_1=6\to \Delta P=F\Delta t=5\times 3\to P_2=9\to V_2=4/5$$

نوع۳: برخورد عمود:

$$P_1=5\to \Delta P=F\Delta t=4\times 3\to P_2=\sqrt{5^2+12^2}=13\to V_2=6/5$$

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

مثال ۱

اگر نیرویی که جسم A بر جسم B وارد می‌کند از نوع الکتریکی و به صورت جاذبه باشد، نیرویی که جسم B بر جسم A وارد می‌کند (عکس‌العمل) چگونه خواهد بود؟

۱) الکتریکی و دافعه ۲) الکتریکی و جاذبه ۳) گرانشی و دافعه ۴) گرانشی و جاذبه

Zarifian

مثال ۲

جسمی مطابق شکل بر سطح یک میز قرار گرفته است. چه نیرویی وزن جسم را خنثی کرده و سبب شده است که جسم به حال تعادل قرار بگیرد؟

۱) عکس‌العمل وزن ۲) اصطکاک

۳) نیروی عمودی تکیه‌گاه ۴) گزینه‌های (۱) و (۳)

Zarifian

مثال ۳

جسمی به جرم m تحت تأثیر نیروی ۴/۸ نیوتن از حال سکون شروع به حرکت می‌کند و پس از طی مسافت ۱۰ متر سرعتش به $8\frac{m}{s}$ می‌رسد. m چند kg است؟

۱) ۱/۵ ۲) ۱

۳) ۲/۵ ۴) ۲

Zarifian

مثال ۴

هنگامی که برآیند نیروهای وارد بر جسم صفر است، کدام گزاره‌ی زیر درست است؟

۱) جسم الزاماً ساکن است. ۲) جسم الزاماً در حال حرکت است.

۳) جسم ممکن است ساکن یا متحرک باشد. ۴) جسم الزاماً دارای حرکت با سرعت ثابت است.

Zarifian

مثال ۵

هنگامی که جسمی در هوا در حال سقوط است، واکنش نیروهای وارد بر جسم ...

۱) بر هوا وارد می‌شود ۲) بر زمین و بر هوا وارد می‌شود ۳) بر زمین وارد می‌شود ۴) صفر است

Zarifian

مثال ۶

نیروی $\vec{F} = 3\vec{i} + \vec{j}$ به مدت ۲ ثانیه بر جسم ۰/۵ کیلوگرمی اثر می‌کند. اگر سرعت اولیه‌ی جسم $\vec{V_1} = \vec{i} + \vec{j}$ باشد، بردار سرعت نهایی آن کدام است؟

۱) $\vec{V_2} = -5\vec{i} - 13\vec{j}$ ۲) $\vec{V_2} = 13\vec{i} + 5\vec{j}$ ۳) $\vec{V_2} = 6\vec{i} + 2\vec{j}$ ۴) $\vec{V_2} = 3\vec{i} + 2\vec{j}$

Zarifian

مثال ۷

توپ گلفی با تکانه $3\,kg\frac{m}{s}$ به توپ بولینگ ساکنی نزدیک شده و با آن برخورد رو در رو (شاخ به شاخ!) می‌کند و با تکانه $1\,kg\frac{m}{s}$ در همان راستا به عقب بر می‌گردد، بزرگی تغییر تکانه توپ بولینگ چند $kg\frac{m}{s}$ است؟

۱) ۳ ۲) ۱

۳) ۴ ۴) هیچ‌کدام

Zarifian

مثال ۸

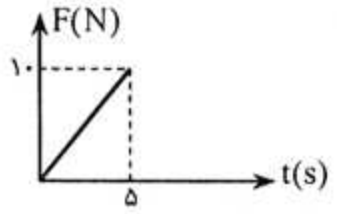
تکانه‌ی جسمی در SI به صورت $\vec{P} = ۳t^۲\vec{i} - ۵t\vec{j}$ است، نیروی وارد بر جسم در لحظه‌ی $t = ۲s$ چند نیوتن است؟

۱) ۱۲ ۲) ۱۳ ۳) ۵ ۴) ۷

Zarifian

مثال ۹

در شکل روبرو نمودار نیروی وارد بر جسم برحسب زمان رسم شده است. تغییر تکانه در مدت ۵s برحسب یکای SI کدام گزینه است؟

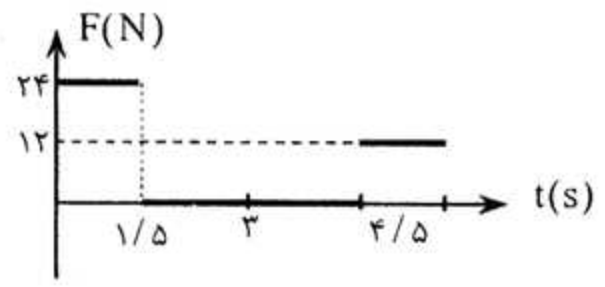


۱) ۵۰ ۲) ۲۵
۳) صفر ۴) ۱۰۰

Zarifian

مثال ۱۰

نمودار نیرو- زمان جسمی به جرم ۳kg که در مبدأ زمان از حال سکون شروع به حرکت کرده مطابق شکل است. سرعت این جسم در لحظه‌ی $t = ۳s$ چند متر بر ثانیه است؟



۱) صفر ۲) ۶
۳) ۹ ۴) ۱۲

Zarifian

مثال ۱۱

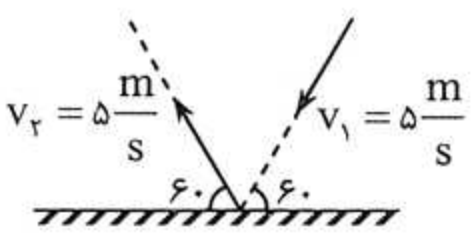
گلوله‌ای به جرم ۲kg از ارتفاع ۴۰ متری با سرعت اولیه‌ی $۵\frac{m}{s}$ در شرایط خلأ پرتاب می‌شود. اندازه‌ی تغییر تکانه آن در ۲ ثانیه اول در SI کدام است؟ $(g = ۱۰\frac{N}{kg})$

۱) بستگی به جهت پرتاب دارد. ۲) ۲۰ ۳) ۳۰ ۴) ۴۰

Zarifian

مثال ۱۲

مطابق شکل، گلوله‌ای به جرم ۲۰۰ گرم با سرعتی به بزرگی $۵\frac{m}{s}$ به سطح افقی (کف اتاقی) برخورد می کند و با همان سرعت از سطح جدا می‌شود، اگر زمان برخورد ۰/۲s باشد، نیروی متوسطی که هنگام برخورد به گلوله وارد می‌شود چند نیوتن است؟



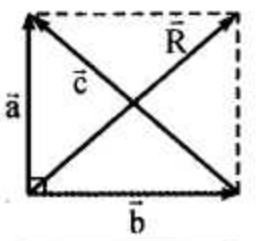
۱) ۵ ۲) ۱۰
۳) $۵\sqrt{۳}$ ۴) $۱۰\sqrt{۳}$

Zarifian

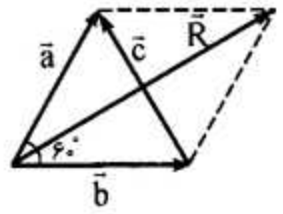
چند نکته درباره بردارها: اگر دو بردار هم‌اندازه‌ی $\vec{a}$ و $\vec{b}$ با هم زاویه‌ی α بسازند، داریم:

$R = ۲a\cos\frac{\alpha}{۲}$ و $c = ۲a\sin\frac{\alpha}{۲}$

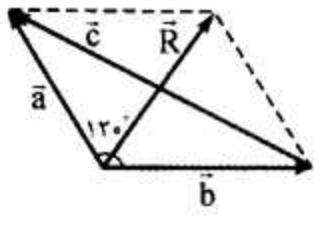
اگر دو بردار $\vec{a}$ و $\vec{b}$ هم‌اندازه باشند و با هم زاویه‌ی α بسازند، در چند مثال خاص، داریم:



$R = c = a\sqrt{۲}$



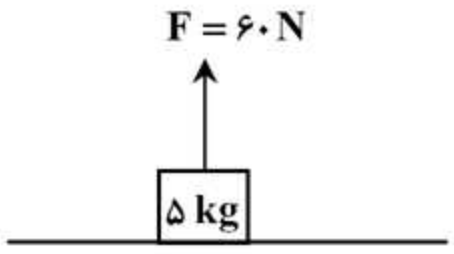
$R = a\sqrt{۳}$
$c = a$



$R = a$
$c = a\sqrt{۳}$

مثال ۱۳

وزنه ۵ کیلوگرمی که روی زمین ساکن است مدت ۱۰ ثانیه تحت تأثیر نیروی $F = ۶۰(N)$ قرار می‌گیرد در پایان این مدت اندازه حرکت (تکانه) جسم چند کیلوگرم متر بر ثانیه است؟



۱) ۶۰۰

۲) ۲۰۰

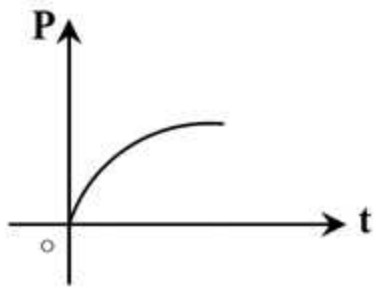
۳) ۱۰۰

۴) ۴۰۰

Zarifian

مثال ۱۴

نمودار تکانه (اندازه‌ی حرکت) برحسب زمان برای جسمی به شکل مقابل رسم شده است. در مورد برآیند نیروهای وارد بر جسم و نوع حرکت جسم کدام گزینه درست است؟



۱) متغیر است و تندشونده.

۲) ثابت است و تندشونده.

۳) متغیر است و کندشونده.

۴) ثابت است و کندشونده.

Zarifian

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

۱۵ - سه نیروی ۸ و ۶ و ۱۲ نیوتون با هم، به جسمی به جرم ۴ کیلوگرم اعمال شده و جسم ساکن است. هرگاه نیروی ۶ نیوتون حذف شود، جسم با چه شتابی بر حسب متر بر مجذور ثانیه حرکت می‌کند؟ ۸۴

۱) ۱ ۲) ۱/۵ ۳) ۲/۵ ۴) ۵

رشته ریاضی

۱۶ - توپی به جرم $5kg$ با سرعت $10\frac{m}{s}$ تحت زاویه‌ی 37° نسبت به خط قائم با سطحی افقی برخورد می‌کند. این توپ با سرعت $8\frac{m}{s}$ تحت زاویه‌ی 37° نسبت به خط قائم برمی‌گردد. اگر زمان برخورد ۰/۰۱ ثانیه باشد، متوسط نیروی برایند وارد بر توپ در مدت برخورد چند نیوتون است؟ ۸۴

۱) ۳۶۰۰ ۲) ۷۲۰۰ ۳) $300\sqrt{145}$ ۴) $600\sqrt{145}$

۱۷ - به جسمی به جرم $0/5kg$ نیروی $\vec{F} = \vec{i} - \frac{1}{2}\vec{j}$ وارد می‌شود. اگر سرعت جسم در مبدأ زمان $\vec{v} = 2\vec{i} + \vec{j}$ (در SI) باشد، اندازه‌ی سرعت آن در لحظه‌ی $t = 2s$ چند متر بر ثانیه است؟ ۸۵

۱) ۶ ۲) ۸ ۳) $\sqrt{17}$ ۴) $\sqrt{37}$

۱۸ - معادله‌ی بردار تکانه‌ی یک جسم ۴۰۰ گرمی به صورت $\vec{P} = 6t\vec{i} + 4t^2\vec{j}$ است (در SI). در لحظه‌ی $t = 2s$ اندازه‌ی سرعت جسم چند متر بر ثانیه است؟ ۸۶

۱) ۴۰ ۲) ۵۰ ۳) ۶۰ ۴) ۷۰

۱۹ - تکانه‌ی جسم A برابر با تکانه‌ی جسم B است. اگر جرم جسم A دو برابر جرم جسم B باشد، انرژی جنبشی آن چند برابر انرژی جنبشی جسم B است؟ ۸۷

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

۲۰ - جسمی به جرم ۵ تحت تأثیر سه نیروی $\vec{F}_1 = -15\vec{i} + 8\vec{j}$، $\vec{F}_2 = -21\vec{i} + 19\vec{j}$ و $\vec{F}_3$ قرار گرفته و شتاب $\vec{a} = -4\vec{i} + 3\vec{j}$ را پیدا کرده است. اندازه‌ی نیروی F_3 کدام است؟ (همه‌ی اندازه‌ها در SI است.) ۸۹

۱) ۴ ۲) ۲۰ ۳) ۲۸ ۴) ۴۸

۲۱ - در شکل روبه‌رو، بار اول نخ را به آرامی پایین می‌کشیم و به تدریج این نیرو را افزایش می‌دهیم تا یکی از نخ‌ها پاره شود. بار دوم همین آزمایش را به این ترتیب تکرار می‌کنیم که نخ را بصورت ضربه‌ای در یک لحظه به پایین می‌کشیم تا یکی از نخ‌های دو طرف وزنه پاره شود. در مورد این آزمایش کدام درست است؟ ۹۱

۱) در هر دو آزمایش نخ از قسمت پایین وزنه پاره می‌شود.
۲) در هر دو آزمایش نخ از قسمت بالای وزنه پاره می‌شود.
۳) در آزمایش اول نخ از بالای وزنه پاره می‌شود و در آزمایش دوم از پایین وزنه.
۴) در آزمایش اول نخ از پایین وزنه پاره می‌شود و در آزمایش دوم از بالای وزنه.

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

۲۱ ۳ ۲۰ ۲ ۱۹ ۳ ۱۸ ۲ ۱۷ ۴ ۱۶ ۴ ۱۵ ۲

۲۲ - سرعت گلوله‌ای به جرم $2kg$ در $0/1$ تحت اثر نیروی ثابتی، از $\vec{V}_1 = 10\vec{i} - 8\vec{j}$ به $\vec{V}_2 = 6\vec{i} - 5\vec{j}$ می‌رسد (در SI). اگر زمان تأثیر نیرو برابر با $0/1$ ثانیه باشد، بزرگی نیرو چند نیوتون است؟ **۹۲**

۱) ۱۰ ۲) ۱۲

۳) ۱۵ ۴) ۲۰

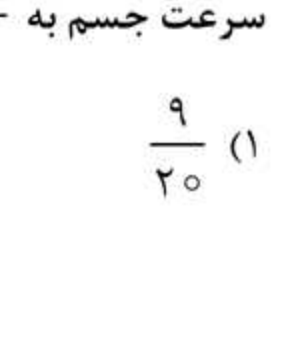
۲۳ - اگر m، V و P، به ترتیب جرم، سرعت و تکانهٔ یک جسم باشد، کدام رابطه نشان‌دهندهٔ انرژی جنبشی آن جسم است؟ **۹۳**

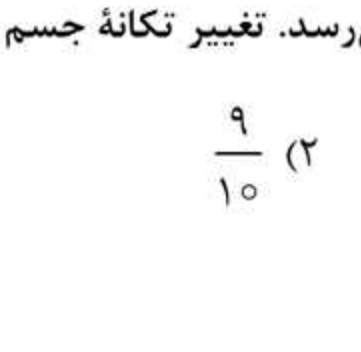
۱) $\frac{m.V}{2P}$ ۲) $\frac{PV}{2m}$ ۳) $\frac{P^2}{2m}$ ۴) $\frac{mP^2}{2}$

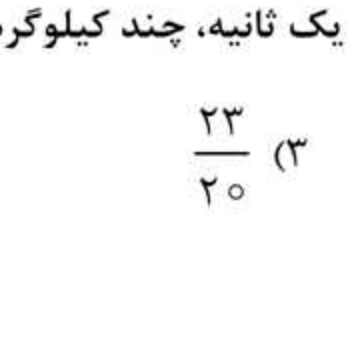
۲۴ - دو نیروی $\vec{F}_1 = 2\vec{i} - 5\vec{j}$ و $\vec{F}_2$ به جسم ۱/۵ کیلوگرمی اثر می‌کنند و معادله‌ی شتاب حاصل در SI به صورت $\vec{a} = 2\vec{i} - 4\vec{j}$ می‌شود. $\vec{F}_2$ کدام است؟ **۸۶ ریاضی و تجربی**

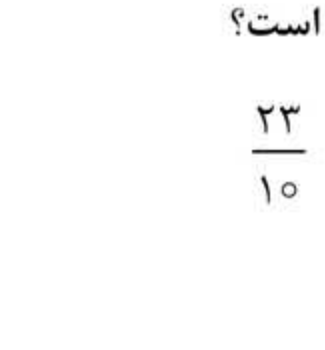
۱) $\vec{i} + \vec{j}$ ۲) $\vec{i} - \vec{j}$ ۳) $5\vec{i} - \vec{j}$ ۴) $5\vec{i} + \vec{j}$

۲۵ - گلوله‌ای در راستای قائم رو به بالا پرتاب می‌شود. اگر مقاومت هوا ناچیز باشد، کدام نمودار تغییر تکانه‌ی جسم را درست نشان می‌دهد؟ **۸۹**

۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

۲۶ - جسمی به جرم $2kg$ روی سطح افقی بدون اصطکاکی با سرعت $5m/s$ در حال حرکت است. اگر نیروی افقی $F = 3N$ در جهت حرکت جسم به مدت ۴ ثانیه بر جسم وارد شود، در پایان این مدت تکانه‌ی جسم چند $kg.m/s$ می‌شود؟ **۹۰**

۱) ۱۲ ۲) ۱۸ ۳) ۲۲ ۴) ۳۸

۲۷ - جسمی به جرم ۵۰ گرم از ارتفاع ۶۰ متری رها می‌شود و در لحظه‌ای، سرعت آن به $14\frac{m}{s}$ می‌رسد و یک ثانیه پس از آن، سرعت جسم به $23\frac{m}{s}$ می‌رسد. تغییر تکانهٔ جسم در این یک ثانیه، چند کیلوگرم متر بر ثانیه است؟ **۹۳**

۱) $\frac{9}{20}$ ۲) $\frac{9}{10}$ ۳) $\frac{23}{20}$ ۴) $\frac{23}{10}$

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

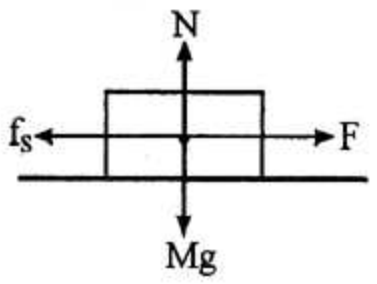
نیروی اصطکاک:

نیروی اصطکاک نیرویی است که در برابر حرکت جسم بر روی سطح (حرکت دو سطح نسبت به هم)، مقاومت می‌کند. این نیرو، از نوع نیروهای **الکترومغناطیسی** است.

نیروی اصطکاک را سطح یا تکیه‌گاه بر جسم وارد می‌کند و در خلاف جهت حرکت (واقعی یا احتمالی) جسم نسبت به سطح بر جسم اثر می‌کند. بد نیست این را هم یادآوری کنیم که نیروی واکنش اصطکاک که جسم بر سطح اعمال می‌نماید، هم‌سو با جهت حرکت (واقعی یا احتمالی) جسم نسبت به سطح است.

۱) نیروی اصطکاک ایستایی (f_s): وقتی بر جسمی نیروی محرک اثر می‌کند **تا لحظه‌ای که جسم روی سطح ساکن است**، نیروی اصطکاک از نوع ایستایی است. **نیروی اصطکاک ایستایی همواره هم اندازه و در خلاف جهت نیروی محرکی است که موازی سطح بر جسم اثر می‌کند.**

به شکل زیر نگاه کنید:



$\Sigma F_x = 0 \Rightarrow F - f_s = 0 \Rightarrow \boxed{F = f_s}$ چون جسم ساکن است.

اگر اندازه‌ی نیروی F را به تدریج افزایش دهیم، نیروی f_s هم افزایش می‌یابد و به حالتی می‌رسیم که نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه می‌شود (f_{smax}). در این حالت به نیروی اصطکاک «**نیروی اصطکاک در آستانه‌ی حرکت**» گفته می‌شود و به اصطلاح می‌گوییم جسم در آستانه‌ی حرکت یا لغزش است؛ یعنی اگر اندازه‌ی نیروی F را اندکی (حتی اندک‌تر از اندکی!) افزایش دهیم، جسم حرکت خواهد کرد.

تعریف ضریب اصطکاک ایستایی (μ_s): نسبت **مقدار بیشینه‌ی** نیروی اصطکاک ایستایی به اندازه‌ی نیروی عمودی سطح را ضریب اصطکاک ایستایی می‌گویند. حتماً توجه کرده‌اید که ضریب اصطکاک ایستایی **واحد ندارد**، چون نسبت اندازه‌ی دو نیرو است.

$$\mu_s = \frac{f_{smax}}{N}$$

این نکته را به‌خاطر داشته باشید که اگر نیروی اصطکاک ایستایی به حد بیشینه‌ی خود نرسیده باشد، نمی‌توان از فرمول فوق استفاده کرد.

از آن‌چه درباره‌ی نیروی اصطکاک ایستایی گفتیم، می‌توانیم رابطه‌ی زیر را نتیجه بگیریم:

$$\boxed{f_{Smax} = \mu_S N} \qquad 0 \le f_s \le \mu_s N$$

۲) نیروی اصطکاک جنبشی (f_k): از لحظه‌ای که جسم شروع به حرکت می‌کند، نیروی اصطکاک وارد بر جسم از نوع جنبشی خواهد بود.

تفاوت نیروی اصطکاک جنبشی با نیروی اصطکاک ایستایی در این است که این نیرو بستگی به نیروی محرک وارد بر جسم ندارد و فقط به نیروی عمودی سطح (N) و ضریب اصطکاک جنبشی (μ_k) بستگی مستقیم دارد.

تعریف ضریب اصطکاک جنبشی (μ_k): نسبت اندازه‌ی نیروی اصطکاک جنبشی (f_k) به اندازه‌ی نیروی عمود بر سطح (N) را ضریب اصطکاک جنبشی می‌گویند. ضریب اصطکاک جنبشی همانند ضریب اصطکاک ایستایی واحد ندارد.

$$\mu_k = \frac{f_k}{N}$$

$$\boxed{f_k = \mu_k N}$$

با این اوصاف رابطه‌ی اصطکاک جنبشی به صورت زیر خواهد بود:

برخی عوامل مؤثر در ضریب اصطکاک (چه ایستایی و چه جنبشی) عبارت‌اند از:

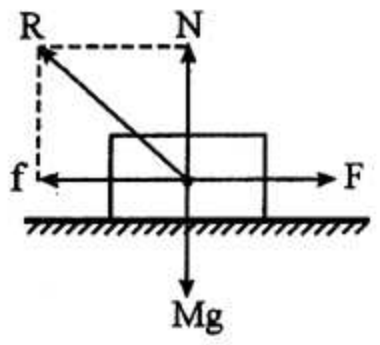
الف) جنس سطوح تماس ب) عوامل «محیطی ـ فیزیکی» مانند: رطوبت و دما پ) زبری و نرمی سطوح تماس

ضریب اصطکاک ایستایی اغلب از ضریب اصطکاک جنبشی بزرگ‌تر است: $\boxed{\mu_S > \mu_k \Rightarrow f_{Smax} > f_k}$

علت این است که وقتی که جسم ساکن است بین مولکول‌های سطوح تماس، نیروی چسبندگی قابل توجهی وجود دارد. در صورتی که با حرکت جسم بر روی سطح، این نیروی چسبندگی کاهش می‌یابد. البته دقت کنید که f_s (و نه f_{smax}) می‌تواند کوچک‌تر، مساوی و یا بزرگ‌تر از f_k (یعنی $\mu_k N$) باشد.

نیروی واکنش سطح(عکس العمل سطح) R:

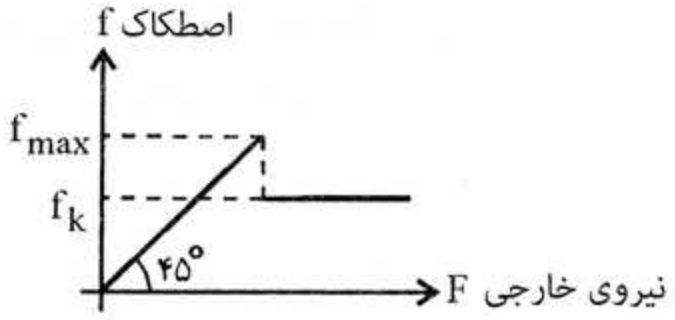
نیروهایی که سطح بر جسم وارد می‌کند، عبارت‌اند از نیروی عمودی سطح (N) و نیروی اصطکاک (f) که موازی سطح تماس است. از آن‌جایی که این دو نیرو بر هم عمودند، داریم:



الف: چنانچه جسم ساکن بماند: $R = \sqrt{N^2 + f_s^2}$

ب: چنان چه جسم حرکت کند: $R = \sqrt{N^2 + f_k^2}$

نمودار تغییرات اصطکاک بر حسب نیـروی خارجی:



مثال:

$\begin{cases}\mu_s = ۰/۵ \\ \mu_k = ۰/۲۵\end{cases}$

$f_{s\,Max} = (۰/۵) \times ۲۰ = ۱۰$

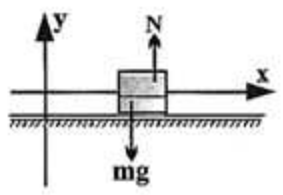
$f_k = (۰/۲۵) \times ۲۰ = ۵$

حرکت با سرعت ثابت

جسم ساکن است | حرکت شتابدار

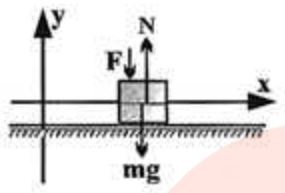
F	٤	٥	٩	١٠	١٣	١٥	١٠	٩	٥	٤
f	٤	٥	٩	١٠	٥	٥	٥	٥	٥	٥
a	٠	٠	٠	٠	٤	٥	٢/٥	٢	٠	-٠/٥

بررسی N در چند حالت مختلف:



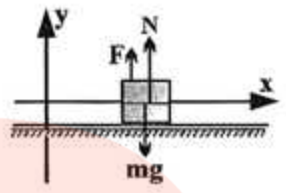
$\Sigma F_y = ۰ \Rightarrow N - mg = ۰$

$\Rightarrow N = mg$



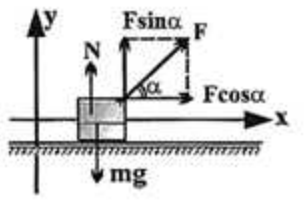
$\Sigma F_y = ۰ \Rightarrow N - mg - F = ۰$

$\Rightarrow N = mg + F$



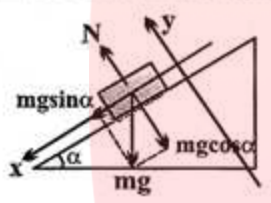
$\Sigma F_y = ۰ \Rightarrow N + F - mg = ۰$

$\Rightarrow N = mg - F$



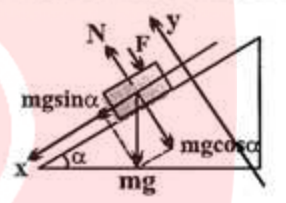
$\Sigma F_y = ۰ \Rightarrow N + F\sin\alpha - mg = ۰$

$\Rightarrow N = mg - F\sin\alpha$



$\Sigma F_y = ۰ \Rightarrow N - mg\cos\alpha = ۰$

$\Rightarrow N = mg\cos\alpha$

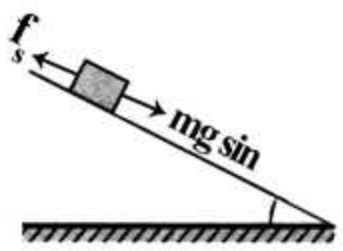


$\Sigma F_y = ۰ \Rightarrow N - mg\cos\alpha - F = ۰$

$\Rightarrow N = mg\cos\alpha + F$

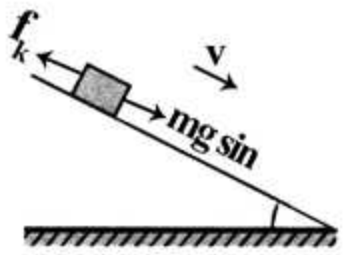
سطح شیب‌دار:

ساکن:



$\mu_s > \tan\alpha \ , \ R = mg$

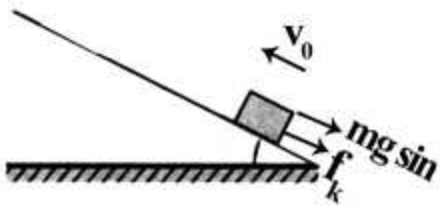
لغزش:



$a = g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$ $\quad \mu_k < \tan\alpha$

$\mu_k = \tan\alpha$ اگر با سرعت ثابت حرکت کند:

پرتاب:



$a = -g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)$

ترکیب حالت پرتاب و لغزش:

$$\frac{\tan\alpha + \mu_k}{\tan\alpha - \mu_k} = \frac{v_{.r}^{۲}}{v_{.b}^{۲}} = \left|\frac{a_r}{a_b}\right| = \frac{t_b^{۲}}{t_r^{۲}}$$

کمترین F برای جلوگیری از لغزیدن به پایین: $F_{min} = mg\sin\alpha - f_{Smax}$

بیشترین F برای آنکه جسم به بالا نلغزد: $F_{max} = mg\sin\alpha + f_{Smax}$

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

مثال ۲۸

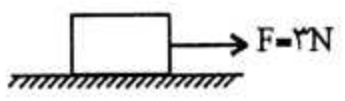
کدام گزینه درباره‌ی نیروی اصطکاک نادرست است؟

۱) در سطح تماس دو جسم ایجاد می‌شود.
۲) همواره با حرکت جسم نسبت به سطح مخالفت می‌کند.
۳) در آستانه‌ی حرکت، بیشتر از هنگام حرکت است.
۴) در هنگام سکون همواره از رابطه‌ی $f_s=\mu_s N$ محاسبه می‌گردد.

Zarifian

مثال ۲۹

جسمی به جرم ۲kg روی یک سطح افقی قرار گرفته است و نیروی افقی F=۳N بر آن وارد می‌شود. نیروی اصطکاک وارد بر جسم چند نیوتن است؟



۱) ۴
۲) ۳
۳) ۲
۴) ۱

($\mu_s=۰/۲$ و $g=۱۰N/kg$)

Zarifian

مثال ۳۰

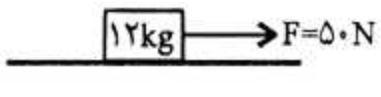
در سوال قبل اگر F>۴N باشد، نیروی اصطکاک وارد بر جسم پس از شروع حرکت نسبت به آستانه‌ی حرکت چند نیوتن تغییر خواهد کرد؟ ($\mu_k=۰/۱۹$)

۱) ۴
۲) ۰/۲
۳) ۳/۸
۴) بستگی به مقدار F دارد.

Zarifian

مثال ۳۱

مطابق شکل به جسمی به جرم ۱۲kg روی سطح افقی نیروی F اثر می‌کند، ولی جسم ساکن می‌ماند.



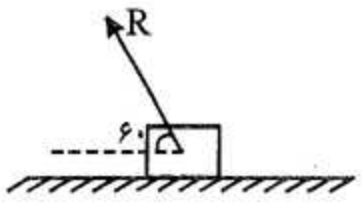
نیروی عکس‌العمل سطح چند نیوتن است؟ ($g=۱۰N/kg$)

۱) ۵۰
۲) ۱۲۰
۳) ۱۷۰
۴) ۱۳۰

Zarifian

مثال ۳۲

مطابق شکل زیر، نیروی واکنش سطح با افق زاویه ی ۶۰° می‌سازد. اگر جسم در حال حرکت باشد، ضریب اصطکاک جنبشی سطح کدام است؟ (بر جسم به جز نیروی وزن و واکنش سطح نیروی دیگری اثر نمی‌کند.)

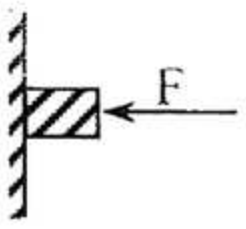


۱) $\frac{\sqrt{۳}}{۲}$
۲) $\frac{\sqrt{۳}}{۳}$
۳) $\sqrt{۳}$
۴) $\frac{۱}{۲}$

Zarifian

مثال ۳۳

جسمی مطابق شکل به وسیله ی نیروی F ساکن نگه داشته شده است. اگر نیروی F دو برابر شود , نیروی واکنش سطح چند برابر می شود؟



۱) دو برابر
۲) افزایش می‌یابد اما کمتر از دو برابر
۳) نصف
۴) کم می‌شود اما نصف نمی‌شود.

Zarifian

مثال ۳۴

جسمی را روی سطح شیبداری که زاویه‌ی شیب آن در حال تغییر است، قرار می‌دهیم. اگر زاویه‌ی شیب سطح را از صفر به تدریج افزایش دهیم تا آن که جسم روی سطح شیبدار حرکت کند، کدام گزینه در باره‌ی اصطکاک درست است؟

۱) همواره در حال افزایش است.
۲) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.
۳) همواره کاهش می‌یابد.
۴) ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.

Zarifian

مثال ۳۵

جسمی را با سرعت اولیه‌ای $10\frac{m}{s}$ در امتداد سطح شیب‌داری که با افق زاویه‌ی 37° می‌سازد به بالا سُر می‌دهیم. اگر $\mu_k = \frac{1}{2}$ باشد، جسم تا چه مسافتی روی سطح بالا می‌رود؟ ($\sin 37^\circ = 0/6$ و $g = 10\frac{N}{Kg}$)

۱) $10m$
۲) $2m$
۳) $5m$
۴) باید جرم جسم معلوم باشد.

Zarifian

مثال ۳۶

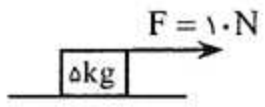
در تست قبل اگر جسم دوباره رو به پایین برگردد، سرعت آن هنگام رسیدن به پایین سطح شیب‌دار چند $\frac{m}{s}$ است؟

۱) $2\sqrt{5}$
۲) ۲
۳) ۱۰
۴) ٤

Zarifian

مثال ۳۷

در شکل روبرو جسم با سرعت ثابت $8\frac{m}{s}$ در حرکت است. اگر نیروی F در یک لحظه قطع شود جسم پس از پیمودن چند متر می‌ایستد؟ ($g = 10\frac{N}{kg}$)



۱) ۱۶
۲) ۹
۳) ۲
۴) ۶

Zarifian

مثال ۳۸

جسمی به وزن ۸۰۰ نیوتن روی سطح شیبداری به شیب $\sin\alpha = 0/6$ قرار دارد. بیشترین نیروی ممکن در امتداد سطح که قادر به حرکت جسم نباشد برابر چند نیوتن است؟ (ضریب اصطکاک ایستایی $\mu_{s\,max} = 0/4$ است)

۱) ۷۳۶
۲) ۸۰۰
۳) ۱۰۵۶
۴) ۹۶۰

Zarifian

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

مثال ۳۹

جسمی را از پایین سطح شیبداری به زاویه ۴۵ و ضریب اصطکاک ۱/۴ با سرعت ۱۲ m/s به طرف بالای سطح شیبدار پرت می کنیم. کدام گزینه درباره حداکثر مسافت پیموده شده روی سطح شیبدار بر حسب متر و شتاب برگشت بر حسب m/s^2 درست است؟

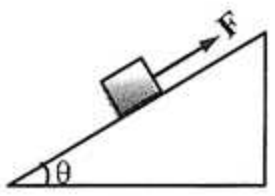
۱) $0,8\sqrt{2}$ ، $\sqrt{2}$ ۲) $3\sqrt{2}$ ، ۰

۳) $3\sqrt{2}$ ، $2\sqrt{2}$ ۴) **ضریب اصطکاک بزرگتر از ۱ امکان‌پذیر نیست.**

Zarifian

مثال ۴۰

جسم M به جرم ۴ کیلوگرم مطابق شکل تحت تاثیر نیروی F با شتاب ۳ m/s^2 به طرف بالا حرکت می کند، اگر سطح اصطکاک نمیداشت،شتاب حرکت با همین نیرو ۵ m/s^2 میشد. نیروی اصطکاک سطح برجسم چند نیوتن است؟



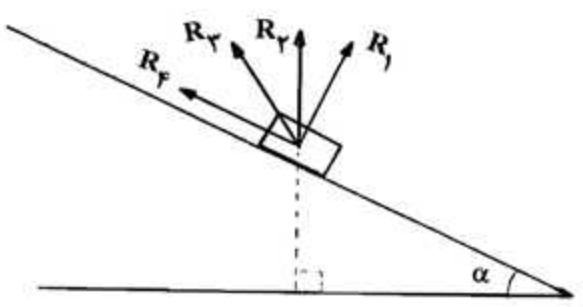
۱) ۳۲ ۲) ۲۰

۳) ۱۲ ۴) ۸

Zarifian

مثال ۴۱

در شکل روبه‌رو، جسم با سرعت ثابت، روی سطح شیب‌دار رو به پایین می‌لغزد. برآیند نیروهایی که از طرف سطح شیبدار برجسم وارد می‌شود، کدام است؟



۱) R_1

۲) R_2

۳) R_3

۴) R_4

Zarifian

مثال ۴۲

جسم مکعب شکلی را با سرعت اولیه‌ی V_0 از پایین سطح شیبدار، مماس با سطح رو به بالا پرتاب می‌کنیم. اگر ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح ۰/۲ و زاویه‌ی بین سطح شیبدار و سطح افقی ۳۷ درجه باشد، زمانی که جسم رو به بالا می‌رود، چند برابر زمانی است که جسم رو به پایین می‌آید تا به نقطه‌ی پرتاب برسد؟ ($g=10\,m/s^2$ و $\sin 37^\circ = 0/6$)

۱) $\sqrt{\frac{22}{39}}$ ۲) $\sqrt{\frac{11}{19}}$

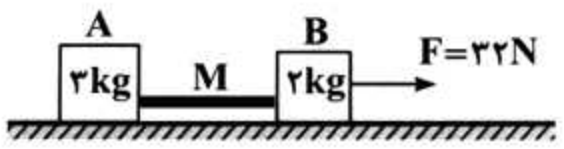
۳) $\sqrt{\frac{39}{22}}$ ۴) $\sqrt{\frac{19}{11}}$

Zarifian

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

۴۳ - دو وزنه‌ی ۲ و ۳ کیلوگرمی را با میله‌ای یکنواخت به جرم ۱kg به هم متصل کرده‌ایم و با نیروی افقی F روی سطح افق می‌کشیم. نیروی کشش در نقطه‌ی M (وسط میله) چند نیوتون است؟ (ضریب اصطکاک جنبشی جسم A با سطح افقی ۰/۲ و ضریب اصطکاک جنبشی جسم B با سطح افقی ۰/۴ است و ضریب اصطکاک جنبشی میله با سطح افقی صفر است.)

۸۴ رشته ریاضی



۱) ۱۸/۶ ۲) ۱۶/۵ ۳) ۱۵ ۴) ۱۷/۵

۴۴ - جسمی به جرم ۸kg روی سطح افقی با اعمال نیروی افقی ۶۰N با سرعت ثابت حرکت می‌کند. نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند چند نیوتون است؟ ۸۴

۱) ۶۰ ۲) ۸۰ ۳) ۱۰۰ ۴) ۱۴۰

۴۵ - اتومبیلی در مسیر افقی با سرعت $۵۴\frac{km}{h}$ در حرکت است. راننده ترمز می‌کند. اگر ضریب اصطکاک جنبشی بین جاده و لاستیک اتومبیل ۰/۲ باشد، اتومبیل تقریباً پس از طی چند متر متوقف می‌شود؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$ ۸۷

۱) ۵۶ ۲) ۶۲ ۳) ۱۱۲ ۴) جرم اتومبیل باید معین باشد.

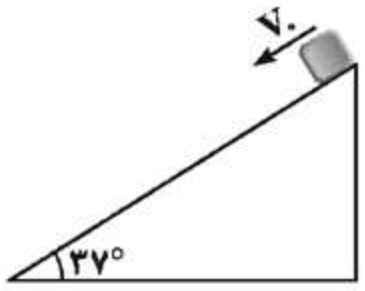
۴۶ - زاویه‌ی سطح شیبداری با سطح افق قابل تغییر است و جسمی به وزن ۲۰ نیوتون روی سطح قرار دارد. در حالت اول که زاویه‌ی سطح ۳۷ درجه است، جسم با سرعت ثابت رو به پایین می‌لغزد. در حالت دوم این زاویه را به ۵۳ درجه افزایش می‌دهیم. نیرویی که در این دو حالت از طرف سطح برجسم وارد می‌شود به‌ترتیب چند نیوتون است؟ $(\sin ۳۷^\circ = ۰/۶)$ ۸۸

۱) ۱۶ و ۱۲ ۲) ۲۰ و ۱۲ ۳) ۱۶ و ۱۵ ۴) ۲۰ و ۱۵

۴۷ - جسمی به جرم ۴kg روی سطح افق با ضریب اصطکاک جنبشی $\frac{۱}{۴}$ قرار دارد. جسم را با نیروی افقی ۴۰ نیوتون می‌کشیم. و جسم در جهت نیرو حرکت می‌کند. این نیرو را حداکثر چند نیوتون می‌توانیم کاهش دهیم بدون این‌که سرعت جسم کاهش یابد؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$ ۸۹

۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۲۰ ۴) ۳۰

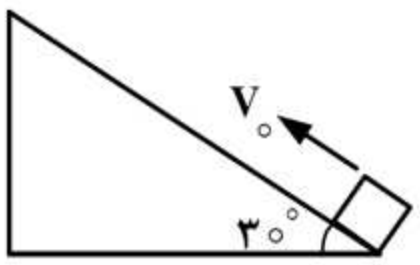
۴۸ - در شکل روبه‌رو، جسم با سرعت $۲m/s$ از بالای سطح شیب‌دار مماس بر سطح به طرف پایین پرتاب می‌شود. چند ثانیه پس از پرتاب جسم مسافت ۷/۵ متر را روی سطح شیب‌دار طی می‌کند؟ ۹۰



$(g = ۱۰ m/s^۲ \ , \ \mu_k = \frac{۱}{۴} \ , \ \sin ۳۷^\circ = ۰/۶)$

۱) ۱/۵ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۲/۵

۴۹ - در شکل روبه‌رو، وزنه را با سرعت اولیه‌ی $V_۰$ از پایین سطح شیب‌دار، مماس با سطح رو به بالا پرتاب می‌کنیم. وزنه تا ارتفاعی بالا رفته دوباره به نقطه‌ی پرتاب برمی‌گردد. اگر نیروی اصطکاک جنبشی برابر با $۰/۲$ وزن جسم باشد، زمان بالا رفتن جسم چند برابر زمان پایین آمدن آن است؟ ۹۲

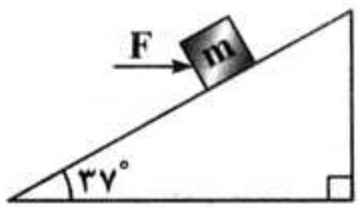


۱) $\sqrt{\frac{۷}{۳}}$ ۲) $\sqrt{\frac{۳}{۷}}$ ۳) $\frac{۵}{۳}$ ۴) $\frac{۳}{۵}$

۴۳ ۵ ۴۴ ۳ ۴۵ ۱ ۴۶ ۴ ۴۷ ۴ ۴۸ ۱ ۴۹ ۲

۵۰ - در شکل مقابل، در لحظه‌ای که نیروی افقی ۱۰۰ نیوتونی به جسم اثر می‌کند و جهت حرکت جسم به سمت بالا است، اندازه‌ی شتاب چند متر بر مجذور ثانیه و جهت شتاب به کدام سمت است؟

۸۷ رشته تجربی



$(g = 10\,m/s^2 \,,\, \mu_k = 0/2 \,,\, \sin 37^\circ = 0/6 \,,\, m = 10\,kg)$

۱) ۰/۸، پایین
۲) ۰/۸، بالا
۳) ۳/۲، پایین
۴) ۳/۲، بالا

۵۱ - جسمی به جرم ۲kg از بالای سطح شیب‌داری مطابق شکل از حال سکون شروع به حرکت می‌کند و پس از طی مسافت ۲/۵ متر، سرعتش به ۲m/s می‌رسد. ضریب اصطکاک جنبشی سطح کدام است؟

۸۸

$(g = 10\,N/kg \,,\, \sin 37^\circ = 0/6 \,,\, \cos 37^\circ = 0/8)$

۱) ۰/۳۵
۲) ۰/۵۲
۳) ۰/۶۵
۴) ۰/۷۰

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

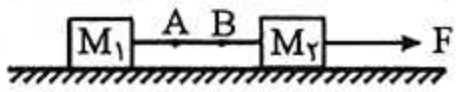
نیروی کشش

در طنابی که جرم آن ناچیز است، نیروی کشش در همه‌ی نقاط یکسان است. و با هر یک از نیروهایی که به دو سر طناب وارد می‌شود برابر است. دقت کنید که از نظر عملی هرگز نمی‌توان به دو سر یک طناب بدون جرم نیروهایی با بزرگی متفاوت وارد کرد. زیرا طبق قانون دوم نیوتن، شتاب حرکت طناب بینهایت می‌شود.

نیروی کشش نخ همیشه در راستای نخ و در جهتی است که جسم متصل به خود را می‌کشد! (نخ هیچ‌گاه هل نمی‌دهد!! کش هم نمی‌آید!!) نیروی کشش نخ در هر نقطه برابر نیرویی است، که اگر به نخ پاره شده در همان نقطه وارد شود، وضعیت اولیه دستگاه حفظ شود. یعنی اگر جسم متصل به نخ ساکن بوده، همچنان ساکن بماند و اگر در حرکت بوده، با همان شتاب قبل از برش، به حرکت خود ادامه دهد.

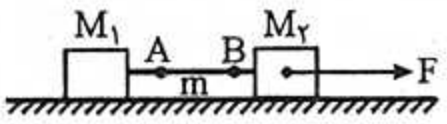
حالا نیروی کشش نخ (یا کابل یا میله یا فنر و یا.....) را با همراهی شما در دو حالت بررسی می‌کنیم:

۱) **جرم نخ ناچیز باشد:** اگر از جرم نخ چشم‌پوشی کنیم، یعنی نیروی کشش نخ در تمام طول آن یکسان خواهد بود.



$T_A=T_B$ (نیروی کشش در نقطه‌ی B) (نیروی کشش در نقطه‌ی A)

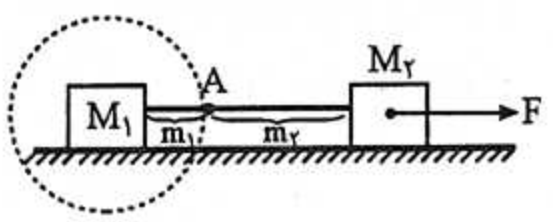
۲) **جرم نخ ناچیز نباشد:** اگر بخواهیم جرم نخ را در نظر بگیریم و از آن صرف نظر نکنیم، محل دقیق برش فرضی برای محاسبه‌ی نیروی کشش نخ تعیین کننده است. هم‌چنین جرم نخ نیز در شتاب حرکت دستگاه تأثیرگذار است؛ مثلاً در شکل دو جرم M_1 و M_2 به وسیله‌ی طناب همگنی به جرم m به هم متصل شده‌اند.

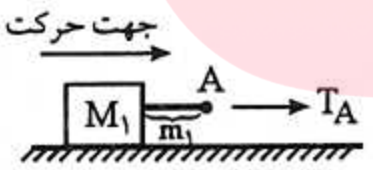


شتاب حرکت دستگاه از طریق قانون دوم نیوتن به‌دست می‌آید:

$$\Sigma F=Ma \Rightarrow F=(M_1+M_2+m)a \Rightarrow a=\frac{F}{M_1+M_2+m}$$

همان‌طور که در رابطه‌ی فوق می‌بینید، جرم طناب (m) در کاهش شتاب حرکت دستگاه مؤثر است. نیروی کشش طناب در نقطه‌ای همانند A به این صورت محاسبه می‌گردد:





$$T_A=(M_1+m_1)a$$

نیروی کشش فنر

تفاوت یک فنر با جرم ناچیز و یک طناب در این است که فنر علاوه بر کشیدگی، فشردگی نیز می‌یابد. نیروی کشسانی فنر از قانون هوک بدست می‌آید:

$$F = K\Delta L$$

K ضریب ثابتی است که به مشخصه‌های فیزیکی فنر از قبیل ***طول***، ***شعاع حلقه*** و ***جنس سیم فنر*** بستگی دارد و ثابت فنر نامیده می‌شود. یکای آن $\frac{N}{m}$ است.

در واقع قانون هوک به صورت $F=-Kx$ است که در فصل بعد درباره‌ی آن توضیح بیشتری خواهیم داد.

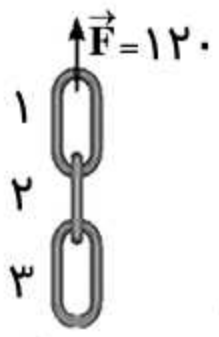
چند جسمی‌ها: سه نوع سوال مطرح می‌شود:

الف: شتاب سیستم: ابتدا باید جرم همه اجزاء سیستم را یکی در نظر بگیریم و به نیروهای داخلی بین اجزاء توجه نکنیم،(فقط نیروهای خارجی) براحتی شتاب سیستم محاسبه می‌گردد.

ب: محاسبه نیروهای داخلی: در این حالت نیروی خارجی وارد بر سیستم را به نسبت جرم‌ها بین اجزاء داخلی سیستم تقسیم می‌کنیم.

پ:محاسبه برآیند نیروهای وارد بر یک جزء سیستم: در این حالت جرم آن جزء خاص را در شتاب کل سیستم ضرب می‌کنیم.

مثال: فرض کنید شکل روبرو ۳ حلقه به جرم‌های ۱ ، ۲ و ۳ kg است.



برای محاسبه شتاب: $\sum F = ma \rightarrow ۱۲۰ - ۶۰ = (۶)a \rightarrow a = ۱۰$

برای محاسبه نیروهای داخلی: هرکسی به نسبت جرمش از ۱۲۰ برمی‌دارد: یعنی:

۱kg یک‌سهم= ۲۰ ۲kg دوسهم=۴۰ ۳kg سه‌سهم= ۶۰ ۱به۲ ۱۰۰ تا وارد می‌کند و۲به ۳ ۶۰ تا

برآیند نیروهای وارد بر ۱kg= ده نیوتن برآیند نیروهای وارد بر ۲kg= بیست نیوتن برآیند نیروهای وارد بر ۳kg= سی نیوتن

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

مثال ۵۲

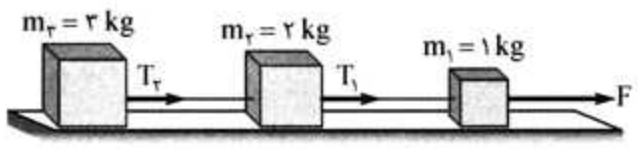
زنجیری شامل ۳ حلقه، هر یک به جرم ۱۰۰g را با شتاب ثابت در راستای قائم با نیروی $F = ۶N$ بالا می‌بریم، برآیند نیروهای وارد بر بالاترین حلقه، چند برابر برآیند نیروهای وارد بر پایین‌ترین حلقه است؟ $(g = ۱۰N/Kg)$

۱) ۳
۲) ۲
۳) ۱
۴) ۴

Zarifian

مثال ۵۳

در شکل زیر، نسبت $\frac{T_۱}{T_۲}$ کدام است؟ از اصطکاک وزنه‌ها با سطح افق صرف‌نظر می‌شود.

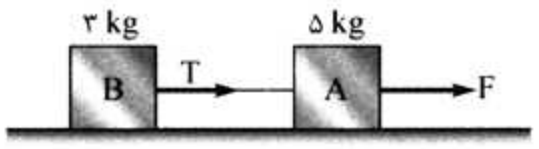


۱) $\frac{۲}{۵}$
۲) $\frac{۳}{۵}$
۳) $\frac{۵}{۳}$
۴) $\frac{۵}{۲}$

Zarifian

مثال ۵۴

اگر در شکل مقابل، $F - T = ۵\ N$ و شتاب حرکت وزنه‌ها $۰/۲\ m/s^۲$ باشد، نیروی اصطکاک در مقابل حرکت وزنه‌ی A چند نیوتون است؟



۱) ۱
۲) ۲
۳) ۴
۴) ۵

Zarifian

مثال ۵۵

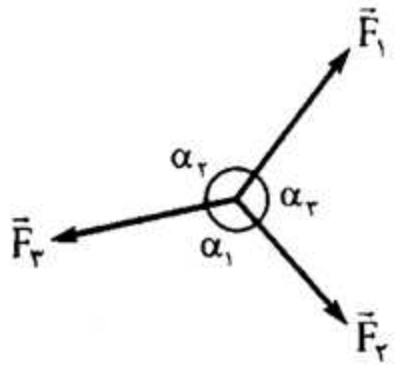
در شکل مقابل، نیروی افقی و کششی $F = ۶۰\ N$ را یک‌بار بر $m_۱$ و بار دیگر بر $m_۲$ وارد می‌کنیم. نیروی کشش در وسط طناب، در دو حالت، به‌ترتیب برابر است با: (سطوح تماس اصطکاک ندارند.)

۱) ۲۵ N و ۳۵ N
۲) ۲۵ N و ۲۵ N
۳) ۳۵ N و ۳۵ N
۴) ۳۵ N و ۲۵ N

Zarifian

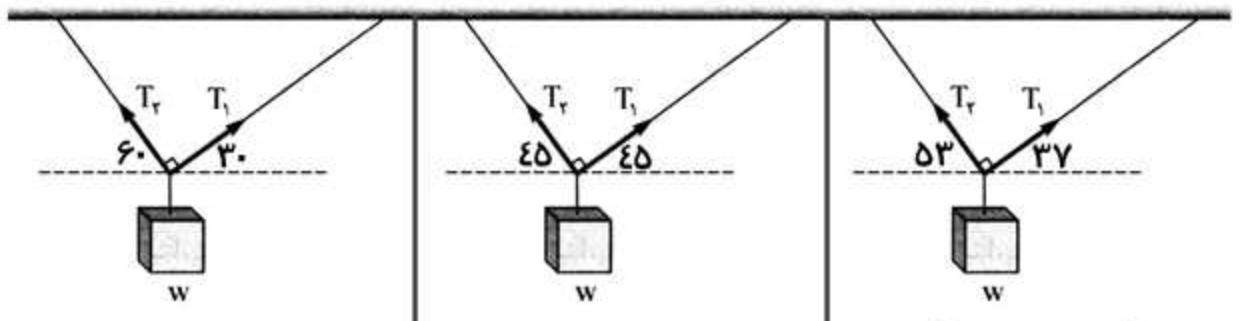
مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

تعادل:



$$\frac{F_1}{\sin\alpha_1}=\frac{F_2}{\sin\alpha_2}=\frac{F_3}{\sin\alpha_3}$$

$$\sin(\frac{\pi}{2}+\alpha)=\cos\alpha$$



۳,۴ → ۵

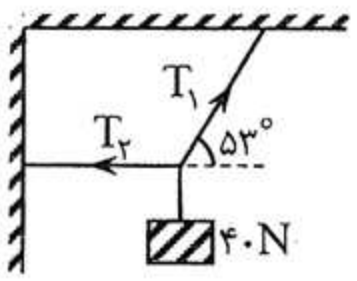
نخ کوتاه‌تر بیشتر میکشه!
روبروی ۳۷: چهاری
روبروی ۵۳: سه‌ای

هر دو نخ یکسان می‌کشند.
هرکدام از عمودها: T
مایل: $T\sqrt{2}$

تو یکی از عمودها $\sqrt{3}$ داره
نخ کوتاه‌تر بیشتر میکشه!
روبروی ۳۰: کشش بیشتر

مثال ۵۶

در شکل زیر نیروی کشش نخ (T_2) برابر چند نیوتن است؟ $(\sin 53^\circ = 0/8)$

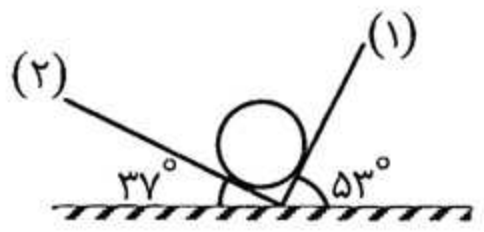


۱) ۵۰
۲) ۳۰
۳) ۳۲
۴) ۴۰

Zarifian

مثال ۵۷

در شکل مقابل دو سطح گوه بدون اصطکاک است، اگر سطح (۱) بر جسم نیروی ۱۵N وارد کند، سطح (۲) بر جسم نیروی چند نیوتن وارد می‌کند؟

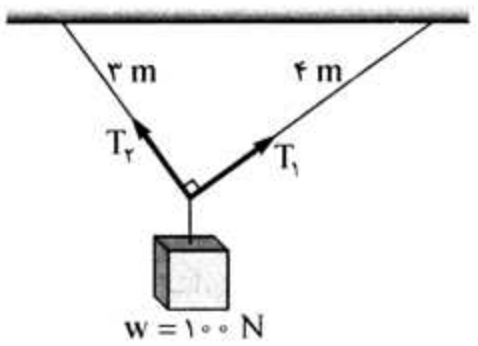


۱) ۱۵ ۲) ۲۰
۳) ۲۵ ۴) ۱۸

Zarifian

مثال ۵۸

در شکل مقابل، وزنه‌ی w به انتهای دو طناب سبک بسته شده است. نیروی کشش آن‌ها (T_1 و T_2) به‌ترتیب، از راست به چپ، چند نیوتون است؟

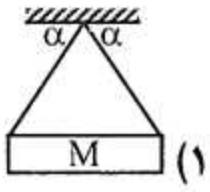
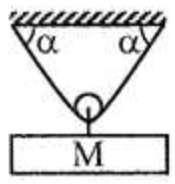
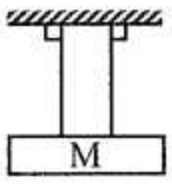
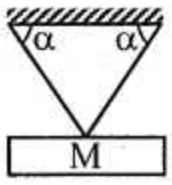


۱) ۳۰ و ۴۰
۲) ۴۰ و ۳۰
۳) ۶۰ و ۸۰
۴) ۸۰ و ۶۰

Zarifian

مثال ۵۹

در کدام یک از شکل‌های زیر، نیروی کشش ریسمان‌ها کمترین مقدار است؟

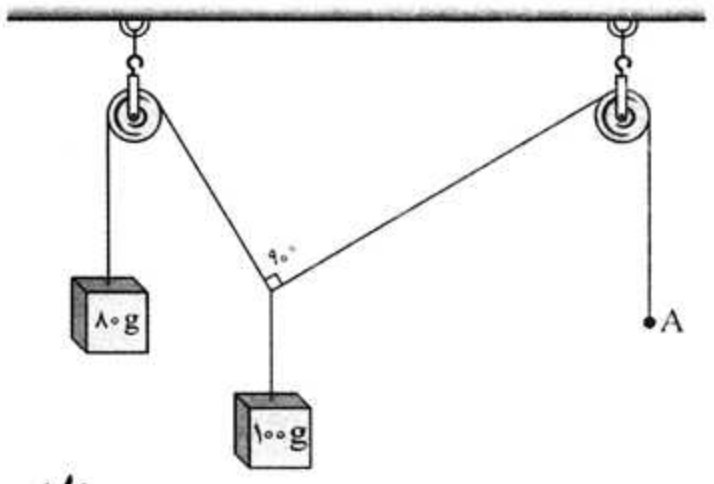
۱) 
۲) 
۳) 
۴) 

Zarifian

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

مثال ۶۰

در شکل مقابل، وزنه‌ی چند گرمی باید در نقطه‌ی A بیاویزیم تا دستگاه به حال تعادل بماند؟



۱) ۶۰

۲) ۲۰

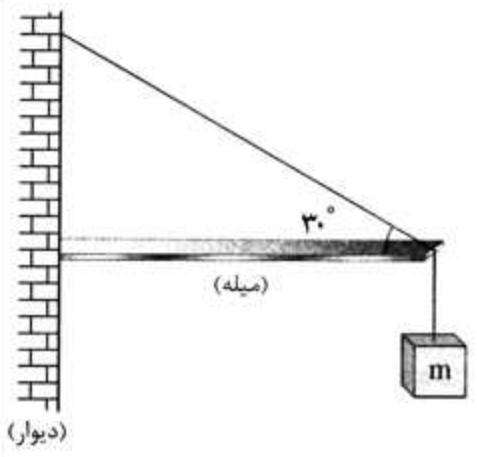
۳) ۴۰

۴) ۸۰

Zarifian

مثال ۶۱

در شکل مقابل، وزنه‌ی m به حال تعادل و جرم آن ۲ kg است. نیرویی که دیوار در امتداد میله‌ی افقی به آن وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ (از وزن میله صرف‌نظر می‌شود.)



۱) ۱۰

۲) $۱۰\sqrt{۳}$

۳) ۲۰

۴) $۲۰\sqrt{۳}$

Zarifian

حرکت در راستای قائم

در این قسمت به بررسی مسئله‌های در بارهٔ حرکت آسانسور می‌پردازیم. اما ابتدا توجه به این نکات ضروری است:

۱) یک جسم تنها دارای یک شتاب است.(از دید ناظر لخت)

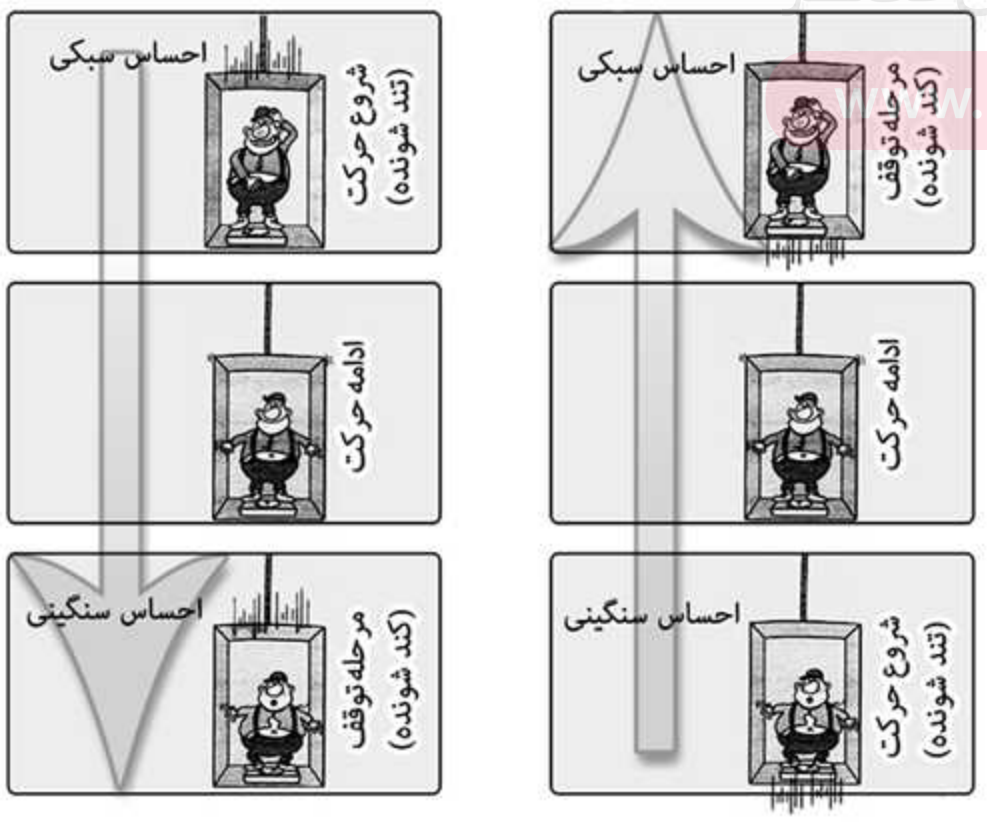
۲) g یک ثابت است که وقتی در جرم جسم ضرب می‌شود، نیروی وزنی که توسط کره‌ی زمین بر جسم وارد می‌شود، بدست می‌آید. هر چند که ما آن را شتاب گرانش می‌نامیم. بطور مثال وقتی شما روی یک صندلی نشسته‌اید، شتاب شما صفر است. اما برای یافتن وزن شما، جرم بدن شما را در g ضرب می‌کنیم. و این بدان مفهوم نیست که شما دارای شتاب g هستید.

۳) در هر مسئله‌ای برآیند نیروهای وارد بر جسم، شتاب آن را مشخص می‌کند.

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

آسانسور:

هر حرکت شتابداری در راستای قائم :



سنگینی: $N > mg$

سبکی: $N < mg$

بی‌احساسی: $N = mg$

$$g' = \begin{cases} g + a & \text{سنگینی} \\ g - a & \text{سبکی} \end{cases}$$

اگر آسانسور در حال سقوط آزاد باشد، (کابل پاره شده باشد) ، شتاب سقوط آن برابر g میباشد!

مثال ۶۲

شخصی به جرم ۵۰ kg وارد آسانسوری که جرم اتاقک آن ۱۰۰ kg است، می‌شود. آسانسور با شتاب ثابت به سمت بالا شروع به حرکت می‌کند. نیروی کشش کابل آسانسور چند برابر نیرویی است که از طرف کف آسانسور به شخص وارد می‌شود؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

Zarifian

مثال ۶۳

شخصی توسط طنابی جسمی را در راستای قائم جابجا می‌کند. در کدام یک از حالت‌های زیر کشش نخ بیش‌ترین است؟

۱) حرکت تند شونده و رو به بالا
۲) حرکت کندشونده و رو به بالا
۳) حرکت تندشونده و رو به پایین
۴) حرکت با سرعت ثابت.

Zarifian

مثال ۶۴

آسانسوری با شتاب ثابت $2\,m/s^2$ به صورت کند شونده به سمت بالا حرکت می‌کند. در این حالت نیرویی که کف آسانسور به یک شخص ۸۰ کیلوگرمی در درون آسانسور وارد می‌کند، چند نیوتن خواهد بود؟ $(g = 10\,\frac{N}{kg})$

۱) ۹۶۰ ۲) ۸۰۰ ۳) ۶۴۰ ۴) ۱۶۰

Zarifian

مثال ۶۵

مطابق شکل مقابل، دو وزنه‌ی A و B به جرم‌های $m_A = 1\,kg$ و $m_B = 2\,kg$، توسط نیروی $F = 60\,N$ به سمت بالا کشیده می‌شوند. نیروی کشش طناب بین دو وزنه چند نیوتون است؟ (از جرم طناب صرف‌نظر می‌شود.)

۱) ۱۰ ۲) ۲۰
۳) ۳۰ ۴) ۴۰

Zarifian

مثال ۶۶

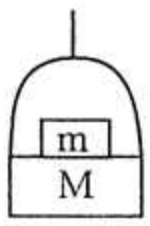
چتربازی به جرم ۱۰۰ kg، از طریق دو طناب قائم به بال چتر وصل است و در راستای قائم سقوط می‌کند. اگر حداکثر نیروی کشش قابل تحمل هر طناب ۴۰۰ N باشد، شتاب سقوط او چه‌قدر باشد تا طناب‌ها پاره نشوند؟ (نیروی مقاومت هوا بر شخص چترباز ناچیز است.)

۱) بزرگ‌تر یا مساوی $2\,m/s^2$ ۲) کوچک‌تر یا مساوی $2\,m/s^2$ ۳) بزرگ‌تر یا مساوی $6\,m/s^2$ ۴) کوچک‌تر یا مساوی $6\,m/s^2$

Zarifian

مثال ۶۷

وزنه‌ی $m = 50\,g$ روی وزنه‌ی $M = 500\,g$ قرار دارد. وزنه‌ها را با ریسمانی با شتاب $2\,m/s^2$ پایین می‌آوریم. وزنه‌ی M چه نیرویی بر حسب نیوتن به وزنه‌ی m وارد می‌کند؟



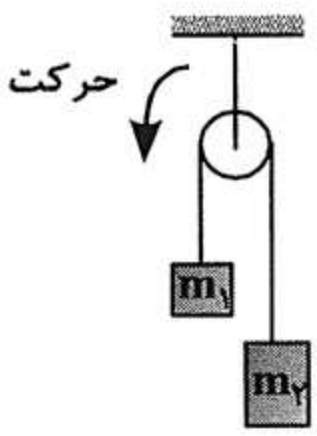
۱) ۰/۵ ۲) ۰/۲
۳) ۰/۴ ۴) ۴

Zarifian

و امّا قـرقـره!

قرقره بر دو نوع است: قرقره ثابت و متحرک.
طناب عیناً نیرویی را که به یک سر آن وارد می شود، انتقال میدهد و نیروی کشش در سرتاسر طناب برابر $F = T$ است. قرقره ثابت کارش تغییر جهت نیروست و بس! به هیچ عنوان نمیتواند اندازه نیرو را کم و زیاد کند! اما قرقره متحرک کارش علاوه بر تغییر جهت نیرو، معمولاً افزایش آن نیز است.

حال نگاهی به ماشین آتوود بیندازیم که شامل دو وزنه با جرمهای متفاوت است که توسط نخی که از روی قرقره سبک و بدون اصطکاکی میگذرد، به هم متصلند.



دستگاه مطابق شکل مقابل را ماشین آتوود می‌نامند، برای حل مسئله‌های آن ...

جرم‌های دو وزنه را با هم مقایسه کنید و جهت حرکت را تعیین کنید. مثلاً اگر $m_2 > m_1$ باشد، وزنه‌ی m_1 رو به پایین و وزنه‌ی m_2 رو به بالا حرکت می‌کند و سپس قانون دوم نیوتون را برای محاسبه‌ی شتاب حرکت دستگاه بنویسید.

$$\text{(کل دستگاه)}\ m_2g - m_1g = (m_1 + m_2)a \quad \Rightarrow \quad a = \frac{m_2g - m_1g}{m_1 + m_2}$$

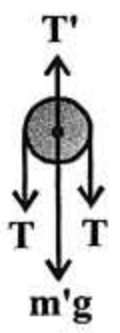
در مسئله‌هایی که کشش نخ مطرح شده است، قانون دوم نیوتون را برای حرکت یکی از وزنه‌ها بنویسید:

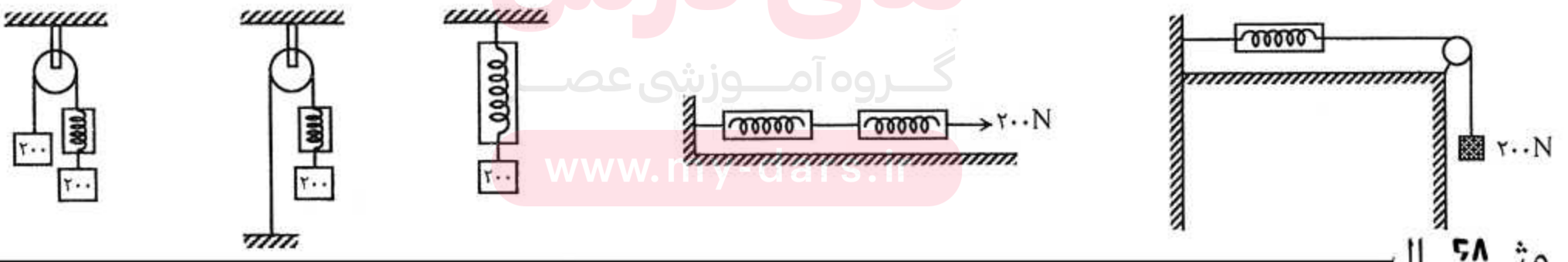
$$\begin{matrix} \text{(جرم } m_2\text{)}\ T - m_2g = m_2a \\ \text{(جرم } m_1\text{)}\ m_1g - T = m_1a \end{matrix} \quad \Rightarrow \quad T = \frac{2m_1m_2g}{m_1 + m_2}$$

قـرقـره ثابت

به یک قرقره‌ی ثابت دو نیروی T به طرف پایین، نیروی وزن قرقره به طرف پایین و نیروی T' (کشش نخ بالای قرقره) به طرف بالا وارد می‌شود. اگر جرم قرقره‌ی ثابت را برابر m' در نظر بگیریم، نیروی کشش نخی که آن را نگاه داشته است (T') با رابطه‌ی زیر محاسبه می‌گردد.

$$T' = 2T + m'g$$

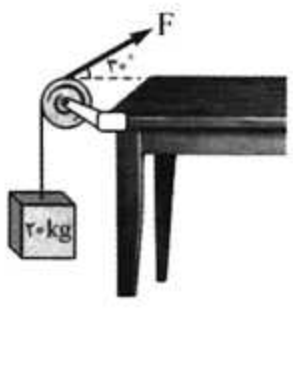




در تمامی حالتهای زیر، نیروسنج عدد ۲۰۰ نیوتن را نشان میدهد!

مثال ۶۸

با استفاده از قرقره‌ای با اصطکاک ناچیز، مطابق شکل، وزنه‌ای به جرم ۲۰ kg را با سرعت ثابت بالا می‌کشیم. نیروی F چند نیوتون است؟

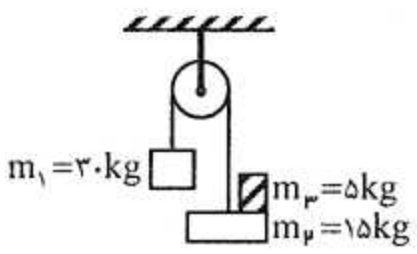


۱) ۱۰۰
۲) $100\sqrt{2}$
۳) ۲۰۰
۴) ۴۰۰

Zarifian

مثال ۶۹

در شکل روبه‌رو با چشم‌پوشی از تمامی اصطکاک‌ها و جرم طناب و قرقره، نیرویی که جسم m_2 بر جسم m_3 وارد می‌کند چند نیوتن است؟ $\left(g = 10\frac{N}{kg}\right)$

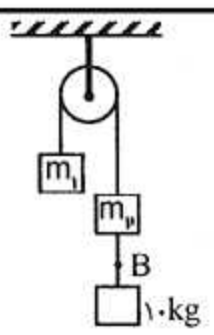


۱) ۶۰
۲) ۴۰
۳) ۵۰
۴) ۱۰۰

Zarifian

مثال ۷۰

در شکل روبه‌رو دستگاه ساکن است. اگر طناب B بریده شود جسم با شتاب $۲\frac{m}{s^۲}$ حرکت می‌کند. $m_۲$ چند کیلوگرم است؟

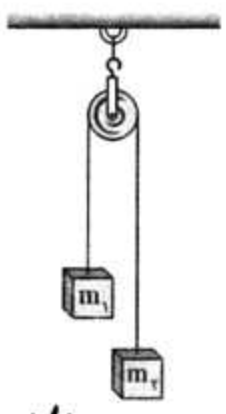


۱) ۱۰
۲) ۱۵
۳) ۳۰
۴) ۲۰

Zarifian

مثال ۷۱

در شکل مقابل، وزنه‌ها از حال سکون شروع به حرکت می‌کنند. بزرگی مجموع اندازه حرکت وزنه‌ها در لحظه‌ی $t = ۲\,s$، چند کیلوگرم‌متر بر ثانیه است؟ $(m_۱ = ۳\,kg \;,\; m_۲ = ۲\,kg \;,\; g = ۱۰\,m/s^۲)$

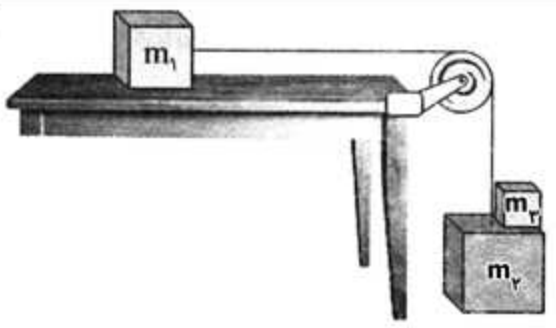


۱) ۴
۲) ۸
۳) ۳۰
۴) ۱۲

Zarifian

مثال ۷۲

در شکل مقابل، $m_۱ = ۵۰۰\,g$، $m_۲ = ۳۰۰\,g$ و $m_۳ = ۲۰۰\,g$ و ضریب اصطکاک بین وزنه‌ی $m_۱$ و سطح افقی ۰/۸ است. نیرویی که از طرف وزنه‌ی $m_۲$ به وزنه‌ی $m_۳$ وارد می‌شود، چند نیوتون است؟

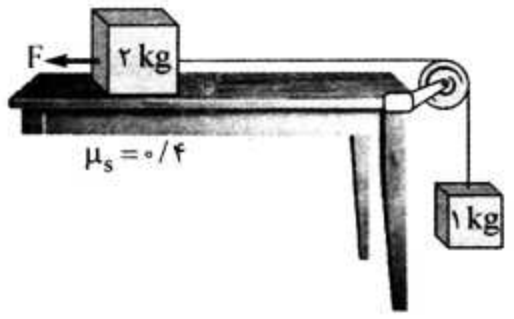


۱) ۱
۲) ۲
۳) ۲/۲
۴) ۱/۸

Zarifian

مثال ۷۳

در شکل مقابل، برای این‌که دستگاه به حال تعادل باشد، F چند نیوتون می‌تواند باشد؟

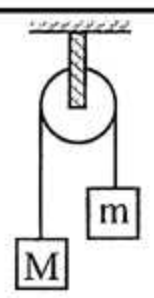


۱) ۸
۲) ۱۸
۳) $۸ \le F \le ۱۲$
۴) $۲ \le F \le ۱۸$

Zarifian

مثال ۷۴

در شکل روبه‌رو $M > m$ است. کدامیک از گزاره‌های زیر درست است؟ (جرم نخ، قرقره و اصطکاک ناچیز است)

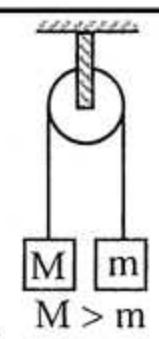


۱) نیرویی که M بر نخ وارد می‌کند از کشش نخ بیشتر است.
۲) نیرویی که M بر نخ وارد می‌کند با کشش نخ برابر است.
۳) نیرویی که m بر نخ وارد می‌کند با کشش نخ برابر است.
۴) گزینه‌ی ۲ و ۳ درست است.

Zarifian

مثال ۷۵

در شکل روبه‌رو:

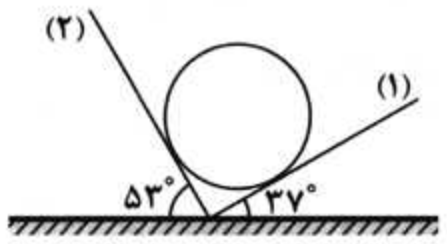


۱) نیرویی که M بر نخ وارد می‌کند از Mg بزرگتر است.
۲) نیرویی که m بر نخ وارد می‌کند از mg بزرگتر است.
۳) نیرویی که M بر نخ وارد می‌کند برابر Mg است.
۴) نیرویی که نخ به m وارد می‌کند، برابر Mg است.

Zarifian

۷۶ ـ یک کره‌ی فلزی به وزن $۴۰N$ درون ناوه‌ای با دیواره‌های صیقلی قرار دارد. نیرویی که کره‌ی فلزی به دیواره‌ی (۱) ناوه وارد می‌کند، چند نیوتون است؟

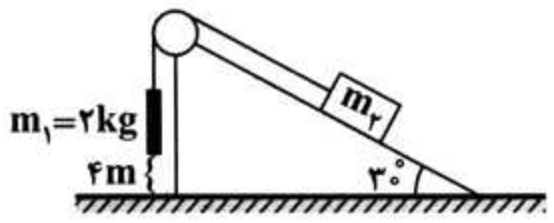
۸۴ ریاضی فیزیک



۱) ۲۴ ۲) ۳۲
۳) ۴۰ ۴) ۴۸

۷۷ ـ در شکل مقابل، وزنه‌ها ابتدا ساکن و جرم دو کیلوگرمی، $۴m$ بالاتر از سطح زمین است. وزنه‌ها رها می‌شوند و پس از ۲ ثانیه، جرم $۲kg$ به زمین می‌رسد. جرم $m_۲$ چند kg است؟ (از اصطکاک بین سطح و جسم $m_۲$ و اصطکاک در محور قرقره چشم‌پوشی شود.)

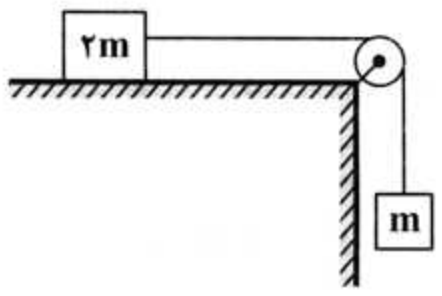
۸۴



۱) ۸ ۲) $\frac{۱۶}{۳}$
۳) $\frac{۱۶}{۷}$ ۴) $\frac{۲۴}{۷}$

۷۸ ـ در شکل مقابل، اندازه‌ی شتاب هر یک از وزنه‌ها $\frac{g}{۵}$ است. ضریب اصطکاک جنبشی سطح افقی کدام است؟

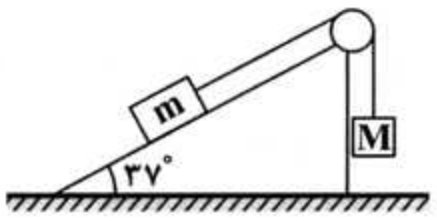
۸۵



۱) ۰/۱ ۲) ۰/۲
۳) ۰/۳ ۴) ۰/۴

۷۹ ـ در شکل زیر جرم وزنه‌ی m برابر با $۵kg$ است که با سرعت ثابت، روی سطح به سمت بالا در حرکت است. اگر ضریب اصطکاک جنبشی ۰/۲۵ باشد، جرم M چند کیلوگرم است؟ ($g = ۱۰ m/s^۲$ و $\sin ۳۷^\circ = ۰/۶$)

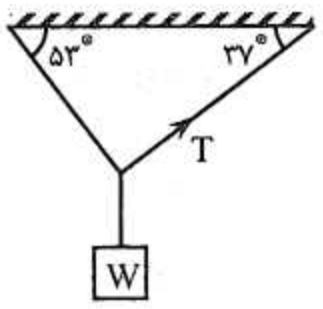
۸۶



۱) ۲ ۲) ۳
۳) ۴ ۴) ۵

۸۰ ـ در شکل مقابل جرم نخ‌ها ناچیز است. اگر $T = ۶N$ باشد، W چند نیوتون است؟ ($\cos ۳۷^\circ = ۰/۸$)

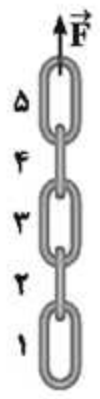
۸۹



۱) ۸ ۲) ۱۰
۳) ۱۲ ۴) ۱۴

۸۱ ـ مطابق شکل، یک زنجیر که از ۵ حلقه‌ی مشابه تشکیل شده و جرم هر حلقه ۲۰۰ گرم است، توسط نیروی F با شتاب $۲m/s^۲$ و حرکت تندشونده روبه بالا کشیده می‌شود. اندازه‌ی نیروی F و اندازه‌ی نیرویی که دو حلقه ۴ و ۵ بر یک‌دیگر وارد می‌کنند، به‌ترتیب هر کدام چند نیوتون است؟ ($g = ۱۰ N/kg$)

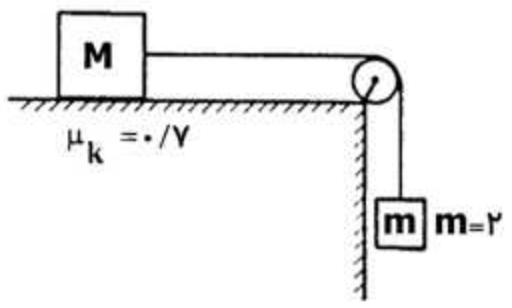
۹۰



۱) ۱۰ و ۲ ۲) ۱۲ و ۲/۴
۳) ۱۲ و ۹/۶ ۴) ۱۰ و ۸

۸۲ ـ در شکل مقابل وزنه‌ی ۲ کیلوگرمی در ابتدا روبه پایین و وزنه‌ی M با سرعت اولیه‌ی $۱\frac{m}{s}$ به سمت راست حرکت می‌کند. پس از پیمودن مسافت $۱/۵m$ و قبل از اینکه وزنه‌ی m به زمین برسد، وزنه‌ها می‌ایستند. جرم وزنه‌ی M چند کیلوگرم است؟ (از جرم نخ و قرقره و اصطکاک قرقره صرف نظر شود و $g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$ است.)

۹۱

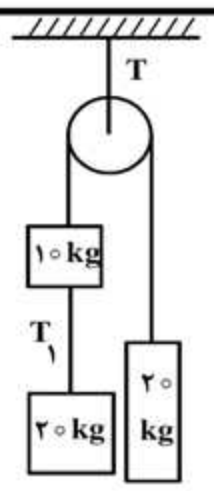


۱) ۲/۶ ۲) ۲/۹
۳) ۳/۱ ۴) ۳/۴

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

۸۳ - در شکل روبه‌رو، اگر جرم نخ و قرقره و اصطکاک‌ها ناچیز باشد، نسبت نیروهای کشش $\frac{T}{T_1}$ چقدر است؟

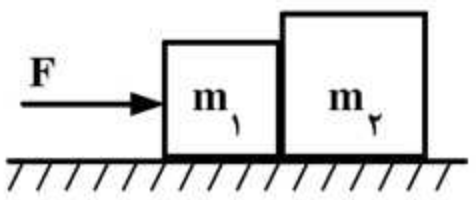
۹۲



۱) ۱/۵
۲) ۲
۳) ۲/۵
۴) ۳

۸۴ - مطابق شکل زیر نیروی F به جسم m_1 وارد می‌شود و مجموعه با شتاب ثابت شروع به حرکت می‌کند. ضریب اصطکاک جنبشی هر یک از دو جسم با سطح افقی برابر μ_k است. اگر در همین حالت که نیروی F وارد می‌شود، ضریب اصطکاک جنبشی هر یک از دو جسم با سطح افقی نصف شود، نیرویی که دو جسم به هم وارد می‌کنند، چند برابر می‌شود؟

۹۳



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

۸۵ - شخصی به جرم $80\ kg$ درون آسانسوری قرار دارد. در لحظه‌ای که آسانسور با شتاب ثابت $2\ \frac{m}{s^2}$ تند شونده رو به پایین حرکت می‌کند، نیرویی که از طرف شخص به آسانسور وارد می‌شود، چند نیوتون است؟

۹۳

$\left(g = 10\ \frac{m}{s^2}\right)$

۱) ۹۶۰
۲) ۸۰۰
۳) ۱۶۰
۴) ۶۴۰

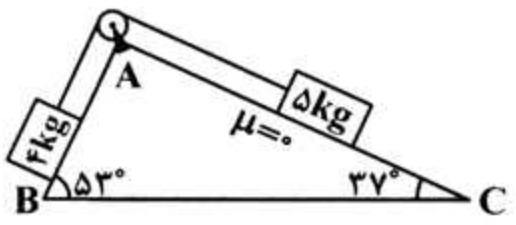
۸۶ - فنری با ثابت $50\ \frac{N}{m}$ را به وزنه‌ای به جرم $5kg$ بسته‌ایم و آن را با سرعت ثابت روی یک سطح افقی می‌کشیم. اگر فنر در حالت افقی بوده و $10cm$ افزایش طول پیدا کرده باشد، ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح چه‌قدر است؟

۸۵ رشته تجربی

۱) ۰/۱
۲) ۰/۲
۳) ۰/۳
۴) ۰/۴

۸۷ - در شکل مقابل ضریب اصطکاک سطح AC ناچیز است. ضریب اصطکاک ایستایی روی سطح AB حداقل چه‌قدر باشد تا سیستم به حالت تعادل بماند؟ $(\sin 37^\circ = 0/6)$

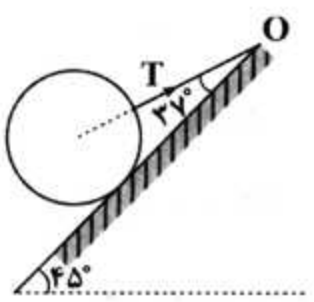
۸۵



۱) $\frac{1}{5}$
۲) $\frac{1}{6}$
۳) $\frac{3}{5}$
۴) $\frac{1}{12}$

۸۸ - مطابق شکل کره‌ای همگن به جرم ۴ کیلوگرم روی سطح شیب‌دار بدون اصطکاکی به زاویه شیب ۴۵ درجه قرار دارد. نیروی کشش نخ (T) چند نیوتون است؟ $(\sin 37^\circ = 0/6\ ,\ g = 10 m/s^2)$

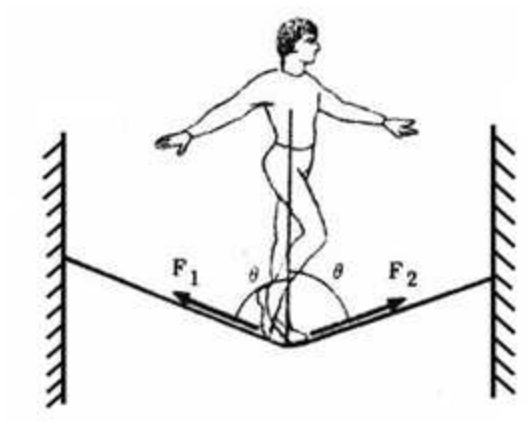
۸۹



۱) ۲۵
۲) ۴۰
۳) $25\sqrt{2}$
۴) $40\sqrt{2}$

۸۹ - طنابی بین دو دیوار موازی در یک تراز بسته شده است و یک بند باز، درست در وسط طناب قرار دارد و بزرگی نیروی کشش طناب در جلو و پشت شخص به ترتیب F_2 و F_1 است. اگر شخص، به تدریج به سمت دیوار مقابل خود حرکت کند، .....

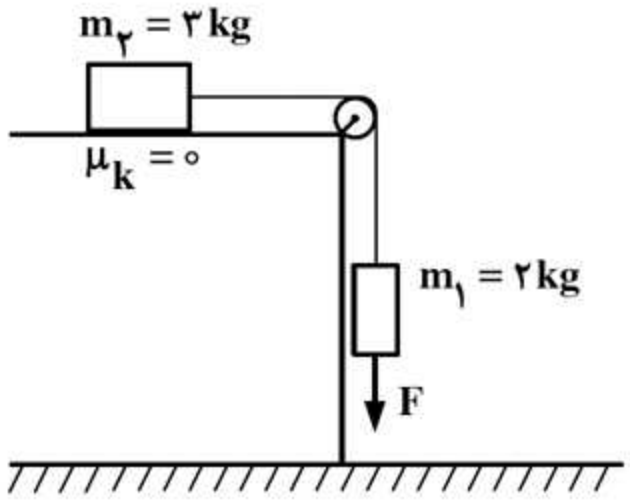
۹۲



۱) F_2 از F_1 کوچک‌تر می‌شود.
۲) F_2 از F_1 بزرگ‌تر می‌شود.
۳) F_2 و F_1 برابر خواهند ماند ولی هر دو افزایش می‌یابند.
۴) F_2 و F_1 برابر خواهند ماند ولی هر دو کاهش می‌یابند.

۲ ۸۹ ۳ ۸۸ ٤ ۸۷ ۱ ۸۶ ٤ ۸۵ ۱ ۸٤ ٤ ۸۳

۹۰ - در شکل روبه‌رو، نیروی قائم F که توسط یک طناب بر وزنه وارد می‌شود،چند برابر وزن وزنه‌ی m_1 باشد، تا وزنهٔ m_1 با شتاب g (شتاب گرانش) پایین بیاید؟ ۹۳



۱) صفر

۲) $\frac{3}{2}$

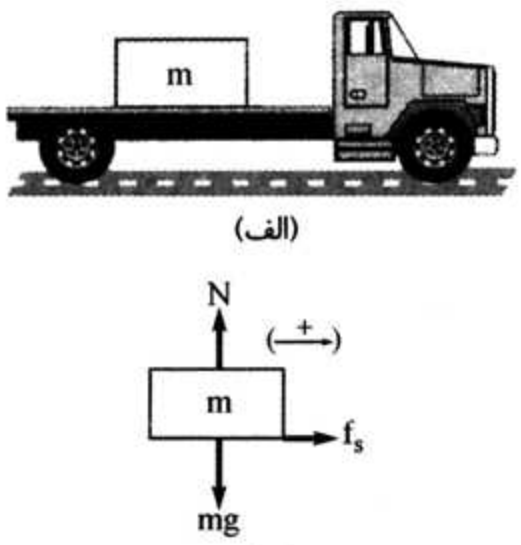
۳) $\frac{5}{2}$

۴) $\frac{7}{2}$

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

نگـاهی دوباره به اصطکاک

برای درک بهتر مطلب، وضعیت نشان‌داده‌شده در شکل روبـرو را در نظر بگیرید. جعبه‌ای به جرم m بر روی قسمت بار یک کامیون قرار دارد و بـه هـم‌راه کـامیون، بـا شـتاب a بـه سمت راست حرکت می‌کند. چون جعبه به سمت راست شتاب می‌گیـرد، حتمـاً نیرویـی در همـین جهت به آن وارد می‌شود. این نیرو را کف بارکش بر جعبه وارد می‌کنـد؛ در واقـع، ایـن نیـرو همـان نیروی اصطکاک بین جعبه و تکیه‌گاهش است و چون جعبه نسبت به کامیون ساکن است، اصطکاک آن‌ها از نوع ایستایی است. پس باعث و بانی حرکت جعبه، نیروی اصطکاکی است که کف کامیون بر آن وارد می‌کند



الـف) جعبـه بـه هـم‌راه کـامیون، شتاب فزاینده می‌گیرد. ب) نیروی اصـطکاک عامل حرکت جعبه به سمت راست است.

در هر یک از شکل‌های داده شده، جسم B در آستانه‌ی حرکت و یا دارای سرعت ثابت است (به هر حـال در تعـادل بـه سـر می‌برد). اگر ضریب اصطکاک ایستایی μ_s و ضریب اصطکاک جنبشی μ_k در تمام سطوح یکسان باشد، در هر شکل مقـدار F را بدسـت آورید. (در شکل الف، A و B نسبت به هم ساکن هستند.)

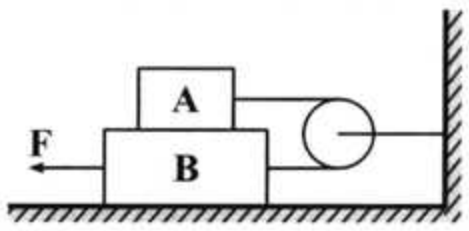
الف:

ب:

پ:

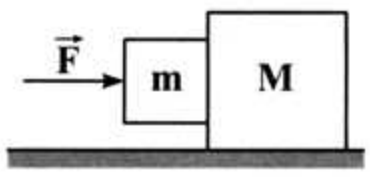
مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

۹۵ - وزن دو جسم A و B به ترتیب ۱۰N و ۲۰N است و ضریب اصطکاک جنبشی همه‌ی سطوح برابر ۰/۵ است. جسم B با نیروی افقی F با سرعت ثابت کشیده می‌شود. نیرویی که سطح جسم B به A وارد می‌کند، چند نیوتون است؟



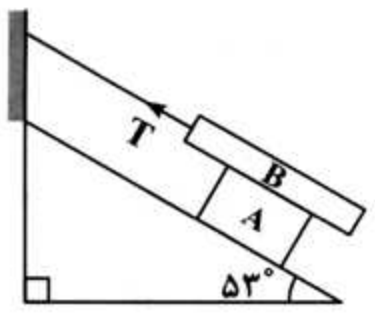
۱) ۵ ۲) ۱۰
۳) $۵\sqrt{۳}$ ۴) $۵\sqrt{۵}$

۹۶ - در شکل مقابل دو جرم به یک‌دیگر تکیه دارند. ضریب اصطکاک ایستایی بین قطعه‌ها $\mu_s = ۰/۵$ است، ولی سطح افقی بدون اصطکاک است. کم‌ترین مقدار نیروی افقی F چند نیوتون باشد تا از لغزیدن جرم m بر روی جرم M جلوگیری کند؟ $\left(M = ۴۰kg\ ,\ m = ۱۰kg\ ,\ g = ۱۰\frac{m}{s^۲}\right)$



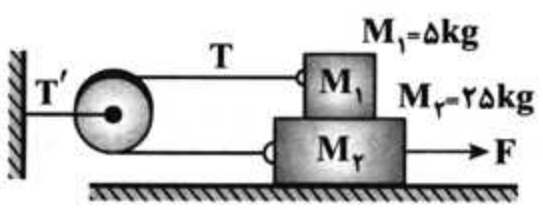
۱) ۱۲۵ ۲) ۱۵۰
۳) ۲۰۰ ۴) ۲۵۰

۹۷ - در شکل مقابل جسم A روی سطح شیب‌دار با سرعت ثابت به پایین می‌لغزد. اگر جرم جسم A، ۲ برابر جرم جسم B باشد و ضریب اصطکاک جنبشی در کلیه‌ی سطوح برابر باشد، نیروی کشش نخ T چند برابر وزن جسم A است؟ $(\sin ۵۳^\circ = ۰/۸)$



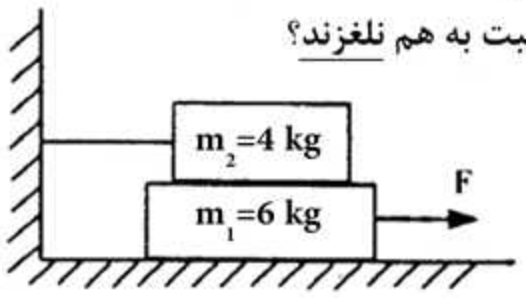
۱) ۰/۴ ۲) ۰/۶
۳) ۰/۸ ۴) ۰/۲

۹۸ - در شکل روبه‌رو، ضریب اصطکاک جنبشی بین هر یک از سطوح تماس $\mu_k = ۰/۲$ است. اگر شتاب حرکت وزنه $M_۲$ برابر $۵m/s^۲$ باشد، نیروی کشش T' چند نیوتون است؟ ($g = ۱۰m/s^۲$ و جرم و اصطکاک نخ و قرقره ناچیز است.)



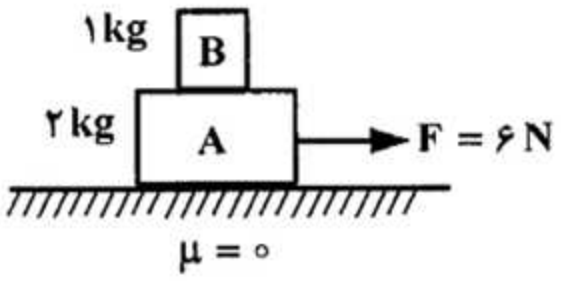
۱) ۴۰ ۲) ۵۰
۳) ۶۰ ۴) ۷۰

۹۹ - در شکل روبه‌رو، اصطکاک سطح افقی با وزنه‌ی $m_۱$ ناچیز است و نیروی F حداقل باید ۱۲ نیوتون باشد تا وزنه‌ی $m_۱$ به حرکت درآید. حال اگر نخ بسته شده به دیوار را باز کنیم، نیروی افقی F حداکثر چند نیوتون می‌تواند باشد تا وزنه‌ها نسبت به هم نلغزند؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$



۱) ۱۲ ۲) ۱۸
۳) ۳۰ ۴) ۴۰

۱۰۰ - در شکل روبه‌رو اگر در ضمن حرکت روی سطح افقی، وزنه‌ی B روی وزنه‌ی A نلغزد، نیروی اصطکاک بین دو وزنه چند نیوتون است؟



۱) صفر ۲) ۲
۳) ۳ ۴) ۶

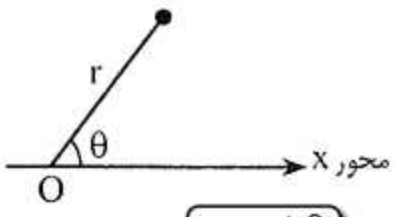
مای درس
گروه آموزشی تخصصی
www.my-dars.ir

سینماتیک حرکت دایره‌ای

اگر از شما پرسیده شود مدت زمان گردش زمین به دور خورشید چقدر است؟ بلافاصله پاسخ خواهید داد: «۳۶۵ روز». اما اگر پرسیده شود، سرعت گردش زمین به دور خورشید چقدر است؟ احتمالاً پاسخی نخواهید داشت. این امر نشان می‌دهد در حرکت‌های دوره‌ای آنچه مهم است **مدت زمان پیمودن یک دور کامل است.** این مدت زمان را با T نشان داده و **دوره** می‌نامیم. **از طرفی تعداد دورهایی را که در یکای زمان پیموده می‌شود، بسامد (فرکانس) می‌گویند** و با f نشان می‌دهند.

$$T=\frac{1}{f}$$

فرض کنید ذره‌ای بر مسیری دایره‌ای حول نقطه‌ی ثابت O در گردش است. به نظر شما مکان این متحرک را در هر لحظه چگونه می‌توان معین کرد؟ معمولاً در حرکت‌های دایره‌ای به جای مختصات دکارتی (x و y) از مختصات قطبی (r و θ) استفاده می‌کنند که در آن r فاصله ذره از مرکز O و θ زاویه‌ی بین r و محور x است.



در حرکت دایره‌ای می‌توان همچون حرکت خطی کمیتی به نام سرعت زاویه‌ای متوسط $(\bar{\omega})$ به صورت زیر تعریف کرد:

$$\bar{\omega}=\frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

کمان پیموده شده در یکای زمان را سرعت زاویه‌ای متوسط گویند. یکای آن رادیان بر ثانیه است.

سرعت زاویه‌ای لحظه‌ای نیز از رابطه‌ی زیر بدست می‌آید:

$$\omega=\lim_{\Delta t\to 0}\frac{\Delta\theta}{\Delta t}\Rightarrow \omega=\frac{d\theta}{dt}$$

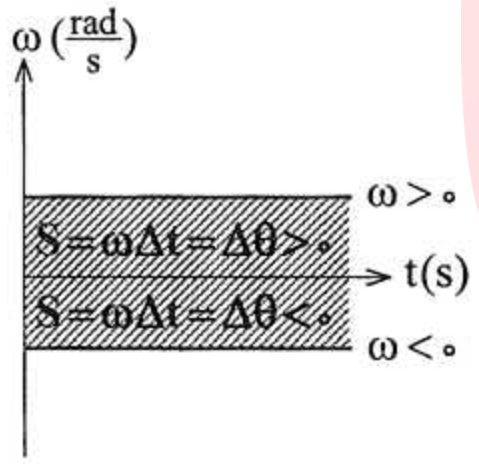
$$\omega=\frac{2\pi}{T}=2\pi f$$

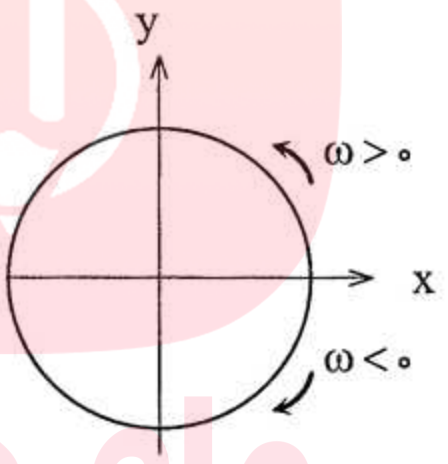
نمودارهای سرعت زاویه‌ای برحسب زمان در حرکت دایره‌ای یکنواخت

۱- سطح زیر نمودار سرعت زاویه‌ای برحسب زمان، جابجایی زاویه‌ای انجام شده را به ما می‌دهد.

۲- اگر سطح زیر منحنی $\omega-t$، بالای محور t باشد $\Delta\theta>0$ و اگر این سطح پایین محور t باشد، $\Delta\theta<0$ خواهد بود.

۳- $\Delta\theta>0$ یعنی جابه‌جایی زاویه‌ای در جهت مثبت دایره (پاد ساعتگرد) و $\Delta\theta<0$ یعنی جابه‌جایی در جهتِ منفی دایره مثلثاتی (ساعتگرد).

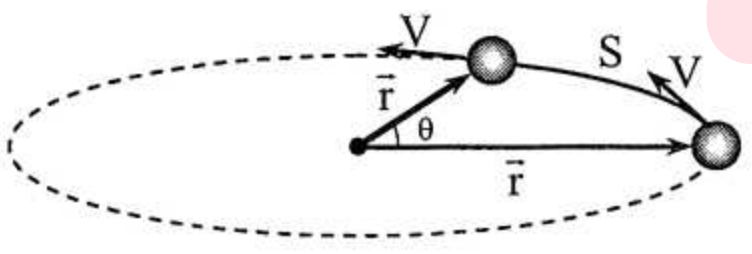




سرعت خطی

جابجایی خطی طی شده روی مسیر دایره، در واحد زمان را **سرعت خطی** می‌نامیم. آن را با V نمایش می‌دهیم و یکای آن متر بر ثانیه ($\frac{m}{s}$) است. مسیری که متحرک روی دایره طی می‌کند مطابق شکل درواقع کمانی از دایره است. اگر شعاع مسیر دایره‌ای r باشد و زاویه طی شده را θ بنامیم کمان طی شده معادل است با: $S=r\theta$

V همواره مماس بر حرکت دایره‌ای است.



$$ds=rd\theta\Rightarrow\frac{ds}{dt}=r\frac{d\theta}{dt}\Rightarrow$$

در حالت حدی می‌توان جابجایی را معادل کمان طی شده در نظر گرفت:

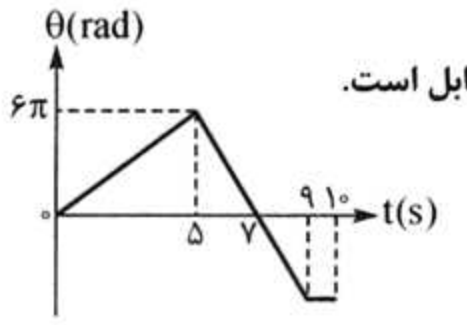
$$V=r\omega$$

مثال ۱۰۱

نسبت سرعت زاویه‌ای عقربه دقیقه شمار به سرعت زاویه‌ای عقربه‌ی ساعت شمار کدام گزینه زیر است؟

۱) ۱ ۲) ۲٤ ۳) ۱۲ ٤) ٦۰

Zarifian



ذره‌ای در جهت پادساعت‌گرد شروع به حرکت بر روی یک دایره می‌کند و نمودار مکان زاویه‌ای ـ زمـان آن مطابق شکل مقابل است.

این ذره در مدت ۱۰s، چند ثانیه در جهت مثبت مثلثاتی حرکت کرده است؟

ذره چند ثانیه در خلاف جهت مثبت مثلثاتی حرکت کرده است؟

جهت دوران ذره در چه لحظه‌ای (برحسب ثانیه) تغییر کرده است؟

ذره در ۵ ثانیه‌ی اول حرکت چند دور زده است؟

اگر شعاع دوران ذره ۱۰cm باشد، اندازه‌ی جابه‌جایی ذره در بازه‌ی زمانی $t=0$ تا $t=10s$ چند متر است؟

مسافت طی‌شده توسط ذره در بازه‌ی زمانی یادشده چند متر است؟

ذره در کدام لحظه (برحسب ثانیه) بیشترین فاصله را از مبدأ حرکت دارد؟

نمودار سرعت زاویه‌ای ـ زمان ذره چگونه است؟

مثال ۱۰۱۲

ذره‌ای روی یک مسیر دایره‌ای با معادله‌ی $\theta=t^3+12$ حرکت می‌کند، سرعت زاویـه‌ای متوسـط در بـازه‌ی زمـانی $t_1=0$ تـا $t_2=3s$ چند برابر سرعت زاویه‌ای در لحظه‌ی $t=3s$ است؟

۱) ۱ ۲) ۳ ۳) $\frac{1}{3}$ ۴) ۹

Zarifian

مثال ۱۰۱۳

سرعت زاویه‌ای ذره‌ای روی مسیر دایره‌ای $5\frac{rad}{s}$ است. جسم در پایان ۲۰s چند دور چرخیده است؟

۱) ۱۰۰ ۲) $\frac{50}{\pi}$ ۳) 100π ۴) $\frac{20}{\pi}$

Zarifian

مثال ۱۰۱۴

دو نقطه A و B بر روی چرخ اتومبیلی به فاصله‌های ۱۰ cm و ۲۰ cm از مرکز چرخ در نظر می‌گیریم تعیین کنید سرعت خطی نقطه A چند برابر سرعت خطی نقطه B است؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۰/۵ ۴) ۴

Zarifian

مثال ۱۰۱۵

اگر شعاع کره‌ی زمین ۶۴۰۰km فرض شـود، سـرعت خطـی نقطـه‌هـای واقـع در مـدار 37° روی زمـین چنـد کیلـومتر بـر سـاعت اسـت؟

$(\sin 37^\circ = 0/6$ و $\pi = 3)$

۱) ۱۲۰ ۲) ۱۲۰۰ ۳) ۱۲۸۰ ۴) ۲۳۲۰

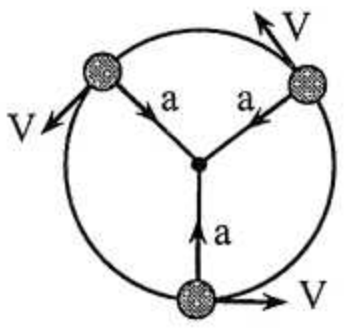
Zarifian

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

فیزیک ۳ برای دهم
نوید ظریفیان

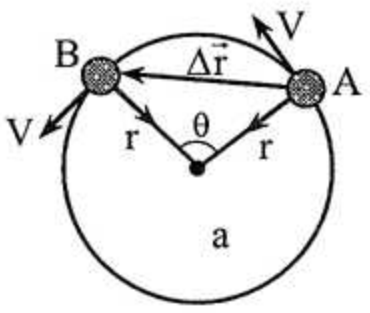
دینامیک حرکت دایره ای

می‌دانیم سرعت کمیتی است برداری، یعنی وقتی تغییر می‌کند که اندازه، جهت و یا هر دوی آنها تغییر کنند. در حرکت دایره‌ای یکنواخت گرچه اندازه سرعت ثابت است، ولی جهت سرعت، که همواره مماسِ بر مسیر است، متغیر می‌باشد، بدین ترتیب حرکت شتابدار است. چون روند تغییرات سرعت، روند منظمی است، شتاب نیز ثابت خواهد بود. به طریق دیگر هم می‌توانیم وجود شتاب را تشخیص دهیم. وقتی جسمی بر مسیر دایره حرکت می‌کند حتماً نیرویی وجود دارد که آن را بر مسیر دایره نگاه می‌دارد. این نیرو بایستی به طرف مرکز دایره باشد. بدیهی است نیرویی که به طرف مرکز باشد شتابی هم به طرف مرکز خواهد داشت. به همین دلیل شتاب در حرکت دایره‌ای **شتاب مرکز گرا** یا **شتاب جانب مرکز** نامیده می‌شود.

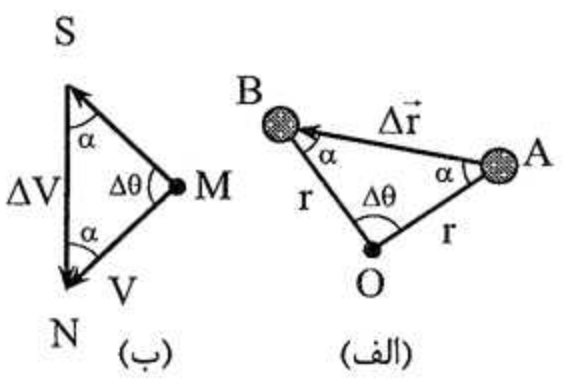


در حرکت دایره‌ای چه یکنواخت و چه غیر یکنواخت سرعت خطی و شتاب همواره بر هم عمودند، چرا که سرعت خطی، مماس بر دایره بوده و شتاب در امتداد شعاع است و شعاع همواره بر خط مماس بر دایره عمود است

محاسبه شتاب مرکزگرا



در یک حرکت دایره‌ای مطابق شکل فرض می‌کنیم جسمی به جرم m روی سطح افقی از نقطه A تا نقطه B با سرعت ثابت V جابجا شود در این صورت جابجایی خطی انجام شده $\Delta\vec{r}$ می‌باشد. در شکل پایین دو مثلث ایجاد شده از بردارهای $\Delta\vec{r}$ و $\Delta\vec{V}$ را جداگانه رسم کرده‌ایم و می‌خواهیم نشان دهیم دو مثلث با هم متشابهند. سپس از نسبت تشابه استفاده کرده، بالاخره رابطه‌ای برای شتاب بدست آوریم.



در شکل الف و ب هردو مثلث متساوی‌الاساقین چرا که در شکل دو ساق شعاع دایره‌اند و در مثلث MNS دو ساق سرعتهای یکسان V هستند بدین ترتیب دو مثلث طبق شرط سه زاویه برابر ($\Delta\theta$، α و α) با هم متشابهند و می‌توان نسبت تشابه را به صورت زیر نوشت:

$$\frac{\Delta V}{V}=\frac{\Delta r}{r}\Rightarrow \Delta V=V\frac{\Delta r}{r} \qquad \bar{a}=a=\frac{\Delta V}{\Delta t}=(\frac{V}{r})(\frac{\Delta r}{\Delta t})\ ,\ \frac{\Delta r}{\Delta t}=V\Rightarrow \boxed{a=\frac{V^2}{r}}$$

$$V=r\omega\Rightarrow a=\frac{(r\omega)^2}{r}\Rightarrow \boxed{a=r\omega^2}$$

با محاسبه شتاب در حرکت دایره‌ای یکنواخت، به راحتی مقدار نیروی جانب مرکز را محاسبه می‌کنیم.

$$F=ma\Rightarrow \boxed{F=m\frac{V^2}{r}}\ ,\ \boxed{F=mr\omega^2}$$

گفته شد وقتی جسمی روی یک دایره حرکت می‌کند حتماً یک نیروی جانب مرکز داریم که موجبِ باقی‌ماندن آن روی مسیر دایره می‌شود. چرا این نیرو باعث جذب شدن جسم به مرکز نیرو نمی‌شود؟

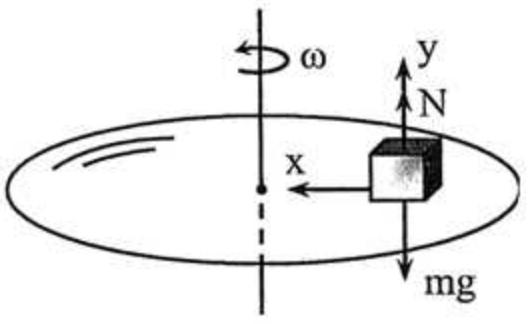
پاسخ: علت وجود نیرویی است به‌نام نیروی گریز از مرکز. ولی نمی‌توان به سادگی درباره‌ی این نیرو بحث کرد. این نیرو بر جسم وارد می‌شود، برابر و در خلافِ جهت نیروی جانبِ مرکز است. در این صورت برآیند این دو نیرو صفر می‌شود.

چه وقت نیروی گریز از مرکز داریم؟ منشأ آن چیست و در چه جهتی به جسم وارد می‌شود.

پاسخ: وقتی جسمی در حال حرکت دایره‌ای است از دید ناظری که روی آن قرار دارد یا دستگاه مختصاتِ قرار گرفته روی آن، نیرویی داریم که از دید ناظر ساکن مشاهده نمی‌شود. نیروی گریز از مرکز نیرویی است غیر نیوتنی، که فقط در دستگاهِ مختصاتِ متحرک و از دید ناظر درونِ این دستگاه قابل لمس است. ویژگی نیروهای غیر نیوتنی این است که از قانون سوم نیوتن به شکلی که ما می‌دانیم تبعیت نمی‌کنند. نیروی گریز از مرکز به زمین وارد می‌شود نیروی جانب مرکز هم که نیروی عمل است مساوی و در خلاف جهت آن به زمین وارد می‌شود. بدین ترتیب نیروی گریز از مرکز برابر و در خلاف جهتِ نیروی جانب مرکز به جسم وارد شده برآیند این دو نیرو صفر می‌شود و جسم در راستای شعاعی ساکن است.

مثال:

اتومبیل دور میدان: $f_{s\,Max}=\mu_s N=\mu_s mg$



شرط انجام حرکت:

$$\boxed{f_{s\,Max}>m\frac{v^2}{r}}$$

$$\boxed{f_{s\,Max}>mr\omega^2}$$

مثال ۱۰۶

در کدام حرکت شتاب متغیر است؟

۱) سقوط آزاد ۲) حرکت پرتابی ۳) حرکت یکنواخت ۴) حرکت دایره‌ای یکنواخت

Zarifian

مثال ۱۰۷

شعاع پیچ یک جاده‌ی افقی ۱۲۵ m است. حداقل ضریب اصطکاک جاده و لاستیک اتومبیل چه‌قدر باشد تا اتومبیلی که با سرعت ۲۵ m/s از پیچ می‌گذرد، نلغزد؟

۱) ۰/۲ ۲) ۰/۳ ۳) ۰/۴ ۴) ۰/۵

Zarifian

مثال ۱۰۸

ذره‌ای با سرعت زاویه‌ای ثابت بر روی دایره‌ای به شعاع ۱ m حرکت می‌کند. اگر در یک لحظه معادله‌ی سرعت ذره در SI به‌صورت $\vec{v} = \vec{i} + \vec{j}$ باشد، معادله‌ی شتاب آن در همین لحظه و در SI کدام می‌تواند باشد؟

۱) $-\vec{i} + \vec{j}$ ۲) $-\vec{i} - \vec{j}$ ۳) $\sqrt{2}\vec{i} + \sqrt{2}\vec{j}$ ۴) $-\sqrt{2}\vec{i} + \sqrt{2}\vec{j}$

Zarifian

مثال ۱۰۹

متحرکی دایره‌ای به شعاع ۲۰ متر را به‌طور یک‌نواخت دور می‌زند. اگر شتاب آن $5\pi^2\ m/s^2$ باشد، کمان مقابل به زاویه‌ی $\frac{\pi}{6}$ را در چند ثانیه طی می‌کند؟

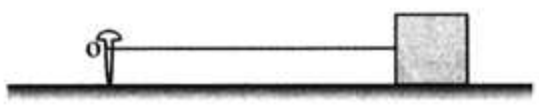
۱) $\frac{1}{3}$ ۲) $\frac{1}{4}$ ۳) $\frac{1}{2\pi}$ ۴) $\frac{1}{\sqrt{15\pi}}$

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

Zarifian

مثال ۱۱۰

وزنه‌ای به جرم ۲۰۰ گرم به انتهای نخ سبکی به طول یک متر بسته شده و مطابق شکل، در سطح افقی بدون اصطکاک با سرعت زاویه‌ای ۲۰ رادیان بر ثانیه حول نقطه o می‌چرخد. نیروی کشش نخ چند نیوتون است؟



۱) ۲۰ ۲) ۸ ۳) ۴۰ ۴) ۸۰

Zarifian

مثال ۱۱۱

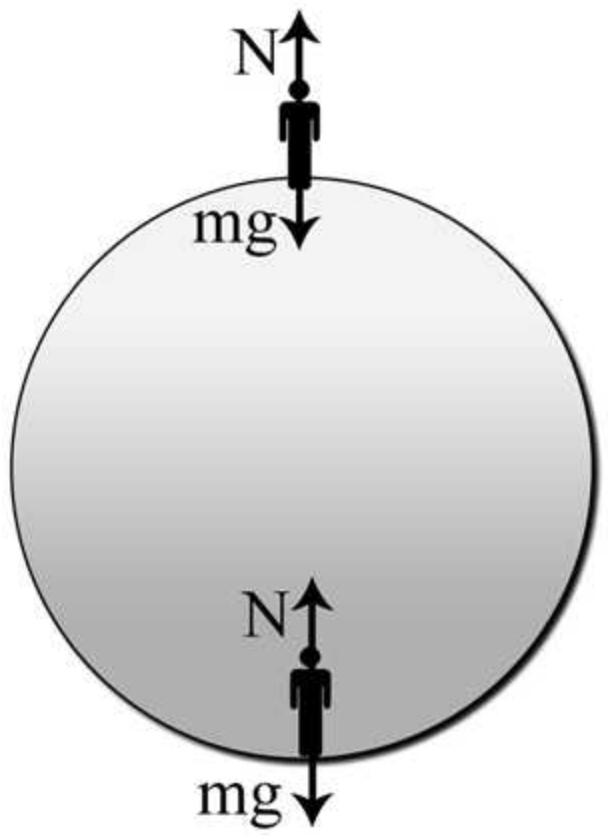
وزنه‌ای به جرم ۲/۵kg به انتهای فنری به ثابت $50\frac{N}{m}$ بسته شده و روی سطح افقی بدون اصطکاک به دور سر دیگر فنر در هر دقیقه ۱۰ دور می‌گردد. اگر در حین گردش وزنه، طول فنر (شعاع دایره) ۸۰ سانتی‌متر باشد، طول عادی فنر چند سانتی‌متر است؟ ($\pi \simeq 3$)

۱) ۶۸ ۲) ۷۸ ۳) ۷۲ ۴) ۷۶

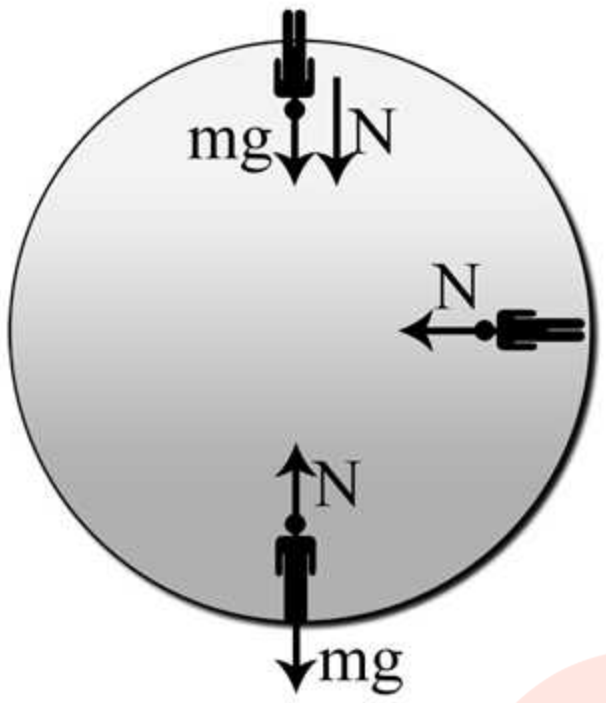
Zarifian

بررسی چندین مثال از حرکت دایره ای در صفحه قائم

چرخ‌وفلک:



تردن هوایی - آتش گردان



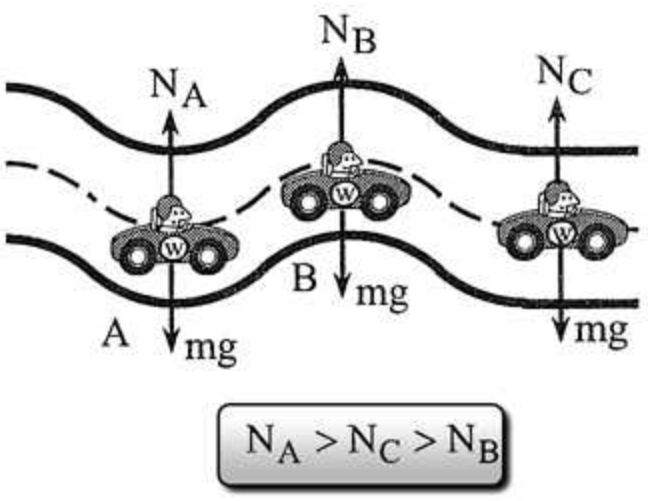
در حرکت دایره‌ای صفحه قائم N و T بالا و پایین متفاوت است. کمترین N در بالا و بیشترین N در پایین.
در آتش گردان یا آونگ بجای N از T استفاده می‌کنیم. در هر لحظه برآیند نیروها به سمت مرکز می‌باشد.

در یک حالت خاص که جسم در بالاترین نقطه‌ی مسیر و در آستانه‌ی سقوط قرار می‌گیرد، نیروی کشش نخ یا نیروی عمودی سطح برابر صفر می‌شود و سرعت جسم در این لحظه که در واقع کم‌ترین سرعت برای عبور از بالاترین نقطه‌ی سطح دایره‌ای است، طبق رابطه‌ی زیر قابل محاسبه است.

$$T_A + mg = m\frac{V^2}{r} \Rightarrow 0 + mg = m\frac{V^2_{min}}{r} \Rightarrow V_{min} = \sqrt{rg}$$ (کم‌ترین سرعت دوران در بالای مسیر قائم)

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

پل و دره



$N_A > N_C > N_B$

جسمی به جرم m در مسیری مطابق شکل حرکت می‌کند:

$$\sum F_a = ma \Rightarrow N_A - mg = m\frac{V_A^2}{R} \longrightarrow N_A = mg + m\frac{V_A^2}{R}$$

$$\sum F_B = ma \Rightarrow mg - N_B = m\frac{V_B^2}{R} \longrightarrow N_B = mg - m\frac{V_B^2}{R}$$

$$N_C = mg$$

مثال ۱۱۲

اتومبیلی در جاده‌ای مقعر حرکت می‌کند. شعاع انحنای مسیر در پایین‌ترین نقطه ۴۰ متر است و نیروی عمودی سطح تکیه‌گاه ۲ برابر وزن اتومبیل است. سرعت اتومبیل چند m/s است؟ $(g = ۱۰ N/kg)$

۱) ۱۰ ۲) ۲۰
۳) ۴۰ ۴) $۱۰\sqrt{۲}$

Zarifian

مثال ۱۱۳

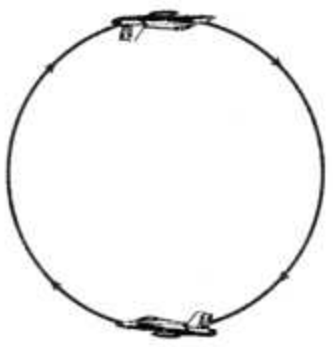
گلوله‌ای به جرم ۲kg را به نخ بدون جرمی به طول ۵۰cm متصل کرده‌ایم و در صفحه‌ی قائمی حول نقطه‌ای با سرعت ثابت $۵ \frac{m}{s}$ دوران می‌دهیم. نسبت کشش نخ در پایین‌ترین نقطه‌ی مسیر به کشش نخ در بالاترین نقطه‌ی مسیر کدام است؟ $(g = ۱۰ N/kg)$

۱) ۲ ۲) ۱/۵ ۳) ۳ ۴) ۲/۵

Zarifian

مثال ۱۱۴

در شکل مقابل، هواپیمایی مسیر دایره‌ای را در سطح قائم با سرعت ثابت دور می‌زند. اختلاف نیروی قائمی که خلبان بر صندلی خود در بالاترین و پایین‌ترین نقطه‌ی مسیر وارد می‌کند، چند برابر وزنش می‌باشد؟



۱) ۱ ۲) ۲
۳) ۳ ۴) ۴

Zarifian

مثال ۱۱۵

شخصی به جرم ۵۰ kg در داخل یکی از کابین‌های چرخ‌وفلکی که به‌طور یک‌نواخت در صفحه‌ی قائم می‌چرخد، قرار دارد. اگر نیرویی که کابین، در بالاترین نقطه‌ی مسیر به شخص وارد می‌کند، ۴۵۰ N باشد، نیرویی که از طرف کابین، در پایین‌ترین نقطه‌ی مسیر به شخص وارد می‌شود، چند نیوتون است؟

۱) ۴۰۰ ۲) ۴۵۰ ۳) ۵۰۰ ۴) ۵۵۰

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir
Zarifian

مثال ۱۱۶

هنگامی که یک قطار تفریحی از پایین‌ترین نقطه‌ی مسیر کاوی به شعاع انحنای ۲۰ m عبور می‌کند، سرنشینان داخل آن خود را ۵۰٪ سنگین‌تر احساس می‌کنند. سرعت قطار در هنگام عبور از این نقطه چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۱۰ ۲) $۱۰\sqrt{۲}$ ۳) $۱۰\sqrt{۳}$ ۴) ۲۰

Zarifian

۱۱۲ ۲ ۱۱۳ ۲ ۱۱۴ ۲ ۱۱۵ ٤ ۱۱۶ ۱

فیزیک ۳ پایه
نوید ظریفیان

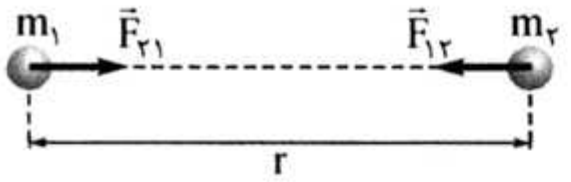
نیروی گرانش و ماهواره

البته با اجازه از نیروی انتظامی ☺

اگر مطابق شکل، دو ذره به جرم‌های m_1 و m_2 به فاصله‌ی r از یکدیگر قرار داشته باشند، نیروی گرانشی‌ای به هم وارد می‌کنند که اندازه‌ی آن از رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید:

$$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$$

G **،ثابت جهانی گرانش،** نام دارد و برابر $6/67\times10^{-11}\ N.m^2/kg^2$ است.



جرم m_1 با نیروی گرانشی $\vec{F}_{12}$ جرم m_2 را می‌رباید و جرم m_2 با نیروی گرانشی $\vec{F}_{21}$ جرم m_1 را می‌رباید $(F_{12}=F_{21}=F)$.

نیروی گرانشی‌ای که دو ذره به هم وارد می‌کنند، هم‌اندازه و در راستای خطی هستند که دو ذره را به هم وصل می‌کند.

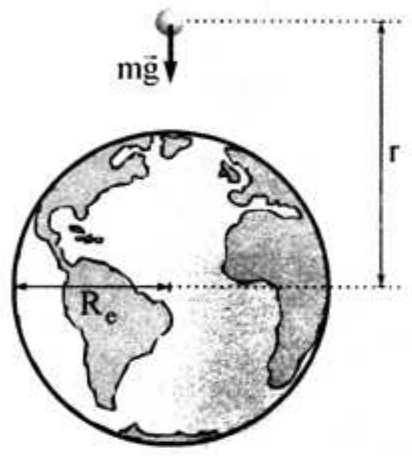
اگر دو جسم به شکل کره‌های همگن باشند، باز هم می‌توان از رابطه‌ی فوق استفاده کرد؛ در این صورت، r فاصله مرکزهای دو کره از یکدیگر خواهد بود. نیروهایی که زمین و ماه به هم وارد می‌کنند، زوج‌نیروی قانون سوم نیوتون هستند و از نظر اندازه برابرند.

نیرویی که ما را به زمین میخ‌کوب کرده، نیروی وزن ماست و **نیروی وزن ما نیز چیزی جز نیروی گرانشی زمین بر بدن ما نیست؛** بنابراین، اگر جسمی به جرم m به فاصله‌ی r از مرکز زمین قرار گرفته باشد، وزن آن برابر است با:

$$w = mg = G\frac{M_e m}{r^2} \rightarrow \boxed{g = G\frac{M_e}{r^2}}$$

منظور از M_e جرم زمین است.

هر چه فاصله‌ی جسمی از مرکز زمین بیشتر شود، شتاب گرانش در محل قرارگیری جسم و در نتیجه، وزن جسم کم‌تر می‌شود.



وزن یک جسم، حاصل نیروی گرانشی‌ای است که زمین به آن وارد می‌کند.

g به جرم اجسام ربطی ندارد و فقط تابع جرم سیاره و فاصله از مرکز آن است!

ماهواره‌ای به جرم m در مداری به شعاع r حول کره‌ی زمین می‌چرخد. تنها نیرویی که در راستای شعاعی به ماهواره وارد می‌شود، نیروی گرانش زمین به آن است؛ داریم:

$$F_g = F_c \rightarrow G\frac{M_e m}{r^2} = \frac{mv^2}{r} \rightarrow \boxed{v = \sqrt{\frac{GM_e}{r}}}$$

سرعت ماهواره را می‌توان برحسب شتاب گرانش در سطح زمین $(g_\circ)$ به‌دست آورد.

با توجه به رابطه‌ی $g_\circ = \frac{GM_e}{R_e^2}$، داریم:

$$GM_e = g_\circ R_e^2 \rightarrow v = \sqrt{\frac{GM_e}{r}} = \sqrt{\frac{g_\circ R_e^2}{r}} \rightarrow \boxed{v = R_e\sqrt{\frac{g_\circ}{r}}}$$

نیروی گرانشی‌ای که زمین به ماهواره وارد می‌کند، نیروی مرکزگرای لازم برای چرخش ماهواره را تأمین می‌کند.

سرعت و دوره‌ی گردش ماهواره، مثل هر حرکت دایره‌ای دیگری، با رابطه‌ی مقابل به هم مربوطند: $v = r\omega = \frac{2\pi r}{T}$

و برای ماهواره:

$$v = \sqrt{\frac{GM_e}{r}} \rightarrow T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi r}{\sqrt{\frac{GM_e}{r}}} = \frac{2\pi r\sqrt{r}}{\sqrt{GM_e}} \rightarrow \boxed{T = \frac{2\pi r^{\frac{3}{2}}}{\sqrt{GM_e}}}$$

البته به شدت توصیه می‌کنم آن را حفظ نکنید! روش به‌دست آوردن آن ساده‌تر از حفظ کردنش است!

خلاصه اینکه:

$$g \propto \frac{1}{r^2}$$
$$v \propto \frac{1}{\sqrt{r}}$$
$$T \propto \sqrt{r^3}$$

مای درس
www.my-dars.ir

مثال ۱۱۷

نیروی جاذبه‌ی وارد بر ماهواره‌ای که در فاصله‌ی $۳R$ از سطح زمین (R شعاع زمین است) به دور زمین می‌چرخد، چند برابر وزن ماهواره در سطح زمین است؟

۱) $\frac{۱}{۹}$ ۲) $\frac{۱}{۳}$ ۳) $\frac{۱}{۱۶}$ ۴) ۳

Zarifian

مثال ۱۱۸

وزن سوسکی در سطح کره‌ی ماه $۰/۰۲\ N$ است. جرم آن در سطح کره‌ی زمین چند گرم است؟ (شتاب گرانش در سطح کره‌ی ماه $\frac{۱}{۶}$ شتاب گرانش در سطح زمین است.)

۱) ۲ ۲) ۶ ۳) ۱۲ ۴) ۱۲۰

Zarifian

مثال ۱۱۹

جرم کره‌ی زمین تقریباً ۸۰ برابر جرم کره‌ی ماه و شتاب گرانش در سطح زمین تقریباً ۶ برابر شتاب گرانش در سطح ماه است. شعاع زمین تقریباً چند برابر شعاع ماه است؟

۱) ۳/۶ ۲) ۱۳ ۳) ۸۰ ۴) ۴۸۰

Zarifian

مثال ۱۲۰

شتاب گرانش در سطح سیاره‌ای که جرم و حجم آن ۸ برابر جرم و حجم کره‌ی زمین است، چند برابر شتاب گرانش در سطح زمین می‌باشد؟

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

Zarifian

مثال ۱۲۱

فاصله‌ی ماهواره‌ای از سطح زمین، دو برابر شعاع کره‌ی زمین است. نیروی مرکزگرای وارد بر ماهواره، چه کسری از وزن آن در سطح زمین است؟

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

Zarifian

مثال ۱۲۲

ماهواره‌ای که در فاصله‌ی r از مرکز زمین در حال چرخش است، ناگهان نیمی از جرم خود را از دست می‌دهد. سرعت دوران ماهواره در همان مدار قبلی چند برابر می‌شود؟

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

Zarifian

مثال ۱۲۳

ماهواره‌ای روی مسیری دایره‌ای، به دور زمین می‌گردد. اگر شعاع دوران ماهواره ۴۴٪ افزایش یابد، سرعت آن چند برابر می‌شود؟

۱) $\frac{۵}{۶}$ ۲) $\frac{۲۵}{۳۶}$ ۳) $\frac{۶}{۵}$ ۴) $\frac{۳۶}{۲۵}$

Zarifian

مای درس
www.my-dars.ir

۱۲۳ ۱ ۱۲۲ ۲ ۱۲۱ ۳ ۱۲۰ ۳ ۱۱۹ ۱ ۱۱۸ ۳ ۱۱۷ ۳

مثال ۱۲۴

ماهواره‌ای در فاصله‌ی $۲R_e$ از سطح زمین به گرد زمین می‌چرخد. شتاب حرکت ماهواره چه کسری از شتاب گرانش در محل ماهواره است؟

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

Zarifian

مثال ۱۲۵

دو ماهواره یکی به ارتفاع h و دیگری به ارتفاع $۲h$ از سطح زمین به گرد زمین می‌چرخند. اگر سرعت آن‌ها به ترتیب $v_۱$ و $v_۲$ باشد کدام رابطه درست است؟

۱) $v_۲ = \frac{v_۱}{v_۲}$ ۲) $v_۲ = ۲v_۱$ ۳) $۲v_۱ > v_۲ > v_۱$ ۴) $۲v_۲ > v_۱ > v_۲$

Zarifian

مثال ۱۲۶

علت احساس بی‌وزنی سرنشین یک ماهواره که به گرد زمین می‌گردد، این است که:

۱) نیروی گرانش در محل ماهواره صفر است.
۲) در اطراف ماهواره خلاء وجود دارد.
۳) شتاب حرکت ماهواره صفر است.
۴) او بر تکیه‌گاهش نیرویی وارد نمی‌کند.

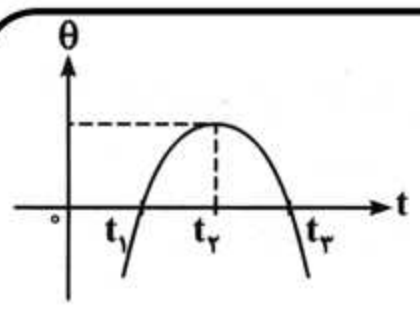
Zarifian

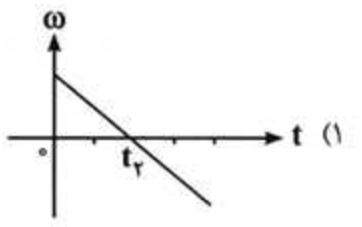
مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

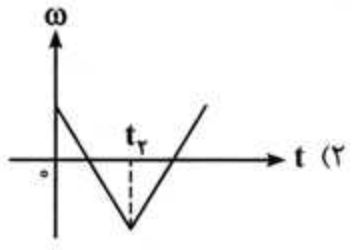
۱۲۷ - شکل روبه‌رو، نمودار مکان زاویه‌ای یک متحرک روی مسیری دایره‌ای شکل نسبت به زمان است.

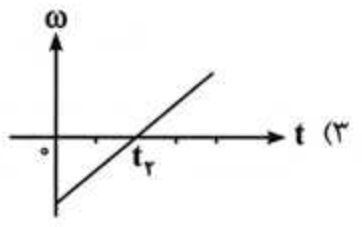
۸۴ ریاضی

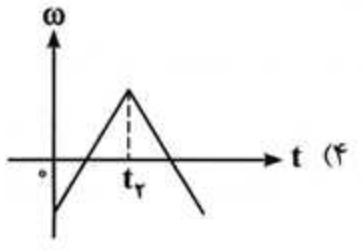
نمودار سرعت زاویه‌ای متحرک نسبت به زمان کدام می‌تواند باشد؟



۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

۱۲۸ - در حرکت وضعی زمین به دور محور خود، بزرگی سرعت خطی نقطه‌ای در مدار جغرافیایی ۶۰ درجه‌ی شمالی چند برابر بزرگی سرعت

۸۵ خطی نقطه‌ای واقع در مدار جغرافیایی ۳۰ درجه‌ی شمالی است؟

۱) ۲ ۲) $\sqrt{3}$ ۳) $\frac{1}{2}$ ۴) $\frac{\sqrt{3}}{3}$

۱۲۹ - جرم دو ماهواره‌ی A و B به ترتیب m و ۲m و به فاصله‌های R_e و $2R_e$ از سطح زمین، قرار دارند. سرعت خطی ماهواره‌ی A

۸۶ چند برابر سرعت خطی ماهواره‌ی B است؟ (R_e شعاع کره‌ی زمین است.)

۱) $\sqrt{2}$ ۲) $\frac{\sqrt{2}}{2}$ ۳) $\sqrt{\frac{2}{3}}$ ۴) $\sqrt{\frac{3}{2}}$

۱۳۰ - ماهواره‌ای در فاصله‌ی R_e از سطح زمین، در یک مدار دایره‌ای به دور زمین می‌گردد. اگر R_e شعاع زمین و r شعاع مدار ماهواره و g

۸۷ شتاب جاذبه در روی زمین باشد، دوره‌ی گردش ماهواره در SI کدام است؟

۱) $2\pi\sqrt{\frac{r}{g}}$ ۲) $4\pi\sqrt{\frac{r}{g}}$ ۳) $2\pi\sqrt{\frac{R_e}{g}}$ ۴) $4\pi\sqrt{\frac{R_e}{g}}$

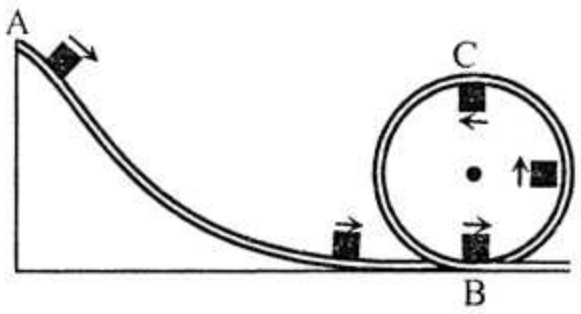
۱۳۱ - سرعت ماهواره متناسب با ..... است.

۸۸ ۱) جذر شعاع مدار ۲) جذر عکس شعاع مدار ۳) جذر جرم ماهواره ۴) عکس مربع شعاع مدار

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

۱۳۲ - ارابه‌ی کوچکی به جرم m روی سطح بدون اصطکاک از نقطه‌ی A حرکت کرده و در ادامه، مسیر دایره‌ای شکل را در صفحه‌ی قائم می‌پیماید. اختلاف اندازه‌ی نیروی مرکزگرای ارابه در دو نقطه‌ی B و C برابر وزن آن است؟

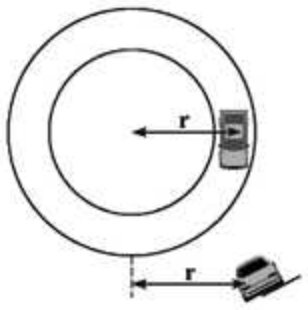
۸۹



۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۳۳ - اتومبیلی در یک مسیر دایره‌ای افقی به شعاع r، با حداکثر سرعت مجاز (از نظر این‌که نلغزد) دور می‌زند و ضریب اصطکاک ایستایی

۹۰ در عرض جاده بین لاستیک‌ها و جاده μ_s است. اگر همین اتومبیل در یک جاده یخ‌بندان با اصطکاک ناچیز بخواهد همان مسیر را با همان سرعت دور بزند، زاویه θ (شیب عرضی جاده) چه‌قدر باید باشد؟



۱) $\text{Arc}\tan\mu_s$ ۲) $\frac{\pi}{2} - \text{Arc}\tan\mu_s$ ۳) $\frac{\pi}{2} - \text{Arc}\sin\mu_s$ ۴) $\text{Arc}\sin\mu_s$

۱۳۴ - شخصی به جرم $۵۰\,kg$ روی صندلی یک چرخ و فلک که بطور یکنواخت می‌چرخد، نشسته و با سرعت $۴\frac{m}{s}$ روی یک مسیر دایره‌ای به شعاع ۱۰ متر حرکت می‌کند. بزرگی نیرویی که این شخص در بالاترین نقطه‌ی مسیر بر صندلی خود وارد می‌کند چند نیوتون است؟ ($g=۱۰\frac{m}{s^۲}$)

۹۱

۱) ۴۲۰ ۲) ۴۸۰ ۳) ۵۰۰ ۴) ۵۸۰

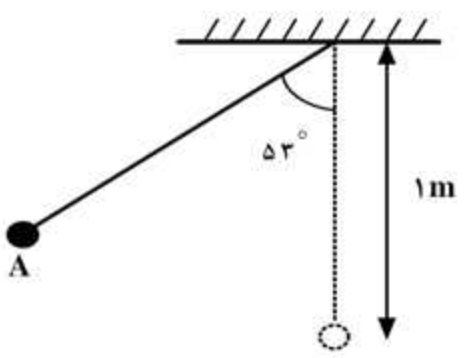
۱۳۵ - آونگی که طول نخ آن ۲ متر و جرم گلوله‌ی آن $۲kg$ است، از حالتی که راستای آن با راستای قائم زاویه‌ی ۵۳° می‌سازد بدون سرعت اولیه رها می‌شود. نیروی کشش نخ آن در لحظه‌ای که با راستای قائم زاویه‌ی ۳۷° می‌سازد، چند نیوتون می‌شود. ($\sin ۳۷^\circ = ۰/۶$، مقاومت هوا ناچیز و $g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$ است.)

۹۲

۱) ۱۶ ۲) ۲۰ ۳) ۲۴ ۴) ۳۶

۱۳۶ - در شکل زیر، گلولهٔ آونگ از نقطهٔ A رها می‌شود و با سرعت V از پایین‌ترین نقطهٔ مسیر می‌گذرد. هنگامی که سرعت گلوله به $\frac{\sqrt{۲}}{۲}V$ می‌رسد، زاویهٔ نخ با راستای قائم چند درجه است؟

۹۳



۱) ۶۰ ۲) ۴۵
۳) ۳۷ ۴) ۳۰

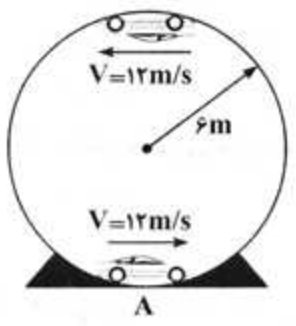
۱۳۷ - دو متحرک A و B هرکدام با سرعت ثابت روی مسیرهای دایره ای می چرخند. شعاع دایره ی مسیر متحرک Aدو برابرشعاع دایره ی مسیر متحرکB است. اگر دوره این دو متحرک با هم برابر باشد، شتاب مرکز گرای A چند برابر B است؟

۸۴ رشته تجربی

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) $\frac{۱}{۲}$ ۴) ۴

۱۳۸ - شکل مقابل، یک ماشین کوچک کنترل از راه دور را نشان می‌دهد که با سرعتی به بزرگی ثابت $۱۲\frac{m}{s}$ مسیر دایره‌ای قائم را درون یک استوانه‌ی فلزی تو خالی به شعاع $۶m$ دور می‌زند. اگر جرم ماشین $۱/۵\,kg$ باشد، نیرویی که در بالاترین نقطه‌ی مسیر از طرف دیواره‌ی استوانه به طور عمودی بر ماشین وارد می‌شود، چند نیوتن است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

۸۴



۱) ۲۱ ۲) ۲۶
۳) ۳۶ ۴) ۵۱

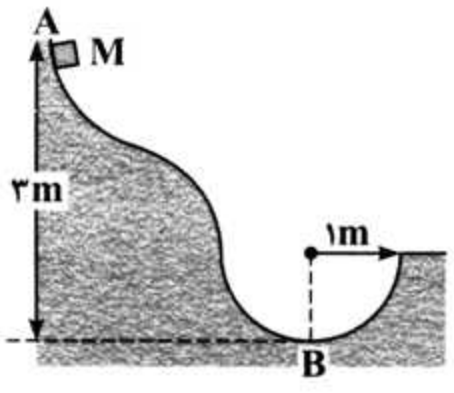
۱۳۹ - طول عقربه‌ی دقیقه‌شمار یک ساعت دیواری ۲ برابر طول عقربه‌ی ساعت‌شمار آن است. اندازه‌ی سرعت خطی نوک عقربه‌ی دقیقه‌شمار چند برابر سرعت خطی نوک عقربه‌ی ساعت‌شمار است؟ (حرکت عقربه‌ها یکنواخت فرض شده است.)

۸۴

۱) ۶ ۲) ۱۲ ۳) ۲۴ ۴) ۴۸

۱۴۰ - در شکل مقابل جسم روی سطح بدون اصطکاک از نقطه‌ی A رها می‌شود و در انتها وارد یک مسیر نیم‌دایره‌ای به شعاع $۱m$ می‌شود. اندازه‌ی نیروی عکس‌العمل سطح در پایین‌ترین نقطه‌ی مسیر، چند برابر وزن جسم است؟

۸۵



۱) ۴ ۲) ۵
۳) ۶ ۴) ۷

۱۴۱ - فاصله‌ی مدار گردش یک ماهواره تا سطح زمین ۲ برابر شعاع زمین است. اندازه‌ی شتاب مرکزگرای ماهواره چند برابر اندازه‌ی شتاب گرانش در روی زمین است؟ **۸۶**

۱) $\frac{1}{2}$ ۲) $\frac{1}{3}$ ۳) $\frac{1}{4}$ ۴) $\frac{1}{9}$

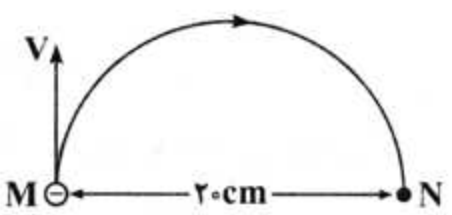
۱۴۲ - جرم دو ماهواره‌ی A و B با هم برابر است. اگر شعاع مدار ماهواره‌ی A دو برابر شعاع مدار ماهواره‌ی B باشد، انرژی جنبشی آن چند برابر انرژی جنبشی ماهواره‌ی B است؟ **۸۷**

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

۱۴۳ - اگر در یک حرکت دایره‌ای یکنواخت، شعاع انحنای مسیر و سرعت خطی متحرک ۲ برابر شود، شتاب مرکزگرا چند برابر می‌شود؟ **۸۸**

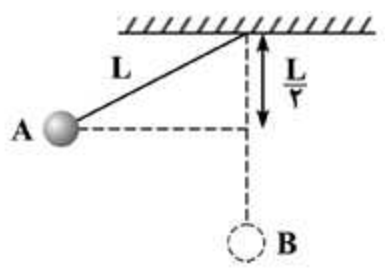
۱) ۰/۵ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۴

۱۴۴ - الکترونی که در نقطه‌ی M دارای سرعت $V = 1/6 \times 10^{6}\ m/s$ است. تحت تأثیر میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$، مسیر نیم‌دایره‌ی M تا N را مطابق شکل روبه‌رو طی می‌کند. **۸۹**
$\vec{B}$ چند تسلا و در چه جهتی است؟ $(m_e = 9 \times 10^{-31} kg\ ,\ e = 1/6 \times 10^{-19} C)$



۱) $4/5 \times 10^{-5}$، برون‌سو ۲) $4/5 \times 10^{-5}$، درون‌سو
۳) 9×10^{-5}، برون‌سو ۴) 9×10^{-5}، درون‌سو

۱۴۵ - مطابق شکل، گلوله‌ای که به نخ سبکی بسته شده است، از حال سکون از نقطه‌ی A رها می‌شود. وقتی که گلوله از پایین‌ترین نقطه‌ی مسیر می‌گذرد، کشش نخ چند برابر وزن گلوله است؟ (حرکت گلوله در صفحه‌ی قائم است و از مقاومت هوا صرف‌نظر کنید.) **۹۰**



۱) $\frac{1}{2}$ ۲) ۱ ۳) $\frac{3}{2}$ ۴) ۲

۱۴۶ - فاصله‌ی ماهواره‌ی A از سطح زمین به اندازه‌ی شعاع زمین، و فاصله‌ی ماهواره‌ی B تا سطح زمین ۷ برابر شعاع زمین است. دوره‌ی گردش ماهواره‌ی B چند برابر دوره‌ی گردش ماهواره‌ی A است؟ **۹۱**

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۸ ۴) ۱۶

۱۴۷ - ماهواره‌های A و B به دور زمین می‌چرخند. جرم ماهواره‌ی A، $\frac{5}{4}$ جرم ماهواره‌ی B است. اگر بزرگی تکانه‌ی دو ماهواره با هم برابر باشد، شعاع مدار ماهواره‌ی B چند برابر شعاع مدار ماهواره‌ی A است؟ **۹۲**

۱) ۲۰ ۲) ۸۰ ۳) $\frac{4}{5}$ ۴) $\frac{16}{25}$

مای درس
www.my-dars.ir

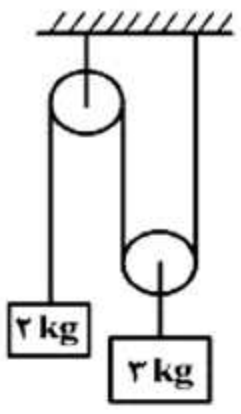
۱۴۸ - ماهواره‌ای به جرم m در ارتفاع h از سطح زمین به دور آن می‌چرخد. اگر نیروی مرکزگرای ماهواره $\frac{۱}{۱۶}$ وزن ماهواره در سطح زمین باشد، ارتفاع h چند برابر شعاع زمین است؟ ۹۳

۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۹ ۴) ۱۶

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

رشته ریاضی

۱۴۹ - در شکل روبه‌رو، جرم و اصطکاک نخ و قرقره ناچیز است. اگر سیستم از حال سکون رها شود، وزنهٔ ۲ کیلوگرمی در مدت ۰٫۵۵ ثانیه، چند سانتی‌متر جابه‌جا می‌شود؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)

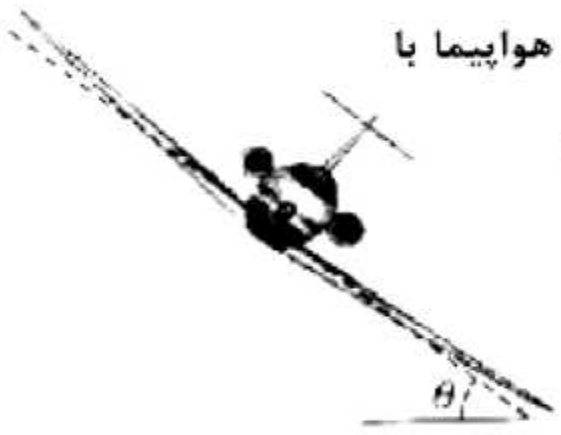


۱) ۲۷٫۵
۲) ۴۲٫۵
۳) ۵۵
۴) ۸۵

۱۵۰ - جسمی به جرم ۴kg از پایین یک سطح شیب‌دار بدون اصطکاک که با سطح افق زاویهٔ α می‌سازد، با سرعت اولیهٔ $4 \frac{m}{s}$ روی سطح به طرف بالا پرتاب می‌شود. اگر سرعت جسم پس از ۰٫۵s به صفر برسد، بزرگی نیرویی که جسم به سطح وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)

۱) ۳۲ ۲) ۲۴ ۳) ۸ ۴) ۶

۱۵۱ - در شکل زیر، هواپیمایی با سرعت $150 \frac{m}{s}$ در یک مسیر دایره‌ای در حال دور زدن است. بال هواپیما با سطح افقی زاویهٔ ۳۷° می‌سازد. شعاع مسیر چند کیلومتر است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$, $\tan 37^\circ = \frac{3}{4}$)



۱) ۰٫۳
۲) ۳
۳) ۳۰
۴) ۳۰۰

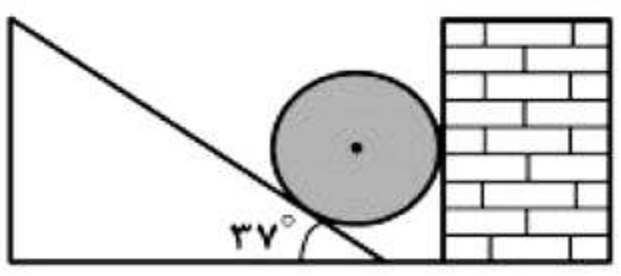
۱۵۲ - ذره‌ای حرکت دایره‌ای یکنواخت، در صفحهٔ xoy در جهت پادساعتگرد انجام می‌دهد و دورهٔ حرکتش ۴s است. اگر در لحظه‌ای بردار شتاب ذره $\vec{a} = 2\vec{i} - 2\vec{j}$ باشد، ۱٫۵ ثانیهٔ بعد، بردار شتاب ذره کدام است؟ (اندازه‌ها در SI می‌باشد.)

۱) $-2\vec{i} + 2\vec{j}$ ۲) $2\vec{i} + 2\vec{j}$ ۳) $-2\sqrt{2}\,\vec{j}$ ۴) $2\sqrt{2}\,\vec{j}$

۱۵۳ - گلوله‌ای در یک مسیر دایره‌ای حرکت می‌کند و سرعت زاویه‌ای آن در SI به صورت $\omega = \pi t + \frac{3}{2}\pi$ است. پس از لحظهٔ $t = 0$، چند ثانیه طول می‌کشد تا گلوله یک دور کامل طی کند؟

۱) $\frac{2}{3}$ ۲) ۱ ۳) $\sqrt{2}$ ۴) ۲

۱۵۴ - در شکل زیر، واکنش دیوار قائم روی جسم کروی R و واکنش سطح شیبدار روی جسم R' است. اگر اصطکاک ناچیز فرض شود و جرم جسم ۴۰ کیلوگرم باشد، مقادیر R و R' به ترتیب از راست به چپ چند نیوتون است؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$, $\sin 37^\circ = 0/6$)



۱) ۳۰۰ و ۵۰۰ ۲) ۳۰۰ و ۴۰۰
۳) صفر و ۵۰۰ ۴) صفر و ۴۰۰

۱۵۵ - جسمی به جرم m روی سطح شیب‌داری که با افق زاویهٔ α می‌سازد، با سرعت ثابت V_0 به طرف پایین می‌لغزد. اگر این جسم با همان سرعت اولیهٔ V_0، مماس بر سطح به طرف بالا پرتاب شود، چه مدت طول می‌کشد تا روی سطح متوقف شود؟

۱) $\frac{V_0}{g}$ ۲) $\frac{V_0}{2g}$ ۳) $\frac{V_0}{g\sin\alpha}$ ۴) $\frac{V_0}{2g\sin\alpha}$

مای درس
www.my-dars.ir