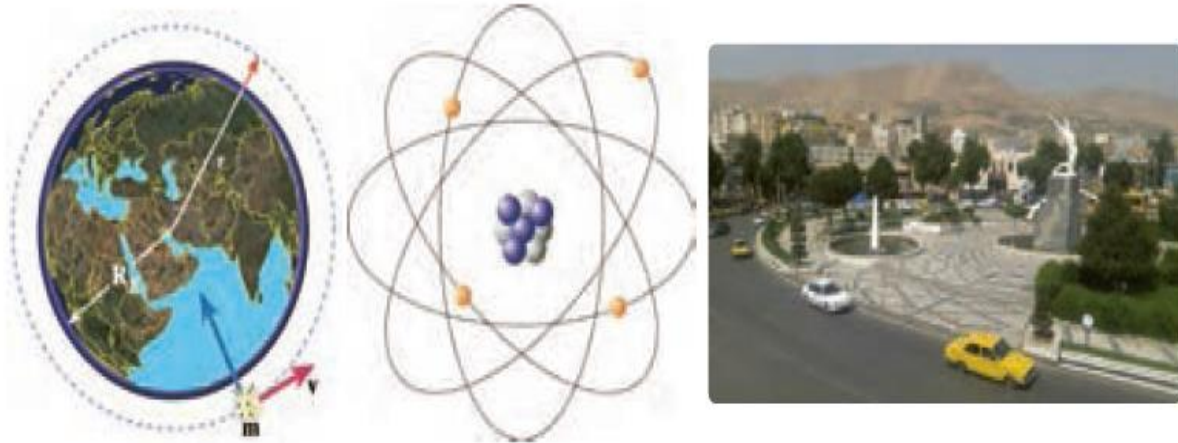


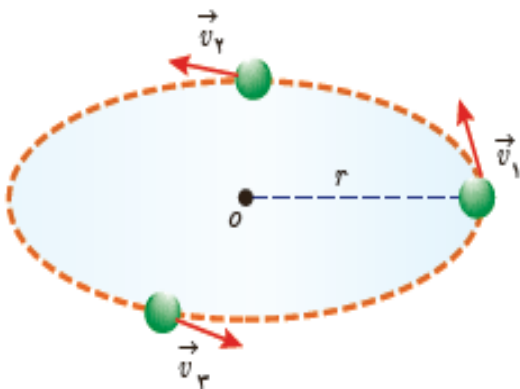
حرکت دایره ای یکنواخت

در این نوع حرکت ، متحرک با تندی ثابت v (سرعت \vec{v}) روی دایره ای با شعاع r حرکت می کند.مانند هر یک از حالت های زیر:



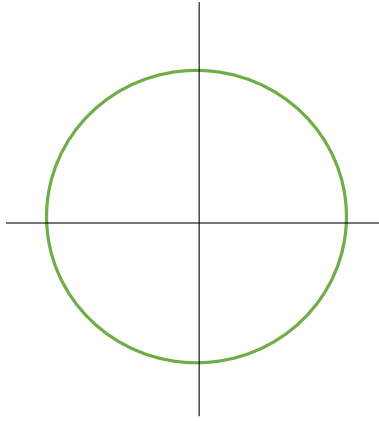
شکل ۲-۲۰ حرکت جسم های مختلف در مسیر های دایره ای

سوال : در حرکت دایره ای یکنواخت چرا با اینکه تندی ثابت است . حرکت شتابدار است؟

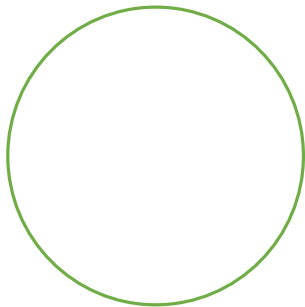


شکل ۲-۲۱ ذره روی یک مسیر دایره ای در خلاف جهت حرکت عقربه های ساعت با تندی ثابت ($v_1 = v_2 = v_3 = \dots$) حرکت می کند.

چرا در حرکت دایره‌ای یکنواخت، ذره در بازه‌های زمانی برابر، مسافت‌های یکسانی را طی می‌کند؟



سوال در یک حرکت دایره‌ای یکنواخت، اگر متحرک یک چهارم دایره را طی کند مسافت طی شده و اندازه جابجایی آن را بر حسب r چقدر است؟



سوال : در حرکت دایره‌ای یکنواخت زمان یک دور کامل حول دایره را دوره یا زمان تناوب می‌گویند و آنرا با T نشان می‌دهند. چه رابطه‌ای بین دوره تناوب و تندی متحرک وجود دارد؟

پرسش ۲-۹

دوره عقربه ثانیه‌شمار، دقیقه‌شمار و ساعت‌شمار یک ساعت عقربه‌ای چیست؟



یک دیسک‌گردان در شهربازی را در نظر بگیرید که توسط یک موتور الکتریکی در هر دقیقه $5/00$ دور می‌چرخد. فرض کنید افرادی در فاصله‌های $1/0\text{ m}$ ، $2/0\text{ m}$ و $3/0\text{ m}$ از مرکز آن قرار دارند. تندی این افراد را به دست بیاورید و با هم مقایسه کنید.



$$T = \frac{1 \text{ min}}{5 \text{ دور}} \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 12 \text{ s}$$

$$T = \frac{2\pi r}{v} \Rightarrow v = \frac{2\pi r}{T}$$

$$r_1 = 1 \text{ m} \Rightarrow v_1 = \frac{2\pi r_1}{T} = \frac{2(3/14 \text{ rad})(1 \text{ m})}{12 \text{ s}} = 0.52 \text{ m/s}$$

$$r_2 = 2 \text{ m} \Rightarrow v_2 = \frac{2\pi r_2}{T} = \frac{2(3/14 \text{ rad})(2 \text{ m})}{12 \text{ s}} = 1.04 \text{ m/s}$$

$$r_3 = 3 \text{ m} \Rightarrow v_3 = \frac{2\pi r_3}{T} = \frac{2(3/14 \text{ rad})(3 \text{ m})}{12 \text{ s}} = 1.57 \text{ m/s}$$

نکته مهم: در حرکت دایره ای دوره برای تمام نقاط یکسان است ولی تندی

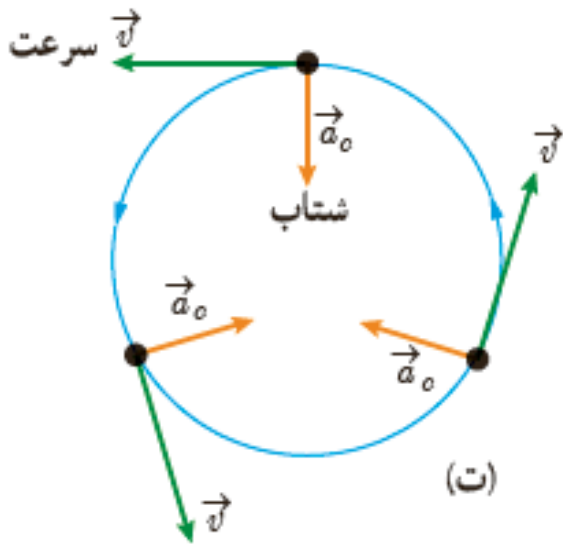
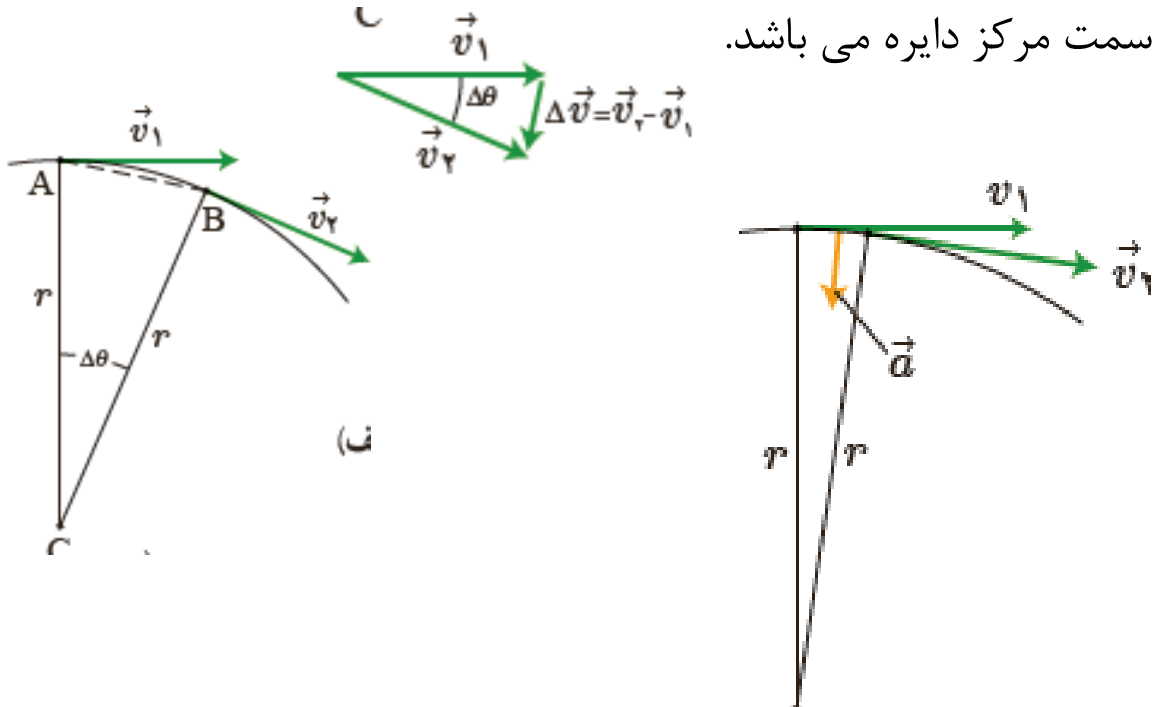
به شعاع حرکت بستگی دارد و هرچهتندی هم

تمرین ۲-۸

مسافتی را که هر یک از افراد در مثال بالا در مدت 3 s طی کرده اند محاسبه کنید.

اندازه و جهت شتاب در حرکت دایره ای

با توجه به تصاویر زیر جهت شتاب در جهت تغییر بردار سرعت بوده و به سمت مرکز دایره می باشد.



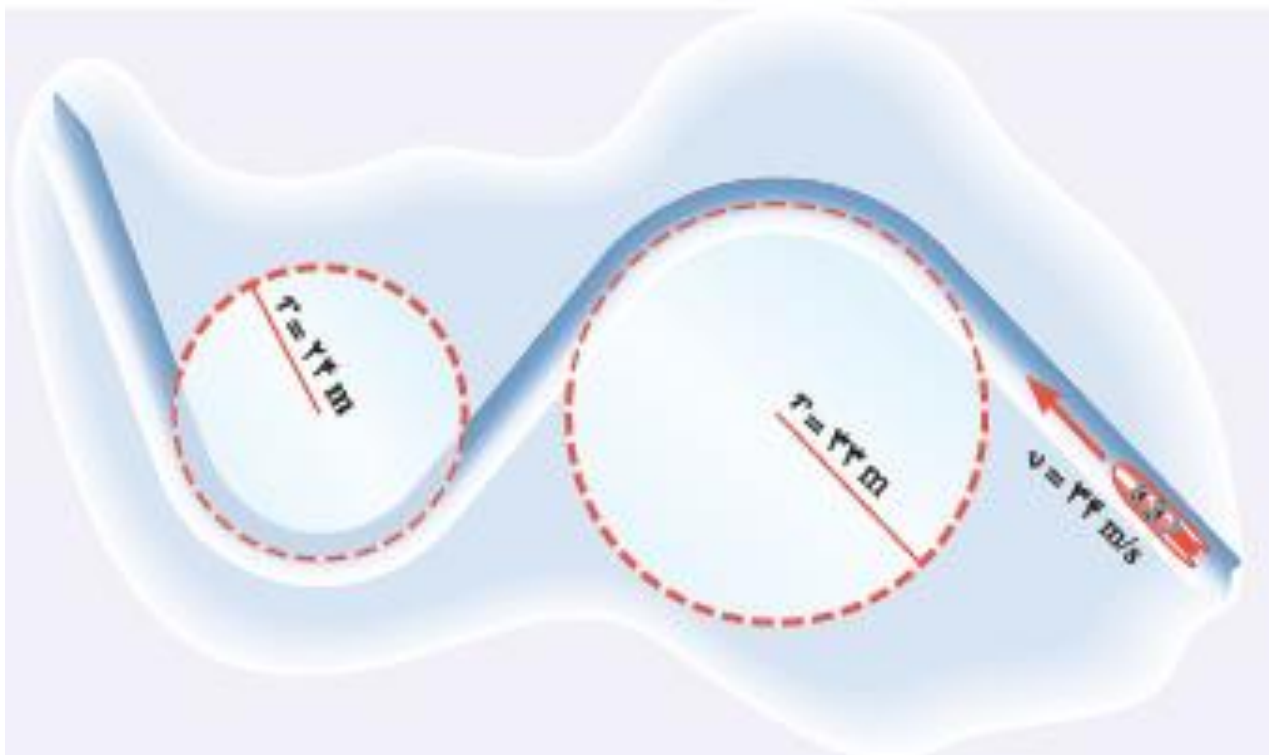
$$a_0 = \frac{v^2}{r}$$

شتاب مرکز گرا

نشان دهید در حرکت دایره ای یکنواخت، شتاب مرکزگرا از رابطه $a_0 = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$ نیز به دست می آید که در آن T و r به ترتیب دوره تناوب و شعاع دایره است.

تمرین ۹-۲

شکل روبه‌رو مسیر حرکت سورتمه‌ای را در مسابقه المپیک زمستانی نشان می‌دهد. سورتمه روی یک سطح افقی در حال حرکت است. اگر تندی حرکت سورتمه در کل مسیر 34 m/s باشد، شتاب مرکزگرای آن را در هر یک از پیچ‌ها به دست آورید.



۱۸. پره‌های یک بالگرد در هر دقیقه، 1000 دور می‌چرخند. طول پره‌ها را 4 m فرض کنید و کمیت‌های زیر را برای پره‌ها محاسبه کنید.

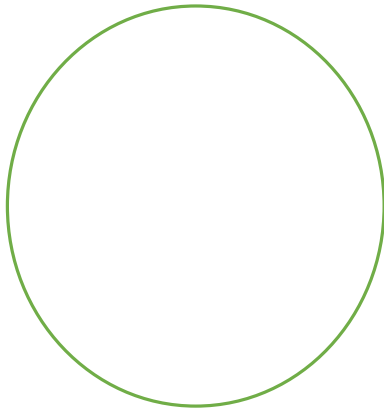
الف) دوره تناوب پره‌ها

ب) تندی در وسط و نوک پره‌ها

پ) شتاب مرکز گرا در وسط و نوک پره‌ها

مسافت پیموده‌شده در یک دوره حرکت توسط جسمی با حرکت یکنواخت روی دایره‌ای، 200π سانتی‌متر است. اگر جسم کمانی به اندازه 60° را طی کند، مسافت پیموده‌شده توسط آن برابر سانتی‌متر و جابه‌جایی آن برابر سانتی‌متر است.

$$(1) \quad 100, \frac{100\pi}{3} \quad (2) \quad 100, \frac{100\pi}{3} \quad (3) \quad \frac{100\pi}{3}, \frac{100\pi}{3} \quad (4) \quad 100, 100$$



طول عقربه دقیقه‌شمار یک ساعت دیواری ۲ برابر طول عقربه ساعت‌شمار آن است. اندازه تندى حرکت نوک عقربه دقیقه‌شمار چند برابر تندى حرکت نوک عقربه ساعت‌شمار است؟ (حرکت عقربه‌ها یکنواخت فرض شده است.)

(سراسرى نمره - ۸۴)

۴۸ (۴)

۲۴ (۳)

۱۲ (۲)

۶ (۱)

پرهٔ یک هلیکوپتر با سرعت 90° دور در دقیقه به طور یکنواخت می‌چرخد. اگر قطر دایره‌ای که لبهٔ پره طی می‌کند 4 متر باشد، تندی حرکت پره چند متر بر ثانیه است؟

(سراسری تجربی، خرداد ۱۳۹۲ - ۹۲)

12π (۴)

6π (۳)

9 (۲)

8 (۱)

ذره‌ای در حال حرکت یکنواخت روی محیط دایره‌ای به شعاع 2m است. اگر بردار شتاب آن در SI در یک لحظه $\vec{a} = 3\vec{i} + 4\vec{j}$ باشد.

(سازمان ریاضی فارغ از کشور - ۹۴)

تندی آن چند متر بر ثانیه است؟

$\sqrt{10}$ (۴)

$\sqrt{5}$ (۳)

۱۰ (۲)

۵ (۱)

ذره‌ای حرکت دایره‌ای یکنواخت، در صفحه xOy در جهت پادساعتگرد انجام می‌دهد و دوره حرکتش 4π است. اگر در لحظه‌ای بردار شتاب ذره $\vec{a} = 2\vec{i} - 2\vec{j}$ باشد، $1/5$ ثانیه بعد، بردار شتاب ذره کدام است؟ (اندازه‌ها در SI می‌باشد.)

(سراسری ریاضی - ۹۴)

$$2\sqrt{2}\vec{j} \quad (4)$$

$$-2\sqrt{2}\vec{j} \quad (3)$$

$$2\vec{i} + 2\vec{j} \quad (2)$$

$$-2\vec{i} + 2\vec{j} \quad (1)$$

جسمی روی محیط دایره‌ای به شعاع ۲۵ سانتی‌متر در حال انجام حرکت دایره‌ای یکنواخت است. اگر شتاب مرکزگرای حرکت 400 m/s^2 باشد، در مدت زمان $\frac{1}{6}$ دوره حرکت، شتاب متوسط جسم چند متر بر مربع ثانیه است؟ ($\pi \approx 3$)

$200\sqrt{3}$ (۴)

200 (۳)

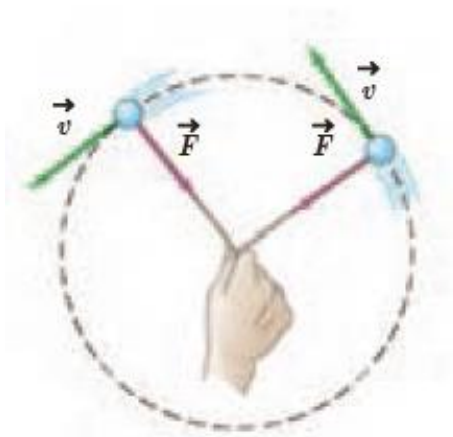
$400\sqrt{3}$ (۲)

400 (۱)

نیروی مرکز گرا

برای نگاه داشتن جسم روی دایره ، در حرکت دایره ای یکنواخت باید نیرویی به طرف مرکز داشته باشیم وگرنه جسم در راستای مماس بر دایره به حرکت خود ادامه می دهد ولی سوال این است اگر نیرو به سمت مرکز دایره است چرا جسم به طرف دایره سقوط نمی کند؟ در چه صورت

جسم به طرف مرکز دایره سقوط خواهد کرد؟

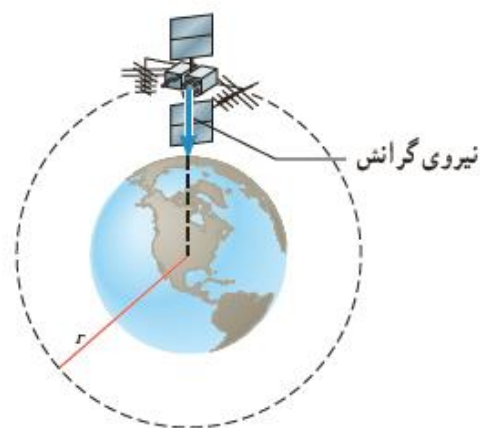
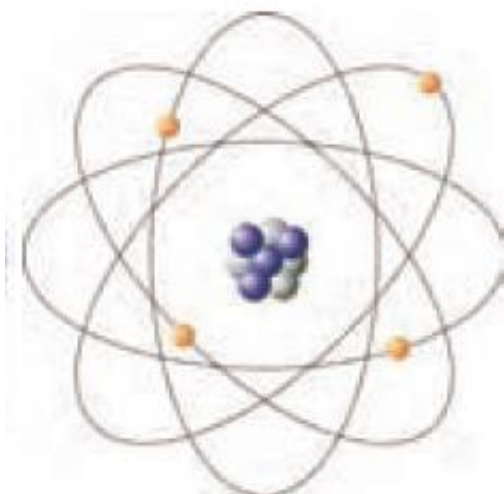
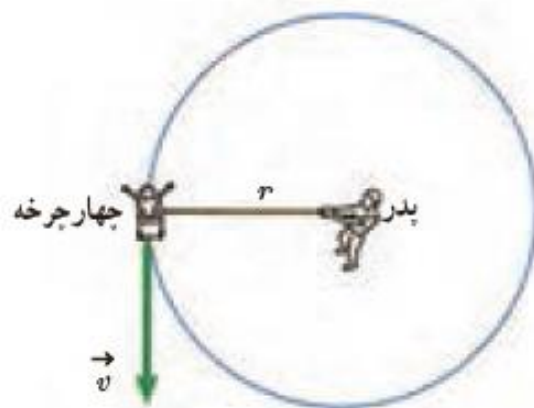


$$F=ma$$

$$F_{net} = m \frac{v^2}{r}$$

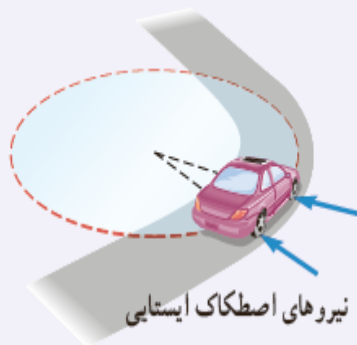
شکل ۲- ۲۳ نیروی کشش نخ نیروی مرکزگرای لازم جهت چرخش جسم بر سطح افقی را تأمین می کند.

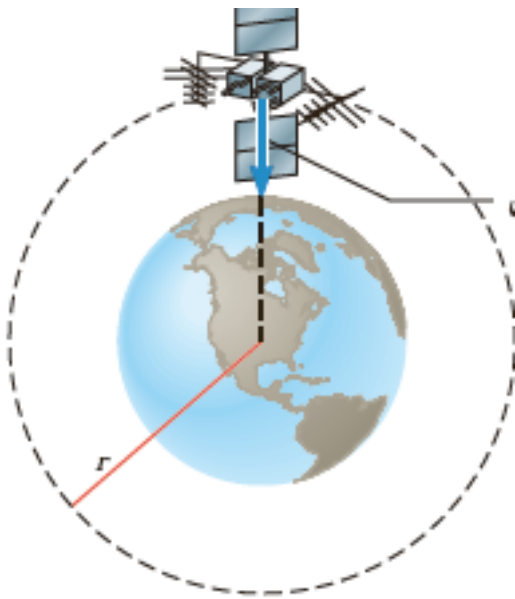
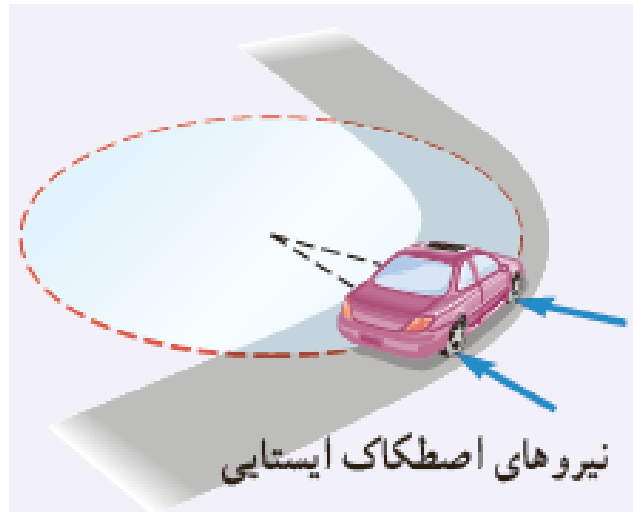
سوال : در هر یک از حالات زیر نیروی جانب به مرکز را نمایش دهید.



تمرین ۲-۱۰

خودرویی به جرم 1500 kg را در نظر بگیرید که می خواهد در یک پیچ مسطح افقی به شعاع 50 m بدون آنکه بلغزد، دور بزند. اگر ضریب اصطکاک ایستایی بین لاستیک و سطح جاده $1/10$ باشد، حداکثر تندی خودرو چقدر می تواند باشد؟ (راهنمایی : با اینکه خودرو می خواهد یک چهارم دایره را طی کند، می توانیم خودرو را به صورت یک ذره در نظر بگیریم که در یک چهارم دایره، حرکت دایره ای یکنواخت دارد. در راستای عمود بر سطح، نیروی وزن و نیروی عمودی سطح بر خودرو وارد می شود و نیروی اصطکاک ایستایی که عمود بر راستای حرکت است، مانع از لغزش خودرو شده و به طرف مرکز پیچ، بر خودرو وارد می شود. این نیرو شتاب مرکزگرای لازم را برای دور زدن تأمین می کند.)





سوال : برای ماهواره شکل مقابل مطلوبست:

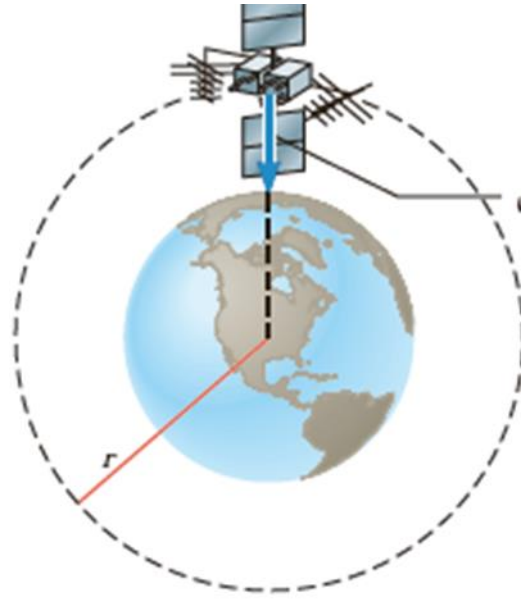
الف (نیروی جانب به مرکز

ب) شتاب جانب به مرکز

ج) شتاب گرانش زمین

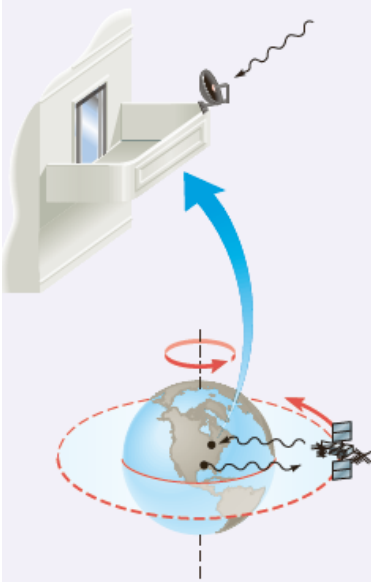
د) تندی ماهواره

ی) دوره تناوب ماهواره.



تمرین ۱۱-۲

مدار همگام با زمین^۱ و ماهواره‌های مخابراتی: از دیدگاه مخابراتی، باقی ماندن ماهواره در یک محل نسبت به مکانی در روی زمین (مثلاً بالای ایران) امتیاز محسوب می‌شود. این در صورتی رخ می‌دهد که دوره گردش ماهواره به دور زمین با مدت زمان یک دور چرخش زمین به دور خودش، یعنی $24/0 \text{ h}$ یکسان باشد. الف) در چه فاصله‌ای از زمین می‌توان این مدار همگام با زمین را یافت؟ ب) تندی مداری این ماهواره چقدر است؟



پرسش ۱۱-۲

نشان دهید مربع دوره گردش ماهواره‌ها به دور زمین متناسب با مکعب فاصله ماهواره از مرکز زمین است.

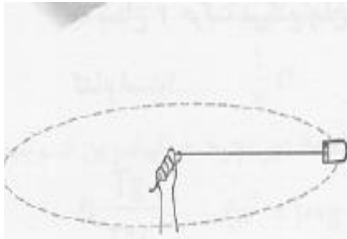
تمرین ۲-۱۲

نشان دهید شتاب گرانشی روی زمین برابر است با: $g = G \frac{M_e}{R_e^2}$

تمرین ۲-۱۳

تلسکوپ فضایی هابل با تندی 7560 m/s گرد زمین می‌چرخد.
الف) فاصله این تلسکوپ از سطح زمین چند کیلومتر است؟
ب) وزن این تلسکوپ در این ارتفاع چند برابر وزن آن روی زمین است؟
پ) دوره تناوب این تلسکوپ را پیدا کنید. ($R_e = 6380 \text{ km}$)

۲. در شکل مقابل نیروی مرکزگرا کدام است؟



(۱) نیروی وزن

(۲) مؤلفه‌ای از نیروی دست بر طناب

(۳) نیروی کشش طناب

(۴) واکنش نیروی وزن

۲. در حرکت دایره‌ای یکنواخت، کار نیروی مرکزگرا است و شتاب حرکت همواره در جهت است.

(۱) صفر - مرکز

(۲) مخالف صفر - مماس بر مسیر حرکت

(۳) صفر - مماس بر مسیر حرکت

(۴) مخالف صفر - مرکز

گلوله‌ای به جرم 0.5 کیلوگرم به انتهای ریسمانی به طول 1m بسته شده است و روی سطح افقی بدون اصطکاکی با دوره 0.5s به طور یکنواخت بر مسیر دایره‌ای حرکت می‌کند. اگر ناگهان ریسمان پاره شود، گلوله در چه امتدادی و با چه تندی‌ای بر حسب متر بر ثانیه حرکت خواهد کرد؟ ($\pi \approx 3$)

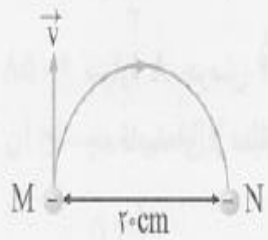
(kg)

(۴) مماس بر مسیر، 12

(۳) قائم بر صفحه حرکت، 15

(۲) دور از مرکز، 9

(۱) به طرف مرکز، 6



۱. الکترونی که در نقطه M دارای سرعت $v = 1/6 \times 10^6 \text{ m/s}$ است. تحت تأثیر میدان مغناطیسی
 یکنواخت \vec{B} مسیر نیم‌دایره M تا N را مطابق شکل روبه‌روی می‌کند. \vec{B} چند تسلا و در چه جهتی
 است؟ ($m_e = 9 \times 10^{-31} \text{ kg}$, $e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C}$) (سراسری تجربی- ۸۹)

(۴) 0.9×10^{-5} درون سو

(۳) 0.9×10^{-5} برون سو

(۲) $0.4/5 \times 10^{-5}$ درون سو

(۱) $4/5 \times 10^{-5}$ برون سو

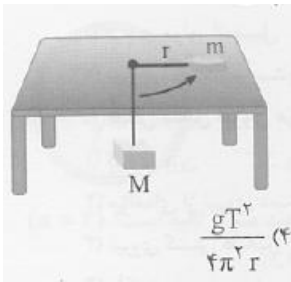
فاصله ماهواره A از سطح زمین به اندازه شعاع زمین و فاصله ماهواره B تا سطح زمین γ برابر شعاع زمین است. دوره گردش ماهواره B
 چند برابر دوره گردش ماهواره A است؟ (سراسری تجربی- ۹۱)

۴ (۴)

۸ (۳)

۱۶ (۲)

۲ (۱)



۲. در شکل مقابل، دوره حرکت جسم T و جسم m روی سطح افقی بدون اصطکاک روی دایره‌ای

به شعاع r حرکت می‌کند و نخ از روزنه‌ای عبور کرده و وزنه M از آن آویزان است. نسبت $\frac{M}{m}$

(سراسری ریاضی، فارغ از کشور - ۸۸)

کدام است؟

$$\frac{gT^2}{4\pi^2 r} \quad (۴)$$

$$\frac{4\pi^2 r}{gT^2} \quad (۳)$$

$$\frac{rT}{2\pi g} \quad (۲)$$

$$\frac{gT}{2\pi r} \quad (۱)$$

۳. وزنه‌ای به جرم m را از فنری با وزن ناچیز آویزان می‌کنیم و در حالت تعادل طول فنر به L می‌رسد. این وزنه را به همین فنر بسته و روی

میز بدون اصطکاک در یک سطح افقی به دوران درمی‌آوریم و تندی حرکت را به تدریج افزایش می‌دهیم تا طول فنر (شعاع مسیر) به L

(سراسری ریاضی، فارغ از کشور - ۹۲)

برسد. در این حالت تندی وزنه از کدام رابطه به دست می‌آید؟

$$\sqrt{Lg} \quad (۴)$$

$$Lg \quad (۳)$$

$$\sqrt{2Lg} \quad (۲)$$

$$\sqrt{2Lg} \quad (۱)$$

