

۱ در یک ساعت دیواری، طول عقربه‌ی ساعت‌شمار نصف عقربه‌ی دقیقه‌شمار است. تندی نوک عقربه‌ی دقیقه‌شمار چند برابر تندی نوک عقربه‌ی ساعت‌شمار است؟

۱۸۰ (۴)

۳۰ (۳)

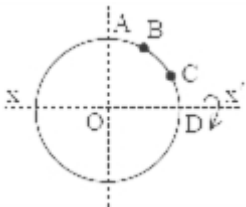
۱۲۰ (۲)

۶۰ (۱)

۲ روی یک دایره به شعاع ۳۰ متر، متحرکی در جهت عقربه‌های ساعت می‌گردد و اندازه‌ی سرعت آن در تمام مدت حرکت ۱۰ متر بر ثانیه است. در مدتی که نصف دایره را طی می‌کند، اندازه‌ی سرعت متوسط آن چند متر بر ثانیه می‌شود؟

 $\frac{15}{2\pi}$ (۴) $\frac{15}{\pi}$ (۳) $\frac{20}{\pi}$ (۲) $\frac{10}{\pi}$ (۱)

۳ یک قرص فلزی مطابق شکل حول محور افقی xx' که از مرکز قرص می‌گذرد دوران می‌نماید. نسبت تندی نقطه‌ی B به تندی نقطه‌ی C برابر است با:

 $(\widehat{AB} = \widehat{BC} = \widehat{CD})$ $\frac{1}{\sqrt{3}}$ (۲)

۱ (۱)

 $2\sqrt{3}$ (۴) $\sqrt{3}$ (۳)

۴ ذره‌ای ربع محیط دایره‌ای به شعاع $2m$ را در مدت $3s$ به‌طور یکنواخت طی می‌کند. نسبت بزرگی سرعت متوسط به بزرگی سرعت لحظه‌ای این ذره در این حرکت کدام است؟

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

۵ دو نوسانگر A و B را با هم و با دامنه 5 cm به نوسان درمی‌آوریم. اگر دوره نوسان A برابر $1/5$ ثانیه و دوره نوسان B برابر $1/2$ ثانیه باشد، پس از گذشت 30 ثانیه مسافت طی شده توسط این دو نوسانگر چند سانتی‌متر اختلاف دارد؟

۱۲۵ (۴)

۱۰۰ (۳)

۷۵ (۲)

۵۰ (۱)

۶ 45 دور بر دقیقه برابر با چند رادیان بر ثانیه است؟

 $\frac{3\pi}{4}$ (۴) $\frac{4\pi}{3}$ (۳) $\frac{2\pi}{3}$ (۲) $\frac{3\pi}{2}$ (۱)

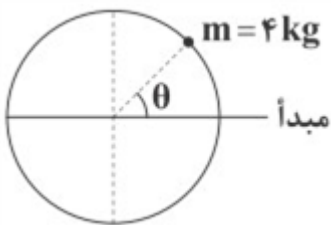
- ۷ جعبه‌ای به جرم 5 kg ، درون یک کامیون در حال حرکت قرار دارد. کامیون با شتاب ثابت $\frac{m}{s^2}$ ترمز می‌کند، اما جعبه در کامیون حرکت نمی‌کند. در این صورت نیرویی که از کف کامیون به جعبه وارد می‌شود، چند نیوتون است؟
 $(g = 10 \frac{m}{s^2})$

۵۰ (۱) ۲۵ (۲) $25\sqrt{5}$ (۳) $\frac{25\sqrt{5}}{2}$ (۴)

- ۸ متحرکی روی یک مسیر دایره‌ای شکل به شعاع 20 m در حرکت است. اگر جابه‌جایی این متحرک $20\sqrt{2}$ متر باشد، مسافت طی شده توسط متحرک کدام گزینه می‌تواند باشد؟

۱۵π (۱) ۳۵π (۲) ۵۰π (۳) ۶۲π (۴)

- ۹ مطابق شکل زیر، متحرکی روی محیط یک دایره به شعاع 5 متر در حال حرکت دایره‌ای می‌باشد. اگر معادله‌ی اولیه‌ی چرخش جسم به صورت $\theta = 22/5 t^2$ در SI باشد، کار نیروی وزن جسم بین لحظات $t_1 = 2\text{ s}$ و $t_2 = 4\text{ s}$ چند ژول است؟
 $(g = 10 \frac{m}{s^2})$



۲۰۰ (۱) ۲۰۰ (۲) -۴۰ (۳) ۴۰۰ (۴)

- ۱۰ در یک ساعت دیواری، طول عقربه‌ی ثانیه‌شمار، دو برابر طول عقربه‌ی ساعت‌شمار است. تندی نوک عقربه‌ی ثانیه‌شمار، چند برابر تندی نوک عقربه‌ی ساعت‌شمار است؟

۱۴۴۰ (۱) ۲۸۸۰ (۲) ۳۶۰۰ (۳) ۷۲۰۰ (۴)

- ۱۱ جسمی به جرم 5 kg در حرکت دایره‌ای یکنواخت در هر دقیقه 30 دور می‌چرخد. اگر شعاع مسیر 2 متر باشد، انرژی جنبشی جسم، چند ژول است؟

$10\pi^2$ (۱) $20\pi^2$ (۲) ۸۰ (۳) ۴۰ (۴)

- ۱۲ یک ساعت دیواری دارای دو عقربه‌ی دقیقه‌شمار و ساعت‌شمار است که اختلاف طول عقربه‌های آن 3 cm است. اگر تندی متوسط نوک عقربه‌ی دقیقه‌شمار، 15 برابر تندی متوسط نوک عقربه‌ی ساعت‌شمار باشد، در این صورت تندی متوسط نوک عقربه‌ی دقیقه‌شمار چند میکرومتر بر میلی‌ثانیه است؟ ($\pi = 3$)

$2/5$ (۱) $0/25$ (۲) $0/5$ (۳) ۵ (۴)

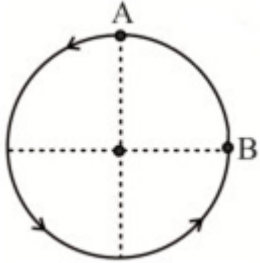
- ۱۳ متحرکی در مسیر دایره‌ای به شعاع $R = 3\text{ m}$ حرکت می‌کند. تندی حرکت ثابت و مقدار آن $\pi \frac{m}{s}$ است. وقتی متحرک مساحت 3π را طی می‌کند سرعت متوسط آن چند $\frac{m}{s}$ است؟

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۱۴) سرعت خطی ماهواره‌ای که در فاصله‌ی ۲۶۰۰ کیلومتر از سطح زمین قرار دارد، چند کیلومتر بر ساعت است؟ (شعاع کره‌ی زمین ۶۴۰۰ km و g در سطح زمین $\frac{m}{s^2}$ ۱۰ است)

- ۱) $۵۲۸۰\sqrt{۵}$ ۲) $۴۲۸۰\sqrt{۱۰}$ ۳) $۶۸۲۰\sqrt{۵}$ ۴) $۷۶۸۰\sqrt{۱۰}$

۱۵) ذره‌ای روی مسیر دایره‌ای شکل در حال حرکت است. نسبت جابه‌جایی به مسافت طی شده این ذره در حرکت از نقطه A تا B ، کدام است؟ ($\pi \approx ۳$)



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

۱۶) طول عقربه ثانیه شمار یک ساعت عقربه‌ای، $\frac{3}{4}$ برابر طول عقربه دقیقه شمار آن است. تندی نقطه انتهایی عقربه ثانیه شمار چند برابر تندی نقطه انتهایی عقربه دقیقه شمار است؟

- ۱) ۳۰ ۲) ۶۰ ۳) ۹۰ ۴) ۱۸۰

۱۷) نقاط A و B روی یک صفحه دوار که به صورت یکنواخت در حال چرخش به دور محور قائم خود است، قرار دارند. اگر فاصله نقاط A و B از محور این صفحه دوار به ترتیب ۶ cm و ۹ cm باشد، تندی نقطه A چند برابر تندی نقطه B است؟

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

۱۸) اگر طول عقربه ثانیه شمار یک ساعت دیواری ۸ cm و طول عقربه دقیقه شمار آن ۶ cm باشد، نسبت تندی نوک عقربه دقیقه شمار به نوک عقربه ثانیه شمار کدام است؟

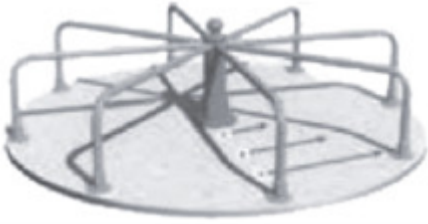
- ۱) $\frac{1}{40}$ ۲) $\frac{3}{40}$ ۳) $\frac{3}{80}$ ۴) $\frac{1}{80}$

۱۹) طول عقربه‌ی ساعت شمار یک ساعت دیواری $\frac{3}{5}$ طول عقربه‌ی دقیقه شمار آن است. سرعت خطی نوک عقربه ساعت شمار چند برابر سرعت نوک عقربه‌ی دقیقه شمار است؟

- ۱) $\frac{1}{100}$ ۲) $\frac{1}{20}$ ۳) ۲۰ ۴) ۱۰۰

۲۰ یک دیسک گردان در شهر بازی توسط یک موتور الکتریکی در حال چرخش است. اگر تندی شخصی که در فاصله‌ی ۲

متری از مرکز دیسک گردان قرار دارد، برابر $\frac{4\pi m}{15 s}$ باشد، در هر دقیقه شخص چند دور می‌چرخد؟



۸ (۴)

۶ (۳)

۴ (۲)

۲ (۱)

۲۱ چه تعداد از جملات زیر صحیح است؟

(الف) در حرکت دایره‌ای یک‌نواخت تغییرات اندازه‌ی سرعت باعث ایجاد شتاب در این حرکت می‌شود.

(ب) حرکت دایره‌ای یک‌نواخت، حرکتی با شتاب صفر است.

(ج) شتاب متوسط هر جسم در حرکت دایره‌ای یک‌نواخت با بردار $\Delta \vec{v}$ هم‌جهت است.

(د) بردار سرعت و بردار شتاب در حرکت دایره‌ای یک‌نواخت بر یک‌دیگر عمود هستند.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۲۲ ذره‌ای در هر t ثانیه n بار یک مسیر دایره‌ای به شعاع R را به‌طور یکنواخت طی می‌کند. شتاب مرکزگرای این ذره کدام است؟

$$\frac{4\pi^2 n^2 R}{t^2} \quad (۴)$$

$$\frac{4\pi^2 n R}{t^2} \quad (۳)$$

$$\frac{8\pi^2 n^2 R}{t^2} \quad (۲)$$

$$\frac{2\pi^2 n^2 R}{t^2} \quad (۱)$$

۲۳ متحرکی مسیر دایره‌ای به شعاع 10 cm را می‌پیماید و در هر ثانیه به اندازه $\frac{3}{4}$ دور می‌چرخد، شتاب مرکزگرای حرکت

چند متر بر مربع ثانیه است؟ ($\pi^2 \cong 10$)

۲/۱۹ (۴)

۱/۱۰ (۳)

۵/۵۹ (۲)

۵/۵۴ (۱)

۲۴ ذره‌ای در هر دقیقه ۱۲ دور محیط دایره‌ای به بزرگی ۲۴ متر را به‌طور یکنواخت طی می‌کند. اندازه‌ی شتاب مرکزگرای آن چند متر بر مجذور ثانیه است؟ ($\pi = 3$)

۱/۲ (۴)

۵/۷۶ (۳)

۳/۲۴ (۲)

۴/۸ (۱)

۲۵ شتاب مرکزگرا حاصل از حرکت وضعی زمین در عرض جغرافیایی 37° درجه‌ی جنوبی چند برابر شتاب مرکزگرا در عرض جغرافیایی 53° درجه‌ی شمالی است؟

$$\frac{8}{10} \quad (۴)$$

$$\frac{4}{3} \quad (۳)$$

$$\frac{3}{4} \quad (۲)$$

$$1 \quad (۱)$$

۲۶ دو نقطه روی سطح زمین در سطح تراز دریا یکی روی خط استوا و دیگری در عرض 60° جغرافیایی در نظر بگیرید. شتاب حرکت نقطه‌ی روی خط استوا چند برابر دیگری است؟ (زمین را کامل فرض کنید.)

$$\frac{\sqrt{3}}{3} \quad (۴)$$

$$\sqrt{3} \quad (۳)$$

$$2 \quad (۲)$$

$$1 \quad (۱)$$

۲۷ در یک حرکت دایره‌ای یک نواخت، اندازه‌ی سرعت و شتاب لحظه‌ای ذره‌ای به ترتیب برابر با $\frac{6}{s}m$ و $\frac{12}{s^2}m$ است. چند ثانیه طول می‌کشد تا ذره ۳ رادیان روی دایره بچرخد؟

- ۱ (۳) ۲ (۲) ۳ (۱) ۴ (۴)

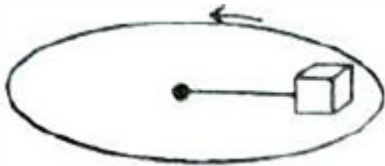
۲۸ در حرکت وضعی زمین به دور خود، شتاب مرکزگرای نقطه‌ای واقع در مدار جغرافیایی ۶۰ درجه‌ی شمالی، چند برابر شتاب مرکزگرای نقطه‌ای واقع در خط استوا است؟

- ۱ (۲) ۲ (۱) ۳ (۳) ۴ (۴)

۲۹ در یک حرکت دایره‌ای یکنواخت، اندازه‌ی سرعت و شتاب متحرک به ترتیب برابر با $\frac{6}{s}m$ و $\frac{12}{s^2}m$ است، چند ثانیه طول می‌کشد تا ذره ۳ رادیان روی دایره بچرخد؟

- ۱ (۳) ۲ (۲) ۳ (۱) ۴ (۴)

۳۰ مطابق شکل، جعبه‌ای به جرم 2 kg روی دیسک گردانی قرار دارد و با یک نخ افقی به طول 1 m به مرکز دیسک وصل است. اگر ضریب اصطکاک ایستایی جعبه با سطح دیسک 0.4 و تندی جعبه $\frac{3}{s}m$ باشد، نیروی کشش نخ چند نیوتن است؟



- ۱ (۱۰) ۲ (۷) ۳ (۸) ۴ (۹)

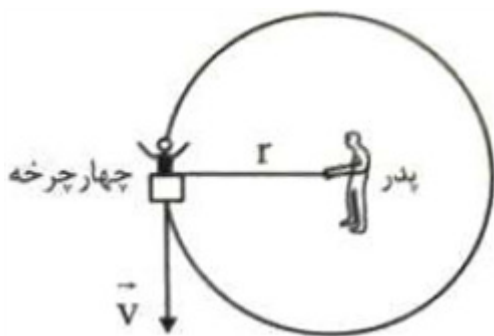
۳۱ خودرویی با حداکثر تندی مجاز و بدون لغزش، پیچ افقی مسطحی به شعاع 20 m را دور می‌زند. کامیونی که جرم آن چهار برابر جرم خودرو و تندی آن ۲۰ درصد کمتر از تندی خودرو است، می‌خواهد همان پیچ را دور بزند. شعاع چرخش کامیون چند متر باشد تا بدون لغزش پیچ را دور بزند؟ (ضریب اصطکاک ایستایی برای کامیون دو برابر ضریب اصطکاک برای خودرو فرض شود.)

- ۱ (۱/۴۴) ۲ (۴/۴۱) ۳ (۶/۴) ۴ (۱۲)

۳۲ مهره‌ای به جرم 20 g به انتهای نخی متصل است. انتهای دیگر نخ به حلقه کوچکی که در وسط میز قرار دارد وصل شده است. اگر فاصله مهره از مرکز سطح میز 25 cm باشد و مهره در هر ثانیه یک دور بزند، بزرگی نیروی کشش نخ چند نیوتن است؟ ($\pi = 3$)

- ۱ (۰/۱۸) ۲ (۱/۸) ۳ (۱۸) ۴ (۱۸۰)

۳۳ پدری فرزند ۲۵ کیلوگرمی خود را درون یک چهارچرخه به جرم 5 kg قرار می‌دهد و با طنابی به طول $r = 3\text{ m}$ روی سطح افقی بدون اصطلاک می‌کشد و چهارچرخه حرکت دایره‌ای یکنواخت انجام می‌دهد. اگر حداکثر کشش قابل تحمل طناب ۲۵۰ نیوتن باشد. حداکثر تندی حرکت چهارچرخه چند $\frac{m}{s}$ می‌تواند باشد تا طناب پاره نشود؟



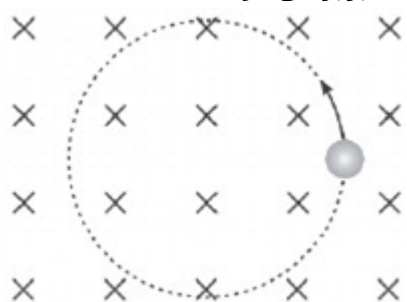
۲۰ (۴)

۱۵ (۳)

۱۰ (۲)

۵ (۱)

۳۴ ذره‌ای با بار q مطابق شکل تحت تأثیر میدان مغناطیسی درون‌سو محیط دایره را به صورت پادساعتگرد، طی می‌کند. اگر اندازه میدان مغناطیسی ۲ برابر شود، دوره تناوب حرکت ذره در مسیر دایره‌ای چند برابر می‌شود؟



۴ (۴)

$\frac{1}{4}$ (۳)

۲ (۲)

$\frac{1}{2}$ (۱)

۳۵ در چند مورد از موارد زیر نیروهای وارد بر جسم متوازن هستند؟
 الف) تویی روی سطح آب استخر ساکن و بدون حرکت است.
 ب) چتربازی با تندی حدى در حال پایین آمدن است.
 ج) اتومبیلی با تندی حدى در حال پایین آمدن است.
 د) ماهواره‌ای با تندی ثابت به دور زمین می‌چرخد.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۳۶ جسمی به جرم ۵۰۰ گرم را به فنری که طول اولیه‌اش 60 cm است، می‌بندیم و روی یک صفحه افقی در مسیری دایره‌ای شکل با تندی یکنواخت می‌چرخانیم، طول فنر به 80 cm می‌رسد. اگر جسم در هر دقیقه ۳۰ دور بزند، ضریب سختی فنر چند نیوتون بر متر خواهد بود؟ ($\pi^2 = 10$)

۸۰ (۴)

۴۰ (۳)

۲۰ (۲)

۱۰ (۱)

۳۷ دو متحرک A و B، به ترتیب روی دایره‌هایی به شعاع‌های R_A و R_B با تندی ثابت در حال حرکت هستند. اگر تندی متحرک A، ۲ برابر تندی متحرک B و اندازه شتاب مرکزگرای متحرک A، ۱۲ برابر اندازه شتاب مرکزگرای B باشد، نسبت $\frac{R_B}{R_A}$ کدام است؟

۳ (۴)

۶ (۳)

۴۸ (۲)

۲۴ (۱)

۳۸

متحرکی با تندی ثابت $20\pi \frac{m}{s}$ روی مسیری دایره‌ای شکل به شعاع 10 cm حرکت می‌کند. اندازه شتاب متوسط متحرک در مدت زمان $\frac{1}{200}$ ثانیه، چند برابر اندازه شتاب مرکزگرای آن است؟ ($\pi = 3$)

۴ $\frac{3}{4}$

۳ $\frac{4}{3}$

۲ $\frac{2}{3}$

۱ $\frac{3}{2}$

۳۹

در مورد حرکت دایره‌ای یکنواخت یک جسم، کدام موارد زیر درست است؟
 الف) بردار سرعت جسم، همواره مماس بر مسیر حرکت دایره‌ای است.
 ب) در این حرکت، سرعت جسم ثابت است.
 پ) اندازه کار انجام شده توسط نیروی مرکزگرای وارد بر جسم همواره برابر با صفر است.

۴ الف و پ

۳ ب و پ

۲ الف و ب

۱ الف

۴۰

در یک روز بارانی خودرویی می‌خواهد روی سطح افقی پیچ دایره‌ای به شعاع 25 متر را دور بزند. اگر حداکثر سرعتی که خودرو می‌تواند روی پیچ حرکت کند و نلغزد، $36 \frac{km}{h}$ باشد، ضریب اصطکاک ایستایی بین لاستیک‌ها و سطح جاده چقدر است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)

۴ $0/4$

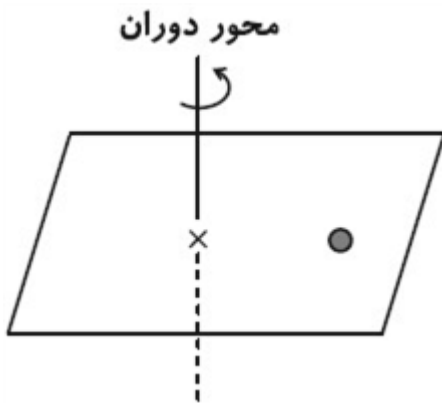
۳ $0/3$

۲ $0/2$

۱ $0/5$

۴۱

در شکل مقابل، صفحه با تندی ثابت حول محور نشان داده شده دوران می‌کند. حداکثر تندی صفحه چند $\frac{m}{s}$ باشد تا مهره‌ای به جرم 400 گرم روی صفحه نلغزد؟ (فاصله مهره تا مرکز دوران 36 سانتی‌متر، ضریب اصطکاک ایستایی بین مهره و صفحه برابر با $0/4$ و $g = 10 \frac{m}{s^2}$ است.)



۴ $3/6$

۳ 2

۲ $1/2$

۱ $0/6$

۴۲

ذره‌ای به جرم m در مدار دایره‌ای شکل به شعاع r با دوره T با تندی ثابت حرکت می‌کند. تغییر تکانه در مدت نصف دوره در کدام گزینه آمده است؟

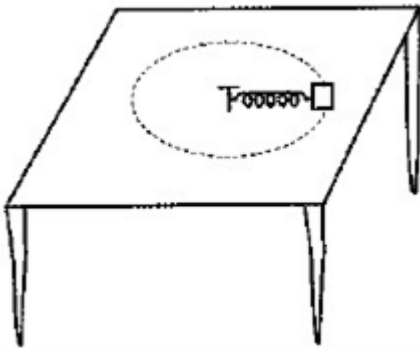
۴ $\frac{4\pi mr}{T}$

۳ $\frac{2\pi mr}{T}$

۲ $\frac{4\pi^2 mr}{T}$

۱ $\frac{2\pi^2 mr}{T}$

۴۳ جسمی به جرم 400 g به فنری به طول 40 cm و ثابت $K = 200 \frac{N}{m}$ بسته شده و روی سطح بدون اصطکاک میزی حرکت دایره‌ای یکنواخت انجام می‌دهد. اگر تندی جسم $V = 5 \frac{m}{s}$ باشد، شعاع مسیر حرکت چند سانتی‌متر است؟



۶۰ (۴)

۵۵ (۳)

۵۰ (۲)

۴۵ (۱)

۴۴ یک دیسک افقی گردان را در نظر بگیرید که حول محور قائم خود می‌چرخد و دو شخص هم‌وزن A و B به ترتیب در فاصله یک متری و دو متری از مرکز دوران، روی دیسک نشسته‌اند. نیروی مرکزگرای کدام بزرگ‌تر است و اگر تندی دیسک به تدریج افزایش یابد، کدام زودتر می‌لغزد؟ (جنس سطوح تماس یکسان است.)

B و A (۴)

A و B (۳)

B و B (۲)

A و A (۱)

۴۵ اتومبیلی یک پیچ افقی مسطحی به شعاع 50 m را بدون لغزش با تندی $54 \frac{km}{h}$ دور می‌زند. نیروی اصطکاک وارد بر اتومبیل چند برابر وزن اتومبیل است؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$)

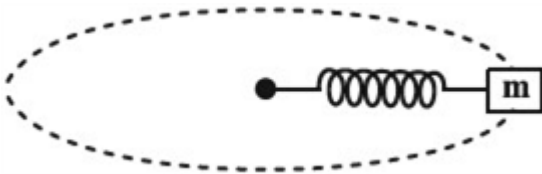
۰/۳ (۴)

۰/۶ (۳)

۰/۴۵ (۲)

۰/۹ (۱)

۴۶ مطابق شکل مقابل، جسمی به جرم $5/1\text{ kg}$ را به فنری با ثابت $400 \frac{N}{m}$ می‌بندیم و روی یک سطح افقی بدون اصطکاک با تندی ثابت $8 \frac{m}{s}$ می‌چرخانیم. در این حالت، دوره تناوب چند ثانیه است؟ (طول اولیه فنر 1 m است و $\pi \simeq$



۰/۱۸ (۴)

۰/۹۳ (۳)

۰/۹ (۲)

۰/۷۵ (۱)

۴۷ اگر ضریب اصطکاک ایستایی بین چرخ‌های خودرو و سطح جاده $0/2$ باشد، خودرو حداکثر با تندی چند کیلومتر بر ساعت می‌تواند پیچ افقی مسطحی که شعاع آن 50 m است را دور بزند؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$)

۷۲ (۴)

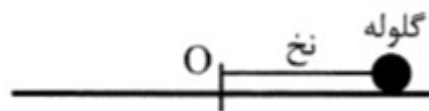
۲۰ (۳)

۳۶ (۲)

۱۰ (۱)

۴۸

گلوله‌ای روی سطح افقی بدون اصطکاک مطابق شکل مقابل حول نقطه O دوران می‌کند. اگر طول نخ نصف و دوره حرکت دو برابر شود، نیروی کشش نخ چند برابر حالت اول می‌شود؟



۱ $\frac{1}{8}$

۲ $\frac{1}{4}$

۳ $\frac{1}{2}$

۴ ۱

۴۹

ذره‌ای به جرم m با سرعت ثابت v بر مسیر دایره‌ای حرکت می‌کند، تغییر تکانه آن در مدت $\frac{1}{4}$ زمان تناوب کدام است؟

۱ ۲ mV

۲ mV

۳ $\sqrt{2}$ mV

۴ صفر

۵۰

ذره‌ای به جرم ۲۰۰ گرم را به انتهای فنر سبکی به طول ۲۰ سانتی‌متر بسته و آن را در مسیر دایره‌ای روی سطح افقی با اصطکاک ناچیز حول سر دیگر فنر می‌چرخانیم اگر هنگام چرخاندن طول فنر برابر ۲۵ سانتی‌متر و دوره حرکت ۲ ثانیه شود، ثابت فنر برحسب یکای SI کدام است؟ ($\pi^2 \approx 10$)

۱ ۴۰

۲ ۲۵

۳ ۲۰

۴ ۱۰

۵۱

حداکثر سرعت مجاز یک خودرو برای آن که یک میدان را بدون سر خوردن دور بزند $60 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ است. در یک روز بارانی که ضریب اصطکاک، یک چهارم روزهای عادی می‌شود، حداکثر سرعت مجاز خودرو چند $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ خواهد شد؟

۱ ۱۵

۲ $15\sqrt{2}$

۳ ۳۰

۴ $30\sqrt{2}$

۵۲

خودرویی به جرم ۲۰۰۰ kg به یک پیچ افقی به شعاع ۲۰۰ متر می‌رسد. اگر ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی بین لاستیک خودرو و سطح جاده به ترتیب $0/8$ و $0/6$ باشد، بیشینه تندی حرکت خودرو در پیچ چند متر بر ثانیه باشد تا نلغزد؟ ($g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$)

۱ ۴۰

۲ $20\sqrt{3}$

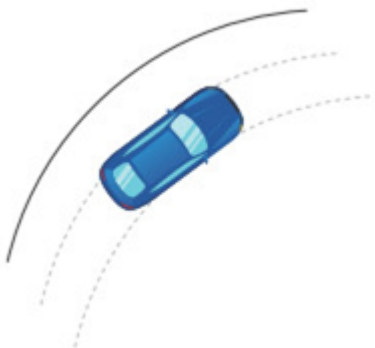
۳ ۲۵

۴ ۵۵

۵۳

مطابق شکل، اتومبیلی در حال عبور از پیچی به شعاع r با حداکثر سرعت ممکن است. چه تعداد از عبارتهای زیر در مورد این حرکت درست است؟ (می‌خواهیم اتومبیل با حداکثر سرعت و بدون خارج شدن از جاده از این پیچ عبور کند.)

- الف) هرچه ضریب اصطکاک ایستایی بین سطح و اتومبیل بیشتر باشد، اتومبیل می‌تواند به مرکز پیچ نزدیک‌تر شود.
 ب) برای آن‌که اتومبیل حداکثر سرعت خود را افزایش دهد، باید از مرکز پیچ دور شود.
 ج) هر چه ضریب اصطکاک ایستایی بین زمین و اتومبیل بیشتر باشد، نیروی مرکزگرای وارد بر اتومبیل بیشتر می‌شود.
 د) هر چه جرم اتومبیل بیشتر باشد، اتومبیل می‌تواند با سرعت بیشتری از پیچ عبور کند.



۴ (۴)

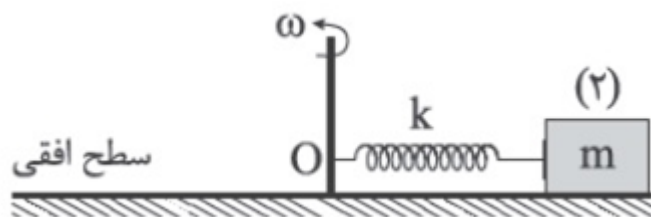
۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۵۴

در شکل روبه‌رو، مجموعه‌ی وزنه و فنر سبک در نقطه‌ی O به میله‌ی قائم متصل است. جرم وزنه 200 گرم و ثابت فنر $100 \frac{N}{M}$ و طول اولیه‌ی فنر 40 cm است. در اثر گردش میله به دور خودش وزنه با تندی ثابت $5 \frac{m}{s}$ حرکت می‌کند. شعاع گردش وزنه که برابر با طول فنر است، چند سانتی‌متر می‌باشد؟



۴۵ (۴)

۵۰ (۳)

۶۰ (۲)

۷۵ (۱)

۵۵

وزنه‌ای را از فنی آویزان می‌کنیم، طول فنر در حالت تعادل به 40 cm می‌رسد. این وزنه را به همین فنر بسته و روی سطح افقی بدون اصطکاک حول ابتدای فنر به دوران درمی‌آوریم و سرعت دوران را به تدریج افزایش می‌دهیم تا طول

فنر دوباره به 40 cm برسد. در این حالت سرعت خطی وزنه چند متر بر ثانیه است؟ $\left(g = 10 \frac{m}{s^2}\right)$

$\sqrt{2}$ (۴)

۲ (۳)

$\sqrt{2/5}$ (۲)

$2/5$ (۱)

۵۶

روی یک صفحه دوار، ۳ عدد مهره هر کدام به جرم 10 گرم در فواصل 3 و 5 و 7 سانتی‌متر از مرکز دوران قرار داده‌ایم. صفحه را با دوره‌ی ثابت $6/0$ ثانیه می‌چرخانیم. نیروی اصطکاک وارد بر مهره‌ها به ترتیب دور شدن از مرکز چند نیوتون است؟ ($\mu_k = 0/3$ و $\mu_s = 0/5$ و $\pi \simeq 3$)

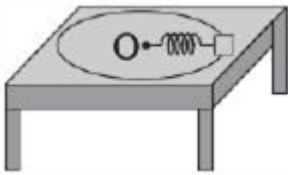
$0/03 - 0/05 - 0/07$ (۲)

$0/03 - 0/05 - 0/07$ (۱)

$0/05 - 0/05 - 0/03$ (۴)

$0/03 - 0/05 - 0/03$ (۳)

- ۵۷) مطابق شکل فنری به ثابت $200 \frac{N}{cm}$ با طول اولیه L_1 به جسمی به جرم 5 kg بسته شده و با تندی ثابت $2\sqrt{2} \frac{m}{s}$ حول نقطه O در دایره افقی بدون اصطکاک روی میزی دوران می‌کند. اگر حین دوران طول فنر برابر 10 cm شود، طول اولیه فنر (L_1) چند سانتی‌متر است؟



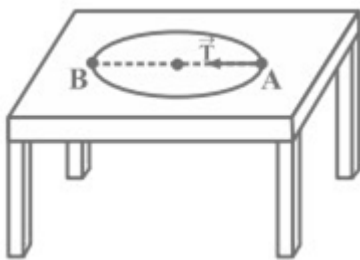
۶ (۴)

۸ (۳)

۵ (۲)

۹/۲ (۱)

- ۵۸) مطابق شکل مقابل، جسمی به جرم 5 kg به نخ به طول 3 m بسته شده و روی سطح بدون اصطکاک افقی، حرکت دایره‌ای یکنواخت انجام می‌دهد. اگر اندازه‌ی تغییر تکانه‌ی آن از نقطه‌ی A تا نقطه‌ی B روی یک قطر دایره برابر با $30 \frac{\text{kg} \cdot m}{s}$ باشد، اندازه‌ی نیروی کشش نخ چند نیوتون است؟



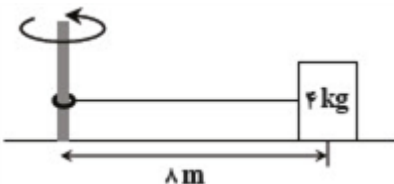
۱۰۰ (۴)

۷۵ (۳)

۲۵ (۲)

۵۰ (۱)

- ۵۹) جسمی به جرم 4 kg مطابق شکل با نخ به یک میله‌ی ثابت متصل شده و حول میله با تندی 7 m/s روی سطح بدون اصطکاکی در حال چرخش است. اگر حداکثر کشش قابل تحمل نخ 72 N باشد، حداکثر تندی حرکت جسم چند متر بر ثانیه می‌تواند باشد تا نخ پاره نشود؟



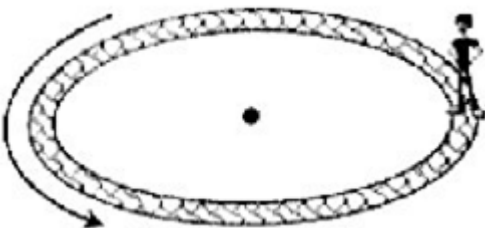
۱۲ (۴)

۴۸ (۳)

۲۴ (۲)

۶ (۱)

- ۶۰) مطابق شکل، شخصی به جرم m روی لبه‌ی صفحه‌ی افقی دواری ایستاده است. به طوری که فاصله‌اش از مرکز صفحه‌ی دایره‌ای شکل 5 m است. اگر ضریب اصطکاک ایستایی بین پای شخص و سطح 0.5 باشد، بیشینه‌ی تندی این شخص چند متر بر ثانیه باشد تا شخص نلغزد؟ $\left(g = 10 \frac{m}{s^2}\right)$



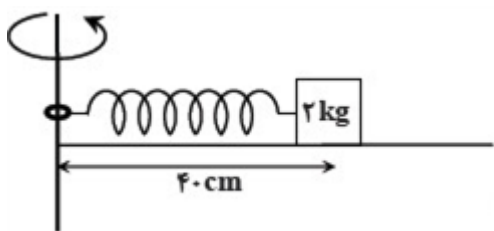
$\frac{5}{\sqrt{2}}$ (۲)

$5\sqrt{2}$ (۱)

۵ (۴)

۱۰ (۳)

۶۱) ثمطابق شکل، جسمی به جرم ۲ kg روی سطح افقی بدون اصطکاک توسط فنری که طول اولیه آن ۳۰ cm بوده، حول یک میله ثابت در حال دوران است. اگر در حین حرکت شعاع چرخش ۴۰ cm و اندازه سرعت جسم $\frac{۴m}{s}$ باشد، ضریب سختی فنر چند نیوتن بر متر است؟



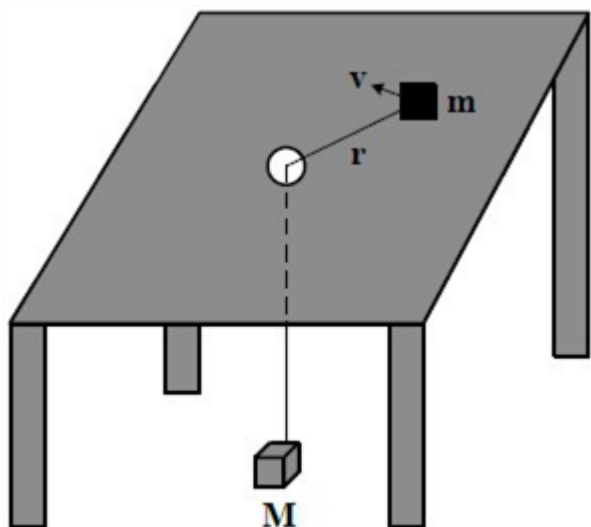
۸۰۰ (۴)

۶۰۰ (۳)

۴۰۰ (۲)

۲۰۰ (۱)

۶۲) جسمی به جرم m روی میز افقی بدون اصطکاک و در فاصله r از مرکز یک روزنه قرار دارد. جسم با نخ سبکی به وزنه M متصل است. اگر جرم m با تندی v حرکت دایره‌ای یک‌نواخت انجام دهد و جرم M به صورت آویخته ساکن بماند، v کدام است؟



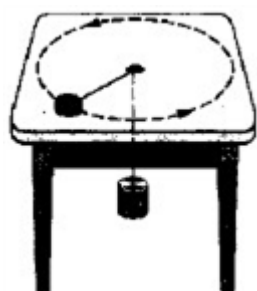
$\sqrt{\frac{Mgr}{m}}$ (۴)

$\sqrt{\frac{mgr}{M}}$ (۳)

$\sqrt{\frac{m}{mgr}}$ (۲)

$\sqrt{\frac{M}{mgr}}$ (۱)

۶۳) گلوله‌ای به جرم ۲ kg روی میز بدون اصطکاکی توسط طنابی به شعاع ۱ m مطابق شکل، با تندی چه قدر بچرخد تا وزنه $\frac{۳}{۲}$ کیلوگرمی متصل به طناب زیر میز ساکن بماند؟ (از جرم طناب صرف‌نظر شود.)



$۱۶\frac{m}{s}$ (۲)

$۴\frac{m}{s}$ (۱)

چنین چیزی ممکن نیست. (۴)

$۸\frac{m}{s}$ (۳)

۶۴ در شکل روبه‌رو، مهره‌ای به جرم ۲۰۰ گرم به نخ بسته شده و انتهای دیگر نخ به حلقه‌ای بسته شده است. اگر مهره روی میز بدون اصطکاک در یک مسیر دایره‌ای به شعاع ۲۵ cm در هر ثانیه یک دور بزند، نیروی کشش نخ چند نیوتون است؟ ($\pi = \sqrt{10}$)



۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۶۵ یک موتورسوار در حال طی مسیر دایره‌ای به شعاع ۳۰ متر با اندازه‌ی سرعت ثابت ۷ است. اگر جرم موتور و سوار روی هم ۱۲۰ kg و کل نیرویی که سطح به موتور وارد می‌کند ۲۰۰۰ N باشد، اندازه‌ی سرعت حرکت آن چند متر بر ثانیه است؟

۱۰ (۴)

۲۰ (۳)

۱۰ $\sqrt{2}$ (۲)

۱۰ $\sqrt{5}$ (۱)

۶۶ ذره‌ای بر روی یک مسیر دایره‌ای به‌طور یکنواخت حرکت می‌کند. کدامیک از گزینه‌های زیر در مورد این حرکت درست است؟

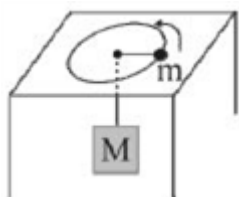
۱ اندازه‌ی شتاب حرکت ذره برابر با صفر است.

۲ برابند نیروهای وارد بر ذره برابر با صفر است.

۳ بردارهای شتاب و سرعت ذره همواره بر هم عمودند.

۴ اندازه سرعت لحظه‌ای و سرعت متوسط در هر بازه‌ی زمانی با یکدیگر برابرند.

۶۷ مطابق شکل، وزنه‌ای به جرم m روی سطح یک میز بدون اصطکاک با تندی ثابت دور می‌زند و از طریق نخ‌ی فاقد جرم به وزنه‌ی M متصل است. جرم وزنه‌ی M را ۳ برابر می‌کنیم. تندی وزنه‌ی m باید چند برابر شود تا این جسم در همان دایره‌ی قبلی به حرکتش ادامه دهد؟



$\frac{1}{3}$ (۴)

۹ (۳)

$\sqrt{3}$ (۲)

۳ (۱)

۶۸ دو ماهواره‌ی A و B با تندی ثابت به دور کره‌ی زمین در گردش هستند. دوره‌ی ماهواره‌ی A، ۸ برابر دوره‌ی ماهواره‌ی B و نیروی گرانشی وارد بر ماهواره‌ی B، ۸ برابر نیروی گرانشی وارد بر ماهواره‌ی A است. جرم ماهواره‌ی A چند برابر جرم ماهواره‌ی B می‌باشد؟

$\frac{1}{8}$ (۴)

$\frac{1}{2}$ (۳)

۸ (۲)

۲ (۱)

۶۹ ماهواره‌ای به جرم 450 kg در ارتفاع معین h از سطح زمین به دور زمین در حال چرخش است. اگر اندازه نیروی مرکزگری وارد بر ماهواره 720 N باشد، نسبت $\frac{h}{R_e}$ کدام است؟ (شعاع کره زمین R_e ، $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$)

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

۷۰ سفینه‌ای به جرم $10,000 \text{ kg}$ در حالی که با شتاب ثابت $\frac{2m}{s^2}$ تندی خود را کاهش می‌دهد، به سطح سیاره‌ای که حجم آن ۸ برابر حجم کره زمین و جرم آن ۴ برابر جرم کره زمین است، نزدیک می‌شود و بر سطح آن فرود می‌آید. اگر شتاب گرانشی در سطح کره زمین را $10 \frac{m}{s^2}$ فرض کنیم، نیروی رو به بالای وارد بر سفینه در نزدیکی سطح سیاره چند نیوتون است؟

- ۱ 8×10^4 (۱) ۲ $1/2 \times 10^5$ (۲) ۳ 7×10^4 (۳) ۴ 3×10^4 (۴)

۷۱ دو ماهواره A و B با دوره‌های T_A ، $T_B = \frac{8}{27} T_A$ در حال گردش به دور زمین هستند. اگر جرم ماهواره A، ۳ برابر جرم ماهواره B باشد، وزن ماهواره A چند برابر وزن ماهواره B است؟

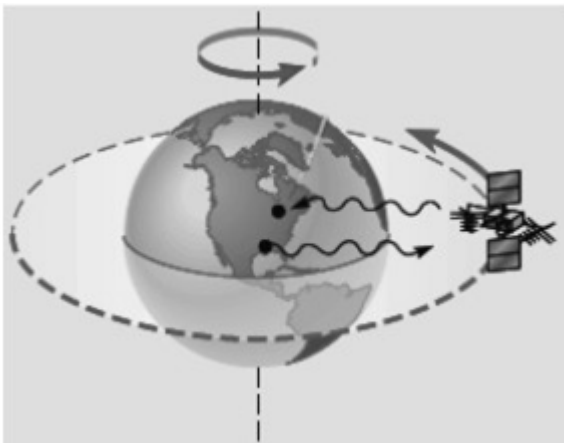
- ۱ $\frac{16}{27}$ (۱) ۲ $\frac{4}{9}$ (۲) ۳ $\frac{27}{16}$ (۳) ۴ $\frac{9}{4}$ (۴)

۷۲ ماهواره‌ای در ارتفاعی که فاصله آن از سطح زمین برابر شعاع زمین است، در حال حرکت دایره‌ای یکنواخت به دور زمین است. این ماهواره در چه فاصله‌ای از سطح زمین قرار گیرد تا اندازه شتاب مرکزگری آن ۱۹ درصد کاهش یابد؟ (R_e شعاع زمین است.)

- ۱ $\frac{9}{10} R_e$ (۱) ۲ $\frac{20}{9} R_e$ (۲) ۳ $\frac{11}{9} R_e$ (۳) ۴ $\frac{9}{20} R_e$ (۴)

۷۳ مطابق شکل مقابل، ماهواره‌ای در یک مدار همگام با زمین، در حال چرخش به دور زمین است. مکعب فاصله ماهواره از مرکز زمین در SI تقریباً چقدر است؟ (مدت زمان یک دور چرخش زمین به دور خودش ۲۴ ساعت است و

$$(\pi \simeq 3 \text{ و } M_e = 6 \times 10^{24} \text{ kg}, G = 6/67 \times 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}})$$



- ۱ $8/3 \times 10^{25}$ (۱) ۲ $6/4 \times 10^{20}$ (۲) ۳ $8/3 \times 10^{22}$ (۳) ۴ $6/4 \times 10^{25}$ (۴)

۷۴

ماهواره‌ای در ارتفاع $\frac{11}{25}R_e$ از سطح زمین به دور آن می‌چرخد. اگر این ماهواره به ارتفاع $\frac{47}{25}R_e$ از سطح زمین منتقل شود، تندی و دوره گردش آن به ترتیب از راست به چپ چند برابر می‌شوند؟ (R_e شعاع کره زمین است.)

- ۱ $\sqrt{2}$ و $\sqrt{2}$ (۱) ۲ $\frac{1}{\sqrt{2}}$ و $\frac{1}{\sqrt{2}}$ (۲) ۳ $\frac{1}{4}$ و 2 (۳) ۴ $\frac{\sqrt{2}}{2}$ و $2\sqrt{2}$ (۴)

۷۵

ماهواره‌ای در یک ارتفاع مشخص به دور زمین می‌چرخد. اگر ارتفاع ماهواره ۲ برابر شود، شتاب گرانشی آن ۳۶ درصد تغییر می‌کند. شتاب گرانشی اولیه ماهواره چند برابر شتاب گرانشی در سطح زمین است؟

- ۱ $\frac{4}{9}$ (۱) ۲ $\frac{9}{4}$ (۲) ۳ $\frac{16}{9}$ (۳) ۴ $\frac{9}{16}$ (۴)

۷۶

دو ماهواره A و B به جرم‌های m_A و $m_B = 2m_A$ به ترتیب در فاصله‌های 6400 km و 12800 km از سطح زمین و به دور زمین در حال چرخش هستند. تکانه ماهواره A چند برابر تکانه ماهواره B است؟ ($R_e = 6400 \text{ km}$ شعاع زمین)

- ۱ $\frac{\sqrt{2}}{2}$ (۱) ۲ $\frac{\sqrt{2}}{4}$ (۲) ۳ $\sqrt{\frac{3}{4}}$ (۳) ۴ $\sqrt{\frac{3}{8}}$ (۴)

۷۷

اگر تندی ماهواره A، دو برابر تندی ماهواره B باشد، دوره آن چند برابر دوره ماهواره B است؟

- ۱ $\frac{1}{2}$ (۱) ۲ $\frac{1}{4}$ (۲) ۳ $\frac{1}{8}$ (۳) ۴ $\frac{\sqrt{2}}{2}$ (۴)

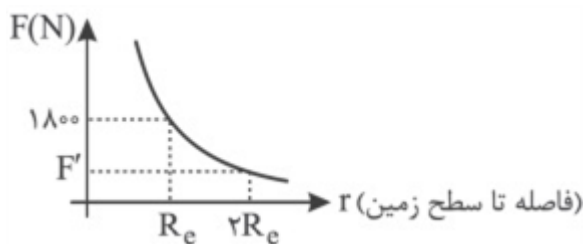
۷۸

جرم ماهواره‌ای 250 kg است و فاصله آن از سطح زمین 3600 km است. وزن ماهواره در این ارتفاع چند نیوتون است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$, $R_e = 6400 \text{ km}$)

- ۱ صفر (۱) ۲ ۲۵۰۰ (۲) ۳ $409/6$ (۳) ۴ ۱۰۲۴ (۴)

۷۹

نمودار نیروی گرانش وارد بر ماهواره‌ای که در اطراف زمین است، برحسب فاصله‌ی ماهواره تا سطح زمین مطابق شکل است. F' چند نیوتون است؟ (R_e شعاع زمین است)



- ۱ ۴۵۰ (۱) ۲ ۷۲۰ (۲) ۳ ۸۰۰ (۳) ۴ ۳۲۰ (۴)

۸۰

تندی ماهواره‌ای که در مدار دایره‌ای و در ارتفاع $h = 3R_e$ به دور زمین می‌چرخد، چند $\frac{m}{s}$ است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$, $R_e = 6400 \text{ km}$ شعاع زمین)

- ۱ $\frac{8\sqrt{3}}{3} \times 10^3$ (۱) ۲ 8×10^3 (۲) ۳ $4\sqrt{3} \times 10^3$ (۳) ۴ 4×10^3 (۴)

۸۱ دو ماهواره در فاصله‌های R_e و $2R_e$ از سطح زمین در حال دوران به دور زمین هستند. اگر ماهواره دورتر جرمی ۲ برابر جرم ماهواره نزدیک‌تر داشته باشد، انرژی جنبشی ماهواره دورتر چند برابر انرژی جنبشی ماهواره نزدیک‌تر است؟

- ۱ ۳ ۲ $\frac{3}{4}$ ۳ $\frac{1}{3}$ ۴ $\frac{4}{3}$

۸۲ دو ماهواره A و B به دور زمین در حال دوران هستند. اگر تندی دوران ماهواره A، ۲ برابر تندی ماهواره B باشد، در مدتی که ماهواره B یک دور کامل به دور زمین می‌گردد، ماهواره A چند دور کامل خواهد داشت؟

- ۱ ۲ ۲ ۴ ۳ ۸ ۴ ۱۶

۸۳ یک ستاره نوترونی به شعاع ۲۰ km در هر ثانیه یک بار دور خودش می‌چرخد. جرم این ستاره باید چقدر باشد تا اشیائی که در استوای آن واقع شده‌اند، از سطح ستاره جدا نشوند؟ ($G = 6 \times 10^{-11}$)

- ۱ $4/8 \times 10^{24}$ kg ۲ $4/8 \times 10^{21}$ kg ۳ $2/4 \times 10^{17}$ kg ۴ $4/8 \times 10^{20}$ kg

۸۴ ماهواره A به جرم m در ارتفاع $h = 1/5 R_e$ از سطح زمین به دور آن می‌چرخد. ماهواره B به جرم ۲m در فاصله چند R_e از سطح زمین به دور آن بچرخد تا تکانه‌های این دو ماهواره برابر شوند؟ (R_e شعاع زمین است.)

- ۱ ۱۰ ۲ ۹ ۳ ۸ ۴ ۶

۸۵ در چه ارتفاعی برحسب کیلومتر از سطح زمین، نیروی گرانش وارد بر جسم ۳۶ درصد کمتر از نیروی گرانش وارد بر جسم در سطح زمین است؟ (شعاع زمین را ۶۴۰۰ km فرض کنید.)

- ۱ ۱۶۰۰ ۲ ۳۲۰۰ ۳ ۶۴۰۰ ۴ ۹۶۰۰

۸۶ جرم ماهواره A، ۲ برابر جرم ماهواره B بوده و نیرویی که زمین به ماهواره A وارد می‌کند ۳۲ برابر نیرویی است که زمین به ماهواره B وارد می‌کند. تندی چرخش ماهواره A به دور زمین چند برابر تندی چرخش ماهواره B به دور زمین است؟

- ۱ ۲ ۲ ۴ ۳ ۸ ۴ ۱۶

۸۷ دو ماهواره A و B به ترتیب در فاصله $\frac{1}{3}$ شعاع زمین از سطح زمین و در فاصله $\frac{1}{4}$ شعاع زمین از سطح زمین در حال چرخش به دور زمین می‌باشند. دوره گردش ماهواره B چند برابر ماهواره A است؟

- ۱ $\frac{27}{8} \sqrt{2}$ ۲ $\frac{9}{32} \sqrt{2}$ ۳ $\frac{27}{32} \sqrt{2}$ ۴ $\frac{9\sqrt{2}}{16}$

۸۸ ماهواره A به جرم m در یک مدار دایره‌ای به شعاع r دور زمین می‌چرخد. ماهواره B به جرم ۲m در یک مدار دایره‌ای به شعاع ۲r به دور زمین می‌چرخد. انرژی جنبشی ماهواره A چند برابر انرژی جنبشی ماهواره B است؟

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

۸۹ ماهواره‌ای روی یک مدار تقریباً دایره‌ای به شعاع r به دور زمین می‌چرخد. دوره حرکت ماهواره کدام است؟ (R_e شعاع کره زمین است)

- ۱ $\frac{2\pi}{R_e} \sqrt{\frac{r^3}{g}}$ ۲ $\frac{2\pi}{g} \sqrt{\frac{r^3}{R_e}}$ ۳ $R_e \sqrt{\frac{g}{r}}$ ۴ $g \sqrt{\frac{R_e}{r}}$

۹۰ جرم ماهواره‌ی A، دو برابر جرم ماهواره‌ی B و شعاع مدار آن نیز، دو برابر شعاع مدار ماهواره‌ی B است. بزرگی تکانه‌ی ماهواره‌ی A، چند برابر بزرگی تکانه‌ی ماهواره‌ی B است؟ (هر دو ماهواره دور زمین می‌چرخند.)

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

۹۱ دو ماهواره A و B به جرم‌های m_A و $m_B = 4m_A$ روی دو مدار دایره‌ای به دور زمین می‌چرخند. اگر فاصله ماهواره A تا سطح زمین دو برابر شعاع زمین و فاصله ماهواره B تا سطح زمین ۵ برابر شعاع زمین باشد، انرژی جنبشی ماهواره A چند برابر انرژی جنبشی ماهواره B است؟

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

۹۲ کدام گزینه در مورد حرکت دورانی ماهواره‌های به دور زمین، نادرست است؟

- ۱ شتاب گرانش زمین در محل ماهواره همان شتاب مرکزگرای حرکت ماهواره است.
۲ سرعت خطی حرکت ماهواره با جذر شعاع دوران آن نسبت وارون دارد.
۳ ماهواره در مدار حرکت خود بی‌وزن است و به همین علت سقوط نمی‌کند.
۴ هر چه قدر شعاع دوران ماهواره بیش‌تر شود، دوره‌ی حرکت آن نیز بیش‌تر می‌شود.

۹۳ دو ماهواره A و B روی دو مدار دایره‌ای به دور زمین می‌چرخند. اگر جرم دو ماهواره یکسان، ولی اندازه نیروی مرکزگرای وارد بر ماهواره A، $\frac{1}{4}$ بزرگی نیروی مرکزگرای وارد بر ماهواره B باشد، دوره گردش ماهواره A چند برابر دوره گردش ماهواره B است؟

- ۱ $\sqrt{2}$ ۲ $2\sqrt{2}$ ۳ ۴ ۴ ۸

۹۴ جرم ماهواره‌ی kg ۲۰۰ و فاصله آن از سطح زمین km ۲۶۰۰ است. نیروی گرانشی بین ماهواره و زمین چند نیوتون است؟ $\left(R_e = 6400 \text{ km}, M_e = 5/98 \times 10^{24} \text{ kg}, G = 6/67 \times 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2} \right)$

- ۱ ۹۴۵ ۲ ۹۸۵ ۳ ۱۰۲۵ ۴ ۱۰۴۵

۹۵ دو ماهواره A و B، روی مدارهای دایره‌ای به طور یکنواخت به دور زمین می‌چرخند. اگر دوره حرکت ماهواره A، $\frac{\sqrt{2}}{4}$ دوره حرکت ماهواره B باشد، شتاب حرکت ماهواره B، چند برابر شتاب حرکت ماهواره A است؟

- ۱ ۲ ۲ $\frac{1}{2}$ ۳ $\frac{1}{8}$ ۴ $\frac{1}{4}$

۹۶ در کدام فاصله از سطح زمین، شتاب گرانش در مقایسه با سطح زمین، ۹۹ درصد کاهش می‌یابد؟ (R_e شعاع زمین است.)

- ۱ $100 R_e$ ۲ $99 R_e$ ۳ $10 R_e$ ۴ $9 R_e$

۹۷ دو ماهواره‌ی A و B به‌ترتیب به جرم‌های m و $2m$ ، در فاصله‌های $\frac{R_e}{2}$ و $\frac{R_e}{4}$ از سطح زمین، در مدارهای دایره‌ای به دور زمین می‌چرخند. انرژی جنبشی ماهواره‌ی A چند برابر انرژی جنبشی ماهواره‌ی B است؟ (R_e شعاع کره‌ی زمین است.)

- ۱ $\frac{25}{6}$ ۲ $\frac{5}{6}$ ۳ $\frac{25}{36}$ ۴ $\frac{5}{12}$

۹۸ دو ماهواره‌ی A و B به جرم‌های m_A و $m_B = 2m_A$ روی دو مدار دایره‌ای شکل دو زمین می‌چرخند. ماهواره‌ی A در ارتفاع 6370km و ماهواره‌ی B در ارتفاع 12740km از سطح زمین قرار دارند. انرژی جنبشی ماهواره‌ی A چند برابر انرژی جنبشی ماهواره‌ی B است؟ (شعاع زمین را 6370km فرض کنید.)

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

۹۹ ماهواره‌های A و B به دور زمین می‌چرخند. جرم ماهواره‌ی A، $\frac{5}{4}$ جرم ماهواره‌ی B است. اگر بزرگی تکانه‌ی دو ماهواره باهم برابر باشد، شعاع مدار ماهواره‌ی B چند برابر شعاع مدار ماهواره‌ی A است؟

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

۱۰۰ یک ماهواره در فاصله‌ی 800 کیلومتری از سطح زمین دور می‌زند. اگر شتاب جاذبه در روی زمین $\frac{9.8}{s^2} m$ و شعاع زمین 6400km باشد، تندی ماهواره چند کیلومتر بر ساعت است؟

- ۱ ۲۴۸۰ ۲ ۸۹۶۰ ۳ ۱۳۴۴۰ ۴ ۲۶۸۸۰

۱ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

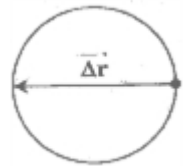
$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{r_1 \omega_1}{r_2 \omega_2} = \frac{r_1 \times \frac{\cancel{2\pi}}{\text{دقیقه ۱}}}{\frac{1}{3} r_1 \times \frac{\cancel{2\pi}}{\text{دقیقه ۶۰}}} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = ۱۲۰$$

۲ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. در مدتی که نصف دایره طی می‌شود، اندازه‌ی جابه‌جایی برابر قطر دایره و مسافت طی شده نصف محیط دایره است.

$$d = \frac{1}{2} \times 2\pi R = \pi R = ۳۰ \pi \text{ m}$$

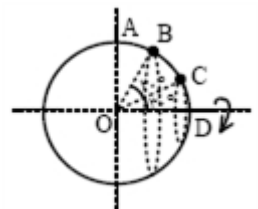
$$d = V \cdot \Delta t \Rightarrow ۳۰ \pi = ۱۰ \Delta t \Rightarrow \Delta t = ۳\pi \text{ s}$$

$$\left| \frac{\vec{r}}{\Delta t} \right| = \frac{|\vec{\Delta r}|}{\Delta t} = \frac{۶۰}{۳\pi} = \frac{۲۰}{\pi} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$



۳ گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. سرعت زاویه‌ای دو نقطه‌ی B و C یکسان است.

$$\frac{v_B}{v_C} = \frac{r_B \omega_B}{r_A \omega_A} = \frac{R \sin ۶۰^\circ}{R \sin ۳۰^\circ} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{2}} = \sqrt{3}$$



۴ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. بزرگی سرعت متوسط برابر است با نسبت جابه‌جایی به مدت زمان جابه‌جایی:

$$\bar{v} = \frac{\Delta r}{\Delta t} = \frac{2\sqrt{2}}{3} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

حرکت متحرک روی دایره یکنواخت است و اندازه سرعت لحظه‌ای برابر است با نسبت مسافت طی شده به مدت زمان طی مسافت:

$$v = \frac{d}{\Delta t} = \frac{\frac{1}{4} 2\pi R}{2 \times 3} = \frac{\pi \times 2}{2 \times 3} = \frac{\pi}{3} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\frac{\bar{v}}{v} = \frac{\frac{2\sqrt{2}}{3}}{\frac{\pi}{3}} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا تعداد نوسان‌های کامل هر نوسانگر را با تقسیم زمان کل به دوره تناوب آن به دست

۵

$$N = \frac{t}{T} \Rightarrow \begin{cases} N_A = \frac{20}{1/5} = 20 \text{ نوسان کامل} \\ N_B = \frac{20}{1/2} = 25 \text{ نوسان کامل} \end{cases} \quad \text{می‌آوریم:}$$

در هر نوسان کامل ۲ بار طول پاره‌خط نوسان طی شده و مسافتی به اندازه ۴ برابر دامنه طی می‌شود:

$$l_A = 20 \times 4A = 80 \times 5 = 400 \text{ cm}$$

$$l_B = 25 \times 4A = 100 \times 5 = 500 \text{ cm}$$

$$\Delta l = 500 - 400 = 100 \text{ cm}$$

$$\Delta l = \Delta N \times 4A = 5 \times 4 \times 5 = 100 \text{ cm}$$

البته در روشی سریع می‌توانید از رابطه زیر نیز بهره بگیرید:

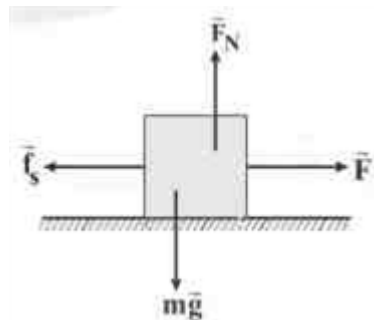
$$45 \frac{\text{دور}}{\text{min}} = 45 \frac{2/6}{60} \frac{\text{rad}}{\text{s}} = \frac{3\pi}{2}$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

۶

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. از آنجایی که جعبه درون کامیون قرار دارد، شتابی معادل $\frac{m}{s^2}$ به جعبه نیز وارد می‌شود،

بنابراین نیرویی معادل $F = ma$ نیز به جعبه وارد می‌شود، اما جعبه حرکت نمی‌کند، یعنی نیروی اصطکاک بین جعبه و سطح (کف کامیون) بر این نیرو غلبه کرده است، بنابراین داریم:

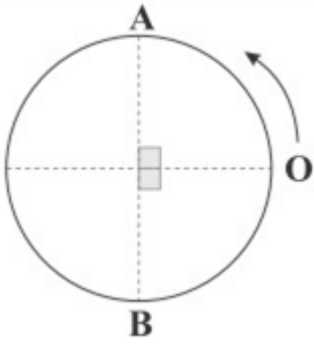


$$\begin{aligned} F_N &= mg = 50 \text{ N} \\ f_s &= ma = 5 \times 5 = 25 \text{ N} \end{aligned}$$

نیرویی که از کف کامیون به جعبه وارد می‌شود، برآیند دو نیروی اصطکاک و نیروی عمودی سطح است، بنابراین:

$$R = \sqrt{F_N^2 + f_s^2} \Rightarrow R = \sqrt{(50)^2 + (25)^2} = 25\sqrt{5} \text{ N}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. جابه‌جایی متحرک از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود:



$$d = r \sin \frac{\alpha}{2}$$

با جای‌گذاری مقدار جابه‌جایی در رابطه‌ی بالا زاویه‌ی چرخش متحرک به دست می‌آید:

$$20\sqrt{2} = 2 \times 20 \times \sin \frac{\alpha}{2} \Rightarrow \sin \frac{\alpha}{2} = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \alpha = 90^\circ$$

بنابراین جسم از نقطه‌ی O به یکی از نقاط A و B می‌تواند رفته باشد.

اگر جسم به نقطه‌ی A رفته باشد، مسافت طی‌شده توسط رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود. در رابطه‌ی زیر، n تعداد دور کامل است:

$$L = n \times 2\pi r + \frac{2\pi r}{4} = 40n\pi + 10\pi \Rightarrow 50\pi, 90\pi, 130\pi$$

اگر جسم به نقطه‌ی B رفته باشد، مسافت طی‌شده توسط رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود:

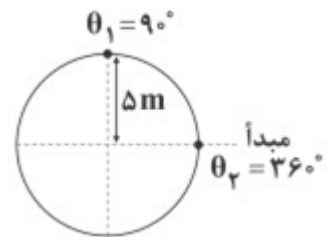
$$L = n \times 2\pi r + \frac{3 \times 2\pi r}{4} = 40n\pi + 30\pi \Rightarrow 70\pi, 110\pi, 150\pi$$

باشد.

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در ابتدا باید مشخص کنیم که جسم در این لحظات در چه مکان‌هایی قرار دارد. با کمک معادله، زاویه‌ی محل قرارگیری متحرک روی محیط دایره را مشخص می‌کنیم:

$$\begin{cases} t_1 = 2s \Rightarrow \theta_1 = 22/5 \times 2^\circ = 90^\circ \\ t_2 = 4s \Rightarrow \theta_2 = 22/5 \times 4^\circ = 360^\circ \end{cases}$$

این دو زاویه را روی دایره مشخص می‌کنیم:



با توجه به محل قرارگیری مبدأ نتیجه می‌گیریم که جسم در لحظه‌ی t_1 در ارتفاع ۵ متری و در لحظه‌ی t_2 در ارتفاع صفر نسبت به مبدأ (روی مبدأ) قرار دارد. در ادامه به کمک رابطه‌ی $W_{mg} = -mg\Delta h$ ، کار نیروی وزن را محاسبه می‌کنیم:

$$W_{mg} = -4 \times 10 \times (0.5) = 200J$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. طبق رابطه‌ی تندی خطی در حرکت دایره‌ای داریم:

$$V = \frac{2\pi r}{T} \Rightarrow \frac{V_{\text{ثانیه}}}{V_{\text{ساعت}}} = \frac{r_{\text{ثانیه}}}{r_{\text{ساعت}}} \times \frac{T_{\text{ساعت}}}{T_{\text{ثانیه}}} = \frac{2r_{\text{ساعت}}}{r_{\text{ساعت}}} \times \frac{12 \times 60 \times 60}{60} \Rightarrow \frac{V_{\text{ثانیه}}}{V_{\text{ساعت}}} = 1440$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ۱۱

$$\frac{30 \text{ reV}}{\text{min}} = 0.5 \frac{1 \text{ eV}}{s} \Rightarrow T = 2s$$

$$V = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\pi(2)}{(2)} = 2\pi$$

$$K = \frac{1}{2} m V^2 = \frac{1}{2} (5)(2\pi)^2 = 10\pi^2$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. فرض می‌کنیم طول عقربه‌ی دقیقه‌شمار x سانتی‌متر باشد، در این صورت طول عقربه‌ی ساعت‌شمار $(x - 3)$ سانتی‌متر است. ۱۲

$$\text{تندی متوسط} = \frac{\text{مسافت طی شده}}{\text{زمان}}$$

$$\frac{\text{تندی متوسط نوک عقربه دقیقه‌شمار}}{\text{تندی متوسط نوک عقربه ساعت‌شمار}} = \frac{\frac{2\pi \times x}{60}}{\frac{2\pi(x-3)}{12 \times 60}} = \frac{12x}{x-3}$$

تندی متوسط نوک عقربه ساعت‌شمار $\times 15 =$ تندی متوسط نوک عقربه دقیقه‌شمار

$$\frac{12x}{x-3} = 15 \Rightarrow 12x = 15x - 45 \Rightarrow 3x = 45 \Rightarrow x = 15 \text{ cm}$$

پس طول عقربه‌ی دقیقه‌شمار ۱۵ cm است. حال تندی متوسط نوک عقربه‌ی دقیقه‌شمار برابر است با:

$$\text{تندی متوسط نوک عقربه دقیقه‌شمار} = \frac{2 \times 3 \times 15}{60} = \frac{3}{2} \frac{\text{cm}}{\text{min}}$$

حال این تندی را برحسب میکرومتر بر میلی‌ثانیه با استفاده از قاعده‌ی زنجیره‌ای می‌یابیم:

$$\frac{3}{2} \frac{\text{cm}}{\text{min}} = \frac{3}{2} \frac{\text{cm}}{\text{min}} \times \frac{10^{-2} \text{ m}}{1 \text{ cm}} \times \frac{10^6 \mu\text{m}}{1 \text{ m}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \times \frac{1 \text{ s}}{10^3 \text{ ms}} = \frac{3}{2} \times \frac{10^{-2} \times 10^6}{60 \times 10^3} \frac{\mu\text{m}}{\text{ms}} = \frac{1}{4} \frac{\mu\text{m}}{\text{ms}} = 0.25 \frac{\mu\text{m}}{\text{ms}}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. طبق رابطه $S = \frac{I}{t}$ وقتی مسافت 3π طی می‌شود. زمان لازم برابر با $3S$ است: ۱۳

$$\pi = \frac{3\pi}{t}$$

جابه‌جایی متحرک در این مسیر برابر با $2R$ یعنی ۶ متر است. بنابراین سرعت متوسط طبق رابطه $\bar{V} = \frac{\bar{d}}{t}$ برابر است با:

$$\bar{V} = \frac{2R}{t} = \frac{2 \times 3}{3} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

۱۴

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. در حال مسائل ماهواره بهتر است، مبنای همه روابط رابطه $\frac{GM_m}{r^2}$ قرار دهیم.

$$\frac{GM_m}{r^2} = F_g = ma_e = m \frac{V^2}{r} = mr\omega^2 = mr \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 = mr (2\pi f)^2$$

$$\frac{GM_m}{r^2} = \frac{m V^2}{r} \Rightarrow V = \sqrt{\frac{GM}{r}} \Rightarrow V = \sqrt{\frac{GM}{9 \times 10^6}}$$

$$r = (6400 + 2600)$$

در اینجا حاصلضرب GM نیاز داریم. می‌توانیم از رابطه $\frac{GM}{r^2} = g$ مقدار GM را به دست آوریم.

$$GM = gr^2 = (10)(6400 \times 10^3)^2$$

$$\Rightarrow V = \sqrt{\frac{64^2 \times 10^{11}}{9 \times 10^6}} = \frac{6400}{3} \sqrt{10} \frac{m}{s} = 7680 \sqrt{10} \frac{km}{h}$$

۱۵

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

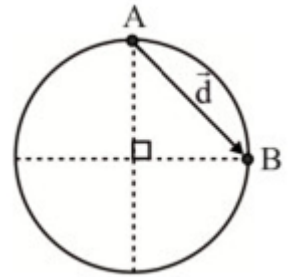
مسافت، طول مسیر طی شده توسط متحرک در حرکت است که مقدار آن در این سؤال $\frac{3}{4}$ محیط دایره است:

$$L = \frac{3}{4} \pi R = \frac{3}{4} \pi R \quad (1)$$

بردار جابه‌جایی، برداری است که نقطه آغاز حرکت را به نقطه پایان حرکت وصل می‌کند:

$$d = \sqrt{2} R$$

$$\xrightarrow{(1); (2)} \frac{d}{l} = \frac{\sqrt{2} R}{\frac{3}{4} \pi R} = \frac{4\sqrt{2}}{3\pi} \approx \frac{4\sqrt{2}}{9}$$



۱۶

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. تندی حرکت دایره‌ای از $v = \frac{2\pi R}{T}$ به دست می‌آید:

$$\frac{v_s}{v_m} = \frac{r_s}{r_m} \times \frac{T_m}{T_s} = \frac{3}{2} \times \frac{3600}{60} = 90$$

۱۷

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

تندی در حرکت دایره‌ای یکنواخت از رابطه $v = \frac{2\pi R}{T}$ به دست می‌آید. از آنجا که هر دو نقطه روی یک صفحه دوار در حال چرخش هستند، پس دوره تناوب آنها یکسان است:

$$\frac{v_A}{v_B} = \frac{r_A}{r_B} = \frac{6}{9} = \frac{2}{3}$$

۱۸

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$T_s = 60s, \text{ شمار } T_m = 1h = 60 \text{ min} = 3600s$$

$$V = \left(\frac{2\pi}{T} \right) R \Rightarrow \frac{V_m}{V_s} = \frac{R_m}{R_s} \times \frac{T_s}{T_m} \Rightarrow \frac{V_m}{V_s} = \frac{6}{8} \times \frac{60}{3600} = \frac{1}{80}$$

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

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

۱۹

$$\frac{v_h}{v_{\min}} = \frac{r_h}{r_{\min}} \times \frac{T_{\min}}{T_h} = \frac{\frac{2}{5} r_{\min}}{r_{\min}} \times \frac{1}{12} = \frac{2}{5} \times \frac{1}{12} = \frac{1}{30}$$

۲۰

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. گام اول: با استفاده از رابطه $v = \frac{2\pi r}{T}$ دوره‌ی حرکت شخص را محاسبه می‌کنیم:

$$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{r=2m}{v=\frac{2\pi}{15} \frac{m}{s}} \times \frac{2\pi}{15} = \frac{2\pi \times 2}{15} \Rightarrow T = 15s$$

گام دوم: با در اختیار داشتن رابطه $n = \frac{t}{T}$ ، تعداد دوره‌های چرخش دیسک را به دست می‌آوریم:

$$n = \frac{t}{T} \Rightarrow n = \frac{60}{15} = 4 \text{ دور}$$

۲۱

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. بررسی عبارات:

(الف) در حرکت دایره‌ای یک‌نواخت، تندی حرکت ثابت است و این تغییر جهت سرعت است که باعث ایجاد شتاب در

حرکت دایره‌ای می‌شود. (نادرست)

(ب) تغییر جهت سرعت باعث ایجاد شتاب می‌شود. (نادرست)

$$\vec{a}_{av} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \quad (\text{ج})$$

بنابراین جهت شتاب متوسط همواره در جهت بردار $\Delta \vec{v}$ است. (درست)

(د) بردار سرعت، مماس بر مسیر حرکت است و بردار شتاب نیز به سمت مرکز دایره است، در نتیجه بردار سرعت بر بردار

شتاب عمود است. (درست)

۲۲

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. دوره حرکت این ذره برابر $T = \frac{t}{n}$ است و شتاب مرکزگرا از رابطه $a = R\omega^2$ به دست

می‌آید:

$$\left. \begin{aligned} a &= R \times \frac{4\pi^2}{T^2} \\ T &= \frac{t}{n} \end{aligned} \right\} \Rightarrow a = \frac{R \times 4\pi^2}{\frac{t^2}{n^2}} = \frac{4\pi^2 n^2 R}{t^2}$$

۲۳

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$T = \frac{t}{n} = \frac{5}{\left(\frac{2}{3}\right)} = \frac{7.5}{2} s$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{\left(\frac{7.5}{2}\right)} = \frac{2\pi}{3.75} \text{ rad/s}$$

$$a = r\omega^2 = (10^{-1}) \left(\frac{2\pi}{3.75} \right)^2 = 0.09 \frac{m}{s^2}$$

۲۴

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در هر ۶۰ ثانیه ۱۲ بار مسیر دایره‌ای طی می‌شود پس دوره‌ی حرکت آن برابر است با:

ثانیه مرتبه

۱۲ ۶۰

$$T = 5s \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2 \times 3}{5} = 1/2 \frac{\text{rad}}{s}$$

$$v = R\omega = \frac{2\pi R}{T} = \frac{24}{5} = 4/8 \frac{m}{s}$$

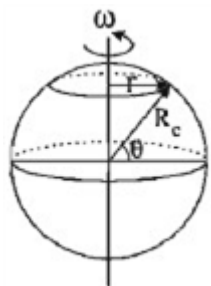
در ضمن اندازه‌ی سرعت آن برابر است با:

$$a = v\omega = 4/8 \times 1/2 = 5/16 \frac{m}{s^2}$$

۲۵

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. سرعت زاویه‌ای تمام نقاط زمین با هم برابر است و شعاع دوران متناسب با Cos زاویه‌ی

عرض جغرافیایی است.



$$r = R_e \cos \theta$$

$$a = r\omega^2 \Rightarrow \frac{a_2}{a_1} = \frac{r_2}{r_1} = \frac{\cos \theta_2}{\cos \theta_1} = \frac{\cos 37^\circ}{\cos 53^\circ} \Rightarrow \frac{a_2}{a_1} = \frac{4/8}{5/6} = \frac{4}{5}$$

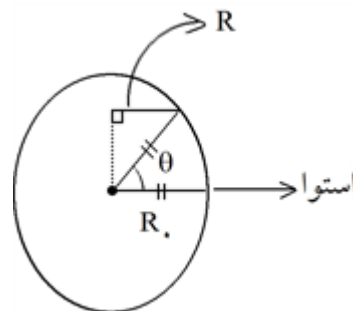
۲۶

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در حرکت وضعی زمین دوره حرکت تمام نقاط یکسان است. با توجه به شکل روبه‌رو، نقطه‌ای

که در عرض جغرافیایی θ قرار دارد، با شعاع $R \cos \theta$ می‌چرخد که در آن R شعاع کره زمین است.

$$a = \frac{v^2}{r} = \frac{\left(\frac{2\pi r}{T}\right)^2}{r} = \frac{4\pi^2 r}{T^2} \xrightarrow{T \text{ ثابت}} a \propto r$$

$$\Rightarrow \frac{a_\theta}{a_0} = \frac{r_\theta}{r_0} = \frac{R_\theta}{R \cos \theta} = \frac{1}{\cos \theta} = \frac{1}{\cos 60^\circ} = \frac{1}{0.5} = 2$$

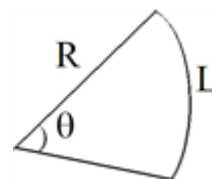


۲۷

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به شکل روبه‌رو، طول کمان روبه‌رو به زاویه θ برابر $L = R\theta$ است.

$$L = R\theta = 3m \times 3\text{rad} = 9m$$

$$v = \frac{L}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{L}{v} = \frac{9m}{3m/s} = 3s$$

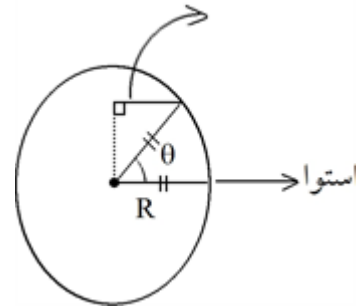


۲۸

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به شکل روبه‌رو، شعاع گردش نقطه‌ای در مدار θ برابر $r = R \cos \theta$ است که در آن شعاع کره زمین است. همچنین دوره گردش تمام نقاط برابر است.

$$a = \frac{v^2}{r} = \frac{\left(\frac{2\pi r}{T}\right)^2}{r} = \frac{4\pi^2 r}{T^2} \Rightarrow a \propto r$$

در مدار 60° شمالی، شعاع گردش $\cos 60^\circ$ برابر شعاع گردش در استوا است و در نتیجه شتاب مرکزگرا نیز $\frac{1}{2} \cos 60^\circ = \frac{1}{4}$ برابر شتاب مرکزگرا در استوا می‌باشد.



۲۹

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در حرکت دایره‌ای یکنواخت، شتاب رو به مرکز است و داریم:

$$a = \frac{v^2}{r} = \frac{v}{r} \times v \Rightarrow \omega v$$

پس سرعت زاویه‌ای متحرک برابر است با:

$$12 = \omega \times r \Rightarrow \omega = 2 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

و با استفاده از رابطه‌ی تغییر زاویه با گذشت زمان در حرکت دایره‌ای یکنواخت، می‌توان نوشت:

$$\Delta\theta = \omega \Delta t \Rightarrow 2 - 0 = 2 \Delta t \Rightarrow \Delta t = 1/2 \text{ s}$$

۳۰

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

گام اول: نیروهایی که بر جسم وارد می‌شود را نشان می‌دهیم. نیروهای اصطکاک ایستایی (f_s) و کشش نخ (T) در راستای مرکز دایره بر جسم اثر می‌کنند و نیروی مرکزگرای لازم برای حرکت جسم را تأمین می‌کنند.

اما در این حالت می‌توان فرض کرد که در ابتدا که سرعت دیسک به تدریج زیاد می‌شود نیروی اصطکاک ایستایی نیروی مرکزگرا را تأمین می‌کند و تا لحظه‌ای که تندی دیسک به قدری زیاد شود که نیروی مرکزگرا برابر نیروی اصطکاک بیشینه

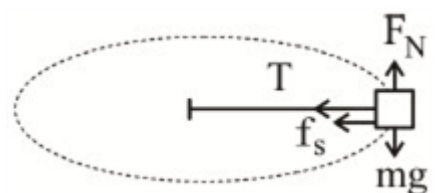
$$m \frac{v^2}{r} = \mu_s mg$$

شود. از این رو این تندی را حساب می‌کنیم:

$$V = \sqrt{\mu_s rg} = \sqrt{0.4 \times 1 \times 10} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

گام دوم: چون تندی دیسک بیشتر از $2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ است؛ پس نیروی مرکزگرای بیشتری از $f_{s_{\max}} = \mu_s mg$ مورد نیاز است تا حرکت دایره‌ای جسم حفظ شود و این نیرو مرکزگرا را کشش نخ تأمین می‌کند و اکنون آن را حساب می‌کنیم.

$$F_{\text{نخ}} + f_{s_{\max}} = m \frac{v^2}{r} \Rightarrow F_{\text{نخ}} + \mu_s mg = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow F_{\text{نخ}} + 0.4 \times 2 \times 10 = 2 \times \frac{3^2}{1} \Rightarrow F_{\text{نخ}} = 10 \text{ N}$$



۳۱

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در پیچ افقی مسطح، نیروی اصطکاک ایستایی، نیروی مرکزگرای لازم برای دور زدن بدون لغزش را تأمین می‌کند، پس حداکثر نیروی مرکزگرا برابر $\mu_s F_N$ است.

$$\frac{mv^2}{r} = \mu_s mg \Rightarrow v_{\max}^2 = \mu_s rg$$

حداکثر تندی، به جرم اتومبیل و کامیون بستگی ندارد و به شعاع چرخش و ضریب اصطکاک ایستایی بستگی دارد.

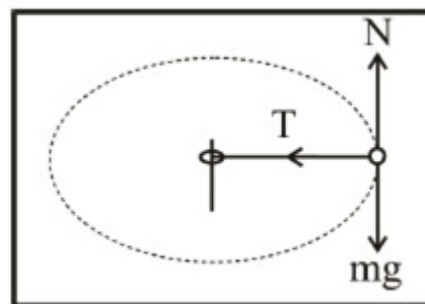
$$\left(\frac{v_{\max \text{ کامیون}}}{v_{\max \text{ خودرو}}} \right)^2 = \frac{r_{\text{کامیون}}}{r_{\text{خودرو}}} \times \frac{\mu_s \text{ کامیون}}{\mu_s \text{ خودرو}} \Rightarrow \left(\frac{80}{100} \right)^2 = \frac{r_{\text{کامیون}}}{20} \times \frac{\mu_s \text{ خودرو}}{\mu_s \text{ خودرو}}$$

$$\Rightarrow r_{\text{کامیون}} = 6/4 m$$

۳۲

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. گام ۱: با استفاده از رابطه $T = \frac{t}{n}$ ، دوره تناوب T را به دست می‌آوریم.

گام ۲: در این حالت نیروی کشش نخ، نیروی مرکزگرا برای حرکت مهره در مسیر دایره‌ای شکل را تأمین می‌کند. بنابراین می‌توان نوشت:



$$T = \frac{t}{n} = \frac{1}{1} = 1s$$

$$F_C = T = \frac{m^2 \pi^2}{T^2} = \frac{2 \times 10^{-2} \times 4 \times 3^2 \times 0/25}{1} = 0/18s$$

۳۳

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$T = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow v^2 = \frac{Tr}{m} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{Tr}{m}} = \sqrt{\frac{250 \times 3}{30}} = 5 \frac{m}{s}$$

۳۴

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. نیروی مرکزگرا در این حرکت، همان نیروی مغناطیسی است.

$$qvB = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow v = \frac{qBr}{m} \Rightarrow \frac{v}{T} = \frac{qBr}{m} \Rightarrow T = \frac{v \pi m}{qB}$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{B_1}{B_2} = \frac{1}{2}$$

بنابراین دوره حرکت با اندازه میدان مغناطیسی رابطه عکس دارد.

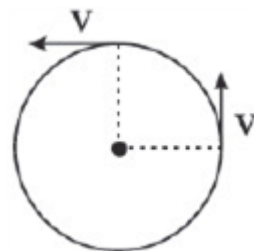
۳۵

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

الف و ب) درست هستند. وقتی توپ ساکن است، یعنی طبق قانون اول نیوتون نیروهای وارد بر آن متوازن است (برایند نیروها صفر است).

در عبارت ب هم وقتی چتر باز با تندی حدی (ثابت) پایین می‌آید، اندازه و جهت سرعت آن ثابت است. پس طبق قانون اول نیوتون نیروهای وارد بر آن متوازن است.

ج و د) نادرست. زیرا وقتی اتومبیل پیچ جاده را دور می‌زند یا ماهواره با تندی ثابت به دور زمین می‌چرخد، با آنکه اندازه سرعت ثابت است ولی جهت سرعت تغییر می‌کند. پس نمی‌توان گفت بردار سرعت ثابت است (سرعت کمیتی برداری است و برای ثابت ماندن آن، باید اندازه و جهت آن هر دو ثابت باشند) پس نیروها متوازن نیستند. به شکل دقت کنید. بردار سرعت همیشه بر مسیر حرکت مماس است و مطابق شکل جهت آن روی مسیریهای دایره‌ای مثل چرخش در میدان و یا گردش به دور زمین تغییر می‌کند.



۳۶

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. نیروی فنر نقش نیروی مرکزگرا را ایفا می‌کند و چون فنر در نهایت با طول ۸۰ cm می‌چرخد، پس شعاع مسیر دایره‌ای برابر ۸۰ cm می‌شود. لذا می‌توان نوشت:

$$F_{\text{فنر}} = F_{\text{مرکزگرا}} \Rightarrow k\Delta L = \frac{mv^2}{r}$$

$$T = \frac{t}{n} = \frac{60}{30} = 2s \quad \text{طبق رابطه } T = \frac{t}{n} \text{ می‌توان نوشت:}$$

$$\text{از طرفی در رابطه } v = \frac{2\pi r}{T} \text{ داریم:}$$

$$v = \frac{2\pi r}{T} \xrightarrow{r=0.8m, T=2s} v = \frac{2\pi \times 0.8}{2} = 0.8\pi \frac{m}{s} \Rightarrow v^2 = 0.64\pi^2 \left(\frac{m}{s}\right)^2$$

با جای‌گذاری در رابطه اول خواهیم داشت:

$$k\Delta x = \frac{mv^2}{r} \xrightarrow{x=0.2m, v=0.8\pi\left(\frac{m}{s}\right)^2, r=0.8m, m=\frac{1}{4}kg} k(0.2) = \frac{\left(\frac{1}{4}\right)(0.64\pi^2)}{0.8}$$

$$\Rightarrow k = 2\pi^2 \xrightarrow{\pi^2=10} k = 20 \frac{N}{m}$$

۳۷

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\frac{a_A}{a_B} = \left(\frac{v_A}{v_B}\right)^2 \times \left(\frac{R_B}{R_A}\right) \Rightarrow 12 = 4 \times \frac{R_B}{R_A} \Rightarrow \frac{R_B}{R_A} = 3$$

$$\text{از رابطه } a_c = \frac{v^2}{r} \text{ داریم:}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به رابطه تندی جسم در حرکت دایره‌ای، می‌توان نوشت:

$$v = \frac{2\pi r}{T} \Rightarrow 20\pi = \frac{2\pi(0.1)}{T} \Rightarrow T = \frac{1}{100} s$$

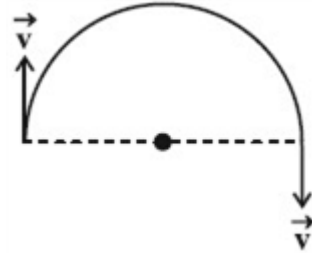
دوره تناوب $\frac{1}{100}$ ثانیه است و زمان $\frac{1}{200}$ ثانیه معادل $\frac{T}{2}$ است، در نتیجه متحرک روی دایره، نیم‌دور می‌چرخد.

می‌توان شتاب متوسط را به روش زیر به دست آورد.

$$|a_{av}| = \left| \frac{v - (-v)}{\Delta t} \right| \Rightarrow |a_{av}| = \frac{20\pi + 20\pi}{\frac{1}{200}} = \frac{40\pi}{\frac{1}{200}} = 8000\pi \frac{m}{s^2}$$

$$a_c = \frac{v^2}{r} \Rightarrow a_c = \frac{(20\pi)^2}{0.1} = 4000\pi^2 \left(\frac{m}{s^2} \right)$$

$$\frac{|a_{av}|}{a_c} = \frac{8000\pi}{4000\pi^2} = \frac{2}{\pi} = \frac{2}{3}$$



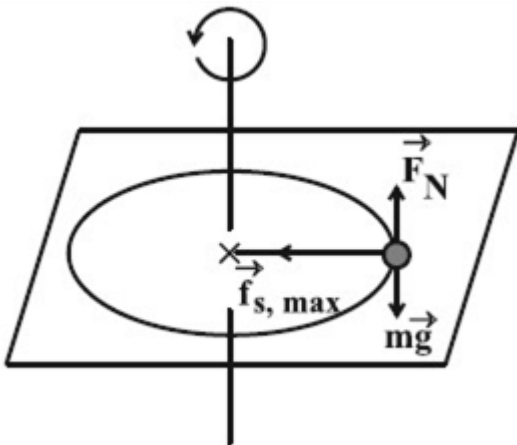
گزینه ۴ پاسخ صحیح است. موارد الف و پ درست‌اند. در حرکت دایره‌ای یکنواخت، بردار سرعت همواره مماس بر مسیر حرکت جسم است و توجه کنید که جهت بردار سرعت تغییر می‌کند اما اندازه آن ثابت است، یعنی در حرکت دایره‌ای یکنواخت بردار سرعت جسم تغییر جهت می‌دهد اما تندی جسم ثابت است (علت نادرستی ب). همچنین توجه کنید که نیروی مرکزگرای وارد بر جسم همواره به سمت مرکز دایره و در نتیجه عمود بر مسیر و جابه‌جایی جسم است. پس کار انجام شده توسط آن برابر با صفر است:

$$(W = Fd \cos 90^\circ = 0)$$

$$f_{smax} = m \frac{V^2}{r} \Rightarrow \mu_s \times m \times 10 = m \times \frac{10^2}{25} \Rightarrow \mu_s = 0.4$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. عاملی که موجب می‌شود مهره روی صفحه نلغزد مؤلفه افقی نیرویی است که سطح تماس به جسم وارد می‌کند، چون این نیرو بیشینه است، نیروی اصطکاک هم‌بیشینه است. پس نیروی مرکزگرا، همان نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه است.



$$F = \frac{mv^2}{R} \Rightarrow f_{s,max} = \frac{mv^2}{R} \Rightarrow \mu_s F_N = \frac{mv^2}{R}$$

$$\mu_s mg = \frac{mv^2}{R} \Rightarrow 0.4 \times 10 = \frac{v^2}{36 \times 10^{-2}}$$

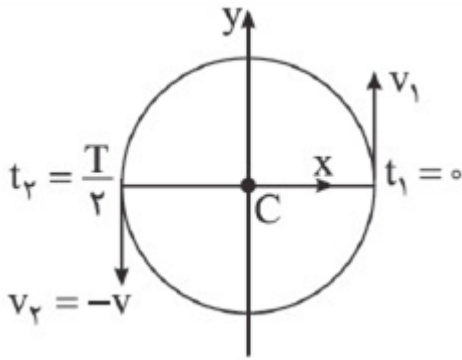
$$0.4 \times 10 \times 36 \times 10^{-2} = v^2 \Rightarrow v = 2 \times 6 \times 10^{-1} = 1.2 \frac{m}{s}$$

$$v_m = 1.2 \frac{m}{s}$$

چون مهره نسبت به صفحه ساکن است، پس تندی مهره و صفحه برابرند:

۴۲

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. در بازه زمانی $\frac{T}{2}$ تغییر سرعت برابر است با:



$$\Delta \vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1 = -v - v = -2v$$

$$|\Delta \vec{v}| = 2v$$

$$\Delta P = m\Delta v = 2mv \Rightarrow \Delta P = 2m \times \frac{v\pi r}{T} = \frac{2\pi mrv}{T}$$

۴۳

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

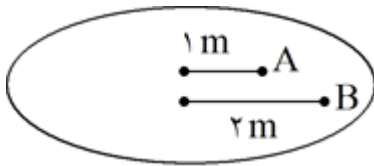
$$\frac{mv^2}{r} = k\Delta x \Rightarrow \frac{0.4 \times 25}{(0.4 + x)} = 200 \times x \Rightarrow 10 = 80x + 200x^2 \Rightarrow 20x^2 + 8x = 1$$

$$\Rightarrow x = 0.1m = 10 \text{ cm}$$

$$r = 40 + 10 = 50 \text{ cm}$$

۴۴

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.



$$F = mr\omega^2 \xrightarrow[\text{ثابت } m]{\text{ثابت } \omega} \frac{F_B}{F_A} = \frac{r_B}{r_A} = 2 \Rightarrow F_B > F_A$$

چون شعاع r_B بیشتر است، زودتر می‌لغزد

۴۵

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. نیروی اصطکاک وارد بر اتومبیل همان نیروی مرکزگرا است.

$$f_s = F_c = \frac{mv^2}{R}$$

$$\frac{f_s}{W} = \frac{\frac{mv^2}{R}}{mg} = \frac{v^2}{Rg} = \frac{15 \times 15}{50 \times 10} = 0.45$$

۴۶

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. طول نهایی فنر را L در نظر می‌گیریم:

$$F_e = k\Delta L = k(L - L_0) \xrightarrow[L_0 = 1m]{k = 400 \frac{N}{m}} F_e = 400(L - 1)$$

شعاع دوران برابر طول نهایی فنر است.

$$F_e = \frac{mv^2}{R} \xrightarrow[v = 8 \frac{m}{s}, m = 1/5 \text{ kg}]{R=L} F_e = \frac{96}{L}$$

نیروی مرکزگرا همان نیروی فنر است. بنابراین:

$$F_c = F_e \Rightarrow \frac{96}{L} = 400(L - 1) \Rightarrow L^2 - L - \frac{96}{400} = 0 \Rightarrow \begin{cases} L = 1/2 \\ L = -0.2 \end{cases}$$

طول نهایی فنر برابر $1/2 m$ است که برابر با شعاع دوران می‌باشد. برای محاسبه دوره تناوب داریم:

$$T = \frac{2\pi R}{v} \xrightarrow[\pi \simeq 3, v = 8 \frac{m}{s}]{R = L = 1/2 m} T = \frac{(2)(3)(1/2)}{8} = 0.4s$$

۴۷

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در اینجا نیروی اصطکاک ایستایی نقش نیروی مرکزگرا را در حرکت دایره‌ای خواهد داشت. پس می‌توان نوشت:

$$m \frac{v^2}{r} \leq f_{s, \max} = \mu_s mg \Rightarrow v^2 \leq \mu_s \cdot r \cdot g \xrightarrow[r=50m, \mu_s=0.2]{g=10 \frac{N}{kg}} v^2 \leq 0.2 \times 50 \times 10$$

$$\Rightarrow v^2 \leq 100 \Rightarrow v \leq 10 \frac{m}{s} \Rightarrow v_{\max} = 10 \frac{m}{s} = 36 \frac{km}{h}$$

$$T = mL\omega^2$$

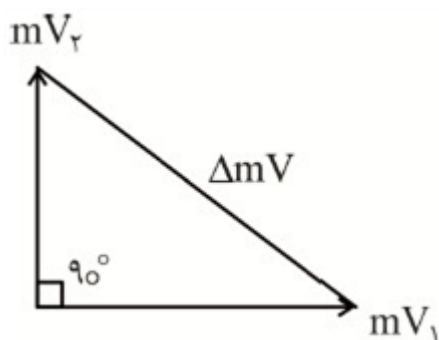
گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

۴۸

$$T' = m \left(\frac{l}{r} \right) \left(\frac{\omega}{r} \right)^2 \Rightarrow T' = \frac{1}{\lambda} mL\omega^2 = \frac{1}{\lambda} T$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

۴۹

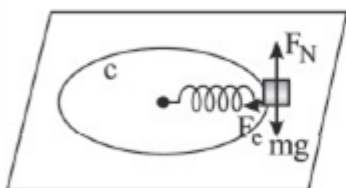


$$\Delta mV = mV_r - mV_l$$

$$\Delta mV = \sqrt{2} mV$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

۵۰



$$F_c = F_c = \frac{mv^2}{r}, v = \frac{2\pi r}{T}$$

$$k\Delta x = \frac{m}{r} \times \frac{4\pi^2 r^2}{T^2}$$

$$\Rightarrow k\Delta x = 4\pi^2 \frac{mr}{T^2}$$

$$k \times \frac{5}{100} = \frac{4 \times 10 \times 0.2 \times \frac{1}{4}}{4}$$

$$k \times \frac{5}{100} = \frac{1}{4} \Rightarrow 10k = 100 \Rightarrow k = 10 \frac{N}{m}$$

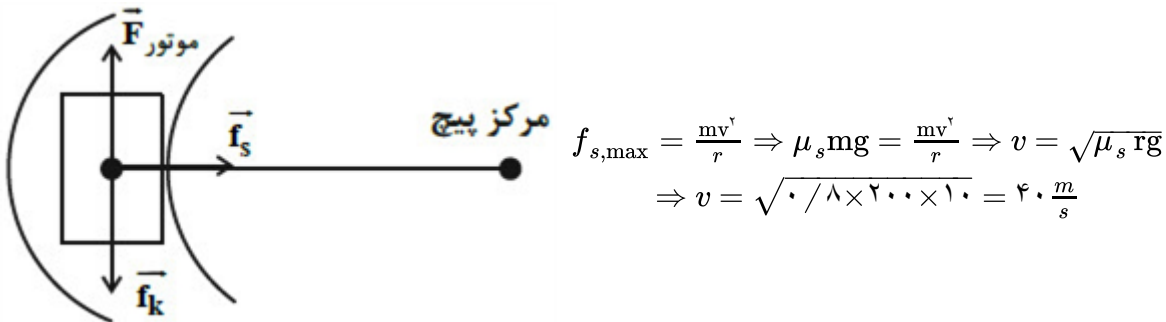
گزینه ۳ پاسخ صحیح است. برای این‌که اتومبیل سر نخورد باید نیروی اصطکاک بزرگ‌تر یا برابر نیروی جانب به مرکز باشد.

۵۱

اگر ضریب اصطکاک $\frac{1}{4}$ برابر شود سرعت نصف می‌شود:

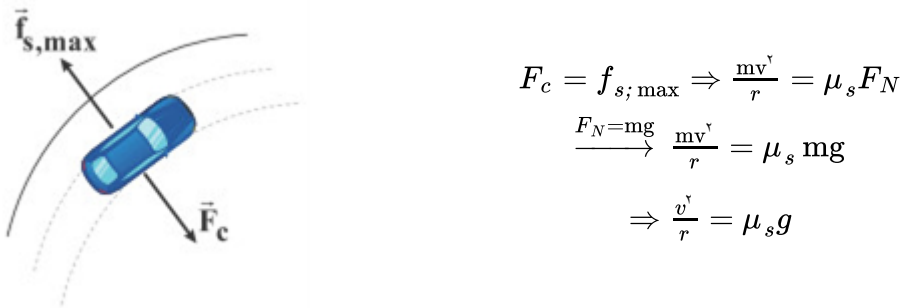
$$f_{sm} \geq f \Rightarrow \mu mg = m \frac{V^2}{R} \Rightarrow \mu = \frac{V^2}{Rg}$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. نیروی مرکزگرا برای حرکت دایره‌ای خودرو در پیچ افقی توسط اصطکاک ایستایی بین لاستیک و سطح جاده تأمین می‌شود.



گزینه ۳ پاسخ صحیح است. عبارت‌های «الف»، «ب» و «ج» درست هستند.

طبق رابطه‌ی زیر می‌توان به نتایج مهمی دست یافت. وقتی اتومبیل در حال دور زدن دور یک میدان یا عبور از یک پیچ است، باید مقداری نیروی مرکزگرا با نیروی اصطکاک ایستایی پیشینه بین سطح جاده و لاستیک اتومبیل برابر باشد تا اتومبیل از جاده خارج نشود، بنابراین داریم:



بررسی عبارت‌ها:

الف) همان‌طور که در رابطه‌ی بالا می‌بینید، ضریب اصطکاک ایستایی با شعاع پیچ، رابطه‌ی عکس دارد. پس هرچه ضریب اصطکاک ایستایی بیشتر باشد، شعاع پیچ می‌تواند کمتر باشد. (✓)

ب) همچنین چون $v^2 = r\mu_s g$ ، پس اندازه‌ی سرعت با شعاع پیچ، رابطه‌ی مستقیم دارد و با افزایش شعاع پیچ، پیشینه‌ی سرعت اتومبیل نیز می‌تواند افزایش یابد. (✓)

ج) از آن‌جا که نیروی مرکزگرا باید با نیروی اصطکاک ایستایی برابر باشد، پس با افزایش μ_s ، مقدار $\mu_s F_N$ نیز افزایش می‌یابد. (✓)

د) اما همان‌طور که از رابطه‌ی به دست آمده مشخص است، سرعت اتومبیل در پیچ، ارتباطی به جرم آن ندارد. (×)

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. نیروی کشسانی فنر که در هر لحظه شعاعی و رو به مرکز گردش است. نیروی جانب مرکز است.

$$kx = \frac{mv^2}{r} \quad r = L_0 + x = 0.4 + x$$

$$100x = \frac{0.2 \times 5^2}{0.4 + x} \Rightarrow 40x + 100x^2 = 5 \Rightarrow x^2 + 0.4x - 0.05 = 0$$

$$(x + 0.5)(x - 0.1) = 0 \Rightarrow x = 0.1 \text{ m} = 10 \text{ cm}$$

$$r = L_0 + x = 0.4 + 0.1 = 0.5 \text{ m}$$

۵۵

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. شرایط تعادل قائم:

$$F = k\Delta x \Rightarrow mg = k\Delta x$$

$$F_c = k\Delta x \Rightarrow k\Delta x = \frac{mv^2}{R} \Rightarrow mg = \frac{mv^2}{R}$$

شرایط دوران افقی:

$$v^2 = \left(\frac{4}{10}\right)(10) \Rightarrow v = 2 \frac{m}{s}$$

۵۶

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با فرض این که مهره ها همراه با صفحه می چرخند و اصطکاک میان آن ها ایستایی است

$$f_s = \text{نیروی مرکز} = \frac{mV^2}{R} = \frac{m \times (\pi)^2 \times R}{T^2} = \frac{0.1 \times 4 \times \pi^2 \times R}{0.6^2} = R$$

می توان نوشت:

به این صورت برای ۳ مهره اصطکاک که به ترتیب برابر است با: $0.3N$ ، $0.5N$ و $0.7N$ اما باید حواسمان باشد

که این مقادیر از $f_{s\max}$ بیش تر نشوند.

پس مهره ی دورتر شروع به لغزش می کند زیرا $f_{s\max} < 0.7N$ و نیروی اصطکاک وارد بر آن خواهد بود و به صورت

مارپیچی از مرکز دوران دور خواهد شد.

$$f_k = \mu_k mg = 0.3 \times 0.1 \times 10 = 0.3N$$

۵۷

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. نیروی مرکزگرا همان نیروی کشسانی فنر است.

$$F_c = K\Delta L$$

$$F = K\Delta L = \frac{mV^2}{R} \Rightarrow 200\Delta L = \frac{5 \times 8}{0.1} = 400 \Rightarrow \Delta L = 2 \text{ cm}$$

$$L_2 - L_1 = \Delta L \Rightarrow 10 - L_1 \Rightarrow L_1 = 8 \text{ cm}$$

۵۸

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با استفاده از تعریف تکانه، داریم:

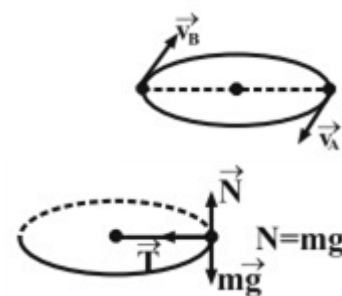
$$\left| \Delta \vec{P} \right| = m \left| \Delta \vec{v} \right| \xrightarrow{\substack{m=1/5 \text{ kg} \\ \left| \Delta \vec{P} \right| = 2, \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}}} 30 = 1/5 \left| \Delta \vec{v} \right|$$

$$\Rightarrow \left| \Delta \vec{v} \right| = 20 \frac{m}{s} \quad (1)$$

$$\xrightarrow{\left| \vec{v}_A \right| = \left| \vec{v}_B \right| = v} \left| \Delta \vec{v} \right| = 2v \xrightarrow{(1)} 2v = 20 \Rightarrow v = 10 \frac{m}{s}$$

در حرکت دایره ای یکنواخت، اندازه ی نیروی جانب مرکز برابر است با:

$$T = m \frac{v^2}{R} \Rightarrow T = 1/5 \times \frac{10^2}{3} = 50 \text{ N}$$



۵۹

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$T = \frac{mV^2}{r} \Rightarrow 72 = \frac{4 \times V^2}{8} \Rightarrow V^2 = 144 \Rightarrow V = 12 \frac{m}{s}$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. تنها نیروی مرکزگرا برای شخص، نیروی اصطکاک ایستایی است. اگر سرعت از این مقدار بیش‌تر شود، اصطکاک نمی‌تواند نیروی مرکزگرایی لازم را تأمین کند؛ لذا شخص از مسیر دایره‌ای خارج شده و خواهد لغزید.

$$f_{s_{\max}} = m \frac{V^2}{r} \Rightarrow \mu_s mg = m \frac{V^2}{r} \Rightarrow 0.5 \times 10 = \frac{V^2}{5} \Rightarrow V^2 = 25 \Rightarrow V = 5 \frac{m}{s}$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$k\Delta\theta = \frac{mV^2}{r} \Rightarrow k \times 0.1 = \frac{2 \times 16}{0.4} \Rightarrow k = 800 \frac{N}{m}$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\frac{mV^2}{r} = Mg \Rightarrow V^2 = \frac{Mgr}{m} \Rightarrow V = \sqrt{\frac{Mgr}{m}}$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. نیروی مرکزگرایی وارد بر جسم ۲ کیلوگرمی همان وزن وزنه‌ی دوم است.

$$\frac{mV^2}{r} = m'g \Rightarrow \frac{2V^2}{1} = 3/2 \times 10 \Rightarrow V^2 = 16 \Rightarrow V = 4 \frac{m}{s}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$F = mr\omega^2 = (0.2) \times \left(\frac{1}{4}\right) \times (2\pi)^2 = 2N$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. کل نیروی سطح، برآیند نیروی N و نیروی اصطکاک است.

$$\left. \begin{aligned} 2000 &= \sqrt{N^2 + F_s^2} \\ N &= 1200N \end{aligned} \right\} \Rightarrow 2000 = \sqrt{(1200)^2 + F_s^2} \Rightarrow F_s = 1600N$$

$$F_s = \frac{mV^2}{r} \Rightarrow 1600 = \frac{120 \times V^2}{30} \Rightarrow V^2 = 400 \Rightarrow V = 20 \frac{m}{s}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در حرکت دایره‌ای یک‌نواخت، اندازه‌ی سرعت ثابت بوده ولی جهت بردار سرعت تغییر می‌کند و در هر لحظه مماس بر مسیر دایره است و از طرفی جهت شتاب همواره به طرف مرکز دایره بوده و بنابراین سرعت و شتاب همواره بر یکدیگر عمودند.

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. نیروی کشش نخ نقش نیروی مرکزگرا را بازی می‌کند:

$$T = F_C = \frac{mV^2}{R}$$

از طرف دیگر برای این که وزنه‌ی M در حالت تعادل باقی بماند، نیروی کشش نخ باید وزن آن را خنثی کند.

$$T = Mg \Rightarrow m \frac{V^2}{R} = Mg \Rightarrow \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 = \frac{M_2}{M_1} = 3 \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \sqrt{3}$$

۶۸

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. نیروی جانب مرکز ماهواره همان نیروی گرانشی وارد بر آن است:

$$F_C = m \cdot a_C \Rightarrow G \frac{M_e \cdot m}{r^2} = m \times \frac{4\pi^2 r}{T^2} \Rightarrow T^2 \propto r^3 \Rightarrow (\wedge)^2 = (?)^3 \Rightarrow ? = \frac{r_A}{r_B} = 4$$

در ادامه نسبت نیروی گرانشی ماهواره A به B را بررسی می‌کنیم:

ثابت

$$F = G \frac{M_e \cdot m}{r^2} \rightarrow ?$$

برابر $\frac{1}{\wedge} \leftarrow$ $\rightarrow (4)^2$

$$\Rightarrow ? = \frac{m_A}{m_B} = 2 \text{ برابر}$$

۶۹

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. نیروی مرکزگرای وارد بر ماهواره همان نیروی وزن ماهواره است و می‌توان نوشت:

$$F_C = W' = mg' \quad \left[\begin{array}{l} F_C = 450 \cdot N \\ m = 450 \cdot \text{kg} \end{array} \right] \Rightarrow 450 = 450 \cdot g' \Rightarrow g' = 1/6 \frac{N}{\text{kg}}$$

با استفاده از رابطه $g' = \frac{GM_e}{(R_e + h)^2}$ برای سطح زمین و ارتفاع h از سطح زمین داریم:

$$\frac{g'}{g} = \left(\frac{R_e}{R_e + h} \right)^2 \xrightarrow{g' = 1/6 \frac{N}{\text{kg}}} \frac{1/6}{10} = \left(\frac{R_e}{R_e + h} \right)^2 \Rightarrow \frac{4}{10} = \frac{R_e}{R_e + h} \Rightarrow \frac{h}{R_e} = \frac{3}{2}$$

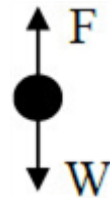
۷۰

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\frac{g_2}{g_1} = \frac{M_2}{M_1} \times \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^2, \quad \frac{V_2}{V_1} = \left(\frac{r_2}{r_1} \right)^3 \Rightarrow \wedge = \left(\frac{r_2}{r_1} \right)^3 \Rightarrow \frac{r_2}{r_1} = 2 \Rightarrow \frac{r_1}{r_2} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{g_2}{10} = \frac{4M_1}{M_1} \times \frac{1}{4} \Rightarrow \frac{g_2}{10} = 1 \Rightarrow g_2 = 10 \frac{N}{\text{kg}}$$

$$F_{\text{net}} = ma \Rightarrow F - W = ma \Rightarrow F - 1^5 = 2 \times 10^4 \Rightarrow F = 1/2 \times 10^5 N$$



۷۱

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\frac{T_A}{T_B} = \sqrt{\left(\frac{r_B}{r_A} \right)^3} \Rightarrow \frac{\wedge}{27} = \sqrt{\left(\frac{r_B}{r_A} \right)^3} \Rightarrow \sqrt{\frac{r_B}{r_A}} = \frac{2}{3} \Rightarrow \frac{r_B}{r_A} = \frac{4}{9}$$

$$\frac{g_A}{g_B} = \left(\frac{r_B}{r_A} \right)^2 = \left(\frac{4}{9} \right)^2 = \frac{16}{81}$$

$$\frac{W_A}{W_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{g_A}{g_B} = 3 \times \frac{16}{81} = \frac{16}{27}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا شتاب جدید ماهواره را می‌یابیم:

$$a_2 = a_1 - \frac{19}{100}a_1 \Rightarrow a_2 = \frac{81}{100}a_1$$

از طرف دیگر، طبق قانون دوم نیوتون در مکان جدید، نیروی وارد بر ماهواره برحسب نیروی وارد بر آن در مکان اول برابر است با:

$$F = ma \xrightarrow{m \text{ ثابت}} \frac{F_2}{F_1} = \frac{a_2}{a_1} \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{\frac{81}{100}a_1}{a_1} \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{81}{100}$$

در آخر، با توجه به قانون گرانش عمومی داریم:

$$F = \frac{GmM_e}{r^2} \xrightarrow{m \text{ ثابت}} \frac{F_2}{F_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \xrightarrow{r_1=R_e+R_e=2R_e, r_2=R_e+h} \frac{81}{100} = \left(\frac{2R_e}{R_e+h}\right)^2$$

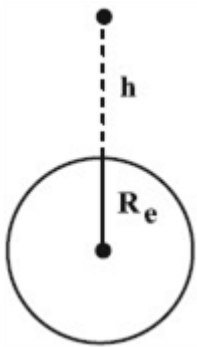
$$\xrightarrow{\text{جذر می‌گیریم}} \frac{9}{10} = \frac{2R_e}{R_e+h} \Rightarrow 9R_e + 9h = 20R_e \Rightarrow 9h = 11R_e \Rightarrow h = \frac{11}{9}R_e$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. مدار همگام با زمین مداری است که در آن دوره گردش ماهواره به دور زمین با مدت زمان یک دور چرخش زمین به دور خودش، یعنی $24/0h$ یکسان باشد. حال کافی است روابط دوره گردش ماهواره به دور زمین و تندی مداری ماهواره را با هم ترکیب کنیم:

$$\left. \begin{aligned} T &= \frac{2\pi r}{v} \\ v_{\text{ماهواره}} &= \sqrt{\frac{GM_e}{r}} \end{aligned} \right\} \Rightarrow T^2 = \frac{4\pi^2 r^2}{\left(\frac{GM_e}{r}\right)} \Rightarrow r^3 = \frac{GM_e T^2}{4\pi^2}$$

$$\Rightarrow r^3 = \frac{6/67 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24} \times (86400)^2}{4(\pi)^2} \simeq 8/3 \times 10^{22} m^3$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا فاصله ماهواره از مرکز زمین را در هر دو حالت به دست می‌آوریم:



$$r = R_e + h$$

$$r_1 = R_e + h_1 = R_e + \frac{11}{25}R_e = \frac{36}{25}R_e$$

$$r_2 = R_e + h_2 = R_e + \frac{47}{25}R_e = \frac{72}{25}R_e$$

$$\frac{r_2}{r_1} = \frac{\frac{72}{25}R_e}{\frac{36}{25}R_e} = 2$$

تندی ماهواره با جذر فاصله آن از مرکز زمین نسبت وارون دارد.

$$v = \sqrt{\frac{GM_e}{r}} \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{r_1}{r_2}} = \sqrt{\frac{1}{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

دوره گردش ماهواره به دور زمین نیز به صورت زیر، به فاصله آن از مرکز زمین بستگی دارد:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM_e}} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\left(\frac{r_2}{r_1}\right)^3} \xrightarrow{\frac{r_2}{r_1}=2} \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{2^3} = 2\sqrt{2}$$

۷۵

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. طبق رابطه $g = \frac{GM_e}{r}$ با افزایش ارتفاع، شتاب گرانش کاهش می‌یابد، پس اگر ارتفاع اولیه ماهواره از سطح زمین h_1 باشد، با ۲ برابر شدن این ارتفاع، شتاب گرانشی آن ۳۶ درصد کاهش می‌یابد. پس داریم:

$$h_2 = 2h_1$$

$$g_2 = g_1 - \frac{36}{100}g_1 \Rightarrow g_2 = \frac{64}{100}g_1$$

$$g = \frac{GM_e}{r^2} \Rightarrow \frac{g_2}{g_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \xrightarrow[r_2 = R_e + h_2]{r_1 = R_e + h_1} \frac{g_2}{g_1} = \left(\frac{R_e + h_1}{R_e + h_2}\right)^2 \xrightarrow[g_2 = \frac{64}{100}g_1]{h_2 = 2h_1}$$

$$\frac{64}{100} = \left(\frac{R_e + h_1}{R_e + 2h_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{8}{10} = \frac{R_e + h_1}{R_e + 2h_1} \Rightarrow 8R_e + 8h_1 = 10R_e + 10h_1 \Rightarrow R_e = 2h_1$$

حال خواسته سؤال $\frac{g_1}{g_2}$ را به دست می‌آوریم:

$$g = \frac{GM_e}{r^2} \Rightarrow \frac{g_1}{g_2} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{g_1}{g_2} = \left(\frac{R_e}{R_e + h_1}\right)^2 \xrightarrow{R_e = 2h_1} \frac{g_1}{g_2} = \left(\frac{R_e}{R_e + \frac{R_e}{2}}\right)^2$$

$$\Rightarrow \frac{g_1}{g_2} = \frac{9}{16}$$

۷۶

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا فاصله ماهواره‌ها از مرکز کره زمین را به دست می‌آوریم:

$$r = R_e + h$$

$$r_A = R_e + h_A \xrightarrow[h_A = 6400 \text{ km}]{R_e = 6400 \text{ km}} r_A = 2 \times 6400 \text{ km}$$

$$r_B = R_e + h_B \xrightarrow[h_B = 12800 \text{ km}]{R_e = 6400 \text{ km}} r_B = 6400 + 12800 = 3 \times 6400 \text{ km}$$

سپس نسبت تندی دو ماهواره را حساب می‌کنیم:

$$v = \sqrt{\frac{GM_e}{r}} \Rightarrow \frac{v_A}{v_B} = \sqrt{\frac{r_B}{r_A}} = \sqrt{\frac{3 \times 6400}{2 \times 6400}} = \sqrt{\frac{3}{2}}$$

اکنون با معلوم بودن نسبت جرم‌ها و تندی‌ها می‌توانیم نسبت تکانه آن‌ها را به دست آوریم:

$$\frac{p_A}{p_B} = \frac{m_A v_A}{m_B v_B} \xrightarrow[v_B = \sqrt{\frac{2}{3}} v_A]{m_B = 2m_A} \frac{p_A}{p_B} = \frac{m_A}{2m_A} \times \sqrt{\frac{3}{2}} = \frac{1}{2} \times \sqrt{\frac{3}{2}} = \sqrt{\frac{3}{8}}$$

۷۷

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$V = \sqrt{\frac{Gm}{r}} \Rightarrow \frac{V_A}{V_B} = \sqrt{\frac{r_B}{r_A}} = 2 \Rightarrow \frac{r_B}{r_A} = 4$$

$$T = \frac{2\pi r}{V} \Rightarrow \frac{T_A}{T_B} = \frac{r_A}{r_B} \times \frac{V_B}{V_A} = \frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$$

۷۸

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\frac{W_h}{W_o} = \left(\frac{R_e}{R_e + h}\right)^2 = \left(\frac{6400}{6400 + 3600}\right)^2 \Rightarrow \frac{W_h}{250 \times 10} = \left(\frac{16}{25}\right)^2 \Rightarrow W_h = 1024 \text{ N}$$

۷۹

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. بنا بر رابطه $F = \frac{GMM_e}{(R_e + h)^2}$ با مقایسه‌ی دو حالت می‌توان نوشت:

$$\frac{F'}{1800} = \left(\frac{R_e + R_e}{R_e + 2R_e}\right)^2 \Rightarrow \frac{F'}{1800} = \frac{4}{9} \Rightarrow F' = 800 \text{ N}$$

۸۰

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$v = \sqrt{\frac{GM_e}{r}} = \sqrt{\frac{gR_e^2}{r}} = R_e \sqrt{\frac{g}{r}}$$

$$r = R_e + h \Rightarrow v = R_e \sqrt{\frac{g}{R_e + h}}$$

$$v = 6400 \times 10^3 \times \sqrt{\frac{10}{(6400 + 3 \times 6400) \times 10^3}} \Rightarrow v = \frac{64 \times 10^5}{2 \times 8 \times 10^2} = 4 \times 10^3 \frac{m}{s}$$

۸۱

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

در حرکت ماهواره‌ها نیروی مرکزگرا نیروی گرانش است.

$$F = \frac{G_m M_e}{r^2} = m \frac{v^2}{r} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{GM_e}{r}}$$

اگر ماهواره نزدیک را (۱) و ماهواره دورتر را (۲) فرض کنیم.

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{r_1}{r_2}} = \sqrt{\frac{R_e + R_e}{R_e + 2R_e}} = \sqrt{\frac{2}{3}}$$

$$\frac{k_2}{k_1} = \frac{m_2}{m_1} \times \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2 = 2 \times \frac{2}{3} = \frac{4}{3}$$

۸۲

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

لازمه‌ی آنکه تندی دوران ماهواره‌ها برابر نباشند، آن است که شعاع مدار گردش آن‌ها یکسان نباشد.

$$a_c = g' \Rightarrow \frac{V^2}{r} = G \frac{M_e}{r^2} \Rightarrow V^2 \times \frac{1}{r} \xrightarrow[\text{برابر}]{\downarrow \frac{1}{r^2}} \frac{1}{r}$$

$$a_c = g' \Rightarrow \frac{4\pi^2 r}{T^2} = G \frac{M_e}{r^2} \Rightarrow T^2 \times \frac{r^3}{r^2} \xrightarrow[\text{برابر}]{\downarrow \frac{1}{r^2}} \left(\frac{1}{T}\right)^2$$

این یعنی مدت زمان هر دوران ماهواره A، ۸ برابر کوتاه‌تر بوده و در مدتی که ماهواره B یک دوران کامل انجام دهد، ماهواره A ۸ بار دوران می‌کند.

۸۳

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$f = \frac{1}{s} \quad T = \frac{1}{f} = 1s \quad r = 20 \text{ km}$$

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{GM} r^3 \Rightarrow M = \left(\frac{4\pi^2}{G}\right) \left(\frac{r^3}{T^2}\right)$$

$$M = \frac{4 \times 3.14^2 \times (20 \times 10^3)^3}{6 \times 10^{-11} \times 1^2} = \frac{4 \times 9 \times 8 \times 10^{12}}{6 \times 10^{-11}} = 48 \times 10^{23} \Rightarrow M = 4/8 \times 10^{24} \text{ kg}$$

r : فاصله از مرکز ماهواره تا مرکز زمین

$$\begin{aligned} P &= mv \\ \left\{ \begin{aligned} v &= \sqrt{\frac{GM}{r}} \Rightarrow \frac{P_B}{P_A} = \frac{m_B}{m_A} \cdot \frac{v_B}{v_A} \\ \Rightarrow \frac{P_B}{P_A} &= \frac{m_B}{m_A} \cdot \sqrt{\frac{M_B}{M_A}} \cdot \frac{r_A}{r_B} \quad (r_A = R_e + 1/5 R_e) \\ \Rightarrow 1 &= 2 \times \sqrt{\frac{2/5 R_e}{r_B}} \Rightarrow \sqrt{\frac{2/5 R_e}{r_B}} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{2/5 R_e}{r_B} = \frac{1}{4} \Rightarrow r_B = 1/2 R_e \end{aligned} \right. \end{aligned}$$

در نتیجه فاصله ماهواره B از سطح زمین R_e است.

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\begin{aligned} \frac{F'}{F} &= \left(\frac{R_e}{R_e + h} \right)^2 \Rightarrow \frac{64}{100} = \left(\frac{R_e}{R_e + h} \right)^2 \\ \Rightarrow \frac{R_e}{R_e + h} &= \frac{8}{10} \Rightarrow 1/10 R_e = 1/10 R_e + 1/10 h \\ \Rightarrow 1/10 h &= 1/10 R_e \Rightarrow h = \frac{1}{10} R_e \Rightarrow h = \frac{1}{10} \times 6400 = 640 \text{ km} \end{aligned}$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\begin{aligned} F_A &= 2 F_B \rightarrow \cancel{G} \frac{\cancel{M_e} m_A}{r_A^2} = 2 \cancel{G} \frac{\cancel{M_e} m_B}{r_B^2} \Rightarrow \frac{2 m_B}{r_A^2} = 2 \frac{m_B}{r_B^2} \\ r_B^2 &= 1/2 r_A^2 \rightarrow r_B = 1/2 r_A \\ V &= \sqrt{\frac{GM_e}{r}} \rightarrow \frac{V_A}{V_B} = \sqrt{\frac{r_B}{r_A}} = \sqrt{2} = 2 \end{aligned}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$\begin{aligned} R_A &= R_e + \frac{1}{3} R_e = \frac{4}{3} R_e \\ R_B &= R_e + \frac{1}{2} R_e = \frac{3}{2} R_e \\ F &= m R \omega^2 \Rightarrow G \frac{m M_e}{R^2} = m R \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 \Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{R^3}{G M_e}} \\ \frac{T_B}{T_A} &= \sqrt{\left(\frac{R_B}{R_A} \right)^3} = \sqrt{\left(\frac{\frac{3}{2} R_e}{\frac{4}{3} R_e} \right)^3} = \frac{9}{8} \sqrt{\frac{9}{8}} = \frac{27}{32} \sqrt{2} \end{aligned}$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\frac{K_A}{K_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{r_B}{r_A} = \frac{\cancel{m}}{\cancel{2m}} \frac{\cancel{4r}}{\cancel{r}} = 1$$

۸۹

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. طبق رابطه‌های $g = G \frac{m_e}{R_e}$ و $F = G \frac{M_e m}{r^2} = mr\omega^2$ خواهیم داشت:

$$\begin{cases} T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM_e}} \\ GM_e = gR_e \end{cases} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{R_e} \sqrt{\frac{r^3}{g}}$$

۹۰

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به رابطه‌ی $V = R_e \sqrt{\frac{g}{r}}$ ، ملاحظه می‌شود که اگر شعاع مدار ماهواره‌ی A دو برابر شعاع مدار ماهواره‌ی B باشد، اندازه‌ی سرعت آن $\frac{\sqrt{2}}{2}$ اندازه‌ی سرعت ماهواره‌ی B خواهد شد. پس:

$$\frac{\left| \vec{P}_A \right|}{\left| \vec{P}_B \right|} = \frac{m_A V_A}{m_B V_B} = \frac{(2m_B) \left(\frac{\sqrt{2}}{2} V_B \right)}{m_B V_B} = \sqrt{2}$$

۹۱

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$r_A = 2R_e + R_e = 3R_e$$

$$r_B = 5R_e + R_e = 6R_e \Rightarrow r_B = 2r_A \Rightarrow V_B = \frac{\sqrt{2}}{2} V_A$$

$$\frac{K_A}{K_B} = \frac{\frac{1}{2} m_A V_A^2}{\frac{1}{2} m_B V_B^2} = \frac{m_A V_A^2}{m_B V_B^2} = \frac{m_A V_A^2}{(2m_A) \left(\frac{\sqrt{2}}{2} V_A \right)^2} \Rightarrow \frac{K_A}{K_B} = \frac{1}{2 \times \frac{1}{2}} = 1$$

۹۲

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. نیروی گرانش زمین یعنی وزن ماهواره برابر نیروی مرکزگرای حرکت دورانی ماهواره است. بنابراین شتاب مرکزگرای ماهواره همان شتاب گرانش زمین است و در نتیجه گزینه‌ی «۱» درست و گزینه‌ی «۳» نادرست است.

طبقه رابطه‌ی $v = \sqrt{\frac{GM_e}{r}}$ ، گزینه‌ی «۲» درست است.

توان دوم دوره‌ی تناوب ماهواره با توان سوم شعاع دوران آن نسبت مستقیم دارد. بنابراین گزینه‌ی «۴» درست است. $T^2 \propto r^3$

۹۳

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. نیروی گرانشی که زمین بر ماهواره وارد می‌کند، نیروی مرکزگرا را تأمین می‌کند. پس طبق رابطه $F_c = mg_r$ می‌توان نتیجه گرفت که اندازه شتاب گرانش در محل ماهواره A، $\frac{1}{4}$ اندازه شتاب گرانش در محل

ماهواره B است و بر اساس رابطه $g_r = \frac{GM_e}{r^2}$ نتیجه می‌شود که شعاع مدار ماهواره A، دو برابر شعاع مدار ماهواره B است. در این صورت طبق رابطه $V = \sqrt{\frac{GM_e}{r}}$ ، اندازه سرعت ماهواره A، $\frac{\sqrt{2}}{2}$ اندازه سرعت ماهواره B خواهد شد. در نتیجه خواهیم داشت:

$$T = \frac{2\pi r}{V} \Rightarrow \frac{T_A}{T_B} = \frac{r_A}{r_B} \times \frac{V_B}{V_A} = 2 \times \frac{1}{\frac{\sqrt{2}}{2}} = 2\sqrt{2}$$

۹۴

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$F = G \frac{mM_e}{(R_e + h)^2} = \frac{6/67 \times 10^{-11} \times 200 \times 5/98 \times 10^{24}}{(9000 \times 10^3)^2} = 985 N$$

۹۵

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$T \propto \sqrt{r^3} \Rightarrow \frac{T_A}{T_B} = \sqrt{\left(\frac{r_A}{r_B}\right)^3} \Rightarrow \frac{1}{8} = \left(\frac{r_A}{r_B}\right)^3 \Rightarrow \frac{r_A}{r_B} = \frac{1}{2}$$

$$a_c \propto \frac{1}{r^2} \Rightarrow \frac{a_B}{a_A} = \left(\frac{r_A}{r_B}\right)^2 = \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}$$

۹۶

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$g = \frac{GM_e}{r^2}$$

$$g_2 = \frac{GM_e}{(9r + r^2)} = \frac{GM_e}{100r}$$

$$g_2 - g = \frac{GM_e}{100r} - \frac{GM_e}{r^2} = \frac{99}{100}$$

۹۷

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$K = \frac{1}{2} m V^2, V = \sqrt{\frac{GM}{r}} \Rightarrow \frac{K_A}{K_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{r_B}{r_A} = \frac{m}{2m} \times \frac{R_e + \frac{R_e}{4}}{R_e + \frac{R_e}{2}} = \frac{1}{2} \times \frac{5}{6} = \frac{5}{12}$$

۹۸

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\frac{mv^2}{r} = G \cdot \frac{m \cdot M_e}{r^2} \Rightarrow V^2 = \frac{G \cdot M_e}{r} \Rightarrow \frac{V_A^2}{V_B^2} = \frac{r_B}{r_A} = \frac{12740 + 6370}{6370 + 6370} = \frac{3}{2}$$

$$\frac{K_A}{K_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{V_A^2}{V_B^2} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} = \frac{3}{4}$$

۹۹

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$P_A = P_B \rightarrow m_A V_A = m_B V_B \xrightarrow{m_A = \frac{5}{4} m_B} \frac{5}{4} m_B V_A = m_B V_B \rightarrow V_B = \frac{5}{4} V_A \rightarrow \frac{V_A}{V_B} = \frac{4}{5}$$

$$V = R_e \sqrt{\frac{g}{r}} \rightarrow \frac{V_A}{V_B} = \sqrt{\frac{r_B}{r_A}} \rightarrow \left(\frac{4}{5}\right)^2 = \frac{r_B}{r_A} \rightarrow \frac{r_B}{r_A} = \frac{16}{25}$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. برای شتاب گرانش در سطح زمین داریم: ۱۰۰

$$g = \frac{GM}{Re^2} \Rightarrow \frac{GM}{gRe^2}$$

در حرکت ماهواره، نیروی مرکزگرا نیروی گرانشی است.

$$F = \frac{GMm}{r^2} = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow v^2 = \frac{GM}{r}$$

$$v^2 = \frac{gRe^2}{r} = \frac{9/8(6400 \times 10^3)^2}{(6400 + 800) \times 10^3} = \frac{49(6400 \times 10^3)^2}{3600 \times 10^3}$$

$$\Rightarrow v = \frac{\sqrt{(6400 \times 10^3)}}{60 \times 10^3} = \frac{\sqrt{3200}}{3} \text{ m/s} = 3688 \cdot \text{km/h}$$

$$a = \frac{v^2}{R} \Rightarrow R = \frac{v^2}{a} = \frac{(7 \text{ m/s})^2}{12 \text{ m/s}^2} = 7 \text{ m}$$

1	1	2	3	4
2	1	2	3	4
3	1	2	3	4
4	1	2	3	4
5	1	2	3	4
6	1	2	3	4
7	1	2	3	4
8	1	2	3	4
9	1	2	3	4
10	1	2	3	4
11	1	2	3	4
12	1	2	3	4
13	1	2	3	4
14	1	2	3	4
15	1	2	3	4
16	1	2	3	4
17	1	2	3	4
18	1	2	3	4
19	1	2	3	4
20	1	2	3	4
21	1	2	3	4
22	1	2	3	4
23	1	2	3	4
24	1	2	3	4
25	1	2	3	4
26	1	2	3	4
27	1	2	3	4
28	1	2	3	4
29	1	2	3	4
30	1	2	3	4
31	1	2	3	4
32	1	2	3	4

33	1	2	3	4
34	1	2	3	4
35	1	2	3	4
36	1	2	3	4
37	1	2	3	4
38	1	2	3	4
39	1	2	3	4
40	1	2	3	4
41	1	2	3	4
42	1	2	3	4
43	1	2	3	4
44	1	2	3	4
45	1	2	3	4
46	1	2	3	4
47	1	2	3	4
48	1	2	3	4
49	1	2	3	4
50	1	2	3	4
51	1	2	3	4
52	1	2	3	4
53	1	2	3	4
54	1	2	3	4
55	1	2	3	4
56	1	2	3	4
57	1	2	3	4
58	1	2	3	4
59	1	2	3	4
60	1	2	3	4
61	1	2	3	4
62	1	2	3	4
63	1	2	3	4
64	1	2	3	4

65	1	2	3	4
66	1	2	3	4
67	1	2	3	4
68	1	2	3	4
69	1	2	3	4
70	1	2	3	4
71	1	2	3	4
72	1	2	3	4
73	1	2	3	4
74	1	2	3	4
75	1	2	3	4
76	1	2	3	4
77	1	2	3	4
78	1	2	3	4
79	1	2	3	4
80	1	2	3	4
81	1	2	3	4
82	1	2	3	4
83	1	2	3	4
84	1	2	3	4
85	1	2	3	4
86	1	2	3	4
87	1	2	3	4
88	1	2	3	4
89	1	2	3	4
90	1	2	3	4
91	1	2	3	4
92	1	2	3	4
93	1	2	3	4
94	1	2	3	4
95	1	2	3	4
96	1	2	3	4

97	1	2	3	4
98	1	2	3	4
99	1	2	3	4
100	1	2	3	4

