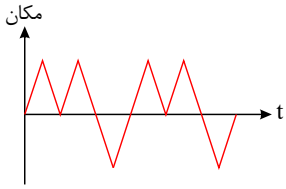
۱ چند مورد از موارد زیر صحیح نمی‌باشد؟

۱) در فیزیک معمولاً حرکت دوره‌ای را به‌صورت مجموعه‌ای از حرکت‌های سینوسی مدل سازی می‌کنند.

۲) SHM به حرکت‌های غیر دوره‌ای اطلاق می‌گردد.

۳) قطعه چوبی کوچک را روی سطح آب درون یک تشت بزرگ حاوی آب قرار داده، آن را فشار داده و رها می‌کنیم. حرکت قطعه چوب را می‌توان یک حرکت نوسان دوره‌ای در نظر گرفت.

۴) نمودار مکان - زمان یک حرکت نوسان دوره‌ای می‌تواند به صورت 

باشد.

۵) معادلهٔ مکان - زمان $x = ۴\cos(\frac{\pi}{۶}T)$ می‌تواند مربوط به حرکت نوسان غیر دوره‌ای باشد.

۶) حرکت هماهنگ ساده مبنایی برای درک هر نوع نوسان دوره‌ای دیگر است.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۲ جرمی متصل به یک فنر با بسامد ۲۰ هرتز و دامنهٔ ۴ سانتی‌متر به طور هماهنگ در امتداد قائم نوسان می‌کند. $\frac{۱}{۶۰}$ ثانیه پس از رها شدن جرم از بالای نقطهٔ تعادل، جابجایی این جرم نسبت به نقطهٔ تعادل چند سانتی‌متر است؟

۱) -۲ ۲) $+۲$ ۳) -۴ ۴) $+۴$

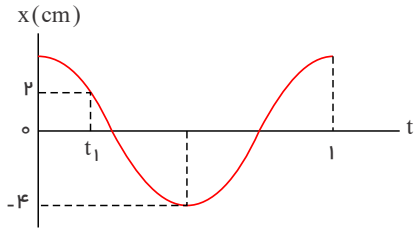
۳ یک وزنهٔ ۵ نیوتونی متصل به یک فنر روی میزی بدون اصطکاک دارای دورهٔ تناوب π ثانیه است. اگر یک وزنهٔ ۵۰ گرمی به آن فنر در حالت قائم متصل شود، فنر چند سانتی‌متر کشیده می‌شود؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

۱) ۲۵ ۲) ۲٫۵ ۳) ۰٫۵ ۴) ۵

۴ یک وزنهٔ ۲۵ نیوتونی را از انتهای یک فنر قائم آویزان می‌کنیم، فنر ۲۵ سانتی‌متر کشیده می‌شود، سپس این فنر را در حالی که به یک وزنهٔ ۱۰ نیوتونی متصل است روی میز بدون اصطکاکی به نوسان در می‌آوریم. دورهٔ تناوب این نوسان چقدر است؟

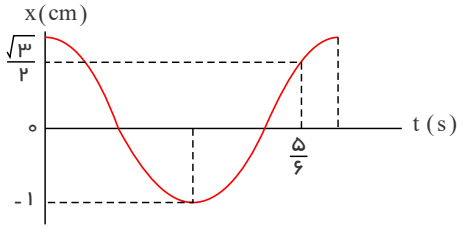
۱) $\frac{\pi}{۱۰}$ ۲) $\frac{\pi}{۵}$ ۳) $\frac{\pi}{۴}$ ۴) $\frac{\pi}{۳}$

۵ نمودار مکان زمان نوسانگری مطابق شکل زیر است. مقدار $t_۱$ کدام است؟



۱) $\frac{۱}{۱۲}$ ۲) $\frac{۱}{۸}$ ۳) $\frac{۱}{۶}$ ۴) $\frac{۱}{۴}$

۶ نمودار مکان- زمان نوسانگری مطابق شکل زیر است، سرعت بیشینهٔ نوسانگر کدام گزینه است؟ $(\pi = ۳)$



۱) $\frac{۱۱}{۱۰}(m/s)$ ۲) $\frac{۱۱}{۲۰}(m/s)$ ۳) $\frac{۱۱}{۱۰۰}(m/s)$ ۴) $\frac{۳۳}{۵۰۰}(m/s)$

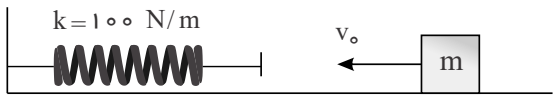
۷ جسمی به جرم ۲ کیلوگرم با انرژی $۹۰mj$ در حال حرکت نوسانی ساده است. اگر نوسانگر در زمان $۲s$ برای دومین بار از دامنه در بالای نقطهٔ تعادل بگذرد دامنه چند سانتی‌متر است؟ (فرض کنید نوسان از بالاترین نقطه نسبت به تعادل شروع شود و $\pi \simeq ۳$)

۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۱۵ ۴) ۲۰

۸ وزنه‌ای در داخل آسانسوری که با شتاب ۲ متر بر مجذور ثانیه به سمت بالا شروع به حرکت نموده است به فنری آویزان شده و بر اثر آن ۳cm به طول متر اضافه می‌شود. اگر فنر را ۲cm فشرده کرده و رها کنیم در چه زمانی برحسب ثانیه نوسانگر برای اولین بار از $\sqrt{۲}$ سانتی‌متری پایین نقطهٔ تعادل جدید عبور خواهد کرد؟ $(g = ۱۰ \frac{m}{s^۲})$

۱) $\frac{۱}{۴}$ ۲) $\frac{\pi}{۴}$ ۳) $\frac{\pi}{۴۰}$ ۴) $\frac{۳\pi}{۸۰}$

۹ وزنه‌ای به جرم ۱kg مطابق شکل با سرعت ۲m/s به فنری برخورد کرده و آن را فشرده می‌سازد. فرض کنید جسم محکم به آن می‌چسبد طوری‌که در بازگشت فنر به حالت اول از آن جدا نمی‌شود. معادلهٔ حرکت نوسانی در SI کدام است؟ (اصطکاک سطح ناچیز) (لحظهٔ $t = ۰$ لحظهٔ برخورد جسم به فنر در نظر گرفته می‌شود)

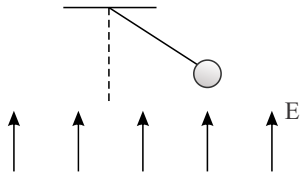


۱) $x = ۰/۲\cos ۵t$ ۲) $x = ۰/۲\cos ۱۰t$ ۳) $x = ۰/۲\cos ۵\pi t$ ۴) $x = ۰/۲\cos ۱۰\pi t$

۱۰ گلوله‌ای با اتصال به یک فنر که دارای ثابت ۱۰۰N/m است. حرکت نوسانی ساده انجام می‌دهد. برای اینکه دورهٔ تناوب نوسان گلوله با دورهٔ تناوب آونگ ساده‌ای به طول ۱۰ سانتی‌متر و همان جرم برابر باشد جرم آن باید چند کیلو گرم باشد؟ $(g = ۱۰ m/s^۲)$

۱) ۰/۲۵ ۲) ۰/۵ ۳) ۱ ۴) ۱/۲۵

۱۱ گلوله‌ای ۱ گرمی که بار الکتریکی $-۲\mu C$ روی آن ذخیره شده مطابق شکل به میله‌ای بدون جرم متصل و در میدان الکتریکی $۱۵ \times ۱۰^۳ N/C$ حرکت نوسانی ساده انجام می‌دهد. با حذف میدان دورهٔ تناوب نوسان چند برابر می‌شود؟ $(g = ۱۰ m/s^۲)$

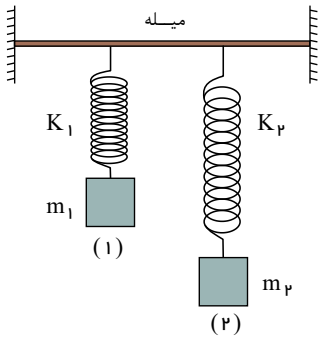


۱) $\sqrt{۲}$ ۲) ۲ ۳) $۲\sqrt{۲}$ ۴) ۴

۱۲ دو ساعت آونگ‌دار مشابه یکی روی زمین و دیگری روی کرهٔ دیگری که جرمی یک شانزدهم زمین و شعاعی یک چهارم آن دارد روی صفر تنظیم شده‌اند در صورتی که دو ساعت همزمان به کار بیفتند ساعت ۶ روی ساعت زمینی با ساعت چند روی ساعت کرهٔ مورد نظر معادل است؟

۱) ۴ ۲) ۵ ۳) ۶ ۴) ۷

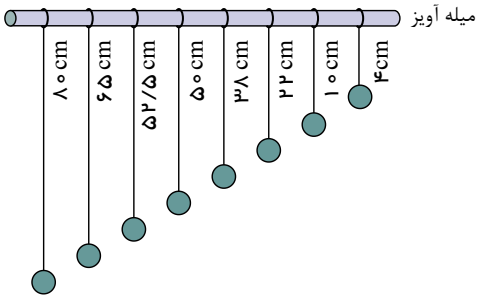
۱۳ در شکل مقابل دو فنر به یک میله با قابلیت ارتجاعی متصل شده‌اند. اگر فنر (۱) را کشیده و رها کنیم به ازای کدام گزینه بیشینهٔ دامنهٔ نوسان در دستگاه (۲) ایجاد خواهد شد؟



$K_۱ = ۲۰۰ \frac{N}{m}$ ، $K_۲ = ۵۰ \frac{N}{m}$

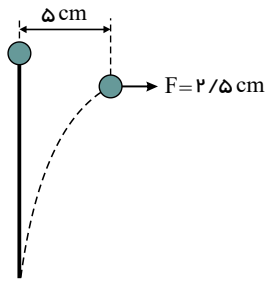
۱) $m_۱ = ۲m_۲$
۲) $m_۱ = ۴m_۲$
۳) $m_۱ = \sqrt{۲}m_۲$
۴) $m_۱ = \frac{\sqrt{۲}}{۲}m_۲$

۱۴ مطابق شکل، ۸ آونگ ساده از میلهٔ افقی آویزان هستند. اگر میلهٔ آویز نوسان‌هایی افقی (عمود بر صفحهٔ کاغذ) با بسامد زاویه‌ای در گسترهٔ $۴٫۵\text{rad/s}$ تا ۱۰rad/s انجام دهد، چه تعداد از آونگ‌ها به شدت به نوسان در می‌آیند؟ $(g \simeq ۱۰\text{N/kg})$



۱) ۲
۲) ۳
۳) ۴
۴) ۵

۱۵ مطابق شکل مقابل، انتهای پایین یک قطعهٔ فنر فولادی سبک و طویل به‌طور محکم به گیره‌ای بسته شده و به انتهای بالایی آن گلوله‌ای به جرم ۲kg متصل شده است. برای جابه‌جایی گلوله به اندازه ۵cm به طرف نشان داده شده یک نیروی $۲٫۵\text{N}$ لازم است. فرض کنید که وقتی دستگاه رها می شود حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر بخواهیم در این فنر پدیدهٔ تشدید مشاهده شود، به جای نیروی F یک نیروی دوره‌ای با فرکانس f قرار دهیم، f چند هرتز است؟



۱) $۰٫۰۸\pi$
۲) $\frac{۵\sqrt{۲}}{۴\pi}$
۳) $\frac{۵\sqrt{۲}}{۲\pi}$
۴) $\frac{۵}{۲\pi}$

پاسخ‌نامه تشریحی

۱ ۱ ۲ **۳** ۴

موارد (۲) و (۳) صحیح نمی‌باشند.

SHM همان حرکت سینوسی است که حرکت هماهنگ ساده نامیده شده و حرکت هماهنگ ساده نمونهٔ مشهور حرکت نوسان دوره‌ای است. بنابراین گزینهٔ (۲) نادرست است.

قطعه چوب در حال نوسان روی سطح آب یک حرکت نوسانی میسر است و دامنهٔ نوسانی آن رفته‌رفته کاهش می‌یابد؛ پس عیناً تکرار نمی‌شود. بنابراین گرینهٔ (۳) نادرست است.

۲ **۱** ۲ ۳ ۴

وقتی از بالای نقطهٔ تعادل جسم رها می‌شود از معادلهٔ $x = A\cos\omega t$ استفاده می‌شود. که $\omega = 2\pi f = 40\pi$ و $A = 4cm$ است بنابراین به ازای $t = \frac{1}{60}s$ داریم:

$$x = 4\cos(40\pi \times \frac{1}{60}) = 4\cos\frac{2\pi}{3} = -2cm$$

۳ ۱ **۲** ۳ ۴

رابطهٔ دورهٔ تناوب با جرم و ثابت فنر به صورت زیر است:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

از رابطهٔ وزن و جرم یعنی $w = mg$ جرم را به دست آورده با قرار دادن جرم و $T = \pi(s)$ در رابطهٔ فوق ثابت فنر را محاسبه می‌کنیم:

$$w = mg \xrightarrow[g=10m/s^2]{w=5N} m = \frac{5}{10} = 0/5kg \xrightarrow{T=\pi(s)} \pi = 2\pi\sqrt{\frac{0/5}{k}} \to k = 2(\frac{N}{m})$$

اگر وزنهٔ ۵۰ گرمی را در راستای قائم به فنر بیاویزیم طبق رابطهٔ نیروی فنر با جابجایی خواهیم داشت:

$$F = kx \xrightarrow{F=w=mg} mg = kx \xrightarrow{m=50gr=0/05kg} 0/05 \times 10 = 2x \to x = 0/25m \to x = 25cm$$

۴ ۱ **۲** ۳ ۴

از رابطهٔ نیرو و جابجایی فنر داریم:

$$F = kx \xrightarrow[F=25N]{x=0/25m} 25 = k \times 0/25 \to k = 100(N/m)$$

با توجه به رابطهٔ بسامد زاویه‌ای برحسب سختی فنر و جرم جسم متصل، آن داریم:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \xrightarrow{k=100\frac{N}{m}} \omega = \sqrt{\frac{100}{m}} \quad (a)$$

با توجه به اینکه وزن جسم (w) با جرم جسم (m) رابطهٔ $w = mg$ دارد و $g = 10\frac{m}{s^2}$ پس برای فنر روی میز جرم متصل به آن برابر است با: $m = \frac{10}{10} = 1kg$

با قرار دادن آن در رابطهٔ (a) بسامد زاویه‌ای نوسان جرم و فنر روی میز برابر است با:

$$\omega = \sqrt{\frac{100}{1}} = 10Rad/s$$

از طرفی طبق رابطهٔ $T = \frac{2\pi}{\omega}$ دورهٔ تناوب برابر است با:

$$T = \frac{\pi}{5}(s)$$

۵ ۱ ۲ **۳** ۴

بر طبق شکل نوسان از حداکثر فاصله تا نقطهٔ تعادل در بالای آن شروع می‌شود. بنابراین معادلهٔ مکان- زمان به صورت $x = A\cos\omega t$ می‌باشد که در آن $A = 0/04m$ و ω برابر است با:

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

با توجه به اینکه کل بازهٔ زمانی $1s$ با ۴ برابر ربع دورهٔ تناوب برابر است پس داریم:

$$4\frac{T}{4} = 1 \to T = 1s$$

بنابراین $\omega = 2\pi$ در نتیجه $x = 0/04\cos 2\pi t$ از آنجا که t اولین زمان عبور نوسانگر از فاصلهٔ $2cm$ بالاتر از نقطه‌ی تعادل است بنابراین داریم:

$$0/02 = 0/04\cos 2\pi t_1 \to \cos 2\pi t_1 = \frac{1}{2} \to 2\pi t_1 = \frac{\pi}{3} \to t_1 = \frac{1}{6}s$$

۶ ۱ ۲ ۳ **۴** با توجه به نمودار $\frac{5}{6}$ ثانیه دومین زمانی است که از شروع نوسان، نوسانگر از فاصلهٔ $\frac{\sqrt{3}}{2}+$ نقطهٔ تعادل عبور می‌کند از آنجا که نوسان از حداکثر فاصلهٔ بالای نقطهٔ تعادل شروع می‌شود معادلهٔ مکان- زمان $x = A\cos\omega t$ می‌باشد که در آن $A = 1cm$ است. بنابراین داریم:

$$\frac{\sqrt{3}}{2} = \cos\frac{5}{6}\omega \xrightarrow{\text{دومین زمان}} \frac{5}{6}\omega = 2\pi - \frac{\pi}{6}$$

پس $\omega = \frac{11\pi}{5} = \frac{11 \times 3}{5} = \frac{33}{5}$ و از رابطهٔ $v_{max} = A\omega$ حداکثر سرعت برابر خواهد بود با:

$$v_{max} = 0/01 \times \frac{33}{5} = \frac{33}{500}(m/s)$$

۷ ۱ **۲** ۳ ۴

از رابطهٔ مکان- زمان $x = A\cos\omega wt$ که در آن A دامنهٔ نوسان و ω بسامد زاویه‌ای نوسان است به ازای $x = +A$ داریم:

$$A = A\cos\omega t \rightarrow \cos wt = +1 \xrightarrow{t=s} ۲\omega = ۲k\pi$$

دومین بار مربوط به $k = ۱$ است پس داریم $\omega = \pi \simeq ۳Rad/s$ برای انرژی نوسانی می‌توان نوشت:

$$E = \frac{۱}{۲}mA^{۲}\omega^{۲} \rightarrow ۰/۰۹ = ۹A^{۲} \rightarrow A = ۰/۱m = ۱۰cm$$

۸ ۱ ۲ ۳ **۴**

برای یک جرم و فنر آویخته در یک آسانسور در حال حرکت با شتاب رو به بالا دیاگرام زیر را داریم:

$$\xrightarrow{F_{فنر}=k\Delta x, w=mg} k = \frac{m(g+a)}{\Delta x} \xrightarrow[\Delta x=۰/۰۳]{g=۱۰m/s^{۲}, a=۲m/s^{۲}} k = \frac{m(۱۰+۲)}{۰/۰۳} = ۴۰۰m \quad \sum F = ma \rightarrow F_{فنر} - w = ma$$

پس $k = ۴۰۰m$ از سوی دیگر در حرکت نوسانی ساده جرم و فنر: $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ پس $\omega = ۲۰Rad/s$ چون فنر فشرده شده پس حرکت از بالای نقطهٔ تعادل آغاز شده و معادلهٔ مکان- زمان نوسانگر عبارت است:

$$x = +۰/۰۲\cos ۲۰t$$

با قرار دادن $x = -\frac{\sqrt{۲}}{۱۰۰}$ خواهیم داشت:

$$\cos ۲۰t = -\frac{\sqrt{۲}}{۲} \rightarrow ۲۰t = (۲k-۱)\pi \pm \frac{\pi}{۴}$$

برای اولین عبور $k = ۱$ و علامت منفی است پس:

$$t = \frac{۳\pi}{۸۰}s$$

۹ ۱ **۲** ۳ ۴

فنر به اندازهٔ A فشرده می‌شود که A از رابطهٔ $\frac{۱}{۲}mv_{۰}^{۲} = \frac{۱}{۲}kA^{۲}$ به دست می‌آید.

$$A^{۲} = \frac{mv_{۰}^{۲}}{k} \xrightarrow{m=۱kg \ , \ v_{۰}=۲m/s \ , \ k=۱۰۰N/m} A = ۰/۲m$$

از طرفی $v_{۰} = A\omega$ بنابراین $\omega = ۱۰rad/s$ یا $۰/۲\omega = ۲$ پس معادلهٔ حرکت به صورت زیر است:

$$x = A\cos\omega t \rightarrow x = ۰/۱\cos ۱۰t$$

۱۰ ۱ ۲ **۳** ۴ ۱

دورهٔ تناوب نوسان جرم و فنر از $T_{فنر} = ۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ و دورهٔ تنناوب آونگ از $T_{آونگ} = ۲\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ محاسبه می‌شود. بریا اینکه دو دوره تناوب مساوی باشند باید داشته باشیم:

$$T_{آونگ} = T_{فنر} \rightarrow ۲\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} = ۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \xrightarrow{\ell=۱۰cm=۰/۱m} \sqrt{\frac{۰/۱}{۱۰}} = \sqrt{\frac{m}{۱۰۰}} \rightarrow m = ۱kg$$

۱۱ ۱ **۲** ۳ ۴ ۱

همانطور که از شکل پیداست به دلیل بار منفی نیروی رو به پایین به آونگ وارد شده و وزن ظاهری آن افزایش می‌یابد یعنی:

$$W_{ظاهری} = mg + |q|E = ۱۰^{-۳} \times ۱۰ + ۲ \times ۱۰^{-۶} \times ۱۵ \times ۱۰^{۳} = ۰/۰۴N$$

پس شتاب گرانش ظاهری $g_{ظاهری} = \frac{w_{ظاهری}}{m}$ برابر می‌شود با $g_{ظاهری} = ۴۰m/s^{۲}$.

با حذف میدان، شتاب گرانش می‌شود $g = ۱۰m/s^{۲}$. با توجه به اینکه $T = ۲\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ پس:

$$\frac{T_{بدون\ میدان}}{T_{با\ میدان}} = \sqrt{\frac{g_{ظاهری}}{g}} = ۲$$

۱۲ ۱ ۲ **۳** ۴ ۱

با توجه به آنکه شتاب گرانش یک کره به جرم M و شعاع R با $g = G\frac{M}{R^{۲}}$ محاسبه می‌شود و دورهٔ تناوب آونگ روی آن سیاره از رابطهٔ $T = ۲\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ به دست می‌آید پس داریم:

$$\frac{T_{کره}}{T_{زمین}} = \sqrt{\frac{g_{زمین}}{g_{کره}}} = \sqrt{\frac{M_{زمین}}{M_{کره}} \times \frac{R_{کره}}{R_{زمین}}}$$

از آنجا که $R_{زمین} = \frac{۱}{۴}R_{کره}$ و $M_{کره} = \frac{۱}{۱۶}M_{زمین}$ پس:

$$\frac{T_{کره}}{T_{زمین}} = ۴ \times \frac{۱}{۴} = ۱$$

بنابراین ساعت روی کرهٔ مورد نظر همان ۶ صبح است.

۱۳ ۱ **۲** ۳ ۴

برای این‌که دامنهٔ نوسان در دستگاه (۲) بیشینه باشد، می‌بایستی بسامد طبیعی دستگاه (۲) $f_{۰} = \frac{۱}{۲\pi}\sqrt{\frac{K_{۲}}{m_{۲}}}$ با بسامد واداشتهٔ دستگاه (۱) $f_{D} = \frac{۱}{۲\pi}\sqrt{\frac{K_{۱}}{m_{۱}}}$ برابر باشد:

$$f_{D} = f_{۰} \rightarrow \sqrt{\frac{K_{۱}}{m_{۱}}} = \sqrt{\frac{K_{۲}}{m_{۲}}} \rightarrow \frac{K_{۱}}{m_{۱}} = \frac{K_{۲}}{m_{۲}} \rightarrow \frac{\overset{۴}{\cancel{۲۰۰}}}{m_{۱}} = \frac{\overset{۱}{\cancel{۵۰}}}{m_{۲}} \rightarrow m_{۱} = ۴m_{۲}$$

۱۴ ۱ ۲ ۳ ۴

$$w=\sqrt{\frac{g}{l}}\rightarrow \omega^{۲}=\frac{g}{l}\rightarrow l=\frac{g}{w^{۲}}\begin{cases}\omega_{max}=۱۰\,cm\rightarrow l_{min}=\frac{۱۰}{۱۰^{۲}}=\frac{۱}{۱۰}m=۱۰\,cm\\ \omega_{min}=۱/۵\rightarrow l_{max}=\frac{۱۰}{۴/۵^{۲}}=۴۹/۳۸cm\end{cases}$$

طول آونگ‌های قابل قبول $۱۰\,cm\le l\le ۴۹/۳۸$

که ۳ آونگ این ویژگی را دارند ... این ۳ آونگ بسامدهایی را خواهند یافت در گسترهٔ $۴/۵rad/s\le\omega\le ۱۰\,rad/s$ که با بسامد طبیعی آن‌ها برابر شود.

۱۵ ۱ ۲ ۳ ۴

این تیغه به مانند یک فنر با ثابت k ایفای نقش می‌کند. ابتدا ثابت فنر معادل این تیغه را می‌یابیم:

$$k=\frac{F}{۵x}=\frac{۲/۵}{\frac{۵}{۱۰۰}}=\frac{۲۵۰}{۵}=۵۰\,N/m$$

$$f=\frac{۱}{۲\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}=\frac{۱}{۲\pi}\sqrt{\frac{۵۰}{۲}}=\frac{۱}{۲\pi}(۵)=\frac{۵}{۲\pi}Hz$$