

سلام به همگی...

امتحان نهایی دیگه مثل قدیم‌ها نیست و توی قبولی کنکور سهم بسیار مهمی رو به خودش اختصاص داده. پس باید به حساب ویژه روی اون باز کرد و تمام تلاش ممکن رو برای گرفتن نمره ۲۰ انجام داد. برای گرفتن به نمره ۲۰ درست‌حسابی کافیه که دو تا کار زیر رو انجام بدید...!

۱- تهیه کتاب بانک نهایی فیزیک (۳) خیلی سبز (که انجام دادی...) ۲- مطالعه دقیق کتاب و حل سؤالات آن

اما چرا می‌شه با این کتاب نمره ۲۰ امتحان نهایی رو گرفت؟

- ۱ تمام تیپ سؤال‌های امتحان نهایی‌های برگزارشده در این کتاب گردآوری شده است.
- ۲ تمام تمرینات، پرسش‌ها، متن، فعالیت و هر آن‌چه که در کتاب درسی هست و می‌تواند در امتحان نهایی مطرح شود به صورت سؤالات کاملاً استاندارد با همان رویکرد امتحان نهایی تألیف شده است.
- ۳ پاسخ‌های کاملاً تشریحی آورده شده است تا شما با خواندن آن به مباحث تسلط عالی پیدا کنید.
- ۴ درس‌نامه خلاصه اما حاوی تمام نکات آورده شده است تا در زمان کم، تمام موضوعات را مرور کنید.
- ۵ در انتهای کتاب چند دوره آزمون سال‌های گذشته نیز آورده شده است تا قبل از امتحان نهایی، بتوانید از خودتان امتحان نهایی بگیرید.

تشکر و قدردانی از:

- دکتر کمیل نصری عزیز مدیر انتشارات که حمایت‌های ایشان باعث دلگرمی ما بود.
- آقای احمد علی‌نژاد مدیر تألیف کتاب که نظرات ارزشمند و راهنمایی‌های ایشان در تمام مراحل تألیف شامل حال ما شد.
- مهدی هاشمی، دوست، همکار و مؤلف کارڈرُست فیزیک که با بیان نظرات و حساسیت‌ها در بالا بردن سطح کیفی کتاب بسیار مؤثر بود.
- کارشناسان و ویراستاران حرفه‌ای و درجه یک فیزیک، خانم‌ها مریم گلی‌حسن‌لو، نرجس تیمناک، لیلا حافظی، مریم اصلانی‌فر، سارا جوادی و آقایان کیوان صارمی، فرزاد نامی و آرمین کمالی بابت دقت نظر، بهبود کیفی و دلسوزی‌های ارزشمندشان و سرکار خانم ضحی امیری که با پیگیری‌های فراوان، نظم بالا و برنامه‌ریزی عالی در به چاپ رسیدن کتاب بسیار کمک کردند.
- تیم تولید خیلی‌سبز که واقعاً کارشان حرف ندارد.

فهرست مطالب

درسنامه
+
پاسخ

سؤال

فصل اول: حرکت بر خط راست

۶۷	۵	پخش اول: مسافت و جابه‌جایی، تندی و سرعت متوسط، معادله و نمودار مکان - زمان
۷۱	۸	پخش دوم: تندی و سرعت لحظه‌ای - شتاب متوسط و شتاب لحظه‌ای - نمودار سرعت - زمان
۷۴	۱۱	پخش سوم: معادلات و مسائل حرکت با سرعت ثابت
۷۷	۱۳	پخش چهارم: معادلات و مسائل حرکت با شتاب ثابت
۸۰	۱۵	پخش پنجم: بررسی نمودارهای حرکت با شتاب ثابت
۸۳	۱۷	پخش ششم: سقوط آزاد

فصل دوم: دینامیک و حرکت دایره‌ای

۸۵	۱۹	پخش اول: نیرو و قانون اول نیوتون
۸۶	۲۰	پخش دوم: قانون دوم نیوتون
۸۷	۲۱	پخش سوم: قانون سوم نیوتون
۸۸	۲۲	پخش چهارم: نیروی وزن و نیروی مقاومت شاره
۹۰	۲۴	پخش پنجم: نیروی عمودی سطح و حرکت آسانسور
۹۲	۲۵	پخش ششم: نیروی اصطکاک
۹۵	۲۷	پخش هفتم: نیروی کشسانی فنر
۹۶	۲۹	پخش هشتم: نیروی کشش طناب
۹۷	۳۰	پخش نهم: تکانه و قانون دوم نیوتون
۹۹	۳۱	پخش دهم: حرکت دایره‌ای یکنواخت
۱۰۱	۳۲	پخش یازدهم: نیروی گرانشی

فصل سوم: نوسان و موج

۱۰۳	۳۴	پخش اول: نوسان دوره‌ای و حرکت هماهنگ ساده
۱۰۶	۳۷	پخش دوم: انرژی در حرکت هماهنگ ساده
۱۰۹	۳۸	پخش سوم: امواج مکانیکی
۱۱۲	۴۱	پخش چهارم: امواج الکترومغناطیسی
۱۱۳	۴۲	پخش پنجم: صوت و اثر دوپلر

فصل چهارم: برهم‌کنش‌های موج

۱۱۶	۴۵	پخش اول: بازتاب موج
۱۱۹	۴۷	پخش دوم: شکست موج
۱۲۱	۵۰	پخش سوم: پراش و تداخل امواج

فصل پنجم: آشنایی با فیزیک اتمی

۱۲۶	۵۴	پخش اول: اثر فوتوالکتریک و فوتون
۱۲۸	۵۶	پخش دوم: طیف خطی و بررسی رشته خط‌های طیف گسیلی هیدروژن اتمی
۱۳۰	۵۷	پخش سوم: بررسی مدل‌های اتمی
۱۳۲	۵۸	پخش چهارم: طیف جذبی گاز هیدروژن اتمی و موفقیت‌ها و نارسایی‌های مدل بور
۱۳۴	۶۰	پخش پنجم: لیزر

فصل ششم: آشنایی با فیزیک هسته‌ای

۱۳۴	۶۱	پخش اول: ساختار هسته
۱۳۶	۶۲	پخش دوم: پرتوهای طبیعی و نیمه‌عمر
۱۳۹	۶۴	پخش سوم: شکافت و گداخت (هم‌جوشی) هسته‌ای

ضمیمه: امتحانات نهایی

۱۵۲	۱۴۲	امتحان شماره ۱: خرداد ۱۴۰۰
۱۵۳	۱۴۴	امتحان شماره ۲: شهریور ۱۴۰۰
۱۵۴	۱۴۶	امتحان شماره ۳: خرداد ۱۴۰۱
۱۵۵	۱۴۹	امتحان شماره ۴: شهریور ۱۴۰۱

نوسان و موج

فصل ۳

مشاوره



درصد اهمیت و پراکندگی یارم امتحانی
فصل نوسان و موج

سلام؛ به فصل نوسان و موج رسیدیم. این فصل تا ابتدای موج طولی توی امتحان نیم سال اول حدود ۴/۵ نمره رو داره. در امتحان نهایی این فصل ۳/۷۵ نمره داره. معمولاً سؤالات این فصل در امتحان نهایی سطح متوسطی داره. هر چیزی که نیاز هست تا شما بتونید نمره کامل این فصل رو بگیرید، ما براتون آماده کردیم...

صفحه ۶۶ تا ۶۷ کتاب درسی

نوسان دوره‌ای و حرکت هماهنگ ساده

بخش ۱

درس نامه ۱ را در صفحه ۱۰۳ ببینید.

عبارت مناسب را از درون پرانتز انتخاب کنید.

۴۱۲- مدت زمان یک چرخه (دوره تناوب - بسامد) نامیده می شود.

۴۱۳- تعداد نوسان‌های کامل در یک ثانیه (دوره تناوب - بسامد) نامیده می شود.

۴۱۴- در حرکت هماهنگ ساده، دامنه نوسان، بیشینه فاصله نوسانگر از (نقطه تعادل - نقطه بازگشتی) است.

۴۱۵- تندی نوسانگر هنگام رسیدن به (نقطه تعادل - نقطه بازگشت) بیشینه است.

۴۱۶- اندازه شتاب نوسانگر هنگام رسیدن به (نقطه تعادل - نقطه بازگشت) بیشینه است.

۴۱۷- حرکت هماهنگ ساده یک حرکت با شتاب (ثابت - متغیر) است.

جای خالی را با کلمه یا عبارت مناسب پر کنید.

۴۱۸- شتاب نوسانگر در نقطه تعادل است.

۴۱۹- بسامد زاویه‌ای نوسانگر جرم - فنر با جذر نسبت وارون دارد.

۴۲۰- وسیله‌ای برای ثبت نوسان‌ها، نام دارد.

۴۲۱- اگر در سامانه جرم - فنر، به ازای جرم معین، ثابت فنر را کاهش دهیم، دوره نوسان‌ها می‌یابد.

۴۲۲- افزایش جرم در یک سامانه جرم - فنر، باعث می‌شود که دوره نوسان‌ها شود.

۴۲۳- با افزایش جرم گلوله آونگ ساده، دوره نوسان آن

۴۲۴- اگر آونگ ساده‌ای را از سطح زمین به سطح ماه انتقال دهیم، دوره نوسان آونگ ساده می‌یابد.

۴۲۵- به نوسانی که در آن به نوسانگر یک نیروی خارجی متناوب وارد می‌شود، گفته می‌شود.

درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را تعیین کنید.

۴۲۶- تکان خوردن شاخه‌های درخت در باد یک حرکت نوسانی دوره‌ای است.

۴۲۷- به تعداد نوسان‌های کامل در هر ثانیه، دوره تناوب گفته می‌شود.

۴۲۸- اندازه شتاب نوسانگر در نقاط بازگشتی صفر است.

۴۲۹- بیشینه تندی نوسانگر مربوط به دو انتهای مسیر ($x = \pm A$) است.

۴۳۰- بیشینه تندی نوسانگر در حرکت هماهنگ ساده با بسامد زاویه‌ای به طور مستقیم متناسب است.

۴۳۱- هنگامی که تندی نوسانگر صفر است، اندازه شتاب آن بیشینه است.

۴۳۲- با افزایش ثابت فنر در سامانه جرم - فنر (با جرم یکسان) دوره تناوب نوسان‌ها کوتاه‌تر می‌شود.

(دی ۹۹ تجربی)

(شهریور ۱۴۰۱ تجربی)

(شهریور ۱۴۰۱ تجربی)

(شهریور ۱۴۰۰ ریاضی)

(خرداد ۹۸ ریاضی)

(شهریور ۱۴۰۱ تجربی)

(شهریور ۱۴۰۱ تجربی)

(خرداد ۹۸ تجربی)

(شهریور ۹۸ ریاضی)

(شهریور ۱۴۰۰ تجربی)

(شهریور ۱۴۰۱ تجربی)

۴۳۳- دوره تناوب سامانه جرم - فنر، با یک فنر معین ولی وزنه‌های متفاوت، با جذر جرم وزنه، به طور مستقیم متناسب است. (دی ۱۴۰۰ تجربی)

۴۳۴- دوره تناوب آونگ ساده، به جرم و دامنه آن بستگی دارد. (شهریور ۱۴۰۰ تجربی)

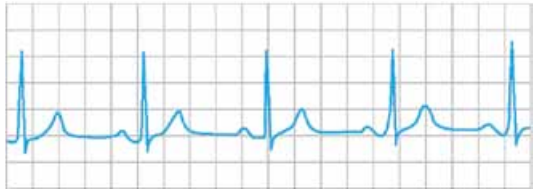
۴۳۵- با افزایش دما در یک منطقه، ساعت آونگ‌دار (با آونگ ساده) عقب می‌افتد. (خرداد ۹۸ تجربی)

۴۳۶- با بردن ساعت آونگ‌دار به منطقه‌ای با شتاب گرانشی بیشتر، ساعت آونگ‌دار عقب می‌افتد.

۴۳۷- نوسان تاب بدون هُل دادن یک نوسان نامیرا است.

به پرسش‌های زیر درباره حرکت نوسانی پاسخ کوتاه دهید.

۴۳۸- شکل مقابل، چگونه نوسانی را نشان می‌دهد؟



(دی ۹۸ ریاضی)

۴۳۹- تعداد چرخه‌ها در مدت یک ثانیه را چه می‌گویند؟

۴۴۰- به مدت زمان یک چرخه (یک نوسان کامل) چه می‌گویند؟

۴۴۱- شتاب در حرکت هماهنگ ساده ثابت است یا متغیر؟

۴۴۲- با افزایش دامنه نوسان یک سامانه وزنه - فنر، دوره تناوب آن چگونه تغییر می‌کند؟

۴۴۳- اگر جرم گلوله آونگ ساده‌ای که حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد را افزایش دهیم، بسامد نوسان آن چگونه تغییر می‌کند؟

۴۴۴- اگر در یک محیط، طول آونگ ساده‌ای را کاهش دهیم، دوره تناوب آن چه تغییری می‌کند؟

۴۴۵- از بین کمیت‌های زیر، دو عامل مؤثر بر دوره تناوب آونگ ساده را مشخص کنید و در پاسخ‌برگ بنویسید.

(دی ۹۹ ریاضی)

(دی ۱۴۰۰ ریاضی)

(دی ۹۸ ریاضی)

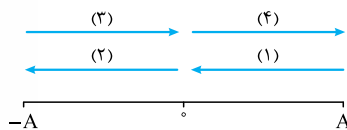
(خرداد ۱۴۰۱ ریاضی)

(دی ۹۷ تجربی)

شتاب گرانشی - جرم وزنه آونگ - دامنه - طول آونگ

۴۴۶- به کمک کدام وسیله می‌توان شتاب گرانشی یک محل را اندازه گرفت؟

۴۴۷- حرکت یک نوسانگر که حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد در یک نوسان کامل مطابق شکل به ۴ قسمت تقسیم شده است. با توجه به شکل به



سوالات زیر پاسخ دهید: (جهت فلش‌ها جهت حرکت نوسانگر را نشان می‌دهد).

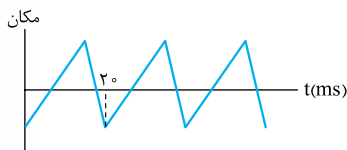
۱- حرکت نوسانگر در کدام قسمت یا قسمت‌ها تندشونده است؟

۲- بردار شتاب نوسانگر در قسمت (۴) در جهت محور X است یا در خلاف آن؟

۳- اندازه شتاب نوسانگر در قسمت (۱) چگونه تغییر می‌کند؟

مسائل زیر را حل کنید.

۴۴۸- شکل مقابل نمودار مکان - زمان یک نوسانگر را نشان می‌دهد. بسامد نوسان این نوسانگر چند هرتز است؟



۴۴۹- معادله مکان - زمان نوسانگر هماهنگ ساده‌ای با دامنه 6 m و بسامد $5/2 \text{ Hz}$ را بنویسید. (با فرض این که در لحظه $t = 0 \text{ s}$ نوسانگر در بیشینه

فاصله از نقطه تعادل ($x = +A$) باشد).

(شهریور ۹۹ تجربی)

۴۵۰- جرمی متصل به یک فنر با دوره 5 s و دامنه 4 cm در راستای قائم در حال نوسان است. پس از گذشت $5/6 \text{ s}$ از لحظه رهاشدن جرم از بالای نقطه

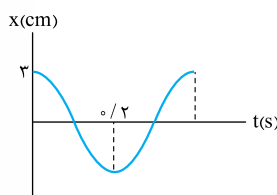
تعادل، جابه‌جایی آن از وضع تعادل چند سانتی‌متر است؟

(مطابق تمرین کتاب درسی)

۴۵۱- نوسانگری که حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد، در هر دقیقه، 120 بار طول پاره‌خط نوسان که 40 cm است را طی می‌کند. معادله مکان - زمان آن

را در SI بنویسید.

(دی ۱۴۰۰ ریاضی)

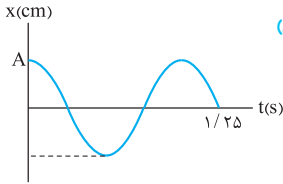


۴۵۲- نمودار مکان - زمان یک حرکت هماهنگ ساده به شکل روبه‌رو است.

۱- دوره این حرکت چه قدر است؟

۲- معادله حرکت آن را بنویسید.

۴۵۳- نمودار مکان - زمان حرکت هماهنگ ساده یک نوسانگر به شکل مقابل است:



(خرداد ۱۴۰۱ ریاضی)

- الف) بسامد زاویه‌ای این نوسانگر را حساب کنید.
- ب) در چه مکانی تندی نوسانگر بیشینه است؟

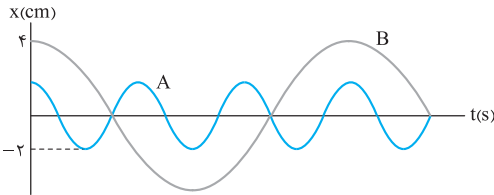
۴۵۴- دامنه نوسان یک حرکت هماهنگ ساده، $m/10^\circ$ و دوره تناوب آن $4^\circ/s$ است. (این نوسانگر در مبدأ زمان، در انتهای مثبت مسیر نوسان قرار دارد.)

(دی ۹۹ تجربی)

الف) معادله مکان - زمان این نوسانگر را بنویسید.

ب) نمودار مکان - زمان این نوسانگر را در یک دوره تناوب رسم کنید.

۴۵۵- نمودار مکان - زمان دو نوسانگر A و B که روی محور X حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهند به صورت شکل مقابل است.



الف) بسامد نوسانگر A چند برابر بسامد نوسانگر B است؟

ب) بیشینه تندی نوسانگر A چند برابر بیشینه تندی نوسانگر B است؟

ب) بیشینه شتاب نوسانگر A چند برابر بیشینه شتاب نوسانگر B است؟

۴۵۶- معادله حرکت یک نوسانگر هماهنگ ساده در SI به صورت $x = 0.2 \cos(10\pi t)$ است. $(\pi = \sqrt{10})$ (خرداد ۹۹ تجربی یا تغییر، مشابه شهریور ۱۴۰۱ تجربی)

الف) بسامد نوسان چند هرتز است؟

ب) اندازه بیشترین شتاب حرکت این نوسانگر چه قدر است؟

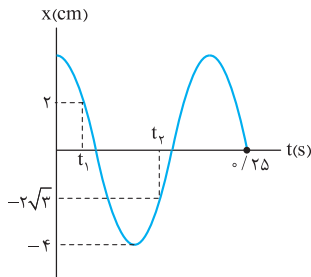
ب) در چه لحظه‌ای بر حسب ثانیه پس از $t = 0$ برای اولین بار شتاب نوسانگر صفر می‌شود؟

ب) بیشینه تندی نوسانگر چند متر بر ثانیه است؟

ب) در چه لحظه‌ای بر حسب ثانیه پس از $t = 0$ برای دومین بار تندی نوسانگر صفر می‌شود؟

۴۵۷- نمودار مکان - زمان نوسانگری که حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد به صورت

شکل مقابل است. (مطابق تمرین کتاب درسی)



الف) معادله مکان - زمان نوسانگر را بنویسید.

ب) لحظه t_1 را بر حسب ثانیه به دست بیاورید.

ب) شتاب نوسانگر در لحظه t_2 چند متر بر مربع ثانیه است؟ $(\pi^2 = 10)$

۴۵۸- رابطه شتاب مکان یک نوسانگر که حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد در SI به صورت $a = -4\pi^2 x$ است. اگر جرم نوسانگر $20^\circ g$ و دامنه نوسان آن $10^\circ cm$ باشد:

الف) دوره نوسان نوسانگر چند ثانیه است؟

ب) بیشینه نیروی وارد بر نوسانگر چند نیوتون است؟

۴۵۹- جسمی به جرم $25^\circ kg$ به فنری با ثابت $100^\circ N/m$ متصل است و روی سطح افقی بدون اصطکاک قرار دارد. جسم را به اندازه $4^\circ m$ کشیم و رها می‌کنیم. جسم روی سطح افقی شروع به نوسان می‌کند. بسامد زاویه‌ای این سامانه جرم - فنر چند رادیان بر ثانیه است؟ (شهریور ۹۸ تجربی)

۴۶۰- وزنه‌ای به جرم $4^\circ kg$ به فنری با ثابت $400^\circ N/m$ متصل است. وزنه را از نقطه تعادل $4^\circ cm$ کشیده و رها می‌کنیم. اگر مکان وزنه در لحظه رها شدن $x = +4^\circ cm$ باشد، نوسانگر در لحظه $t = \frac{\pi}{4} s$ در چه فاصله‌ای از نقطه تعادل ($x = 0$) است؟ (مطابق تمرین کتاب درسی)

۴۶۱- جرم خودرویی به همراه سرنشینان آن $2000^\circ kg$ است. این خودرو دارای 4° کمک‌فنر مشابه با ثابت $20^\circ N/cm$ است. اگر خودرو درون چاله‌ای بیفتد، بسامد نوسان آن چند هرتز خواهد بود؟ $(g = 10^\circ m/s^2, \pi = 3)$ و فرض کنید وزن خودرو به طور یکنواخت روی کمک‌فنرها پخش شده است. (مطابق تمرین کتاب درسی)

۴۶۲- وزنه‌ای به جرم $2^\circ kg$ را از فنری آویزان می‌کنیم. هنگامی که وزنه به تعادل می‌رسد، طول فنر $10^\circ cm$ زیاد می‌شود. اگر وزنه‌ای به وزن $5^\circ N$ را به این فنر متصل کنیم و روی سطح افقی به نوسان در بیاوریم، دوره نوسان آن چند ثانیه می‌شود؟ $(g = 10^\circ N/kg)$ (مطابق تمرین کتاب درسی)

۴۶۳- جسمی به جرم m به فنری متصل است و با دوره نوسان $4^\circ s$ در حال نوسان است. اگر جرم متصل به فنر را $2^\circ kg$ افزایش دهیم دوره نوسان $6^\circ s$ می‌شود. $(\pi = \sqrt{10}, g = 10^\circ N/kg)$ (مطابق تمرین کتاب درسی)

الف) m چند کیلوگرم است؟

ب) ثابت فنر چند واحد SI است؟



(شهریور ۹۹ ریاضی)

۴۶۴- در مکانی که مقدار شتاب گرانشی $9/75 \text{ m/s}^2$ است، دوره تناوب یک آونگ ساده در حال نوسان، ۲ ثانیه است.

طول آونگ چند متر است؟ ($\pi^2 = 10$)

آیا جرم آونگ تأثیری در بسامد آونگ دارد؟

(خرداد ۹۸ ریاضی)

۴۶۵- طول آونگ ساده‌ای 16° سانتی‌متر است. تعداد 5° نوسان این آونگ، چند دقیقه طول می‌کشد؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2, \pi = 3$)

صفحه ۶۶ تا ۹۹ کتاب درسی

انرژی در حرکت هماهنگ ساده

بخش ۲

درس نامه ۲ را در صفحه ۱۰۶ ببینید.

در هر یک از گزاره‌های زیر، جای خالی را با واژه مناسب پر کنید.

(دی ۹۹ تجربی)

۴۶۶- در نقطه تعادل حرکت هماهنگ ساده سامانه جرم - فنر، انرژی نوسانگر صفر است.

(خرداد ۹۸ ریاضی)

۴۶۷- انرژی مکانیکی هر نوسانگر هماهنگ ساده، با مربع دامنه است.

(شهریور ۹۹ تجربی)

۴۶۸- انرژی پتانسیل سامانه جرم - فنر در نقاط بازگشتی است.

(شهریور ۹۹ تجربی)

۴۶۹- با کاهش تندی نوسانگر، انرژی نوسانگر ثابت می‌ماند.

(شهریور ۱۴۰۰ ریاضی)

۴۷۰- وقتی سطح اصطکاک ندارد، انرژی مکانیکی سامانه نوسانگر، می‌ماند.

(خرداد ۹۷ ریاضی)

۴۷۱- در لحظه‌ای که نیروی وارد بر نوسانگر جرم - فنر بیشینه است، انرژی پتانسیل نوسانگر است.

(خرداد ۹۸ ریاضی)

۴۷۲- نوسان‌هایی با اعمال یک نیروی خارجی، نوسان‌های نام دارند.

۴۷۳- در پدیده تشدید، بسامد نیروی خارجی بسامد طبیعی نوسانگر است.

درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را تعیین کنید.

۴۷۴- با نزدیک شدن نوسانگر به نقطه بازگشتی، انرژی مکانیکی نوسانگر افزایش می‌یابد.

۴۷۵- انرژی مکانیکی نوسانگر با مربع بسامد آن نسبت مستقیم دارد.

(دی ۱۴۰۰ تجربی)

۴۷۶- تاب خوردن کودکی که به طور دوره‌ای هل داده می‌شود، مثالی از نوسان واداشته است.

(خرداد ۱۴۰۱ تجربی)

۴۷۷- نوسان تاب بدون هل دادن یک نوسان نامیرا است.

(شهریور ۱۴۰۰ تجربی)

۴۷۸- اگر یک آونگ با بسامدی برابر با بسامد طبیعی آن به نوسان درآید، برای آونگ، تشدید (رزونانس) رخ می‌دهد.

به پرسش‌های زیر پاسخ کوتاه دهید.

(خرداد ۱۴۰۱ ریاضی)

۴۷۹- وقتی نوسانگر به نقاط بازگشتی نزدیک می‌شود، انرژی جنبشی آن افزایش می‌یابد یا کاهش؟

(دی ۱۴۰۰ ریاضی)

۴۸۰- انرژی پتانسیل نوسانگر، در وسط مسیر نوسان (نقطه تعادل) چه قدر است؟

(دی ۹۹ ریاضی)

۴۸۱- انرژی جنبشی نوسانگر در دو انتهای مسیر چه قدر است؟

(دی ۹۹ ریاضی)

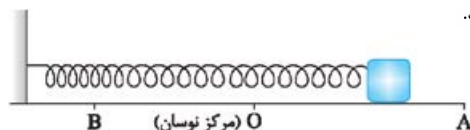
۴۸۲- نوسانگرها با اعمال یک نیروی خارجی، می‌توانند چنین نوسان‌هایی انجام دهند.

(دی ۱۴۰۰ ریاضی)

۴۸۳- اگر بسامد نوسان‌های واداشته با بسامد نوسان طبیعی نوسانگر برابر باشد، چه اتفاقی می‌افتد؟

۴۸۴- مطابق شکل وزنه متصل به فنر روی پاره خط AB حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد.

خانه‌های الف، ب و پ جدول زیر را با کلمه‌های (بیشینه - ثابت - صفر) کامل کنید.



مکان	A	O	B
انرژی جنبشی	-	الف	-
انرژی پتانسیل	ب	پ	-

مسائل زیر را حل کنید.

۴۸۵- دامنه حرکت نوسانگری به جرم 200 g برابر 5 سانتی‌متر و بسامد آن $5/$ هرتز است. انرژی مکانیکی نوسانگر چند ژول است؟ ($\pi^2 = 10$)

(شهریور ۹۹ ریاضی)

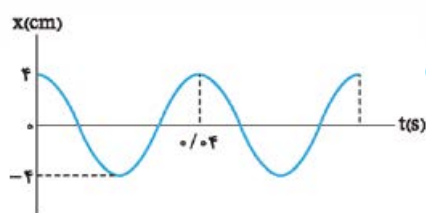
۴۸۶- دامنه نوسان یک نوسانگر جرم - فنر در حرکت هماهنگ ساده $m/2$ و ثابت فنر آن 200 N/m است. انرژی مکانیکی نوسانگر در لحظه عبور از $x = +\frac{A}{4}$ چند ژول است؟
(برگرفته از کتاب درسی و مشابه خرداد ۱۴۰۱ تجربی)

۴۸۷- معادله حرکت هماهنگ ساده یک نوسانگر در SI به صورت $x = 0.05 \cos 5\pi t$ است. در چه لحظه‌ای پس از زمان صفر، برای دومین بار انرژی جنبشی آن بیشینه می‌شود؟
(خرداد ۹۸ ریاضی)

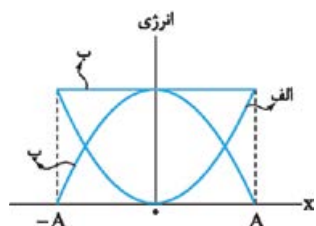
۴۸۸- معادله حرکت هماهنگ ساده یک نوسانگر در SI به صورت $x = 0.02 \cos 10\pi t$ است.
۱- بیشینه تندی این نوسانگر چه قدر است؟ ($\pi = 3$)
۲- در چه زمانی پس از لحظه صفر برای نخستین بار انرژی پتانسیل نوسانگر بیشینه است؟

۴۸۹- انرژی مکانیکی یک نوسانگر وزنه - فنر که روی سطح افقی بدون اصطکاک در حال نوسان است برابر 10 J و جرم وزنه این نوسانگر 4 kg است. در لحظه‌ای که انرژی جنبشی نوسانگر برابر انرژی پتانسیل آن است، تندی حرکت نوسانگر چند m/s است؟
(دی ۱۴۰۰ تجربی)

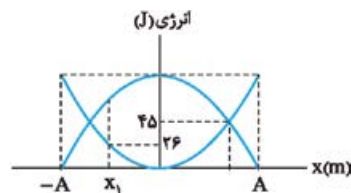
۴۹۰- معادله مکان - زمان حرکت هماهنگ ساده یک نوسانگر به جرم 100 g در SI به صورت $x = 0.1 \cos(2\pi t)$ است. در لحظه‌ای که انرژی پتانسیل ۳ برابر انرژی جنبشی نوسانگر است، تندی نوسانگر چند متر بر ثانیه است؟ ($\pi = \sqrt{10}$)



۴۹۱- در شکل مقابل نمودار مکان - زمان نوسانگر هماهنگ ساده جرم - فنری نشان داده شده است. اگر ثابت فنر این نوسانگر 60 N/m باشد:
۱- انرژی مکانیکی این نوسانگر چند ژول است؟
۲- در چه لحظه‌ای برای سومین بار پس از $t = 0$ انرژی جنبشی نوسانگر بیشینه می‌شود؟
۳- جرم نوسانگر چند گرم است؟ ($\pi^2 = 10$)



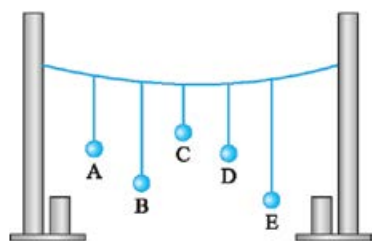
۴۹۲- شکل مقابل، نمودار تبدیل انرژی در حین حرکت هماهنگ ساده یک سامانه جرم - فنر روی سطح افقی (بدون اصطکاک) را نشان می‌دهد. نام هر یک از انرژی‌های «الف، ب و پ» را بنویسید.
(شهریور ۱۴۰۰ تجربی)



۴۹۳- نمودار انرژی‌های جنبشی و پتانسیل نوسانگری به جرم 20 g که حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد، مطابق شکل مقابل است.

۱- انرژی مکانیکی نوسانگر چند ژول است؟

۲- تندی نوسانگر در لحظه‌ای که نوسانگر از مکان x_1 عبور می‌کند، چند متر بر ثانیه است؟



۴۹۴- در شکل مقابل، چند آونگ را از سیمی آویخته‌ایم. آونگ (A) را به نوسان درمی‌آوریم. کدام آونگ با دامنه بزرگ‌تری به نوسان درمی‌آید؟ توضیح دهید.
(خرداد ۱۴۰۰ ریاضی)

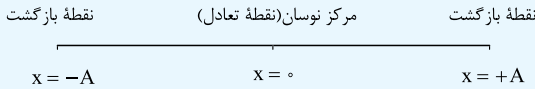
۴۹۵- طول آونگ‌های ساده A, B, C, D به ترتیب $L_A = 15 \text{ cm}$, $L_B = 50 \text{ cm}$, $L_C = 70 \text{ cm}$ و $L_D = 20 \text{ cm}$ است. این آونگ‌ها را به یک میله افقی وصل می‌کنیم. اگر میله با بسامد زاویه‌ای در محدوده 5 rad/s تا 10 rad/s به نوسان در بیاید، کدام آونگ یا آونگ‌ها با دامنه بیشتری نوسان می‌کنند؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$)
(مطابق تمرین کتاب درسی)

جاهای خالی را با عبارت یا کلمه مناسب پر کنید.

۴۹۶- به هر یک از برآمدگی‌ها یا فرورفتگی‌های ایجادشده روی سطح آب یک تشت موج می‌گویند.
(خرداد ۹۸ تجربی)

۴۹۷- مسافتی که موج در مدت یک دوره تناوب نوسان چشمه طی می‌کند، برابر است.
(دی ۹۹ تجربی)

نقاط بازگشت و نقطه تعادل: دو انتهای پاره خط نوسان را نقاط بازگشت و نقطه وسط مسیر را مرکز نوسان (نقطه تعادل) می‌نامیم.



نکته طول پاره خط نوسان ۲ برابر دامنه نوسان است.

معادله مکان - زمان و نمودار مکان - زمان حرکت هماهنگ ساده:

معادله مکان - زمان حرکت هماهنگ ساده به صورت زیر است:

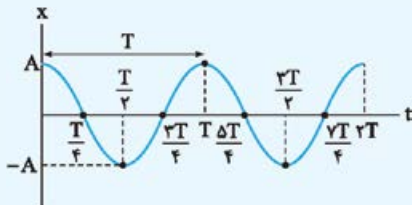
دامنه نوسان

$$x = A \cos \omega t$$

بسامد زاویه‌ای

در این رابطه $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$ است که برحسب رادیان بر ثانیه می‌باشد.

نمودار مکان - زمان حرکت هماهنگ ساده به صورت شکل زیر است:



شتاب نوسانگر: برای به دست آوردن شتاب نوسانگر از رابطه زیر استفاده

$$a = -\omega^2 x$$

می‌شود:

نکته‌های حرکت هماهنگ ساده:

- ۱ مسافت طی شده در هر نوسان کامل $4A$ است.
- ۲ تندی نوسانگر در نقاط بازگشت برابر صفر و در لحظه عبور از مرکز نوسان بیشینه و برابر $v_{max} = A\omega$ است.
- ۳ هنگام نزدیک شدن نوسانگر به مرکز نوسان، حرکت نوسانگر تندشونده و هنگام دور شدن نوسانگر از مرکز نوسان حرکت نوسانگر کندشونده است.
- ۴ در نقاط بازگشت اندازه شتاب نوسانگر بیشینه و برابر $a_{max} = A\omega^2$ و در مرکز نوسان شتاب نوسانگر برابر صفر است.
- ۵ بردار شتاب و بردار مکان نوسانگر همواره در خلاف جهت یکدیگرند.

دو نوسانگر مهم:

الف - وزنه - فنر: اگر جسمی به جرم m به فنری با ثابت k متصل شود و روی سطح بدون اصطکاک نوسان کند، دوره نوسان آن از رابطه زیر به دست می‌آید:

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

در این رابطه m برحسب کیلوگرم و k برحسب نیوتون بر متر می‌باشد. با توجه به رابطه $\omega = \frac{2\pi}{T}$ ، بسامد زاویه‌ای وزنه - فنر از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

نکته دوره نوسان، بسامد زاویه‌ای و بسامد نوسانگر وزنه - فنر به دامنه نوسان بستگی ندارد.

مثال قطعه‌ای به جرم 80 g را به فنری با ثابت 2 N/cm متصل

می‌کنیم. قطعه را به اندازه مشخصی از مکان تعادل خود روی سطح افقی بدون اصطکاک دور، سپس قطعه را رها می‌کنیم. دوره تناوب و بسامد زاویه‌ای نوسان قطعه را به دست آورید.

شتاب مرکزگرای ماهواره همان شتاب گرانش (g_h) است. با استفاده از فرمول‌های زیر تندی و دوره تناوب ماهواره را به دست می‌آوریم:

$$a = \frac{v^2}{r} \Rightarrow 6/4 = \frac{v^2}{8000 \times 10^3} \Rightarrow v = 3200\sqrt{5} \text{ m/s}$$

$$a = \frac{4\pi^2 r}{T^2} \Rightarrow 6/4 = \frac{4 \times 3 \times (8000 \times 10^3)}{T^2} \Rightarrow T = \sqrt{15} \times 10^3 \text{ s}$$

$$F_{net} = ma \Rightarrow G \frac{M_e m}{r^2} = m \frac{4\pi^2 r}{T^2} \quad 4.11$$

$$\Rightarrow T^2 = \frac{4\pi^2 r^3}{GM_e} \Rightarrow T^2 \propto r^3$$

نوسان دوره‌ای و حرکت هماهنگ ساده

فصل ۳

بخش ۱

صفحه ۶۲ تا ۶۵ و ۶۷ کتاب درسی

مفاهیم اولیه نوسان:

به حرکتی که تکرار می‌شود حرکت نوسانی می‌گوییم.

چرخه (سیکل): به هر تکرار یک حرکت یا رخداد، چرخه یا سیکل گفته می‌شود. نوسان دوره‌ای: به حرکت نوسانی که مدت چرخه‌های آن ثابت و با هم برابر است نوسان دوره‌ای گفته می‌شود.

دوره تناوب: مدت زمان یک چرخه (سیکل) را دوره تناوب می‌نامیم و آن را با T نشان می‌دهیم.

$$T = \frac{\Delta t}{n} \quad \left(\begin{array}{l} \text{مدت زمان سپری شده} \\ \text{تعداد چرخه‌ها} \end{array} \right)$$

بسامد: تعداد چرخه‌ها در مدت یک ثانیه را بسامد می‌نامیم و آن را با f نشان می‌دهیم. یکای بسامد، هرتز (Hz) است که معادل چرخه بر ثانیه یا بر ثانیه

$$f = \frac{n}{\Delta t} \quad \left(\begin{array}{l} \text{تعداد چرخه‌ها} \\ \text{مدت زمان سپری شده} \end{array} \right) \quad \left(\frac{1}{s} \right) \text{ است.}$$

نکته رابطه بین f و T به صورت مقابل است:

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

مثال در یک حرکت نوسانی در هر دقیقه ۱۸۰۰ چرخه توسط نوسانگر

طی می‌شود. بسامد و دوره نوسانگر را در SI به دست بیاورید.

$$f = \frac{n}{\Delta t} = \frac{1800}{60 \text{ s}} = 30 \text{ Hz}$$

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{30} \text{ s}$$

حرکت هماهنگ ساده: اگر حرکت نوسانی دوره‌ای ویژگی‌های زیر را داشته باشد، آن را حرکت هماهنگ ساده می‌نامیم:

- ۱ مسیر نوسان یک پاره خط است.
 - ۲ حرکت نسبت به نقطه وسط مسیر (مرکز نوسان) تقارن دارد.
 - ۳ همواره نیرویی به سمت مرکز نوسان به نوسانگر وارد می‌شود.
- چند تعریف در حرکت هماهنگ ساده:
- دامنه نوسان: بیشینه فاصله نوسانگر از مرکز نوسان دامنه نوسان (A) نامیده می‌شود. نوسان کامل: یک رفت و برگشت کامل را یک نوسان کامل می‌نامیم.

۴۱۹. جرم وزنه

۴۲۰. نوسان‌نگار

۴۲۱. افزایش؛ طبق رابطه $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ ، با کاهش k ، دوره تناوب افزایش می‌یابد.۴۲۲. افزایش؛ طبق رابطه $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ ، با افزایش m ، دوره تناوب نیز افزایش می‌یابد.۴۲۳. تغییری نمی‌کند؛ طبق رابطه $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ ، جرم آونگ تأثیری در دوره تناوب آن ندارد.۴۲۴. افزایش، طبق رابطه $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ و با توجه به این که شتاب گرانش ماه کم‌تر از سطح زمین است، دوره تناوب افزایش می‌یابد.

۴۲۵. نوسان واداشته

۴۲۶. نادرست؛ زمان تکرارها یکسان نیست.

۴۲۷. نادرست؛ این تعریف را بسامد می‌نامند.

۴۲۸. نادرست؛ اندازه شتاب در نقاط بازگشتی بیشینه است.

۴۲۹. نادرست؛ بیشینه تندی نوسانگر مربوط به مرکز نوسان ($x = 0$) است.

۴۳۰. درست

۴۳۱. درست

۴۳۲. درست؛ طبق رابطه $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ ، با افزایش k (ثابت فنر)، دوره تناوب کم‌تر می‌شود.۴۳۳. درست؛ طبق رابطه $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ ، دوره تناوب با جذر جرم متناسب است.

۴۳۴. نادرست؛ جرم آونگ و دامنه آن در دوره تناوب آن تأثیری ندارد.

۴۳۵. درست؛ با افزایش دما، طول نخ آونگ زیاد می‌شود. طبق رابطه

۴۳۶. $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ با افزایش طول نخ، دوره تناوب افزایش و ساعت عقب می‌افتد.۴۳۷. نادرست؛ با افزایش شتاب گرانش، طبق رابطه $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ ، دوره

تناوب نوسان کاهش یافته و در نتیجه ساعت جلو می‌افتد.

۴۳۸. نادرست؛ یک نوسان میرا است.

۴۳۹. بسامد

۴۴۰. دوره تناوب

۴۴۱. متغیر

۴۴۲. تغییر نمی‌کند.

۴۴۳. تغییر نمی‌کند.

۴۴۴. کاهش می‌یابد.

۴۴۵. شتاب گرانشی - طول آونگ

۴۴۶. آونگ ساده

۴۴۷. الف) در دو قسمت (۱) و (۳) که نوسانگر به مرکز نوسان نزدیک می‌شود.

ب) چون نوسانگر در $x > 0$ است، پس بردار شتاب و بردار نیرو در خلاف جهت محور x است.پ) طبق رابطه $a = -\omega^2 x$ و با توجه به این که در قسمت (۱) نوسانگر درحال نزدیک شدن به $x = 0$ است، اندازه شتاب آن کاهش می‌یابد.

پاسخ ✓

$$m = 80 \text{ g} = 8 \times 10^{-2} \text{ kg}$$

$$k = 2 \text{ N/cm} = 2 \times 10^2 \text{ N/m}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{8 \times 10^{-2}}{2 \times 10^2}} = 2\pi \times 2 \times 10^{-2} = \frac{4\pi}{100}$$

$$= \frac{\pi}{25} \text{ s}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 10^2}{8 \times 10^{-2}}} = \frac{10^2}{2} = 50 \text{ rad/s}$$

نوسانگر آونگ ساده: اگر آونگی به طول نخ L و جرم وزنه m با دامنه کم در حال حرکت هماهنگ ساده باشد، دوره تناوب نوسان‌های آن از رابطه مقابل به دست می‌آید:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

L بر حسب متر و g شتاب گرانش در محل آونگ است. با توجه به رابطه $\omega = \frac{2\pi}{T}$ ، بسامد زاویه‌ای آونگ ساده از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$$

نکته ۱ دوره تناوب، بسامد زاویه‌ای و بسامد حرکت نوسانی آونگ به جرم گلوله آن بستگی ندارد.

۲ اگر ساعت آونگ‌داری را از یک منطقه با شتاب گرانش کم‌تر به منطقه‌ای با شتاب گرانش بیشتر ببریم، دوره نوسان آن کم‌تر شده و ساعت جلو می‌افتد (و بالعکس).

۳ اگر طول نخ ساعت آونگ‌داری در اثر افزایش دما، افزایش بیابد، دوره نوسان آن افزایش یافته و ساعت عقب می‌افتد.

مثال طول نخ آونگی 98 cm است. آن را در محلی به نوسان

درمی‌آوریم. این آونگ در مدت یک دقیقه، 30 نوسان کامل انجام می‌دهد. شتاب گرانش در محل آونگ چند متر بر مربع ثانیه است؟ ($10 = \pi^2$)

پاسخ ✓ ابتدا دوره نوسان را به دست می‌آوریم: $T = \frac{\Delta t}{n} = \frac{60}{30} = 2 \text{ s}$

حالا از رابطه $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ ، شتاب گرانش را به دست می‌آوریم:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow 2 = 2\pi\sqrt{\frac{0.98}{g}} \Rightarrow \frac{1}{\pi} = \sqrt{\frac{0.98}{g}}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\pi^2} = \frac{0.98}{g} \Rightarrow g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

پاسخ سوالات ✓

۴۱۲. دوره تناوب

۴۱۳. بسامد

۴۱۴. نقطه تعادل

۴۱۵. نقطه تعادل

۴۱۶. نقطه بازگشت

۴۱۷. متغیر

۴۱۸. صفر

۴۵۴. الف) ابتدا بسامد زاویه‌ای نوسانگر را حساب می‌کنیم:

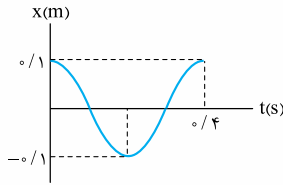
$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0.4} = 5\pi \text{ rad/s}$$

حالا با استفاده از معادله $x = A \cos \omega t$ معادله مکان - زمان نوسانگر را

$$x = A \cos \omega t = 0.1 \cos(5\pi t)$$

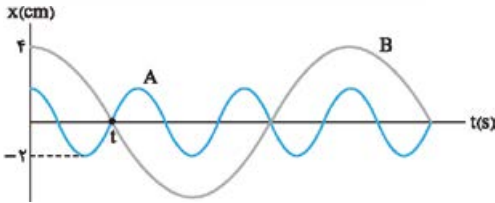
می‌نویسیم:

(ب)



۴۵۵. الف) ابتدا با استفاده از نمودار نسبت دوره تناوب دو نوسانگر را حساب

می‌کنیم. لحظه t را بر حسب دوره تناوب دو نوسانگر می‌نویسیم:



$$\begin{cases} t = \frac{3T_A}{4} \\ t = \frac{T_B}{4} \end{cases} \Rightarrow \frac{3T_A}{4} = \frac{T_B}{4} \Rightarrow 3T_A = T_B$$

چون $f = \frac{1}{T}$ است، پس نسبت بسامدها به نسبت عکس دوره‌ها است. پس:

$$\frac{f_A}{f_B} = \frac{T_B}{T_A} = \frac{3T_A}{T_A} = 3$$

(ب) تندی بیشینه از رابطه $v_{\max} = A\omega$ به دست می‌آید. پس:

$$\frac{v_{\max(A)}}{v_{\max(B)}} = \frac{A_A}{A_B} \times \frac{\omega_A}{\omega_B} \xrightarrow{\omega=2\pi f} \frac{v_{\max(A)}}{v_{\max(B)}} = \frac{A_A}{A_B} \times \frac{f_A}{f_B}$$

$$= \frac{2}{4} \times 3 = \frac{3}{2}$$

(پ) شتاب بیشینه از رابطه $a_{\max} = A\omega^2$ به دست می‌آید. پس:

$$\frac{a_{\max(A)}}{a_{\max(B)}} = \frac{A_A}{A_B} \times \left(\frac{\omega_A}{\omega_B}\right)^2 = \frac{A_A}{A_B} \times \left(\frac{2\pi f_A}{2\pi f_B}\right)^2 = \frac{2}{4} \times (3)^2 = \frac{9}{2}$$

۴۵۶. الف) با مقایسه معادله حرکت داده شده با معادله حرکت هماهنگ ساده،

دامنه (A) و بسامد زاویه‌ای (ω) را به دست می‌آوریم:

$$\begin{cases} x = A \cos \omega t \\ x = 0.2 \cos(10\pi t) \end{cases} \Rightarrow A = 0.2 \text{ m}, \quad \omega = 10\pi \text{ rad/s}$$

$$\omega = 2\pi f \Rightarrow 10\pi = 2\pi f \Rightarrow f = 5 \text{ Hz}$$

(ب) اندازه بیشینه شتاب برابر $a_{\max} = A\omega^2$ است، پس:

$$a_{\max} = A\omega^2 \Rightarrow a_{\max} = 0.2 \times (10\pi)^2 = 0.2 \times 100 \times \pi^2 = 20 \text{ m/s}^2$$

(پ) هنگام عبور نوسانگر از مرکز نوسان شتاب نوسانگر صفر می‌شود. اولین بار

در $t = \frac{T}{4}$ این اتفاق رخ می‌دهد. پس زمان خواسته شده برابر است با:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow 10\pi = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{1}{5} \text{ s}$$

$$t = \frac{T}{4} = \frac{1}{20} \text{ s}$$

۴۴۸. با توجه به نمودار مدت زمان هر چرخه (سیکل) برابر $T = 20 \text{ ms}$ است.

طبق رابطه $f = \frac{1}{T}$ ، بسامد نوسان را به دست می‌آوریم:

$$T = 20 \text{ ms} = 20 \times 10^{-2} \text{ s} = 2 \times 10^{-2} \text{ s}$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2 \times 10^{-2}} = 50 \text{ Hz}$$

۴۴۹. ابتدا بسامد زاویه‌ای نوسانگر را به دست می‌آوریم:

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \times 2/5 = 5\pi \text{ rad/s}$$

حالا معادله حرکت را با استفاده از معادله حرکت هماهنگ ساده می‌نویسیم:

$$x = A \cos \omega t \Rightarrow x = 0.06 \cos(5\pi t)$$

۴۵۰. معادله حرکت نوسانگر را می‌نویسیم:

$$\begin{cases} A = 0.04 \text{ m} \\ T = 0.5 \text{ s} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0.5} \text{ rad/s} \end{cases}$$

$$x = 0.04 \cos\left(\frac{2\pi}{0.5} t\right)$$

حالا لحظه $t = \frac{5}{6} \text{ s}$ را در معادله قرار می‌دهیم تا جابه‌جایی نوسانگر از وضع

تعادل به دست بیاید:

$$x = 0.04 \cos\left(\frac{2\pi}{0.5} t\right) \Rightarrow x = 0.04 \cos\left(\frac{2\pi}{0.5} \times \frac{5}{6}\right)$$

$$= 0.04 \cos\left(\frac{\pi}{3}\right) = 0.02 \text{ m}$$

۴۵۱. ابتدا دوره نوسان و بسامد زاویه‌ای را به دست می‌آوریم. ۱۲۰ بار طی کردن

طول پاره‌خط نوسان معادل $\frac{120}{4} = 30$ نوسان کامل است زیرا در هر نوسان

۲ بار طول پاره‌خط طی می‌شود. پس:

$$T = \frac{\Delta t}{n} = \frac{60 \text{ s}}{60} = 1 \text{ s}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{1} = 2\pi \text{ rad/s}$$

دامنه نوسان نصف طول پاره‌خط نوسان است، پس:

$$A = \frac{60 \text{ cm}}{2} = 30 \text{ cm} = 0.3 \text{ m}$$

حالا معادله مکان - زمان نوسانگر را می‌نویسیم:

$$x = A \cos(\omega t) = 0.3 \cos(2\pi t)$$

۴۵۲. الف) با توجه به نمودار، $\frac{T}{4} = 0.25 \text{ s}$ است، پس دوره تناوب برابر

$T = 0.4 \text{ s}$ است.

(ب) با توجه به نمودار، دامنه نوسان $A = 0.3 \text{ m}$ می‌باشد. ابتدا با استفاده از

رابطه $\omega = \frac{2\pi}{T}$ ، بسامد زاویه‌ای را تعیین می‌کنیم:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0.4} = 5\pi \text{ rad/s}$$

حالا با استفاده از معادله حرکت هماهنگ ساده، معادله حرکت را می‌نویسیم:

$$x = A \cos(\omega t) \Rightarrow x = 0.3 \cos(5\pi t)$$

۴۵۳. الف) با توجه به نمودار $\frac{\Delta T}{4} = 1/25 \text{ s}$ است. پس دوره تناوب برابر

است با:

$$\frac{\Delta T}{4} = 1/25 \Rightarrow T = 1 \text{ s}$$

حالا با استفاده از رابطه $\omega = \frac{2\pi}{T}$ ، بسامد زاویه‌ای را حساب می‌کنیم:

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

(ب) تندی نوسانگر در مکان $x = 0$ بیشینه است.

۴۶۲. ابتدا ثابت فنر را به دست می‌آوریم. در حالت تعادل برآیند نیروها صفر

$$F_e = mg \Rightarrow kx = mg \Rightarrow k \times \frac{1}{10} = 20 \quad \text{است، پس:}$$

$$\Rightarrow k = 200 \text{ N/m}$$

حالا با استفاده از رابطه $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ ، دوره نوسان را به دست می‌آوریم:

$$m'g = \Delta \Rightarrow m' \times 10 = \Delta \Rightarrow m' = 0.5 \text{ kg}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m'}{k}} \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{0.5}{200}} = \frac{\pi}{10} \text{ s}$$

۴۶۳. الف) رابطه $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ را برای هر دو حالت می‌نویسیم:

$$\begin{cases} T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \\ T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{m+2}{k}} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 0.4 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \\ 0.6 = 2\pi\sqrt{\frac{m+2}{k}} \end{cases}$$

با تقسیم دو معادله به دست آمده بر هم، داریم:

$$\frac{2}{3} = \sqrt{\frac{m}{m+2}} \Rightarrow \frac{4}{9} = \frac{m}{m+2} \Rightarrow 4m + 8 = 9m$$

$$\Rightarrow m = 1.6 \text{ kg}$$

ب) با جای گذاری m در یکی از معادله‌ها، k را به دست می‌آوریم:

$$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow 0.4 = 2\pi\sqrt{\frac{1.6}{k}} \Rightarrow \frac{2}{10\pi} = \sqrt{\frac{1.6}{k}}$$

$$\Rightarrow \frac{4}{100\pi^2} = \frac{1.6}{k} \Rightarrow k = 400 \text{ N/m}$$

۴۶۴. الف) از رابطه $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ استفاده می‌کنیم تا طول آونگ به دست بیاید:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow 2 = 2\pi\sqrt{\frac{L}{9.8}} \Rightarrow \frac{1}{\pi} = \sqrt{\frac{L}{9.8}}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\pi^2} = \frac{L}{9.8} \Rightarrow L = \frac{9.8}{\pi^2} = \frac{9.8}{10} = 0.98 \text{ m}$$

ب) خیر، جرم آونگ تأثیری در دوره نوسان و بسامد آونگ ندارد.

۴۶۵. ابتدا دوره نوسان آونگ را حساب می‌کنیم:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} = 2 \times 2\pi\sqrt{\frac{1.6}{10}} = 6 \times \frac{4}{10} = 2.4 \text{ s}$$

حالا مدت ۵۰ نوسان را حساب می‌کنیم:

$$T = \frac{\Delta t}{n} \Rightarrow 2.4 = \frac{\Delta t}{50} \Rightarrow \Delta t = 120 \text{ s} = 2 \text{ min}$$

$$v_{\max} = A\omega = 0.02 \times 10\pi = 0.2\pi \text{ m/s} \quad \text{ت)}$$

ث) تندی نوسانگر در لحظه عبور از $x = \pm A$ صفر می‌شود. نوسانگر در لحظه‌های $\frac{3T}{4}, T, \frac{5T}{4}$ و ... از $x = \pm A$ عبور می‌کند. بنابراین پس از $t = 0$ برای دومین بار، در لحظه $t = T$ تندی نوسانگر صفر می‌شود. پس:

$$t = T = \frac{1}{5} \text{ s}$$

۴۵۷. الف) با توجه به نمودار ابتدا دوره تناوب را به دست می‌آوریم:

$$\frac{T}{4} = 0.25 \Rightarrow T = 0.2 \text{ s}$$

با استفاده از $\omega = \frac{2\pi}{T}$ ، بسامد زاویه‌ای را حساب می‌کنیم:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{0.2} = 10\pi \text{ rad/s}$$

حالا با استفاده از رابطه $x = A \cos \omega t$ ، معادله حرکت را می‌نویسیم. دامنه نوسان طبق نمودار $A = 0.04 \text{ m}$ است. پس:

$$x = A \cos \omega t \Rightarrow x = 0.04 \cos(10\pi t)$$

$$x = 0.04 \cos(10\pi t) \Rightarrow 0.02 = 0.04 \cos(10\pi t_1) \quad \text{ب)}$$

$$\Rightarrow \cos(10\pi t_1) = \frac{1}{2} \Rightarrow 10\pi t_1 = \frac{\pi}{3} \Rightarrow t_1 = \frac{1}{30} \text{ s}$$

پ) شتاب از رابطه $a = -\omega^2 x$ به دست می‌آید. پس:

$$a = -\omega^2 x \Rightarrow a_{1/2} = -\omega^2 x_{1/2} = -(10\pi)^2 \times \frac{-2\sqrt{3}}{100} = 20\sqrt{3} \text{ m/s}^2$$

۴۵۸. الف)

$$\begin{cases} a = -\omega^2 x \\ a = -4\pi^2 x \end{cases} \Rightarrow \omega^2 = 4\pi^2 \Rightarrow \omega = 2\pi \text{ rad/s}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow 2\pi = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = 1 \text{ s}$$

$$F_{\max} = ma_{\max} = m(A\omega^2) = 2 \times 10^{-2} (0.1 \times 4\pi^2) \quad \text{ب)}$$

$$= 8\pi^2 \times 10^{-2} \text{ N}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{100}{25}} = 2 \text{ rad/s} \quad \text{۴۵۹}$$

۴۶۰. ابتدا بسامد زاویه‌ای نوسانگر را حساب می‌کنیم:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{400}{4}} = 10 \text{ rad/s}$$

معادله حرکت نوسانگر را می‌نویسیم:

$$x = A \cos \omega t \Rightarrow x = 0.04 \cos 10t$$

حالا مکان نوسانگر را در لحظه $t = \frac{\pi}{40} \text{ s}$ به دست می‌آوریم:

$$x = 0.04 \cos 10t \xrightarrow{t = \frac{\pi}{40}} x = 0.04 \cos(10 \times \frac{\pi}{40})$$

$$= 0.02\sqrt{2} \text{ m}$$

۴۶۱. وزنی که روی هر کمک فنر مؤثر است برابر $\frac{1}{4}$ وزن خودرو است. پس

$$m' = \frac{m}{4} = \frac{2000}{4} = 500 \text{ kg}$$

طبق رابطه $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ ، دوره تناوب را به دست می‌آوریم:

$$k = 20 \text{ N/cm} = 20 \times 10^2 \text{ N/m} = 2 \times 10^3 \text{ N/m}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m'}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{500}{2 \times 10^3}} = \pi \text{ (s)} = 3 \text{ s}$$

طبق رابطه $f = \frac{1}{T}$ ، بسامد نوسان برابر است با: $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{3} \text{ Hz}$

انرژی در حرکت هماهنگ ساده

تفصیل پیشنی

صفحه ۶۶ تا ۶۹ کتاب درسی

نوسانگر دارای دو انرژی است: **انرژی جنبشی (K)** و **انرژی پتانسیل (U)**. مجموع این دو انرژی را انرژی مکانیکی نوسانگر می‌نامیم که همواره مقداری ثابت است.

$$E = U + K$$

انرژی مکانیکی از رابطه‌های زیر به دست می‌آید:

$$E = \frac{1}{2}kA^2, \quad E = \frac{1}{2}m\omega^2 x^2 = 2\pi^2 mA^2 f^2 x^2$$

پاسخ: الف

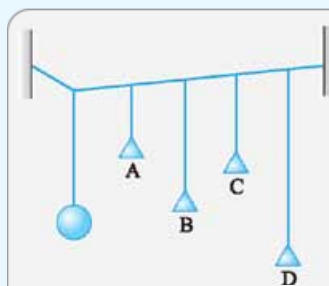
$$E = \frac{1}{2} m A^2 \omega^2 = \frac{1}{2} \times 0.2 \times (0.2)^2 \times (5\pi)^2 = 1 \text{ J}$$

ب) در لحظه $t = \frac{T}{4}$ ، انرژی جنبشی برای اولین بار بیشینه می‌شود.

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow 5\pi = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = 0.4 \text{ s} \Rightarrow t = \frac{T}{4} = 0.1 \text{ s}$$

تشدید: هنگامی که یک نوسانگر را از وضع تعادل خارج می‌کنیم و می‌گذاریم تا به خودی خود نوسان کند، با بسامد طبیعی نوسان می‌کند. با اعمال نیروی خارجی، می‌توان نوسانگر را با بسامدهای دیگری نیز به نوسان درآورد که این حالت را «نوسان واداشته» می‌گوییم.

اگر بسامد نیروی خارجی با بسامد طبیعی یک نوسانگر برابر باشد، دامنه نوسان به شدت افزایش می‌یابد که می‌گوییم تشدید رخ داده است.



مثال در شکل مقابل با

نوسان وزنه سنگین، کدام آونگ با دامنه بیشتری نوسان می‌کند؟ چرا؟

پاسخ: آونگ B با دامنه بیشتری نوسان می‌کند. زیرا طول آونگ B با طول نخ وزنه سنگین برابر است و طبق رابطه $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} = 2\pi f$ ، بسامد طبیعی آونگ B با بسامد طبیعی نوسان آونگ سنگین که توسط آن نخ افقی به نوسان درآمده برابر است. پس بین آونگ B و وزنه تشدید رخ داده و دامنه نوسان آونگ B نسبت به سایر آونگ‌ها بیشتر خواهد بود.

پاسخ سوالات

۴۶۶. پتانسیل

۴۶۷. متناسب

۴۶۸. بیشینه

۴۶۹. مکانیکی

۴۷۰. ثابت

۴۷۱. بیشینه

۴۷۲. واداشته

۴۷۳. برابر با

۴۷۴. نادرست؛ انرژی مکانیکی ثابت است.

۴۷۵. درست

۴۷۶. درست

۴۷۷. نادرست؛ این نوسان میرا است و تاب بعد از مدتی به دلیل اتلاف انرژی می‌ایستد.

۴۷۸. درست

۴۷۹. با نزدیک شدن نوسانگر به نقاط بازگشتی، انرژی جنبشی کاهش می‌یابد.

۴۸۰. صفر است.

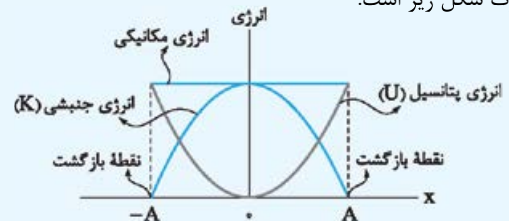
۴۸۱. صفر

نکات انرژی نوسانگر:

۱ هنگام نزدیک شدن نوسانگر به نقطه تعادل ($x = 0$)، انرژی جنبشی نوسانگر افزایش و انرژی پتانسیل آن کاهش می‌یابد.

۲ هنگام نزدیک شدن نوسانگر به نقاط بازگشت ($x = \pm A$)، انرژی جنبشی نوسانگر کاهش و انرژی پتانسیل افزایش می‌یابد.

۳ نمودار تغییرات انرژی‌های جنبشی و پتانسیل نوسانگر بر حسب مکان به صورت شکل زیر است:



۴ انرژی جنبشی نوسانگر هنگام عبور از مرکز نوسان (نقطه تعادل) بیشینه و برابر انرژی مکانیکی و هنگام رسیدن به نقاط بازگشت ($x = \pm A$) صفر است. $K_{\max} = E$

۵ انرژی پتانسیل نوسانگر هنگام عبور از مرکز نوسان (نقطه تعادل) صفر و هنگام رسیدن به نقاط بازگشت ($x = \pm A$) بیشینه و برابر انرژی مکانیکی است. $U_{\max} = E$

۶ انرژی مکانیکی هر نوسانگر با حرکت هماهنگ ساده، متناسب با مربع دامنه (A^2) و مربع بسامد (f^2) است.

۷ انرژی جنبشی در هر لحظه از رابطه $K = \frac{1}{2} m v^2$ به دست می‌آید.

۸ در لحظات $t_1 = 0$ ، $t_2 = \frac{T}{2}$ ، $t_3 = T$ ، $t_4 = \frac{3T}{2}$ و ... انرژی پتانسیل نوسانگر بیشینه و انرژی جنبشی آن صفر است.

۹ در لحظات $t_1 = \frac{T}{4}$ ، $t_2 = \frac{3T}{4}$ ، $t_3 = \frac{5T}{4}$ ، $t_4 = \frac{7T}{4}$ و ... انرژی پتانسیل نوسانگر صفر و انرژی جنبشی آن بیشینه است.

مثال دامنه نوسان وزنه‌ای به جرم 2 kg که به فنری با ثابت

200 N/m متصل است برابر 4 cm می‌باشد.

الف) انرژی مکانیکی نوسانگر چند ژول است؟

ب) در لحظه‌ای که انرژی پتانسیل نوسانگر 0.07 J است، تندی نوسانگر چند متر بر ثانیه است؟

پاسخ: الف) $E = \frac{1}{2} k A^2 = \frac{1}{2} \times 200 \times (4 \times 10^{-2})^2 = 0.16 \text{ J}$

ب) $E = U + K \Rightarrow 0.16 = 0.07 + K \Rightarrow K = 0.09 \text{ J}$

$K = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow 0.09 = \frac{1}{2} \times 2 \times v^2 \Rightarrow v = 0.3 \text{ m/s}$

مثال معادله حرکت نوسانگری به جرم 200 گرم در SI به صورت

$x = 0.02 \cos(50\pi t)$ است.

الف) انرژی مکانیکی نوسانگر چند ژول است؟ ($10^2 \pi^2$)

ب) در چه لحظه‌ای پس از $t = 0$ برای اولین بار انرژی جنبشی نوسانگر بیشینه می‌شود؟