

سوالات امتحان نهایی | انرژی در حرکت هماهنگ ساده

۱- جاهای خالی را با کلمات مناسب پر کنید.

- الف) وقتی سطح اصطکاک ندارد، انرژی مکانیکی سامانه **پایسته** می ماند.
- ب) در نقطه تعادل حرکت هماهنگ ساده سامانه جرم - فنر، انرژی **پتانسیل** نوسانگر صفر است.
- پ) انرژی پتانسیل سامانه جرم - فنر در نقاط بازگشتی **بیشینه** است.
- ت) انرژی مکانیکی هر نوسانگر هماهنگ ساده، با مربع دامنه **متناسب** است.
- ث) انرژی جنبشی نوسانگر در **$x = \pm A$** صفر است. **(نقاط بازگشتی)**
- ج) تندی بیشینه نوسانگر برابر حاصل ضرب بسامد زاویه ای در **دامنه** نوسان است.
- چ) با کاهش تندی نوسانگر، انرژی **مکانیکی** نوسانگر ثابت می ماند.

۲- درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را با واژه های «درست» یا «نادرست» مشخص کنید.

- الف) با افزایش جابه جایی از نقطه تعادل، انرژی جنبشی نوسانگر افزایش می یابد. **نادرست**
- ب) چون سطح بدون اصطکاک است، انرژی مکانیکی سامانه، پایسته می ماند. **درست**

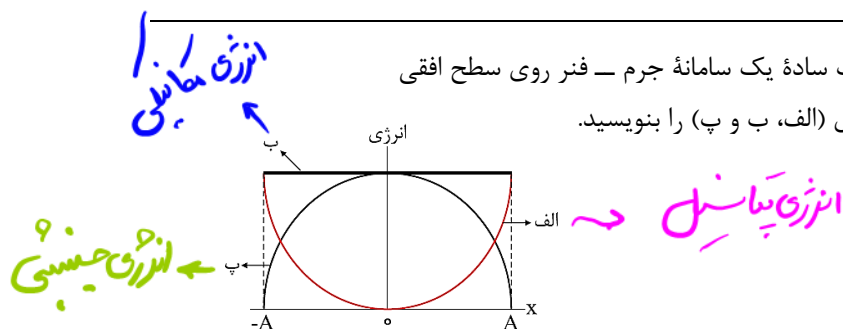
۳- به پرسش‌های زیر در مورد حرکت هماهنگ ساده، پاسخ کوتاه دهید.

- الف) انرژی جنبشی نوسانگر در دو انتهای مسیر چقدر است؟ **صفر**
- ب) انرژی پتانسیل نوسانگر، در وسط مسیر نوسان (نقطه تعادل) چقدر است؟ **صفر**
- پ) در حرکت هماهنگ ساده سامانه جرم - فنر، کدام انرژی در نقاط بازگشتی به بیشینه مقدار خود می رسد؟ **پتانسیل نوسان**

۴- انرژی مکانیکی سامانه جرم - فنر با کدام یک از عوامل زیر متناسب نیست؟

- (۱) مربع دامنه نوسان ✓ (۲) مربع ثابت فنر (۳) مربع بسامد زاویه ای

۵- شکل زیر، نمودار تبدیل انرژی در حین حرکت هماهنگ ساده یک سامانه جرم - فنر روی سطح افقی (بدون اصطکاک) را نشان می دهد. نام هر یک از انرژی های (الف، ب و پ) را بنویسید.



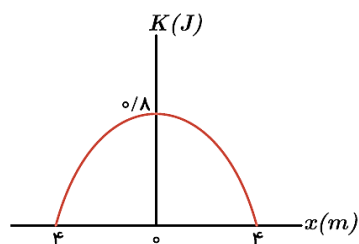
سوالات امتحان نهایی | انرژی در حرکت هماهنگ ساده

۶- دامنه نوسان یک نوسانگر جرم- فنر در حرکت هماهنگ ساده $m = 1/0$ و سختی فنر آن $\frac{N}{m} = 100$ است. انرژی مکانیکی نوسانگر هنگام نوسان روی یک سطح افقی بدون اصطکاک، چند ژول است؟

$$E = \frac{1}{2} k A^2$$

$$E = \frac{1}{2} \times 100 \times (1.0)^2 = 50 \times \frac{1}{100} = \frac{1}{2} = 0.5 \text{ J}$$

۷- نمودار انرژی جنبشی یک نوسانگر بر حسب مکان مطابق شکل است.



الف) انرژی مکانیکی جسم چند ژول است؟ $E = K_{max} = 0.18 \text{ J}$

ب) اگر جرم جسم 400 گرم باشد، بسامد زاویه ای (ω) را حساب کنید.

$$E = \frac{1}{2} k A^2$$

$$0.18 = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2$$

$$0.18 = \frac{1}{2} \times \frac{4}{10} \times \omega^2 (0.4)^2 \Rightarrow \omega^2 - \frac{1}{33.3} = \sqrt{\frac{1}{4}} \Rightarrow \omega = \frac{1}{2} \text{ rad/s}$$

۸- معادله حرکت هماهنگ ساده یک نوسانگر در SI به صورت $x = 0.4 \cos 10\pi t$ است.

الف) بسامد نوسان را حساب کنید. $\omega = 2\pi f \Rightarrow 10\pi = 2\pi f \Rightarrow f = 5 \text{ Hz}$

ب) تندی بیشینه نوسانگر را حساب کنید. $v_m = A\omega = 0.4 \times 10\pi = 4\pi \text{ m/s}$

پ) اگر جرم نوسانگر 400 گرم باشد، انرژی مکانیکی آن را حساب کنید. ($\pi = 3$)

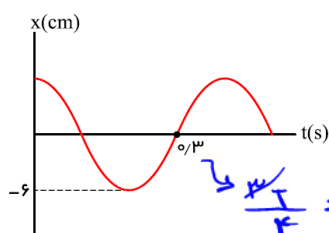
$$E = \frac{1}{2} k A^2$$

$$E = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 = \frac{1}{2} \times \frac{4}{10} \times (10\pi)^2 \times \left(\frac{4}{10}\right)^2 = \frac{2}{10} \times 100 \times 9 \times \frac{14}{100}$$

$$E = \frac{2 \times 9 \times 14}{10} = 25.2 \text{ J}$$

سوالات امتحان نهایی | انرژی در حرکت هماهنگ ساده

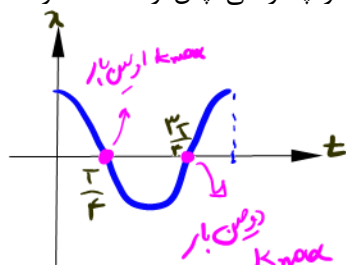
۹- نمودار مکان - زمان نوسانگری مطابق شکل زیر است. در چه لحظه‌ای، انرژی جنبشی برای نخستین بار بیشینه می‌شود؟



$$t = \frac{T}{4} = \frac{0.6}{4} = 0.15$$

$$\frac{0.3}{4} = \frac{0.3}{1.2} \Rightarrow T = 1.2 \text{ s}$$

۱۰- معادله حرکت هماهنگ ساده یک نوسانگر در SI به صورت $x = 0.05 \cos 5\pi t$ است. در چه زمانی، پس از لحظه صفر،



$$t = \frac{3T}{4}$$

$$t = \frac{3 \times 0.4}{4 \times 10} = 0.03 \text{ s}$$

$$t = 0.03 \text{ s}$$

برای دومین بار انرژی جنبشی نوسانگر بیشینه می‌شود؟

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

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

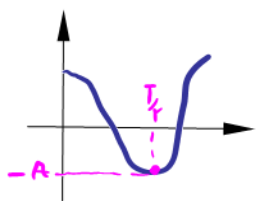
$$T = \frac{2}{\omega} = 0.4 \text{ s}$$

۱۱- معادله حرکت هماهنگ ساده یک نوسانگر در SI به صورت $x = 0.02 \cos 10\pi t$ است.

الف) بیشینه تندی این نوسانگر چقدر است؟

$$v_m = A\omega = 0.02 \times 10\pi = 0.2\pi \text{ m/s}$$

ب) در چه زمانی پس از لحظه صفر برای نخستین بار انرژی پتانسیل نوسانگر بیشینه است؟

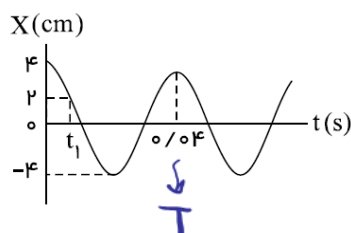


$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = 0.4 \text{ s}$$

$$10\pi R = \frac{2\pi R}{T}$$

$$\Rightarrow t = \frac{T}{4} = \frac{0.4}{4} = 0.1 \text{ s}$$

۱۲- در شکل زیر نمودار مکان - زمان نوسانگر هماهنگ ساده جرم - فنری با دوره 0.4 s ، دامنه نوسان 4 cm



و ثابت فنر $60 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ نشان داده شده است. انرژی مکانیکی این نوسانگر چند ژول است؟

$$E = \frac{1}{2} k A^2$$

$$E = \frac{1}{2} \times 60 \times (4 \times 10^{-2})^2$$

$$E = 30 \times 16 \times 10^{-4}$$

$$E = 48 \times 10^{-3} \text{ J}$$

سوالات امتحان نهایی | انرژی در حرکت هماهنگ ساده

۱۳- جسمی به جرم 0.25 kg به فنری با ثابت $100 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ متصل است و روی سطح افقی بدون اصطکاکی قرار دارد. جسم را به اندازه 0.04 m می کشیم و رها می کنیم. جسم روی سطح افقی شروع به نوسان می کند.

الف) بسامد زاویه ای این سامانه جرم - فنر چند رادیان بر ثانیه است؟

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{100}{0.25}} = \sqrt{400} = 20 \text{ rad/s}$$

ب) انرژی مکانیکی این سامانه جرم - فنر چند ژول است؟

$$E = \frac{1}{2} k A^2 = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 = \frac{1}{2} \times 0.25 \times (20)^2 \times (0.04)^2 = \frac{1}{2} \times 0.25 \times 400 \times 0.0016 = 0.8 \text{ J}$$

۱۴- دامنه حرکت نوسانگری به جرم 200 گرم برابر 5 cm و بسامد آن 0.5 Hz است. انرژی مکانیکی نوسانگر چند ژول است؟
 $(\pi^2 = 10)$

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \times 0.5 = \pi \text{ rad/s}$$

$$E = \frac{1}{2} k A^2 = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 = \frac{1}{2} \times \frac{200}{1000} \times (\pi)^2 \times (0.05)^2 = 0.00785 \text{ J}$$

۱۵- یک فنر روی سطح افقی (بدون اصطکاک) به وزنه ای 200 گرمی متصل است و حرکت هماهنگ ساده با دامنه 5 cm و بسامد زاویه ای $20 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$ انجام می دهد. انرژی مکانیکی این نوسانگر چند ژول است؟

$$E = \frac{1}{2} k A^2 = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 = \frac{1}{2} \times \frac{200}{1000} \times (20)^2 \times (0.05)^2 = 0.01 \text{ J}$$

$$E = 0.01 \text{ J}$$

۱۶- معادله حرکت هماهنگ ساده یک نوسانگر به جرم 100 گرم در SI به صورت $x = 0.02 \cos 50\pi t$ است.

الف) بیشینه تندی نوسانگر چند متر بر ثانیه است؟

$$v_m = A\omega = 0.02 \times 50\pi = \pi \text{ m/s}$$

ب) انرژی مکانیکی نوسانگر چند ژول است؟

$$E = \frac{1}{2} k A^2 = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2$$

$$E = \frac{1}{2} \times \frac{100}{1000} \times (50\pi)^2 \times (0.02)^2 = 0.0785 \text{ J}$$

سوالات امتحان نهایی | انرژی در حرکت هماهنگ ساده

۱۷- انرژی مکانیکی یک نوسانگر وزنه - فنر که روی سطح افقی بدون اصطکاک در حال نوسان است برابر ۱۰ ژول و جرم وزنه این نوسانگر 0.4 kg است. در لحظه‌ای که انرژی جنبشی نوسانگر برابر انرژی پتانسیل آن است، تندی حرکت نوسانگر چند متر بر ثانیه است؟

$$E = K + U = 2K = 2\left(\frac{1}{2}mv^2\right)$$

$$\downarrow$$

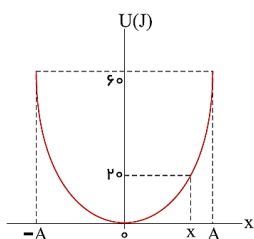
$$10 = mv^2 \Rightarrow 10 = 0.4 v^2 \Rightarrow \sqrt{v^2} = \frac{100}{4} = \sqrt{25} \rightarrow v = 5 \text{ m/s}$$

۱۸- معادله مکان - زمان یک نوسانگر هماهنگ ساده در SI به صورت $x = 0.2 \cos 20\pi t$ است. اگر جرم این نوسانگر ۲۰ گرم باشد، انرژی مکانیکی آن چند ژول است؟ $\left(\cos \frac{\pi}{3} = \frac{1}{2}\right)$

$$E = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2$$

$$E = \frac{1}{2} \times \frac{20}{1000} \times (0.2)^2 \times (20\pi)^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 10^{-2} \times \pi^2 \times 4 \times 10^2 = 14\pi^2 \times 10^{-2} \text{ J}$$

۱۹- نمودار انرژی پتانسیل بر حسب مکان در یک سامانه جرم - فنر که جرم وزنه آن ۲۰۰ گرم است، مطابق شکل روبه‌رو است. تندی وزنه را در مکان x به دست آورید.



$$E = U + K$$

$$40 = 20 + K$$

$$K = 20 \text{ J}$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = 20$$

$$\frac{1}{2} \times \frac{200}{1000} v^2 = 20$$

$$\sqrt{v^2} = \sqrt{400}$$

$$v = 20 \text{ m/s}$$

۲۰- معادله حرکت هماهنگ ساده یک نوسانگر در SI به صورت $x = \frac{2}{\pi} \cos 25\pi t$ است.

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow 25\pi = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{2}{25} \text{ s}$$

الف) دوره تناوب این نوسانگر چند ثانیه است؟

ب) تندی بیشینه این نوسانگر چند متر بر ثانیه است؟

$$v_m = A\omega = \frac{2}{\pi} \times 25\pi = 50 \text{ m/s}$$

سوالات امتحان نهایی | انرژی در حرکت هماهنگ ساده

۲۱- معادله حرکت هماهنگ ساده یک نوسانگر در SI به صورت $x = 0.03 \cos 10\pi t$ است.

الف) دوره تناوب این نوسانگر چند ثانیه است؟

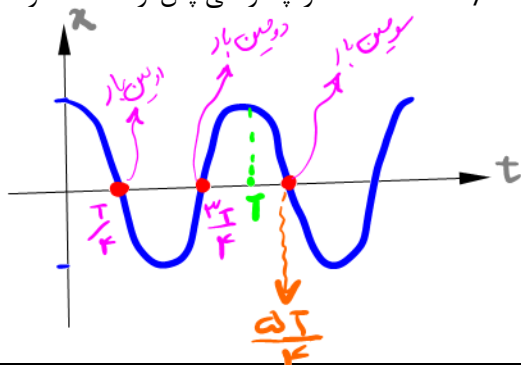
$$\omega = \frac{2\pi}{T} \rightarrow 10\pi = \frac{2\pi}{T} \rightarrow T = 0.2 \text{ s}$$

ب) تندی بیشینه این نوسانگر چند متر بر ثانیه است؟

$$v_m = A\omega = 0.03 \times 10\pi = 0.3\pi \text{ m/s}$$

۲۲- معادله حرکت هماهنگ ساده یک نوسانگر در SI به صورت $x = 0.04 \cos \frac{\pi}{4} t$ است. در چه زمانی پس از لحظه صفر،

برای سومین بار انرژی جنبشی نوسانگر به بیشترین مقدار خود می‌رسد؟

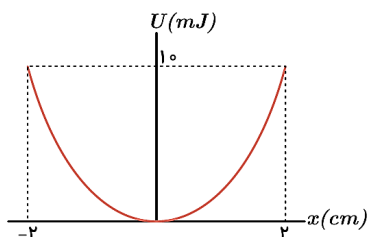


در $x=0$ و v بیشینه می‌شود

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \\ \frac{\pi}{4} = \frac{2\pi}{T} \\ T = 1 \text{ s}$$

$$\rightarrow t = \frac{5T}{4} = \frac{5 \times 1}{4} = 1.25$$

۲۳- نمودار انرژی پتانسیل بر حسب مکان یک نوسانگر جرم و فنر، مطابق شکل روبه‌رو است. ثابت فنر چند نیوتن بر متر است؟



$$E = \frac{1}{2} k A^2 \\ 10 \times 10^{-3} = \frac{1}{2} k (2 \times 10^{-2})^2 \\ 2 \times 10^{-2} = 4 \times 10^{-4} k$$

$$k = \frac{2 \times 10^{-2}}{4 \times 10^{-4}}$$

$$k = \frac{1}{2} \times 10^2 = 50 \text{ N/m}$$

۲۴- معادله حرکت هماهنگ ساده یک نوسانگر در SI به صورت $x = 0.05 \cos 18\pi t$ است. اگر جرم نوسانگر 100 g باشد

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

$$E = \frac{1}{2} k A^2$$

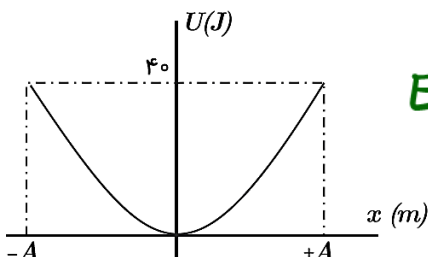
$$E = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2$$

$$E = \frac{1}{2} \times \frac{1}{100} (18\pi)^2 \times (0.05)^2$$

$$E = \frac{1}{2} \times 72 \times \pi^2 \times 25 \times 10^{-4} = 10 \times 10^{-2} \Rightarrow E = 0.1 \text{ J}$$

سوالات امتحان نهایی | انرژی در حرکت هماهنگ ساده

۲۵- نمودار انرژی پتانسیل بر حسب مکان در سامانه جرم - فنری که به آن وزنه‌ای به جرم ۲۰۰ گرم وصل شده است. مطابق شکل روبه‌رو است. بیشینه سرعت نوسانگر را به دست آورید.



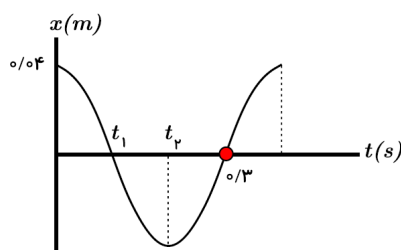
$$E = U_{max} = K_{max} = 4.0$$

$$\frac{1}{2} m v_m^2 = 4.0$$

$$\frac{1}{2} \times \frac{200}{1000} v_m^2 = 4.0$$

$$v_m = 2.0 \text{ m/s}$$

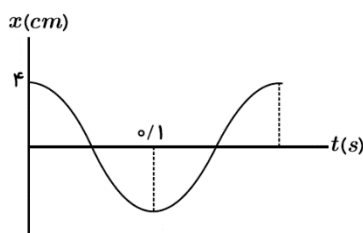
۲۶- نمودار مکان - زمان نوسانگر جرم - فنری مطابق شکل روبه‌رو است. انرژی مکانیکی آن را در دو لحظه t_1 و t_2 مقایسه کنید.



$$E_1 = E_2$$

انرژی مکانیکی در همه لحظه‌ها مقدار یکسان دارد و پایسته است.

۲۷- نمودار مکان - زمان نوسانگر جرم - فنری مطابق شکل روبه‌رو است. اگر ثابت فنر $\frac{N}{m}$ باشد، انرژی مکانیکی نوسانگر چند ژول است؟

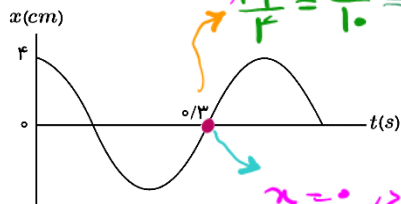


$$E = \frac{1}{2} k A^2$$

$$E = \frac{1}{2} \times 100 \times (4 \times 10^{-2})^2$$

$$E = 0.8 \text{ J}$$

۲۸- نمودار مکان - زمان نوسانگری به جرم ۵۰۰ g مطابق شکل روبه‌رو است. انرژی جنبشی نوسانگر در لحظه $t = 0.3 \text{ s}$ چند ژول است؟ ($\pi^2 = 10$)



$$\frac{T}{4} = \frac{0.3}{1.0} \Rightarrow T = 0.4 \text{ s}$$

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

$$K_{max} = \frac{1}{2} k A^2 = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2$$

$$K_{max} = \frac{1}{2} \times \frac{500}{1000} \times (5\pi)^2 \times (4 \times 10^{-2})^2$$

$$K_{max} = \frac{1}{2} \times 25 \times \pi^2 \times 16 \times 10^{-4}$$

$$K_{max} = 10 \times 10^{-4} = 10^{-3} \text{ J}$$

در $t = 0.3 \text{ s} \rightarrow K_{max} = 10^{-3} \text{ J}$