

نوسان و امواج

۱. الف) دوره تناوب سامانه جرم - فنر با جذر به طور مستقیم متناسب است.
 ب) اگر ناظر به طرف چشمه صوت حرکت کند، در مقایسه با ناظر ساکن، بسامد صوتی که می شنود می یابد.
 پ) موج صوتی در منتشر نمی شود.
 ت) ارتفاع صوت است که گوش انسان درک می کند.

دی ۱۴۰۱

با طراحی آزمایشی، چگونگی اندازه گیری شتاب گرانشی زمین را به کمک یک آونگ ساده شرح دهید.

دی ۱۴۰۱

۳. به پرسش های زیر پاسخ بدهید.

- الف) چرا رنگ های نور سفید پس از عبور از منشور از هم جدا می شوند؟
 ب) یک کاربرد از مکان یابی پژواکی را بنویسید.

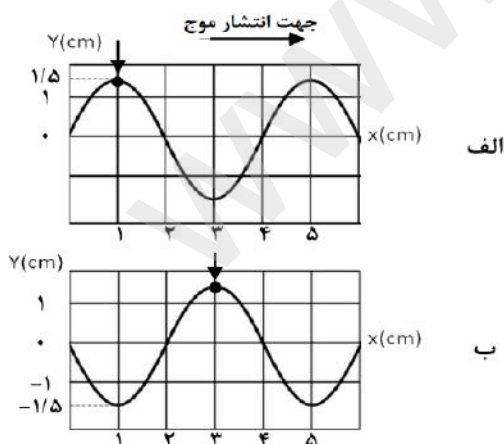
دی ۱۴۰۱

۴. معادله مکان - زمان یک نوسانگر هماهنگ ساده در SI به صورت $x = 0.2 \cos 20\pi t$ است.

- الف) در لحظه $t = \frac{1}{6}$ s اندازه شتاب نوسانگر چند متر بر مربع ثانیه است؟
 ب) اگر جرم نوسانگر 20 g باشد، انرژی مکانیکی آن چند ژول است؟ $(\pi^2 = 10 \text{ و } \cos \frac{\pi}{3} = \frac{1}{2})$

دی ۱۴۰۱

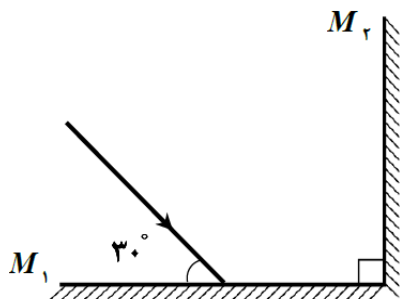
۵. شکل الف مربوط به نقش یک موج مکانیکی در یک محیط در لحظه $t_1 = 0 \text{ s}$ است و در لحظه $t_2 = 0.1 \text{ s}$ برای اولین بار شکل موج به صورت شکل ب می شود. بیشینه تندی هر ذره از محیط انتشار موج در SI چقدر است؟ $(\pi = 3)$



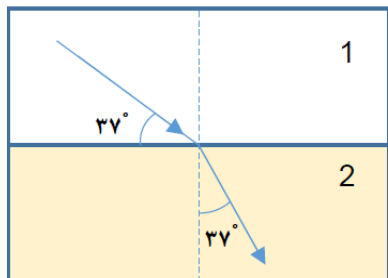
دی ۱۴۰۱

نوسان و امواج

۶- الف) در شکل زیر مسیر پرتو نور را رسم کنید و زاویه بازتابش از آینه M_2 را حساب کنید.



ب) در شکل زیر نور از هوا وارد محیط شفاف ۲ شده است. اگر تندی نور در هوا 3×10^8 m/s باشد، تندی نور در محیط ۲ چه قدر است؟ ($\sin 37^\circ = 0.6$ و $\sin 53^\circ = 0.8$)



دی ۱۴۰۱

۷- معادله حرکت هماهنگ ساده یک نوسانگر در SI به صورت $x = 0.4 \cos 10\pi t$ می باشد. الف) بسامد نوسان را حساب کنید.

ب) تندی بیشینه نوسانگر را حساب کنید.

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

شهریور ۱۴۰۱

۸- جمله های زیر را با عبارت های مناسب کامل کنید:

الف) اگر آونگ ساده ای را از سطح زمین به سطح ماه انتقال دهیم، دوره نوسان آونگ ساده می یابد.

ب) به نوسانی که در آن به نوسانگر یک نیروی خارجی متناوب وارد می شود، گفته می شود.

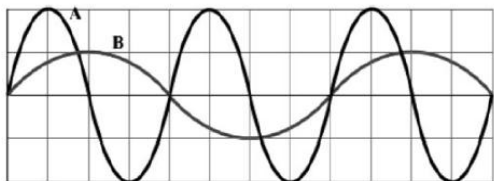
پ) شتاب نوسانگر در نقطه تعادل است.

ت) بسامد زاویه ای نوسانگر جرم - فنر با جذر نسبت وارون دارد.

شهریور ۱۴۰۱

نوسان و امواج

۹. نمودار جابه‌جایی - مکان دو موج صوتی A و B که در یک محیط منتشر شده‌اند، به صورت زیر است. با توجه به نمودار به سوالات پاسخ دهید:



الف) طول موج A چند برابر طول موج B است؟

ب) تندی انتشار موج A چند برابر تندی انتشار موج B است؟

پ) دامنه صوت A چند برابر دامنه صوت B است؟

ت) با محاسبه نشان دهید بسامد صوت A چند برابر بسامد صوت B است؟

شهریور ۱۴۰۱

۱۰. با توجه به عبارت‌های ستون اول، از ستون دوم یک عبارت مرتبط با هر کدام از آنها انتخاب کنید. (در ستون دوم دو مورد اضافه است.)

ستون اول	ستون دوم
الف) موج عرضی	(۱) فراصوت
ب) رادار دوپلری	(۲) شکست موج
پ) سراب	(۳) پرتو گاما
ت) فاصله دو تراکم متوالی موج	(۴) بسامد موج
	(۵) بازتاب موج
	(۶) طول موج

شهریور ۱۴۰۱

۱۱. الف) با شنیدن هر تن موسیقی، دو ویژگی صوت را می‌توان از هم متمایز ساخت. این دو ویژگی را نام ببرید.
ب) شدت یک صوت 10^{-6} W/m^2 است. تراز شدت این صوت چند دسی‌بل است؟ ($I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$)

شهریور ۱۴۰۱

۱۲. پرتوی نوری از هوا وارد یک محیط شفاف می‌شود. اگر زاویه تابش 53° باشد و زاویه شکست در محیط شفاف 37° باشد؛

الف) تندی نور در محیط شفاف چقدر است؟ ($c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$)

ب) بسامد نور هنگام عبور از مرز دو محیط چگونه تغییر می‌کند؟ ($\sin 37^\circ = 0.6$ و $\sin 53^\circ = 0.8$)

شهریور ۱۴۰۱

نوسان و امواج

۱۳. درستی یا نادرستی هریک از گزاره‌های زیر را با واژه ((درست)) یا ((نادرست)) در پاسخ‌نامه مشخص کنید.
- (الف) با افزایش ثابت فنر در سامانه جرم- فنر (با جرم یکسان) دوره تناوب نوسان‌ها کوتاه‌تر می‌شود.
- (ب) نوسان تاب بدون هل دادن، یک نوسان نامیرا است.
- (پ) در امواج دایره‌ای ایجاد شده بر سطح آب، فاصله بین دو برآمدگی مجاور برابر یک طول موج است.
- (ت) بیشترین بسامد در طیف امواج الکترومغناطیسی، متعلق به امواج رادیویی است.
- (ث) امواج صوتی هنگام انتشار در هوا، عرضی هستند.
- (ج) با حرکت یک چشمه صوتی، فاصله جبهه‌های موج در جلوی چشمه، بیشتر از پشت آن می‌شود.

خرداد ۱۴۰۱

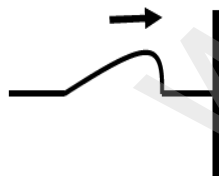
۱۴. دامنه نوسان یک نوسانگر جرم- فنر در حرکت هماهنگ ساده 0.1 m و سختی فنر آن $100 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ است. انرژی مکانیکی نوسانگر هنگام نوسان روی یک سطح افقی بدون اصطکاک، چند ژول است؟

خرداد ۱۴۰۱

۱۵. در یک طناب تحت کشش با چگالی خطی جرم $2 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$ ، تندی انتشار موج $5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ است. نیروی کشش طناب را به دست آورید.

خرداد ۱۴۰۱

۱۶. الف) امواج الکترومغناطیسی تخت تابیده به یک سطح کاو پس از بازتابش در یک نقطه کانونی می‌شوند. از این ساز و کار در چه وسایلی استفاده می‌شود؟ (۲ مورد)



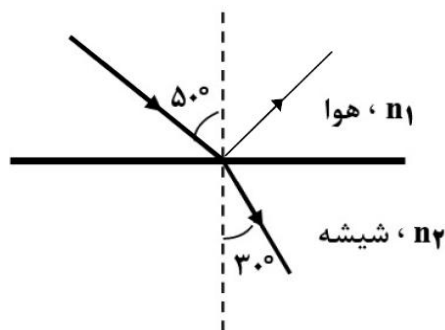
- (ب) مانند شکل روبه‌رو، تپی را در یک ریسمان کشیده بلند که یک سر آن بر تکیه‌گاهی ثابت شده است روانه می‌کنیم. بازتاب این تپ را در پاسخ‌نامه رسم کنید.

خرداد ۱۴۰۱

نوسان و امواج

۱۷. یک موج صوتی با توان $1/6 \times 10^{-4} \text{ W}$ از صفحه‌ای با مساحت 4 m^2 در راستای عمود بر صفحه می‌گذرد. شدت صوت عبوری از این صفحه چقدر است؟

خرداد ۱۴۰۱



۱۸. در شکل روبه‌رو موج نوری فرودی از هوا وارد شیشه می‌شود. بخشی از موج در سطح جدایی دو محیط باز می‌تابد و بخشی دیگر شکست می‌یابد و وارد شیشه می‌شود. الف) زاویه بازتابش چند درجه است؟ ب) ضریب شکست شیشه را حساب کنید.

$$(\sin 50^\circ = 0.75, \sin 30^\circ = 0.5, n_1 = 1)$$

خرداد ۱۴۰۱

۱۹. موارد زیر را تعریف کنید.

الف) پژواک

ب) پاشندگی نور

خرداد ۱۴۰۱

۲۰. درستی یا نادرستی هر یک از گزاره‌های زیر را با واژه «درست» یا «نادرست» در پاسخ‌نامه مشخص کنید.

- الف) دامنه حرکت در حرکت نوسانی، فاصله بین دو انتهای مسیر حرکت نوسانگر هماهنگ ساده است.
- ب) دوره تناوب سامانه جرم-فنر، با یک فنر معین ولی وزنه‌های متفاوت، با جذر جرم وزنه، به طور مستقیم متناسب است.
- پ) تاب خوردن کودکی که به طور دوره‌ای هل داده می‌شود، مثالی از نوسان واداشته است.
- ت) موج‌های پیش‌رونده از نقطه‌ای به نقطه دیگر حرکت کرده و انرژی را با خود منتقل می‌کنند.
- ث) هنگام انتشار موج الکترومغناطیسی در خلأ، میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی با بسامد متفاوت، تغییر می‌کنند.
- ج) موج صوتی در محیط جامد نمی‌تواند تولید و منتشر شود.

دی ۱۴۰۰

نوسان و امواج

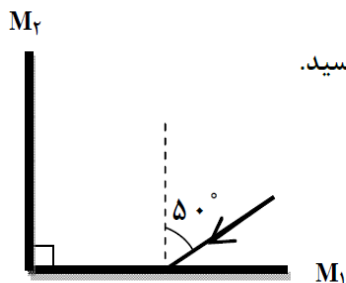
۲۱. انرژی مکانیکی یک نوسانگر وزنه- فنر که روی سطح افقی بدون اصطکاک در حال نوسان است برابر 10 J و جرم وزنه این نوسانگر 4 kg است. در لحظه‌ای که انرژی جنبشی نوسانگر برابر انرژی پتانسیل آن است، تندی حرکت نوسانگر چند $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ است؟

دی ۱۴۰۰

۲۲. تراز شدت صوت در کتابخانه 30 dB است. شدت این صوت چند وات بر مترمربع است؟ $(I_0 = 10^{-12}\text{ W/m}^2)$

دی ۱۴۰۰

۲۳. شکل زیر را به پاسخ‌نامه انتقال دهید سپس پرتوهای بازتابیده نور از آینه‌های M_1 و M_2 را رسم کنید و مقدار زاویه‌های تابش و بازتابش آینه M_2 را بنویسید.



دی ۱۴۰۰

۲۴. چشمه موجی با بسامد 10 Hz در یک محیط که تندی انتشار موج در آن $100\frac{\text{m}}{\text{s}}$ است نوسان‌های طولی ایجاد می‌کند. الف) دوره تناوب این موج چند ثانیه است؟
ب) فاصله بین یک تراکم و یک انبساط متوالی چند متر است؟

دی ۱۴۰۰

۲۵. الف) تندی انتشار موج عرضی در یک ریسمان یا تار کشیده، به چه عواملی بستگی دارد؟

ب) در انتشار موج سطحی روی آب‌های کم عمق با ورود موج به بخش عمیق (تشت موج)، بسامد موج و تندی انتشار موج در بخش کم عمق و بخش عمیق را مقایسه کنید.

دی ۱۴۰۰

نوسان و امواج

۲۶. واژه مناسب برای هر یک گزاره‌های زیر را انتخاب کنید. (یک واژه اضافه است)

مکانیکی - الکترومغناطیسی - آونگ - جرم - بسامد

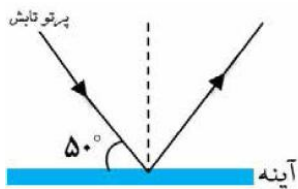
- الف) تندی انتشار موج در یک ریسمان تحت کشش، به ریسمان بستگی دارد.
 ب) توان متوسط در یک موج سینوسی برای همه انواع امواج مکانیکی، با مربع دامنه و مربع موج متناسب است.
 پ) از اثر متقابل میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی، امواج به وجود می‌آیند.
 ت) امواج برای انتشار به محیط مادی نیاز دارند.

خرداد ۱۴۰۰

۲۷. معادله حرکت هماهنگ ساده یک نوسانگر در SI به صورت $x = \left(\frac{2}{\pi}\right) \cos 25\pi t$ است.

- الف) دوره تناوب این نوسانگر چند ثانیه است؟
 ب) تندی بیشینه این نوسانگر چند متر بر ثانیه است؟

خرداد ۱۴۰۰



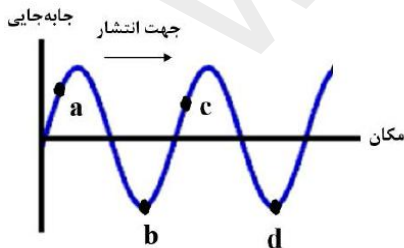
۲۸. در آینه تخت شکل روبه‌رو، مقدار زاویه تابش و زاویه بازتابش آینه، چند درجه است؟

خرداد ۱۴۰۰

($I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$)

۲۹. تراز شدت صوت یک مخلوط کن ۸۰dB است. شدت این صوت چقدر است؟

خرداد ۱۴۰۰

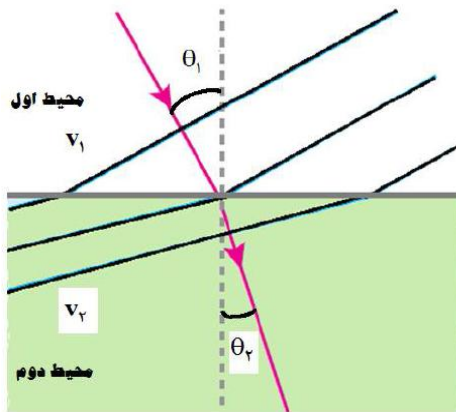


۳۰. شکل رو به‌رو یک موج سینوسی را در لحظه‌ای از زمان نشان می‌دهد که در جهت محور X در طول ریسمان کشیده شده‌ای، حرکت می‌کند. با توجه به شکل، تعیین کنید هر یک از اجزای (یا نقاط) مشخص شده به‌طرف بالا می‌روند یا پایین؟

- الف) نقطه a
 ب) نقطه b
 پ) نقطه c
 ت) نقطه d

خرداد ۱۴۰۰

نوسان و امواج



۳۱. شکل روبه‌رو جبهه‌های موج تخت نوری را نشان می‌دهد که به طور مایل به مرز دو محیط می‌رسند و سپس شکست پیدا می‌کنند.

الف) با استفاده از قانون شکست عمومی، توضیح دهید تندی انتشار نور در کدام محیط، بیشتر است؟ $(\theta_1 > \theta_2)$

ب) ضریب شکست کدام محیط کمتر است؟

پ) با ذکر دلیل، بسامد نور فرودی و نور شکست یافته را مقایسه کنید.

خرداد ۱۴۰۰

۳۲. تعریف کنید؛

الف) دامنه حرکت

خرداد ۱۴۰۰

پاسخنامه سوالات نهایی

نوسان و امواج

۱.

الف) جرم وزنه (ب) افزایش (پ) خلأ (ت) بسامدی (هرمورد صحیح ۰/۲۵)

ص ۷۴ و ۶۸ و ۷۶ و ۵۷

۲.

ابتدا طول آونگ ساده را اندازه گیری می کنیم (۰/۲۵) و سپس آن را با زاویه کوچک به نوسان درمی آوریم و مدت زمان چند نوسان کامل را اندازه گیری می کنیم (۰/۲۵). به کمک رابطه $T = \frac{t}{n}$ دوره را محاسبه می کنیم (۰/۲۵) با قرار دادن دوره در رابطه $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$ شتاب گرانشی (g) را محاسبه می کنیم (۰/۲۵).

ص ۵۹

۳.

الف) زیرا ضریب شکست منشور برای طول موج های مختلف متفاوت است در نتیجه انحراف آنها هنگام عبور از منشور برابر نیست. (۰/۵)
ب) دستگاه سونار کشتی ها. (۰/۲۵)

ص ۷۹ و ۸۷

۴.

الف) $x = 0.2 \cos 2\pi t \xrightarrow{t=\frac{1}{6}s} x = 0.2 \cos \frac{\pi}{3} = 0.1 \text{ m}$ (۰/۲۵)

$|a| = \omega^2 x$ (۰/۲۵) $|a| = 400\pi^2 \times 0.1 = 400 \text{ m/s}^2$ (۰/۲۵)

$E = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2$ (۰/۲۵) $E = \frac{1}{2} \times 0.2 \times 400\pi^2 \times 0.04$ (۰/۲۵) $E = 1/6 \text{ J}$ (۰/۲۵) ب)

ص ۸۹

۵.

با توجه به شکل، میزان پیشروی موج در بازه زمانی t_1 تا t_2 ، $\frac{\lambda}{2}$ است.

$\frac{T}{2} = t_2 - t_1 = 0.1 \text{ s} \Rightarrow T = 0.2 \text{ s}$ (۰/۲۵)

$\omega = \frac{2\pi}{T}$ (۰/۲۵) $\omega = 10\pi \text{ rad/s}$ (۰/۲۵)

$v_{max} = A\omega$ (۰/۲۵) $v_{max} = 1/5 \times 10^{-2} \times 10 \times 3 = 0.45 \text{ m/s}$ (۰/۲۵)

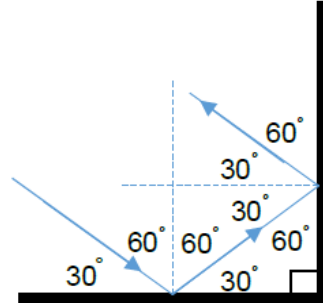
ص ۶۵

پاسخنامه سوالات نهایی

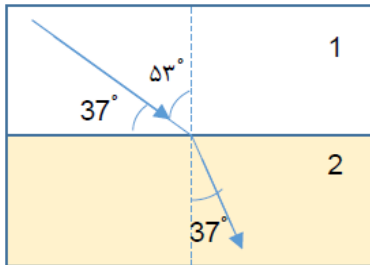
نوسان و امواج

۶.

الف) رسم صحیح شکل ۰/۲۵ نمره و تعیین زاویه بازتابش از آینه M_1 ، ۰/۲۵ نمره.



ب)



$$\frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} = \frac{v_2}{v_1} \quad (۰/۲۵)$$

ص ۹۳ و ۸۵

$$\frac{\sin ۳۷^\circ}{\sin ۵۳^\circ} = \frac{v_2}{۳ \times ۱۰^8} \quad (۰/۲۵)$$

$$v_2 = ۲/۲۵ \times ۱۰^8 \text{ m/s} \quad (۰/۲۵)$$

۷.

$$۲\pi f = ۱۰\pi \text{ rad/s} \quad (۰/۲۵)$$

$$f = ۵ \text{ Hz} \quad (۰/۲۵)$$

الف)

$$v_{max} = A\omega \quad (۰/۲۵)$$

$$v_{max} = ۰/۴ \times ۱۰ \times ۳ = ۱۲ \text{ m/s} \quad (۰/۲۵)$$

ب)

$$E = \frac{1}{2} m\omega^2 A^2 \quad (۰/۲۵)$$

$$E = \frac{1}{2} \times ۰/۴ \times ۹۰۰ \times ۰/۱۶ = ۲۸/۸ \text{ J} \quad (۰/۲۵)$$

پ)

ص ۵۵ و ۵۹

۸.

الف) افزایش ب) نوسان واداشته پ) صفر ت) جرم وزنه (هر مورد صحیح ۰/۲۵)

ص ۵۹ و ۶۰ و ۸۹ و ۵۷

پاسخنامه سوالات نهایی

نوسان و امواج

۹.

الف) $\frac{1}{3}$ (ب) ۱ (پ) ۲ هر مورد ۰/۲۵

$$\frac{f_A}{f_B} = \frac{\lambda_B}{\lambda_A} \quad (۰/۲۵)$$

$$\frac{f_A}{f_B} = \frac{2}{1} = 2 \quad (۰/۲۵) \quad \text{ت)}$$

ص ۵۹

۱۰.

الف و ۳ ب و ۵ پ و ۲ ت و ۶ هر مورد ۰/۲۵

ص ۶۸ و ۸۰ و ۸۶ و ۶۹

۱۱.

الف) ارتفاع و بلندی. هر کدام ۰/۲۵

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \quad (۰/۲۵)$$

$$\beta = 10 \log \frac{10^{-6}}{10^{-12}} = 60 \text{ dB} \quad (۰/۲۵) \quad \text{ب)}$$

ص ۷۳ و ۷۴

۱۲.

$$\frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} = \frac{v_2}{v_1} \quad (۰/۲۵)$$

$$\frac{\sin 37}{\sin 53} = \frac{v_2}{3 \times 10^8} \quad (۰/۲۵)$$

$$\frac{0.6}{0.8} = \frac{v_2}{3 \times 10^8}$$

$$v_2 = 2 \times 10^8 \text{ m/s} \quad (۰/۲۵) \quad \text{الف)}$$

ب) تغییر نمی کند. ۰/۲۵

ص ۸۲ و ۸۳

۱۳.

پ) درست ص ۶۳

ب) نادرست ص ۶۰

الف) درست ص ۵۷

هر مورد (۰/۲۵)

ج) نادرست ص ۷۵

ث) نادرست ص ۷۱

ت) نادرست ص ۶۸

۱۴.

$$E = \frac{1}{2} k A^2 \quad (۰/۲۵)$$

$$E = \frac{1}{2} \times 100 \times (0.1)^2 \quad (۰/۲۵)$$

$$E = 0.5 \text{ J} \quad (۰/۲۵)$$

ص ۵۸

پاسخنامهٔ سوالات نهایی

نوسان و امواج

۱۵.

$$V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \quad (۰/۲۵)$$

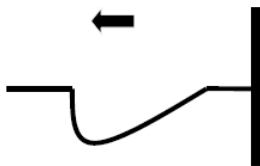
$$\Delta = \sqrt{\frac{F}{0.72}} \quad (۰/۲۵)$$

$$F = 5N \quad (۰/۲۵)$$

ص. ۶۵.

۱۶.

الف) آنتن‌های بشقابی (۰/۲۵)، اجاق‌های خورشیدی (۰/۲۵) ص. ۸۰.



ب) ص. ۷۷ رسم درست تپ بازتابی (۰/۵)

۱۷.

$$I = \frac{P_{av}}{A} \quad (۰/۲۵)$$

$$I = \frac{1/6 \times 10^{-4}}{4} \quad (۰/۲۵)$$

$$I = 4 \times 10^{-5} \text{ W/m}^2 \quad (۰/۲۵) \quad \text{ص. ۷۲}$$

۱۸.

الف) ۵۰ درجه (۰/۲۵) ص. ۷۷.

ب) ص. ۸۵.

$$\frac{\sin \theta_r}{\sin \theta_i} = \frac{n_1}{n_2} \quad (۰/۲۵)$$

$$\frac{\sin 30^\circ}{\sin 50^\circ} = \frac{1}{n_r} \quad (۰/۲۵)$$

$$\frac{0.5}{0.75} = \frac{1}{n_r}$$

$$n_r = 1.5 \quad (۰/۲۵)$$

۱۹.

الف) اگر صوت پس از بازتاب با تاخیر زمانی به گوش شنونده‌ای برسد که صوت اولیه را مستقیماً می‌شنود به چنین بازتابی پژواک می‌گویند. (۰/۵) ص. ۷۸.

ب) وقتی باریکهٔ نور سفید به وجهی از یک منشور می‌تابد، هنگام عبور از منشور به رنگ‌های مختلفی تجزیه (پاشیده) می‌شود. (۰/۵) ص. ۸۷.

۲۰.

پ) درست ص. ۶۰

ب) درست ص. ۵۷

الف) نادرست ص. ۵۵

هرمورد (۰/۲۵)

ج) نادرست ص. ۷۰

ث) نادرست ص. ۶۷

ت) درست ص. ۶۲

پاسخنامه سوالات نهایی

نوسان و امواج

۲۱.

$$E = K + U \quad (۰/۲۵) \quad E = ۲K = ۲\left(\frac{1}{2} \times mv^2\right) \quad (۰/۲۵) \quad ۱۰ = ۲\left(\frac{1}{2} \times ۰/۴ \times v^2\right) \quad (۰/۲۵)$$

$$v = ۵ \frac{m}{s} \quad (۰/۲۵)$$

ص ۷۰

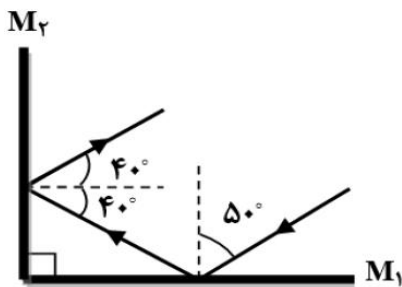
۲۲.

$$\beta = ۱۰ \log \frac{I}{I_0} \quad (۰/۲۵) \quad ۳۰ = ۱۰ \log \frac{I}{۱۰^{-۱۲}} \quad (۰/۲۵) \quad ۱۰^۲ = \frac{I}{۱۰^{-۱۲}} \quad I = ۱۰^{-۹} \text{ W/m}^2 \quad (۰/۲۵)$$

ص ۷۳

۲۳.

رسم درست هر پرتو (۰/۲۵) - مقدار هر زاویه (۰/۲۵) ص ۹۳



۲۴.

$$T = \frac{1}{f} \quad (۰/۲۵) \quad T = ۰/۱s \quad (۰/۲۵) \quad \text{(الف)}$$

(ب)

$$\lambda = \frac{v}{f} \quad (۰/۲۵) \quad \lambda = \frac{۱۰۰}{۱۰} = ۱۰m \quad (۰/۲۵) \quad \Delta x = \frac{\lambda}{۲} \quad (۰/۲۵) \quad \Delta x = ۵m \quad (۰/۲۵) \quad \text{ص ۹۱}$$

۲۵.

(الف) نیروی کشش تار (۰/۲۵)، چگالی خطی جرم (۰/۲۵) ص ۶۵

(ب) بسامد موج هر دو بخش برابر است. (۰/۲۵). تندی انتشار موج در بخش عمیق، بیشتر است. (۰/۲۵) ص ۸۲

پاسخنامهٔ سوالات نهایی

نوسان و امواج

۲۶.

الف) جرم ص. ۶۵ (ب) بسامد ص. ۶۶ (پ) الکترومغناطیسی ص. ۶۶ (ت) مکانیکی ص. ۶۸ هر مورد (۰/۲۵)

۲۷.

الف) ص. ۵۵

$$w = \frac{2\pi}{T} \quad (۰/۲۵) \quad T = \frac{2\pi}{25\pi} \quad (۰/۲۵) \quad T = ۰/۰۸ s \quad (۰/۲۵)$$

ب) مثال ص. ۵۹

$$v_{\max} = Aw \quad (۰/۲۵) \quad v_{\max} = \frac{2}{-} \times 25\pi \quad (۰/۲۵) \quad v_{\max} = 50 \text{ m/s} \quad (۰/۲۵)$$

۲۸.

$$\theta_i = \theta_r = 40^\circ \quad (۰/۵) \quad \text{ص. ۷۷}$$

۲۹.

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \quad (۰/۲۵) \quad 80 = 10 \log \frac{I}{10^{-12}} \quad (۰/۲۵) \quad I = 10^{-4} \text{ W/m}^2 \quad (۰/۲۵) \quad \text{مثال ص. ۷۳}$$

۳۰.

الف) پایین (ب) بالا (پ) پایین (ت) بالا هر مورد (۰/۲۵) ص. ۹۰

۳۱.

الف) طبق رابطه $\frac{\sin \theta_1}{v_1} = \frac{\sin \theta_2}{v_2}$ (۰/۲۵) چون سینوس زاویه تابش از سینوس زاویه شکست بزرگتر است، (۰/۲۵)

تندی انتشار نور در محیط اول بیشتر است. (۰/۲۵) ص. ۸۳

ب) محیط اول (۰/۲۵) ص. ۸۳

پ) بسامد موج در محیط‌های اول و دوم برابر است. (۰/۲۵) بسامد موج به محیط انتشار موج بستگی ندارد. (۰/۲۵)

۳۲.

الف) بیشینه فاصلهٔ جسم (نوسانگر) از نقطهٔ تعادل است. (۰/۵) ص. ۵۵