

۱. سرعت انتشار موج عرضی در یک تار، $100 \frac{m}{s}$ است. نیروی کشش این تار را چند درصد افزایش دهیم، تا سرعت انتشار موج در آن به $110 \frac{m}{s}$ برسد؟

- (۱) $\sqrt{10}$ (۲) ۱۰ (۳) $\sqrt{21}$ (۴) ۲۱

-سراسری-۱۳۹۱-متوسط

۲. انتهای نخ‌کی که با نیروی کشش F کشیده شده است به یک دیافراژن بسته شده و با بسامد f نوسان می‌کند (عمود بر راستای نخ)، اگر نیروی کشش نخ را دو برابر کنیم به ترتیب طول موج در طناب و بسامد آن چگونه تغییر می‌کند؟

- (۱) $\sqrt{2}$ برابر می‌شود، تغییر نمی‌کند. (۲) $\sqrt{2}$ برابر می‌شود، $\sqrt{2}$ برابر می‌شود.
(۳) ۲ برابر می‌شود، ۲ برابر می‌شود. (۴) ۲ برابر می‌شود، تغییر نمی‌کند.

-آزاد عصر-۱۳۸۲-متوسط

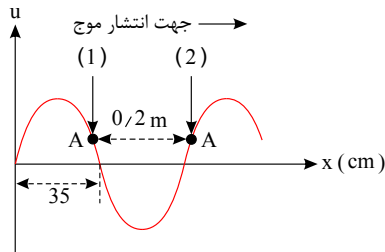
۳. در دو ظرف جداگانه‌ی A و B دو مایع با ضرایب شکست متفاوت تا یک ارتفاع ریخته شده است. وقتی از بالا به طور عمود به کف ظرف‌ها نگاه می‌کنیم، جابه‌جایی کف ظرف A ، $\frac{4}{5}$ جابه‌جایی کف ظرف B دیده می‌شود. اگر ضریب شکست مایع درون ظرف

A برابر $\frac{3}{2}$ باشد، ضریب شکست مایع درون ظرف B برابر است با:

- (۱) $\frac{15}{8}$ (۲) $1,2$ (۳) $\frac{12}{7}$ (۴) $\frac{15}{7}$

-منا-۱۳۹۱-سخت

۴. نقطه‌ی A یک نقطه از موج است. در مدت $0,2$ ثانیه نقطه‌ی A از وضعیت (۱) به (۲) می‌رسد. فرکانس موج چند هرتز است؟



- (۱) $\frac{10}{7}$
(۲) $\frac{7}{10}$
(۳) ۵
(۴) ۶

-منا-۱۳۹۲-متوسط

۵. موجی با بسامد $5 Hz$ مسافتی را در $50 s$ طی می‌کند. در این فاصله چند طول موج وجود دارد؟

- (۱) ۵۰۰ (۲) ۱۲۵ (۳) ۲۵۰ (۴) ۱۰۰

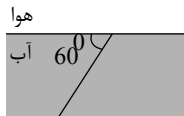
-منا-۱۳۹۲-متوسط

۶. هر قدر بسامد یک موج بیش‌تر باشد، آن است.

- (۱) سرعت - بیشتر (۲) طول موج - بیشتر (۳) دامنه - کوچک‌تر (۴) دوره نوسان - کم‌تر

-منا-۱۳۹۲-سخت

۷. پرتو SI مطابق شکل از آب خارج می‌گردد. اگر بخواهیم پرتو SI مماس بر سطح جدائی خارج گردد، ضریب شکست آب چند

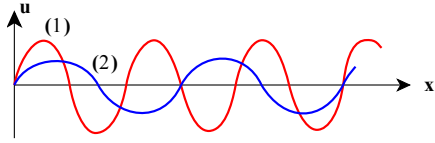


درصد تغییر می‌کند؟ ($n_{\text{آب}} = \frac{4}{3}$)

- (۱) ۲۵٪ کاهش (۲) ۲۵٪ افزایش
(۳) ۵۰٪ افزایش (۴) ۵۰٪ کاهش

-منا-۱۳۹۲-متوسط

۸. موج های u_1 و u_2 به صورت جداگانه در یک تار منتشر شده اند. باتوجه به نمودارهای مقابل اگر نیروی کشش تار هنگام انتشار u_2 چهار برابر نیروی کشش هنگام انتشار u_1 باشد، بسامد u_2 چند برابر u_1 است؟



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

-گزینه ۲-۱۳۹۴-متوسط

۹. یک موج ارتعاشی، امواجی با فرکانس 100 Hz تولید و با سرعت $10 \frac{m}{s}$ در محیط منتشر می کند. نقطه ی M در فاصله ی 30 cm از منبع واقع است. موج حاصل، پس از چند دوره به نقطه ی M می رسد؟

- (۱) ۱
 (۲) ۲
 (۳) ۳
 (۴) ۴

-گزینه ۲-۱۳۹۴-متوسط

۱۰. تارهای A و B هم جنس هستند و قطر تار A نصف قطر تار B است. وقتی در A موج با بسامد 100 هرتز و در B موج با بسامد 150 هرتز منتشر می شود، طول موج در دو تار مساوی می شود. نیروی کشش تار B چند برابر نیروی کشش تار A است؟

- (۱) ۹
 (۲) ۶
 (۳) ۳
 (۴) ۱۲

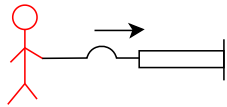
-گزینه ۲-۱۳۹۳-متوسط

۱۱. یک منبع ارتعاش، موج هایی با بسامد 500 Hz و طول موج 2 m را در فضایی همگن منتشر می کند. در مدت زمانی که موج مسافت 50 متر را طی می کند، منبع ارتعاش چند نوسان کامل انجام می دهد؟

- (۱) ۱۵۰
 (۲) ۳۰۰
 (۳) ۲۵۰
 (۴) ۲۲۵

-قلم چی-۱۳۹۴-متوسط

۱۲. مطابق شکل، تویی با طول موج 6 سانتی متر در طناب نازک ایجاد می کنیم. اگر قطر طناب ضخیم دو برابر قطر طناب نازک باشد و هر دو طناب هم جنس باشند، بسامد، طول موج و سرعت انتشار موج در طناب ضخیم، به ترتیب از راست به چپ چند برابر طناب نازک می شود؟



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

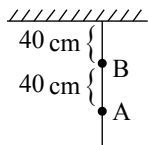
-قلم چی-۱۳۹۴-متوسط

۱۳. دو طناب با چگالی های مساوی، توسط نیروهای یکسان، به طور جداگانه بین دو نقطه کشیده شده اند و در آنها امواج عرضی منتشر می شود. اگر قطر طناب اول 25% بیش تر از قطر طناب دوم باشد، آنگاه سرعت انتشار امواج عرضی در طناب اول درصد از طناب دوم است.

- (۱) ۲۰، بیش تر
 (۲) ۳۶، بیش تر
 (۳) ۲۰، کم تر
 (۴) ۳۶، کم تر

-قلم چی-۱۳۹۴-متوسط

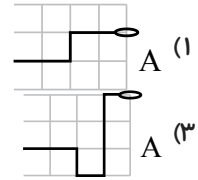
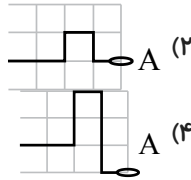
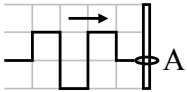
۱۴. مطابق شکل زیر، طناب همگنی به جرم M و طول 1 m از سقف آویزان است. نسبت سرعت انتشار موج عرضی در نقطه ی B به نقطه ی A کدام است؟



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

-قلم چی-۱۳۹۵-سخت

۱۵. مطابق شکل، یک تپ در حال انتشار در جهت محور x ها به حلقه‌ی آزاد در نقطه‌ی A رسیده و باز می‌گردد. اگر سرعت انتشار موج یک خانه بر ثانیه باشد، وضعیت طناب پس از $3s$ کدام است؟



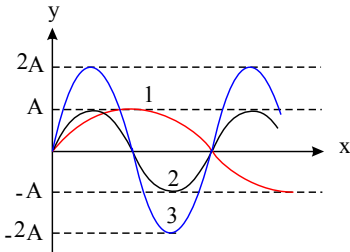
گزینه ۲-۱۳۹۵-متوسط

۱۶. موجی با بسامد 20 هرتز و دامنه‌ی 1 سانتی‌متر در تار 8 گرم است، منتشر می‌شود. اگر نیروی کشش تار 100 نیوتن باشد، در مدت 30 ثانیه چند ژول انرژی توسط این موج، از هر نقطه‌ی طناب منتقل می‌شود؟ ($\pi \simeq \sqrt{10}$)

- (۱) ۱۲ (۲) ۲۴ (۳) ۳۶ (۴) ۴۸

گزینه ۲-۱۳۹۵-متوسط

۱۷. شکل زیر، تصویر سه موج را در صفحه‌ی xoy نشان می‌دهد که جداگانه بر روی طنابی تحت نیروی کشش یکسان قرار می‌گیرد و در جهت محور x منتشر می‌شوند. کدام گزینه نادرست است؟



- (۱) انرژی متوسط انتقالی موج (۳) از بقیه بیش تر است.
 (۲) سرعت انتشار هر سه موج یکسان است.
 (۳) بسامد زاویه‌ای موج (۱) از بقیه بیش تر است.
 (۴) عدد موج دو موج (۲) و (۳) با هم برابر است.

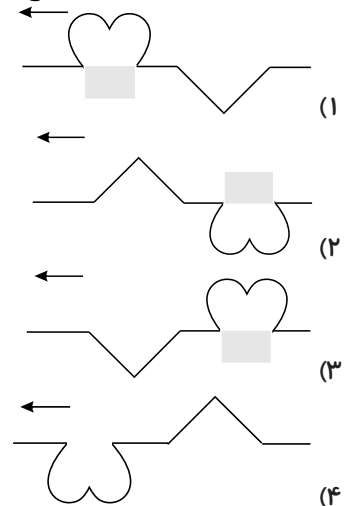
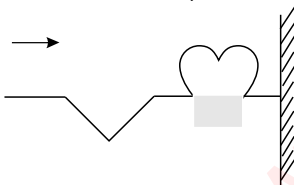
قلم چی-۱۳۹۵-سخت

۱۸. در سیمی به طول L که تحت کشش است، موجی با بسامد f ایجاد می‌کنیم. اگر بدون تغییر جرم سیم، بسامد موج و دامنه‌ی موج، نیروی کشش و طول سیم دو برابر شوند، توان متوسط انتقال انرژی موج چند برابر می‌شود؟

- (۱) ۱۶ (۲) ۲ (۳) $\frac{1}{2}$ (۴) ۴

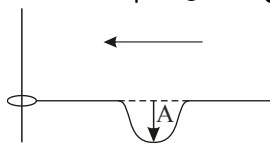
قلم چی-۱۳۹۵-سخت

۱۹. موجی مطابق شکل زیر به مانع سختی (انتهای بسته‌ی طناب) برخورد کرده و بازتاب می‌شود. موج بازتاب کدام گزینه است؟



قلم چی-۱۳۹۵-سخت

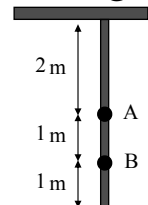
۲۰. در شکل زیر، هنگام برخورد تپ فرودی به انتهای آزاد طناب (حلقه)، پیشینه‌ی جابه‌جایی حلقه از وضع تعادلش کدام است؟



- (۱) A و در جهت پایین
(۲) $2A$ و در جهت پایین
(۳) A و در جهت بالا
(۴) $2A$ و در جهت بالا

-قلم چی- ۱۳۹۵-متوسط

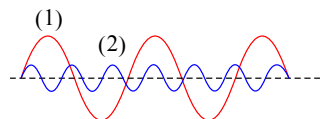
۲۱. در شکل مقابل ریسمانی همگن از سقف آویزان است. اگر در ریسمان امواج عرضی ایجاد کنیم، سرعت انتشار این امواج در نقطه‌ی A چند برابر نقطه‌ی B است؟



- (۱) ۱
(۲) ۲
(۳) $\sqrt{2}$
(۴) $2\sqrt{2}$

-قلم چی- ۱۳۹۵-سخت

۲۲. مطابق شکل زیر، دو طناب (۱) و (۲) به دو منبع ارتعاش متصل‌اند و موج در آن‌ها منتشر می‌شود. کدام یک از رابطه‌های زیر بین طول موج و بسامد موج در این دو طناب الزاماً درست است؟



- (۱) $f_1 < f_2$, $\lambda_1 > \lambda_2$
(۲) $f_1 > f_2$, $\lambda_1 < \lambda_2$
(۳) فقط $f_1 < f_2$
(۴) فقط $\lambda_1 > \lambda_2$

-قلم چی- ۱۳۹۶-متوسط

۲۳. سرعت انتشار امواج عرضی در تار به طول L که با نیروی کشیده F کشیده می‌شود برابر با V است. سرعت انتشار امواج عرضی در تار از همان جنس به طول $2L$ که با نیروی کشیده $4F$ کشیده شده است، چند V است؟ (سطح مقطع تار ثابت فرض شود.)

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

-قلم چی- ۱۳۹۶-متوسط

۲۴. سرعت انتشار امواج عرضی در یک طناب $30 \frac{m}{s}$ است. اگر بخواهیم سرعت انتشار امواج عرضی در این طناب $12 \frac{m}{s}$ افزایش یابد، باید نیروی کشش طناب را چند درصد افزایش دهیم؟

- (۱) ۹۶
(۲) ۴۰
(۳) ۸۴
(۴) ۱۶

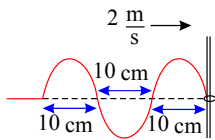
-گزینه ۲- ۱۳۹۶-متوسط

۲۵. سرعت انتشار امواج عرضی در یک طناب $40 \frac{m}{s}$ است. اگر $\frac{1}{4}$ طول طناب را ببریم و نیروی کشش را ۵۱ درصد کاهش دهیم، سرعت انتشار موج عرضی در طناب چند متر بر ثانیه خواهد شد؟

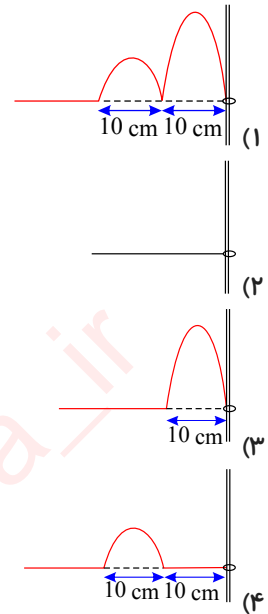
- (۱) $14\sqrt{3}$
(۲) ۲۸
(۳) $\frac{56\sqrt{3}}{3}$
(۴) ۱۴

-گزینه ۲- ۱۳۹۶-متوسط

۲۶. تپ نشان داده شده در شکل مقابل در لحظه $t = 0$ به انتهای آزاد تار می‌رسد. اگر سرعت انتشار تپ در تار $\frac{2}{3} \frac{m}{s}$ باشد، شکل

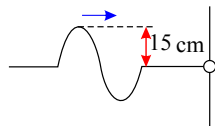


تار در $t = \frac{1}{3} s$ کدام است؟



گزینه ۲-۱۳۹۶-متوسط

۲۷. مطابق شکل زیر، تپی در یک طناب در حال انتشار است. مسافت طی شده توسط انتهای آزاد طناب از لحظه رسیدن تپ تا بازتاب کامل آن، چند سانتی متر است؟



- (۲) ۹۰
- (۴) ۱۰۰

- (۱) ۶۰
- (۳) ۱۲۰

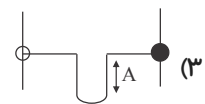
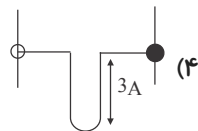
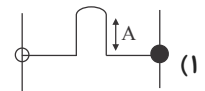
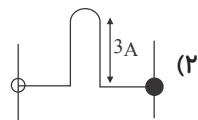
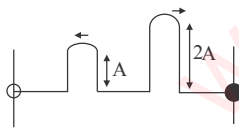
قلم چی-۱۳۹۶-سخت

۲۸. موج عرضی با دامنه 2 cm و طول موج 1.5 cm در طنابی منتشر می‌شود. ذره‌ای از طناب در مدت 0.2 s مسافت 16 cm را می‌پیماید. در همین مدت قله‌ی موج چند متر پیش روی می‌کند؟

- (۱) ۲
- (۲) ۳
- (۳) ۱
- (۴) ۲.۵

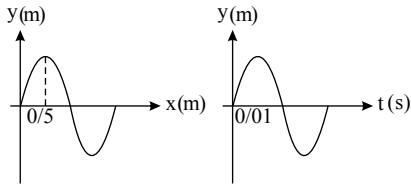
قلم چی-۱۳۹۶-سخت

۲۹. مطابق شکل زیر، دو تپ روی یک طناب در دو سوی مختلف در حال حرکتند. اگر یک انتهای طناب ثابت و انتهای دیگر آن آزاد باشد، اولین برهم نهی کامل دو تپ بازتابی از دو انتهای طناب به کدام صورت خواهد بود؟



قلم چی-۱۳۹۶-متوسط

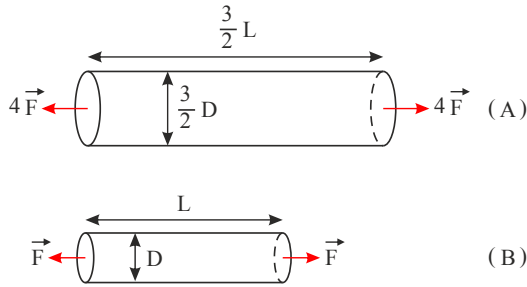
۳۰. نقش یک موج در یک لحظه خاص و نمودار بُعد - زمان یک ذره از محیط انتشار این موج مطابق شکل‌های زیر است. این موج مسافت ۱۵۰ متر را در چه مدتی بر حسب ثانیه طی می‌کند؟



- (۱) ۱٫۵
 (۲) ۲
 (۳) ۲٫۵
 (۴) ۳

-قلم چی- ۱۳۹۷-متوسط

۳۱. در شکل زیر چگالی فلز A چهار برابر چگالی فلز B است. سرعت انتشار موج‌های عرضی در تار B چند برابر سرعت انتشار موج‌های عرضی در تار A است؟



- (۱) $\frac{3}{2}$
 (۲) $\frac{2}{3}$
 (۳) ۱۲
 (۴) ۶

-قلم چی- ۱۳۹۷-متوسط

۳۲. در یک طناب همگن که با نیروی ۲۰ N کشیده شده است، موجی عرضی در حال انتشار است. اگر جرم هر ۱۰ متر از طناب برابر ۲ kg و فاصله هر قلّه از درّه مجاورش برابر با ۱۰ cm باشد، بسامد موج در طناب چند هرتز است؟

- (۱) ۲۵ (۲) ۵۰ (۳) ۷۵ (۴) ۱۰۰

-قلم چی- ۱۳۹۷-متوسط

۳۳. سرعت انتشار یک موج عرضی در یک طناب برابر $۲۰\frac{m}{s}$ است. اگر نیروی کشش ۶۹ درصد افزایش یابد، سرعت انتشار موج در همان طناب چند متر بر ثانیه زیاد می‌شود؟

- (۱) ۴ (۲) ۶ (۳) ۳ (۴) ۸

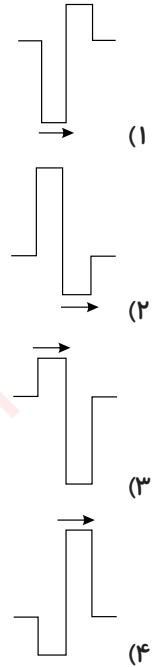
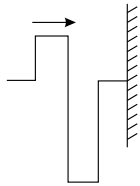
-گزینه ۲- ۱۳۹۷-متوسط

۳۴. اگر نیروی کشش تار مرتعشی را ۴ برابر کنیم و مساحت سطح مقطع آن را ۳۶ درصد کاهش دهیم، سرعت انتشار امواج عرضی در تار در این حالت چند برابر می‌شود؟

- (۱) $۰٫۶۴$ (۲) $۱٫۶$ (۳) $۲٫۵$ (۴) $۰٫۵$

-قلم چی- ۱۳۹۷-متوسط

۳۵. مطابق شکل زیر، تپی در طنابی که یک انتهایش به دیوار بسته شده است، تولید می‌شود. تپ بازتابیده از انتهای ثابت این طناب با کدام تپ به طور کامل برهم نهاده شود تا در یک لحظه، تمام نقطه‌های طناب ساکن دیده شود؟



قلم چی-۱۳۹۷-متوسط

۳۶. یک وزنه ۵ نیوتونی متصل به یک فنر روی میزی بدون اصطکاک دارای دوره تناوب π ثانیه است. اگر یک وزنه ۵ گرمی به آن

فنر در حالت قائم متصل شود، فنر چند سانتی‌متر کشیده می‌شود؟ $(g = 10 \frac{m}{s^2})$

- (۱) ۰٫۲۵ (۲) ۲٫۵ (۳) ۰٫۵ (۴) ۵

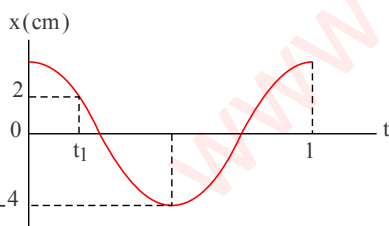
منتا-۱۳۹۸-متوسط

۳۷. هرگاه جسمی به جرم m که به فنری متصل شده، به نوسان در آید دوره تناوب آن s و دوره تناوب جسمی به اندازه ۳ کیلوگرم

بیشتر با همان فنر، $2s$ است جرم جسم چند کیلوگرم است؟

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

منتا-۱۳۹۸-متوسط



۳۸. نمودار مکان زمان نوسانگری مطابق شکل زیر است. مقدار t_1 کدام است؟

- (۱) $\frac{1}{12}$ (۲) $\frac{1}{8}$ (۳) $\frac{1}{6}$ (۴) $\frac{1}{4}$

منتا-۱۳۹۸-متوسط

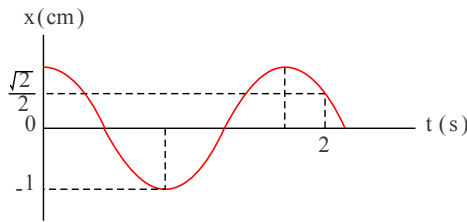
۳۹. جرمی متصل به یک فنر با بسامد 10 هرتز و دامنه ۴ سانتی‌متر پس از رها شدن از بالای نقطه تعادل در چه زمانی برای اولین بار از

۲ سانتی‌متر پایین نقطه تعادل عبور می‌کند؟

- (۱) $\frac{1}{5} s$ (۲) $\frac{1}{15} s$ (۳) $\frac{1}{20} s$ (۴) $\frac{1}{30} s$

منتا-۱۳۹۸-متوسط

۴۰. نمودار مکان- زمان نوسانگری مطابق شکل زیر است. بیشترین سرعت نوسانگر چند متر بر ثانیه است؟



$$\frac{\pi}{100} \quad (۲)$$

$$\frac{7\pi}{800} \quad (۱)$$

$$\frac{\pi}{80} \quad (۴)$$

$$\frac{9\pi}{800} \quad (۳)$$

متنا-۱۳۹۸-متوسط

۴۱. یک جرم متصل به یک فنر بدون جرم را به اندازه ۲ سانتی متر کشیده و رها می کنیم اگر بیشینه سرعت نوسانگر $\frac{\pi m}{5 s}$ باشد

مکان متحرک در زمان $t = \frac{1}{3} s$ چند سانتی متر است؟

$$-1 \quad (۴)$$

$$-0.5 \quad (۳)$$

$$1 \quad (۲)$$

$$0.5 \quad (۱)$$

متنا-۱۳۹۸-متوسط

۴۲. یک جرم متصل به فنری قائم را به اندازه ۲٫۵ cm فشرده و رها می کنیم، اگر بیشینه سرعت نوسانگر π متر بر ثانیه باشد مکان

متحرک در زمان $t = \frac{1}{12} s$ کدام گزینه است؟

$$-1.25 \text{ (cm)} \quad (۴)$$

$$+1.25 \text{ (cm)} \quad (۳)$$

$$-2.5 \text{ (cm)} \quad (۲)$$

$$+2.5 \text{ (cm)} \quad (۱)$$

متنا-۱۳۹۸-متوسط

۴۳. جرمی متصل به فنری قائم را به اندازه ۴ cm فشرده و رها می کنیم، اگر نوسانگر در زمان ۴ s ثانیه برای سومین بار از نقطه ۲ cm

بالتر از نقطه تعادل بگذرد بیشینه سرعت نوسانگر چند متر بر ثانیه خواهد بود؟

$$\frac{3\pi}{100} \quad (۴)$$

$$\frac{7\pi}{300} \quad (۳)$$

$$\frac{\pi}{60} \quad (۲)$$

$$\frac{\pi}{100} \quad (۱)$$

متنا-۱۳۹۸-متوسط

۴۴. جسمی به جرم ۱ kg متصل به فنری روی سطح میز بدون اصطکاک را کشیده و رها می کنیم. اگر نوسانگر در زمان ۵ s برای دومین

بار از نقطه ای در فاصله نصف دامنه نوسان طوری که طول فنر از طول تعادل فنر بیشتر باشد بگذرد با فرض اینکه انرژی مکانیکی

مجموعه ۰٫۰۲ ژول باشد دامنه نوسان چند سانتی متر است؟ (از جرم فنر صرف نظر کنید و فرض کنید $\pi \approx 3$)

$$40 \quad (۴)$$

$$30 \quad (۳)$$

$$20 \quad (۲)$$

$$10 \quad (۱)$$

متنا-۱۳۹۸-متوسط

۴۵. جسمی به جرم ۴ کیلوگرم با انرژی ۷٫۲ mJ در حال حرکت نوسانی ساده است. اگر نوسانگر در زمان ۳ s برای دومین بار از دامنه

در پایین نقطه تعادل بگذرد، دامنه چند سانتی متر است؟ (فرض کنید نوسان متحرک از بالاترین نقطه نسبت به نقطه تعادل شروع شود

و $\pi \approx 3$)

$$4 \quad (۴)$$

$$3 \quad (۳)$$

$$2 \quad (۲)$$

$$1 \quad (۱)$$

متنا-۱۳۹۸-متوسط

۴۶. جسمی به جرم ۲ کیلوگرم با انرژی ۹۰ mJ در حال حرکت نوسانی ساده است. اگر نوسانگر در زمان ۲ s برای دومین بار از دامنه

در بالای نقطه تعادل بگذرد دامنه چند سانتی متر است؟ (فرض کنید نوسان از بالاترین نقطه نسبت به تعادل شروع شود و $\pi \approx 3$)

$$20 \quad (۴)$$

$$15 \quad (۳)$$

$$10 \quad (۲)$$

$$5 \quad (۱)$$

متنا-۱۳۹۸-متوسط

۴۷. جسمی به جرم ۳ kg با انرژی ۱۵ mJ در حال حرکت نوسانی ساده است. اگر نوسانگر در زمان ۱ s ثانیه برای چهارمین بار از

فاصله نصف دامنه در پایین نقطه تعادل عبور کند با فرض آغاز نوسان از بالاترین نقطه نسبت به نقطه تعادل دامنه چند سانتی متر است؟

($\pi \approx 3$)

$$2.5 \quad (۴)$$

$$2 \quad (۳)$$

$$1.5 \quad (۲)$$

$$1 \quad (۱)$$

متنا-۱۳۹۸-متوسط

۴۸. جسمی به جرم $۲٫۵\text{kg}$ با انرژی ۵۰mJ در حرکت نوسانی ساده است اگر نوسانگر در زمان $۰٫۵\text{s}$ برای اولین بار از فاصله $\frac{\sqrt{۳}}{۲}$ دامنه در پایین نقطه تعادل عبور کند با فرض آغاز نوسان از بالاترین نقطه نسبت به نقطه تعادل، بیشینه سرعت نوسانگر چند متر بر ثانیه است؟ ($\pi \simeq ۳$)

- (۱) $۰٫۱$ (۲) $۰٫۲$ (۳) ۱ (۴) ۲

متنا-۱۳۹۸-متوسط

۴۹. جسمی به جرم ۲۰۰ گرم با انرژی مکانیکی ۴mJ از بالاترین نقطه نسبت به نقطه تعادل نوسان خود را آغاز می نماید. در صورتیکه نوسانگر در زمان $\frac{۵}{۶}\text{s}$ از پایین نقطه تعادل و $\frac{\sqrt{۳}}{۲}$ دامنه برای اولین بار عبور نماید، در زمان $\frac{۷}{۴}\text{s}$ از چه فاصله ای از نقطه تعادل و در کدام سمت آن عبور نمی نماید؟

- (۱) $\frac{\sqrt{۲}}{۱۰\pi}$ متر و بالای نقطه تعادل
 (۲) $\frac{\sqrt{۲}}{۱۰\pi}$ متر و پایین نقطه تعادل
 (۳) $\frac{\sqrt{۳}}{۱۰\pi}$ متر و بالای نقطه تعادل
 (۴) $\frac{\sqrt{۳}}{۱۰\pi}$ متر و پایین نقطه تعادل

متنا-۱۳۹۸-متوسط

۵۰. دامنه نوسان وزنه ای که به یک فنر با ثابت فنر $۷۴\frac{N}{m}$ متصل است و در راستای افقی نوسان می کند برابر با ۸cm است. اگر انرژی پتانسیل این نوسانگر در نقطه ای از مسیر نوسان، $J \times ۱۰^{-۲} \times ۸$ باشد، انرژی جنبشی آن در این مکان چقدر است؟ (از نیروهای اتلافی چشم پوشی شود.)

- (۱) $J \times ۱۰^{-۲} \times ۱۴٫۶۸$ (۲) $J \times ۱۰^{-۳} \times ۱۴٫۶۸$ (۳) $J \times ۱۰^{-۲} \times ۱۵٫۶۸$ (۴) $J \times ۱۰^{-۳} \times ۱۵٫۶۸$

متنا-۱۳۹۸-متوسط

۵۱. جرم و شعاع سیاره ای نصف جرم و شعاع زمین است دوره نوسان یک آونگ ساده روی آن سیاره نسبت به دوره نوسانش روی زمین کدام است؟

- (۱) $\frac{۱}{۴}$ (۲) $\frac{۱}{۲}$ (۳) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$ (۴) ۱

متنا-۱۳۹۸-متوسط

۵۲. جرم سیاره ای $\frac{۱}{۴}$ جرم زمین و شعاع آن نصف شعاع زمین است دوره تناوب یک آونگ ساده روی آن سیاره نسبت به دوره تناوبش روی زمین کدام است؟

- (۱) $\frac{۱}{۲}$ (۲) $\frac{۱}{\sqrt{۲}}$ (۳) ۱ (۴) ۲

متنا-۱۳۹۸-متوسط

۵۳. اگر جرم سیاره ای $\frac{۱۰^{۲۴}}{۶٫۶۷}$ کیلوگرم و شعاع آن ۱۰۰۰ کیلومتر باشد، یک ساعت آونگی روی آن سیاره هر ثانیه اش چند برابر هر ثانیه روی زمین است؟ ($g_{\text{زمین}} = ۱۰\text{m/s}^2$, $G = ۶٫۶۷ \times ۱۰^{۱۱}\text{N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$)

- (۱) $\frac{۱}{۲}$ (۲) ۱ (۳) ۲ (۴) ۴

متنا-۱۳۹۸-متوسط

۵۴. اگر زمان تناوب یک آونگ ساده روی سیاره ای با شعاع ۲ برابر شعاع زمین، نصف زمان تناوب آونگ روی زمین باشد، جرم سیاره چند برابر جرم زمین است؟

- (۱) ۲ (۲) ۴ (۳) ۸ (۴) ۱۶

متنا-۱۳۹۸-متوسط

۵۵. اگر زمان تناوب یک آونگ ساده روی سیاره‌ای با شعاع $\sqrt{2}$ برابر شعاع زمین $\frac{\sqrt{2}}{2}$ برابر زمان تناوب آن روی زمین باشد، جرم سیاره، چند برابر جرم زمین است؟

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

منتا-۱۳۹۸-متوسط

۵۶. اگر زمان تناوب یک آونگ ساده روی سیاره‌ای با شعاع نصف شعاع زمین دو برابر دوره تناوب آونگ روی زمین باشد، جرم زمین چند برابر جرم سیاره است؟

- (۱) $\frac{1}{2}$ (۲) ۲ (۳) ۱۶ (۴) ۴

منتا-۱۳۹۸-متوسط

۵۷. اگر زمان تناوب یک آونگ ساده روی سیاره‌ای با شعاع $\frac{5}{2}$ برابر شعاع زمین، $\frac{1}{4}$ دوره تناوب آن روی زمین باشد جرم سیاره چند برابر جرم زمین است؟

- (۱) ۵ (۲) $\frac{1}{5}$ (۳) ۲۵ (۴) $\frac{1}{25}$

منتا-۱۳۹۸-متوسط

۵۸. دوره تناوب یک آونگ ساده در داخل یک آسانسور با حرکت یکنواخت چند برابر دوره تناوب آن در آسانسوری است که با شتاب $2m/s^2$ به سمت بالا شروع به حرکت می‌نماید؟ ($g = 10m/s^2$)

- (۱) $\sqrt{\frac{5}{6}}$ (۲) $\sqrt{\frac{4}{5}}$ (۳) $\sqrt{\frac{6}{5}}$ (۴) $\sqrt{\frac{5}{4}}$

منتا-۱۳۹۸-متوسط

۵۹. دوره تناوب یک آونگ ساده که از فلزی سبک با طول $2cm$ در صفر مطلق ساخته شده است، $1s$ است. دوره تناوب آونگ در دمای 300 کلوین کدام است؟ (ضریب انبساط طولی فلز $10^{-2}C^{-1}$ است.)

- (۱) $0.2s$ (۲) $0.4s$ (۳) $2.5s$ (۴) $5s$

منتا-۱۳۹۸-متوسط

۶۰. دوره تناوب آونگ متصل به یک میله فلزی در آسانسوری که دمای داخلش 200 کلوین است و با شتاب $2m/s^2$ رو به بالا شروع به حرکت می‌کند چند برابر دوره تناوبش در آسانسوریست که دمای داخلش 600 کلوین و با همان شتاب رو به پایین شروع به حرکت می‌کند؟ ($g = 10m/s^2$ و $\alpha = 10^{-3}C^{-1}$ ضریب انبساط طولی میله)

- (۱) $\sqrt{\frac{10}{21}}$ (۲) $\sqrt{\frac{21}{10}}$ (۳) $\sqrt{\frac{5}{7}}$ (۴) $\sqrt{\frac{7}{5}}$

منتا-۱۳۹۸-سخت

۶۱. ک آونگ ساده ساخته شده از یک فلز سبک در داخل آسانسوری بر روی یک سیاره با شتاب 2 برابر شتاب زمین که دمای آن برحسب سیلسیوس 37.5 برابر دمای زمین است قرار دارد و با شتاب 4 متر بر مجذور ثانیه رو به پایین شروع به حرکت می‌کند. دوره تناوب آن چند برابر دوره تناوبش در آسانسور روی زمین که با همان شتاب رو به بالا حرکت می‌کند می‌باشد؟

(g زمین $= 10m/s^2$ و دمای زمین $20^\circ C$ و $\alpha = 10^{-2}C^{-1}$ ضریب انبساط طولی میله)

- (۱) $\frac{\sqrt{3}}{2}$ (۲) $\frac{2}{\sqrt{3}}$ (۳) $\frac{\sqrt{6}}{4}$ (۴) $\frac{4}{\sqrt{6}}$

منتا-۱۳۹۸-سخت

۶۲. دوره تناوب یک آونگ ساده ساخته شده از یک فلز سبک روی سیاره‌ای با دمای ۸۰۰ کلوین با جرمی دو برابر جرم زمین و شعاعی ۴ برابر آن، چند برابر دوره تناوب آن روی کره زمین با دمای $۲۷^{\circ}C$ است؟
 $(\alpha = ۲ \times ۱۰^{-۳} C^{-۱})$ ضریب انبساط خطی (میله)

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

متنا-۱۳۹۸-سخت

۶۳. دوره تناوب یک آونگ ساده ساخته شده از فلزی سبک روی سیاره‌ای با دمای ۹۰۰ کلوین چند برابر دوره تناوب آن روی سیاره‌ای دیگر با جرم ۴ برابر و شعاع ۲ برابر که دمای آن $۱۲۷^{\circ}C$ است، می‌باشد؟ $(\alpha = ۲ \times ۱۰^{-۳} C^{-۱})$ ضریب انبساط طولی (میله)

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

متنا-۱۳۹۸-سخت

۶۴. دوره تناوب یک آونگ ساخته شده از فلزی سبک روی سیاره‌ای با دمای ۲۰۰ کلوین چند برابر دوره تناوب آن روی سیاره‌ای دیگر با دمای ۳۰۰ کلوین با جرم $\frac{1}{5}$ و شعاع $\frac{1}{4}$ برابر است؟ $(\alpha = ۶ \times ۱۰^{-۳} C^{-۱})$ ضریب انبساط طولی (میله)

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

متنا-۱۳۹۸-سخت

۶۵. دوره تناوب یک آونگ ساده روی سیاره‌ای با جرم $۱۰^{۲۴}$ کیلوگرم و شعاع ۱۰۰۰ کیلوگرم و شعاع ۱۰۰۰ کیلوگرم $\sqrt{2}$ برابر دوره تناوب آن روی سیاره‌ای با جرم ۴×۱۰^{۲۴} کیلوگرم و شعاع ۲۰۰۰ کیلوگرم و دمای متفاوت با آن است دمای سیاره‌ی اول چقدر از دمای سیاره دوم بیشتر است؟ (ضریب انبساط طولی آونگ $\alpha = ۱۰^{-۲} C^{-۱}$ است.)

(۱) $۱۰۰۰^{\circ}C$ (۲) $۱۵۰۰^{\circ}C$ (۳) $۱۰۰^{\circ}C$ (۴) $۱۵۰^{\circ}C$

متنا-۱۳۹۸-سخت

۶۶. وزنه‌ای به جرم $۲kg$ را به انتهای فنری آویخته و در داخل آسانسوری که با شتاب ۲ متر بر ثانیه رو به بالا شروع به حرکت می‌کند، می‌آویزیم تا طول آن به اندازه ۶ سانتی‌متر افزایش یابد. پس از آن جرم را به اندازه $۱cm$ پایین کشیده و رها می‌کنیم. چند ثانیه پس از آن نوسانگر از ۵ سانتی‌متر بالاتر از نقطه تعادل جدید برای دومین بار عبور خواهد کرد؟ $(g = ۱۰ m/s^2)$

(۱) $\frac{2}{15}$ ثانیه (۲) $\frac{2\pi}{15}$ ثانیه (۳) $\frac{2\sqrt{2}}{15}$ ثانیه (۴) $\frac{2\sqrt{2}\pi}{15}$ ثانیه

متنا-۱۳۹۸-سخت

۶۷. 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 بر حسب ثانیه نوسانگر برای اولین بار از $\sqrt{2}$ سانتی‌متری پایین نقطه تعادل جدید عبور خواهد کرد؟ $(g = ۱۰ \frac{m}{s^2})$

(۱) $\frac{1}{4}$ (۲) $\frac{\pi}{4}$ (۳) $\frac{30}{80}$ (۴) $\frac{2\pi}{80}$

متنا-۱۳۹۸-سخت

۶۸. وزنه‌ای در داخل آسانسوری که با شتاب $4m/s^2$ رو به پایین شروع به حرکت کرده است به فنری آویزان شده و به این وسیله آن را $1.5cm$ می‌کشد. اگر فنر را 0.5 سانتی‌متر فشرده و رها کنیم در زمان $\frac{\pi}{120}$ ثانیه نوسانگر در چه فاصله و کدام سمت نقطه

تعدادل جدید خواهد بود؟ ($g = 10m/s^2$)

(۱) $\frac{1}{4}$ سانتی‌متر بالاتر از نقطه تعادل

(۲) $\frac{1}{4}$ سانتی‌متر پایین‌تر از نقطه تعادل

(۳) $\frac{\sqrt{3}}{4}$ سانتی‌متر بالاتر از نقطه تعادل

(۴) $\frac{\sqrt{3}}{4}$ سانتی‌متر پایین‌تر از نقطه تعادل

ممتا-۱۳۹۸-متوسط

۶۹. وزنه‌ای در داخل آسانسوری که با شتاب $5m/s^2$ رو به پایین حرکت خودش را آغاز می‌کند از متری آویزان شده طول آن را $5cm$ افزایش می‌دهد. اگر فنر را $2.5cm$ کشیده و رها کنیم در لحظه‌ای که انرژی پتانسیل کشسانی فنر نسبت به محل تعادل

جدیدش ۳ برابر انرژی جنبشی آن نسبت به آسانسور باشد سرعت نوسانگر چند متر بر ثانیه است؟ ($g = 10m/s^2$)

(۱) 0.125 (۲) 0.25 (۳) 1.25 (۴) 2.5

ممتا-۱۳۹۸-متوسط

۷۰. دوره؟ تناوب یک آونگ آویزان در آسانسوری که با شتاب $2.5 \frac{m}{s^2}$ شروع به حرکت به سمت بالا کرده است چند برابر دوره

تناوب آونگ در یک آسانسور با حرکت یکنواخت است؟ ($g = 10m/s^2$)

(۱) $\frac{2}{\sqrt{5}}$ (۲) $\frac{\sqrt{5}}{2}$ (۳) $\frac{4}{\sqrt{5}}$ (۴) $\frac{\sqrt{5}}{4}$

ممتا-۱۳۹۸-متوسط

۷۱. دوره تناوب یک آونگ ساده در داخل آسانسوری که با شتاب $2.5m/s^2$ به سمت پایین شروع به حرکت می‌کند ۲ برابر دوره

تناوب یک آونگ دیگر در آسانسور ساکن است. طول آونگ ساده در آسانسور شتاب دار چند برابر آونگ ساده در آسانسور ساکن

است؟ ($g = 10m/s^2$)

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

ممتا-۱۳۹۸-متوسط

۷۲. وزنه‌ای یک کیلوگرمی در داخل آسانسوری که با شتاب ثابت $5m/s^2$ رو به پایین حرکت را آغاز می‌نماید از فنری آویزان شده و

طول آن را $5cm$ افزایش می‌دهد. اگر فنر را $2.5cm$ کشیده و رها کنیم، در لحظه‌ای که پتانسیل کشسانی $\frac{25}{16}$ ژول است تندی نسبت

به آسانسور کدام است؟ ($g = 10m/s^2$)

(۱) $\frac{5}{4}$ متر بر ثانیه (۲) $\frac{5\sqrt{2}}{4}$ متر بر ثانیه (۳) $\frac{5\sqrt{2}}{2}$ متر بر ثانیه (۴) $\frac{5}{4}$ متر بر ثانیه

ممتا-۱۳۹۸-سخت

۷۳. وزنه‌ای در داخل آسانسوری که با شتاب ثابت $5m/s^2$ رو به بالا حرکت خود را آغاز می‌کند از فنری آویزان شده و طول آن را

1 متر افزایش می‌دهد. اگر فنر را $5cm$ کشیده و رها کنیم با فرض اینکه جرم وزنه $2kg$ باشد، در نقطه‌ای که انرژی پتانسیل

کشسانی فنر 125 ژول است، تندی وزنه نسبت به آسانسور کدام است؟ ($g = 10m/s^2$)

(۱) $0.5m/s$ (۲) $0.25m/s$ (۳) $2m/s$ (۴) $4m/s$

ممتا-۱۳۹۸-متوسط

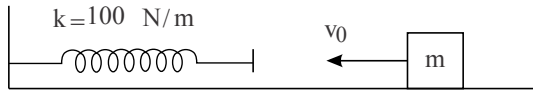
۷۴. وزنه‌ای به جرم 1 kg در داخل آسانسوری که با شتاب ثابت 3.5 m/s^2 رو به بالا شروع به حرکت می‌کند به یک فنر آویزان شده طول آن را 1.5 cm افزایش می‌دهد. در صورتیکه فنر را 0.5 cm کشیده و رها کنیم در نقطه‌ای که انرژی پتانسیل کشسانی فنر 3×10^{-3} ژول باشد، تندی وزنه نسبت به آسانسور کدام است؟ ($g = 10\text{ m/s}^2$)

(۱) 1 m/s (۲) 2 m/s (۳) 1 m/s (۴) 0.2 m/s

متنا-۱۳۹۸-متوسط

۷۵. وزنه‌ای به جرم 1 kg مطابق شکل با سرعت 2 m/s به فنری برخورد کرده و آن را فشرده می‌سازد. فرض کنید جسم محکم به آن می‌چسبد طوری که در بازگشت فنر به حالت اول از آن جدا نمی‌شود. معادله حرکت نوسانی در SI کدام است؟ (اصطکاک سطح ناچیز)

(۲) $x = 0.2 \cos 5t$



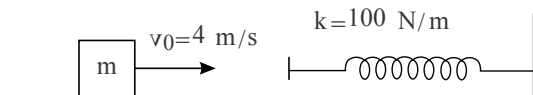
(۲) $x = 0.2 \cos 10t$

(۴) $x = 0.2 \cos 10\pi t$

(۳) $x = 0.2 \cos 5\pi t$

متنا-۱۳۹۸-متوسط

۷۶. وزنه‌ای به جرم 1 kg مطابق شکل با سرعت 4 m/s به فنری برخورد کرده و طوری به آن می‌چسبد که پس از فشرده شدن و بازگشت فنر از آن جدا نمی‌شود. مکان نوسانگر در زمان $\frac{\pi}{30}$ کدام است؟ (اصطکاک ناچیز)



(۲) 0.2 m

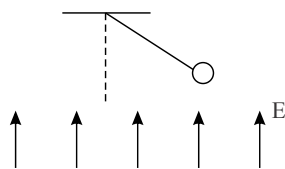
(۴) 0.4 m

(۱) 0.1 m

(۳) 0.3 m

متنا-۱۳۹۸-متوسط

۷۷. گلوله‌ای 1 گرمی که بار الکتریکی $2\mu\text{C}$ روی آن ذخیره شده مطابق شکل به میله‌ای بدون جرم متصل و در میدان الکتریکی $15 \times 10^3\text{ N/C}$ حرکت نوسانی ساده انجام می‌دهد. با حذف میدان دوره تناوب نوسان چند برابر می‌شود؟ ($g = 10\text{ m/s}^2$)



(۲) 2

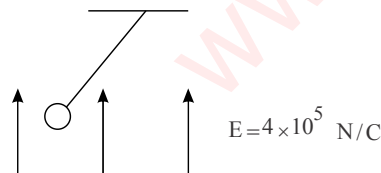
(۴) 4

(۱) $\sqrt{2}$

(۳) $2\sqrt{2}$

متنا-۱۳۹۸-سخت

۷۸. وزنه‌ای به جرم 1 kg و بار الکتریکی $5\mu\text{C}$ مطابق شکل در انتهای میله بدون جرم دارای حرکت نوسانی ساده است. دوره تناوب آونگ نسبت به دوره تناوبش در حالی که میدان صفر شود چقدر است؟ ($g = 10\text{ m/s}^2$)



(۱) $\sqrt{2}$

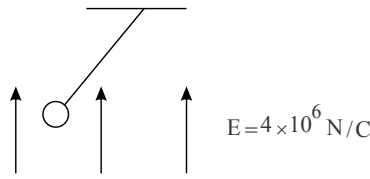
(۲) $\sqrt{5}$

(۳) $\frac{\sqrt{2}}{2}$

(۴) $\frac{\sqrt{5}}{2}$

متنا-۱۳۹۸-سخت

۷۹. وزنه‌ای به جرم 2 kg و بار الکتریکی $1\ \mu\text{C}$ مطابق شکل در انتهای میله‌ای بدون جرم دارای حرکت نوسانی ساده است. دوره تناوب آونگ ساده نسبت به حالتی که میدان نصف شود چقدر است؟



$$\frac{1}{2\sqrt{2}} \quad (2)$$

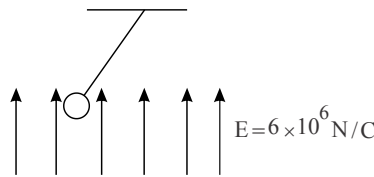
$$\frac{3}{4} \quad (4)$$

$$\frac{1}{\sqrt{2}} \quad (1)$$

$$\frac{3}{2\sqrt{2}} \quad (3)$$

متنا-۱۳۹۸-متوسط

۸۰. وزنه‌ای به جرم 1 kg و بار $1\ \mu\text{C}$ در میدان الکتریکی مطابق شکل زیر به میله‌ای بدون جرم متصل و در حال حرکت نوسانی ساده است. اگر میدان را بدون تغییر اندازه به جهت عکس تغییر دهیم دوره تناوب چند برابر می‌شود؟ ($g = 10\ \frac{m}{s^2}$)



$$\frac{1}{2} \quad (2)$$

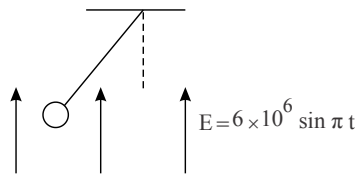
$$\frac{1}{4} \quad (4)$$

$$\frac{1}{\sqrt{2}} \quad (1)$$

$$\frac{1}{2\sqrt{2}} \quad (3)$$

متنا-۱۳۹۸-سخت

۸۱. وزنه‌ای به جرم 1 kg و بار $1\ \mu\text{C}$ در میدان الکتریکی که به صورت سینوسی تغییر می‌کند به میله‌ای بدون جرم متصل و در حال حرکت نوسانی ساده است. دوره تناوب آونگ در مبدأ زمان چند برابر دوره تناوب آن در 5 s است؟



$$\frac{\sqrt{5}}{5} \quad (2)$$

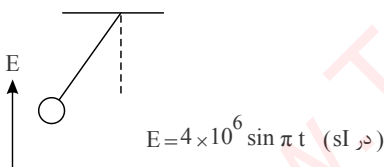
$$\frac{4}{5} \quad (4)$$

$$\frac{2}{5} \quad (1)$$

$$\frac{2\sqrt{5}}{5} \quad (3)$$

متنا-۱۳۹۸-سخت

۸۲. وزنه‌ای به جرم 2 kg و بار $2\ \mu\text{C}$ در میدان الکتریکی شکل زیر به میله‌ای بدون جرم متصل و در حال حرکت نوسانی ساده است. نسبت دوره تناوب در $\frac{7}{6}\text{ s}$ به دوره تناوب در $\frac{1}{6}$ کدام است؟ ($g = 10\ \frac{m}{s^2}$)



$$\sqrt{\frac{2}{3}} \quad (2)$$

$$\frac{2}{3} \quad (4)$$

$$\frac{1}{\sqrt{3}} \quad (1)$$

$$\frac{1}{3} \quad (3)$$

متنا-۱۳۹۸-سخت

۸۳. وزنه‌ای به جرم 2 kg را در آسانسوری با شتاب رو به پایین به میله سبکی با طول 2 m آویخته و به حرکت نوسانی ساده آونگی با دامنه 2 cm درمی‌آوریم انرژی جنبشی آونگ در پایین‌ترین نقطه نسبت به سقف آسانسور کدام است؟
(۱) 8 mJ (۲) 16 mJ (۳) 8 mJ (۴) 16 mJ

متنا-۱۳۹۸-متوسط

۸۴. وزنه‌ای به جرم 2 kg را در آسانسوری که با شتاب $4\ \frac{m}{s^2}$ رو به پایین شروع به حرکت می‌کند به میله‌ای سبک به طول یک متر آویخته و به صورت آونگی ساده با دامنه 4 cm درمی‌آوریم. پس از مدتی که آسانسور دارای حرکت یکنواخت می‌شود انرژی مکانیکی آونگ ساده چگونه تغییر می‌کند؟ ($g = 10\ \frac{m}{s^2}$) (سرعت گلوله نسبت به آسانسور نسنجیده می‌شود.)

- (۱) 6.4 mJ کاهش می‌یابد. (۲) 6.4 mJ افزایش می‌یابد.
(۳) 3.2 mJ کاهش می‌یابد. (۴) 3.2 mJ افزایش می‌یابد.

متنا-۱۳۹۸-سخت

۸۵. وزنه‌ای به جرم 400 گرم را در آسانسوری که شتاب $2 m/s^2$ رو به پایین شروع به حرکت می‌کند به میله سبکی که از نصف آویزان است و طول آن 2 متر است آویزان کرده و به اندازه 2 سانتی‌متر به یک طرف منحرف و رها می‌کنیم پس از مدتی اگر آسانسور با شتاب $2 m/s^2$ به بالا حرکت کند انرژی مکانیکی آونگ چقدر تغییر خواهد کرد؟ ($g = 10 m/s^2$) (که سرعت گلوله نسبت به آسانسور سنجیده می‌شود)

$16 \times 10^{-5} J$ (۴) $8 \times 10^{-5} J$ (۳) $4 \times 10^{-5} J$ (۲) $2 \times 10^{-5} J$ (۱)

متنا-۱۳۹۸-سخت

۸۶. وزنه‌ای به جرم $400 gr$ را در آسانسوری که با شتاب $2 m/s^2$ رو به پایین شروع به حرکت می‌کند به میله سبکی که از سقف آویزان است و طول آن 2 متر است آویخته و به اندازه 4 سانتی‌متر به یک طرف منحرف و رها می‌سازیم. انرژی مکانیکی نوسانگر چقدر است؟ ($g = 10 m/s^2$)

$64 \times 10^{-5} J$ (۴) $64 \times 10^{-4} J$ (۳) $128 \times 10^{-5} J$ (۲) $128 \times 10^{-4} J$ (۱)

متنا-۱۳۹۸-متوسط

۸۷. دو ساعت آونگ‌دار مشابه یکی روی زمین و دیگری روی کره 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 6 روی ساعت زمینی با ساعت چند روی ساعت کره مورد نظر معادل است؟

۷ (۴) ۶ (۳) ۵ (۲) ۴ (۱)

متنا-۱۳۹۸-متوسط

۸۸. سفینه‌ای در فاصله $\frac{1}{4}$ فاصله ماه و زمین از ماه قرار دارد. دو ساعت آونگی کاملاً یکسان را در نظر بگیرید که یکی روی زمین و دیگری در سفینه قرار دارد. اگر هر دو ساعت با تنظیم در صفر به طور همزمان به کار افتند ساعت 18 روی زمین تقریباً با چه ساعتی روی سفینه معادل است؟

ماه $m = \frac{400}{3} m$ و فاصله ماه تا زمین 62.5 برابر شعاع زمین است.

(۱) ساعت یک و ده دقیقه (۲) ساعت ۷ دقیقه بعد از صفر
 (۳) ساعت دو و بیست دقیقه (۴) ساعت ۱۴ دقیقه بعد از صفر

متنا-۱۳۹۸-سخت

۸۹. وزنه‌ای به جرم 100 گرم را در آسانسوری که با شتاب $1 m/s^2$ رو به پایین شروع به حرکت می‌کند به نخ سبکی به طول $10 cm$ که از سقف آسانسور آویزان است، وصل کرده و پس از انحراف سانتی‌متر از حالت تعادل به نوسان درمی‌آوریم. انرژی مکانیکی نوسانگر چند ژول است؟ ($g = 10 m/s^2$)

9×10^{-6} (۴) 9×10^{-3} (۳) 4.5×10^{-6} (۲) 4.5×10^{-3} (۱)

متنا-۱۳۹۸-متوسط

۹۰. یک آونگ ساده دارای انرژی مکانیکی 2 ژول است. اگر طول آونگ و دامنه نوسان را 4 برابر کنیم، انرژی مکانیکی آونگ چند ژول خواهد بود؟

۸ (۴) ۴ (۳) ۲ (۲) ۱ (۱)

متنا-۱۳۹۸-متوسط

۹۱. گلوله‌ای که به یک فنر بدون جرم با ثابت $100 N/m$ متصل است با دامنه $2 cm$ در حال حرکت نوسانی ساده است. جرم گلوله چند کیلوگرم باشد تا انرژی مکانیکی آن با انرژی مکانیکی آونگی ساده با همان جرم به طول $10 cm$ که با دامنه $5 cm$ نوسان می‌کند برابر باشد؟ ($g = 10 m/s^2$)

$16 kg$ (۴) $8 kg$ (۳) $4 kg$ (۲) $1 kg$ (۱)

متنا-۱۳۹۸-سخت

۹۲. آونگ ساده‌ای در حال حرکت نوسانی است. آونگ را در داخل آسانسور قرار داده و با همان دامنه نوسان در می‌آوریم. آسانسور

با چه شتابی در کدام جهت شروع به حرکت کند تا انرژی مکانیکی آونگ $\frac{3}{2}$ برابر شود؟

- (۱) $2,5m/s^2$ به سمت پایین
(۲) $2,5m/s^2$ به سمت بالا
(۳) $5m/s^2$ به سمت پایین
(۴) $5m/s^2$ به سمت بالا

منتا-۱۳۹۸-سخت

۹۳. آونگ ساده‌ای در حال نوسان است. اگر آونگ را در آسانسوری قرار دهیم و با دامنه ۲ برابر به نوسان در آوریم آسانسور با چه

شتابی و به کدام جهت شروع به حرکت کند تا انرژی مکانیکی آونگ تغییر ننماید؟ ($g = 10m/s^2$)

- (۱) $5,5m/s^2$ به سمت پایین
(۲) $5,5m/s^2$ به سمت بالا
(۳) $7,5m/s^2$ به سمت پایین
(۴) $7,5m/s^2$ به سمت بالا

منتا-۱۳۹۸-سخت

۹۴. آونگ ساده‌ای در یک آسانسور ساکن در حالت نوسان ساده با دامنه $2cm$ است. آسانسور با شتاب $3,6m/s^2$ به سمت پایین

شروع به حرکت می‌کند دامنه نوسان چقدر باشد تا انرژی مکانیکی آونگ تغییر نکند؟ ($g = 10m/s^2$)

- (۱) $1,5cm$ (۲) $2,5cm$ (۳) $1,75cm$ (۴) $1,75cm$

منتا-۱۳۹۸-سخت

۹۵. آونگ ساده‌ای در آسانسور ساکنی در حال نوسان با دامنه $1cm$ می‌باشد. آسانسور با چه شتاب و در کدام جهت حرکت کند تا در

صورتی که دامنه آن را 5 سانتی‌متر افزایش دهیم انرژی مکانیکی آونگ تغییری نکند؟ ($g = 10m/s^2$)

- (۱) $5m/s^2$ رو به پایین
(۲) $5m/s^2$ رو به بالا
(۳) $\frac{50}{9}m/s^2$ رو به پایین
(۴) $\frac{50}{9}m/s^2$ رو به بالا

منتا-۱۳۹۸-سخت

۹۶. بسامد تشدید یک آونگ ساده طول $1,2m$ در داخل آسانسوری که با شتاب $2m/s^2$ رو به بالا شروع به حرکت می‌کند، ۲ برابر

بسامد تشدید جرم و فنری است که ثابت فنر آن $200N/m$ است. جرم متصل به فنر چند کیلوگرم است؟

- (۱) $80kg$ (۲) $40kg$ (۳) $20kg$ (۴) $10kg$

منتا-۱۳۹۸-متوسط

۹۷. اگر تقریباً به طور عمود بر سطح آب استخری نگاه کنیم کف آن را 75 سانتیمتر بالاتر از جای واقعی آن می‌بینیم، در صورتی که

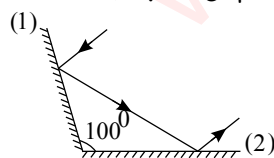
ضریب شکست آب $\frac{4}{3}$ باشد عمق استخر چند متر است؟

- (۱) $2,25$ (۲) $1,5$ (۳) 3 (۴) 4

آزاد صبح-۱۳۸۱-متوسط

۹۸. در شکل روبه‌رو، زاویه‌ی بین دو آینه 100° است. پرتو نوری پس از بازتاب از آینه‌ی اول به آینه‌ی دوم می‌تابد. پرتو بازتابیده

از آینه‌ی دوم نسبت به پرتو تابیده به آینه‌ی اول، چند درجه منحرف می‌شود؟



- (۱) 50
(۲) 200
(۳) 160
(۴) 260

سراسری-۱۳۸۱-متوسط

۹۹. درون ظرفی از مایعی به ارتفاع 30 سانتی‌متر ریخته شده است. وقتی از بالا به طور قائم به کف ظرف نگاه می‌کنیم، کف ظرف را 6

سانتی‌متر بالاتر می‌بینیم. چند سانتی‌متر دیگر از همان مایع به ارتفاع مایع درون ظرف بیفزاییم تا وقتی از بالا به طور قائم به کف ظرف

نگاه کنیم، آن را در 30 سانتی‌متری از سطح مایع ببینیم؟

- (۱) 6 (۲) $7,5$ (۳) 12 (۴) $1,2$

منتا-۱۳۹۱-سخت

۱۰۰. دورن ظرفی از مایعی پر شده است. در کف ظرف دو لامپ آبی و قرمز روشن است. ناظری از بالا به لامپها نگاه می کند و لامپ آبی را ۳ سانتی متر بالاتر از لامپ قرمز می بیند. اگر ضریب شکست آن مایع برای نورهای آبی و قرمز به ترتیب ۱٫۸ و ۱٫۵ باشد، عمق مایع درون ظرف چقدر بوده است؟

- (۱) ۱۸ سانتی متر (۲) ۲۴ سانتی متر (۳) ۳۶ سانتی متر (۴) ۲۷ سانتی متر

متنا-۱۳۹۱-متوسط

۱۰۱. داخل ظرف شیشه ای با جداره ی نازک از مایع شفافی به ارتفاع ۲۴ سانتی متر پر شده است. از کف ظرف یک چشمه ی نور لیزری پرتوی نوری را به داخل مایع می تاباند. این پرتو نور با زاویه ی ۳۷ درجه نسبت به خط قائم بر سطح جدایی دو محیط (مایع و هوا) می رسد و با همان زاویه نسبت به سطح جدایی دو محیط از آن خارج می گردد. اگر از بالا به طور قائم به چشمه ی نور نگاه کنیم، آن را چند سانتی متر بالاتر می بینیم؟ ($\sin 53^\circ = 0.8$ و $\sin 37^\circ = 0.6$)

- (۱) ۱۸ (۲) ۴ (۳) ۱۲ (۴) ۶

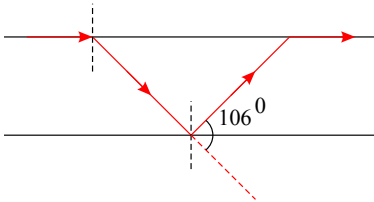
متنا-۱۳۹۱-متوسط

۱۰۲. در دو ظرف A و B به ارتفاع مساوی از دو مایع مختلف ریخته شده است. کف ظرف مایع B، ۳ سانتی متر بالاتر از کف ظرف مایع A دیده می شود. ضرایب شکست مایعات درون ظرفهای A و B به ترتیب $\frac{3}{2}$ و ۲ بوده و این دو مایع مخلوط نشدنی هستند اگر مایع درون ظرف B را روی مایع ظرف A بریزیم، جابه جایی کف ظرف برابر خواهد بود با:

- (۱) ۹ سانتی متر (۲) ۶ سانتی متر (۳) ۳ سانتی متر (۴) ۱۵ سانتی متر

متنا-۱۳۹۱-سخت

۱۰۳. پرتوی نوری به طور مماس از هوا بر یک وجه تیغه ی متوازی السطوحی تابیده و پس از شکست در آن محیط شفاف، از وجه دیگر آن بازتاب کلی می یابد و پس از آنکه مسیر نور ۱۰۶ درجه تغییر یافت دوباره از وجه اول به طور مماس خارج شده است. سرعت نور در آن محیط شفاف چقدر بوده است؟ ($c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}$ ، $\sin 53^\circ = 0.8$ ، $\sin 37^\circ = 0.6$)



- (۱) $1.8 \times 10^8 \frac{m}{s}$
 (۲) $2.4 \times 10^8 \frac{m}{s}$
 (۳) $2.25 \times 10^8 \frac{m}{s}$
 (۴) $2 \times 10^8 \frac{m}{s}$

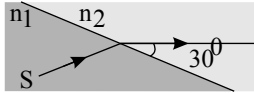
متنا-۱۳۹۱-سخت

۱۰۴. پرتو SI از هوا وارد محیط دوم به ضریب شکست $\sqrt{3}$ می گردد. اگر زاویه ی انحراف و شکست مساوی باشد، زاویه تابش چقدر می باشد؟

- (۱) $\frac{\pi}{6}$ (۲) $\frac{\pi}{4}$ (۳) $\frac{\pi}{12}$ (۴) $\frac{\pi}{3}$

متنا-۱۳۹۱-متوسط

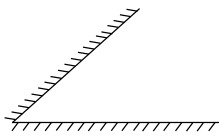
۱۰۵. پرتو SI مطابق شکل از محیط (۱) به (۲) رفته است. سرعت نور در محیط (۲) به سرعت نور در محیط (۱) کدام گزینه است؟ (در صورتی که نور از راستای اولیه ۱۵° منحرف شده است.)



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

منتا-۱۳۹۲-متوسط

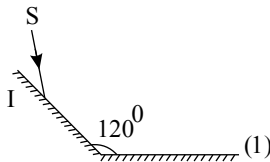
۱۰۶. دو آینه ی تخت متقاطع مطابق شکل قرار گرفته اند. اگر پرتو نوری با زاویه ی تابش ۳۰° به یکی از آینه ها بتابد و با زاویه ی ۲۰° از روی دیگری بازتابش نماید، زاویه ی بین دو آینه چند درجه خواهد بود؟



- (۱) ۵۰°
 (۲) ۴۰°
 (۳) ۹۰°
 (۴) ۱۰°

منتا-۱۳۹۲-متوسط

۱۰۷. در شکل داده شده زاویه ی بین پرتو تابش و پرتو بازتابش آن چند درجه است؟



- (۱) ۱۴۰°
 (۲) ۱۱۰°
 (۳) ۱۲۰°
 (۴) ۶۰°

منتا-۱۳۹۲-متوسط

۱۰۸. پرتویی عمود بر یک تیغه ی شیشه ای به ضخامت ۲ cm و ضریب شکست $\frac{۳}{۲}$ می تابد. در مدتی که این پرتو از تیغه می گذرد، چه مسافتی را در هوا می پیماید؟

- (۱) $\frac{۴۰}{۳}\text{ cm}$
 (۲) ۲۰ cm
 (۳) ۳۰ cm
 (۴) ۲۵ cm

منتا-۱۳۹۲-متوسط

۱۰۹. ناظری از محیطی به ضریب شکست $\frac{۴}{۳}$ به جسمی که در زیر تیغه ی شیشه ای شفاف به ضریب شکست $\frac{۳}{۲}$ قرار دارد نگاه می کند.

هر گاه ضخامت تیغه ۷۲ cm باشد، ناظر تصویر جسم را چگونه خواهد دید؟

- (۱) ۹ cm بالاتر از جای واقعی جسم
 (۲) ۹ cm پایین تر از جای واقعی جسم
 (۳) ۸ cm بالاتر از جای واقعی جسم
 (۴) ۸ cm پایین تر از جای واقعی جسم

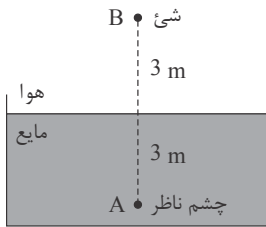
منتا-۱۳۹۲-متوسط

۱۱۰. زاویه ی تابش نور در محیط A از صفر تا ۳۰° افزایش می یابد. در این صورت نور می تواند وارد محیط B گردد. نسبت سرعت نور در محیط B به سرعت نور در محیط A :

- (۱) $\frac{\sqrt{۳}}{۲}$
 (۲) ۲
 (۳) ۴
 (۴) باید n_B معلوم باشد

منتا-۱۳۹۲-متوسط

۱۱۱. وقتی چشم ناظر در نقطه ی A و شیء در نقطه ی B باشد، ناظر شیء را در فاصله ی ۶۰ سانتی متری از B می بیند. سرعت نور در مایع چند متر بر ثانیه است؟ ($c \approx ۳ \times ۱۰^۸ \frac{m}{s}$)



- (۱) $۳,۶ \times ۱۰^۸$
 (۲) $۲,۴ \times ۱۰^۸$
 (۳) $۲,۷ \times ۱۰^۸$
 (۴) $۲,۵ \times ۱۰^۸$

-گزینه ۲-۱۳۹۴-متوسط

۱۱۲. یک منبع نور نقطه ای، در داخل مایع شفاف و به فاصله ی ۲۰ سانتی متر از سطح آن قرار دارد. وقتی از بالا به سطح مایع نگاه می

کنیم، قطر دایره روشن مشاهده شده بر روی سطح مایع چند سانتی متر است؟ (ضریب شکست مایع $\frac{۵}{۳}$ و $\cos ۵۳^\circ = \frac{۴}{۵}$ است.)

- (۱) ۱۵ (۲) ۲۵ (۳) ۳۰ (۴) ۴۰

-سنجش-۱۳۹۴-سخت

۱۱۳. اگر سرعت نور در یک محیط شفاف ۳۰ درصد کم تر از سرعت نور در هوا باشد، زاویه ی حد این محیط نسبت به هوا چند درجه

است؟ ($\sqrt{۲} = ۱,۴$)

- (۱) ۳۰ (۲) ۳۷ (۳) ۴۵ (۴) ۶۰

-قلم چی-۱۳۹۴-متوسط

۱۱۴. پرتو نور تک رنگی از هوا و با زاویه ی تابش ۴۵° به سطح مایع شفافی برخورد می کند. اگر این پرتو با ۱۵° انحراف از مسیر

اولیه اش وارد مایع شود، سرعت نور در مایع چند متر بر ثانیه است؟ ($n_{\text{هوا}} = ۱$, $c = ۳ \times ۱۰^۸ \frac{m}{s}$)

- (۱) $\frac{۳\sqrt{۲}}{۴} \times ۱۰^۸$ (۲) $\frac{۳\sqrt{۲}}{۲} \times ۱۰^۸$ (۳) $\sqrt{۳} \times ۱۰^۸$ (۴) $\frac{\sqrt{۳}}{۲} \times ۱۰^۸$

-قلم چی-۱۳۹۴-متوسط

۱۱۵. پرتوی نور تک رنگی با زاویه ی تابش ۴۵° از هوا به محیطی که ضریب شکست آن $\sqrt{۲}$ است، می تابد و قسمتی از آن بازتاب

شده و به هوا برمی گردد و قسمتی دیگر شکست می یابد و وارد محیط شفاف می شود، زاویه ی بین پرتوی بازتاب و پرتوی شکست چند درجه است؟

- (۱) ۷۵ (۲) ۹۰ (۳) ۱۰۵ (۴) ۱۲۰

-قلم چی-۱۳۹۴-متوسط

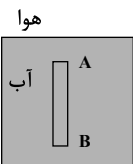
۱۱۶. عمق آب در یک استخر $۴m$ است و نقطه ی روشنی در کف استخر قرار دارد. اگر از یک متری بالای سطح آب و به طور تقریباً

قائم به آن نقطه نگاه کنیم، نقطه ی روشن در چند متری چشم به نظر می رسد؟ (ضریب شکست آب برابر $\frac{۴}{۳}$ است.)

- (۱) ۲ (۲) ۲,۲۵ (۳) ۴ (۴) ۳,۷۵

-قلم چی-۱۳۹۴-متوسط

۱۱۷. مطابق شکل مقابل، میله ای به طول $۱۲cm$ به طور عمودی در داخل ظرفی پر از آب قرار دارد. اگر از بیرون و به طور تقریباً

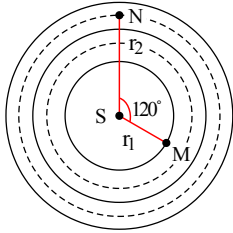


عمودی به آن نگاه کنیم، طول میله چند سانتی متر به نظر می رسد؟ ($n_{\text{آب}} = \frac{۴}{۳}$)

- (۱) ۳ (۲) ۱۲ (۳) ۹ (۴) ۶

-قلم چی-۱۳۹۴-متوسط

۱۱۸. در شکل مقابل امواج صوتی حاصل از چشمه صوتی S با بسامد 850 Hz به صورت کره‌هایی هم مرکز در فضا پخش شده‌اند. اگر $r_1 = 15\text{ cm}$ باشد، اختلاف تراز شدت صوت نقطه‌های M و N چند دسی بل است؟ (سرعت صوت در هوا 340 m/s ، $\log 2 = 0.3$ است.)



۱۴ (۲)

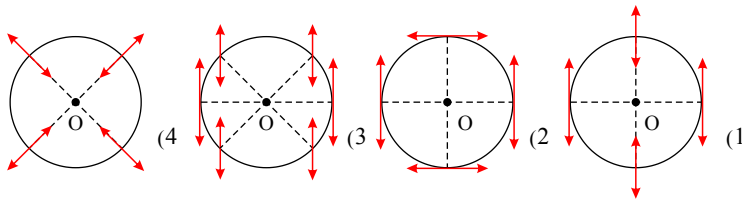
۱۲ (۱)

۲۸ (۴)

۲۰ (۳)

منتا-۱۳۹۸-سخت

۱۱۹. منبع O صوتی را در همه جهت‌ها پخش می‌کند، ارتعاش مولکول‌های هوا در کدام شکل به درستی نمایش داده شده است؟



۱ (۱)

۲ (۲)

۳ (۳)

۴ (۴)

منتا-۱۳۹۸-متوسط

۱۲۰. تراز شدت صوتی 25 dB است. شدت این صوت چند بیکرو وات بر متر مربع بیشتر از صوت مبنا است؟ ($\log 2 = 0.3$)

۳۱۹ (۴)

۳۲۰ (۳)

۲۷۹ (۲)

320×10^{-12} (۱)

منتا-۱۳۹۸-متوسط

۱. گزینه ۴

$$V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow \frac{V'}{V} = \sqrt{\frac{F'}{F}} \Rightarrow \frac{110}{100} = \sqrt{\frac{F'}{F}} \Rightarrow \frac{F'}{F} = 1,21$$

$$\Rightarrow \Delta F = F' - F = 1,21F - F = 0,21F = 21\%F$$

۲. گزینه ۱

تغییرات نیروی کشش طناب تغییری در بسامد نوسانات طناب ایجاد نمی‌کند چون بسامد موج بستگی به بسامد منبع نوسان دارد.

$$\left. \begin{aligned} \lambda &= \frac{V}{f} \\ V &= \sqrt{\frac{F}{\mu}} \\ F_2 &= 2F_1 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{V_2}{V_1} = \sqrt{\frac{F_2}{F_1}} \Rightarrow \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \sqrt{\frac{2F_1}{F_1}} = \sqrt{2}$$

۳. گزینه ۳ مطابق شکل‌های زیر با استفاده از قانون شکست اسنل می‌توانیم بنویسیم:

$$A \text{ طرف: } n_1 \sin \theta_i = n_2 \sin \theta_r \Rightarrow n \times \frac{MN}{AN} = 1 \times \frac{MN}{A'N}$$

چون از دید تقریباً قائم $AN \simeq AM$ و $A'N \simeq A'M$ است، بنابراین داریم:

$$\frac{n}{AM} = \frac{1}{A'M} \Rightarrow A'M = \frac{AM}{n} \Rightarrow AM - AA' = \frac{AM}{n}$$

$$\Rightarrow AA' = AM - \frac{AM}{n} = AM \left(\frac{nA - 1}{nA} \right)$$

و همچنین برای طرف B نیز خواهیم داشت:

$$BB' = BM \left(\frac{nB - 1}{nB} \right)$$

$$AA' = \frac{4}{5} BB' \Rightarrow AM \left(\frac{h_A - 1}{h_A} \right) = \frac{4}{5} BM \left(\frac{h_B - 1}{h_B} \right) \xrightarrow{AM=BM} \frac{\left(\frac{4}{5} - 1 \right)}{\frac{4}{5}} = \frac{4}{5} \left(\frac{h_B - 1}{h_B} \right)$$

$$\Rightarrow \frac{5}{12} = \frac{h_B - 1}{h_B} \Rightarrow 5h_B = 12 \Rightarrow h_B = \frac{12}{5}$$

۴. گزینه ۱

$$\Delta x = V \Delta t \Rightarrow 0,2 = V \times 0,2 \Rightarrow V = 1, \quad \frac{\lambda}{v} = 0,35 \Rightarrow \lambda = 0,7 \text{ m}$$

$$\lambda = \frac{V}{f} \Rightarrow 0,7 = \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{10}{7} \text{ Hz}$$

۵. گزینه ۳

$$\left. \begin{aligned} \lambda &= V \cdot T \\ x &= V \cdot t \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{\lambda}{x} = \frac{T}{t} \Rightarrow \frac{\lambda}{x} = \frac{1}{50} \Rightarrow x = 250 \cdot \lambda$$

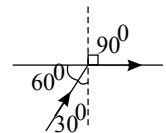
۶. گزینه ۴

۷. گزینه ۳

$$\frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_r} = \frac{n_2 \text{ آب}}{n_1 \text{ هوا}} \Rightarrow n_2 \text{ آب} \times \sin 30^\circ = 1 \times \sin 60^\circ \Rightarrow n_2 \text{ آب} = 2$$

افزایش

$$\frac{n_2 \text{ آب}}{n_1 \text{ آب}} = \frac{2}{\frac{4}{3}} = \frac{6}{4} = \frac{3}{2} \Rightarrow n_2 \text{ آب} = \frac{3}{2} \times 100\% \times n_1 \text{ آب} \Rightarrow n_2 \text{ آب} = 150\% \times n_1 \text{ آب} \Rightarrow 50\%$$



۸. گزینه ۱

$$\lambda = \frac{V}{f}, \quad V = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

$$\left. \begin{aligned} \lambda_2 = \frac{3}{2} \lambda_1 &\Rightarrow \frac{V_2}{f_2} = \frac{3}{2} \frac{V_1}{f_1} \\ F_2 = 4F_1 &\Rightarrow V_2 = 2V_1 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{2}{f_2} = \frac{3}{2} \frac{1}{f_1} \Rightarrow \frac{f_2}{f_1} = \frac{4}{3}$$

۹. گزینه ۳

$$\lambda = \frac{V}{f} = \frac{10}{100} = 0,1m = 10cm$$

$$\frac{30cm}{10cm} = 3$$

فاصله، سه برابر طول موج است پس در مدت زمان سه برابر دوره این فاصله را طی می نماید.

۱۰. گزینه ۱

$$\lambda_A = \lambda_B \Rightarrow \frac{V_A}{f_A} = \frac{V_B}{f_B} \Rightarrow \frac{V_A}{100} = \frac{V_B}{150} \Rightarrow \frac{V_B}{V_A} = \frac{3}{2}$$

$$\left\{ \begin{aligned} V &= \sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow V = \sqrt{\frac{F}{\rho A}} \Rightarrow \frac{V_B}{V_A} = \sqrt{\frac{F_B}{F_A} \cdot \frac{\rho_A}{\rho_B} \cdot \frac{A_A}{A_B}} \Rightarrow \frac{3}{2} = \sqrt{\frac{F_B}{F_A} \times 1 \times \frac{1}{4}} \Rightarrow \frac{F_B}{F_A} = 9 \end{aligned} \right.$$

۱۱. گزینه ۳

$$V = \lambda f \xrightarrow{f=500Hz} V = 0,2 \times 500 = 100 \frac{m}{s}$$

سرعت انتشار موج در محیط برابر است با :

$$\Delta t = \frac{\Delta x}{V} \xrightarrow{\substack{\Delta x = 50m \\ V = 100 \frac{m}{s}}} \Delta t = \frac{50}{100} = 0,5s$$

مدت زمانی که طول می کشد موج مسافت ۵۰ متر را طی کند برابر است با:

برای محاسبه تعداد نوسانها در مدت ۰٫۵s خواهیم داشت:

$$f = \frac{N}{\Delta t} \xrightarrow{f=500Hz} 500 = \frac{N}{0,5} \Rightarrow N = 250$$

۱۲. گزینه ۲ بسامد موج از ویژگی های منبع تولید موج بوده و با تغییر محیط تغییر نمی کند، با توجه به ثابت ماندن بسامد موج و

رابطه $\lambda = \frac{V}{f}$ طول موج با سرعت انتشار موج رابطه مستقیم دارد.

$$\text{سرعت انتشار} \quad V = \frac{2}{D} \sqrt{\frac{F}{\rho\pi}} \Rightarrow V \propto \frac{1}{D} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{D_1}{D_2} = \frac{D}{2D} = \frac{1}{2}$$

با نصف شدن سرعت انتشار، طول موج نیز نصف می شود.

۱۳. گزینه ۳ با استفاده از رابطه مقایسه ای سرعت انتشار امواج عرضی در تار، داریم:

$$V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{F}{\rho A}} = \frac{2}{D} \sqrt{\frac{F}{\rho\pi}} \xrightarrow{F_2=F_1} \frac{V_1}{V_2} = \frac{D_2}{D_1} \xrightarrow{D_1 = \frac{5}{4} D_2} \frac{V_1}{V_2} = \frac{D_2}{\frac{5}{4} D_2} = \frac{4}{5}$$

$$\Rightarrow \frac{V_1 - V_2}{V_2} \times 100 = \frac{\frac{4}{5} V_2 - V_2}{V_2} \times 100 = -20\%$$

پس سرعت انتشار امواج عرضی در طناب اول، ۲۰ درصد کم تر از طناب دوم است.

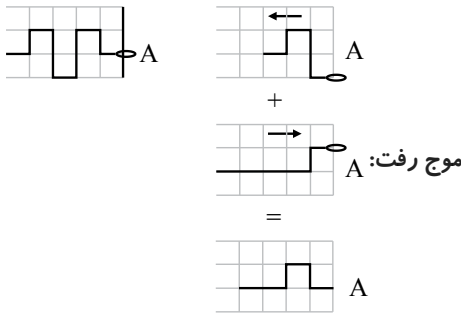
۱۴. گزینه ۳ وزن طناب پائین تر از نقطه ی مورد نظر (y) نیروی کشش وارد شده بر تار یا طناب را در آن نقطه تأمین می کند،

همچنین جنس طناب (چگالی خطی) در تمام طول یک طناب همگن ثابت است. ($\mu_A = \mu_B$) بنابراین داریم:

$$V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow \frac{V_B}{V_A} = \sqrt{\frac{mBg}{mAg}} = \sqrt{\frac{y_B}{y_A}} = \sqrt{\frac{60}{20}} = \sqrt{3}$$

۱۵. گزینه ۲

موج بازتاب شده پس از ۳ ثانیه:



۱۶. گزینه ۴

$$\bar{P} = 2\pi^2 \mu V f^2 A^2, \quad V = \sqrt{\frac{F}{\mu}}, \quad E = \bar{P} \Delta t$$

$$\mu = \frac{m}{L} = \frac{8 \times 10^{-3}}{20 \times 10^{-2}} = 40 \times 10^{-3} \frac{kg}{m}$$

$$E = 2\pi^2 \times 40 \times 10^{-3} \times \sqrt{\frac{100}{40 \times 10^{-3}}} \times 400 \times 10^{-4} \times 30$$

$$\Rightarrow \bar{P} = 2\pi^2 \times 40 \times 50 \times 400 \times 30 \times 10^{-7} = 2 \times 4 \times 5 \times 4 \times 3 \times 10^{-1} = 48 J$$

۱۷. گزینه ۳ چون محیط و نیروی کشش هر سه موج یکسان است، پس سرعت انتشار هر سه موج هم یکسان خواهد بود (گزینه ۱) (۲ درست است).

از طرفی طبق شکل، طول موج برای موج ۱ از طول موج دو موج دیگر بیشتر است؛ پس طبق رابطه $f = \frac{V}{\lambda}$ ، $\omega = 2\pi f$ ، بسامد (f) و بسامد زاویه‌ای (ω) آن از بسامد و بسامد زاویه‌ای دو موج دیگر کم تر خواهد بود (گزینه ۳) نادرست است.

دو موج (۲) و (۳) دارای طول موج یکسان هستند؛ پس عدد موج یکسان هم خواهند داشت (گزینه ۴) درست است.

از رابطه $\bar{P} = 2\pi^2 f^2 A^2 \mu V$ نتیجه می‌گیریم:

$$\text{انرژی انتقالی موج: } \bar{E} = \bar{P} \cdot T = \frac{\bar{P}}{f} = 2\pi^2 A^2 f \mu V$$

پس چون سرعت هر سه موج برابر است، انرژی انتقالی موج با بسامد و مجذور دامنه متناسب است. پس:

$$\left. \begin{aligned} f_2 &= f_3 = 2f_1 \\ A_2 &= A_1 = \frac{1}{2} A_3 \end{aligned} \right\} \Rightarrow A_2^2 f_2 = 2A_1^2 f_1 = \frac{1}{4} A_3^2 f_3$$

$$\Rightarrow E_2 = 2E_1 = \frac{1}{4} E_3$$

⇐ پس انرژی انتقالی موج (۳) از همه بیشتر است. (گزینه ۱) درست است.

۱۸. گزینه ۱ با توجه به رابطه سرعت انتشار موج در تار مرتعش داریم (جرم سیم تغییر نکرده است).

$$\mu = \frac{m}{L} \Rightarrow \frac{\mu}{\mu'} = \frac{L'}{L} = 2$$

$$V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow \frac{V'}{V} = \sqrt{\frac{F'}{F} \times \frac{\mu}{\mu'}} = \sqrt{\frac{2F}{F} \times 2} \Rightarrow \frac{V'}{V} = 2$$

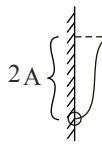
$$\bar{P} = 2\pi^2 f^2 A^2 \mu V \Rightarrow \frac{\bar{P}'}{\bar{P}} = \left(\frac{f'}{f} \times \frac{A'}{A}\right)^2 \times \frac{\mu'}{\mu} \times \frac{V'}{V} \Rightarrow \frac{\bar{P}'}{\bar{P}} = \left(\frac{2f}{f} = \frac{2A}{A}\right)^2 \times \frac{1}{2} \times 2 = 16$$

۱۹. گزینه ۴ در بازتاب از انتهای سخت، موج بازتاب، π رادیان نسبت به موج تابش اختلاف فاز دارد و در خلاف جهت آن است. پس

در واقع باید یک بار موج را نسبت به راستای افقی قرینه کنیم (اختلاف فاز) و یک بار نسبت به راستای قائم (خلاف جهت). پس گزینه ۴ صحیح است.

۲۰. گزینه ۲

انتهای طناب مانند چشمه‌ی موجی عمل می‌کند که در طناب تپی در جهت تپ تابشی ایجاد می‌کند که در خلاف جهت آن در طناب منتشر شده و بنابراین بیشینه جابه‌جایی حلقه، دو برابر جابه‌جایی دیگر نقاط است.



۲۱. گزینه ۳ چون ریسمان همگن است پس چگالی خطی ریسمان ثابت است. طول ریسمان از نقطه‌ی A تا پایین ریسمان ۲ متر و از نقطه‌ی B تا پایین یک متر است بنابراین:

$$\mu = \frac{m}{L} \Rightarrow m = \mu L \Rightarrow \begin{cases} m_A = 2\mu \\ m_B = \mu \end{cases}$$

با استفاده از قانون دوم نیوتون، برای نقطه‌های A و B می‌توان نوشت:

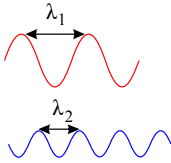
$$T_A - m_A g = m a = 0 \Rightarrow T_A - 2\mu g = 0 \Rightarrow T_A = 2\mu g$$

$$T_B - m_B g = m a = 0 \Rightarrow T_B - \mu g = 0 \Rightarrow T_B = \mu g$$

حال با استفاده از رابطه‌ی سرعت انتشار امواج عرضی در تار می‌توان نوشت:

$$V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow \frac{V_A}{V_B} = \sqrt{\frac{T_A}{T_B}} = \sqrt{\frac{2\mu g}{\mu g}} = \sqrt{2}$$

۲۲. گزینه ۴ در شکل کاملاً مشخص است که $\lambda_1 > \lambda_2$ است. اما در مورد بسامد موج در دو طناب نمی‌توان نظر قطعی داد چون بسامد نوسان‌های موج از ویژگی‌های منبع موج است و چون در مورد مشخصات منبع موج اطلاعاتی نداریم بنابراین نمی‌توان در مورد بسامد دو موج اظهار نظر کرد.



۲۳. گزینه ۱ سرعت انتشار امواج عرضی در یک تار از رابطه‌ی $V = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ به دست می‌آید. با دو برابر شدن طول تار، جرم تار نیز دو برابر می‌شود و μ ثابت می‌ماند. در نتیجه با ۴ برابر شدن F اندازه‌ی سرعت انتشار امواج عرضی در تار ۲ برابر می‌شود.

۲۴. گزینه ۱ سرعت انتشار امواج عرضی در یک طناب از رابطه‌ی $V = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ به دست می‌آید. با توجه به اطلاعات سؤال داریم:

$$V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \sqrt{\frac{F_2}{F_1}} \Rightarrow \frac{42}{30} = \sqrt{\frac{F_2}{F_1}} \Rightarrow \sqrt{\frac{F_2}{F_1}} = \frac{7}{5} = 1.4 \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = 1.96$$

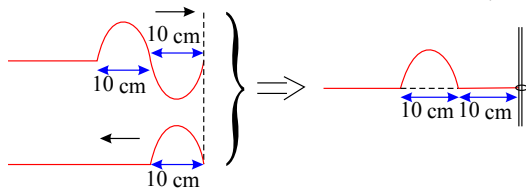
$$\text{درصد افزایش نیرو} = \frac{\Delta F}{F_1} \times 100 = 96\%$$

۲۵. گزینه ۲ اگر طول طناب $\frac{3}{4}$ برابر شود، جرم طناب نیز $\frac{3}{4}$ برابر خواهد شد و در نتیجه روی جرم واحد طول آن (μ) تأثیری نمی‌گذارد.

$$F_2 = F_1 - 0.51 F_1 = 0.49 F_1$$

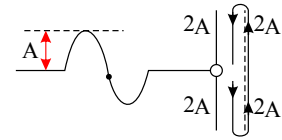
$$V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \sqrt{\frac{F_2}{F_1}} = \sqrt{\frac{0.49 F_1}{F_1}} = 0.7 \Rightarrow V_2 = 0.7 V_1 = 0.7 \times 40 = 28 \frac{m}{s}$$

۲۶. گزینه ۴ در مدت $\frac{1}{20}$ ثانیه، تپ ۱۰ سانتی‌متر جلو می‌رود. ($\Delta x = V \cdot \Delta t = 2 \times \frac{1}{20} = \frac{1}{10} m$)



۲۷. گزینه ۳ هر گاه موجی به دامنه‌ی A به انتهای آزاد برخورد کند، بیشترین فاصله‌ی انتهای آزاد از حالت اولیه اش ۲A می‌باشد. بنابراین مسافت طی شده برابر با ۸A می‌باشد.

$$\text{مسافت طی شده} = \lambda A = 8 \times 15 = 120 \text{ cm}$$



۲۸. گزینه ۲ دقت کنید مسافتی که یک ذره از طناب می پیماید با مسافتی که موج در طول طناب طی می کند متفاوت است. مسافتی که یک ذره از طناب در مدت یک نوسان کامل می پیماید برابر $4A$ است. یعنی:

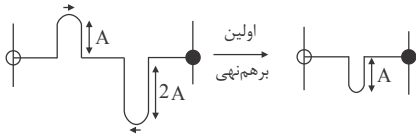
$$4A = 4 \times 2 \text{ cm} = 8 \text{ cm}$$

$$n = \frac{t}{T} \Rightarrow \frac{16}{8} = \frac{0.2}{T} \Rightarrow T = 0.1 \text{ s}$$

$$\lambda = VT \Rightarrow 1.5 = V \times 0.1 \Rightarrow V = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{پیشروی قله ی موج} : \Delta x = V \Delta t \Rightarrow \Delta x = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times 0.2 \text{ s} = 3 \text{ m}$$

۲۹. گزینه ۳ در بازتاب از انتهای ثابت، تپ بازتاب دارای π رادیان اختلاف فاز با تپ تابشی است و در بازتاب از انتهای آزاد، تپ بازتاب اختلاف فاز نخواهد داشت. بنابراین مطابق شکل زیر، اولین برهم نهی دو تپ بازتاب به صورت زیر خواهد بود:



$$30. \text{گزینه ۱} \text{ از روق نقش موج که نمودار } y-x \text{ می باشد مشخص است که: } \frac{\lambda}{4} = 0.5 \Rightarrow \lambda = 2 \text{ m}$$

از روی نمودار بعد - زمان معلوم می شود که:

$$\frac{T}{2} = 0.1 \Rightarrow T = 0.2$$

$$\lambda = VT \Rightarrow 2 = V \times 0.2 \Rightarrow V = 100 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

از طرفی:

$$V = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow 100 = \frac{150}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{150}{100} = 1.5 \text{ s}$$

پس می توان نوشت:

$$31. \text{گزینه ۱} \text{ سرعت انتشار موج عرضی از رابطه } V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \frac{2}{D} \sqrt{\frac{F}{\pi \rho}} \text{ به دست می آید:}$$

$$V = \frac{2}{D} \sqrt{\frac{F}{\pi \rho}} \Rightarrow \frac{V_B}{V_A} = \frac{D_A}{D_B} \sqrt{\frac{F_B}{F_A}} \times \sqrt{\frac{\rho_A}{\rho_B}}$$

$$\frac{D_A = \frac{3}{4} D, D_B = D}{F_A = 4F, F_B = F, \rho_A = 4\rho_B} \rightarrow \frac{V_B}{V_A} = \frac{\frac{3}{4} D}{D} \times \sqrt{\frac{F}{4F}} \times \sqrt{\frac{4\rho_B}{\rho_B}} \Rightarrow \frac{V_B}{V_A} = \frac{3}{2}$$

۳۲. گزینه ۲ جرم واحد طول در این طناب برابر است با:

$$\mu = \frac{m}{L} = \frac{2}{10} = \frac{1}{5} \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

و همچنین سرعت انتشار موج در طناب برابر خواهد بود با:

$$V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{20}{\frac{1}{5}}} = \sqrt{100} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

فاصله هر قلّه تا درّه مجاور نیز همواره برابر $\frac{\lambda}{2}$ است، بنابراین داریم:

$$\frac{\lambda}{2} = 1.0 \text{ cm} \Rightarrow \lambda = 2.0 \text{ cm} = 0.02 \text{ m}$$

$$\lambda = \frac{V}{f} \Rightarrow f = \frac{V}{\lambda} = \frac{1.0}{0.02} = 50 \text{ Hz}$$

۳۳. گزینه ۲

$$V = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

$$F' = F + 0.69F = 1.69F \Rightarrow \frac{V'}{V} = \sqrt{\frac{F'}{F}} = \sqrt{1.69} = 1.3$$

$$\Rightarrow V' = 1.3 \times 2.0 = 2.6 \frac{\text{m}}{\text{s}} \Rightarrow \Delta V = 2.6 - 2.0 = 0.6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

۳۴. گزینه ۳ سرعت انتشار امواج عرضی در تار از رابطه $V = \sqrt{\frac{F}{\rho \cdot A}}$ به دست می آید.

$$F_2 = 4F_1$$

$$A_2 = A_1 - 0.36A_1 = 0.64A_1$$

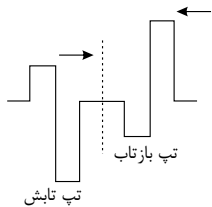
$$V = \sqrt{\frac{F}{\rho A}} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \sqrt{\frac{F_2}{F_1} \times \frac{A_1}{A_2}} = \sqrt{\frac{4F_1}{F_1} \times \frac{A_1}{0.64A_1}}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = 2 \times \frac{1}{0.8} = \frac{1}{0.4} = \frac{1.0}{0.4} = 2.5$$

$$V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{F}{\frac{m}{L}}} = \sqrt{\frac{F \cdot L}{\rho \cdot V}} = \sqrt{\frac{F}{\rho A}}$$

نکته:

۳۵. گزینه ۳



در بازتاب تپ از انتهای ثابت طناب، تپ بازتاب نسبت به تپ تابش به اندازه π رادیان اختلاف فاز پیدا می کند، یعنی در بازتاب از انتهای بسته، قله ها به درّه و درّه ها به قله تبدیل می شوند. همچنین با برعکس شدن جهت انتشار موج، قسمتی از موج که در جلوی آن قرار داشته، باز هم در جلوی آن است. حال از برهم نهی تپی که قرینه تپ بازتابیده باشد، برآیند جابه جایی حاصل از آن ها در تمام نقاط و در یک لحظه صفر می شود. بنابراین تپ نشان داده شده در گزینه « ۱ » پاسخ مورد نظر است.

۳۶. گزینه ۲ رابطه دوره تناوب با جرم و ثابت فنر به صورت زیر است:

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

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

$$w = mg \xrightarrow[g=1.0 \text{ m/s}^2]{w=5 \text{ N}} m = \frac{5}{1.0} = 0.5 \text{ kg} \xrightarrow[T=\pi(s)]{\pi = 2\pi \sqrt{\frac{0.5}{k}}} k = 2 \left(\frac{\text{N}}{\text{m}} \right)$$

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

$$F = kx \xrightarrow[F=w=mg]{m=0.05 \text{ kg}, g=0.5 \text{ kg}} mg = kx \xrightarrow[0.05 \times 1.0 = 2x]{x = 0.25 \text{ m}} x = 0.25 \text{ cm}$$

۳۷. گزینه ۱ از رابطه دوره تناوب با جرم و ثابت فنر می توان نوشت:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \xrightarrow[k_1=k_2=k]{\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{m_2}{m_1}} \xrightarrow[m_1=m]{\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{m+3}{m}}}}$$

$$\xrightarrow[T_2=2s, T_1=1s]{\sqrt{\frac{m+3}{m}} = 2} \rightarrow m = 1 \text{ kg}$$

۳۸. گزینه ۳ بر طبق شکل نوسان از حداکثر فاصله تا نقطه تعادل در بالای آن شروع می‌شود. بنابراین معادله 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 بازه زمانی ۱s با ۴ برابر ربع دوره تناوب برابر است پس داریم:

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

بنابراین $\omega = 2\pi$ در نتیجه $x = 0.04 \cos 2\pi t$ از آنجا که t اولین زمان عبور نوسانگر از فاصله $2cm$ بالاتر از نقطه تعادل است بنابراین داریم:

$$0.02 = 0.04 \cos 2\pi t_1 \rightarrow \cos 2\pi t_1 = \frac{1}{2} \rightarrow 2\pi t_1 = \frac{\pi}{3} \rightarrow t_1 = \frac{1}{6} s$$

۳۹. گزینه ۴ برای حالتی که جسم از بالای نقطه تعادل رها می‌شود از معادله $x = A \cos \omega t$ استفاده می‌شود که در آن $A = +4cm$ و $\omega = 2\pi f = 2\pi \times 10 = 20\pi$ است پس داریم:

$$x = 4 \cos 20\pi t \xrightarrow{x = -2cm} -2 = 4 \cos 20\pi t \rightarrow -\cos 20\pi t = -\frac{1}{2}$$

وقتی کسینوس منفی است که زاویه یا در ناحیه ۳ یا ناحیه ۲ مثلثاتی باشد یعنی وقتی کمترین مقادیر قوس مد نظر باشند $20\pi t$ یا باید

برابر $\frac{2\pi}{3}$ یا باید برابر $\frac{4\pi}{3}$ باشد که با توجه به آنکه اولین زمان مورد نظر می‌باشد پس $\frac{2\pi}{3}$ را انتخاب می‌نماییم بنابراین:

$$20\pi t = \frac{2\pi}{3} \rightarrow t = \frac{1}{30} s$$

۴۰. گزینه ۳ با توجه به نمودار، معادله مکان-زمان به فرم $x = A \cos \omega t$ می‌باشد که $A = 1cm$ و با قرار دادن

$x = \frac{\sqrt{2}}{2} (cm), t = 2s$ در معادله فوق خواهیم داشت:

$$\frac{\sqrt{2}}{2} = \cos 2\omega \xrightarrow{t=2 \text{ زمان سومین عبور از نقطه } \frac{\sqrt{2}}{2}} 2\omega = 2\pi + \frac{\pi}{4} \rightarrow \omega = \frac{9\pi}{8}$$

$$\rightarrow v_{max} = A\omega \xrightarrow{A=0.01} v_{max} = \frac{9\pi}{800} (m/s)$$

۴۱. گزینه ۴

$$v_{max} = A\omega \xrightarrow{v_{max} = \frac{\pi}{5}} \frac{\pi}{5} = 0.02\omega \rightarrow \omega = 10\pi$$

$$\xrightarrow{t = \frac{1}{3} (s)} \xrightarrow{\text{با توجه به شروع نوسان}} x = -A \cos \omega t \rightarrow x = -2 \cos \frac{10\pi}{3} = -2 \cos(3\pi + \frac{\pi}{3}) = (-2) \left(\frac{-1}{2}\right)$$

از پایین نقطه تعادل

$$\rightarrow x = +1cm$$

۴۲. گزینه ۴ با توجه به رابطه $v_{max} = A\omega$ با قرار دادن $A = 2.5cm$ پس از تبدیل به متر و همچنین $v_{max} = \pi(m/s)$ در آن می‌نویسیم:

$$\pi = \frac{2.5}{1000} \omega \rightarrow \omega = 400\pi (Rad/s)$$

چون نوسان از بالای نقطه تعادل شروع می‌شود پس معادله نوسان عبارت از $x = A \cos \omega t$ بنابراین خواهیم داشت:

$$x = 2.5 \cos \pi t \rightarrow x = 2.5 \cos \frac{400\pi}{12} \rightarrow x = 2.5 \cos(3\pi + \frac{\pi}{3})$$

$$x = -2.5 \times \frac{1}{2} = -1.25cm$$

۴۳. گزینه ۳ با توجه به اینکه نوسان از بالای نقطه تعادل آغاز می‌شود پس معادله نوسان به صورت $x = A \cos \omega t$ می‌باشد که با

قرار دادن $A = 4cm$ و $x = 2cm$ و $t = 4s$ خواهیم داشت:

$$2 = 4 \cos 4\omega \rightarrow \cos 4\omega = \frac{1}{2}$$

از آنجا که زمان داده شده مربوط به سومین عبور نوسانگر از نقطه داده شده است پس:

$$4\omega = 2\pi + \frac{\pi}{3} \rightarrow \omega = \frac{7\pi}{12}$$

پیشینه از رابطه $v_{max} = A\omega$ به دست می آید.

$$v_{max} = \frac{4}{100} \times \frac{7\pi}{12} = \frac{7\pi}{300} (m/s)$$

۴۴. گزینه ۲ معادله مکان-زمان عبارتست از $x = A \cos \omega t$ که A دامنه ω بسامد زاویه ای نوسانگر است به ازای $x = +\frac{A}{2}$

داریم:

$$\frac{A}{2} = A \cos \omega t \rightarrow \cos \omega t = \frac{1}{2} \xrightarrow{t=5s} 5\omega = 2k\pi \pm \frac{\pi}{3}$$

پس برای دومین بار داریم $\omega = 1 \text{ Rad/s}$ یا به ازای $\omega = 5\pi/3$ داریم $\pi = 3$

از آنجا که رابطه انرژی مکانیکی نوسانگر هماهنگ ساده به صورت $E = \frac{1}{2} m A^2 \omega^2$ است پس به ازای $E = 0.2 \text{ J}$ و $m = 1 \text{ kg}$

و $\omega = 1 \text{ Rad/s}$ می توان نوشت:

$$0.2 = \frac{1}{2} A^2 \rightarrow A^2 = 0.4 \rightarrow A = 0.2 \text{ m} = 2 \text{ cm}$$

۴۵. گزینه ۲ از رابطه $x = A \cos \omega t$ که در آن A دامنه نوسان و ω بسامد زاویه ای نوسان است به ازای $x = -A$ داریم

$$-A = A \cos \omega t \rightarrow \cos \omega t = -1 \xrightarrow{t=3s} 3\omega = (2k-1)\pi$$

که دومین بار با $k = 2$ متناظر است پس $3\omega = 3\pi$ که به ازای $\omega = \pi = 3 \text{ Rad/s}$ داریم ω از طرفی طبق رابطه

$$E = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 \text{ برای انرژی نوسانی می توان نوشت:}$$

$$0.2 = \frac{1}{2} \times 4 \times 9 \times A^2 \rightarrow A^2 = \frac{4}{10000} \rightarrow A = 0.02 \text{ m} = 2 \text{ cm}$$

۴۶. گزینه ۲ از رابطه مکان-زمان $x = A \cos \omega t$ که در آن A دامنه نوسان و ω بسامد زاویه ای نوسان است به ازای $x = +A$

داریم:

$$A = A \cos \omega t \rightarrow \cos \omega t = +1 \xrightarrow{t=s} 2\omega = 2k\pi$$

دومین بار مربوط به $k = 1$ است پس داریم $\omega = \pi \simeq 3 \text{ Rad/s}$ برای انرژی نوسانی می توان نوشت:

$$E = \frac{1}{2} m A^2 \omega^2 \rightarrow 0.9 = 9 A^2 \rightarrow A = 0.1 \text{ m} = 10 \text{ cm}$$

۴۷. گزینه ۱ از رابطه $x = A \cos \omega t$ که در آن A دامنه و ω بسامد زاویه نوسان است به ازای $x = -\frac{A}{2}$ داریم:

$$-\frac{A}{2} = A \cos \omega t \Rightarrow \cos \omega t = -\frac{1}{2} \xrightarrow{t=1s} \omega = (2k-1)\pi \pm \frac{\pi}{3} (k=1, 2, \dots)$$

که چهارمین بار به $k = 2$ با علامت + اختصاص دارد پس داریم:

$$\omega = 3\pi + \frac{\pi}{3} \xrightarrow{\pi \simeq 3} \omega = 10 \text{ Rad/s}$$

از رابطه $E = \frac{1}{2} m A^2 \omega^2$ برای انرژی مکانیکی نوسانگر داریم:

$$E = 15 \times 10^{-3} \text{ J}, m = 3 \text{ kg} \rightarrow 15 \times 10^{-3} = \frac{1}{2} \times 3 \times 100 \times A^2 \rightarrow A^2 = 10^{-4}$$

$$\rightarrow A = 0.01 \text{ m} = 1 \text{ cm}$$

۴۸. گزینه ۲ از رابطه $x = A \cos \omega t$ که در آن A دامنه نوسان و ω بسامد زاویه ای است به ازای $x = -\frac{\sqrt{3}}{2} A$ داریم:

$$-\frac{\sqrt{3}}{2}A = A \cos \omega t \rightarrow \cos \omega t = -\frac{\sqrt{3}}{2} \xrightarrow{t=0,5s} \frac{\omega}{2} = (2k-1)\pi \pm \frac{\pi}{6} \quad (k=1,2,\dots)$$

که اولین بار با $k=1$ و علامت منفی متناظر است پس داریم:

$$\frac{\omega}{2} = \pi - \frac{\pi}{6} \xrightarrow{\pi \simeq 3} \omega = 5 \text{ Rad/s}$$

از رابطه $E = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2$ برای انرژی نوسانگر داریم:

$$E = 5 \times 10^{-2} \text{ J}, m = 2,5 \text{ kg} \rightarrow 5 \times 10^{-2} = \frac{1}{2} \times 2,5 \times 25 \times A^2 \rightarrow A^2 = \frac{4}{2500}$$

$$\rightarrow A = \frac{2}{50} \rightarrow v_{\max} = A\omega = \frac{2}{50} \times 5 = 0,2 \text{ m/s}$$

۴۹. گزینه ۱ به علت شروع حرکت از بالاترین نقطه از رابطه $x = A \cos \omega t$ استفاده نموده و می نویسیم:

$$x = -\frac{\sqrt{3}}{2}A \xrightarrow{t=5/6s} -\frac{\sqrt{3}}{2} = \cos \omega t \xrightarrow{5/6} \frac{5}{6}\omega = (2k-1)\pi \pm \frac{\pi}{6} \quad (k=1,2,\dots)$$

برای اولین بار باید $k=1$ و علامت منفی را انتخاب نمایم پس داریم:

$$\frac{5}{6}\omega = \frac{5\pi}{6}$$

پس $\omega = \pi \text{ Rad/s}$ از طرفی با توجه به رابطه $E = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2$ برای انرژی نوسانگر می توان نوشت

$$m = 200 \text{ gr} = 0,2 \text{ kg}, E = 4 \text{ mJ} = 4 \times 10^{-3} \text{ J} \rightarrow 4 \times 10^{-3} = \frac{1}{2} \times 0,2 \times \pi^2 \times A^2$$

$$\rightarrow A^2 = \frac{4 \times 10^{-2}}{\pi^2} \rightarrow A = \frac{2}{10\pi}$$

با قرار دادن در معادله مکان-زمان در زمان $t = \frac{7}{4} \text{ s}$ خواهیم داشت:

$$x = \frac{2}{10\pi} \cos \frac{7\pi}{4} = \frac{2}{10\pi} \times \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{\sqrt{2}}{10\pi}$$

۵۰. گزینه ۳ انرژی مکانیکی نوسانگر از رابطه $E = \frac{1}{2} k A^2$ که در آن ثابت فنر و A دامنه نوسان است محاسبه می شود پس

داریم:

$$E = \frac{1}{2} \times 74 \times (0,08)^2 = 37 \times (8 \times 10^{-2})^2 \text{ (J)} = 23,68 \times 10^{-2} \text{ (J)}$$

از رابطه $E = U + K$ که در آن U انرژی پتانسیل و K انرژی جنبشی است می توان نوشت:

$$23,68 \times 10^{-2} = 8 \times 10^{-2} + K \rightarrow K = 15,68 \times 10^{-2} \text{ J}$$

۵۱. گزینه ۳ از آنجا که شتاب گرانش روی یک سیاره از رابطه $g = G \frac{M}{R^2}$ محاسبه می شود که M جرم سیاره و R شعاع آن و G

ثابت جهانی گرانش است. پس با توجه به رابطه $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ برای دوره تناوب آونگ ساده، نسبت آن روی سیاره به دوره تناوب

روی زمین به صورت زیر محاسبه می شود:

$$\frac{T_{\text{سیاره}}}{T_{\text{زمین}}} = \frac{2\pi \sqrt{\frac{l}{g_{\text{سیاره}}}}}{2\pi \sqrt{\frac{l}{g_{\text{زمین}}}}} = \sqrt{\frac{g_{\text{زمین}}}{g_{\text{سیاره}}}} = \sqrt{\frac{M_{\text{زمین}}}{M_{\text{سیاره}}}} \times \sqrt{\frac{R_{\text{سیاره}}^2}{R_{\text{زمین}}^2}}$$

با توجه به اینکه زمین $M = \frac{1}{2} M$ سیاره و زمین $R = \frac{1}{2} R$ سیاره پس داریم:

$$\frac{T_{\text{سیاره}}}{T_{\text{زمین}}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

۵۲. گزینه ۳ می دانیم که برای سیاره‌ای به جرم M و شعاع R شتاب گرانش از رابطه $g = G \frac{M}{R^2}$ و دوره تناوب یک آونگ ساده از

رابطه $T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$ محاسبه می‌شود پس نسبت دوره تناوب آونگ روی سیاره به دوره تناوبش روی زمین عبارت است از:

$$\frac{T_{\text{سیاره}}}{T_{\text{زمین}}} = \sqrt{\frac{g_{\text{زمین}}}{g_{\text{سیاره}}}} = \sqrt{\frac{M_{\text{زمین}}}{M_{\text{سیاره}}}} \times \sqrt{\frac{R_{\text{سیاره}}^2}{R_{\text{زمین}}^2}}$$

که با توجه به اینکه $M_{\text{سیاره}} = \frac{1}{4} M_{\text{زمین}}$ و $R_{\text{سیاره}} = \frac{1}{2} R_{\text{زمین}}$ پس می‌توان نوشت:

$$\frac{T_{\text{سیاره}}}{T_{\text{زمین}}} = \sqrt{4} \times \sqrt{\frac{1}{4}} = 1$$

۵۳. گزینه ۲ شتاب گرانش سیاره از $g = G \frac{M}{R^2}$ و دوره تناوبش از رابطه $T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$ محاسبه می‌شود پس نسبت ثانیه ساعت

آونگی روی آن به مقدار متناظرش بر زمین برابر است با:

$$\frac{T_{\text{سیاره}}}{T_{\text{زمین}}} = \sqrt{\frac{g_{\text{زمین}}}{g_{\text{سیاره}}}} = \sqrt{\frac{G \frac{M}{R^2}}{G \frac{M}{R^2}}} = \sqrt{\frac{10}{6.67 \times 10^{-11} \times \frac{10^{24}}{6.67 \times 10^{14}}}}$$

$$\rightarrow \frac{T_{\text{سیاره}}}{T_{\text{زمین}}} = 1$$

۵۴. گزینه ۴ با توجه به آنکه شتاب گرانش یک سیاره از رابطه $g = G \frac{M}{R^2}$ به دست می‌آید که در آن جرم سیاره، R شعاع آن

و G ثابت جهانی گرانش است و از آنجا که دوره تناوب آونگ از رابطه $T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$ به دست می‌آید خواهیم داشت:

$$\frac{T_{\text{سیاره}}}{T_{\text{زمین}}} = \sqrt{\frac{g_{\text{زمین}}}{g_{\text{سیاره}}}} = \sqrt{\frac{M_{\text{زمین}}}{M_{\text{سیاره}}}} \times \sqrt{\left(\frac{R_{\text{سیاره}}}{R_{\text{زمین}}}\right)^2}$$

چون $\frac{T_{\text{سیاره}}}{T_{\text{زمین}}} = \frac{1}{2}$ و $\frac{R_{\text{سیاره}}}{R_{\text{زمین}}} = 2$ بنابراین:

$$\frac{1}{2} = \sqrt{\frac{M_{\text{زمین}}}{M_{\text{سیاره}}}} \times 2 \rightarrow \frac{M_{\text{زمین}}}{M_{\text{سیاره}}} = 16$$

۵۵. گزینه ۴ با توجه به رابطه $g = G \frac{M}{R^2}$ برای شتاب گرانش سیاره‌ای به جرم M و شعاع R که در آن G ثابت جهانی است و

همچنین طبق رابطه $T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$ برای زمان تناوب آونگی به طول ℓ داریم:

$$\frac{T_{\text{سیاره}}}{T_{\text{زمین}}} = \sqrt{\frac{g_{\text{زمین}}}{g_{\text{سیاره}}}} = \sqrt{\frac{M_{\text{زمین}}}{M_{\text{سیاره}}}} \times \frac{R_{\text{سیاره}}}{R_{\text{زمین}}} = \frac{R_{\text{سیاره}} = \sqrt{2} R_{\text{زمین}}}{R_{\text{زمین}}} \times \frac{\sqrt{2}}{2} = \sqrt{2} \sqrt{\frac{M_{\text{زمین}}}{M_{\text{سیاره}}}} \rightarrow \frac{M_{\text{سیاره}}}{M_{\text{زمین}}} = 4$$

۵۶. گزینه ۳ با توجه به رابطه $g = G \frac{M}{R^2}$ برای شتاب گرانشی سیاره‌ای به جرم M و شعاع R که در آن G ثابت جهانی است. و

همچنین طبق رابطه $T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$ برای زمان تناوب آونگی به طول ℓ داریم:

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

با قرار دادن $R_{\text{سیاره}} = \frac{1}{2} R_{\text{زمین}}$ و $T_{\text{سیاره}} = 2T_{\text{زمین}}$ خواهیم داشت:

$$2 = \sqrt{\frac{M_{\text{زمین}}}{M_{\text{سیاره}}} \times \frac{1}{2}} \rightarrow \frac{M_{\text{زمین}}}{M_{\text{سیاره}}} = 16$$

۵۷. گزینه ۳ با توجه به رابطه $g = G \frac{M}{R^2}$ برای شتاب گرانشی سیاره‌ای به جرم M و شعاع R که در آن G ثابت جهانی است. و

همچنین طبق رابطه $T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$ برای زمان تناوب آونگی به طول ℓ داریم:

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

با قرار دادن $R_{\text{سیاره}} = \frac{5}{2} R_{\text{زمین}}$ و $T_{\text{سیاره}} = \frac{1}{2} T_{\text{زمین}}$ خواهیم داشت:

$$\frac{1}{2} = \sqrt{\frac{M_{\text{زمین}}}{M_{\text{سیاره}}} \times \frac{5}{2}} \rightarrow \frac{M_{\text{سیاره}}}{M_{\text{زمین}}} = 25$$

۵۸. گزینه ۳ می‌دانیم که وقتی آسانسور با شتاب a به سمت بالا شروع به حرکت می‌کند شتاب گرانش ظاهری که اجسام داخل آن احساس می‌کنند از دیاگرام شکل مقابل به صورت زیر قابل محاسبه است.

ظاهری $W \uparrow \uparrow ma$
واقعی $W \downarrow$

$$\rightarrow \sum F = ma \rightarrow W_{\text{ظاهری}} - W_{\text{واقعی}} = ma$$

$$\frac{W_{\text{واقعی}} = mg}{\rightarrow W_{\text{ظاهری}}} = m(g+a) \rightarrow \frac{W_{\text{ظاهری}}}{m} = g_{\text{ظاهری}} = g+a$$

با توجه به اینکه دوره تناوب آونگ از رابطه $T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$ محاسبه می‌شود پس:

$$\frac{T_{\text{واقعی}}}{T_{\text{ظاهری}}} = \sqrt{\frac{g_{\text{ظاهری}}}{g_{\text{واقعی}}}} \xrightarrow{g_{\text{ظاهری}} = g+a = 12m/s^2, g_{\text{واقعی}} = g = 10m/s^2, a = 2m/s^2} \frac{T_{\text{واقعی}}}{T_{\text{ظاهری}}} = \sqrt{\frac{6}{5}}$$

نکته: در حرکت یکنواخت $a = 0$ پس شتاب گرانش همان g می‌باشد.

۵۹. گزینه ۱ می‌دانیم که رابطه طول ثانویه و طول اولیه یک میله به ازای افزایش دمای $\Delta\theta$ از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$L = L_0 (1 + \alpha \Delta\theta) \quad \Delta\theta = \Delta T = 300K, L_0 = 2cm \text{ پس داریم:}$$

$$L = 0.02(1 + 10^{-2} \times 300) = 0.08m$$

از رابطه $T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$ برای دوره تناوب آونگ داریم:

$$\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{\ell_2}{\ell_1}} \frac{\ell_1 = 0.2m}{\ell_2} \frac{T_1 = 0.1s}{T_2} \rightarrow T_2 = 0.2s$$

۶۰. گزینه ۱ از یک طرف می‌دانیم طول ثانویه و طول اولیه یک میله رابطه زیر را دارند:

$$L_2 = L_1(1 + \alpha \Delta T) \rightarrow L_2 = L_1(1 + 10^{-3} \times (600 - 200)) = 1.4L_1$$

پس برای آسانسور با شتاب در جهت بالای $a = 2m/s^2$ داریم:

$$g_1 = g + a = 10 + 2 = 12m/s^2$$

و برای آسانسور با شتاب در جهت پایین داریم:

$$g_2 = g - a = 10 - 2 = 8m/s^2$$

از طرفی از رابطه $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ برای دوره تناوب آونگ ساده می‌توان نوشت:

$$\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{\ell_1}{\ell_2}} \times \sqrt{\frac{g_2}{g_1}} = \sqrt{\frac{10}{14}} \times \sqrt{\frac{8}{12}} = \sqrt{\frac{10}{21}}$$

۶۱. گزینه ۳ از رابطه طول میله بر حسب دمای آن داریم:

$$L_2 = L_1(1 + \alpha \Delta \theta) \frac{\theta_2 = 31.5^\circ}{\theta_1 = 20^\circ C} \rightarrow L_2 = L_1(1 + 10^{-2}(31.5 - 20)) \rightarrow L_2 = 1.15L_1$$

از طرفی در سیاره ۲، شتاب ظاهری به دلیل حرکت آسانسور با شتاب رو به بالا عبارت است از:

$$g_2 = g_{\text{سیاره}} + a \frac{g_{\text{سیاره}} = 2g = 20m/s^2}{a = 4m/s^2} \rightarrow g_2 = 24m/s^2$$

و در زمین یا همان سیاره ۱، به دلیل حرکت آسانسور با شتاب رو به پایین:

$$g_1 = g_{\text{زمین}} - a \frac{g_{\text{زمین}} = 10m/s^2}{a = 4m/s^2} \rightarrow g_1 = 6m/s^2$$

از رابطه $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ برای دوره تناوب آونگ ساده می‌توان نوشت:

$$\frac{g_2}{g_1} = \sqrt{\frac{\ell_2}{\ell_1}} \times \sqrt{\frac{g_1}{g_2}} = \sqrt{1.15} \times \sqrt{\frac{1}{4}} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{3}{2}} = \frac{\sqrt{6}}{4}$$

۶۲. گزینه ۳ از رابطه طول میله با دما داریم:

$$L_2 = L_1(1 + \alpha \Delta \theta) \frac{\theta_1 = 27^\circ}{\theta_2 = 800 - 273 = 527^\circ} \rightarrow L_2 = L_1(1 + 2 \times 10^{-3} \times (527 - 27)) = 2L_1$$

از طرفی $g = G \frac{M}{R^2}$ پس خواهیم داشت:

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{\ell_2}{g_2}}}{2\pi\sqrt{\frac{\ell_1}{g_1}}} = \sqrt{\frac{\ell_2}{\ell_1}} \times \sqrt{\frac{g_1}{g_2}} = \sqrt{\frac{\ell_2}{\ell_1}} \times \sqrt{\frac{M_1}{M_2}} \times \sqrt{\left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2}$$

با توجه به اینکه $\ell_2 = 2\ell_1$ و $M_2 = 2M_1$ و $R_2 = 4R_1$ داریم:

$$\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{2} \times \sqrt{\frac{1}{2}} \times 4 = 4$$

۶۳. گزینه ۱ از رابطه طول میله و دمای آن داریم:

$$L_2 = L_1(1 + \alpha \Delta \theta) \frac{\Delta \theta = \Delta T}{T_1 = 273 + 127 = 400 K} \rightarrow L_2 = L_1[1 + 2 \times 10^{-3}(900 - 400)] = 2L_1$$

از رابطه $g = G \frac{M}{R^2}$ برای شتاب گرانش سیاره‌ای به جرم M و شعاع R و رابطه $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ برای دوره تناوب آونگ ساده داریم:

$$\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{\ell_2}{\ell_1}} \times \sqrt{\frac{M_1}{M_2}} \times \frac{R_2}{R_1} \xrightarrow{R_2=2R_1, M_2=4m_1} \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{2} \times \frac{1}{2} \times 2 = \sqrt{2}$$

۶۴. گزینه ۱ از رابطه طول بر حسب دمای میله داریم:

$$L_2 = L_1(1 + \alpha\Delta\theta) \xrightarrow{\Delta\theta = \Delta T = 200 - 300 = -100K} L_2 = 0.4L_1$$

از طرفی از دو رابطه $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ و $g = G\frac{M}{R^2}$ می توان گفت:

$$\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{\ell_2}{\ell_1}} \times \sqrt{\frac{M_1}{M_2}} \times \frac{R_2}{R_1} \xrightarrow{R_2 = \frac{R_1}{2}, M_2 = \frac{m_1}{5}} \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{0.4} \times \sqrt{5} \times \frac{1}{2}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{2}{5}} \times \sqrt{5} \times \frac{1}{2} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

۶۵. گزینه ۳ با توجه به اینکه $g = G\frac{M}{R^2}$ و $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ داریم:

(سیاره اول: ۲ سیاره دوم: ۱)

$$\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{\ell_2}{\ell_1}} \times \sqrt{\frac{M_1}{M_2}} \times \frac{R_2}{R_1} \xrightarrow{M_2 = 4 \times 10^{24} kg, M_1 = 10^{24} kg} \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{\ell_2}{\ell_1}} \times \sqrt{\frac{4 \times 10^{24}}{10^{24}}} \times \frac{1000}{2000}$$

$$\sqrt{2} = \sqrt{\frac{\ell_2}{\ell_1}} \times 2 \times \frac{1}{2} \rightarrow \sqrt{\frac{\ell_2}{\ell_1}} = \sqrt{2} \rightarrow \frac{\ell_2}{\ell_1} = 2$$

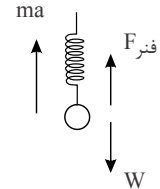
از آنجا که $\ell_2 = \ell_1(1 + \alpha\Delta\theta)$ پس داریم:

$$1 + \alpha\Delta\theta = 2 \rightarrow \alpha\Delta\theta = 1 \xrightarrow{\alpha = 10^{-2} \frac{1}{^{\circ}C}} \Delta\theta = 100^{\circ}C$$

۶۶. گزینه ۴ برای جرم و فنری که در آسانسور با شتاب رو به بالا، آویزان است دیاگرام نیروها به صورت زیر است:

$$\sum F = ma \rightarrow F_{\text{فنر}} - \omega = ma \rightarrow k\Delta x - mg = ma$$

$$\rightarrow k = \frac{m(g+a)}{\Delta x} = \frac{2(10+2)}{0.06} = 400 N/m$$



با توجه به اینکه برای یک نوسانگر $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ پس $\omega = 10\sqrt{2}$ و با توجه به اینکه $A = 1cm$ و حرکت از پایین نقطه

تبادل آغاز شده داریم:

$$x = -A \cos \omega t \rightarrow x = -0.01 \cos 10\sqrt{2}t$$

اکنون قرار می دهیم $x = +0.005m$ پس داریم:

$$\cos 10\sqrt{2}t = -\frac{1}{2} \rightarrow 10\sqrt{2}t = (2k-1)\pi \pm \frac{\pi}{3} \quad (k = 1, 2, 3, \dots)$$

که برای دومین بار $k = 1$ و علامت مثبت انتخاب می شود پس:

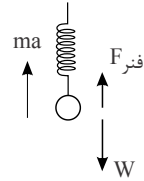
$$t = \frac{2\sqrt{2}}{15}\pi$$

۶۷. گزینه ۴ برای یک جرم و فنر آویخته در یک آسانسور در حال حرکت با شتاب رو به بالا دیاگرام زیر را داریم:

$$\sum F = ma \rightarrow F_{\text{فنر}} - w = ma$$

$$F_{\text{فنر}} = k\Delta x, w = mg$$

$$\rightarrow k = \frac{m(g+a)}{\Delta x} \quad g = 10 \text{ m/s}^2, a = 2 \text{ m/s}^2 \rightarrow k = \frac{m(10+2)}{0.03} = 400 \text{ m}$$



پس $k = 400 \text{ m}$ از سوی دیگر در حرکت نوسانی ساده جرم و فنر: $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ پس $\omega = 20 \text{ Rad/s}$ چون فنر فشرده شده پس حرکت از بالای نقطه تعادل آغاز شده و معادله مکان- زمان نوسانگر عبارت است:

$$x = +0.02 \cos 20t$$

با قرار دادن $x = -\frac{\sqrt{2}}{100}$ خواهیم داشت:

$$\cos 20t = -\frac{\sqrt{2}}{2} \rightarrow 20t = (2k-1)\pi \pm \frac{\pi}{4}$$

برای اولین عبور $k = 1$ و علامت منفی است پس:

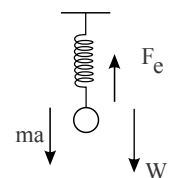
$$t = \frac{3\pi}{80} \text{ s}$$

۶۸. گزینه ۳ برای یک جرم و فنر آویخته در آسانسوری با شتاب رو به پایین داریم:

$$\sum F = ma \rightarrow \omega - F_e = ma \xrightarrow{w=mg} F_e = m(g-a)$$

$$\frac{F_e = k\Delta x}{\Delta x} \rightarrow k = \frac{m(g-a)}{\Delta x}$$

$$\rightarrow k = \frac{(10-4)m}{0.015} = 400 \text{ m}$$



با توجه به رابطه $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ داریم: $\omega = 20 \text{ Rad/s}$ و با توجه به اینکه فنر فشرده شده و رابطه $x = A \cos \omega t$ خواهیم داشت:

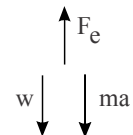
$$x = 0.05 \cos 20t \xrightarrow{t = \frac{\pi}{120}} x = 0.05 \cos \frac{\pi}{6} = +\frac{\sqrt{3}}{4}$$

۶۹. گزینه ۱ برای جرم و فنر آویخته در آسانسوری با شتاب رو به پایین داریم:

$$\sum F = ma \rightarrow \omega - F_e = ma \xrightarrow{w=mg} F_e = m(g-a)$$

$$F_e = k\Delta x \rightarrow k\Delta x = m(g-a)$$

$$\rightarrow k = \frac{m(g-a)}{\Delta x} = 100 \text{ m}$$



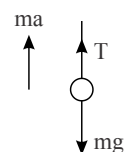
از آنجا که $E = \frac{1}{2}kA^2$ و $U = 3K$ خواهیم داشت:

$$E = U + K \rightarrow 4K = \frac{1}{2}kA^2 \xrightarrow{K = \frac{1}{2}mv^2} 2mv^2 = 50 \text{ mA}^2$$

$$\rightarrow v^2 = 25A^2 \rightarrow v = 5A \xrightarrow{A = 2.5 \text{ cm} = 0.025 \text{ m}} v = 0.125 \text{ m/s}$$

۷۰. گزینه ۱ شتاب گرانشی ظاهری در آسانسوری که با شتاب a حرکت رو به بالا را شروع می کند به صورت زیر به دست می آید:

$$T - mg = ma \rightarrow T = m(g+a)$$



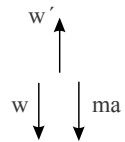
که همان وزن ظاهری است پس شتاب گرانشی ظاهری برابر است با: $g_{\text{ظاهری}} = g + a$ یا $g_{\text{ظاهری}} = 12.5 \text{ m/s}^2$ از طرفی در آسانسور با حرکت یکنواخت وزن ظاهری با وزن واقعی برابر است پس:

$$\frac{T_{\text{ظاهری}}}{T_{\text{واقعی}}} = \frac{2\pi \sqrt{\frac{l}{g_{\text{شتابدار}}}}}{2\pi \sqrt{\frac{l}{g_{\text{یکنواخت}}}}} = \sqrt{\frac{g_{\text{واقعی}}}{g_{\text{ظاهری}}}} = \sqrt{\frac{10}{12.5}} = \sqrt{\frac{100}{125}} = \sqrt{\frac{4}{5}} = \frac{2}{\sqrt{5}}$$

۷۱. گزینه ۴ برای آونگ ساده آویخته در آسانسور با شتاب a به سمت پایین می توان نوشت:

$$\sum F = ma \rightarrow w - w' = ma \xrightarrow{w=mg} w' = m(g-a)$$

$$w' = m(g-a) \rightarrow g_{\text{شتاب دار}} = g - a = 7.5 \text{ m/s}^2$$



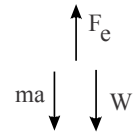
در آسانسور ساکن 10 m/s^2 یکنواخت g پس داریم:

$$\frac{T_{\text{شتاب دار}}}{T_{\text{یکنواخت}}} = \frac{2\pi \sqrt{\frac{l_2}{g_{\text{شتاب دار}}}}}{2\pi \sqrt{\frac{l_1}{g_{\text{یکنواخت}}}}} = \sqrt{\frac{l_2}{l_1}} \times \sqrt{\frac{g_{\text{یکنواخت}}}{g_{\text{شتاب دار}}}} \rightarrow 2 = \sqrt{\frac{l_2}{l_1}} \times \sqrt{\frac{10}{7.5}} \rightarrow \frac{l_2}{l_1} = 3$$

۷۲. گزینه ۲ برای جرم و فنر آویخته در آسانسوری با شتاب رو به پایین داریم:

$$\sum F = ma \rightarrow w - F_e = ma \xrightarrow{w=mg} F_e = m(g-a)$$

$$F_e = k\Delta x \rightarrow k\Delta x = m(g-a) \xrightarrow{m=1 \text{ kg}} k = \frac{g-a}{\Delta x} = \frac{5}{0.05} \rightarrow k = 100 \text{ N/m}$$



با توجه به رابطه $E = \frac{1}{2}kA^2$ برای انرژی مکانیکی و از رابطه $E = U + \frac{1}{2}mv^2$ می توان نوشت:

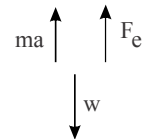
$$\frac{1}{2} \times 100 \times \left(\frac{25}{100}\right)^2 = U + \frac{1}{2}v^2 \rightarrow \frac{625}{200} = \frac{25}{16} + \frac{1}{2}v^2$$

$$\rightarrow \frac{25}{8} = \frac{25}{16} + \frac{1}{2}v^2 \rightarrow v = \frac{5\sqrt{2}}{4} \text{ m/s}$$

۷۳. گزینه ۱ برای جرم و فنر آویخته در آسانسوری با شتاب رو به بالا داریم:

$$\sum F = ma \rightarrow F_e - w = ma \xrightarrow{w=mg} k\Delta x = m(g+a)$$

$$\rightarrow k = \frac{m(g+a)}{\Delta x} = \frac{2 \times (10+5)}{0.1} = 300 \text{ N/m}$$



با توجه به رابطه $E = \frac{1}{2}kA^2$ و همچنین رابطه $E = U + \frac{1}{2}mv^2$ داریم:

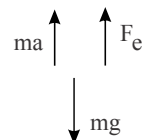
$$\frac{1}{2}kA^2 = U + \frac{1}{2}mv^2 \xrightarrow{A=0.05 \text{ m}} \frac{1}{2} \times 300 \times 25 \times 10^{-4} = 0.125 + v^2$$

$$\rightarrow 0.375 = 0.125 + v^2 \rightarrow v^2 = 0.25 \rightarrow v = 0.5 \text{ m/s}$$

۷۴. گزینه ۳ برای جرم و فنر آویخته در آسانسوری رو به بالا داریم:

$$\sum F = ma \rightarrow F_e - mg = ma \xrightarrow{F_e=k\Delta x} k\Delta x = m(g+a)$$

$$\rightarrow k = \frac{m(g+a)}{\Delta x} \xrightarrow{\Delta x=0.15} k = \frac{13.5}{0.15} = 900$$



با توجه به رابطه $E = \frac{1}{2}kA^2$ و همچنین از $E = K + U$ که $K = \frac{1}{2}mv^2$ خواهیم داشت:

$$\frac{1}{2}kA^2 = U + \frac{1}{2}mv^2 \rightarrow \frac{1}{2} \times 900 \times 25 \times 10^{-6} = 6,25 \times 10^{-3} + \frac{1}{2}v^2$$

$$\rightarrow v^2 = 0,01 \rightarrow v = 0,1 m/s$$

۷۵. گزینه ۲ فنر به اندازه A فشرده می‌شود که از رابطه $\frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}mv_0^2$ به دست می‌آید.

$$A^2 = \frac{mv_0^2}{k} \quad m=1kg, \quad v_0=2m/s, \quad k=100N/m \rightarrow A=0,2m$$

از طرفی $v_0 = A\omega$ یا $\omega = 0,1 rad/s$ یا $\omega = 2$ پس معادله حرکت به صورت زیر است:

$$x = A \cos \omega t \rightarrow x = 0,1 \cos 10t$$

۷۶. گزینه ۲ فنر به اندازه A فشرده می‌شود که از رابطه $\frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}mv_0^2$ به صورت زیر به دست می‌آید:

$$A^2 = \frac{mv_0^2}{k} \quad m=1kg, \quad v_0=4m/s, \quad k=100 \rightarrow A=0,4m$$

$$\omega = \frac{v_0}{A} = \frac{4}{0,4} = 10 rad/s$$

پس خواهیم داشت $\omega = 10 rad/s$

معادله حرکت به صورت زیر است:

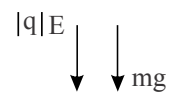
$$x = A \cos \omega t$$

با قرار دادن $\omega = 10$ و $A = 0,4m$ در آن رو به ازای $t = \frac{\pi}{30}$ خواهیم داشت:

$$x = 0,4 \cos(10 \times \frac{\pi}{30}) = 0,2m$$

۷۷. گزینه ۲ همانطور که از شکل پیداست به دلیل بار منفی نیروی رو به پایین به آونگ وارد شده و وزن ظاهری آن افزایش می‌یابد یعنی:

$$W_{\text{ظاهری}} = mg + |q|E = 10^{-3} \times 10 + 2 \times 10^{-6} \times 15 \times 10^3 = 0,04N$$



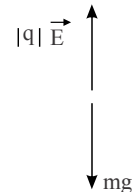
پس شتاب گرانش ظاهری $w_{\text{ظاهری}} = \frac{w_{\text{ظاهری}}}{m} = g_{\text{ظاهری}}$ برابر می‌شود با $40 m/s^2$ ظاهری g .

با حذف میدان، شتاب گرانش می‌شود $g = 10 m/s^2$ با توجه به اینکه $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ پس:

$$\frac{T_{\text{بدون میدان}}}{T_{\text{با میدان}}} = \sqrt{\frac{g_{\text{ظاهری}}}{g}} = 2$$

۷۸. گزینه ۴ با توجه به شکل، از آنجاکه بار مثبت است پس نیرو رو به بالاست بنابراین داریم:

$$w_{\text{ظاهری}} = mg - |q|\vec{E} = 10 - 5 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^5 = 10 - 2 = 8N$$



پس شتاب گرانش ظاهری عبارت است از:

$$g_{\text{ظاهری}} = \frac{w_{\text{ظاهری}}}{m} = 8 m/s^2$$

با توجه به اینکه از $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ دوره تناوب آونگ محاسبه می‌شود می‌توان نوشت:

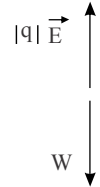
$$\frac{T}{T} = \frac{\text{با میدان}}{\text{بدون میدان}} = \sqrt{\frac{g \text{ بدون میدان}}{g \text{ با میدان}}} = \sqrt{\frac{10}{8}} = \frac{\sqrt{5}}{2}$$

۷۹. گزینه ۳ با توجه به شکل چون بار مثبت است پس نیرو رو به بالاست بنابراین شتاب ظاهری از رابطه $w = \frac{\text{ظاهری}}{m}$ به ظاهری g صورت زیر محاسبه می‌شود:

وزن ظاهری در حالت اول:

$$w_1 = w - |q|E = mg - |q|E_1$$

$$w_1 = 2 \times 10 - 10^{-6} \times 4 \times 10^6 = 16N \rightarrow g_1 = \frac{16}{2} = 8m/s^2$$



وزن ظاهری در حالت دوم:

$$w_2 = mg - |q|E_2 = 20 - 2 = 18N$$

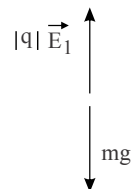
$$g_2 = \frac{18}{2} = 9m/s^2$$

از رابطه دوره تناوب آونگ ساده داریم:

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g_1}}}{2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g_2}}} = \sqrt{\frac{g_2}{g_1}} = \sqrt{\frac{9}{8}} = \frac{3}{2\sqrt{2}}$$

۸۰. گزینه ۲ در حالت اول چون بار مثبت است داریم:

$$W_1 = mg - |q|E_1 = 10 - 6 = 4N \rightarrow g_1 = \frac{W_1}{m} = 4m/s^2$$



در حالت دوم:

$$W_2 = mg + |q|E_2 = 10 + 6 = 16N \rightarrow g_2 = \frac{W_2}{m} = 16m/s^2$$

از رابطه $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ برای دوره تناوب آونگ داریم:

$$\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{g_1}{g_2}} = \sqrt{\frac{4}{16}} = \frac{1}{2}$$

۸۱. گزینه ۳ با توجه به اینکه $\sin \pi t = 1$ تا $t = 1s$ مثبت است پس جهت در $0.5s$ کماکان رو به بالاست چون بار مثبت است

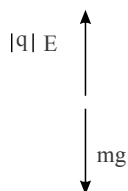
نیروی کولنی نیز به سمت بالاست بنابراین:

$$\text{در } t = 0, E_1 = 0 \text{ پس } g_1 = 10m/s^2$$

$$\text{در } t = 0.5, E_2 = 6 \times 10^6 \sin \frac{\pi}{2} = 6 \times 10^6 \text{ یا پس } g_2 = g - \frac{|q|E}{m}$$

$$\text{در نتیجه } g_2 = 10 - \frac{6 \times 10^6 \times 10^{-6}}{1} = 4 \frac{m}{s^2}$$

از رابطه $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ داریم:

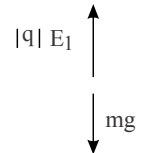


$$\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{g_2}{g_1}} = \sqrt{\frac{4}{10}} = \frac{2\sqrt{5}}{5}$$

۸۲. گزینه ۲ از معادله $E = 4 \times 10^{-6} \sin \pi t$ پیداست که پس از $t = 1 \text{ s}$ میدان تغییر جهت می‌دهد و جهت آن تا $t = 2 \text{ s}$ رو به پایین است پس داریم:

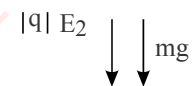
حالت اول: $t = \frac{1}{6} \text{ s}$

$$g_1 = \frac{mg - |q| E_1}{m} = 10 - \frac{2 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^6 \times \sin \frac{\pi}{6}}{2} = 8 \text{ m/s}^2$$



حالت دوم: $t = \frac{7}{6} \text{ s}$

$$g_2 = \frac{mg + |q| E_2}{m} = 10 + \frac{2 \times 10^{-6} + 2 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^6 \times \left| \sin \frac{7\pi}{6} \right|}{2} = 12 \text{ m/s}^2$$



توجه شود که در بالا E_1 و E_2 قدرمطلق‌های E در زمان‌های مربوطه‌اند.

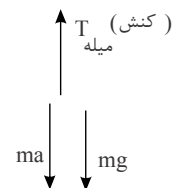
$$\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{g_1}{g_2}} = \sqrt{\frac{8}{12}} = \sqrt{\frac{2}{3}}$$

۸۳. گزینه ۲ در حرکت با شتاب رو به پایین آسانسور شتاب ظاهری برابر است با:

$$mg - T_{\text{میله}} = ma \rightarrow T_{\text{میله}} = m(g - a) \rightarrow g_{\text{شتاب‌دار}} = \frac{T_{\text{میله}}}{m}$$

یا

$$g_{\text{شتاب‌دار}} = g - a = 8 \frac{m}{s^2}$$



پس دوره تناوب آونگ برابر است با:

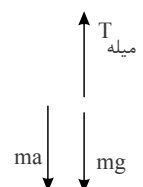
$$T = 2 \sqrt{\frac{\ell}{g_{\text{شتاب‌دار}}}} = 2\pi \sqrt{\frac{2}{8}} = \pi$$

و بسامد زاویه‌ای آن $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2 \text{ rad/s}$ انرژی در پایین‌ترین نقطه آونگ بیشینه و با انرژی مکانیکی برابر است پس داریم:

$$K_{\text{max}} = E = \frac{1}{2} m A^2 \omega^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times (2 \times 10^{-2})^2 \times 2^2 = 1.6 \text{ mJ}$$

۸۴. گزینه ۲ در حالت با شتاب رو به پایین شتاب گرانشی ظاهری به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$mg = T_{\text{میله}} = ma \rightarrow T_{\text{میله}} = m(g - a) \rightarrow g_{\text{ظاهری}} = g - a = 6 \frac{m}{s^2}$$



در حالت یکنواخت $g = 10 \text{ m/s}^2$

سپس از روابط $\omega = \frac{2\pi}{T}$ و $T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$ خواهیم داشت:

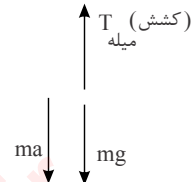
$$\omega_{\text{شتاب}} = \sqrt{\frac{g}{\ell}} \text{ ظاهری}, \quad \omega_{\text{یکنواخت}} = \sqrt{\frac{g}{\ell}} \rightarrow \omega_{\text{شتاب}} = \sqrt{6} \frac{\text{rad}}{\text{s}}, \quad \omega_{\text{یکنواخت}} = \sqrt{10} \frac{\text{Rad}}{\text{s}}$$

$$\Delta E = E_{\text{یکنواخت}} - E_{\text{شتابدار}} = \frac{1}{2} m A^2 (\omega_{\text{یکنواخت}}^2 - \omega_{\text{شتاب}}^2) = \frac{1}{2} \times 2 \times (4 \times 10^{-2})^2 (10 - 6)$$

$$\Delta E = 64 \times 10^{-4} = +6.4 \text{ mJ}$$

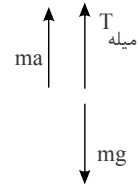
۸۵. گزینه ۴ در حرکت با شتاب به سمت پایین داریم:

$$mg - T_{\text{میله}} = ma \rightarrow T_{\text{میله}} = m(g - a) \rightarrow g_1 = g - a = 8 \text{ m/s}^2$$



در حرکت با شتاب به سمت بالا داریم:

$$T_{\text{میله}} - mg = ma \rightarrow T_{\text{میله}} = m(g + a) \rightarrow g_2 = g + a = 12 \text{ m/s}^2$$



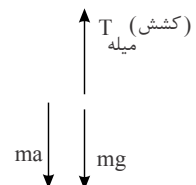
$$\text{چون } T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}} \text{ پس } \omega = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{g}{\ell}} \text{ بنابراین } \omega_{\text{بالا}} = \sqrt{\frac{g_2}{\ell}} \text{ و } \omega_{\text{پایین}} = \sqrt{\frac{g_1}{\ell}}$$

$$\Delta E = E_{\text{بالا}} - E_{\text{پایین}} = \frac{1}{2} m A^2 (\omega_{\text{بالا}}^2 - \omega_{\text{پایین}}^2) = \frac{1}{2} \times 0.4 \times (2 \times 10^{-2})^2 \left(\frac{g_2 - g_1}{\ell} \right)$$

$$\Delta E = 8 \times 10^{-5} \times \frac{12 - 8}{2} = 16 \times 10^{-5} \text{ J}$$

۸۶. گزینه ۲ در حرکت با شتاب به سمت پایین داریم:

$$mg - T_{\text{میله}} = ma \rightarrow T_{\text{میله}} = m(g - a) \rightarrow g' = g - a = 8$$



$$\text{که } T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g'}} \text{ و } \omega = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{g'}{\ell}} \text{ پس انرژی مکانیکی برابر است با:}$$

$$E = \frac{1}{2} m A^2 \omega^2 = \frac{1}{2} \times 0.4 \times (0.4)^2 \times \frac{8}{2} = 128 \times 10^{-5} \text{ J}$$

۸۷. گزینه ۳ با توجه به آنکه شتاب گرانش یک کره به جرم M و شعاع R با $g = G \frac{M}{R^2}$ محاسبه می‌شود و دوره تناوب آونگ

روی آن سیاره از رابطه $T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$ به دست می‌آید پس داریم:

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

از آنجا که $R_{\text{کره}} = \frac{1}{4} R_{\text{زمین}}$ و $M_{\text{کره}} = \frac{1}{16} M_{\text{زمین}}$ پس:

$$\frac{T_{\text{کره}}}{T_{\text{زمین}}} = 4 \times \frac{1}{4} = 1$$

بنابراین ساعت روی کره مورد نظر همان ۶ صبح است.

۸۸. گزینه ۲ برآیند شتاب گرانش زمین و ماه در فاصله $\frac{1}{4}$ فاصله بین ماه و زمین به صورت زیر دیده می‌شود.

$$g_{\text{سفینه}} = \left| G \frac{m_{\text{زمین}}}{R_1^2} - G \frac{m_{\text{ماه}}}{R_2^2} \right| \xrightarrow{R_2 = \frac{R}{4}, R_1 = \frac{3R}{4}} g_{\text{سفینه}} = G \left| \frac{m_{\text{زمین}}}{\frac{9}{16}R^2} - \frac{m_{\text{ماه}}}{\frac{1}{16}R^2} \right|$$

$$\frac{m_{\text{ماه}} = \frac{3}{400} m_{\text{زمین}}}{\text{سفینه}} \rightarrow g_{\text{سفینه}} = \frac{Gm_{\text{زمین}}}{R^2} \left| \frac{16}{9} - \frac{16 \times 3}{400} \right| = \frac{5968}{3600} \frac{Gm_{\text{زمین}}}{R^2}$$

از طرفی با توجه به رابطه دوره تناوب آونگ با شتاب گرانش یعنی $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ نسبت دوره‌های تناوب روی سفینه و زمین برابر

است با:

$$\frac{T_{\text{سفینه}}}{T_{\text{زمین}}} = \sqrt{\frac{g_{\text{زمین}}}{g_{\text{سفینه}}}} = \sqrt{\frac{3600}{5968}} \times \frac{R}{R_{\text{زمین}}}$$

چون $R = 62.5 R_{\text{زمین}}$ پس داریم:

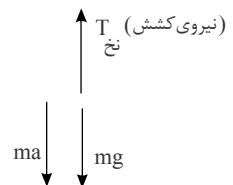
$$\frac{T_{\text{سفینه}}}{T_{\text{زمین}}} = \frac{60}{24} \times 62.5 = \frac{625}{4}$$

یعنی هر ساعت روی سفینه $\frac{625}{4}$ ساعت روی زمین به طول می‌انجامد به عبارت دیگر با گذشت هر ساعت زمینی آن روی

سفینه می‌گذرد. پس ساعت ۱۸ روی زمین با تقریباً ۷ دقیقه روی سفینه معادل است.

۸۹. گزینه ۲ در حرکت شتاب به سمت پایین داریم:

$$mg - T_{\text{نخ}} = ma \rightarrow T_{\text{نخ}} = m(g - a) \rightarrow g = \frac{T_{\text{نخ}}}{m} = g - a = 10 - 1 = 9 \text{ m/s}^2$$



دوره تناوب آونگ از رابطه $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ و بسامد زاویه‌های آن از $w = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{g'}{l}}$ محاسبه می‌شود چون $l = 10 \text{ cm}$ و

$A = 0.1 \text{ cm}$ پس خواهیم داشت:

$$E = \frac{1}{2} m w^2 A^2 = \frac{1}{2} \times 100 \times 10^{-3} \times \frac{9}{10 \times 10^{-2}} \times (10^{-3})^2 = \frac{1}{2} \times 0.1 \times 90 \times 10^{-6}$$

$$E = 4.5 \times 10^{-6} \text{ J}$$

۹۰. گزینه ۴ می‌دانیم که دوره تناوب آونگ به طول l از رابطه $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ محاسبه می‌شود که با توجه به آن $w = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{g}{l}}$

پس از رابطه انرژی مکانیکی یعنی $E = \frac{1}{2} m A^2 w^2$ نسبت انرژی‌ها به صورت زیر محاسبه خواهد شد:

$$\frac{E_2}{E_1} = \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2 \times \frac{l_1}{l_2} \xrightarrow{A_2 = 4A_1, l_2 = 4l_1} \frac{E_2}{E_1} = 16 \times \frac{1}{4} = 4 \xrightarrow{E_1 = 2 \text{ J}} E_2 = 8 \text{ J}$$

۹۱. گزینه ۴ انرژی مکانیکی جرم و فنر در حال نوسان ساده با دامنه A_1 از $E = \frac{1}{2}kA_1^2$ و انرژی مکانیکی آونگ ساده به طول با دامنه A_2 از رابطه زیر به دست می آید:

$$E_{\text{آونگ}} = \frac{1}{2}m\omega^2 A_2^2 \xrightarrow{\omega = \frac{2\pi}{T}, T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}} E_{\text{فنر}} = \frac{1}{2}m\frac{g}{\ell}A_2^2$$

از برابر $E_{\text{آونگ}} = E_{\text{فنر}}$ می توان نوشت: $\frac{1}{2}kA_1^2 = \frac{1}{2}m\frac{g}{\ell}A_2^2$

با قرار دادن $\ell = 10\text{cm} = 0.1\text{m}$ و $K = 100\text{N/m}$ و $A_2 = 1\text{cm} = 0.01\text{m}$ و $A_1 = 2\text{cm} = 0.02\text{m}$ و $g = 10\text{m/s}^2$ در تساوی فوق جرم به صورت زیر محاسبه می شود: $m = 16\text{kg}$

۹۲. گزینه ۴ از رابطه $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ برای دوره تناوب آونگ ب سر زاویه ای به صورت زیر در می آید:

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

با توجه به رابطه $E = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2$ برای انرژی مکانیکی نوسانگر ساده، انرژی آونگ به صورت زیر خواهد آمد:

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

در آسانسور با حرکت شتابدار، شتاب گرانش ظاهری داریم که آن را با نشان می دهیم پس انرژی آونگ ساده در داخل آسانسور می شود:

$$E' = \frac{1}{2}m\frac{g'}{L}A^2$$

اگر $E' = \frac{3}{2}E$ بنابراین $g' = \frac{3}{2}g$ یعنی شتاب ظاهری بیشتر از شتاب واقعی است پس باید $g' = g + a$ و از آنجا که نشان می دهد آسانسور باید با شتاب 5m/s^2 به سمت بالا شروع به حرکت نماید.

۹۳. گزینه ۳ با توجه به رابطه $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ برای دوره تناوب آونگ ساده، بسامد زاویه ای آن از رابطه $\omega = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{g}{\ell}}$ و انرژی

مکانیکی آن از $E = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 = \frac{1}{2}m\frac{g}{\ell}A^2$ محاسبه می شود. در صورتی که آونگ در آسانسوری با شتاب ثابت a با دامنه A'

نوسان کند با توجه به اینکه شتاب گرانش ظاهری $g' = g \pm a$ می شود (+ برای شتاب رو به بالا و - برای شتاب رو به پایین است)

بنابراین انرژی آونگی به صورت $E' = \frac{1}{2}m\frac{g'}{\ell}A'^2$ در می آید.

در صورت عدم تغییر از روی یعنی $E' = E$ خواهیم داشت:

$$g'A'^2 = gA^2$$

در صورتی که $A' = 2A$ پس نتیجه می گیریم $g' = \frac{g}{4}$ یا $g' = 2.5\text{m/s}^2$ یعنی باید $g' = g - a$ را انتخاب نمایم که با این

انتخاب که مربوط به شروع حرکت آسانسور با شتاب a به سمت پایین است خواهیم داشت: $a = 7.5\text{m/s}^2$

۹۴. گزینه ۲ در صورت شروع حرکت آسانسور به سمت پایین با شتاب a شتاب گرانش ظاهری عبارت است از $g' = g - a$ پس

$g' = 10 - 3.6 = 6.4\text{m/s}^2$ از سوی دیگر با توجه به اینکه بسامد زاویه ای آونگ ساده از رابطه $\omega = \sqrt{\frac{g}{\ell}}$ و انرژی مکانیکی

یک نوسانگر ساده از رابطه $E = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2$ محاسبه می شود پس انرژی مکانیکی آونگ ساده از $E = \frac{1}{2}m\frac{g}{\ell}A^2$ به دست خواهد

آمد. با این فرض که دامنه نوسان در آسانسور شتابدار A' باشد و انرژی مکانیکی در آسانسور شتابدار E' با انرژی مکانیکی در

آسانسور ساکن E برابر باشد، خواهیم داشت:

$$E' = E \rightarrow g' A'^2 = g A^2 \xrightarrow{A=2cm=2 \times 10^{-2}m} 6,4 \times A'^2 = 10 \times \epsilon \times 10^{-4} \rightarrow A'^2 = \frac{10^{-2}}{16}$$

$$\rightarrow A' = \frac{1}{40} m = 2,5 cm$$

۹۵. گزینه ۳ دوره تناوب آونگ از رابطه $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ محاسبه می شود. لذا با توجه به اینکه $w = \frac{2\pi}{T}$ داریم $w = \sqrt{\frac{g}{l}}$ و از

رابطه انرژی مکانیکی یعنی $E = \frac{1}{2} m w^2 A^2$ می توان نوشت

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

می دانیم شتاب گرانش ظاهری در آسانسور با شتاب a ، $g' = g \pm a$ است که + برای شتاب رو به بالا و - برای شتاب رو به پایین است. با توجه به اینکه انرژی مکانیکی تغییر نمی کند پس داریم:

$$E' = E \rightarrow A'^2 g' = A^2 g \rightarrow g' = g \left(\frac{A}{A'} \right)^2 \xrightarrow{A'=A+0,5=1,5cm} g' = \frac{40}{9} m/s^2$$

پس $g' < g$ بنابراین باید $g' = g - a$ باشد. بنابراین $a = 10 - \frac{40}{9} = \frac{50}{9} m/s^2$ پس حرکت با شتاب رو به پایین برابر $\frac{50}{9}$ متر بر مجذور ثانیه است.

۹۶. گزینه ۱ بسامد تشدید آونگ $f_1 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g'}{l}}$ و بسامد تشدید جرم و فنر $f_2 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$ که $g' = g + a$ شتاب گرانش

ظاهری در آسانسوری است که با شتاب a و به سمت بالا شروع به حرکت می کند. از آنجا که بسامد تشدید آونگ دو برابر بسامد تشدید جرم و فنر باشد داریم:

$$f_1 = 2 f_2 \rightarrow \frac{g'}{l} = \frac{4k}{m} \rightarrow m = \frac{4kl}{g'} \xrightarrow{k=200 \frac{N}{m}, l=1,2m} m = 80 kg$$

۹۷. گزینه ۳ اگر تقریباً به طور عمود بر سطح آب استخر نگاه کنیم، کف استخر را بالاتر از جای واقعی آن می بینیم. لذا مطابق قانون شکست اسنل می توان نوشت:

$$n_1 \sin \theta_i = n_2 \sin \theta_r$$

$$n \times \frac{AB}{OB} = 1 \times \frac{AB}{O'B}$$

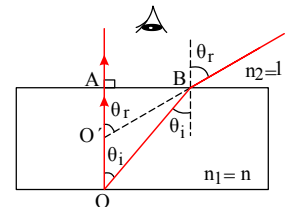
$$\frac{OB \simeq OA}{O'B \simeq O'A} \rightarrow n O'A = OA \Rightarrow O'A = \frac{OA}{n}$$

$$\Rightarrow OO' = OA - O'A'$$

$$\Rightarrow 75 = OA - O'A' \Rightarrow OA - 75 = \frac{OA}{3}$$

$$\Rightarrow 4OA - 4 \times 75 = 3OA \Rightarrow OA = 300 cm = 3m$$

۹۸. گزینه ۳ زاویه انحراف همان زاویه بین پرتو بازتابیده از آینه (۲) نسبت به پرتو تابیده به آینه (۱) است. بنابراین داریم:



$$\Delta OMN \text{ در مثلث } \alpha + \beta + 100 = 180^\circ$$

$$\Rightarrow \alpha + \beta = 80^\circ$$

$$\Delta O'MN \text{ در مثلث } 2\alpha + 2\beta + \gamma = 180^\circ$$

$$\Rightarrow 2(\alpha + \beta) + \gamma = 180^\circ$$

$$\Rightarrow 2 \times 80 + \gamma = 180^\circ \Rightarrow \gamma = 20^\circ$$

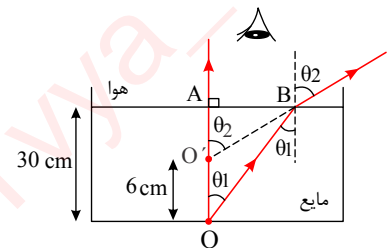
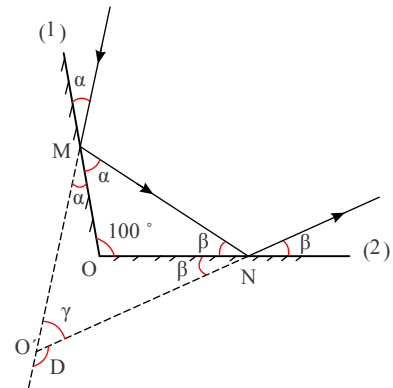
$$D = 180^\circ - \gamma = 180 - 20 = 160^\circ$$

روش دوم: اگر زاویه بین دو آینه متقاطع بیشتر از 90° باشد، در این صورت زاویه انحراف برابر است با:

$$D = 360 - 2\theta = 360 - (2 \times 100) = 160^\circ$$

۹۹. گزینه ۲ مطابق شکل و با استفاده از قانون شکست اسنل می توان نوشت:

$$n_1 \sin \theta_i = n_2 \sin \theta_r \Rightarrow n \times \frac{AB}{OB} = 1 \times \frac{AB}{O'B}$$



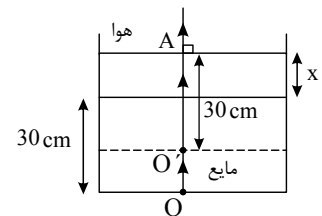
باتوجه به آنکه از دید تقریباً قائم $OB \simeq OA$ و $O'B = O'A$ است، بنابراین داریم:

$$\frac{n}{OA} = \frac{1}{O'A} \Rightarrow \frac{n}{OA} = \frac{1}{OA - OO'} \Rightarrow \frac{n}{30} = \frac{1}{30 - 6} \Rightarrow n = \frac{5}{4}$$

اکنون اگر مقداری از همان مایع را به درون ظرف بیفزائیم و از بالا به طور قائم به کف ظرف نگاه کنیم، خواهیم داشت:

$$\frac{n}{OA} = \frac{1}{O'A} \Rightarrow \frac{5}{OA} = \frac{1}{30} \Rightarrow OA = \frac{5}{4} \times 30 = 37.5 \text{ cm}$$

$$OA = 30 + x \Rightarrow 37.5 = 30 + x \Rightarrow x = 7.5 \text{ cm}$$

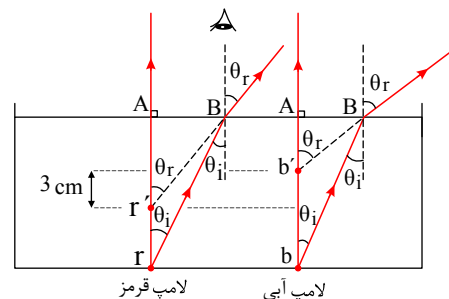


۱۰۰. گزینه ۴ چون ضریب شکست مایع برای نور آبی بیشتر از نور قرمز است، پس پرتو نور آبی در هوا بیشتر شکست خورده و از

خط عمود دور می شود. بنابراین مطابق شکل زیر و با استفاده از قانون شکست اسنل می توان نوشت:

$$\text{لامپ قرمز: } n_1 \sin \theta_i = n_2 \sin \theta_r \Rightarrow n_r \times \frac{AB}{rB} = n_{\text{هوا}} \times \frac{AB}{r'B}$$

$$\text{لامپ آبی: } n_1 \sin \theta_i = n_2 \sin \theta_r \Rightarrow n_b \times \frac{AB}{bB} = n_{\text{هوا}} \times \frac{AB}{b'A}$$



چون از دید تقریباً عمودی $rB \simeq r'A$ و $bB \simeq b'A$ است، بنابراین داریم:

$$\frac{hr}{rA} = \frac{1}{r'A} \Rightarrow r'A = \frac{rA}{nr}$$

$$\Rightarrow b'A - r'A = \frac{bA}{nb} - \frac{rA}{nr}$$

$$\frac{nb}{bA} = \frac{1}{b'A} \Rightarrow b'A = \frac{bA}{nb}$$

$$\frac{bA=rA=h}{\rightarrow} b'A - r'A = h\left(\frac{1}{nb} - \frac{1}{nr}\right)$$

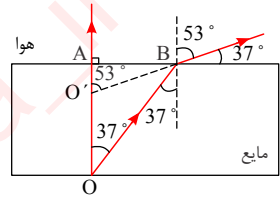
$$\Rightarrow -3 = h\left(\frac{1}{1.8} - \frac{1}{1.5}\right) = h\left(\frac{1.5 - 1.8}{1.8 \times 1.5}\right)$$

$$\Rightarrow -3 = h \times \frac{-0.3}{1.8 \times 1.5} \Rightarrow h = 27cm$$

۱۰۱. گزینه ۴ مطابق شکل و با استفاده از قانون شکست اسنل می توان نوشت:

$$n_1 \sin \theta_i = n_2 \sin \theta_r \Rightarrow n \sin 37^\circ = 1 \times \sin 53^\circ$$

$$\Rightarrow n_1 \sin \theta_i = n_2 \sin \theta_r \Rightarrow n \times \frac{AB}{OB} = 1 \times \frac{AB}{O'B}$$



$$\frac{OB \simeq OA}{O'B \simeq O'A} \rightarrow \frac{n}{OA} = \frac{1}{O'A} \Rightarrow \frac{4}{3} = \frac{1}{O'A} \Rightarrow O'A = 1.8cm$$

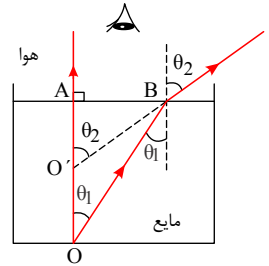
$OO' = OA - O'A = 24 - 18 = 6cm$
 مقدار که چشمه نور بالاتر دیده می شود.

۱۰۲. گزینه ۴ هنگامی که از محیط رقیقی مانند هوا به طور تقریباً عمودی به درون ظرف پر از مایعی به ضریب شکست n نگاه کنیم، کف ظرف را بالاتر از محل واقعی خود می بینیم. لذا مطابق قانون شکست اسنل داریم:

$$n_1 \sin \theta_i = n_2 \sin \theta_r \Rightarrow n \times \frac{AB}{OB} = 1 \times \frac{AB}{O'B}$$

$$\frac{OB \simeq OA}{O'B \simeq O'A} \rightarrow \frac{n}{OA} = \frac{1}{O'A} \Rightarrow \frac{n}{OA} = \frac{1}{OA - OO'}$$

$$\Rightarrow OO' = OA\left(1 - \frac{1}{n}\right)$$



اکنون برای دو ظرف A و B داریم:

$$\frac{(OO')_A}{(OO')_B} = \frac{1 - \frac{1}{n_A}}{1 - \frac{1}{n_B}} = \frac{1 - \frac{1}{3}}{1 - \frac{1}{2}} = \frac{\frac{2}{3}}{\frac{1}{2}} = \frac{4}{3} \Rightarrow (OO')_A = \frac{4}{3}(OO')_B$$

$$(OO')_B - (OO')_A = 3 \Rightarrow (OO')_B - \frac{4}{3}(OO')_B = 3$$

$$\Rightarrow (OO')_B = 9cm, (OO')_A = \frac{4}{3} \times 9 = 12cm$$

پس اگر این بار مایع درون ظرف B را روی مایع A بریزیم، جابه جایی کف ظرف برابر می شود با:

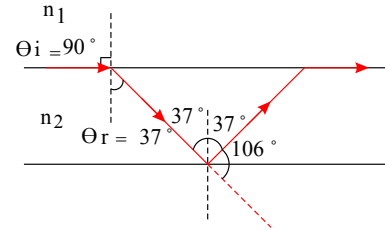
$$(OO')_A + (OO')_B = 12 + 9 = 21cm$$

۱۰۳. گزینه ۱

باتوجه به شکل و با استفاده از قانون شکست اسنل می توان نوشت:

$$180 - 106 = 74, \quad 74 \div 2 = 37$$

$$\frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_r} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{V_1}{V_2} \Rightarrow \frac{\sin 90}{\sin 37} = \frac{3 \times 10^8}{V_2} \Rightarrow V_2 = 1,8 \times 10^8 \text{ m/s}$$



۱۰۴. گزینه ۴

$$\theta_i = 2D$$

$$\frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_r} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\frac{n_1 = 1}{n_2 = n} \Rightarrow n = \frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_r} \Rightarrow \sqrt{3} = \frac{\sin 2D}{\sin D}$$

$$\sin 2D = \sqrt{3} \sin D \Rightarrow 2 \sin D \cos D = \sqrt{3} \sin D$$

$$\cos D = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow D = \frac{\pi}{6} \Rightarrow i = 2 \times \frac{\pi}{6} = \frac{\pi}{3}$$

۱۰۵. گزینه ۲ می دانیم زاویه انحراف، برابر انحراف پرتو نور از راستای اولیه یا اختلاف بین زاویه تابش پرتو نور با خط عمود بر نور جدایی دو محیط با زاویه شکست است. لذا مطابق قانون شکست اسنل می توان نوشت:

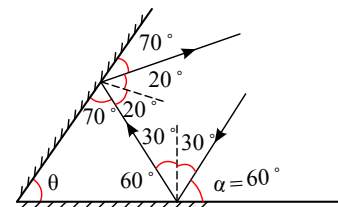
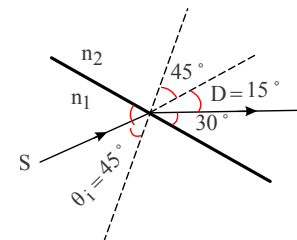
$$\text{زاویه انحراف } D = \theta_r - \theta_i \Rightarrow 15 = \theta_r - 45^\circ \Rightarrow \theta_r = 60^\circ$$

$$\frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_r} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2} \Rightarrow \frac{\sin 45}{\sin 60} = \frac{v_1}{v_2} \Rightarrow \frac{\sqrt{\frac{2}{2}}}{\sqrt{\frac{3}{2}}} = \frac{v_1}{v_2}$$

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{2}{3}} \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{3}{2}}$$

۱۰۶. گزینه ۱ اگر مطابق شکل زیر زاویه بین پرتو تابش با سطح آینه را با α نشان دهیم، خواهیم داشت:

$$\theta + 70^\circ + 60^\circ = 180^\circ \Rightarrow \theta = 50^\circ$$



۱۰۷. گزینه ۳ می دانیم مطابق شکل زاویه بین پرتو تابش به آینه اول و پرتو بازتاب از آینه دوم، همان زاویه انحراف پرتو بازتاب نسبت به پرتو تابش است. بنابراین داریم:

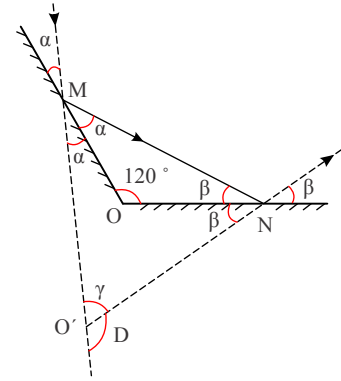
$$\alpha + \beta = 120^\circ = 180^\circ \Rightarrow \alpha + \beta = 60^\circ$$

$$\Delta O'MN \text{ در مثلث } 2\alpha + 2\beta + \gamma = 180^\circ$$

$$\Rightarrow 2(\alpha + \beta) + \gamma = 180^\circ$$

$$\Rightarrow 2 \times 60^\circ + \gamma = 180^\circ \Rightarrow \gamma = 60^\circ$$

$$D = 180^\circ - \gamma = 180^\circ - 60^\circ = 120^\circ$$



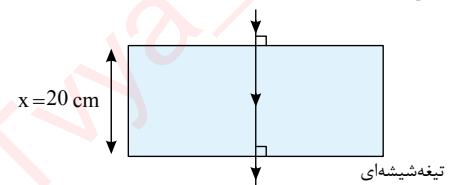
روش دوم: هنگامی که زاویه بین دو آینه متقاطع بیشتر از 90° باشد، در این صورت زاویه انحراف برابر است با:

$$D = 360^\circ - 2\theta = 360^\circ - 2 \times 120^\circ = 120^\circ$$

۱۰۸. گزینه ۳ می‌دانیم پرتویی که به طور عمود بر تیغه شیشه‌ای می‌تابد، شکست پیدا نکرده و به طور عمود نیز از سطح دیگر آن خارج می‌شود بنابراین برای محاسبه مسافت پیموده شده در هوا در مدتی که این پرتو از تیغه می‌گذرد، داریم:

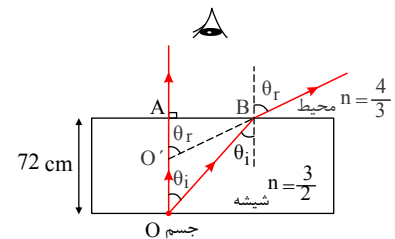
$$\frac{x_{\text{شیشه}}}{x_{\text{هوا}}} = \frac{v_{\text{شیشه}}}{v_{\text{هوا}}} = \frac{v}{v_{\text{هوا}}} \propto \frac{1}{n} \rightarrow \frac{x_{\text{شیشه}}}{x_{\text{هوا}}} = \frac{n_{\text{هوا}}}{n_{\text{شیشه}}}$$

$$\Rightarrow \frac{20 \text{ cm}}{x_{\text{هوا}}} = \frac{1}{\frac{3}{2}} = \frac{2}{3} \Rightarrow x_{\text{هوا}} = 30 \text{ cm}$$



۱۰۹. گزینه ۳ مطابق شکل و با استفاده از قانون شکست اسنل می‌توان نوشت:

$$n_1 \sin \theta_i = n_2 \sin \theta_r \Rightarrow n_{\text{شیشه}} \times \frac{AB}{OB} = n_{\text{محیط}} \times \frac{AB}{O'B}$$



چون از دید قائم تقریباً $OB \simeq OA$ و $O'B = O'A$ است، داریم:

$$\frac{n_{\text{شیشه}}}{OA} = \frac{n_{\text{محیط}}}{O'A} \Rightarrow \frac{\frac{3}{2}}{72} = \frac{\frac{4}{3}}{O'A} \Rightarrow O'A = 64 \text{ cm}$$

$$OO' = OA - O'A = 72 - 64 = 8 \text{ cm}$$

بنابراین ناظر تصویر جسم را 8 cm بالاتر از جای واقعی آن می‌بیند.

۱۱۰. گزینه ۲ زاویه حد (θ_c) ، زاویه تابش پرتو نور در محیط غلیظ است که به‌ازای آن زاویه شکست پرتو نور 90° باشد. پس وقتی پرتو نور به‌ازای زاویه تابش از صفر تا 30° در محیط A می‌تواند وارد محیط B شود، یعنی زاویه حد محیط A برابر 30° است و می‌توان نوشت:

$$n_1 \sin \theta_i = n_2 \sin \theta_r \Rightarrow n_A \sin \theta_c = n_B \sin \theta_r$$

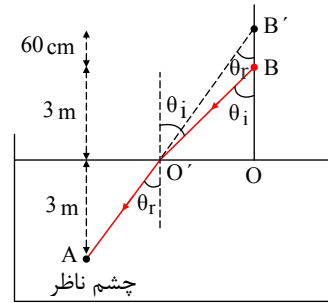
$$\Rightarrow n_A \sin 30^\circ = n_B \times \sin 90^\circ \Rightarrow \frac{n_B}{n_A} = \frac{1}{2}$$

باتوجه به اینکه تندی نور در یک محیط شفاف با ضریب شکست آن محیط رابطه عکس دارد، می‌توان نوشت:

$$v \propto \frac{1}{n} \Rightarrow \frac{v_B}{v_A} = \frac{n_A}{n_B} = 2$$

۱۱۱. گزینه ۴ مطابق شکل و با استفاده از قانون شکست اسنل می‌توان نوشت:

$$n_1 \sin \theta_i = n_2 \sin \theta_r \Rightarrow n_{\text{هوا}} \times \frac{OO'}{O'B} = n_{\text{مایع}} \times \frac{OO'}{O'B'}$$



چون از دید قائم تقریباً $O'B \simeq OB'$ و $O'B \simeq OB$ است، می توان نوشت:

$$\frac{n_{\text{هوا}}}{OB} = \frac{n_{\text{هوا}}}{OB} \Rightarrow \frac{1}{3} = \frac{n_{\text{هوا}}}{3.6} \Rightarrow n_{\text{هوا}} = \frac{3.6}{3} = \frac{36}{30} = \frac{6}{5}$$

$$v_{\text{مایع}} = \frac{c}{n_{\text{مایع}}} = \frac{3 \times 10^8}{\frac{6}{5}} = \frac{5}{2} \times 10^8 = 2.5 \times 10^8 \text{ m/s}$$

۱۱۲. گزینه ۳ می دانیم وقتی یک پرتو نور از محیطی شفاف وارد محیط شفاف دیگری می شود، بخشی از پرتو نور شکست خورده و وارد محیط دوم می شود. حال اگر زاویه تابش پرتو نور با خط عمود بر مرز مشترک دو محیط به گونه ای باشد که زاویه شکست آن 90° شود، آن زاویه تابش را زاویه حد می نامند. بنابراین مطابق شکل ابتدا زاویه حد و سپس به کمک آن قطر دایره روشن را به دست می آوریم:

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \quad , \quad \text{هوا } n_1 = 1$$

$$\frac{5}{3} \times \sin \theta_c = 1 \times \sin 90^\circ \Rightarrow \sin \theta_c = \frac{3}{5}$$

$$\Rightarrow \sin \theta_c = 0.6 \Rightarrow \theta_c = 37^\circ$$

$$\sin \theta_c = \frac{r}{h} \Rightarrow \frac{3}{5} = \frac{r}{20} \Rightarrow r = 12 \text{ cm}$$

$$\text{قطر دایره روشن } D = 2r = 2 \times 12 = 24 \text{ cm}$$

۱۱۳. گزینه ۳ بنا به تعریف زاویه حد، زاویه تابش نور در محیط غلیظ است که زاویه شکست آن 90° باشد پس:

$$V = c - 0.3c = 0.7c$$

$$n = \frac{c}{V} = \frac{c}{0.7c} = \frac{10}{7}$$

ابتدا ضریب شکست محیط شفاف را می یابیم. داریم:

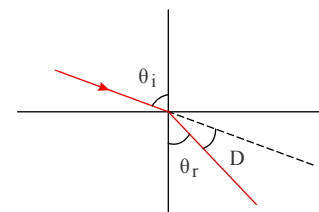
اکنون با استفاده از رابطه ی شکست اسنل، می توان نوشت:

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \Rightarrow n \sin \theta_c = 1 \times \sin 90^\circ$$

$$\Rightarrow \sin \theta_c = \frac{1}{n} = \frac{1}{\frac{10}{7}} = 0.7 = \frac{1.4}{2} = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \theta_c = 45^\circ$$

۱۱۴. گزینه ۲ با توجه به زاویه انحراف پرتو نور از مسیر اولیه اش، مطابق شکل داریم:

$$\text{زاویه انحراف } D = \theta_i - \theta_r \Rightarrow 15^\circ = 45^\circ - \theta_r \Rightarrow \theta_r = 30^\circ$$



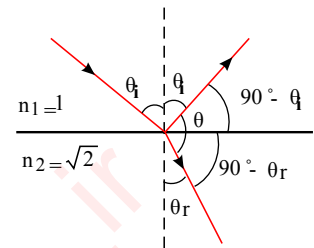
اکنون با استفاده از قانون شکست اسنل و رابطه سرعت نور در یک محیط شفاف با ضریب شکست آن محیط می توان نوشت:

$$n_1 \sin \theta_i = n_2 \sin \theta_r \Rightarrow \frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_r} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} = \frac{3 \times 10^8}{v_2} \Rightarrow \frac{\frac{\sqrt{2}}{2}}{\frac{1}{2}} = \frac{3 \times 10^8}{v_2} \Rightarrow v_2 = \frac{3\sqrt{2}}{2} \times 10^8 \text{ m/s}$$

۱۱۵. گزینه ۳ ابتدا شکل ساده‌ای از سوال رسم می‌کنیم. با استفاده از قانون شکست اسنل می‌توان نوشت:

$$\frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_r} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \frac{\sin 45^\circ}{\sin \theta_r} = \frac{\sqrt{2}}{1} \Rightarrow \sin \theta_r = \frac{1}{2} \Rightarrow \theta_r = 30^\circ$$



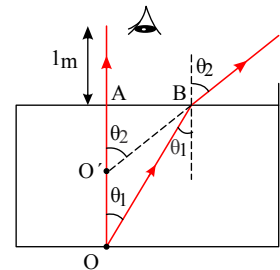
چون مطابق شکل، زاویه‌ی بین پرتوی شکست و بازتاب برابر $(90^\circ - \theta_i) + (90^\circ - \theta_r)$ است، می‌توان نوشت:

$$\theta_i = 45^\circ \rightarrow \hat{\theta} = (90^\circ - 45^\circ) + (90^\circ - 30^\circ) \Rightarrow \hat{\theta} = 105^\circ$$

۱۱۶. گزینه ۳ مطابق شکل و با استفاده از قانون شکست اسنل می‌توان نوشت:

$$n_1 \sin \theta_i = n_2 \sin \theta_r \Rightarrow n \times \frac{AB}{OB} = 1 \times \frac{AB}{O'B}$$

$$n = \frac{\sin 53^\circ}{\sin 37^\circ} = \frac{0.8}{0.6} = \frac{4}{3}$$



چون از دید تقریباً قائم $OB \simeq OA$ و $O'B = O'A$ است، بنابراین داریم:

$$\frac{n}{OA} = \frac{1}{O'A} \Rightarrow \frac{4}{3} \Rightarrow \frac{1}{O'A} \Rightarrow O'A = 3m$$

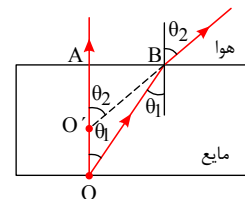
فاصله نقطه روشن از چشم $= 3 + 1 = 4m$

۱۱۷. گزینه ۳ هنگامی که به طور عمود از هوا به داخل ظرف پر از آبی نگاه می‌کنیم، اجسام را کمی بالاتر از محل واقعی خود می‌بینیم

لذا مطابق قانون شکست اسنل داریم:

$$n_1 \sin \theta_i = n_2 \sin \theta_r \Rightarrow n \times \frac{AB}{OB} = 1 \times \frac{AB}{O'B}$$

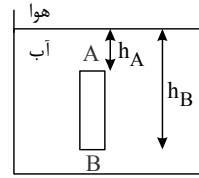
$$\frac{OB \simeq OA}{O'B \simeq O'A} \rightarrow \frac{n}{OA} = \frac{1}{O'A} \Rightarrow O'A = \frac{OA}{n}$$



اکنون اگر مطابق شکل دو نقطه از دو انتهای میله را در نظر گرفته و فاصله ظاهری هریک از نقاط تا سطح آزاد مایع را با h نشان دهیم، داریم:

$$h'_A = \frac{h_A}{n} = \frac{h_A}{\frac{4}{3}} = \frac{3}{4}h_A$$

$$h'_B = \frac{h_B}{n} = \frac{h_A + 12}{\frac{4}{3}} = \frac{3}{4}(h_A + 12)$$



$$A'B' = h'_B - h'_A = \frac{3}{4}(h_A + 12) - \frac{3}{4}h_A = 9 \text{ cm}$$

۱۱۸. گزینه ۲ می دانیم جبهه های موج صوتی حاصل از یک منبع صوتی از کره هایی هم مرکز از لایه های پرفشار و کم فشار (لایه های تراکمی و انبساطی) متوالی تشکیل شده اند و فاصله دو لایه پرفشار یا دو لایه کم فشار متوالی برابر با یک طول موج λ است. بنابراین با استفاده از رابطه سرعت انتشار موج مکانیکی داریم:

$$v = \lambda f \Rightarrow 340 = \lambda \times 850 \Rightarrow \lambda = 0.4 \text{ m} = 40 \text{ cm}$$

$$r_2 = r_1 + \frac{3\lambda}{2} = 15 + \frac{3 \times 40}{2} = 75 \text{ cm}$$

$$\frac{r_2}{r_1} = \frac{75}{15} = 5$$

$$\Delta\beta = \beta_M - \beta_N = 10 \log \frac{I_1}{I_2} \xrightarrow{\left(\frac{I_1}{I_2}\right) = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2} \Delta\beta = 20 \log \frac{r_2}{r_1} = 20 \log 5 = 20 \log \frac{10}{2}$$

$$= 20 \log 10 - 20 \log 2 = 20 \times 1 - 20 \times 0.3 = 20 - 6 = 14 \Rightarrow \Delta\beta = 14 \text{ dB}$$

توجه داشته باشید زاویه داده شده در این سوال در محاسبه اختلاف تراز شدت صوت بی تأثیر است و یک دام آموزشی است.

۱۱۹. گزینه ۴ می دانیم در یک محیط همگن امواج صوتی به صورت کره هایی هم مرکز در فضا پخش می شوند که جبهه های موج صوتی می نامند به گونه ای که همه نقاط روی یک جبهه موج با هم، هم فازند. از طرفی می دانیم صوت یک موج مکانیکی طولی است که در آن راستای ارتعاش ذرات منطبق بر راستای انتشار موج است. بنابراین هر نقطه از محیط (مولکول های هوا) به صورت شعاعی در راستای انتشار موج به ارتعاش در می آیند. یعنی گزینه ۴ صحیح است.

۱۲۰. گزینه ۴

می دانیم شدت صوت مینا (I_0) برابر آستانه شنوایی در بسامد 1000 Hz و مقدار آن $10^{-12} \frac{W}{m^2}$ است. پس با استفاده از رابطه تراز شدت صوت داریم:

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \Rightarrow 25 = 10 \log \frac{I}{I_0} \Rightarrow 2.5 = \log \frac{I}{I_0} \quad (1)$$

برای 2.5 dB می توان نوشت:

$$2.5 = 1 + (5 \times 0.3) = \log 10 + 5 \log 2 = \log 10 + \log 2^5 = \log 10 + \log 32 \\ = \log 10 \times 32 = \log 320 \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1) \text{ و } (2)} 2.5 = \log \frac{I}{I_0} \Rightarrow \log 320 = \log \frac{I}{I_0} \Rightarrow \frac{I}{I_0} = 320 \Rightarrow I = 320 \cdot I_0$$

$$\Delta I = I - I_0 \Rightarrow 320 \cdot I_0 - I_0 = 319 I_0 = 319 \times 10^{-12} \frac{W}{m^2} = 319 \frac{PW}{m^2}$$

پاسخنامه کلیدی آزمون با کد: ۸۷۳۶۶۶

۳ -۵	۱ -۴	۳ -۳	۱ -۲	۴ -۱
۱ -۱۰	۳ -۹	۱ -۸	۳ -۷	۴ -۶
۲ -۱۵	۳ -۱۴	۳ -۱۳	۲ -۱۲	۳ -۱۱
۲ -۲۰	۴ -۱۹	۱ -۱۸	۳ -۱۷	۴ -۱۶
۲ -۲۵	۱ -۲۴	۱ -۲۳	۴ -۲۲	۳ -۲۱
۱ -۳۰	۳ -۲۹	۲ -۲۸	۳ -۲۷	۴ -۲۶
۳ -۳۵	۳ -۳۴	۲ -۳۳	۲ -۳۲	۱ -۳۱
۳ -۴۰	۴ -۳۹	۳ -۳۸	۱ -۳۷	۲ -۳۶
۲ -۴۵	۲ -۴۴	۳ -۴۳	۴ -۴۲	۴ -۴۱
۳ -۵۰	۱ -۴۹	۲ -۴۸	۱ -۴۷	۲ -۴۶
۴ -۵۵	۴ -۵۴	۲ -۵۳	۳ -۵۲	۳ -۵۱
۱ -۶۰	۱ -۵۹	۳ -۵۸	۳ -۵۷	۳ -۵۶
۳ -۶۵	۱ -۶۴	۱ -۶۳	۳ -۶۲	۳ -۶۱
۱ -۷۰	۱ -۶۹	۳ -۶۸	۴ -۶۷	۴ -۶۶
۲ -۷۵	۳ -۷۴	۱ -۷۳	۲ -۷۲	۴ -۷۱
۲ -۸۰	۳ -۷۹	۴ -۷۸	۲ -۷۷	۲ -۷۶
۴ -۸۵	۲ -۸۴	۲ -۸۳	۲ -۸۲	۳ -۸۱
۴ -۹۰	۲ -۸۹	۲ -۸۸	۳ -۸۷	۲ -۸۶
۳ -۹۵	۲ -۹۴	۳ -۹۳	۴ -۹۲	۴ -۹۱
۴-۱۰۰	۲ -۹۹	۳ -۹۸	۳ -۹۷	۱ -۹۶
۲-۱۰۵	۴-۱۰۴	۱-۱۰۳	۴-۱۰۲	۴-۱۰۱
۲-۱۱۰	۳-۱۰۹	۳-۱۰۸	۳-۱۰۷	۱-۱۰۶
۳-۱۱۵	۲-۱۱۴	۳-۱۱۳	۳-۱۱۲	۴-۱۱۱
۴-۱۲۰	۴-۱۱۹	۲-۱۱۸	۳-۱۱۷	۳-۱۱۶