۱. سرعت انتشار موج عرضی در یک تار، $۱۰۰\frac{m}{s}$ است. نیروی کشش این تار را چند درصد افزایش دهیم، تا سرعت انتشار موج در آن به $۱۱۰\frac{m}{s}$ برسد؟

۱) $\sqrt{۱۰}$ ۲) ۱۰ ۳) $\sqrt{۲۱}$ ۴) ۲۱

-سراسری-۱۳۹۱-متوسط

۲. انتهای نخی که با نیروی کشش F کشیده شده است به یک دیاپازون 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) $\sqrt{۲}$برابر می‌شود، تغییر نمی‌کند. ۲) $\sqrt{۲}$ برابر می‌شود، $\sqrt{۲}$ برابر می‌شود.

۳) ۲ برابر می‌شود، ۲ برابر می‌شود. ۴) ۲ برابر می‌شود، تغییر نمی‌کند.

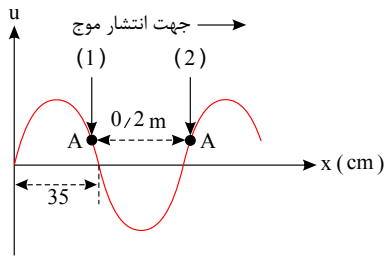
-آزاد عصر-۱۳۸۲-متوسط

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، $\frac{۴}{۵}$ جابه‌جایی کف ظرف B دیده می‌شود. اگر ضریب شکست مایع درون ظرف A برابر $\frac{۳}{۲}$ باشد، ضریب شکست مایع درون ظرف B برابر است با:

۱) $\frac{۱۵}{۸}$ ۲) ۱٫۲ ۳) $\frac{۱۲}{۷}$ ۴) $\frac{۱۵}{۷}$

-منتا-۱۳۹۱-سخت

۴. نقطه‌ی A یک نقطه از موج است. در مدت ۰٫۲ ثانیه نقطه‌ی A از وضعیت (۱) به (۲) می‌رسد. فرکانس موج چند هرتز است؟



۱) $\frac{۱۰}{۷}$
۲) $\frac{۷}{۱۰}$
۳) ۵
۴) ۶

-منتا-۱۳۹۲-متوسط

۵. موجی با بسامد $۵Hz$ مسافتی را در $۵۰s$ طی می‌کند. در این فاصله چند طول موج وجود دارد؟

۱) ۵۰۰ ۲) ۱۲۵ ۳) ۲۵۰ ۴) ۱۰۰

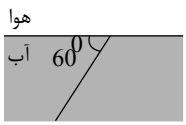
-منتا-۱۳۹۲-متوسط

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

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

-منتا-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؟ ($n_{\text{آب}} = \frac{۴}{۳}$)

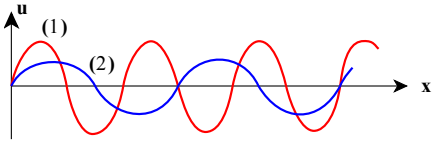


۱) ۲۵٪ کاهش ۲) ۲۵٪ افزایش

۳) ۵۰٪ افزایش ۴) ۵۰٪ کاهش

-منتا-۱۳۹۲-متوسط

۸. موج های u_1 و u_2 به صورت جداگانه در یک تار منتشر شده‌اند. 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) $\frac{۴}{۳}$ ۲) $\frac{۲}{۳}$

۳) $\frac{۳}{۲}$ ۴) $\frac{۳}{۴}$

-گزینه ۲-۱۳۹۴-متوسط

۹. یک موج ارتعاشی، امواجی با فرکانس $۱۰۰Hz$ تولید و با سرعت $۱۰\frac{m}{s}$ در محیط منتشر می‌کند. نقطه‌ی M در فاصله‌ی $۳۰cm$ از منبع واقع است. موج حاصل، پس از چند دوره به نقطه‌ی M می‌رسد؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

-گزینه ۲-۱۳۹۴-متوسط

۱۰. تارهای A و B هم‌جنس هستند و قطر تار A نصف قطر تار B است. وقتی در A موج با بسامد ۱۰۰ هرتز و در B موج با بسامد ۱۵۰ هرتز منتشر می‌شود، طول موج در دو تار مساوی می‌شود. نیروی کشش تار B چند برابر نیروی کشش تار A است؟

۱) ۹ ۲) ۶ ۳) ۳ ۴) ۱۲

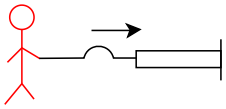
-گزینه ۲-۱۳۹۳-متوسط

۱۱. یک منبع ارتعاش، موج‌هایی با بسامد $۵۰۰Hz$ و طول موج $۰/۲m$ را در فضایی همگن منتشر می‌کند. در مدت زمانی که موج مسافت ۵۰ متر را طی می‌کند، منبع ارتعاش چند نوسان کامل انجام می‌دهد؟

۱) ۱۵۰ ۲) ۳۰۰ ۳) ۲۵۰ ۴) ۲۲۵

-قلم چی-۱۳۹۴-متوسط

۱۲. مطابق شکل، توپی با طول موج ۶ سانتی‌متر در طناب نازک ایجاد می‌کنیم. اگر قطر طناب ضخیم دو برابر قطر طناب نازک باشد و هر دو طناب هم‌جنس باشند، بسامد، طول موج و سرعت انتشار موج در طناب ضخیم، به ترتیب از راست به چپ چند برابر طناب نازک می‌شود؟



۱) $\frac{۱}{۲}$ ، ۳ ، ۳ ۲) ۱ ، $\frac{۱}{۲}$ ، $\frac{۱}{۲}$

۳) $\frac{۱}{۲}$ ، $\frac{۱}{۲}$ ، $\frac{۱}{۲}$ ۴) ۱ ، ۲ ، ۲

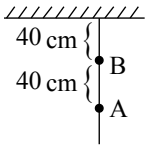
-قلم چی-۱۳۹۴-متوسط

۱۳. دو طناب با چگالی‌های مساوی، توسط نیروهای یکسان، به‌طور جداگانه بین دو نقطه کشیده شده‌اند و در آن‌ها امواج عرضی منتشر می‌شود. اگر قطر طناب اول ۲۵٪ بیش‌تر از قطر طناب دوم باشد، آنگاه سرعت انتشار امواج عرضی در طناب اول ..... درصد ..... از طناب دوم است.

۱) ۲۰، بیش‌تر ۲) ۳۶، بیش‌تر ۳) ۲۰، کم‌تر ۴) ۳۶، کم‌تر

-قلم چی-۱۳۹۴-متوسط

۱۴. مطابق شکل زیر، طناب همگنی به جرم M و طول $۱m$ از سقف آویزان است. نسبت سرعت انتشار موج عرضی در نقطه‌ی B به نقطه‌ی A کدام است؟

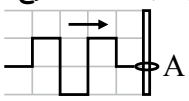


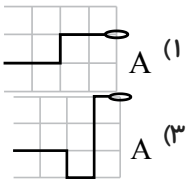
۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$

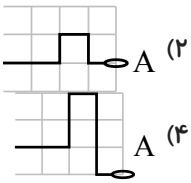
۳) $\sqrt{۳}$ ۴) ۳

-قلم چی-۱۳۹۵-سخت

۱۵. مطالق شکل، یک تپ درحال انتشار در جهت محور xها به حلقه‌ی آزاد در نقطه‌ی A رسیده و باز می‌گردد. اگر سرعت انشار موج یک خانه برثانیه باشد، وضعیت طناب پس از $3s$ کدام است؟



۱) 

۲) 

۳)

۴)

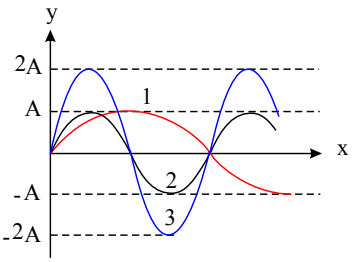
-گزینه ۲-۱۳۹۵-متوسط

۱۶. موجی با بسامد ۲۰ هرتز و دامنه‌ی ۱ سانتی‌متر در تاری که جرم هر ۲۰ سانتی‌متر آن ۸ گرم است، منتشر می‌شود. اگر نیروی کشش تار ۱۰۰ نیوتن باشد، در مدت ۳۰ ثانیه چند ژول انرژی توسط این موج، از هر نقطه‌ی طناب منتقل می‌شود؟ $\left(\pi \simeq \sqrt{10}\right)$

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 بیش‌تر است.
۲) سرعت انتشار هر سه موج یکسان است.
۳) بسامد زاویه‌ای موج (۱) از بقیه بیش‌تر است.
۴) عدد موج دو موج (۲) و (۳) با هم برابر است.

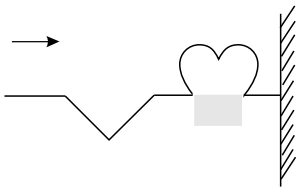
-قلم چی-۱۳۹۵-سخت

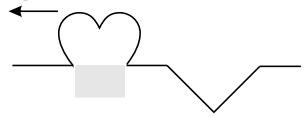
۱۸. در سیمی به طول L که تحت کشش است، موجی با بسامد f ایجاد می‌کنیم. اگر بدون تغییر جرم سیم، بسامد موج و دامنه‌ی موج، نیروی کشش و طول سیم دو برابر شوند، توان متوسط انتقال انرژی موج چند برابر می‌شود؟

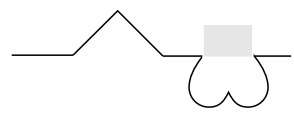
۱) ۱۶ ۲) ۲ ۳) $\frac{۱}{۲}$ ۴) ۴

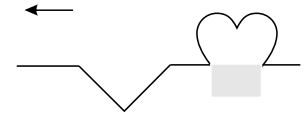
-قلم چی-۱۳۹۵-سخت

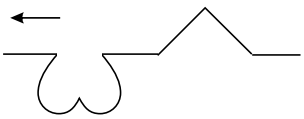
۱۹. موجی مطابق شکل زیر به مانع سختی (انتهای بسته‌ی طناب) برخورد کرده و بازتاب می‌شود. موج بازتاب کدام گزینه است؟



۱) 

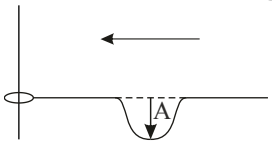
۲) 

۳) 

۴) 

-قلم چی-۱۳۹۵-سخت

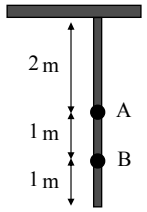
۲۰. در شکل زیر، هنگام برخورد تپ فرودی به انتهای آزاد طناب (حلقه)، بیشینه‌ی جابه‌جایی حلقه از وضع تعادلش کدام است؟



۱) A و در جهت پایین
۲) $۲A$ و در جهت پایین
۳) A و در جهت بالا
۴) $۲A$ و درجهت بالا

-قلم چی-۱۳۹۵-متوسط

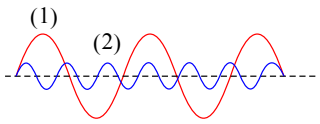
۲۱. در شکل مقابل ریسمانی همگن از سقف آویزان است. اگر در ریسمان امواج عرضی ایجاد کنیم. سرعت انتشار این امواج در نقطه‌ی A چند برابر نقطه‌ی B است؟



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

-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) $f_۱ < f_۲ \ , \ \lambda_۱ > \lambda_۲$
۲) $f_۱ > f_۲ \ , \ \lambda_۱ < \lambda_۲$
۳) فقط $f_۱ < f_۲$
۴) فقط $\lambda_۱ > \lambda_۲$

-قلم چی-۱۳۹۶-متوسط

۲۳. سرعت انتشار امواج عرضی درتاری به طول L که با نیروی F کشیده می شود برابر با V است. سرعت انتشار امواج عرضی در تاری از همان جنس به طول $۲L$که با نیروی $۴F$کشیده شده است. چند V است؟(سطح مقطع تار ثابت فرض شود.)

۱) ۲ ۲) $\sqrt{۸}$ ۳) $\sqrt{۲}$ ۴) ۴

-قلم چی-۱۳۹۶-متوسط

۲۴. سرعت انتشار امواج عرضی در یک طناب $۳۰\frac{m}{s}$ است. اگر بخواهیم سرعت انتشار امواج عرضی در این طناب $۱۲\frac{m}{s}$ افزایش یابد، باید نیروی کشش طناب را چند درصد افزایش دهیم؟

۱) ۹۶ ۲) ۴۰ ۳) ۸۴ ۴) ۱۶

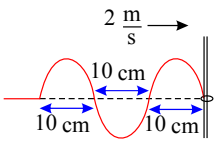
-گزینه ۲-۱۳۹۶-متوسط

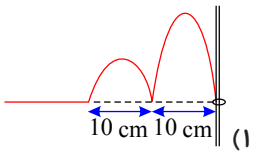
۲۵. سرعت انتشار امواج عرضی در یک طناب $۴۰\frac{m}{s}$ است. اگر $\frac{۱}{۴}$ طول طناب را ببریم و نیروی کشش را ۵۱ درصد کاهش دهیم، سرعت انتشار موج عرضی در طناب چند متر بر ثانیه خواهد شد؟

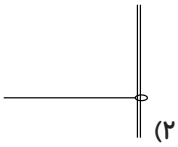
۱) $۱۴\sqrt{۳}$ ۲) ۲۸ ۳) $\frac{۵۶\sqrt{۳}}{۳}$ ۴) ۱۴

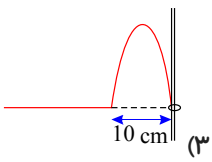
-گزینه ۲-۱۳۹۶-متوسط

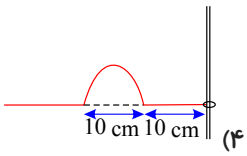
۲۶. تپ نشان داده شده در شکل مقابل در لحظه‌ی $t = ۰$ به انتهای آزاد تار می‌رسد. اگر سرعت انتشار تپ در تار $۲\frac{m}{s}$ باشد، شکل تار در $t = \frac{۱}{۲۰}s$ کدام است؟



۱)


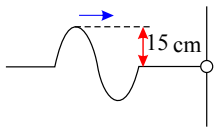
۲)


۳)


۴)


-گزینه ۲-۱۳۹۶-متوسط

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



۱) ۶۰
۲) ۹۰
۳) ۱۲۰
۴) ۱۰۰

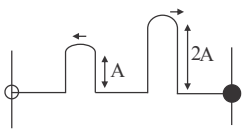
-قلم چی-۱۳۹۶-سخت

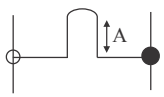
۲۸. موج عرضی با دامنه‌ی $۲cm$ و طول موج $۱٫۵cm$ در طنابی منتشر می‌شود. ذره‌ای از طناب در مدت $۰٫۲s$ مسافت $۱۶cm$ را می پیماید. در همین مدت قله‌ی موج چند متر پیش‌روی می‌کند؟

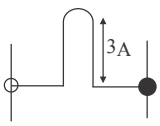
۱) ۲
۲) ۳
۳) ۱
۴) ۲٫۵

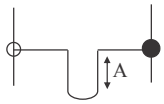
-قلم چی-۱۳۹۶-سخت

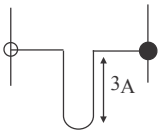
۲۹. مطابق شکل زیر، دو تپ روی یک طناب در دو سوی مختلف در حال حرکتند. اگر یک انتهای طناب ثابت و انتهای دیگر آن آزاد باشد، اولین برهم نهی کامل دو تپ بازتابی از دو انتهای طناب به کدام صورت خواهد بود؟



۱)


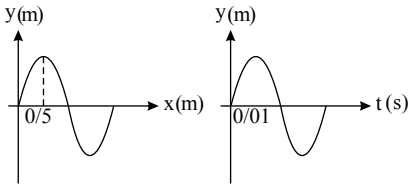
۲)


۳)


۴)


-قلم چی-۱۳۹۶-متوسط

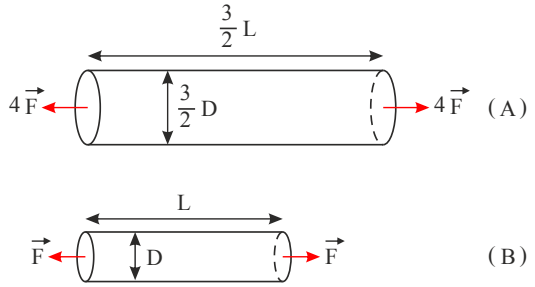
۳۰. نقش یک موج در یک لحظهٔ خاص و نمودار بُعد – زمان یک ذره از محیط انتشار این موج مطابق شکل‌های زیر است. این موج مسافت ۱۵۰ متر را در چه مدتی برحسب ثانیه طی می‌کند؟



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

–قلم چی–۱۳۹۷–متوسط

۳۲. در یک طناب همگن که با نیروی $۲۰N$ کشیده شده است، موجی عرضی در حال انتشار است. اگر جرم هر ۱۰ متر از طناب برابر $۲kg$ و فاصلهٔ هر قلّه از درّهٔ مجاورش برابر با $۱۰cm$ 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

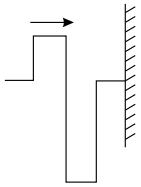
–گزینه ۲–۱۳۹۷–متوسط

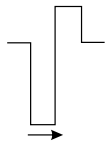
۳۴. اگر نیروی کشش تار مرتعشی را ۴ برابر کنیم و مساحت سطح مقطع آن را ۳۶ درصد کاهش دهیم، سرعت انتشار امواج عرضی در تار در این حالت چند برابر می‌شود؟

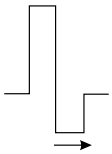
۱) ۰٫۶۴ ۲) ۱٫۶ ۳) ۲٫۵ ۴) ۰٫۵

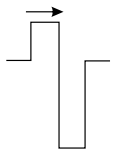
–قلم چی–۱۳۹۷–متوسط

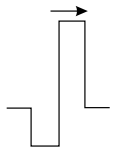
۳۵. مطابق شکل زیر، تپی در طنابی که یک انتهایش به دیوار بسته شده است، تولید می‌شود. تپ بازتابیده از انتهای ثابت این طناب با کدام تپ به‌طور کامل برهم نهاده شود تا در یک لحظه، تمام نقطه‌های طناب ساکن دیده شود؟



۱)


۲)


۳)


۴)


قلم چی-۱۳۹۷-متوسط

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

۱) ۰٫۲۵ ۲) ۲٫۵ ۳) ۰٫۵ ۴) ۵

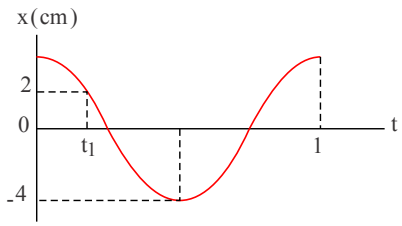
منتا-۱۳۹۸-متوسط

۳۷. هرگاه جسمی به جرم m که به فنری متصل شده، به نوسان درآید دورهٔ تناوب آن $۱s$ و دورهٔ تناوب جسمی به اندازهٔ ۳ کیلوگرم بیشتر با همان فنر، $۲s$ 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 $t_۱$ کدام است؟



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

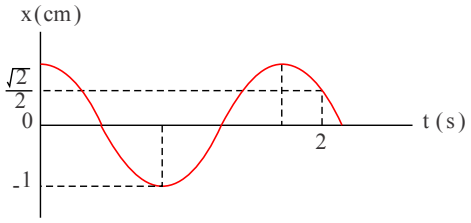
منتا-۱۳۹۸-متوسط

۳۹. جرمی متصل به یک فنر با بسامد ۱۰ هرتز و دامنهٔ ۴ سانتی‌متر پس از رها شدن از بالای نقطهٔ تعادل در چه زمانی برای اولین بار از ۲ سانتی‌متر پایین نقطهٔ تعادل عبور می‌کند؟

۱) $\frac{۱}{۵} s$ ۲) $\frac{۱}{۱۵} s$ ۳) $\frac{۱}{۲۰} s$ ۴) $\frac{۱}{۳۰} s$

منتا-۱۳۹۸-متوسط

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



۱) $\frac{۷\pi}{۸۰۰}$
۲) $\frac{\pi}{۱۰۰}$
۳) $\frac{۹\pi}{۸۰۰}$
۴) $\frac{\pi}{۸۰}$

-منتا-۱۳۹۸-متوسط

۴۱. یک جرم متصل به یک فنر بدون جرم را به اندازهٔ ۲ سانتی‌متر کشیده و رها می‌کنیم اگر بیشینهٔ سرعت نوسانگر $\frac{\pi}{۵}\frac{m}{s}$ باشد مکان متحرک در زمان $t=\frac{۱}{۳}s$ چند سانتی‌متر است؟

۱) ۰٫۵
۲) ۱
۳) $-۰٫۵$
۴) -۱

-منتا-۱۳۹۸-متوسط

۴۲. یک جرم متصل به فنری قائم را به اندازهٔ $۲٫۵cm$ فشرده و رها می‌کنیم، اگر بیشینهٔ سرعت نوسانگر π متر بر ثانیه باشد مکان متحرک در زمان $t=\frac{۱}{۱۲}s$ کدام گزینه است؟

۱) $+۲٫۵(cm)$
۲) $-۲٫۵(cm)$
۳) $+۱٫۲۵(cm)$
۴) $-۱٫۲۵(cm)$

-منتا-۱۳۹۸-متوسط

۴۳. جرمی متصل به فنری قائم را به اندازهٔ $۴cm$ فشرده و رها می‌کنیم، اگر نوسانگر در زمان $۴s$ ثانیه برای سومین بار از نقطهٔ $۲cm$ بالاتر از نقطهٔ تعادل بگذرد بیشینهٔ سرعت نوسانگر چند متر بر ثانیه خواهد بود؟

۱) $\frac{\pi}{۱۰۰}$
۲) $\frac{\pi}{۶۰}$
۳) $\frac{۷\pi}{۳۰۰}$
۴) $\frac{۳\pi}{۱۰۰}$

-منتا-۱۳۹۸-متوسط

۴۴. جسمی به جرم $۱kg$ متصل به فنری روی سطح میز بدون اصطکاکی را کشیده و رها می‌کنیم. اگر نوسانگر در زمان $۵s$ برای دومین بار از نقطه‌ای در فاصلهٔ نصف دامنه نوسان طوریکه طول فنر از طول تعادل فنر بیشتر باشد بگذرد با فرض اینکه انرژی مکانیکی مجموعه ۰٫۰۲ ژول باشد دامنهٔ نوسان چند سانتی‌متر است؟ (از جرم فنر صرف‌نظر کنید و فرض کنید $\pi \simeq ۳$)

۱) ۱۰
۲) ۲۰
۳) ۳۰
۴) ۴۰

-منتا-۱۳۹۸-متوسط

۴۵. جسمی به جرم ۴ کیلوگرم با انرژی $۷٫۲mj$ در حال حرکت نوسانی ساده است. اگر نوسانگر در زمان $۳s$ برای دومین بار از دامنه در پایین نقطهٔ تعادل بگذرد، دامنه چند سانتی‌متر است؟ (فرض کنید نوسان متحرک از بالاترین نقطه نسبت به نقطه تعادل شروع شود و $\pi \simeq ۳$)

۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

-منتا-۱۳۹۸-متوسط

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

۱) ۵
۲) ۱۰
۳) ۱۵
۴) ۲۰

-منتا-۱۳۹۸-متوسط

۴۷. جسمی به جرم $۳kg$ با انرژی $۱۵mJ$ در حال حرکت نوسانی ساده است. اگر نوسانگر در زمان $۱s$ ثانیه برای چهارمین بار از فاصلهٔ نصف دامنه در پایین نقطهٔ تعادل عبور کند با فرض آغاز نوسان از بالاترین نقطه نسبت به نقطهٔ تعادل دامنه چند سانتی‌متر است؟ ($\pi \simeq ۳$)

۱) ۱
۲) ۱٫۵
۳) ۲
۴) ۲٫۵

-منتا-۱۳۹۸-متوسط

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

۱) ۰/۱ ۲) ۰/۲ ۳) ۱ ۴) ۲

-منتا-۱۳۹۸-متوسط

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

۱) $\frac{\sqrt{۲}}{۱۰\pi}$ متر و بالای نقطهٔ تعادل ۲) $\frac{\sqrt{۲}}{۱۰\pi}$ متر و پایین نقطهٔ تعادل

۳) $\frac{\sqrt{۳}}{۱۰\pi}$ متر و بالای نقطهٔ تعادل ۴) $\frac{\sqrt{۳}}{۱۰\pi}$ متر و پایین نقطهٔ تعادل

-منتا-۱۳۹۸-متوسط

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

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

-منتا-۱۳۹۸-متوسط

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

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

-منتا-۱۳۹۸-متوسط

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

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

-منتا-۱۳۹۸-متوسط

۵۳. اگر جرم سیاره‌ای $\frac{۱۰^{۲۴}}{۶/۶۷}$ کیلوگرم و شعاع آن ۱۰۰۰ کیلومتر باشد، یک ساعت آونگی روی آن سیاره هر ثانیه‌اش چند برابر هر ثانیه روی زمین است؟ ($G=۶/۶۷\times ۱۰^{-۱۱}N\cdot m^۲/kg^۲$, $g_{\text{زمین}}=۱۰m/s^۲$)

۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۴

-منتا-۱۳۹۸-متوسط

۵۴. اگر زمان تناوب یک آونگ ساده روی سیاره‌ای 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

-منتا-۱۳۹۸-متوسط

۵۵. اگر زمان تناوب یک آونگ ساده روی سیاره‌ای با شعاع $\sqrt{۲}$ برابر شعاع زمین $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$ برابر زمان تناوب آن روی زمین باشد، جرم سیاره، چند برابر جرم زمین است؟

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

-منتا-۱۳۹۸-متوسط

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

۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) ۲ ۳) ۱۶ ۴) ۴

-منتا-۱۳۹۸-متوسط

۵۷. اگر زمان تناوب یک آونگ ساده روی سیاره‌ای با شعاع $\frac{۵}{۲}$ برابر شعاع زمین، $\frac{۱}{۲}$ دورهٔ تناوب آن روی زمین باشد جرم سیاره چند برابر جرم زمین است؟

۱) ۵ ۲) $\frac{۱}{۵}$ ۳) ۲۵ ۴) $\frac{۱}{۲۵}$

-منتا-۱۳۹۸-متوسط

۵۸. دورهٔ تناوب یک آونگ ساده در داخل یک آسانسور با حرکت یکنواخت چند برابر دورهٔ تناوب آن در آسانسوری است که با شتاب $۲m/s^۲$ به سمت بالا شروع به حرکت می‌نماید؟ $(g=۱۰m/s^۲)$

۱) $\sqrt{\frac{۵}{۶}}$ ۲) $\sqrt{\frac{۴}{۵}}$ ۳) $\sqrt{\frac{۶}{۵}}$ ۴) $\sqrt{\frac{۵}{۴}}$

-منتا-۱۳۹۸-متوسط

۵۹. دورهٔ تناوب یک آونگ ساده که از فلزی سبک با طول $۲cm$ در صفر مطلق ساخته شده است، $۰/۱s$ است. دورهٔ تناوب آونگ در دمای ۳۰۰ کلوین کدام است؟ (ضریب انبساط طولی فلز $\alpha=۱۰^{-۲۰}C^{-۱}$ است.)

۱) $۰/۲s$ ۲) $۰/۴s$ ۳) $۲/۵s$ ۴) $۵s$

-منتا-۱۳۹۸-متوسط

۶۰. دورهٔ تناوب آونگ متصل به یک میلهٔ فلزی در آسانسوری که دمای داخلش ۲۰۰ کلوین است و با شتاب $۲m/s^۲$ رو به بالا شروع به حرکت می‌کند چند برابر دورهٔ تناوبش در آسانسوریست که دمای داخلش ۶۰۰ کلوین و با همان شتاب روبه پایین شروع به حرکت می‌کند؟ ($g=۱۰m/s^۲$ و $\alpha=۱۰^{-۳۰}C^{-۱}$ ضریب انبساط طولی میله)

۱) $\sqrt{\frac{۱۰}{۲۱}}$ ۲) $\sqrt{\frac{۲۱}{۱۰}}$ ۳) $\sqrt{\frac{۵}{۷}}$ ۴) $\sqrt{\frac{۷}{۵}}$

-منتا-۱۳۹۸-سخت

۶۱. ک آونگ سادهٔ ساخته شده از یک فلز سبک در داخل آسانسوری بر روی یک سیاره با شتاب ۲ برابر شتاب زمین که دمای آن برحسب سیلسیوس ۳/۵ برابر دمای زمین است قرار دارد و با شتاب ۴ متر بر مجذور ثانیه رو به پایین شروع به حرکت می‌کند. دورهٔ تناوب آن چند برابر دورهٔ تناوبش در آسانسور روی زمین که با همان شتاب رو به بالا حرکت می‌کند می‌باشد؟

($g_{\text{زمین}}=۱۰m/s^۲$ و دمای زمین $۲۰^\circ C$ و $\alpha_{\text{میله}}=۱۰^{-۲}\frac{۱}{^\circ C}$ ضریب انبساط طولی میله)

۱) $\frac{\sqrt{۳}}{۲}$ ۲) $\frac{۲}{\sqrt{۳}}$ ۳) $\frac{\sqrt{۶}}{۴}$ ۴) $\frac{۴}{\sqrt{۶}}$

-منتا-۱۳۹۸-سخت

۶۲. دورهٔ تناوب یک آونگ سادهٔ 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 دورهٔ تناوب آن روی کرهٔ زمین با دمای $۲۷^\circ C$ است؟ ($\alpha = ۲ \times ۱۰^{-۳}{}^\circ C^{-۱}$ ضریب انبساط خطی میله)

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

-منتا-۱۳۹۸-سخت

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

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

-منتا-۱۳۹۸-سخت

۶۴. دورهٔ تناوب یک آونگ ساخته شده از فلزی سبک روی سیاره‌ای با دمای ۲۰۰ کلوین چند برابر دورهٔ تناوب آن روی سیاره‌ای دیگر با دمای ۳۰۰ کلوین با جرم $\frac{۱}{۵}$ و شعاع $\frac{۱}{۲}$ برابر است؟ ($\alpha = ۶ \times ۱۰^{-۳}{}^\circ C^{-۱}$ ضریب انبساط طولی میله)

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

-منتا-۱۳۹۸-سخت

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

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

-منتا-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 اندازهٔ ۶ سانتی‌متر افزایش یابد. پس از آن جرم را به اندازهٔ $۱cm$ پایین کشیده و رها می‌کنیم. چند ثانیه پس از آن نوسانگر از ۰٫۵ سانتی‌متر بالاتر از نقطهٔ تعادل جدید برای دومین بار عبور خواهد کرد؟ ($g = ۱۰ m/s^۲$)

۱) $\frac{۲}{۱۵}$ ثانیه ۲) $\frac{۲\pi}{۱۵}$ ثانیه ۳) $\frac{۲\sqrt{۲}}{۱۵}$ ثانیه ۴) $\frac{۲\sqrt{۲}\pi}{۱۵}$ ثانیه

-منتا-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 برحسب ثانیه نوسانگر برای اولین بار از $\sqrt{۲}$ سانتی‌متری پایین نقطهٔ تعادل جدید عبور خواهد کرد؟ ($g = ۱۰ \frac{m}{s^۲}$)

۱) $\frac{۱}{۴}$ ۲) $\frac{\pi}{۴}$ ۳) $\frac{۳۰}{۸۰}$ ۴) $\frac{۲\pi}{۸۰}$

-منتا-۱۳۹۸-سخت

۶۸. وزنه‌ای در داخل آسانسوری که با شتاب $۴m/s^۲$ رو به پایین شروع به حرکت کرده است به فنری آویزان شده و به این وسیله آن را $۱/۵cm$ می‌کشد. اگر فنر را ۰/۵ سانتی‌متر فشرده و رها کنیم در زمان $\frac{\pi}{۱۲۰}$ ثانیه نوسانگر در چه فاصله و کدام سمت نقطهٔ تعادل جدید خواهد بود؟ $(g = ۱۰m/s^۲)$

۱) $\frac{۱}{۴}$ سانتی‌متر بالاتر از نقطهٔ تعادل

۲) $\frac{۱}{۴}$ سانتی‌متر پایین‌تر از نقطهٔ تعادل

۳) $\frac{\sqrt{۳}}{۴}$ سانتی‌متر بالاتر از نقطهٔ تعادل

۴) $\frac{\sqrt{۳}}{۴}$ سانتی‌متر پایین‌تر از نقطهٔ تعادل

-منتا-۱۳۹۸-متوسط

۶۹. وزنه‌ای در داخل آسانسوری که با شتاب $۵m/s^۲$ رو به پایین حرکت خودش را آغاز می‌کند از متری آویزان شده طول آن را $۵cm$ افزایش می‌دهد. اگر فنر را $۲/۵cm$ 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؟ $(g = ۱۰m/s^۲)$

۱) ۰/۱۲۵ ۲) ۰/۲۵ ۳) ۱/۲۵ ۴) ۲/۵

-منتا-۱۳۹۸-متوسط

۷۰. دور؟ۀ تناوب یک آونگ آویزان در آسانسوری که با شتاب $۲/۵\frac{m}{s^۲}$ شروع به حرکت به سمت بالا کرده است چند برابر دورهٔ تناوب آونگ در یک آسانسور با حرکت یکنواخت است؟ $(g = ۱۰m/s^۲)$

۱) $\frac{۲}{\sqrt{۵}}$ ۲) $\frac{\sqrt{۵}}{۲}$ ۳) $\frac{۴}{\sqrt{۵}}$ ۴) $\frac{\sqrt{۵}}{۴}$

-منتا-۱۳۹۸-متوسط

۷۱. دورهٔ تناوب یک آونگ ساده در داخل آسانسوری که با شتاب $۲/۵m//s^۲$ به سمت پایین شروع به حرکت می‌کند ۲برابر دورهٔ تناوب یک آونگ دیگر در آسانسور ساکن است. طول آونگ ساده در آسانسور شتاب دار چند برابر آونگ ساده در آسانسور ساکن است؟ $(g = ۱۰m/s^۲)$

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

-منتا-۱۳۹۸-متوسط

۷۲. وزنه‌ای یک کیلوگرمی در داخل آسانسوری که با شتاب ثابت $۵m/s^۲$ رو به پایین حرکت را آغاز می‌نماید از فنری آویزان شده و طول آن را $۵cm$ افزایش می‌دهد. اگر فنر را $۲/۵cm$ کشیده و رها کنیم، در لحظه‌ای که پتانسیل کشسانی $\frac{۲۵}{۱۶}$ ژول است تندی نسبت به آسانسور کدام است؟ $(g = ۱۰m/s^۲)$

۱) $\frac{۵}{۴}$ متر بر ثانیه ۲) $\frac{۵\sqrt{۲}}{۴}$ متر بر ثانیه ۳) $\frac{۵\sqrt{۲}}{۲}$ متر بر ثانیه ۴) $\frac{۵}{۲}$ متر بر ثانیه

-منتا-۱۳۹۸-سخت

۷۳. وزنه‌ای در داخل آسانسوری که با شتاب ثابت $۵m/s^۲$ رو به بالا حرکت خود را آغاز می‌کند از فنری آویزان شده و طول آن را ۰/۱ متر افزایش می‌دهد. اگر فنر را $۵cm$ کشیده و رها کنیم با فرض اینکه جرم وزنه $۲kg$ باشد، در نقطه‌ای که انرژی پتانسیل کشسانی فنر ۰/۱۲۵ ژول است، تندی وزنه نسبت به آسانسور کدام است؟ $(g = ۱۰m/s^۲)$

۱) $۰/۵m/s$ ۲) $۰/۲۵m/s$ ۳) $۲m/s$ ۴) $۴m/s$

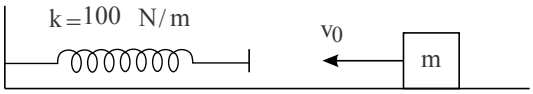
-منتا-۱۳۹۸-متوسط

۷۴. وزنه‌ای به جرم $۱kg$ در داخل آسانسوری که با شتاب ثابت $۳٫۵m/s^۲$ رو به بالا شروع به حرکت می‌کند به یک فنر آویزان شده طول آن را $۱٫۵cm$ افزایش می‌دهد. در صورتیکه فنر را $۰٫۵cm$ کشیده و رها کنیم در نقطه‌ای که انرژی پتانسیل کشسانی فنر $۶٫۲۵ \times ۱۰^{-۳}$ ژول باشد، تندی وزنه نسبت به آسانسور کدام است؟ $(g = ۱۰m/s^۲)$

۱) $۱m/s$ ۲) $۲m/s$ ۳) $۰٫۱m/s$ ۴) $۰٫۲m/s$

-منتا-۱۳۹۸-متوسط

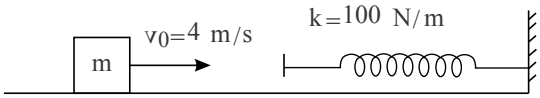
۷۵. وزنه‌ای به جرم $۱kg$ مطابق شکل با سرعت $۲m/s$ به فنری برخورد کرده و آن را فشرده می‌سازد. فرض کنید جسم محکم به آن می‌چسبد طوری‌که در بازگشت فنر به حالت اول از آن جدا نمی‌شود. معادلهٔ حرکت نوسانی در SI کدام است؟ (اصطکاک سطح ناچیز)



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

-منتا-۱۳۹۸-متوسط

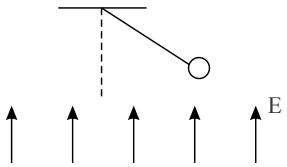
۷۶. وزنه‌ای به جرم $۱kg$ مطابق شکل با سرعت $۴m/s$ به فنری برخورد کرده و طوری به آن می‌چسبد که پس از فشرده شدن و بازگشت فنر از آن جدا نمی‌شود. مکان نوسانگر در زمان $\frac{\pi}{۳۰}$ کدام است؟ (اصطکاک ناچیز)



۱) $۰٫۱m$ ۲) $۰٫۲m$ ۳) $۰٫۳m$ ۴) $۰٫۴m$

-منتا-۱۳۹۸-متوسط

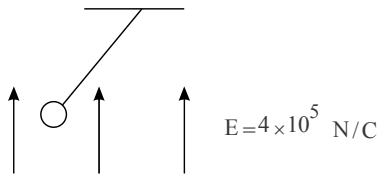
۷۷. گلوله‌ای ۱ گرمی که بار الکتریکی $-۲\mu C$ روی آن ذخیره شده مطابق شکل به میله‌ای بدون جرم متصل و در میدان الکتریکی $۱۵ \times ۱۰^{۳} N/C$ حرکت نوسانی ساده انجام می‌دهد. با حذف میدان دورهٔ تناوب نوسان چند برابر می‌شود؟ $(g = ۱۰m/s^۲)$



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

-منتا-۱۳۹۸-سخت

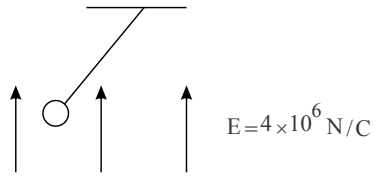
۷۸. وزنه‌ای به جرم $۱kg$ و بار الکتریکی $+۵\mu C$ مطابق شکل در انتهای میلهٔ بدون جرم دارای حرکت نوسانی ساده است. دورهٔ تناوب آونگ نسبت به دورهٔ تناوبش در حالتی که میدان صفر شود چقدر است؟ $(g = ۱۰m/s^۲)$



۱) $\sqrt{۲}$ ۲) $\sqrt{۵}$ ۳) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$ ۴) $\frac{\sqrt{۵}}{۲}$

-منتا-۱۳۹۸-سخت

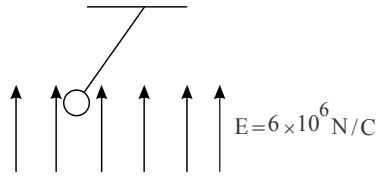
۷۹. وزنه‌ای به جرم $۲kg$ و بار الکتریکی $+۱\mu C$ مطابق شکل در انتهای میله‌ای بدون جرم دارای حرکت نوسانی ساده است. دورهٔ تناوب آونگ ساده نسبت به حالتی که میدان نصف شود چقدر است؟



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

-منتا-۱۳۹۸-متوسط

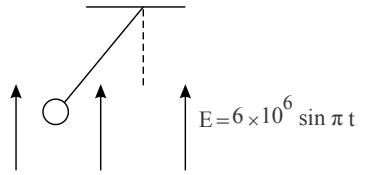
۸۰. وزنه‌ای به جرم $۱kg$ و بار $+۱\mu C$ در میدان الکتریکی مطابق شکل زیر به میله‌ای بدون جرم متصل و در حال حرکت نوسانی ساده است. اگر میدان را بدون تغییر اندازهٔ به جهت عکس تغییر دهیم دورهٔ تناوب چند برابر می‌شود؟ $(g=۱۰\frac{m}{s^۲})$



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

-منتا-۱۳۹۸-سخت

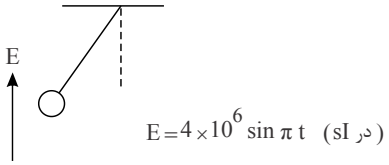
۸۱. وزنه‌ای به جرم $۱kg$ و بار $۱\mu C$ در میدان الکتریکی که به صورت سینوسی تغییر می‌کند به میله‌ای بدون جرم متصل و در حال حرکت نوسانی ساده است. دورهٔ تناوب آونگ در مبدأ زمان چند برابر دورهٔ تناوب آن در $۰/۵s$ است؟



۱) $\frac{۲}{۵}$ ۲) $\frac{\sqrt{۵}}{۵}$
۳) $\frac{۲\sqrt{۵}}{۵}$ ۴) $\frac{۴}{۵}$

-منتا-۱۳۹۸-سخت

۸۲. وزنه‌ای به جرم $۲kg$ و بار $+۲\mu C$ در میدان الکتریکی شکل زیر به میله‌ای بدون جرم متصل و در حال حرکت نوسانی ساده است. نسبت دورهٔ تناوب در $\frac{۷}{۶}s$ به دورهٔ تناوب در $\frac{۱}{۶}$ کدام است؟ $(g=۱۰m/s^۲)$



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

-منتا-۱۳۹۸-سخت

۸۳. وزنه‌ای به جرم ۲ کیلوگرم را در آسانسوری با شتاب رو به پایین به میلهٔ سبکی با طول ۲ متر آویخته و به حرکت نوسانی سادهٔ آونگی با دامنهٔ ۲ سانتی‌متر درمی‌آوریم انرژی جنبشی آونگ در پایین‌ترین نقطه نسبت به سقف آسانسور کدام است؟

۱) ۰/۸ میلی‌ژول ۲) ۱/۶ میلی‌ژول ۳) ۸ میلی‌ژول ۴) ۱۶ میلی‌ژول

-منتا-۱۳۹۸-متوسط

۸۴. وزنه‌ای به جرم ۲ کیلوگرم را در آسانسوری که با شتاب $۴\frac{m}{s^۲}$ رو به پایین شروع به حرکت می‌کند به میله‌ای سبک به طول یک متر آویخته و به صورت آونگی ساده با دامنهٔ ۴ سانتی‌متر به نوسان درمی‌آوریم. پس از مدتی که آسانسور دارای حرکت یکنواخت می‌شود انرژی مکانیکی آونگ ساده چگونه تغییر می‌کند؟ $(g=۱۰m/s^۲)$ (سرعت گلوله نسبت به آسانسور نسنجیده می‌شود.)

۱) ۶/۴ میلی‌ژول کاهش می‌یابد. ۲) ۶/۴ میلی‌ژول افزایش می‌یابد.
۳) ۳/۲ میلی‌ژول کاهش می‌یابد. ۴) ۳/۲ میلی‌ژول افزایش می‌یابد.

-منتا-۱۳۹۸-سخت

۸۵. وزنه‌ای به جرم ۴۰۰ گرم را در آسانسوری که شتاب $۲m/s^۲$ رو به پایین شروع به حرکت می‌کند به میلهٔ سبکی که از نصف آویزان است و طول آن ۲ متر است آویزان کرده و به اندازهٔ ۲ سانتی‌متر به یک ظرف منحرف و رها می‌کنیم پس از مدتی اگر آسانسور با شتاب $۲m/s^۲$ به بالا حرکت کند انرژی مکانیکی آونگ چقدر تغییر خواهد کرد؟ $(g = ۱۰m/s^۲)$ (که سرعت گلوله نسبت به آسانسور سنجیده می‌شود)

۱) $۲ \times ۱۰^{-۵} J$ ۲) $۴ \times ۱۰^{-۵} J$ ۳) $۸ \times ۱۰^{-۵} J$ ۴) $۱۶ \times ۱۰^{-۵} J$

-منتا-۱۳۹۸-سخت

۸۶. وزنه‌ای به جرم $۴۰۰gr$ را در آسانسوری که با شتاب $۲m/s^۲$ رو به پایین شروع به حرکت می‌کند به میلهٔ سبکی که از سقف آویزان است و طول آن ۲ متر است آویخته و به اندازهٔ ۴ سانتی‌متر به یک طرف منحرف و رها می‌سازیم. انرژی مکانیکی نوسانگر چقدر است؟ $(g = ۱۰m/s^۲)$

۱) $۱۲۸ \times ۱۰^{-۴} J$ ۲) $۱۲۸ \times ۱۰^{-۵} J$ ۳) $۶۴ \times ۱۰^{-۴} J$ ۴) $۶۴ \times ۱۰^{-۵} J$

-منتا-۱۳۹۸-متوسط

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

۱) ۴ ۲) ۵ ۳) ۶ ۴) ۷

-منتا-۱۳۹۸-متوسط

۸۸. سفینه‌ای در فاصلهٔ $\frac{۱}{۴}$ فاصلهٔ ماه و زمین از ماه قرار دارد. دو ساعت آونگی کاملاً یکسان را در نظر بگیرید که یکی روی زمین و دگری در سفینه قرار دارد. اگر هر دو ساعت با تنظیم در صفر به طور همزمان به کار افتند ساعت ۱۸ روی زمین تقریباً با چه ساعتی روی سفینه معادل است؟

($m_{زمین} = \frac{۴۰۰}{۳} m_{ماه}$ و فاصلهٔ ماه تا زمین ۶۲٫۵ 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

-منتا-۱۳۹۸-سخت

۸۹. وزنه‌ای به جرم ۱۰۰ گرم را در آسانسوری که با شتاب $۱m/s^۲$ رو به پایین شروع به حرکت می‌کند به نخ سبکی به طول $۱۰cm$ 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؟ $(g = ۱۰m/s^۲)$

۱) $۴٫۵ \times ۱۰^{-۳}$ ۲) $۴٫۵ \times ۱۰^{-۶}$ ۳) ۹×۱۰^{-۳} ۴) ۹×۱۰^{-۶}

-منتا-۱۳۹۸-متوسط

۹۰. یک آونگ ساده دارای انرژی مکانیکی ۲ ژول است. اگر طول آونگ و دامنهٔ نوسان را ۴ برابر کنیم، انرژی مکانیکی آونگ چند ژول خواهد بود؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۴ ۴) ۸

-منتا-۱۳۹۸-متوسط

۹۱. گلوله‌ای که به یک فنر بدون جرم با ثابت $۱۰۰N/m$ متصل است با دامنهٔ $۲cm$ 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 $۱۰cm$ که با دامنهٔ $۰٫۵cm$ نوسان می‌کند برابر باشد؟ $(g = ۱۰m/s^۲)$

۱) $۱kg$ ۲) $۴kg$ ۳) $۸kg$ ۴) $۱۶kg$

-منتا-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 $\frac{۳}{۲}$ برابر شود؟

۱) $۲/۵ m/s^۲$ به سمت پایین ۲) $۲/۵ m/s^۲$ به سمت بالا

۳) $۵ m/s^۲$ به سمت پایین ۴) $۵ m/s^۲$ به سمت بالا

-منتا-۱۳۹۸-سخت

۹۳. آونگ ساده‌ای در حال نوسان است. اگر آونگ را در آسانسوری قرار دهیم و با دامنهٔ ۲ برابر به نوسان درآوریم آسانسور با چه شتابی و به کدام جهت شروع به حرکت کند تا انرژی مکانیکی آونگ تغییر ننماید؟ $(g = ۱۰ m/s^۲)$

۱) $۵/۵ m/s^۲$ به سمت پایین ۲) $۵/۵ m/s^۲$ به سمت بالا

۳) $۷/۵ m/s^۲$ به سمت پایین ۴) $۷/۵ m/s^۲$ به سمت بالا

-منتا-۱۳۹۸-سخت

۹۴. آونگ ساده‌ای در یک آسانسور ساکن در حالت نوسان ساده با دامنهٔ $۲cm$ است. آسانسور با شتاب $۳/۶ m/s^۲$ به سمت پایین شروع به حرکت می‌کند دامنهٔ نوسان چقدر باشد تا انرژی مکانیکی آونگ تغییر نکند؟ $(g = ۱۰ m/s^۲)$

۱) $۱/۵ cm$ ۲) $۲/۵ cm$ ۳) $۱/۷۵ cm$ ۴) $۱/۷۵ cm$

-منتا-۱۳۹۸-سخت

۹۵. آونگ ساده‌ای در آسانسور ساکنی در حال نوسان با دامنهٔ $۱cm$ می‌باشد. آسانسور با چه شتاب و در کدام جهت حرکت کند تا در صورتی که دامنهٔ آن را ۰/۵ سانتی‌متر افزایش دهیم انرژی مکانیکی آونگ تغییری نکند؟ $(g = ۱۰ m/s^۲)$

۱) $۵ m/s^۲$ رو به پایین ۲) $۵ m/s^۲$ رو به بالا

۳) $\frac{۵۰}{۹} m/s^۲$ رو به پایین ۴) $\frac{۵۰}{۹} m/s^۲$ رو به بالا

-منتا-۱۳۹۸-سخت

۹۶. بسامد تشدید یک آونگ سادهٔ طول $۱/۲m$ در داخل آسانسوری که با شتاب $۲ m/s^۲$ رو به بالا شروع به حرکت می‌کند، ۲ برابر بسامد تشدید جرم و فنری است که ثابت فنر آن $۲۰۰ N/m$ است. جرم متصل به فنر چند کیلوگرم است؟

۱) $۸۰ kg$ ۲) $۴۰ kg$ ۳) $۲۰ kg$ ۴) $۱۰ kg$

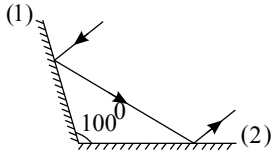
-منتا-۱۳۹۸-متوسط

۹۷. اگر تقریباً به طور عمود بر سطح آب استخری نگاه کنیم کف آن را ۷۵ سانتیمتر بالاتر از جای واقعی آن می بینیم، در صورتی که ضریب شکست آب $\frac{۴}{۳}$ باشد عمق استخر چند متراست؟

۱) ۲/۲۵ ۲) ۱/۵ ۳) ۳ ۴) ۴

-آزاد صبح-۱۳۸۱-متوسط

۹۸. در شکل روبه رو، زاویه‌ی بین دو آینه ۱۰۰° است. پرتو نوری پس از بازتاب از آینه‌ی اول به آینه‌ی دوم می تابد. پرتو بازتابیده از آینه‌ی دوم نسبت به پرتو تابیده به آینه‌ی اول، چند درجه منحرف می‌شود؟



۱) ۵۰ ۲) ۲۰۰

۳) ۱۶۰ ۴) ۲۶۰

-سراسری-۱۳۸۱-متوسط

۹۹. درون ظرفی از مایعی به ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر ریخته شده است. وقتی از بالا به طور قائم به کف ظرف نگاه می‌کنیم، کف ظرف را ۶ 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 ۳۰ سانتی‌متری از سطح مایع ببینیم؟

۱) ۶ ۲) ۷/۵ ۳) ۱۲ ۴) ۱/۲

-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 می‌کند و لامپ آبی را ۳ سانتی‌متر بالاتر از لامپ قرمز می‌بیند. 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 سانتی‌متر ۲) ۲۴ سانتی‌متر ۳) ۳۶ سانتی‌متر ۴) ۲۷ سانتی‌متر

-منتا-۱۳۹۱-متوسط

۱۰۱. داخل ظرف شیشه‌ای با جداره‌ی نازک از مایع شفافی به ارتفاع ۲۴ سانتی‌متر پر شده است. از کف ظرف یک چشمه‌ی نور لیزری پرتوی نوری را به داخل مایع می‌تاباند. این پرتو نور با زاویه‌ی ۳۷ درجه نسبت به خط قائم بر سطح جدایی دو محیط (مایع و هوا) می‌رسد و با همان زاویه نسبت به سطح جدایی دو محیط از آن خارج می‌گردد. اگر از بالا به طور قائم به چشمه‌ی نور نگاه کنیم، آن را چند سانتی‌متر بالاتر می‌بینیم؟ ($\sin ۵۳ = ۰٫۸$ و $\sin ۳۷ = ۰٫۶$)

۱) ۱۸ ۲) ۴ ۳) ۱۲ ۴) ۶

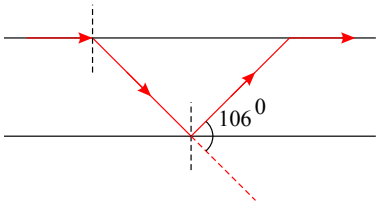
-منتا-۱۳۹۱-متوسط

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

۱) ۹ سانتی‌متر ۲) ۶ سانتی‌متر ۳) ۳ سانتی‌متر ۴) ۱۵ سانتی‌متر

-منتا-۱۳۹۱-سخت

۱۰۳. پرتوی نوری به طور مماس از هوا بر یک وجه تیغه‌ی متوازی‌السطوحی تابیده و پس از شکست در آن محیط شفاف، از وجه دیگر آن بازتاب کلی می‌یابد 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؟ ($\sin ۵۳ = ۰٫۸$ ، $\sin ۳۷ = ۰٫۶$ ، $c = ۳ \times ۱۰^۸ \frac{m}{s}$ سرعت نور در هوا و خلأ)



۱) $۱٫۸ \times ۱۰^۸ \frac{m}{s}$

۲) $۲٫۴ \times ۱۰^۸ \frac{m}{s}$

۳) $۲٫۲۵ \times ۱۰^۸ \frac{m}{s}$

۴) $۲ \times ۱۰^۸ \frac{m}{s}$

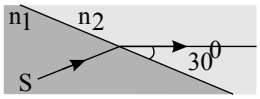
-منتا-۱۳۹۱-سخت

۱۰۴. پرتو SI از هوا وارد محیط دوم به ضریب شکست $\sqrt{۳}$ می‌گردد. اگر زاویه‌ی انحراف و شکست مساوی باشد، زاویه تابش چقدر می‌باشد؟

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

-منتا-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 15° منحرف شده است.)



۱) $\sqrt{\frac{2}{3}}$

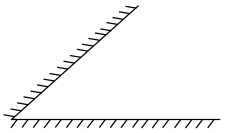
۲) $\sqrt{\frac{3}{2}}$

۳) $\frac{\sqrt{3}}{2}$

۴) $\frac{\sqrt{2}}{2}$

-منتا-۱۳۹۲-متوسط

۱۰۶. دو آینه‌ی تخت متقاطع مطابق شکل قرار گرفته‌اند. اگر پرتو نوری با زاویه‌ی تابش 30° به یکی از آینه‌ها بتابد و با زاویه‌ی 20° از روی دیگری بازتابش نماید، زاویه‌ی بین دو آینه چند درجه خواهد بود؟

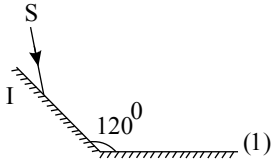


۱) ۵۰ ۲) ۴۰

۳) ۹۰ ۴) ۱۰

-منتا-۱۳۹۲-متوسط

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



۱) 140° ۲) 110°

۳) 120° ۴) 60°

-منتا-۱۳۹۲-متوسط

۱۰۸. پرتویی عمود بر یک تیغه‌ی شیشه‌ای به ضخامت $20cm$ و ضریب شکست $\frac{3}{2}$ می‌تابد. در مدتی که این پرتو از تیغه می‌گذرد، چه مسافتی را در هوا می‌پیماید؟

۱) $\frac{40}{3}cm$ ۲) $20cm$ ۳) $30cm$ ۴) $25cm$

-منتا-۱۳۹۲-متوسط

۱۰۹. ناظری از محیطی به ضریب شکست $\frac{4}{3}$ به جسمی که در زیر تیغه‌ی شیشه‌ای شفاف به ضریب شکست $\frac{3}{2}$ قرار دارد نگاه می کند. هرگاه ضخامت تیغه $72cm$ باشد، ناظر تصویر جسم را چگونه خواهد دید؟

۱) $9cm$ بالاتر از جای واقعی جسم ۲) $9cm$ پایین‌تر از جای واقعی جسم

۳) $8cm$ بالاتر از جای واقعی جسم ۴) $8cm$ پایین‌تر از جای واقعی جسم

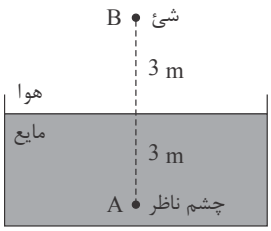
-منتا-۱۳۹۲-متوسط

۱۱۰. زاویه‌ی تابش نور در محیط A از صفر تا 30° افزایش می‌یابد. در این صورت نور می‌تواند وارد محیط B گردد. نسبت سرعت نور در محیط B به سرعت نور در محیط A :

۱) $\frac{\sqrt{3}}{2}$ ۲) ۲ ۳) ۴ ۴) باید nB معلوم باشد

-منتا-۱۳۹۲-متوسط

۱۱۱. وقتی چشم ناظر در نقطه‌ی A و شیء در نقطه‌ی B باشد، ناظر شیء را در فاصله‌ی ۶۰ سانتی‌متری از B می‌بیند. سرعت نور در مایع چند متر بر ثانیه است؟ $(c \simeq ۳ \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s})$



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 نقطه‌ای، در داخل مایع شفاف و به فاصله‌ی 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 $\cos ۵۳^{\circ} = ۰/۶$ است.)

۱) ۱۵ ۲) ۲۵ ۳) ۳۰ ۴) ۴۰

-سنجش-۱۳۹۴-سخت

۱۱۳. اگر سرعت نور در یک محیط شفاف ۳۰ درصد کم‌تر از سرعت نور در هوا باشد، زاویه‌ی 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 تک‌رنگی از هوا و با زاویه‌ی تابش ۴۵° به سطح مایع شفافی برخورد می‌کند. اگر این پرتو با ۱۵° انحراف از مسیر اولیه‌اش 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 تک‌رنگی با زاویه‌ی تابش ۴۵° از هوا به محیطی که ضریب شکست آن $\sqrt{۲}$ است، می‌تابد و قسمتی از آن بازتاب شده و به هوا برمی‌گردد و قسمتی دیگر شکست می‌یابد و وارد محیط شفاف می‌شود، زاویه‌ی بین پرتوی بازتاب و پرتوی شکست چند درجه است؟

۱) ۷۵ ۲) ۹۰ ۳) ۱۰۵ ۴) ۱۲۰

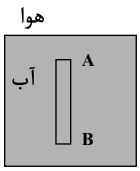
-قلم چی-۱۳۹۴-متوسط

۱۱۶. عمق آب در یک استخر $۴m$ است و نقطه‌ی روشنی در کف استخر قرار دارد. اگر از یک متری بالای سطح آب و به‌طور تقریباً قائم به آن نقطه نگاه کنیم، نقطه‌ی روشن در چند متری چشم به‌نظر می‌رسد؟ (ضریب شکست آب برابر $\frac{۴}{۳}$ است.)

۱) ۲ ۲) ۲/۲۵ ۳) ۴ ۴) ۳/۷۵

-قلم چی-۱۳۹۴-متوسط

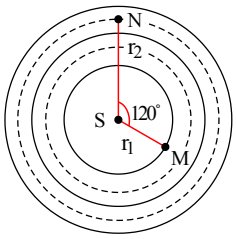
۱۱۷. مطابق شکل مقابل، میله‌ای به طول $۱۲cm$ به طور عمودی در داخل ظرفی پر از آب قرار دارد. اگر از بیرون و به‌طور تقریباً عمودی به آن نگاه کنیم، طول میله چند سانتی‌متر به‌نظر می‌رسد؟ $(n_{\text{آب}} = \frac{۴}{۳})$



۱) ۳
۲) ۱۲
۳) ۹
۴) ۶

-قلم چی-۱۳۹۴-متوسط

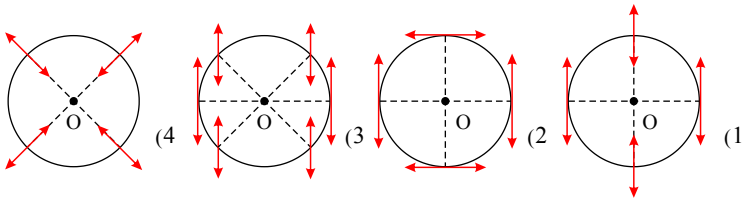
۱۱۸. در شکل مقابل امواج صوتی حاصل از چشمهٔ صوتی S با بسامد $850Hz$ به صورت کره‌هایی هم‌مرکز در فضا پخش شده‌اند. اگر $r_1 = 15cm$ باشد ، اختلاف تراز شدت صوت نقطه‌های M و N چند دسی بل است؟ (سرعت صوت در هوا $340m/s$, $\log 2 = 0/3$ است.)



۱) ۱۲
۲) ۱۴
۳) ۲۰
۴) ۲۸

-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 $25dB$ است. شدت این صوت چند پیکو وات بر متر مربع بیشتر از صوت مبنا است؟ ($\log 2 = 0/3$)

۱) 320×10^{-12}
۲) ۲۷۹
۳) ۳۲۰
۴) ۳۱۹

-منتا-۱۳۹۸-متوسط

۱.گزینه ۴

$$V=\sqrt{\frac{F}{\mu}}\Rightarrow\frac{V'}{V}=\sqrt{\frac{F'}{F}}\Rightarrow\frac{۱۱۰}{۱۰۰}=\sqrt{\frac{F'}{F}}\Rightarrow\frac{F'}{F}=۱/۲۱$$
$$\Rightarrow\Delta F=F'-F=۱/۲۱F-F=۰/۲۱F=\%۲۱F$$

۲.گزینه ۱

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

$$\left.\begin{array}{l}\lambda=\frac{V}{f}\\ V=\sqrt{\frac{F}{\mu}}\\ F_۲=۲F_۱\end{array}\right\}\Rightarrow\frac{\lambda_۲}{\lambda_۱}=\frac{V_۲}{V_۱}=\sqrt{\frac{F_۲}{F_۱}}\Rightarrow\frac{\lambda_۲}{\lambda_۱}=\sqrt{\frac{۲F_۱}{F_۱}}=\sqrt{۲}$$

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

ظرف A : $n_۱\sin\theta_i=n_۲\sin\theta_r\Rightarrow n\times\frac{MN}{AN}=۱\times\frac{MN}{A'N}$

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

$$\frac{n}{AM}=\frac{۱}{A'M}\Rightarrow A'M=\frac{AM}{n}\Rightarrow AM-AA'=\frac{AM}{n}$$
$$\Rightarrow AA'=AM-\frac{AM}{n}=AM(\frac{nA-۱}{nA})$$

و همچنین برای ظرف B نیز خواهیم داشت:

$$BB'=BM(\frac{nB-۱}{nB})$$

$$AA'=\frac{۴}{۵}BB'\Rightarrow AM(\frac{hA-۱}{hA})=\frac{۴}{۵}BM(\frac{hB-۱}{hB})\xrightarrow{AM=BM}\frac{(\frac{۳}{۲}-۱)}{\frac{۳}{۲}}=\frac{۴}{۵}(\frac{hB-۱}{hB})$$

$$\Rightarrow\frac{۵}{۱۲}=\frac{hB-۱}{hB}\Rightarrow ۷hB=۱۲\Rightarrow hB=\frac{۱۲}{۷}$$

۴.گزینه ۱

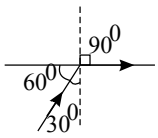
$$\Delta x=V\Delta t\Rightarrow ۰/۲=V\times۰/۲\Rightarrow V=۱\ ,\ \frac{\lambda}{۲}=۰/۳۵\Rightarrow\lambda=۰/۷\ m$$
$$\lambda=\frac{V}{f}\Rightarrow۰/۷=\frac{۱}{f}\Rightarrow f=\frac{۱۰}{۷}\ Hz$$

۵.گزینه ۳

$$\left.\begin{array}{l}\lambda=V\cdot T\\ x=V\cdot t\end{array}\right\}\Rightarrow\frac{\lambda}{x}=\frac{T}{t}\Rightarrow\frac{\lambda}{x}=\frac{\frac{۱}{۵}}{۵۰}\Rightarrow x=۲۵۰\lambda$$

۶.گزینه ۴

۷.گزینه ۳



$$\frac{\sin\theta_i}{\sin\theta_r}=\frac{n_{\text{آب ۲}}}{n_{\text{هوا ۱}}}\Rightarrow n_{\text{۲آب}}\times\sin۳۰^\circ=۱\times\cancel{\sin۹۰^\circ}^{۱}\Rightarrow n_{\text{۲آب}}=۲$$

افزایش

$$\frac{n_{\text{آب ۲}}}{n_{\text{آب ۱}}}=\frac{۲}{\frac{۴}{۳}}=\frac{۶}{۴}=\frac{۳}{۲}\Rightarrow n_{\text{آب ۲}}=\frac{۳}{۲}\times۱۰۰\%\times n_{\text{آب ۱}}\Rightarrow n_{\text{۲آب}}=۱۵۰\%\times n_{\text{آب ۱}}\Rightarrow۵۰\%$$

۸.گزینه ۱

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

$$\left.\begin{array}{l}\lambda_۲=\frac{۳}{۲}\lambda_۱\Rightarrow\frac{V_۲}{f_۲}=\frac{۳}{۲}\frac{V_۱}{f_۱}\\ F_۲=۴F_۱\Rightarrow V_۲=۲V_۱\end{array}\right\}\Rightarrow\frac{۲}{f_۲}=\frac{۳}{۲}\frac{۱}{f_۱}\Rightarrow\frac{f_۲}{f_۱}=\frac{۴}{۳}$$

۹.گزینه ۳

$$\lambda=\frac{V}{f}=\frac{۱۰}{۱۰۰}=۰/۱m=۱۰cm$$

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

$$\frac{۳۰cm}{۱۰cm}=۳$$

۱۰.گزینه ۱

$$\lambda A=\lambda B\Rightarrow\frac{VA}{fA}=\frac{VB}{fB}\Rightarrow\frac{VA}{۱۰۰}=\frac{VB}{۱۵۰}\Rightarrow\frac{VB}{VA}=\frac{۳}{۲}$$

$$\left\{\begin{array}{l}V=\sqrt{\frac{F}{\mu}}\\ \mu=\rho A\end{array}\right.\Rightarrow V=\sqrt{\frac{F}{\rho A}}\Rightarrow\frac{VB}{VA}=\sqrt{\frac{FB}{FA}\cdot\frac{\rho A}{\rho B}\cdot\frac{AA}{AB}}\Rightarrow\frac{۳}{۲}=\sqrt{\frac{FB}{FA}\times۱\times\frac{۱}{۴}}\Rightarrow\frac{FB}{FA}=۹$$

۱۱.گزینه ۳

سرعت انتشار موج در محیط برابر است با :

$$V=\lambda f\xrightarrow[\lambda=۰/۲m]{f=۵۰۰\ Hz}V=۰/۲\times۵۰۰=۱۰۰\ \frac{m}{s}$$

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

$$\Delta t=\frac{\Delta x}{V}\xrightarrow[V=۱۰۰\frac{m}{s}]{\Delta x=۵۰\ m}\Delta t=\frac{۵۰}{۱۰۰}=۰/۵s$$

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

$$f=\frac{N}{\Delta t}\xrightarrow[\Delta t=۰/۵s]{f=۵۰۰\ Hz}۵۰۰=\frac{N}{۰/۵}\Rightarrow N=۲۵۰$$ **نوسان کامل**

۱۲.گزینه ۲ **بسامد موج از ویژگی‌های منبع تولید موج بوده و با تغییر محیط تغییر نمی‌کند، باتوجه به ثابت ماندن بسامد موج و رابطه‌ی $\lambda=\frac{V}{f}$ طول موج با سرعت انتشار موج رابطه‌ی مستقیم دارد.**

سرعت انتشار $V=\frac{۲}{D}\sqrt{\frac{F}{\rho\pi}}\Rightarrow V\propto\frac{۱}{D}\Rightarrow\frac{V_۲}{V_۱}=\frac{D_۱}{D_۲}=\frac{D}{۲D}=\frac{۱}{۲}$

با نصف شدن سرعت انتشار، طول موج نیز نصف می‌شود.

۱۳.گزینه ۳ **با استفاده از رابطه‌ی مقایسه‌ای سرعت انتشار امواج عرضی در تار، داریم:**

$$V=\sqrt{\frac{F}{\mu}}=\sqrt{\frac{F}{\rho A}}=\frac{۲}{D}\sqrt{\frac{F}{\rho\pi}}\xrightarrow[\rho_۲=\rho_۱]{F_۲=F_۱}\frac{V_۱}{V_۲}=\frac{D_۲}{D_۱}\xrightarrow{D_۱=\frac{۵}{۴}D_۲}\frac{V_۱}{V_۲}=\frac{D_۲}{\frac{۵}{۴}D_۲}=\frac{۴}{۵}$$

$$\Rightarrow\frac{V_۱-V_۲}{V_۲}\times۱۰۰=\frac{\frac{۴}{۵}V_۲-V_۲}{V_۲}\times۱۰۰=-۲۰\%$$

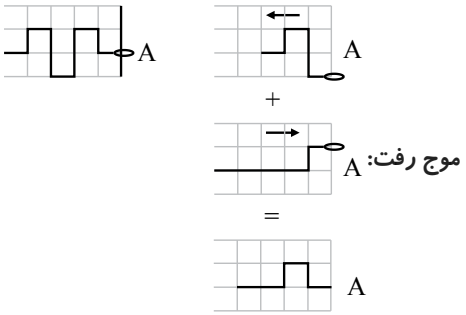
پس سرعت انتشار امواج عرضی در طناب اول، ۲۰ درصد کم‌تر از طناب دوم است.

۱۴.گزینه ۳ **وزن طناب پائین‌تر از نقطه‌ی مورد نظر (y) نیروی کشش وارد شده بر تار یا طناب را در آن نقطه تأمین می‌کند، همچنین جنس طناب (چگالی خطی) در تمام طول یک طناب همگن ثابت است. $(\mu_A=\mu_B)$ بنابراین داریم:**

$$V=\sqrt{\frac{F}{\mu}}\Rightarrow\frac{VB}{VA}=\sqrt{\frac{mBg}{mAg}}=\sqrt{\frac{yB}{yA}}=\sqrt{\frac{۶۰}{۲۰}}=\sqrt{۳}$$

۱۵.گزینه ۲

موج بازتاب شده پس از ۳ ثانیه:



۱۶.گزینه ۴

$$\bar{P}=۲\pi^۲\mu V f^۲ A^۲ \quad , \quad V=\sqrt{\frac{F}{\mu}} \quad , \quad E=\bar{P}\Delta t$$

$$\mu=\frac{m}{L}=\frac{۸\times ۱۰^{-۳}}{۲۰\times ۱۰^{-۲}}=۴۰\times ۱۰^{-۳}\frac{kg}{m}$$

$$E=۲\pi^۲\times ۴۰\times ۱۰^{-۳}\times\sqrt{\frac{۱۰۰}{۴۰\times ۱۰^{-۳}}}\times ۴۰۰\times ۱۰^{-۴}\times ۳۰$$

$$\Rightarrow \bar{P}=۲\pi^۲\times ۴۰\times ۵۰\times ۴۰۰\times ۳۰\times ۱۰^{-۷}=۲\times ۴\times ۵\times ۴\times ۳\times ۱۰^{-۱}=۴۸J$$

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

از طرفی طبق شکل، طول موج برای موج ۱ از طول موج دو موج دیگر بیش‌تر است؛ پس طبق رابطه‌ی $f=\frac{V}{\lambda}$ ، $\omega=۲\pi f$ ، بسامد (f) و بسامد زاویه‌ای (ω) آن از بسامد و بسامد زاویه‌ای دو موج دیگر کم‌تر خواهد بود (گزینه‌ی (۳) نادرست است).

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

از رابطه‌ی $\overline{P}=۲\pi^۲ f^۲ A^۲\mu V$ نتیجه می‌گیریم:

انرژی انتقالی موج : $\overline{E}=\overline{P}\cdot T=\frac{\overline{P}}{f}=۲\pi^۲ A^۲ f\mu V$

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

$$\left.\begin{array}{l} f_۲=f_۳=۲f_۱ \\ A_۲=A_۱=\frac{۱}{۲}A_۳ \end{array}\right\}\Rightarrow A_۲^۲ f_۲=۲A_۱^۲ f_۱=\frac{۱}{۴}A_۲^۲ f_۳$$

$$\Rightarrow E_۲=۲E_۱=\frac{۱}{۴}E_۳$$

$\Leftarrow$ پس انرژی انتقالی موج (۳) از همه بیش‌تر است. (گزینه‌ی (۱) درست است).

۱۸.گزینه ۱ باتوجه به رابطه‌ی سرعت انتشار موج در تار مرتعش داریم (جرم سیم تغییر نکرده است.)

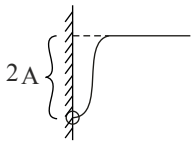
$$\mu=\frac{m}{L}\Rightarrow\frac{\mu}{\mu'}=\frac{L'}{L}=۲$$

$$V=\sqrt{\frac{F}{\mu}}\Rightarrow\frac{V'}{V}=\sqrt{\frac{F'}{F}\times\frac{\mu}{\mu'}}=\sqrt{\frac{۲F}{F}\times ۲}\Rightarrow\frac{V'}{V}=۲$$

$$\overline{P}=۲\pi^۲ f^۲ A^۲\mu V\Rightarrow\frac{\overline{P}'}{P}=(\frac{P'}{f}\times\frac{A'}{A})^۲\times\frac{\mu'}{\mu}\times\frac{V'}{V}\Rightarrow\frac{P'}{P}=(\frac{۲f}{f}=\frac{۲A}{A})^۲\times\frac{۱}{۲}\times ۲=۱۶$$

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 ی ۴ صحیح است.

۲۰.گزینه ۲



انتهای طناب مانند چشمه‌ی موجی عمل می کند که در طناب تپی در جهت تپ تابشی ایجاد می کند که درخلاف 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:

$$\mu=\frac{m}{L}\Rightarrow m=\mu L\Rightarrow\begin{cases}mA=۲\mu\\mB=\mu\end{cases}$$

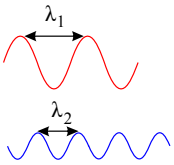
با استفاده از قانون دوم نیوتون، برای نقطه‌های A و B می توان نوشت:

$$TA-mAg=ma=۰\Rightarrow TA-۲\mu g=۰\Rightarrow TA=۲\mu g$$
$$TB-mBg=ma=۰\Rightarrow TB-\mu g=۰\Rightarrow TB=\mu g$$

حال با استفاده از رابطه ی سرعت انتشار امواج عرضی در تار می توان نوشت:

$$V=\sqrt{\frac{F}{\mu}}\Rightarrow\frac{VA}{VB}=\sqrt{\frac{TA}{TB}}=\sqrt{\frac{۲\mu g}{\mu g}}=\sqrt{۲}$$

۲۲.گزینه ۴ درشکل کاملا مشخص است که $\lambda_۱>\lambda_۲$ است. اما در مورد بسامد موج در دو طناب نمی‌توان نظر قطعی داد چون بسامد نوسان‌های موج از ویژگی‌های منبع موج است و چون درمورد مشخصات منبع موج اطلاعاتی نداریم بنابراین نمی‌توان درمورد 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 می ماند. درنتیجه با ۴ برابرشدن 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. باتوجه به اطلاعات سؤال داریم:

$$V=\sqrt{\frac{F}{\mu}}\Rightarrow\frac{V_۲}{V_۱}=\sqrt{\frac{F_۲}{F_۱}}\Rightarrow\frac{۴۲}{۳۰}=\sqrt{\frac{F_۲}{F_۱}}\Rightarrow\sqrt{\frac{F_۲}{F_۱}}=\frac{۷}{۵}=۱/۴\Rightarrow\frac{F_۲}{F_۱}=۱/۹۶$$

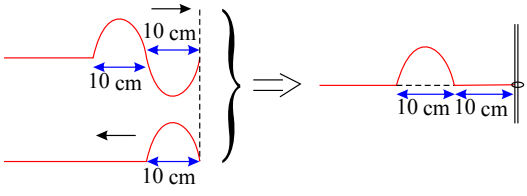
$$\text{درصد افزایش نیرو}=\frac{\Delta F}{F_۱}\times۱۰۰=۹۶\%$$

۲۵.گزینه ۲ اگر طول طناب $\frac{۳}{۴}$ برابر شود، جرم طناب نیز $\frac{۳}{۴}$ برابر خواهد شد و در نتیجه روی جرم واحد طول آن (μ) تأثیری نمی‌گذارد.

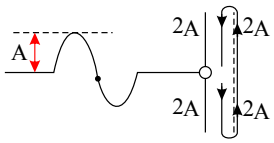
$$F_۲=F_۱-۰/۵۱F_۱=۰/۴۹F_۱$$

$$V=\sqrt{\frac{F}{\mu}}\Rightarrow\frac{V_۲}{V_۱}=\sqrt{\frac{F_۲}{F_۱}}=\sqrt{\frac{۰/۴۹F_۱}{F_۱}}=۰/۷\Rightarrow V_۲=۰/۷V_۱=۰/۷\times۴۰=۲۸\frac{m}{s}$$

۲۶.گزینه ۴ در مدت $\frac{۱}{۲۰}$ ثانیه، تپ ۱۰ سانتی‌متر جلو می‌رود. ($\Delta x=V\cdot\Delta t=۲\times\frac{۱}{۲۰}=\frac{۱}{۱۰}m$)



۲۷.گزینه ۳ هرگاه موجی به دامنه‌ی A به انتهای آزاد برخورد کند، بیشترین فاصله‌ی انتهای آزاد از حالت اولیه‌اش $۲A$ می‌باشد. بنابراین مسافت طی شده برابر با $۸A$ می‌باشد.



مسافت طی شده $= ۸A = ۸ \times ۱۵ = ۱۲۰cm$

۲۸.گزینه ۲ دقت کنید مسافتی که یک ذره از طناب می‌پیماید با مسافتی که موج در طول طناب طی می‌کند متفاوت است. مسافتی که یک ذره از طناب در مدت یک نوسان کامل می‌پیماید برابر $۴A$ است. یعنی:

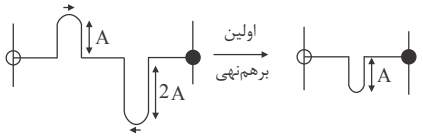
$$۴A = ۴ \times ۲cm = ۸cm$$

تعداد نوسان‌ها: $n = \frac{t}{T} \Rightarrow \frac{۱۶}{۸} = \frac{۰/۲}{T} \Rightarrow T = ۰/۱s$

$$\lambda = VT \Rightarrow ۱/۵ = V \times ۰/۱ \Rightarrow V = ۱۵\frac{m}{s}$$

پیشروی قله‌ی موج: $\Delta x = V\Delta t \Rightarrow \Delta x = ۱۵\frac{m}{s} \times ۰/۲s = ۳m$

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 به‌صورت زیر خواهد بود:



۳۰.گزینه ۱ از روق نقش موج که نمودار $y-x$ می‌باشد مشخص است که: $\frac{\lambda}{۴} = ۰/۵ \Rightarrow \lambda = ۲m$

از روی نمودار بعد – زمان معلوم می‌شود که:

$$\frac{T}{۲} = ۰/۰۱ \Rightarrow T = ۰/۰۲$$

از طرفی: $\lambda = VT \Rightarrow ۲ = V \times ۰/۰۲ \Rightarrow V = ۱۰۰\frac{m}{s}$

پس می‌توان نوشت: $V = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow ۱۰۰ = \frac{۱۵۰}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{۱۵۰}{۱۰۰} = ۱/۵s$

۳۱.گزینه ۱ سرعت انتشار موج عرضی از رابطهٔ $V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \frac{۲}{D}\sqrt{\frac{F}{\pi\rho}}$ به دست می‌آید:

$$V = \frac{۲}{D}\sqrt{\frac{F}{\pi\rho}} \Rightarrow \frac{VB}{VA} = \frac{DA}{DB}\sqrt{\frac{FB}{FA}} \times \sqrt{\frac{\rho A}{\rho B}}$$

$$\xrightarrow[FA=۴F\,,\,FB=F\,,\,\rho A=۴\rho B]{DA=\frac{۳}{۲}D\,,\,DB=D} \frac{VB}{VA} = \frac{\frac{۳}{۲}D}{D} \times \sqrt{\frac{F}{۴F}} \times \sqrt{\frac{۴\rho B}{\rho B}} \Rightarrow \frac{VB}{VA} = \frac{۳}{۲}$$

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

$$\mu = \frac{m}{L} = \frac{۲}{۱۰} = \frac{۱}{۵}\frac{kg}{m}$$

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

$$V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{۲۰}{\frac{۱}{۵}}} = \sqrt{۱۰۰} = ۱۰\frac{m}{s}$$

فاصلهٔ هر قلّه تا درّهٔ مجاور نیز همواره برابر $\frac{\lambda}{۲}$ است، بنابراین داریم:

$$\frac{\lambda}{۲}=۱۰cm\Rightarrow\lambda=۲۰cm=۰/۲m$$

$$\lambda=\frac{V}{f}\Rightarrow f=\frac{V}{\lambda}=\frac{۱۰}{۰/۲}=۵۰Hz$$

۳۳.گزینه ۲

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

$$F'=F+۰/۶۹F=۱/۶۹F\Rightarrow\frac{V'}{V}=\sqrt{\frac{F'}{F}}=\sqrt{۱/۶۹}=۱/۳$$

$$\Rightarrow V'=۱/۳\times۲۰=۲۶\frac{m}{s}\Rightarrow\Delta V=۲۶-۲۰=۶\frac{m}{s}$$

۳۴.گزینه ۳ سرعت انتشار امواج عرضی در تار از رابطهٔ $V=\sqrt{\frac{F}{\rho\cdot A}}$ به‌دست می‌آید.

$$F_۲=۴F_۱$$

$$A_۲=A_۱-۰/۳۶A_۱=۰/۶۴A_۱$$

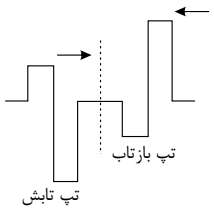
$$V=\sqrt{\frac{F}{\rho A}}\Rightarrow\frac{V_۲}{V_۱}=\sqrt{\frac{F_۲}{F_۱}\times\frac{A_۱}{A_۲}}=\sqrt{\frac{۴F_۱}{F_۱}\times\frac{A_۱}{۰/۶۴A_۱}}$$

$$\frac{V_۲}{V_۱}=۲\times\frac{۱}{۰/۸}=\frac{۱}{۰/۴}=\frac{۱۰}{۴}=۲/۵$$

نکته:

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

۳۵.گزینه ۳



در بازتاب تپ از انتهای ثابت طناب، تپ بازتاب نسبت به تپ تابش به اندازهٔ π رادیان اختلاف فاز پیدا می‌کند، یعنی در بازتاب از انتهای بسته، قله‌ها به درّه و درّه‌ها به قلّه تبدیل می‌شوند. همچنین با برعکس شدن جهت انتشار موج، قسمتی از موج که در جلوی آن قرار داشته، باز هم در جلوی آن است.

حال از برهم‌نهی تپی که قرینهٔ تپ بازتابیده باشد، برآیند جابه‌جایی حاصل از آن‌ها در تمام نقاط و در یک لحظه صفر می‌شود. بنابراین تپ نشان داده شده در گزینهٔ «۱» پاسخ مورد نظر است.

۳۶.گزینه ۲ رابطهٔ دورهٔ تناوب با جرم و ثابت فنر به صورت زیر است:

$$T=۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

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

$$w=mg\xrightarrow[g=۱۰m/s^۲]{w=۵N}m=\frac{۵}{۱۰}=۰/۵kg\xrightarrow{T=\pi(s)}\pi=۲\pi\sqrt{\frac{۰/۵}{k}}\to k=۲(\frac{N}{m})$$

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

$$F=kx\xrightarrow{F'=w=mg}mg=kx\xrightarrow{m=۵۰gr=۰/۰۵kg}۰/۰۵\times۱۰=۲x\to x=۰/۲۵m\to x=۰/۲۵cm$$

۳۷.گزینه ۱ از رابطهٔ دورهٔ تناوب با جرم و ثابت فنر می‌توان نوشت:

$$T=۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}}\xrightarrow{k_۱=k_۲=k}\frac{T_۲}{T_۱}=\sqrt{\frac{m_۲}{m_۱}}\xrightarrow[m_۱=m]{m_۲=m+۳}\frac{T_۲}{T_۱}=\sqrt{\frac{m+۳}{m}}$$

$$\xrightarrow{T_۲=۲sT_۱=۱s}\sqrt{\frac{m+۳}{m}}=۲\to m=۱kg$$

۳۸.گزینه ۳ بر طبق شکل نوسان از حداکثر فاصله تا نقطهٔ تعادل در بالای آن شروع می‌شود. بنابراین معادلهٔ مکان- زمان به صورت $x = A\cos\omega t$ می‌باشد که در آن $A = ۰/۰۴m$ و ω برابر است با:

$$\omega = \frac{۲\pi}{T}$$

با توجه به اینکه کل بازهٔ زمانی $۱s$ با ۴ برابر ربع دورهٔ تناوب برابر است پس داریم:

$$۴\frac{T}{۴} = ۱ \rightarrow T = ۱s$$

بنابراین $\omega = ۲\pi$ در نتیجه $x = ۰/۰۴\cos ۲\pi t$ از آنجا که t اولین زمان عبور نوسانگر از فاصلهٔ $۲cm$ بالاتر از نقطه‌ی تعادل است بنابراین داریم:

$$۰/۰۲ = ۰/۰۴\cos ۲\pi t_۱ \rightarrow \cos ۲\pi t_۱ = \frac{۱}{۲} \rightarrow ۲\pi t_۱ = \frac{\pi}{۳} \rightarrow t_۱ = \frac{۱}{۶}s$$

۳۹.گزینه ۴ برای حالتی که جسم از بالای نقطهٔ تعادل رها می‌شود از معادلهٔ $x = A\cos\omega t$ استفاده می‌شود که در آن $A = +۴cm$ و $\omega = ۲\pi f = ۲\pi \times ۱۰ = ۲۰\pi$ است پس داریم:

$$x = ۴\cos ۲۰\pi t \xrightarrow{x=-۲cm} -۲ = ۴\cos ۲۰\pi t \rightarrow -\cos ۲۰\pi t = -\frac{۱}{۲}$$

وقتی کسینوس منفی است که زاویه یا در ناحیهٔ ۳ یا ناحیهٔ ۲ مثلثاتی باشد یعنی وقتی کمترین مقادیر قوس مد نظر باشند $۲۰\pi t$ یا باید برابر $\frac{۲\pi}{۳}$ یا باید برابر $\frac{۴\pi}{۳}$ باشد که با توجه به آنکه اولین زمان مورد نظر می‌باشد پس $\frac{۲\pi}{۳}$ را انتخاب می‌نماییم بنابراین:

$$۲۰\pi t = \frac{۲\pi}{۳} \rightarrow t = \frac{۱}{۳۰}s$$

۴۰.گزینه ۳ با توجه به نمودار، معادلهٔ مکان- زمان به فرم $x = A\cos\omega t$ می‌باشد که $A = ۱cm$ و با قرار دادن $x = \frac{\sqrt{۲}}{۳}(cm), t = ۲s$ در معادلهٔ فوق خواهیم داشت:

$$\frac{\sqrt{۲}}{۲} = \cos ۲\omega \xrightarrow{\text{زمان سومین عبور از نقطه } \frac{\sqrt{۲}}{۲} \quad t=۲} ۲\omega = ۲\pi + \frac{\pi}{۴} \rightarrow \omega = \frac{۹\pi}{۸}$$

$$\rightarrow v_{max} = A\omega \xrightarrow{A=۰/۰۱} v_{max} = \frac{۹\pi}{۸۰۰}(m/s)$$

۴۱.گزینه ۴

$$v_{max} = A\omega \xrightarrow{v_{max}=\frac{\pi}{۵}} \frac{\pi}{۵} = ۰/۰۲\omega \rightarrow \omega = ۱۰\pi$$

$$\xrightarrow[\text{از پایین نقطهٔ تعادل}]{\text{با توجه به شروع نوسان}} x = -A\cos\omega t \xrightarrow{t=\frac{۱}{۳}(s)} x = -۲\cos\frac{۱۰\pi}{۳} = -۲\cos(۳\pi + \frac{\pi}{۳}) = (-۲)(\frac{-۱}{۲})$$

$$\rightarrow x = +۱cm$$

۴۲.گزینه ۴ با توجه به رابطهٔ $v_{max} = A\omega$ با قرار دادن $A = ۲/۵cm$ پس از تبدیل به متر و همچنین $v_{max} = \pi(m/s)$ در آن می‌نویسیم:

$$\pi = \frac{۲۵}{۱۰۰۰}\omega \rightarrow \omega = ۴۰\pi(Rad/s)$$

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

$$x = ۲/۵\cos\pi t \rightarrow x = ۲/۵\cos\frac{۴۰\pi}{۱۲} \rightarrow x = ۲/۵\cos(۳\pi + \frac{\pi}{۳})$$

$$x = -۲/۵ \times \frac{۱}{۲} = -۱/۲۵cm$$

۴۳.گزینه ۳ با توجه به اینکه نوسان از بالای نقطهٔ تعادل آغاز می‌شود پس معادلهٔ نوسان به صورت $x = A\cos\omega t$ می‌باشد که با قرار دادن $t = ۴s$ و $x = ۲cm$ و $A = ۴cm$ خواهیم داشت:

$$۲ = ۴\cos ۴\omega \rightarrow \cos ۴\omega = \frac{۱}{۲}$$

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

$$۴\omega = ۲\pi + \frac{\pi}{۳} \rightarrow \omega = \frac{۷\pi}{۱۲}$$

بیشینه از رابطهٔ $v_{max} = Aw$ به دست می‌آید.

$$v_{\max} = \frac{۴}{۱۰۰} \times \frac{۷\pi}{۱۲} = \frac{۷\pi}{۳۰۰}(m/s)$$

۴۴. گزینه ۲ معادلهٔ مکان- زمان عبارتست از $x = A\cos\omega t$ که A دامنه ω بسامد زاویه‌ای نوسانگر است به ازای $x = +\frac{A}{۲}$ داریم:

$$\frac{A}{۲} = A\cos\omega t \rightarrow \cos\omega t = \frac{۱}{۲} \xrightarrow{t=۵s} ۵\omega = ۲k\pi \pm \frac{\pi}{۳}$$

پس برای دومین بار داریم $۵\omega = ۵\pi/۳$ یا به ازای $\pi = ۳$ داریم، $\omega = ۱Rad/s$

از آنجا که رابطهٔ انرژی مکانیکی نوسانگر هماهنگ ساده به صورت $E = \frac{۱}{۲}mA^{۲}W^{۲}$ است پس به ازای $E = ۰/۰۲J$ و $m = ۱kg$ و $\omega = ۱Rad/s$ می‌توان نوشت:

$$۰/۰۲ = \frac{۱}{۲}A^{۲} \rightarrow A^{۲} = ۰/۰۴ \rightarrow A = ۰/۲m = ۲۰cm$$

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

$$-A = A\cos\omega t \rightarrow \cos\omega t = -۱ \xrightarrow{t=۳s} ۳\omega = (۲k-۱)\pi$$

که دومین بار با $k = ۲$ متناظر است پس $۳\omega = ۳\pi$ که به ازای $\pi = ۳$ داریم $w\omega = ۳Rad/s$ از طرفی طبق رابطهٔ $E = \frac{۱}{۲}m\omega^{۲}A^{۲}$ برای انرژی نوسانی می‌توان نوشت:

$$۰/۰۰۷۲ = \frac{۱}{۲} \times ۴ \times ۹ \times A^{۲} \rightarrow A^{۲} = \frac{۴}{۱۰۰۰۰} \rightarrow A = ۰/۰۲m = ۲cm$$

۴۶. گزینه ۲ از رابطهٔ مکان- زمان $x = A\cos\omega wt$ که در آن A دامنهٔ نوسان و ω بسامد زاویه‌ای نوسان است به ازای $x = +A$ داریم:

$$A = A\cos\omega t \rightarrow \cos wt = +۱ \xrightarrow{t=s} ۲\omega = ۲k\pi$$

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

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

۴۷. گزینه ۱ از رابطهٔ $x = A\cos\omega t$ که در آن A دامنه و ω بسامد زاویهٔ نوسان است به ازای $x = -\frac{A}{۲}$ داریم:

$$-\frac{A}{۲} = A\cos\omega t \Rightarrow \cos\omega t = -\frac{۱}{۲} \xrightarrow{t=۱s} \omega = \quad (۲k-۱)\pi \pm \frac{\pi}{۳}(k = ۱, ۲, \ldots)$$

که چهارمین بار به $k = ۲$ با علامت $+$ اختصاص دارد پس داریم:

$$\omega = ۳\pi + \frac{\pi}{۳} \xrightarrow{\pi \simeq ۳} w = ۱۰Rad/s$$

از رابطهٔ $E = \frac{۱}{۲}mA^{۲}w^{۲}$ برای انرژی مکانیکی نوسانگر داریم:

$$E = ۱۵ \times ۱۰^{-۳}j, m = ۳kg \rightarrow ۱۵ \times ۱۰^{-۳} = \frac{۱}{۲} \times ۳ \times ۱۰۰ \times A^{۲} \rightarrow A^{۲} = ۱۰^{-۴}$$

$$\rightarrow A = ۰/۰۱m = ۱cm$$

۴۸. گزینه ۲ از رابطهٔ $x = A\cos\omega t$ که در آن A دامنهٔ نوسان و ω بسامد زاویه‌ای است به ازای $x = -\frac{\sqrt{۳}}{۲}A$ داریم:

$$-\frac{\sqrt{۳}}{۲}A = A\cos\omega t \to \cos\omega t = -\frac{\sqrt{۳}}{۲} \xrightarrow{t=۰/۵s} \frac{\omega}{۲} = (۲k-۱)\pi \pm \frac{\pi}{۶} \quad (k = ۱, ۲, \ldots)$$

که اولین بار با $k = ۱$ و علامت منفی متناظر است پس داریم:

$$\frac{\omega}{۲} = \pi - \frac{\pi}{۶} \xrightarrow{\pi \simeq ۳} \omega = ۵Rad/s$$

از رابطهٔ $E = \frac{۱}{۲}m\omega^{۲}A^{۲}$ برای انرژی نوسانگر داریم:

$$E = ۵\times ۱۰^{-۲} j, m = ۲/۵kg \to ۵\times ۱۰^{-۲} = \frac{۱}{۲}\times ۲/۵\times ۲۵\times A^{۲} \to A^{۲} = \frac{۴}{۲۵۰۰}$$

$$\to A = \frac{۲}{۵۰} \to v_{\max} = A\omega = \frac{۲}{۵۰}\times ۵ = ۰/۲ m/s^{۲}$$

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

$$x=-\frac{\sqrt{۳}}{۲}A \xrightarrow{} -\frac{\sqrt{۳}}{۲} = \cos\omega t \xrightarrow{t=\frac{۵}{۶}s} \frac{۵}{۶}\omega = (۲k-۱)\pi \pm \frac{\pi}{۶} \quad (k = ۱, ۲, \ldots)$$

برای اولین بار باید $k = ۱$ و علامت منفی را انتخاب نماییم پس داریم:

$$\frac{۵}{۶}\omega = \frac{۵\pi}{۶}$$

پس $\omega = \pi Rad/s$ از طرفی با توجه به رابطهٔ $E = \frac{۱}{۲}m\omega^{۲}A^{۲}$ برای انرژی نوسانگر می‌توان نوشت

$$m = ۲۰۰gr = ۰/۲kg, E = ۴mJ = ۴\times ۱۰^{-۳} j \to ۴\times ۱۰^{-۳} = \frac{۱}{۲}\times ۰/۲\times \pi^{۲}\times A^{۲}$$

$$\to A^{۲} = \frac{۴\times ۱۰^{-۲}}{\pi^{۲}} \to A = \frac{۲}{۱۰\pi}$$

با قرار دادن در معادلهٔ مکان- زمان در زمان $t = \frac{۷}{۴}s$ خواهیم داشت:

$$x = \frac{۲}{۱۰\pi}\cos\frac{۷\pi}{۴} = \frac{۲}{۱۰\pi}\times\frac{\sqrt{۲}}{۲} = \frac{\sqrt{۲}}{۱۰\pi}$$

۵۰. گزینه ۳ انرژی مکانیکی نوسانگر از رابطهٔ $E = \frac{۱}{۲}kA^{۲}$ که در آن k ثابت فنر و A دامنهٔ نوسان است محاسبه می‌شود پس داریم:

$$E = \frac{۱}{۲}\times ۷۴\times (۰/۰۸)^{۲} = ۳۷\times (۸\times ۱۰^{-۲})^{۲}(J) = ۲۳/۶۸\times ۱۰^{-۲}(J)$$

از رابطهٔ $E = U + K$ که در آن U انرژی پتانسیل و K انرژی جنبشی است می‌توان نوشت:

$$۲۳/۶۸\times ۱۰^{-۲} = ۸\times ۱۰^{-۲} + K \to K = ۱۵/۶۸\times ۱۰^{-۲} J$$

۵۱. گزینه ۳ از آنجا که شتاب گرانش روی یک سیاره از رابطهٔ $g = G\frac{M}{R^{۲}}$ محاسبه می‌شود که M جرم سیاره و R شعاع آن و G ثابت جهانی گرانش است. پس با توجه به رابطهٔ $T = ۲\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ برای دورهٔ تناوب آونگ ساده، نسبت آن روی سیاره به دورهٔ تناوب روی زمین به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\frac{T_{\text{سیاره}}}{T_{\text{زمین}}} = \frac{۲\pi\sqrt{\frac{l}{g_{\text{سیاره}}}}}{۲\pi\sqrt{\frac{l}{g_{\text{زمین}}}}} = \sqrt{\frac{g_{\text{زمین}}}{g_{\text{سیاره}}}} = \sqrt{\frac{M_{\text{زمین}}}{M_{\text{سیاره}}}}\times\sqrt{\frac{R^{۲}_{\text{سیاره}}}{R^{۲}_{\text{زمین}}}}$$

با توجه به اینکه $M_{\text{سیاره}} = \frac{۱}{۲}M_{\text{زمین}}$ و $R_{\text{سیاره}} = \frac{۱}{۲}R_{\text{زمین}}$ پس داریم:

$$\frac{T_{\text{سیاره}}}{T_{\text{زمین}}}=\frac{\sqrt{۲}}{۲}$$

۵۲. گزینه ۳ می‌دانیم که برای سیاره‌ای به جرم M و شعاع R شتاب گرانش از رابطهٔ $g=G\frac{M}{R^{۲}}$ و دورهٔ تناوب یک آونگ ساده از رابطهٔ $T=۲\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ محاسبه می‌شود پس نسبت دورهٔ تناوب آونگ روی سیاره به دورهٔ تناوبش روی زمین عبارت است از:

$$\frac{T_{\text{سیاره}}}{T_{\text{زمین}}}=\sqrt{\frac{g_{\text{زمین}}}{g_{\text{سیاره}}}}=\sqrt{\frac{M_{\text{زمین}}}{M_{\text{سیاره}}}}\times\sqrt{\frac{R^{۲}_{\text{سیاره}}}{R^{۲}_{\text{زمین}}}}$$

که با توجه به اینکه $M_{\text{سیاره}}=\frac{۱}{۴}M_{\text{زمین}}$ و $R_{\text{سیاره}}=\frac{۱}{۲}R_{\text{زمین}}$ پس می‌توان نوشت:

$$\frac{T_{\text{سیاره}}}{T_{\text{زمین}}}=\sqrt{۴}\times\sqrt{\frac{۱}{۴}}=۱$$

۵۳. گزینه ۲ شتاب گرانش سیاره از $g=G\frac{M}{R^{۲}}$ و دورهٔ تناوبش از رابطهٔ $T=۲\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ محاسبه می‌شود پس نسبت ثانیهٔ ساعت آونگی روی آن به مقدار متناظرش بر زمین برابر است با:

$$\frac{T_{\text{سیاره}}}{T_{\text{زمین}}}=\sqrt{\frac{g_{\text{زمین}}}{g_{\text{سیاره}}}}\xrightarrow[M=\frac{۱۰^{۲۴}}{۶/۶۷}\ ,\ R=۱۰^{۶}m]{g_{\text{سیاره}}=G\frac{M}{R^{۲}}\ ,\ g_{\text{زمین}}=۱۰m/s^{۲}}\frac{T_{\text{سیاره}}}{T_{\text{زمین}}}=\sqrt{\frac{۱۰}{۶/۶۷\times۱۰^{-۱۱}\times\frac{۱۰^{۲۴}}{۶/۶۷\times۱۰^{۱۲}}}}$$

$$\rightarrow\frac{T_{\text{سیاره}}}{T_{\text{زمین}}}=۱$$

۵۴. گزینه ۴ با توجه به آنکه شتاب گرانش یک سیاره از رابطهٔ $g=G\frac{M}{R^{۲}}$ به دست می‌آید که در آن M جرم سیاره، R شعاع آن و G ثابت جهانی گرانش است و از آنجاکه دورهٔ تناوب آونگ از رابطهٔ $T=۲\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ به دست می‌آید خواهیم داشت:

$$\frac{T_{\text{سیاره}}}{T_{\text{زمین}}}=\sqrt{\frac{g_{\text{زمین}}}{g_{\text{سیاره}}}}=\sqrt{\frac{M_{\text{زمین}}}{M_{\text{سیاره}}}}\times\sqrt{(\frac{R_{\text{سیاره}}}{R_{\text{زمین}}})^{۲}}$$

چون $\frac{T_{\text{سیاره}}}{T_{\text{زمین}}}=\frac{۱}{۲}$ و $\frac{R_{\text{سیاره}}}{R_{\text{زمین}}}=۲$ بنابراین:

$$\frac{۱}{۲}=\sqrt{\frac{M_{\text{زمین}}}{M_{\text{سیاره}}}}\times۲\rightarrow\frac{M_{\text{زمین}}}{M_{\text{سیاره}}}=۱۶$$

۵۵. گزینه ۴ با توجه به رابطهٔ $g=G\frac{M}{R^{۲}}$ برای شتاب گرانش سیاره‌ای به جرم M و شعاع R که در آن G ثابت جهانی است و همچنین طبق رابطهٔ $T=۲\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ برای زمان تناوب آونگی به طول ℓ داریم:

$$\frac{T_{\text{سیاره}}}{T_{\text{زمین}}}=\sqrt{\frac{g_{\text{زمین}}}{g_{\text{سیاره}}}}=\sqrt{\frac{M_{\text{زمین}}}{M_{\text{سیاره}}}}\times\frac{R_{\text{سیاره}}}{R_{\text{زمین}}}\xrightarrow[T_{\text{سیاره}}=\frac{\sqrt{۲}}{۲}T_{\text{زمین}}]{R_{\text{سیاره}}=\sqrt{۲}R_{\text{زمین}}}\frac{\sqrt{۲}}{۲}=\sqrt{۲}\sqrt{\frac{M_{\text{زمین}}}{M_{\text{سیاره}}}}\rightarrow\frac{M_{\text{سیاره}}}{M_{\text{زمین}}}=۴$$

۵۶.گزینه ۳ با توجه به رابطهٔ $g=G\frac{M}{R^۲}$ برای شتاب گرانشی سیاره‌ای به جرم M و شعاع R که در آن G ثابت جهانی است. و همچنین طبق رابطهٔ $T=۲\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ 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 $R_{\text{سیاره}}=\frac{۱}{۲}R_{\text{زمین}}$ و $T_{\text{سیاره}}=۲T_{\text{زمین}}$ خواهیم داشت:

$$۲=\sqrt{\frac{M_{\text{زمین}}}{M_{\text{سیاره}}}\times\frac{۱}{۲}}\rightarrow\frac{M_{\text{زمین}}}{M_{\text{سیاره}}}=۱۶$$

۵۷.گزینه ۳ با توجه به رابطهٔ $g=G\frac{M}{R^۲}$ برای شتاب گرانشی سیاره‌ای به جرم M و شعاع R که در آن G ثابت جهانی است. و همچنین طبق رابطهٔ $T=۲?\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ 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 $R_{\text{سیاره}}=\frac{۵}{۲}R_{\text{زمین}}$ و $T_{\text{زمین}}$ $T_{\text{سیاره}}=\frac{۱}{۲}$ خواهیم داشت:

$$\frac{۱}{۲}=\sqrt{\frac{M_{\text{زمین}}}{M_{\text{سیاره}}}\times\frac{۵}{۲}}\rightarrow\frac{M_{\text{سیاره}}}{M_{\text{زمین}}}=۲۵$$

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.

$ma\uparrow\uparrow W_{\text{ظاهری}}$

$\downarrow W_{\text{واقعی}}$

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

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

با توجه به اینکه دورهٔ تناوب آونگ از رابطهٔ $T=۲\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ محاسبه می‌شود پس:

$$\frac{T_{\text{واقعی}}}{T_{\text{ظاهری}}}=\sqrt{\frac{g_{\text{ظاهری}}}{g_{\text{واقعی}}}}\xrightarrow[g_{\text{واقعی}}=g=۱۰m/s^۲\ ,\ a=۲m/s^۲]{g_{\text{ظاهری}}=g+a=۱۲m/s^۲}\frac{T_{\text{واقعی}}}{T_{\text{ظاهری}}}=\sqrt{\frac{۶}{۵}}$$

نکته: در حرکت یکنواخت $a=۰$ پس شتاب گرانش همان g می‌باشد.

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

$L=L_۰(۱+\alpha\Delta\theta)$ از آنجاکه $\Delta\theta=\Delta T=۳۰۰K$, $L_۰=۲cm$ پس داریم:

$$L=۰/۰۲(۱+۱۰^{-۲}\times۳۰۰)=۰/۰۸m$$

از رابطهٔ $T=۲\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ برای دورهٔ تناوب آونگ داریم:

$$\frac{T_۲}{T_۱}=\sqrt{\frac{\ell_۲}{\ell_۱}} \xrightarrow{\ell_۱=۰/۰۲m} \frac{T_۲}{T_۱}=۲ \xrightarrow{T_۱=۰/۱s} T_۲=۰/۲s$$

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

$$L_۲=L_۱(۱+\alpha\Delta T)\rightarrow L_۲=L_۱(۱+۱۰^{-۳}\times(۶۰۰-۲۰۰))=۱/۴L_۱$$

پس برای آسانسور با شتاب در جهت بالای $a=۲m/s^۲$ داریم:

$$g_۱=g+a=۱۰+۲=۱۲m/s^۲$$

و برای آسانسور با شتاب در جهت پایین داریم:

$$g_۲=g-a=۱۰-۲=۸m/s^۲$$

از طرفی از رابطهٔ $T=۲\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ برای دورهٔ تناوب آونگ ساده می‌توان نوشت:

$$\frac{T_۱}{T_۲}=\sqrt{\frac{\ell_۱}{\ell_۲}}\times\sqrt{\frac{g_۲}{g_۱}}=\sqrt{\frac{۱۰}{۱۴}}\times\sqrt{\frac{۸}{۱۲}}=\sqrt{\frac{۱۰}{۲۱}}$$

۶۱.گزینه ۳ از رابطهٔ طول میله برحسب دمای آن داریم:

$$L_۲=L_۱(۱+\alpha\Delta\theta)\xrightarrow[\theta_۱=۲۰^\circ C]{\theta_۲=۳۱۵\theta_۱} L_۲=L_۱(۱+۱۰^{-۲}(۷۰-۲۰))\rightarrow L_۲=۱/۵L_۱$$

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

$$g_۲=g_{\text{سیاره}}+a\xrightarrow[a=۴m/s^۲]{g_{\text{سیاره}}=۲g=۲۰m/s^۲} g_۲=۲۴m/s^۲$$

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

$$g_۱=g_{\text{زمین}}-a\xrightarrow[a=۴\frac{m}{s^۲}]{g_{\text{زمین}}=g=۱۰m/s^۲} g_۱=۶m/s^۲$$

از رابطهٔ $T=۲\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ برای دورهٔ تناوب آونگ ساده می‌توان نوشت:

$$\frac{g_۲}{g_۱}=\sqrt{\frac{\ell_۲}{\ell_۱}}\times\sqrt{\frac{g_۱}{g_۲}}=\sqrt{۱/۵}\times\sqrt{\frac{۱}{۴}}=\frac{۱}{۲}\sqrt{\frac{۳}{۲}}=\frac{\sqrt{۶}}{۴}$$

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

$$L_۲=L_۱(۱+\alpha\Delta\theta)\xrightarrow[\theta_۲=۸۰۰-۲۷۳=۵۲۷^\circ]{\theta_۱=۲۷^\circ} L_۲=L_۱(۱+۲\times۱۰^{-۳}\times(۵۲۷^\circ-۲۷^\circ))=۲L_۱$$

از طرفی $g=G\frac{M}{R^۲}$ پس خواهیم داشت:

$$\frac{T_۲}{T_۱}=\frac{۲\pi\sqrt{\frac{\ell_۲}{g_۲}}}{۲\pi\sqrt{\frac{\ell_۱}{g_۱}}}=\sqrt{\frac{\ell_۲}{\ell_۱}}\times\sqrt{\frac{g_۱}{g_۲}}=\sqrt{\frac{\ell_۲}{\ell_۱}}\times\sqrt{\frac{M_۱}{M_۲}}\times\sqrt{(\frac{R_۲}{R_۱})^۲}$$

با توجه به اینکه $\ell_۲=۲\ell_۱$ و $M_۲=۲M_۱$ و $R_۲=۴R_۱$ داریم:

$$\frac{T_۲}{T_۱}=\sqrt{۲}\times\sqrt{\frac{۱}{۲}}\times۴=۴$$

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

$$L_۲=L_۱(۱+\alpha\Delta\theta)\xrightarrow[T_۱=۲۷۳+۱۲۷=۴۰۰K]{\Delta\theta=\Delta T} L_۲=L_۱[۱+۲\times۱۰^{-۳}(۹۰۰-۴۰۰)]=۲L_۱$$

از رابطهٔ $g=G\frac{M}{R^۲}$ برای شتاب گرانش سیاره‌ای به جرم M و شعاع R و رابطهٔ $T=۲\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ برای دورهٔ تناوب آونگ ساده داریم:

$$\frac{T_۲}{T_۱}=\sqrt{\frac{\ell_۲}{\ell_۱}}\times\sqrt{\frac{M_۱}{M_۲}}\times\frac{R_۲}{R_۱}\xrightarrow{R_۲=۲R_۱\ ,\ M_۲=۴m_۱}\frac{T_۲}{T_۱}=\sqrt{۲}\times\frac{۱}{۲}\times۲=\sqrt{۲}$$

۶۴.گزینه ۱ از رابطهٔ طول برحسب دمای میله داریم:

$$L_۲=L_۱(۱+\alpha\Delta\theta)\xrightarrow{\Delta\theta=\Delta T=۲۰۰-۳۰۰=-۱۰۰K}L_۲=۰/۴L_۱$$

از طرفی از دو رابطهٔ $T=۲\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ و $g=G\frac{M}{R^۲}$ می‌توان گفت:

$$\frac{T_۲}{T_۱}=\sqrt{\frac{\ell_۲}{\ell_۱}}\times\sqrt{\frac{M_۱}{M_۲}}\times\frac{R_۲}{R_۱}\xrightarrow{R_۲=\frac{R_۱}{۲}\ ,\ M_۲=\frac{m_۱}{۵}}\frac{T_۲}{T_۱}=\sqrt{۰/۴}\times\sqrt{۵}\times\frac{۱}{۲}$$

$$\frac{T_۲}{T_۱}=\sqrt{\frac{۲}{۵}}\times\sqrt{۵}\times\frac{۱}{۲}=\frac{\sqrt{۲}}{۲}$$

۶۵.گزینه ۳ با توجه به اینکه $g=G\frac{M}{R^۲}$ و $T=۲\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ داریم:

(سیارهٔ اول: ۲ سیارهٔ دوم: ۱)

$$\frac{T_۲}{T_۱}=\sqrt{\frac{\ell_۲}{\ell_۱}}\times\sqrt{\frac{M_۱}{M_۲}}\times\frac{R_۲}{R_۱}\xrightarrow[T_۲=۲T_۱]{M_۲=۴\times۱۰^{۲۴}kg\ ,\ M_۲=۱۰^{۲۴}kg}۲=\sqrt{\frac{\ell_۲}{\ell_۱}}\times\sqrt{\frac{۴\times۱۰^{۲۴}}{۱۰^{۲۴}}\times\frac{۱۰۰۰}{۲۰۰۰}}$$

$$\sqrt{۲}=\sqrt{\frac{\ell_۲}{\ell_۱}}\times۲\times\frac{۱}{۲}\rightarrow\sqrt{\frac{\ell_۲}{\ell_۱}}=\sqrt{۲}\rightarrow\frac{\ell_۲}{\ell_۱}=۲$$

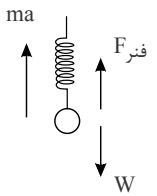
از آنجاکه $\ell_۲=\ell_۱(۱+\alpha\Delta\theta)$ پس داریم:

$$۱+\alpha\Delta\theta=۲۰\rightarrow\alpha\Delta\theta=۱\xrightarrow{\alpha=۱۰^{-۲}\frac{۱}{^\circ C}}\Delta\theta=۱۰۰^\circ C$$

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

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

$$\rightarrow k=\frac{m(g+a)}{\Delta x}=\frac{۲(۱۰+۲)}{۰/۰۶}=۴۰۰N/m$$



با توجه به اینکه برای یک نوسانگر $\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}$ پس $\omega=\sqrt{\frac{۴۰۰}{۲}}=۱۰\sqrt{۲}$ و با توجه به اینکه $A=۱cm$ و حرکت از پایین نقطهٔ تعادل آغاز شده داریم:

$$x=-A\cos\omega t\rightarrow x=-۰/۰۱\cos۱۰\sqrt{۲}t$$

اکنون قرار می‌دهیم $x=+۰/۰۰۵m$ پس داریم:

$$\cos۱۰\sqrt{۲}t=-\frac{۱}{۲}\rightarrow۱۰\sqrt{۲}t=(۲k-۱)\pi\pm\frac{\pi}{۳}\quad(k=۱,۲,۳,\cdots)$$

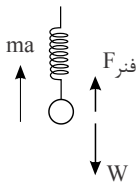
که برای دومین بار $k=۱$ و علامت مثبت انتخاب می‌شود پس:

$$t=\frac{۲\sqrt{۲}}{۱۵}\pi$$

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

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

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



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

$$x = +۰/۰۲ cos ۲۰t$$

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

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

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

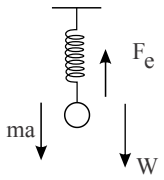
$$t = \frac{۳\pi}{۸۰} s$$

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

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

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

$$\rightarrow k = \frac{(۱۰-۴)m}{۰/۰۱۵} = ۴۰۰m$$



با توجه به رابطهٔ $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ داریم: $\omega = ۲۰ Rad/s$ و با توجه به اینکه فنر فشرده شده و رابطهٔ $x = A\cos\omega t$ خواهیم داشت:

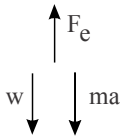
$$x = ۰/۵ \cos ۲۰t \xrightarrow{t=\frac{\pi}{۱۲۰}} x = ۰/۵ \cos\frac{\pi}{۶} = +\frac{\sqrt{۳}}{۴}$$

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

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

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

$$\rightarrow k = \frac{m(g-a)}{\Delta x} = ۱۰۰m$$



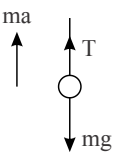
از آنجا که $E = \frac{۱}{۲}kA^۲$ و $U = ۳K$ خواهیم داشت:

$$E = U + K \rightarrow ۴K = \frac{۱}{۲}kA^۲ \xrightarrow{K=\frac{۱}{۲}mv^۲} ۲mv^۲ = ۵۰mA^۲$$

$$\rightarrow v^۲ = ۲۵A^۲ \rightarrow v = ۵A \xrightarrow{A=۲/۵cm=۰/۰۲۵m} v = ۰/۱۲۵ m/s$$

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

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



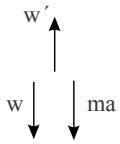
که T همان وزن ظاهری است پس شتاب گرانشی ظاهری برابر است با: $g_{\text{ظاهری}} = g + a$ یا $g_{\text{ظاهری}} = ۱۲٫۵ m/s^۲$. از طرفی در آسانسور با حرکت یکنواخت وزن ظاهری با وزن واقعی برابر است پس:

$$\frac{T_{\text{ظاهری}}}{T_{\text{واقعی}}} = \frac{۲\pi\sqrt{\frac{l}{g_{\text{شتابدار}}}}}{۲\pi\sqrt{\frac{l}{g_{\text{یکنواخت}}}}} = \sqrt{\frac{g_{\text{واقعی}}}{g_{\text{ظاهری}}}} = \sqrt{\frac{۱۰}{۱۲٫۵}} = \sqrt{\frac{۱۰۰}{۱۲۵}} = \sqrt{\frac{۴}{۵}} = \frac{۲}{\sqrt{۵}}$$

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

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

$$w' = m(g-a) \to g_{\text{شتاب دار}} = g - a = ۷٫۵ m/s^۲$$



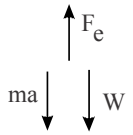
در آسانسور ساکن $g_{\text{یکنواخت}} = ۱۰ m/s^۲$ پس داریم:

$$\frac{T_{\text{شتاب دار}}}{T_{\text{یکنواخت}}} = \frac{۲\pi\sqrt{\frac{l_۲}{g_{\text{شتاب دار}}}}}{۲\pi\sqrt{\frac{l_۱}{g_{\text{یکنواخت}}}}} = \sqrt{\frac{l_۲}{l_۱}} \times \sqrt{\frac{g_{\text{یکنواخت}}}{g_{\text{شتاب دار}}}} \to ۲ = \sqrt{\frac{l_۲}{l_۱}} \times \sqrt{\frac{۱۰}{۷٫۵}} \to \frac{l_۲}{l_۱} = ۳$$

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

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

$$Fe = k\Delta x \to k\Delta x = m(g-a) \xrightarrow{m=۱kg} k = \frac{g-a}{\Delta x} = \frac{۵}{۰٫۰۵} \to k = ۱۰۰ N/m$$



با توجه به رابطهٔ $E = \frac{۱}{۲}kA^۲$ برای انرژی مکانیکی و از رابطهٔ $E = U + \frac{۱}{۲}mv^۲$ برای U می‌توان نوشت:

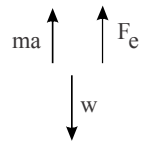
$$\frac{۱}{۲} \times ۱۰۰ \times (\frac{۲۵}{۱۰۰})^۲ = U + \frac{۱}{۲}v^۲ \to \frac{۶۲۵}{۲۰۰} = \frac{۲۵}{۱۶} + \frac{۱}{۲}v^۲$$

$$\to \frac{۲۵}{۸} = \frac{۲۵}{۱۶} + \frac{۱}{۲}v^۲ \to v = \frac{۵\sqrt{۲}}{۴} m/s$$

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

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

$$\to k = \frac{m(g+a)}{\Delta x} = \frac{۲ \times (۱۰+۵)}{۰٫۱} = ۳۰۰ N/m$$



با توجه به رابطهٔ $E = \frac{۱}{۲}kA^۲$ و همچنین رابطهٔ $E = U + \frac{۱}{۲}mv^۲$ داریم:

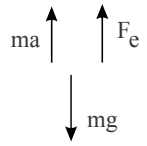
$$\frac{۱}{۲}kA^۲ = U + \frac{۱}{۲}mv^۲ \xrightarrow{A=۰٫۰۵m} \frac{۱}{۲} \times ۳۰۰ \times ۲۵ \times ۱۰^{-۴} = ۰٫۱۲۵ + v^۲$$

$$\to ۰٫۳۷۵ = ۰٫۱۲۵ + v^۲ \to v^۲ = ۰٫۲۵ \to v = ۰٫۵ m/s$$

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

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

$$\to k = \frac{m(g+a)}{\Delta x} \xrightarrow{\Delta x=۰٫۰۱۵} k = \frac{۱۳٫۵}{۰٫۰۱۵} = ۹۰۰$$



با توجه به رابطهٔ $E = \frac{۱}{۲}kA^۲$ و همچنین از $E = K + U$ که $K = \frac{۱}{۲}mv^۲$ خواهیم داشت:

$$\frac{۱}{۲}kA^۲ = U + \frac{۱}{۲}mv^۲ \rightarrow \frac{۱}{۲} \times ۹۰۰ \times ۲۵ \times ۱۰^{-۶} = ۶/۲۵ \times ۱۰^{-۳} + \frac{۱}{۲}v^۲$$

$$\rightarrow v^۲ = ۰/۰۱ \rightarrow v = ۰/۱ m/s$$

۷۵. گزینه ۲ فنر به اندازهٔ A فشرده می‌شود که A از رابطهٔ $\frac{۱}{۲}mv_۰^۲ = \frac{۱}{۲}kA^۲$ به دست می‌آید.

$$A^۲ = \frac{mv_۰^۲}{k} \xrightarrow{m=۱kg \quad , \quad v_۰=۲m/s \quad , \quad k=۱۰۰N/m} A = ۰/۲m$$

از طرفی $v_۰ = A\omega$ بنابراین $\omega = ۰/۱ rad/s$ یا $۰/۲\omega = ۲$ پس معادلهٔ حرکت به صورت زیر است:

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

۷۶. گزینه ۲ فنر به اندازهٔ A فشرده می‌شود که A از رابطهٔ $\frac{۱}{۲}mv_۰^۲ = \frac{۱}{۲}mA^۲$ به صورت زیر به دست می‌آید:

$$A^۲ = \frac{mv_۰^۲}{k} \xrightarrow[k=۱۰۰]{m=۱kg \quad , \quad v_۰=۴m/s} A = ۰/۴m$$

از طرفی $v_۰ = A\omega$ پس خواهیم داشت $\omega = \frac{v_۰}{A} = \frac{۴}{۰/۴} = ۱۰ rad/s$

معادلهٔ حرکت به صورت زیر است:

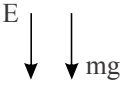
$$x = A\cos\omega t$$

با قرار دادن $\omega = ۱۰$ و $A = ۰/۴m$ در آن رو به ازای $t = \frac{\pi}{۳۰}s$ خواهیم داشت:

$$x = ۰/۴\cos(۱۰ \times \frac{\pi}{۳۰}) = ۰/۲m$$

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:

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



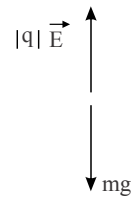
پس شتاب گرانش ظاهری $g_{\text{ظاهری}} = \frac{w_{\text{ظاهری}}}{m}$ برابر می‌شود با $g_{\text{ظاهری}} = ۴۰ m/s^۲$.

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

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

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

$$w_{\text{ظاهری}} = mg - |q|\vec{E} = ۱۰ - ۵ \times ۱۰^{-۶} \times ۴ \times ۱۰^{۵} = ۱۰ - ۲ = ۸N$$



پس شتاب گرانش ظاهری عبارت است از:

$$g_{\text{ظاهری}} = \frac{w_{\text{ظاهری}}}{m} = ۸ m/s^۲$$

با توجه به اینکه از $T = ۲\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ دورهٔ تناوب آونگ محاسبه می‌شود می‌توان نوشت:

$$\frac{T_{\text{با میدان}}}{T_{\text{بدون میدان}}}=\sqrt{\frac{g_{\text{بدون میدان}}}{g_{\text{با میدان}}}}=\sqrt{\frac{۱۰}{۸}}=\frac{\sqrt{۵}}{۲}$$

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

وزن ظاهری در حالت اول:

$$w_۱=w-|q|E=mg-|q|E_۱$$
$$w_۱=۲\times۱۰-۱۰^{-۶}\times۴\times۱۰^{۶}=۱۶N\rightarrow \text{شتاب}\ g_۱=\frac{۱۶}{۲}=۸m/s^{۲}$$

وزن ظاهری در حالت دوم:

$$w_۲=mg-|q|E_۲=۲۰-۲=۱۸N$$
$$\text{شتاب ظاهری}: g_۲=\frac{۱۸}{۲}=۹m/s^{۲}$$

از رابطهٔ دورهٔ تناوب آونگ ساده داریم:

$$\frac{T_۱}{T_۲}=\frac{۲\pi\sqrt{\frac{\ell}{g_۱}}}{۲\pi\sqrt{\frac{\ell}{g_۲}}}=\sqrt{\frac{g_۲}{g_۱}}=\sqrt{\frac{۹}{۸}}=\frac{۳}{۲\sqrt{۲}}$$

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

$$W_۱=mg-|q|E_۱=۱۰-۶=۴N\rightarrow g_۱=\frac{W_۱}{m}=۴m/s^{۲}$$

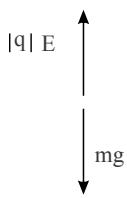
در حالت دوم:

$$W_۲=mg+|q|E_۲=۱۰+۶=۱۶N\rightarrow g_۲=\frac{W_۲}{m}=۱۶m/s^{۲}$$

از رابطهٔ $T=۲\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ برای دورهٔ تناوب آونگ داریم:

$$\frac{T_۲}{T_۱}=\sqrt{\frac{g_۱}{g_۲}}=\sqrt{\frac{۴}{۱۶}}=\frac{۱}{۲}$$

۸۱.گزینه ۳ با توجه به اینکه $\sin\pi t$ تا $t=۱s$ مثبت است پس جهت در $۰/۵s$ کماکان رو به بالاست پس چون بار مثبت است نیروی کولنی نیز به سمت بالاست بنابراین:



در $t=۰$، $E_۱=۰$ پس $g_۱=۱۰m/s^{۲}$

در $t=۰/۵$، $E_۲=۶\times۱۰^{۶}\sin\frac{\pi}{۲}=۶\times۱۰^{۶}$ یا پس $g_۲=g-\frac{|q|E}{m}$

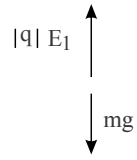
در نتیجه $g_۲=۱۰-\frac{۶\times۱۰^{۶}\times۱۰^{-۶}}{۱}=۴\frac{m}{s^{۲}}$

از رابطهٔ $T=۲\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ داریم:

$$\frac{T_۱}{T_۲}=\sqrt{\frac{g_۲}{g_۱}}=\sqrt{\frac{۴}{۱۰}}=\frac{۲\sqrt{۵}}{۵}$$

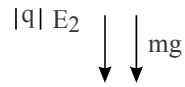
۸۲. گزینه ۲ از معادلهٔ $E=۴\times ۱۰^{۶}\sin \pi t$ پیداست که پس از $t=۱s$ میدان تغییر جهت می‌دهد و جهت آن تا $t=۲s$ رو به پایین است پس داریم:

حالت اول: $t=\frac{۱}{۶}s$



$$g_۱=\frac{mg-|q|E_۱}{m}=۱۰-\frac{۲\times ۱۰^{-۶}\times ۴\times ۱۰^{۶}\times \sin\frac{\pi}{۶}}{۲}=۸m/s^{۲}$$

حالت دوم: $t=\frac{۷}{۶}s$



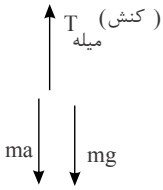
$$g_۲=\frac{mg+|q|E_۲}{m}$$

$$g_۲=۱۰\frac{۲۰\times ۱۰^{-۶}+۲\times ۱۰^{-۶}\times ۴\times ۱۰^{۶}\times\left|\sin\frac{۷\pi}{۶}\right|}{۲}=۱۲m/s^{۲}$$

توجه شود که در بالا $E_۱$ و $E_۲$ قدرمطلق‌های E در زمان‌های مربوطه‌اند.

$$\frac{T_۲}{T_۱}=\sqrt{\frac{g_۱}{g_۲}}=\sqrt{\frac{۸}{۱۲}}=\sqrt{\frac{۲}{۳}}$$

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

$$g_{\text{شتاب‌دار}}=g-a=۸\frac{m}{s^{۲}}$$

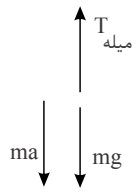
پس دورهٔ تناوب آونگ برابر است با:

$$T=۲\sqrt{\frac{\ell}{g_{\text{شتاب‌دار}}}}=۲\pi\sqrt{\frac{۲}{۸}}=\pi$$

و بسامد زاویه‌ای آن $\omega=\frac{۲\pi}{\pi}=۲rad/s$. انرژی در پایین‌ترین نقطهٔ آونگ بیشینه و با انرژی مکانیکی برابر است پس داریم:

$$K_{\max}=E=\frac{۱}{۲}mA^{۲}\omega^{۲}=\frac{۱}{۲}\times ۲\times(۲\times ۱۰^{-۲})^{۲}\times ۲^{۲}=۱/۶mj$$

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



$$mg=T_{\text{میله}}=ma\rightarrow T_{\text{میله}}=m(g-a)\rightarrow g_{\text{ظاهری}}=g-a=۶\frac{m}{s^{۲}}$$

در حالت یکنواخت $g=۱۰m/s^{۲}$

سپس از روابط $\omega=\frac{۲\pi}{T}$ و $T=۲\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ خواهیم داشت:

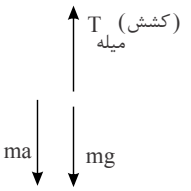
$\omega_{\text{شتاب}}=\sqrt{\frac{g_{\text{ظاهری}}}{\ell}}$ ، $\omega_{\text{یکنواخت}}=\sqrt{\frac{g}{\ell}}\rightarrow\omega_{\text{شتاب}}=\sqrt{۶}\,\frac{rad}{s}$ ، $\omega_{\text{یکنواخت}}=\sqrt{۱۰}\,\frac{Rad}{s}$

$$\Delta E=E_{\text{یکنواخت}}=E_{\text{شتابدار}}=\frac{۱}{۲}mA^{۲}(\omega^{۲}_{\text{یکنواخت}}-\omega^{۲}_{\text{شتاب}})=\frac{۱}{۲}\times۲\times(۴\times۱۰^{-۲})^{۲}(۱۰-۶)$$

$$\Delta E=۶۴\times۱۰^{-۴}=+۶/۴mJ$$

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

$$mg-T_{\text{میله}}=ma\rightarrow T_{\text{میله}}=m(g-a)\rightarrow g_{۱}=g-a=۸m/s^{۲}$$



در حرکت با شتاب به سمت بالا داریم:

$$T_{\text{میله}}-mg=ma\rightarrow T_{\text{میله}}=m(g+a)\rightarrow g_{۲}=g+a=۱۲m/s^{۲}$$

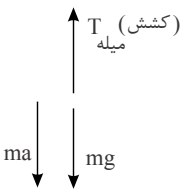
چون $T=۲\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ پس $\omega=\frac{۲\pi}{T}=\sqrt{\frac{g}{\ell}}$ بنابراین $\omega_{\text{بالا}}=\sqrt{\frac{g_{۲}}{\ell}}$ و $\omega_{\text{پایین}}=\sqrt{\frac{g_{۱}}{\ell}}$

$$\Delta E=E_{\text{بالا}}=E_{\text{پایین}}=\frac{۱}{۲}mA^{۲}(\omega^{۲}_{\text{بالا}}-\omega^{۲}_{\text{پایین}})=\frac{۱}{۲}\times۰/۴\times(۲\times۱۰^{-۲})^{۲}(\frac{g_{۲}-g_{۱}}{\ell})$$

$$\Delta E=۸\times۱۰^{-۵}\times\frac{۱۲-۸}{۲}=۱۶\times۱۰^{-۵}J$$

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

$$mg-T_{\text{میله}}=ma\rightarrow T_{\text{میله}}=m(g-a)\rightarrow g'=g-a=۸$$



که $T=۲\pi\sqrt{\frac{\ell}{g'}}$ و $\omega=\frac{۲\pi}{T}=\sqrt{\frac{g'}{\ell}}$ پس انرژی مکانیکی برابر است با:

$$E=\frac{۱}{۲}mA^{۲}\omega^{۲}=\frac{۱}{۲}۰/۴\times(۰/۰۴)^{۲}\times\frac{۸}{۲}=۱۲۸\times۱۰^{-۵}j$$

۸۷.گزینه ۳ با توجه به آنکه شتاب گرانش یک کره به جرم M و شعاع R با $g=G\frac{M}{R^{۲}}$ محاسبه می‌شود و دورهٔ تناوب آونگ روی آن سیاره از رابطهٔ $T=۲\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ به دست می‌آید پس داریم:

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

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

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

بنابراین ساعت روی کرهٔ مورد نظر همان ۶ صبح است.

۸۸. گزینه ۲ برآیند شتاب گرانش زمین و ماه در فاصلهٔ $\frac{۱}{۴}$ فاصلهٔ بین ماه و زمین به صورت زیر دیده می‌شود.

$$g_{\text{سفینه}} = \left| G\frac{m_{\text{زمین}}}{R_۱^۲} - G\frac{m_{\text{ماه}}}{R_۲^۲} \right| \xrightarrow[(\text{فاصلهٔ ماه تا زمین } R)]{R_۲ = \frac{R}{۴}, R_۱ = \frac{۳l}{۴}} g_{\text{سفینه}} = G\left| \frac{m_{\text{زمین}}}{\frac{۹}{۱۶}R^۲} - \frac{m_{\text{ماه}}}{\frac{۱}{۱۶}R^۲} \right|$$

$$\xrightarrow{m_{\text{ماه}} = \frac{۳}{۴۰۰}m_{\text{زمین}}} g_{\text{سفینه}} = \frac{Gm_{\text{زمین}}}{R^۲}\left| \frac{۱۶}{۹} - \frac{۱۶ \times ۳}{۴۰۰} \right| = \frac{۵۹۶۸}{۳۶۰۰}\frac{Gm_{\text{زمین}}}{R^۲}$$

از طرفی با توجه به رابطهٔ دورهٔ تناوب آونگ با شتاب گرانش یعنی $T = ۲\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ نسبت دوره‌های تناوب روی سفینه و زمین برابر است با:

$$\frac{T_{\text{سفینه}}}{T_{\text{زمین}}} = \sqrt{\frac{g_{\text{زمین}}}{g_{\text{سفینه}}}} = \sqrt{\frac{۳۶۰۰}{۵۹۶۸}} \times \frac{R}{R_{\text{زمین}}}$$

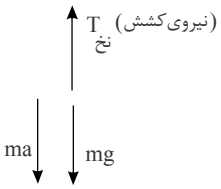
چون $R = ۶۲٫۵R_{\text{زمین}}$ پس داریم:

$$\frac{T_{\text{سفینه}}}{T_{\text{زمین}}} = \frac{۶۰}{۲۴} \times ۶۲٫۵ = \frac{۶۲۵}{۴}$$

یعنی هر ساعت روی سفینه $\frac{۶۲۵}{۴}$ ساعت روی زمین به طول می‌انجامد به عبارت دیگر با گذشت هر ساعت زمینی $\frac{۴}{۶۲۵}$ 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:

$$mg - T_{\text{نخ}} = ma \rightarrow T_{\text{نخ}} = m(g-a) \rightarrow g = \frac{T_{\text{نخ}}}{m} = g - a = ۱۰ - ۱ = ۹m/s^۲$$



دورهٔ تناوب آونگ از رابطهٔ $T = ۲\pi\sqrt{\frac{l}{g'}}$ و بسامد زاویه‌های آن از $w = \frac{۲\pi}{T} = \sqrt{\frac{g'}{l}}$ محاسبه می شود چون $l = ۱۰cm$ و $A = ۰٫۱cm$ پس خواهیم داشت:

$$E = \frac{۱}{۲}mw^۲A^۲ = \frac{۱}{۲} \times ۱۰۰ \times ۱۰^{-۳} \times \frac{۹}{۱۰ \times ۱۰^{-۲}} \times (۱۰^{-۳})^۲ = \frac{۱}{۲} \times ۰٫۱ \times ۹۰ \times ۱۰^{-۶}$$

$$E = ۴٫۵ \times ۱۰^{-۶}J$$

۹۰. گزینه ۴ می‌دانیم که دوره تناوب آونگ به طول l از رابطهٔ $T = ۲\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ محاسبه می‌شود که با توجه به آن $w = \frac{۲\pi}{T} = \sqrt{\frac{g}{l}}$ پس از رابطهٔ انرژی مکانیکی یعنی $E = \frac{۱}{۲}mA^۲w^۲$ نسبت انرژی‌ها به صورت زیر محاسبه خواهد شد:

$$\frac{E_۲}{E_۱} = (\frac{A_۲}{A_۱})^۲ \times \frac{l_۱}{l_۲} \xrightarrow{A_۲ = ۴A_۱, l_۲ = ۴l_۱} \frac{E_۲}{E_۱} = ۱۶ \times \frac{۱}{۴} = ۴ \xrightarrow{E_۱ = ۲j} E_۲ = ۸j$$

۹۱.گزینه ۴ انرژی مکانیکی جرم و فنر در حال نوسان ساده با دامنهٔ A_1 از $E_{\text{فنر}}=\frac{1}{2}kA_1^2$ و انرژی مکانیکی آونگ ساده به طول با دامنهٔ A_2 از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

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

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

با قرار دادن و $\ell=10cm=0/1m$ و $K=100N/m$ و $A_2=1cm=0/01m$ و $A_1=2cm=0/2m$ و $g=10m/s^2$ در تساوی فوق جرم به صورت زیر محاسبه می‌شود: $m=16kg$

۹۲.گزینه ۴ از رابطهٔ $T=2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ برای دورهٔ تناوب آونگ ب سر زاویه‌ای به صورت زیر در می‌آید:

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

با توجه به رابطهٔ $E=\frac{1}{2}m\omega^2A^2$ 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 می‌دهیم 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 می‌دهد آسانسور باید با شتاب $5m/s^2$ به سمت بالا شروع به حرکت نماید.

۹۳.گزینه ۳ با توجه به رابطهٔ $T=2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ برای دورهٔ تناوب آونگ ساده، بسامد زاویه‌ای آن از رابطهٔ $\omega=\frac{2\pi}{T}=\sqrt{\frac{g}{\ell}}$ و انرژی مکانیکی آن از $E=\frac{1}{2}m\omega^2A^2=\frac{1}{2}m\frac{g}{\ell}A^2$ محاسبه می‌شود. در صورتی که آونگ در آسانسوری با شتاب ثابت a با دامنهٔ A' نوسان کند با توجه به اینکه شتاب گرانش ظاهری $g'=g\pm a$ می‌شود ($+$ برای شتاب رو به بالا و $-$ برای شتاب رو به پایین است) بنابراین انرژی آونگی به صورت $E'=\frac{1}{2}m\frac{g'}{\ell}A'^2$ درمی‌آید.

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

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

در صورتی که $A'=2A$ پس نتیجه می‌گیریم $g'=\frac{g}{4}$ یا $g'=2/5m/s^2$ یعنی باید $g'=g-a$ را انتخاب نماییم که با این انتخاب که مربوط به شروع حرکت آسانسور با شتاب a به سمت پایین است خواهیم داشت: $a=7/5m/s^2$

۹۴.گزینه ۲ در صورت شروع حرکت آسانسور به سمت پایین با شتاب a شتاب گرانش ظاهری عبارت است از $g'=g-a$ پس $g'=10-3/6=6/4m/s^2$. از سوی دیگر با توجه به اینکه بسامد زاویه‌ای آونگ ساده از رابطهٔ $\omega=\sqrt{\frac{g}{\ell}}$ و انرژی مکانیکی یک نوسانگر ساده از رابطهٔ $E=\frac{1}{2}mA^2\omega^2$ محاسبه می‌شود 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:

$$E' = E \to g' A'^{۲} = g A^{۲} \xrightarrow{A = ۲cm = ۲\times ۱۰^{-۲} m} ۶/۴ \times A'^{۲} = ۱۰ \times \varepsilon \times ۱۰^{-۴} \to A'^{۲} = \frac{۱۰^{-۲}}{۱۶}$$

$$\to A' = \frac{۱}{۴۰} m = ۲/۵ cm$$

۹۵.گزینه ۳ دورهٔ تناوب آونگ از رابطهٔ $T = ۲\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ محاسبه می‌شود. لذا با توجه به اینکه $w = \frac{۲\pi}{T}$ داریم و از $W = \sqrt{\frac{g}{l}}$ و از رابطهٔ انرژی مکانیکی یعنی $E = \frac{۱}{۲} m w^{۲} A^{۲}$ می‌توان نوشت

$$E = \frac{۱}{۲} m A^{۲} \frac{g}{l}$$

می‌دانیم 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 نمی‌کند پس داریم:

$$E' = E \to A'^{۲} g' = A^{۲} g \to g' = g(\frac{A}{A'}) \xrightarrow{A' = A + ۰/۵ = ۱/۵ cm} g' = \frac{۴۰}{۹} m/s^{۲}$$

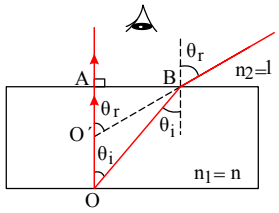
پس $g' < g$ بنابراین باید $g' = g - a$ باشد . بنابراین $a = ۱۰ - \frac{۴۰}{۹} = \frac{۵۰}{۹} m/s^{۲}$ پس حرکت با شتاب رو به پایین برابر $\frac{۵۰}{۹}$ متر بر مجذور ثانیه است.

۹۶.گزینه ۱ بسامد تشدید آونگ $f_۱ = \frac{۱}{۲\pi}\sqrt{\frac{g'}{l}}$ و بسامد تشدید جرم و فنر $f_۲ = \frac{۱}{۲\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$ که $g' = g + a$ شتاب گرانش ظاهری در آسانسوری است که با شتاب a و به سمت بالا شروع به حرکت می‌کند. از آنجا که بسامد تشدید آونگ دو برابر بسامد تشدید جرم و فنر باشد داریم:

$$f_۱ = ۲ f_۲ \to \frac{g'}{l} = \frac{۴k}{m} \to m = \frac{۴kl}{g'} \xrightarrow[g' = g + a = ۱۲ \frac{m}{s^{۲}}]{k = ۲۰۰ \frac{N}{m} ،\ l = ۱/۲ m} m = ۸۰ kg$$

۹۷.گزینه ۳ اگر تقریباً به‌طور عمود بر سطح آب استخر نگاه کنیم، کف استخر را بالاتر از جای واقعی آن می‌بینیم. لذا مطابق قانون شکست اسنل می‌توان نوشت:

$$n_۱ \sin\theta_i = n_۲ \sin\theta_r$$



$$n \times \frac{AB}{OB} = ۱ \times \frac{AB}{O'B}$$

$$\xrightarrow[O'B \simeq O'A]{OB \simeq OA} n O'A = OA \Rightarrow O'A = \frac{OA}{n}$$

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

$$\Rightarrow ۷۵ = OA - OA' \Rightarrow OA - ۷۵ = \frac{OA}{\frac{۴}{۳}}$$

$$\Rightarrow ۴OA - ۴ \times ۷۵ = ۳OA \Rightarrow OA = ۳۰۰ cm = ۳ m$$

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

در مثلث $\overset{\Delta}{OMN}$: $\alpha+\beta+۱۰۰=۱۸۰^\circ$

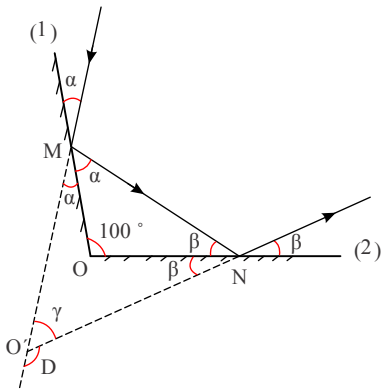
$\Rightarrow \alpha+\beta=۸۰^\circ$

در مثلث $\overset{\Delta}{O'MN}$: $۲\alpha+۲\beta+\gamma=۱۸۰^\circ$

$\Rightarrow ۲(\alpha+\beta)+\gamma=۱۸۰^\circ$

$\Rightarrow ۲\times ۸۰+\gamma=۱۸۰^\circ \Rightarrow \gamma=۲۰^\circ$

$D=۱۸۰^\circ-\gamma=۱۸۰-۲۰=۱۶۰^\circ$

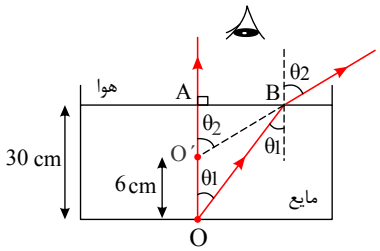


روش دوم: اگر زاویهٔ بین دو آینه متقاطع بیشتر از ۹۰° باشد، در این صورت زاویهٔ انحراف برابر است با:

$D=۳۶۰-۲\theta=۳۶۰-(۲\times ۱۰۰)=۱۶۰^\circ$

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

$n_۱\sin\theta_i=n_۲\sin\theta_r \Rightarrow n\times\frac{AB}{OB}=۱\times\frac{AB}{O'B}$



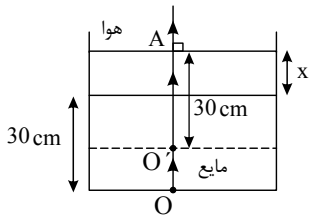
باتوجه به آنکه از دید تقریباً قائم $OB\simeq OA$ و $O'B=O'A$ است، بنابراین داریم:

$\frac{n}{OA}=\frac{۱}{O'A}\Rightarrow\frac{n}{OA}=\frac{۱}{OA-OO'}\Rightarrow\frac{n}{۳۰}=\frac{۱}{۳۰-۶}\Rightarrow n=\frac{۵}{۴}$

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

$\frac{n}{OA}=\frac{۱}{O'A}\Rightarrow\frac{\frac{۵}{۴}}{OA}=\frac{۱}{۳۰}\Rightarrow OA=\frac{۵}{۴}\times ۳۰=۳۷/۵cm$

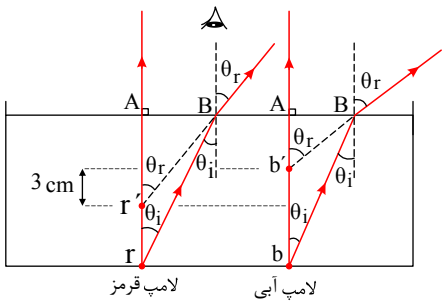
$OA=۳۰+x\Rightarrow ۳۷/۵=۳۰+x\Rightarrow x=۷/۵cm$



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 می‌شود. بنابراین مطابق شکل زیر و با استفاده از قانون شکست اسنل می‌توان نوشت:

لامپ قرمز: $n_۱\sin\theta_i=n_۲\sin\theta_r\Rightarrow n_r\times\frac{AB}{rB}-n_{\text{هوا}}\times\frac{AB}{r'B}$

لامپ آبی: $n_۱\sin\theta_i=n_۲\sin\theta_r\Rightarrow n_b\times\frac{AB}{bB}-n_{\text{هوا}}\times\frac{AB}{b'B}$



چون از دید تقریباً عمودی $\begin{cases}rB\simeq rA\\ bB\simeq bA\end{cases}$ و $\begin{matrix}r'B\simeq r'A\\ b'B\simeq b'A\end{matrix}$ است، بنابراین داریم:

$$\frac{h_r}{r_A}=\frac{۱}{r'_A}\Rightarrow r'_A=\frac{r_A}{n_r}$$
$$\frac{nb}{b_A}=\frac{۱}{b'_A}\Rightarrow b'_A=\frac{b_A}{nb}$$
$$\Rightarrow b'_A-r'_A=\frac{b_A}{nb}-\frac{r_A}{n_r}$$

$$\xrightarrow{b_A=r_A=h} b'_A-r'_A=h(\frac{۱}{nb}-\frac{۱}{n_r})$$

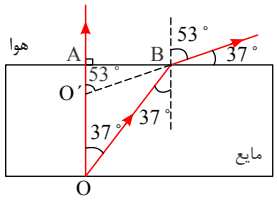
$$\Rightarrow -۳=h(\frac{۱}{۱٫۸}-\frac{۱}{۱٫۵})=h(\frac{۱٫۵-۱٫۸}{۱٫۸\times ۱٫۵})$$

$$\Rightarrow -۳=h\times\frac{-۰٫۳}{۱٫۸\times ۱٫۵}\Rightarrow h=۲۷cm$$

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

$$n_۱\sin\theta_i=n_۲\sin\theta_r\Rightarrow n\sin ۳۷^\circ=۱\times\sin ۵۳$$

$$\Rightarrow n_۱\sin\theta_i=n_۲\sin\theta_r\Rightarrow n\times\frac{AB}{OB}=۱\times\frac{AB}{O'B}$$



$$\xrightarrow[O'B\simeq O'A]{\text{از دید قائم } OB\simeq OA}\frac{n}{OA}=\frac{۱}{O'A}\Rightarrow\frac{\frac{۴}{۳}}{۲۴}=\frac{۱}{O'A}\Rightarrow O'A=۱۸cm$$

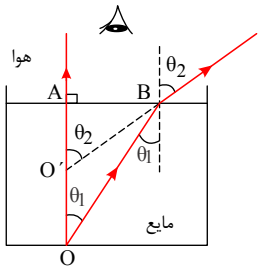
مقداری که چشمه نور بالاتر دیده می‌شود: $OO'=OA-O'A=۲۴-۱۸=۶cm$

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 می‌بینیم. لذا مطابق قانون شکست اسنل داریم:

$$n_۱\sin\theta_i=n_۲\sin\theta_r\Rightarrow n\times\frac{AB}{OB}=۱\times\frac{AB}{O'B}$$

$$\xrightarrow[O'B\simeq O'A]{\text{از دید تقریباً قائم } OB\simeq OA}\frac{n}{OA}=\frac{۱}{O'A}\Rightarrow\frac{n}{OA}=\frac{۱}{OA-OO'}$$

$$\Rightarrow OO'=OA(۱-\frac{۱}{n})$$



اکنون برای دو ظرف A و B داریم:

$$\frac{(OO')_A}{(OO')_B}=\frac{۱-\frac{۱}{nA}}{۱-\frac{۱}{nB}}=\frac{۱-\frac{۱}{۳}}{۱-\frac{۱}{۲}}=\frac{\frac{۱}{۳}}{\frac{۱}{۲}}=\frac{۲}{۳}\Rightarrow(OO')_A=\frac{۲}{۳}(OO')_B$$

$$(OO')_B-(OO')_A=۳\Rightarrow(OO')_B-\frac{۲}{۳}(OO')_B=۳$$

$$\Rightarrow(OO')_B=۹cm\ ,\ (OO')_A=\frac{۲}{۳}\times۹=۶cm$$

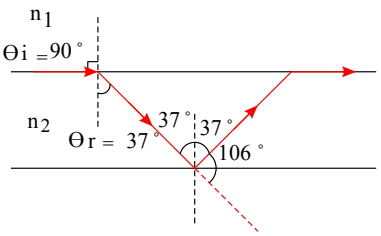
پس اگر این بار مایع درون ظرف B را روی مایع A بریزیم، جابه‌جایی کف ظرف برابر می‌شود با:

جابه‌جایی کف ظرف: $(OO')_A+(OO')_B=۶+۹=۱۵cm$

۱۰۳. گزینه ۱

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

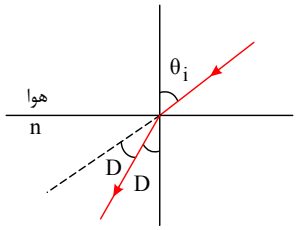
$$۱۸۰ - ۱۰۶ = ۷۴ \quad , \quad ۷۴ \div ۲ = ۳۷$$



$$\frac{\sin\theta_i}{\sin\theta_r} = \frac{n_۲}{n_۱} = \frac{V_۱}{V_۲} \Rightarrow \frac{\sin ۹۰}{\sin ۳۷} = \frac{۳\times ۱۰^{۸}}{V_۲} \Rightarrow V_۲ = ۱٫۸ \times ۱۰^{۸}\ m/s$$

۱۰۴. گزینه ۴

$$\theta_i = ۲D$$



$$\frac{\sin\theta_i}{\sin\theta_r} = \frac{n_۲}{n_۱}$$

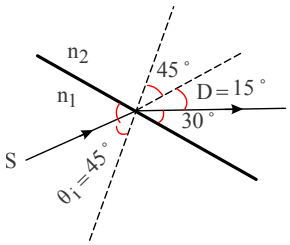
$$\xrightarrow[n_۲=n]{n_۱=۱} n = \frac{\sin\theta_i}{\sin\theta_r} \Rightarrow \sqrt{۳} = \frac{\sin ۲D}{\sin D}$$

$$\sin ۲D = \sqrt{۳}\sin D \Rightarrow ۲\sin D\cos D = \sqrt{۳}\sin D$$

$$\cos D = \frac{\sqrt{۳}}{۲} \Rightarrow D = \frac{\pi}{۶} \Rightarrow i = ۲\times\frac{\pi}{۶} = \frac{\pi}{۳}$$

۱۰۵. گزینه ۲ **می‌دانیم زاویهٔ انحراف، برابر انحراف پرتو نور از راستای اولیه یا اختلاف بین زاویهٔ تابش پرتو نور با خط عمود بر نور جدایی دو محیط با زاویهٔ شکست است. لذا مطابق قانون شکست انسل می‌توان نوشت:**

زاویهٔ انحراف : $D = \theta_r - \theta_i \Rightarrow ۱۵ = \theta_r - ۴۵^{\circ} \Rightarrow \theta_r = ۶۰^{\circ}$

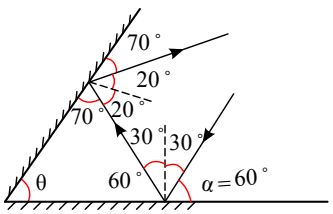


$$\frac{\sin\theta_i}{\sin\theta_r} = \frac{n_۲}{n_۱} = \frac{v_۱}{v_۲} \Rightarrow \frac{\sin ۴۵}{\sin ۶۰} = \frac{v_۱}{v_۲} \Rightarrow \frac{\sqrt{\frac{۲}{۲}}}{\sqrt{\frac{۳}{۲}}} = \frac{v_۱}{v_۲}$$

$$\frac{v_۱}{v_۲} = \sqrt{\frac{۲}{۳}} \Rightarrow \frac{v_۲}{v_۱} = \sqrt{\frac{۳}{۲}}$$

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

$$\theta + ۷۰^{\circ} + ۶۰^{\circ} = ۱۸۰^{\circ} \Rightarrow \theta = ۵۰^{\circ}$$



۱۰۷. گزینه ۳ **می‌دانیم مطابق شکل زاویهٔ بین پرتو تابش به آینه اول و پرتو بازتاب از آینهٔ دوم، همان زاویهٔ انحراف پرتو بازتاب نسبت به پرتو تابش است. بنابراین داریم:**

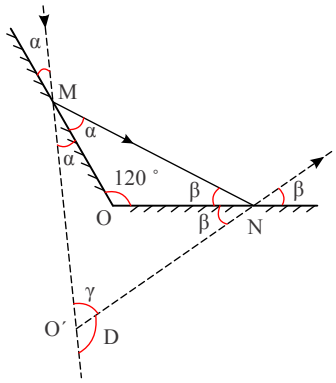
$\alpha+\beta=۱۲۰=۱۸۰\Rightarrow\alpha+\beta=۶۰$

$\overset{\Delta}{O'MN}$ در مثلث: $۲\alpha+۲\beta+\gamma=۱۸۰$

$\Rightarrow ۲(\alpha+\beta)+\gamma=۱۸۰$

$\Rightarrow ۲\times۶۰+\gamma=۱۸۰\Rightarrow\gamma=۶۰^\circ$

$D=۱۸۰-\gamma=۱۸۰-۶۰=۱۲۰^\circ$



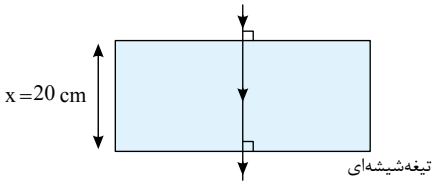
روش دوم: هنگامی که زاویهٔ بین دو آینه متقاطع بیشتر از ۹۰° باشد، در این صورت زاویه انحراف برابر است با:

$D=۳۶۰-۲\theta=۳۶۰-۲\times۱۲۰=۱۲۰^\circ$

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

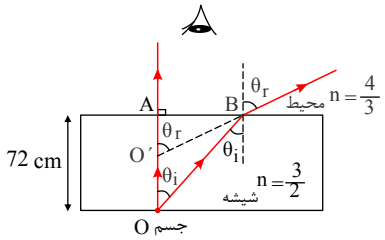
$$\frac{x_{\text{شیشه}}}{x_{\text{هوا}}}=\frac{v_{\text{شیشه}}xt}{v_{\text{هوا}}xt}=\frac{v_{\text{شیشه}}}{v_{\text{هوا}}}\xrightarrow{v\propto\frac{۱}{n}}\frac{x_{\text{شیشه}}}{x_{\text{هوا}}}=\frac{n_{\text{هوا}}}{n_{\text{شیشه}}}$$

$$\Rightarrow\frac{۲۰cm}{x_{\text{هوا}}}=\frac{۱}{\frac{۳}{۲}}=\frac{۲}{۳}\Rightarrow x_{\text{هوا}}=۳۰cm$$



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

$$n۱\sin\theta_i=n۲\sin\theta_r\Rightarrow n_{\text{شیشه}}\times\frac{AB}{OB}=n_{\text{محیط}}\times\frac{AB}{O'B}$$



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

$$\frac{n_{\text{شیشه}}}{OA}=\frac{n_{\text{محیط}}}{O'A}\Rightarrow\frac{\frac{۳}{۲}}{۷۲}=\frac{\frac{۴}{۳}}{O'A}\Rightarrow O'A=۶۴cm$$

$$OO'=OA-O'A=۷۲-۶۴=۸cm$$

بنابراین ناظر تصویر جسم را $۸cm$ بالاتر از جای واقعی آن می‌بیند.

۱۱۰. گزینه ۲ زاویهٔ حد (θ_c)، زاویهٔ تابش پرتو نور در محیط غلیظ است که به‌ازای آن زاویهٔ شکست پرتو نور ۹۰° باشد. پس وقتی پرتو نور به‌ازای زاویهٔ تابش از صفر تا ۳۰° در محیط A می‌تواند وارد محیط B شود، یعنی زاویهٔ حد محیط A برابر ۳۰° است و می‌توان نوشت:

$$n_۱\sin\theta_i=n_۲\sin\theta_r\Rightarrow n_A\sin\theta_c=n_B\sin\theta_r$$

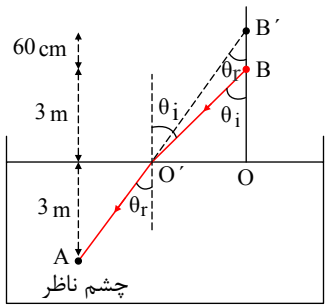
$$\Rightarrow n_A\sin۳۰=n_B\times\sin۹۰^\circ\Rightarrow\frac{n_B}{n_A}=\frac{۱}{۲}$$

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

$$v\propto\frac{۱}{n}\Rightarrow\frac{v_B}{v_A}=\frac{n_A}{n_B}=۲$$

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

$$n_{۱}\sin\theta_i = n_{۲}\sin\theta_r \Rightarrow n_{\text{هوا}} \times \frac{OO'}{O'B} = n_{\text{مایع}} \times \frac{OO'}{O'B'}$$

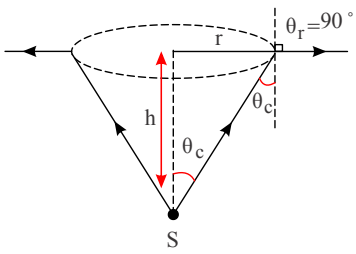


چون از دید قائم تقریباً $O'B \simeq OB$ و $O'B' \simeq OB'$ است، می‌توان نوشت:

$$\frac{n_{\text{هوا}}}{OB} = \frac{n_{\text{هوا}}}{OB} \Rightarrow \frac{۱}{۳} = \frac{n_{\text{هوا}}}{۳/۶} \Rightarrow n_{\text{هوا}} = \frac{۳/۶}{۳} = \frac{۳۶}{۳۰} = \frac{۶}{۵}$$

$$v_{\text{مایع}} = \frac{c}{n_{\text{مایع}}} = \frac{۳\times۱۰^{۸}}{\frac{۶}{۵}} = \frac{۵}{۲}\times۱۰^{۸} = ۲/۵\times۱۰^{۸} m/s$$

۱۱۲. گزینه ۳ می‌دانیم وقتی یک پرتو نور از محیطی شفاف وارد محیط شفاف دیگری می‌شود، بخشی از پرتو نور شکست‌خورده و وارد محیط دوم می‌شود. حال اگر زاویهٔ تابش پرتو نور با خط عمود بر مرز مشترک دو محیط به گونه‌ای باشد که زاویهٔ شکست آن ۹۰° شود، آن زاویهٔ تابش را زاویهٔ حد می‌نامند. بنابراین مطابق شکل ابتدا زاویهٔ حد و سپس به کمک آن قطر دایره روشن را به‌دست می‌آوریم:



قانون شکست اسنل : $n_{۱}\sin\theta_{۱} = n_{۲}\sin\theta_{۲}$, هوا $n_{۱} = ۱$

$$\frac{۵}{۳}\times\sin\theta_C = ۱\times\sin۹۰^{\circ} \Rightarrow \sin\theta_C = \frac{۳}{۵}$$

$$\Rightarrow \sin\theta_C = ۰/۶ \Rightarrow \theta_C = ۳۷^{\circ}$$

$$\sin\theta_C = \frac{r}{h} \Rightarrow \frac{۳}{۵} = \frac{r}{۲۰} \Rightarrow r = ۱۵cm$$

قطر دایرهٔ روشن : $D = ۲r = ۲\times۱۵ = ۳۰cm$

۱۱۳. گزینه ۳ بنابه تعریف زاویهٔ حد، زاویهٔ تابش نور در محیط غلیظ است که زاویهٔ شکست آن ۹۰° باشد پس:

ابتدا ضریب شکست محیط شفاف را می‌یابیم. داریم:

$$V = c - ۰/۳c = ۰/۷c$$

$$n = \frac{c}{V} = \frac{c}{۰/۷c} = \frac{۱۰}{۷}$$

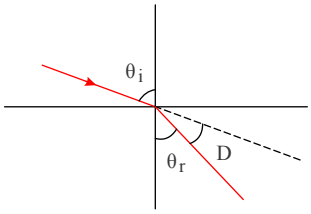
اکنون با استفاده از رابطه‌ی شکست اسنل، می‌توان نوشت:

$$n_{۱}\sin\theta_{۱} = n_{۲}\sin\theta_{۲} \Rightarrow n\sin\theta_C = ۱\times\sin۹۰^{\circ}$$

$$\Rightarrow \sin\theta_C = \frac{۱}{n} = \frac{۱}{\frac{۱۰}{۷}} = ۰/۷ = \frac{۱/۴}{۲} = \frac{\sqrt{۲}}{۲} \Rightarrow \theta_C = ۴۵^{\circ}$$

۱۱۴. گزینه ۲ باتوجه به زاویهٔ انحراف پرتو نور از مسیر اولیه‌اش، مطابق شکل داریم:

زاویهٔ انحراف : $D = \theta_i - \theta_r \Rightarrow ۱۵^{\circ} = ۴۵^{\circ} - \theta_r \Rightarrow \theta_r = ۳۰$



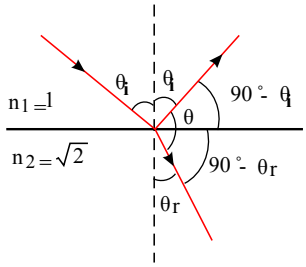
اکنون با استفاده از قانون شکست اسنل و رابطهٔ سرعت نور در یک محیط شفاف با ضریب شکست آن محیط می‌توان نوشت:

$$n_۱ \sin\theta_i = n_۲ \sin\theta_r \Rightarrow \frac{\sin\theta_i}{\sin\theta_r} = \frac{n_۲}{n_۱}$$

$$\frac{\sin ۴۵^\circ}{\sin ۳۰} = \frac{۳\times ۱۰^۸}{v_۲} \Rightarrow \frac{\frac{\sqrt{۲}}{۲}}{\frac{۱}{۲}} = \frac{۳\times ۱۰^۸}{v_۲} \Rightarrow v_۲ = \frac{۳\sqrt{۲}}{۲}\times ۱۰^۸ m/s$$

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

$$\frac{\sin\theta_i}{\sin\theta_r} = \frac{n_۲}{n_۱} \Rightarrow \frac{\sin ۴۵^\circ}{\sin\theta_r} = \frac{\sqrt{۲}}{۱} \Rightarrow \sin\theta_r = \frac{۱}{۲} \Rightarrow \theta_r = ۳۰^\circ$$



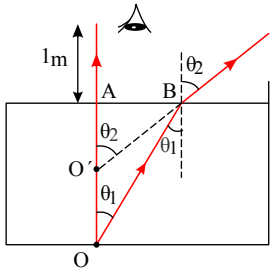
چون مطابق شکل، زاویه‌ی بین پرتوی شکست و بازتاب برابر $(۹۰^\circ - \theta_i) + (۹۰^\circ - \theta_r)$ است، می‌توان نوشت:

$$\xrightarrow[\theta_r = ۳۰^\circ]{\theta_i = ۴۵^\circ} \hat{\theta} = (۹۰^\circ - ۴۵^\circ) + (۹۰^\circ - ۳۰^\circ) \Rightarrow \hat{\theta} = ۱۰۵^\circ$$

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

$$n_۱ \sin\theta_i = n_۲ \sin\theta_r \Rightarrow n \times \frac{AB}{OB} = ۱ \times \frac{AB}{O'B}$$

$$n = \frac{\sin ۵۳}{\sin ۳۷} = \frac{۰/۸}{۰/۶} = \frac{۴}{۳}$$



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

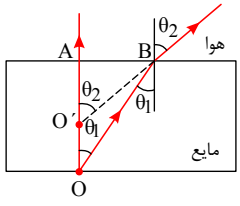
$$\frac{n}{OA} = \frac{۱}{O'A} \Rightarrow \frac{\frac{۴}{۳}}{۴} \Rightarrow \frac{۱}{O'A} \Rightarrow O'A = ۳m$$

فاصلهٔ نقطهٔ روشن از چشم $= ۳ + ۱ = ۴m$

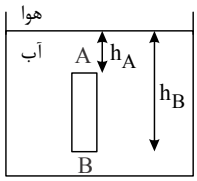
۱۱۷. گزینه ۳ هنگامی که به‌طور عمود از هوا به داخل ظرف پر از آبی نگاه می‌کنیم، اجسام را کمی بالاتر از محل واقعی خود می‌بینیم لذا مطابق قانون شکست اسنل داریم:

$$n_۱ \sin\theta_i = n_۲ \sin\theta_r \Rightarrow n \times \frac{AB}{OB} = ۱ \times \frac{AB}{O'B}$$

$$\xrightarrow[O'B \simeq O'A]{\text{از دید قائم } OB \simeq OA} \frac{n}{OA} = \frac{۱}{O'A} \Rightarrow O'A = \frac{OA}{n}$$



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:



$$h'_A = \frac{hA}{n} = \frac{hA}{\frac{۴}{۳}} = \frac{۳}{۴}hA$$

$$h'_B = \frac{hB}{n} = \frac{hA+۱۲}{\frac{۴}{۳}} = \frac{۳}{۴}(hA+۱۲)$$

$$A'B' = h'_B - h'_A = \frac{۳}{۴}(hA+۱۲) - \frac{۳}{۴}hA = ۹cm$$

۱۱۸.گزینه ۲ می‌دانیم جبهه‌های موج صوتی حاصل از یک منبع صوتی از کره‌هایی هم‌مرکز از لایه‌های پرفشار و کم‌فشار (لایه های تراکمی و انبساطی) متوالی تشکیل شده‌اند 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:

$$v = \lambda f \Rightarrow ۳۴۰ = \lambda \times ۸۵۰ \Rightarrow \lambda = ۰/۴m = ۴۰cm$$

$$r_۲ = r_۱ + \frac{۳\lambda}{۲} = ۱۵ + \frac{۳\times ۴۰}{۲} = ۷۵cm$$

$$\frac{r_۲}{r_۱} = \frac{۷۵}{۱۵} = ۵$$

$$\Delta\beta = \beta M - \beta N = ۱۰\log\frac{I_۱}{I_۲} \xrightarrow{(\frac{I_۱}{I_۲})=(\frac{r_۲}{r_۱})^۲} \Delta\beta = ۲۰\log\frac{r_۲}{r_۱} = ۲۰\log ۵ = ۲۰\log\frac{۱۰}{۲}$$

$$= ۲۰\log ۱۰ - ۲۰\log ۲ = ۲۰\times ۱ - ۲۰\times ۰/۳ = ۲۰ - ۶ = ۱۴ \Rightarrow \Delta\beta = ۱۴dB$$

توجه داشته باشید زاویه داده شده در این سوال در محاسبهٔ اختلاف تراز شدت صوت بی‌تأثیر است و یک دام آموزشی است.

۱۱۹.گزینه ۴ می‌دانیم در یک محیط همگن امواج صوتی به صورت کره‌هایی هم‌مرکز در فضا پخش می‌شوند که جبهه‌های موج صوتی می‌نامند به گونه‌ای که همه نقاط روی یک جبهه موج با هم، هم‌فازند. از طرفی می‌دانیم صوت یک موج مکانیکی طولی است که در آن راستای ارتعاش ذرات منطبق بر راستای انتشار موج است. بنابراین هر نقطه از محیط (مولکول‌های هوا) به صورت شعاعی در راستای انتشار موج به ارتعاش درمی‌آیند. یعنی گزینهٔ ۴ صحیح است.

۱۲۰.گزینه ۴

می‌دانیم شدت صوت مبنا $(I_۰)$ برابر آستانه شنوایی در بسامد $۱۰۰۰Hz$ و مقدار آن $۱۰^{-۱۲}\frac{W}{m^۲}$ است. پس با استفاده از رابطه تراز شدت صوت داریم:

$$\beta = ۱۰\log\frac{I}{I_۰} \Rightarrow ۲۵ = ۱۰\log\frac{I}{I_۰} \Rightarrow ۲/۵ = \log\frac{I}{I_۰} \qquad (۱)$$

برای $۲/۵B$ می‌توان نوشت:

$$۲/۵ = ۱ + (۵\times ۰/۳) = \log ۱۰ + ۵\log ۲ = \log ۱۰ + \log ۲^۵ = \log ۱۰ + \log ۳۲$$
$$= \log ۱۰\times ۳۲ = \log ۳۲۰ \qquad (۲)$$

$$\xrightarrow{(۱)\text{ و }(۲)} ۲/۵ = \log\frac{I}{I_۰} \Rightarrow \log ۳۲۰ = \log\frac{I}{I_۰} \Rightarrow \frac{I}{I_۰} = ۳۲۰ \Rightarrow I = ۳۲۰I_۰$$

$$\Delta I = I - I_۰ \Rightarrow ۳۲۰I_۰ - I_۰ = ۳۱۹I_۰ = ۳۱۹\times ۱۰^{-۱۲}\frac{W}{m^۲} = ۳۱۹\frac{PW}{m^۲}$$

پاسخنامه کلیدی آزمون با کد: ۸۷۳۶۶۶

۱- ۴	۲- ۱	۳- ۳	۴- ۱	۵- ۳
۶- ۴	۷- ۳	۸- ۱	۹- ۳	۱۰- ۱
۱۱- ۳	۱۲- ۲	۱۳- ۳	۱۴- ۳	۱۵- ۲
۱۶- ۴	۱۷- ۳	۱۸- ۱	۱۹- ۴	۲۰- ۲
۲۱- ۳	۲۲- ۴	۲۳- ۱	۲۴- ۱	۲۵- ۲
۲۶- ۴	۲۷- ۳	۲۸- ۲	۲۹- ۳	۳۰- ۱
۳۱- ۱	۳۲- ۲	۳۳- ۲	۳۴- ۳	۳۵- ۳
۳۶- ۲	۳۷- ۱	۳۸- ۳	۳۹- ۴	۴۰- ۳
۴۱- ۴	۴۲- ۴	۴۳- ۳	۴۴- ۲	۴۵- ۲
۴۶- ۲	۴۷- ۱	۴۸- ۲	۴۹- ۱	۵۰- ۳
۵۱- ۳	۵۲- ۳	۵۳- ۲	۵۴- ۴	۵۵- ۴
۵۶- ۳	۵۷- ۳	۵۸- ۳	۵۹- ۱	۶۰- ۱
۶۱- ۳	۶۲- ۳	۶۳- ۱	۶۴- ۱	۶۵- ۳
۶۶- ۴	۶۷- ۴	۶۸- ۳	۶۹- ۱	۷۰- ۱
۷۱- ۴	۷۲- ۲	۷۳- ۱	۷۴- ۳	۷۵- ۲
۷۶- ۲	۷۷- ۲	۷۸- ۴	۷۹- ۳	۸۰- ۲
۸۱- ۳	۸۲- ۲	۸۳- ۲	۸۴- ۲	۸۵- ۴
۸۶- ۲	۸۷- ۳	۸۸- ۲	۸۹- ۲	۹۰- ۴
۹۱- ۴	۹۲- ۴	۹۳- ۳	۹۴- ۲	۹۵- ۳
۹۶- ۱	۹۷- ۳	۹۸- ۳	۹۹- ۲	۱۰۰-۴
۱۰۱-۴	۱۰۲-۴	۱۰۳-۱	۱۰۴-۴	۱۰۵-۲
۱۰۶-۱	۱۰۷-۳	۱۰۸-۳	۱۰۹-۳	۱۱۰-۲
۱۱۱-۴	۱۱۲-۳	۱۱۳-۳	۱۱۴-۲	۱۱۵-۳
۱۱۶-۳	۱۱۷-۳	۱۱۸-۲	۱۱۹-۴	۱۲۰-۴