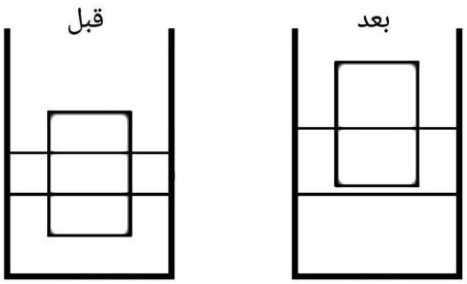
پرسش‌های پیشنهادی برای المپیاد آزمایشی طلوع علم (۱)

۱. مطابق شکل، لایه‌ای از روغن به ضخامت $۳\ cm$ و با چگالی $\rho_. = ۸۰۰\ \frac{kg}{m^۳}$ بر روی مقداری آب با چگالی $\rho_\omega = ۱۰۰۰\ \frac{kg}{m^۳}$ قرار دارد. یک استوانه‌ی جامد طوری در این مجموعه شناور است که $\frac{۱}{۳}$ آن در آب، $\frac{۱}{۳}$ در روغن و $\frac{۱}{۳}$ باقی‌مانده نیز در هوا قرار دارد. مقداری روغن به ظرف اضافه می‌کنیم و می‌بینیم که استوانه این‌بار فقط در روغن شناور است. در حال حاضر چه نسبتی از استوانه درون روغن است؟



الف) $\frac{۳}{۵}$ م) $\frac{۳}{۴}$ ی) $\frac{۲}{۳}$ د) $\frac{۸}{۹}$ ظ) $\frac{۴}{۵}$

۲. کپلر سه قانون معروف با تعاریف زیر دارد:

I. مسیر حرکت سیارات به دور خورشید بیضی است؛ که خورشید در یکی از دو کانون این بیضی قرار دارد.

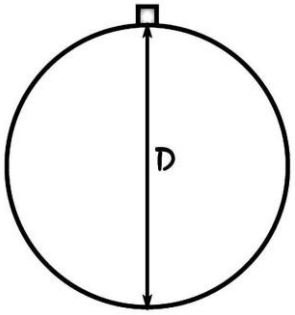
II. خط واصل بین خورشید و هر سیاره در زمان‌های مساوی، مساحت‌های مساوی‌ای را جاروب می‌کند.

III. مربعِ زمانِ تناوبِ چرخشِ سیارات به دور خورشید با مکعبِ نصفِ محورِ بزرگِ بیضی متناسب است.

اگر نیروی گرانش با $\frac{۱}{r^۳}$ متناسب بود، کدامیک از این سه قانون همچنان برقرار می‌ماند؟

الف) فقط قانون نخست م) فقط قانون دوم ی) فقط قانون سوم د) قوانین دوم و سوم ظ) هیچکدام

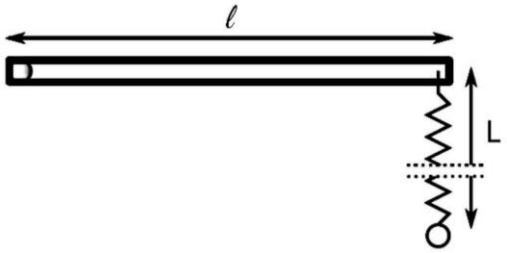
۳. مطابق شکل، جسم کوچکی بر روی کره‌ای بدون اصطکاک و به قطر D قرار گرفته است. جسم را اندکی تکان می‌دهیم تا حرکت خود را بر روی کره به آرامی آغاز کند. سرعت جسم v در لحظه‌ای که از کره جدا می‌شود، کدامیک از گزینه‌های زیر است؟



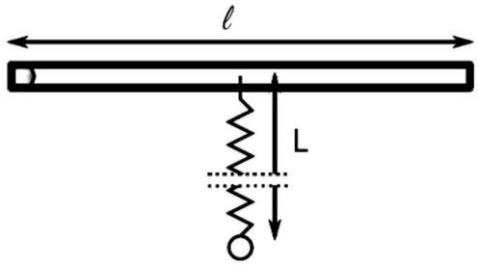
الف) $v=\sqrt{gD}$ م) $v=\sqrt{\frac{۱}{۲}gD}$ ی) $v=\sqrt{\frac{۱}{۳}gD}$ د) $v=\sqrt{\frac{۲}{۳}gD}$ ظ) $v=\sqrt{\frac{۳}{۴}gD}$

* توضیحات زیر مربوط به پرسش‌های ۴ و ۵ می‌باشد.

یک میله‌ی یکنواخت به طول l بر روی یک سطح بدون اصطکاک افقی قرار گرفته است. یک انتهای میله به یک لولا متصل شده است. فنری به طول عادی $l \ll L$ و عمود بر میله، بر روی سطح قرار گرفته است. یک انتهای فنر به انتهایی از میله که قابل حرکت است متصل شده و انتهای دیگر به یک نقطه‌ی ثابت. در این حالت می‌دانیم میله می‌تواند حول لولا با فرکانس f نوسان‌های کوچک انجام دهد.

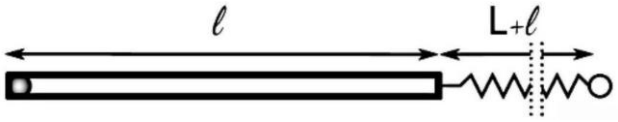


۴. محل اتصال فنر را به مرکز میله می‌آوریم و نقطه‌ی ثابت را نیز به صورتی جابه‌جا می‌کنیم که در حالی که فنر اینکه طول عادی خود را دارد، بر میله نیز عمود باشد. فرکانس نوسان‌های کوچک جدید سیستم در این حالت کدام است؟



الف) $\frac{1}{2}f$ م) $\frac{1}{\sqrt{2}}f$ ی) f د) $\sqrt{2}f$ ظ) $2f$

۵. حال دوباره محل اتصال فنر و میله را به نقطه‌ی اولیه باز می‌گردانیم و محل نقطه‌ی ثابت را نیز مطابق شکل تغییر می‌دهیم. این‌بار فرکانس نوسان‌های جدید سیستم کدام است؟



الف) $\frac{1}{3}f$ م) $\frac{1}{\sqrt{3}}f$ ی) f د) $\sqrt{3}f$ ظ) $3f$

۶. نیروی اصطکاکی که به یک هواپیمای در حال پرواز وارد می‌شود برابر $F_f = kv^2$ می‌باشد؛ که در آن v سرعت هواپیما و k یک ثابت است. زمانی که توان خروجی برابر P. است، هواپیما می‌تواند با سرعت v. پرواز کند. اگر بتوانیم توان خروجی هواپیما را به دو برابر افزایش دهیم، در این صورت هواپیما با چه سرعتی می‌تواند پرواز کند؟

الف) $1.12v$. م) $1.26v$. ی) $1.41v$. د) $2.82v$. ظ) $8v$.

* توضیحات زیر مربوط به پرسش‌های ۷ و ۸ می‌باشد.

دو توپ توسط یک نخ بدون‌جرم به طول L به یک‌دیگر متصل شده‌اند. یکی از توپ‌ها که دارای جرم $۳m$ است، بر روی سطح زمین قرار گرفته است. توپ دیگر که دارای جرم m است، در بالای سطح زمین طوری قرار گرفته است که نخ کاملن عمود بر سطح زمین باشد. حال به توپ بالایی سُقُلمه‌ای افقی می‌زنیم! از اصطکاک نیز چشم‌پوشی می‌کنیم.

۷. جابه‌جایی افقی توپ بالایی، وقتی برای نخستین بار به سطح زمین برخورد می‌کند، کدام است؟

الف) $x = \frac{۳}{۴}L$ م) $x = \frac{۳}{۵}L$ ی) $x = \frac{۱}{۴}L$ د) $x = \frac{۱}{۳}L$ ظ) $x = \frac{۲}{۵}L$

۸. سرعت توپ بالایی، دقیقن قبل از برخورد با سطح زمین، کدام است؟

الف) $v = \sqrt{۲}\sqrt{gl}$ م) $v = \sqrt{gl}$ ی) $v = \sqrt{\frac{۲}{۳}gl}$ د) $v = \sqrt{\frac{۳}{۲}gl}$ ظ) $v = \sqrt{\frac{۱}{۴}gl}$

پرسش‌های پاسخ‌کوتاه

۹. علی و فاطمه به ترتیب در فواصل ۲۰ و ۱۰ متری از یک دیوار ایستاده‌اند. علی توپی را تحت زاویه‌ی ۳۰ درجه نسبت به سطح افق پرتاب می‌کند. توپ بعد از برخورد الاستیک با دیوار به فاطمه می‌رسد. با فرض اینکه علی و فاطمه هم‌قد باشند، سرعت اولیه‌ی توپ چند متر بر ثانیه می‌باشد؟ $v_0 \approx ۱۹ \frac{m}{s}$

۱۰. جسمی به جرم M به یک فنر عمودی با ثابت k متصل شده است. انتهای دیگر فنر نیز به سقف متصل شده. در این حالت، جسم نوسان‌هایی کم‌دامنه با دوره‌ی زمانی $s \frac{۱}{۲}$ انجام می‌دهد. حال طول فنر را نصف می‌کنیم و آن را بر روی یک سطح شیبدار بدون اصطکاک قرار می‌دهیم تا نوسان‌های کم‌دامنه انجام دهد. دوره‌ی نوسان‌ها در این حالت چند صدم ثانیه می‌باشد؟ $T = ۳۶ \times ۱۰^{-۲} s$ یا $T = ۳۵ \times ۱۰^{-۲} s$