آزمون اول فیزیک ۱

دانشگاه صنعتی شریف

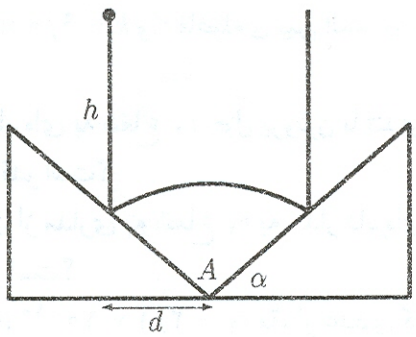
مدت امتحان: ۲/۵ ساعت | امتحان شامل ۵ سؤال است | ۸۴/۸/۱۵

---

۱) شخصی وسط خیابان مستقیمی ایستاده است که ناگهان متوجه می‌شود اتومبیلی درست پشت سرش با سرعت ثابت v به او نزدیک می‌شود. او در حالی که فاصله‌اش از اتومبیل L است، تصمیم می‌گیرد با سرعت ثابت w روی یک مسیر مستقیم که با خط وسط زاویه‌ی θ می سازد، از جلوی اتومبیل کنار برود. زاویه‌ی θ چه قدر باشد تا در لحظه‌ای که اتومبیل از کنار او می‌گذرد، حداکثر فاصله از وسط خیابان را داشته باشد.

---

۲) دو سطح شیب‌دار را در مقابل هم قرار داده‌ایم. زاویه‌ی شیب هر دو سطح شیب‌دار برابر α است. جسمی را با فاصله‌ی افقی d از نقطه‌ی A و فاصله‌ی عمودی h از سطح شیب‌دار رها می‌کنیم تا به سطح‌های شیب‌دار برخورد کند. فرض کنید در هر برخورد، جسم از سطح، بازتاب آینه‌ای می‌کند. ارتفاع h را چقدر بگیریم تا جسم حرکتی مانند مسیر نشان داده شده در شکل زیر داشته باشد و دوباره به نقطه‌ی اولش برگردد.



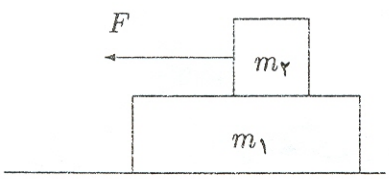
---

۳) جرم $m_1 = ۴۰$ kg روی سطح افقی بدون اصطکاکی قرار گرفته و جرم $m_2 = ۱۰$ kg روی آن قرار دارد. ضرایب اصطکاک ایستایی و جنبشی بین m_1 و m_2 به ترتیب ۰/۶۰ و ۰/۴۰ است.

آ) اگر جسم بالایی را با نیروی ثابت و افقی $F = ۱۰۰$ N بکشیم، شتاب‌های m_1 و m_2 را به دست آورید.

ب) اگر نیرو $F = ۷۰$ N باشد، شتاب‌های m_1 و m_2 چه قدر خواهد بود؟

شتاب جاذبه را $g = ۱۰ \frac{m}{s^2}$ بگیرید.

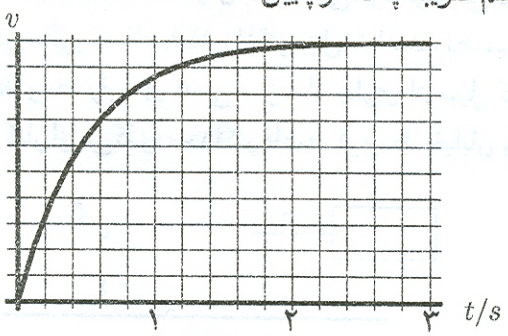


۴) جسمی به جرم $0/10\ \mathrm{kg}$ از حالت سکون رها می‌شود تا سقوط کند. نیروی مقاومت هوای وارد بر آن با رابطه‌ی $F_f = -kv$ داده می‌شود که v سرعت لحظه‌ای جسم و ضریب k ثابت است. نمودار سرعت زمان این جسم در شکل زیر آمده است. جهت محور مکان رو به پایین فرض شده است. شتاب جاذبه را $g = 10\ \frac{m}{s^2}$ بگیرید.

آ) شتاب جسم در لحظه‌ی $t = 0$ چه قدر است؟ با استفاده از اندازه‌ی این شتاب، محور سرعت را مدرج کنید.

ب) سرعت حد (یعنی سرعت ثابتی که جسم نهایتاً پس از زمان طولانی در سقوط آزاد به آن می‌رسد) چه قدر است؟ ثابت k را به دست آورید.

پ) در طول این ۳ ثانیه جسم تقریباً چند متر پایین آمده است؟



---

۵) اندازه‌ی نیروی جاذبه بین الکترون و پروتون در اتم هیدروژن، F، و انرژی پتانسیل اتم، U، عبارتند از

$$F = \frac{ke^2}{r^2} \qquad U = -\frac{ke^2}{r}$$

که $e = 1/6 \times 10^{-19}\ C$ و $k = 9/0 \times 10^9\ \frac{Nm^2}{C^2}$ و r فاصله‌ی بین الکترون و پروتون است. نیروی وارد به الکترون همواره رو به پروتون است.

آ) فرض کنید که الکترون در یک مدار دایره‌ای به شعاع r_1 حول پروتون با تندی ثابت در حال حرکت است. انرژی جنبشی الکترون در این حالت چه قدر است؟

ب) مقدار کاری که لازم است تا الکترون از مداری به شعاع r_1 به مدار دایره‌ای به شعاع r_2 برود و در این مدار جدید با تندی ثابت بچرخد، چه قدر است؟

پ) به ازای $r_1 = 5/3 \times 10^{-11}\ \mathrm{m}$ و $r_2 = 2/1 \times 10^{-10}\ \mathrm{m}$ مقدار عددی کار را حساب کنید.