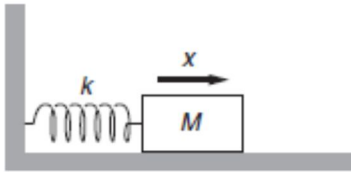
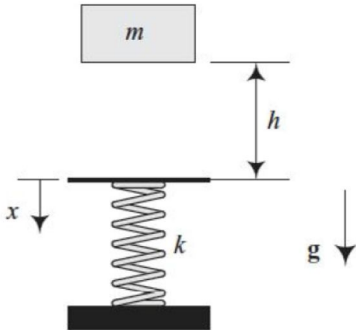


۱. برای یک آونگ ساده که زاویه انحراف آن از حالت قائم در هر لحظه با زاویه  $\theta$  داده می‌شود، انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل را به صورت تابعی از  $\theta$  و  $\dot{\theta}$  به دست آورید. سپس با مشتق گرفتن از رابطه پایستگی انرژی به معادله حرکت نوسانگر برسید و شکل تخمینی آن را برای  $\theta \ll 1$  نیز به دست آورید.

۲. یک دستگاه نوسان کننده معمولی از جرم  $m$  و فنر  $k$  تشکیل شده است. فرض کنید جرم نوسان کننده با میز افقی زیر آن اصطکاک دارد. ضرایب اصطکاک جنبشی و ایستایی به ترتیب  $\mu_k$  و  $\mu_s$  است. جرم  $m$  را به اندازه  $A$  از محل تعادل دور کرده و رها می‌کنیم. اگر مجموع مسافت طی شده توسط جرم  $m$  قبل از ایستادن برابر با  $d$  باشد، کمینه و بیشینه  $d$  چقدر است؟



۳. جسمی به جرم  $M$  را به آرامی روی فنری به ضریب  $k$  که به طور عمودی قرار دارد می‌گذاریم. فنر به اندازه  $x_0$  فشرده می‌شود. حال اگر جسم را از ارتفاع  $h$  بالای فنر رها کنیم تا پس از برخورد با فنر آن را فشرده سازد،  $h$  چند برابر  $x_0$  باشد تا حداکثر فشردگی فنر  $4x_0$  باشد. فرض کنید هیچ نوع اتلاف انرژی رخ نمی‌دهد.



۴. پرتابه‌ای از سطح زمین با سرعت اولیه  $v_0$  در راستایی که با امتداد قائم زاویه  $\alpha$  می‌سازد شلیک می‌شود. با چشمپوشی از مقاومت هوا و با استفاده از قوانین پایستگی انرژی و تکانه زاویه‌ای، حداکثر ارتفاعی که جسم بالا می‌رود را حساب کنید.

۵. الف) نشان دهید که سرعت نهایی یک جسم کروی در حال سقوط هنگامی که هر دو عبارت خطی و مجذوری در نیروی کشش در نظر گرفته شوند، با رابطه زیر داده می‌شود

$$v_t = \left[ \frac{mg}{c_2} + \left( \frac{c_1}{2c_2} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} - \frac{c_1}{2c_2}$$

ب) از نتیجه بالا استفاده کنید و سرعت نهایی یک حباب صابون به جرم  $10^{-7} \text{ kg}$  و قطر  $10^{-2} \text{ m}$  را محاسبه کنید.