

به نام خدا

امتحان میان‌ترم اول فیزیک I

دانش‌گاه الزهراء - آبان ماه ۱۴۰۰

مسئله‌ی (۱) الف - جسمی درون سیال‌ی حرکت می‌کند. نیروی مقاومتی که از طرف سیال به آن وارد می‌شود به شکل $K v^n$ است، که K و n ثابت و v اندازه‌ی سرعت جسم است. بُعد K چیست؟

ب - جسم سوال قبل در همان سیال از حالت سکون در راستای گرانش سقوط می‌کند. جرم جسم را m و شتاب گرانش را g بگیرید. پس از مدتی سرعت ذره تقریباً ثابت می‌شود. به این سرعت، سرعت حد گفته می‌شود. با استفاده از تحلیل ابعادی تابعیت سرعت مشخصه یا سرعت حد جسم به پارامترهای بالا را به دست آورید.

ج - حالا از قانون نیوتن استفاده کنید و سرعت حد جسم را به دست آورید.

مسئله‌ی (۲) بر اساس مشاهده، این واقعیت‌های تقریبی در مورد پستان‌داران دیده شده. تعداد ضربان قلب همه‌ی پستانداران طی کل عمرشان یکسان است. تعداد ضربان بر واحد زمان با جرم آن به توان $\frac{-1}{4}$ متناسب است.

الف - جرم وال آبی 200 تن و جرم یک پستان‌دار بسیار کوچک 2 گرم است. نسبت عمر وال آبی به عمر آن پستان‌دار تقریباً چه قدر است؟

ب - عمر متوسط شیر ۱۰ سال و وزن متوسط آن حدود ۲۰۰ کیلوگرم است. عمر متوسط وال تقریباً چه قدر است؟

مسئله‌ی (۳) الف - جسمی به جرم m تحت تاثیر نیروی $F(x) = -\alpha x^3$ است، که α مقداری ثابت است. فرض کنید جسم را به اندازه‌ی A منحرف و رها می‌کنیم. با استفاده از تحلیل ابعادی دوره‌ی نوسان جسم، T ، را بر حسب A ، m و α به دست آورید.

ب - اگر A دامنه‌ی نوسان را دو برابر کنیم، دوره‌ی نوسان چه فرقی می‌کند؟

مسئله‌ی (۴) الف - ذره‌ای به جرم m که در ابتدا ساکن است، تحت تاثیر نیروی

$$\mathbf{F}(t) = F_0 e^{-t/\tau} \mathbf{i}$$

قرار می‌گیرد. F_0 و τ ثابت هستند. سرعت ذره $v(t)$ را به دست آورید.

ب - در زمان‌های اولیه یعنی زمانی که $1 \ll \frac{t}{\tau}$ است، سرعت ذره تقریباً چه قدر است؟

ج - پس از زمان‌های طولانی یعنی زمانی که $1 \gg \frac{t}{\tau}$ است، سرعت ذره تقریباً چه قدر است؟

مسئله ۵ الف- جسمی به جرم m به فنری با ضریب سختی فنر $k = m\omega_0^2$ وصل است. نیروی مقاومت را متناسب با سرعت جسم و با ضریب $b = 2m\omega_0$ بگیرید. اگر در ابتدا سرعت ذره v_0 و $x = 0$ باشد، یعنی فنر نه کشیده و نه فشرده باشد. مکان جسم $x(t)$ را به دست آورید.

ب- حالا فرض کنید علاوه بر شرایط بالا نیروی خارجی ثابت F_0 هم به ذره وارد می‌شود. مکان جسم $x(t)$ را به دست آورید.

ج- حالا فرض کنید به جای نیروی خارجی ثابت، نیروی خارجی

$$F(t) = F_0 e^{-\omega_1 t}, \quad \omega_1 \neq \omega_0$$

به ذره وارد می‌شود. مکان جسم $x(t)$ را به دست آورید.

★ د- اگر $\omega_1 = \omega_0$ باشد، نتیجه چیست؟