

به نام خدا

دانشگاه الزهراء - آبان ۹۹

امتحان میان‌ترم اول بیوفیزیک

مسئله ۱) مدلی برای برگ گیاهان یک لایه‌ی پهن و نازک است که مساحت هر طرف آن A با ضخامت t است. از مساحت جانبی مدلی چشم‌پوشی می‌کنیم. در واقع با این کار فرض می‌کنیم اگر این موجود رشد کند سطح و حجمش تغییر می‌کند ولی ضخامتش همان t می‌ماند. مساحت S را به عنوان تابعی از M جرم موجود، ضخامت آن t و چگالی ρ چگالی آن به دست آورید.

مسئله ۲) در این مسئله می‌خواهیم ببینیم حیوانات تا چه ارتفاعی می‌توانند بپرند. برای پریدن لازم است عضله‌ای در بدن انرژی لازم برای این کار را فراهم کند. فرض کنید که انرژی خروجی عضله‌ی پرشی، E متناسب با جرم بدن M باشد. ضریب تناسب را مستقل از جرم بگیرید،

$$E = kM.$$

الف- انرژی خروجی عضله‌ی پرشی، E انرژی پتانسیل موجودی که می‌پرد را تامین می‌کند. ارتفاع پرش را h بگیرید. h را بر حسب k ، ثابت گرانش g و احیاناً M به دست آورید.

ب- یک ملخ 3 گرمی می‌تواند 60 سانتی متر ببرد، یک انسان 70 کیلوگرمی چه قدر می‌تواند ببرد؟ از استدلال‌های مقیاسی استفاده کنید.

ب- قاعدتاً در بند قبل نشان دادید که همه‌ی حیوانات مستقل از جرمشان تقریباً به یک ارتفاع می‌توانند بپرند. با برابر گذاشتن انرژی جنبشی در پایین‌ترین نقطه با انرژی پتانسیل، بستگی سرعت برخاستن از زمین به جرم را به دست آورید.

ج- سرعت برخاستن، v را محاسبه کنید.

د- برای رسیدن به این سرعت، موجود شتاب می‌گیرد. شتاب a را ثابت بگیرید. در این صورت $a = \frac{v^2}{2L}$ است. فرض کنید L متناسب با اندازه‌ی آن موجود باشد و هم‌چنین همه‌ی حیواناتی را در نظر بگیرید که بدنشان تقریباً مشابه هم هستند. بستگی این شتاب به جرم را به دست آورید.

ه- برای یک انسان 70 کیلوگی، $L = \frac{1}{3}$ متر بگیرید. $\frac{a}{g}$ را به دست آورید.

و- برای یک کک 0.5 میلی‌گرمی $\frac{a}{g}$ را به دست آورید. شتاب a برای انسان و کک را مقایسه کنید.

مسئله‌ی ۳) در هوای سرد وقتی در معرض باد قرار می‌گیریم سوز سرما را بیش‌تر حس می‌کنیم. سوز سرما ناشی از همرفت اجباری است. توان از دست‌دادن گرمای بدن از طریق هدایت اجباری

$$P_{\text{Forced Convection}} = \mathcal{K}S\Delta T$$

ضریب همرفت اجباری \mathcal{K} به سرعت باد بستگی دارد. S مساحت بدن است. فرض کنید در محیطی قرار داریم که دمای هوا -3 درجه سانتی‌گراد و باد آن‌چنان می‌وزد که ضریب همرفت اجباری $\mathcal{K} = 20 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ است.

الف- اگر لباس نازکی تن‌مان باشد، ΔT اختلاف دمای بدن با محیط است. توان اتلافی برای این حالت را حساب کنیم. توان اتلافی تقریباً چند برابر توان حرارتی بدن است.

ب- با لرزیدن توان حرارتی بدن تا سه برابر بزرگ‌تر می‌شود. آیا لرزیدن مشکل را برطرف می‌کند؟