

به نام خدا

امتحان میان‌ترم دوم بیوفیزیک

دانش‌گاه الزهراء - آذر ۹۸

مسئله‌ی ۱) الف- زنبورِ عسل به طولِ حدوداً  $10^{-2}$  m با سرعتِ تقریبیِ  $10 \text{ ms}^{-1}$  در هوا پرواز می‌کند. چگالیِ هوا  $\rho = 1.3 \text{ kgm}^{-3}$  و گرانرویِ آن  $\mu = 1.8 \times 10^{-5} \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$  است. عددِ رینولدز برای این زنبور چه قدر است؟

ب- شماره‌ای با سرعتِ متوسطِ  $v_1$  درونِ استوانه‌ای به شعاعِ  $R_1$  در حرکت است. جریانِ عبوری از شماره  $Q$  یعنی حجمِ ماده‌ای که در واحدِ زمان از لوله می‌گذرد چه قدر است؟ اگر این لوله باریک شود و شعاعِ آن  $R_2$  شود، سرعتِ متوسطِ شماره در لوله در حالتِ پایا چه قدر می‌شود؟

ج - مهم‌ترین شاه‌رگِ بدن آئورت است که خون را از بطنِ چپِ قلب دریافت و به اعضای بدن می‌رساند. جریانِ عبوری از آئورت  $Q \approx 500 \text{ cm}^3\text{s}^{-1}$  و قطرِ آئورت حدودِ 2 cm است. سرعتِ متوسطِ جریانِ خون در آئورت تقریباً چه قدر است؟

د- جریانِ خونی که از آئورت می‌گذرد شاخه‌شاخه شده و در شریان‌ها و سپس در رگ‌ها و بالاخره در مویرگ‌ها جاری می‌شود. قطرِ مویرگ‌ها از مرتبه‌ی  $10 \mu\text{m}$  و سطحِ مقطعِ همه‌ی آنها روی هم رفته  $4800 \text{ cm}^2$  است. عددِ رینولدز برای جریانِ خون در آئورت و هم‌چنین در مویرگ‌ها تقریباً چه قدر است؟ جریانِ خون در کدامیک لایه‌ای و در کدامیک تلاطمی است؟ چگالیِ خون تقریباً  $1.0 \text{ kgm}^{-3}$  و گرانرویِ آن  $5.0 \times 10^{-3} \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$  است.

مسئله‌ی ۲) الف- قطرِ یک سلولِ بیولوژیکی را تقریباً  $10 \mu\text{m}$  است. ذراتی درونِ سلول هستند. دمای محیط را دمای اتاق و ذرات را تقریباً کروی به شعاعِ حدودِ  $R \approx 0.3 \mu\text{m}$  بگیریید. ضریب پخشِ آنها را تخمین بزنید.

ب- اگر این ذره به طور کاتوره‌ای درونِ سلول پخش شود، تقریباً چه قدر طول می‌کشد تا قطرِ سلول را طی کند؟

مسئله‌ی ۳) الف- حشره‌ای با سرعتِ ثابتِ  $1 \text{ ms}^{-1}$  پرواز می‌کند و هر 2 ثانیه یک‌بار جهتش را به طور تصادفی عوض می‌کند. چه مدت طول می‌کشد تا جابه‌جاییِ تصادفیِ حشره به طور متوسط 10 m شود؟

ب- این حشره رایحه‌ای ترشح می‌کند که برای حشره‌های مشابه قابل تشخیص است. مولکولِ عطر با سرعتِ  $300 \text{ ms}^{-1}$  حرکت می‌کند، اما حدوداً هر  $10^{-11}$  ثانیه از طریق برخورد مسیرش تغییر می‌کند. وقتی مولکول توسط حشره رها شد، چه مدت طول می‌کشد تا به طور متوسط حدود

10 m جابه‌جا شود؟

ج- با استفاده از نتایج بندهای (الف) و (ب)، استراتژیی بهتر برای پیدا کردن جفت از طریق رایحه‌ی ساطع شده کدام است؟ بی‌حرکت بماند و منتظر رایحه شود یا این‌که فعالانه با پرواز به جست‌وجوی جفت برود؟  
راه‌نمایی: این روابط ممکن است به دردتان بخورد:

$$Q = \int \mathbf{v} \cdot \mathbf{n} dA = \bar{v} A$$

$$\langle r^2 \rangle - \langle r \rangle^2 = 2Dt, \quad \text{در یک بُعد}$$

$$\text{Re} := \frac{\rho v \ell}{\mu}$$

$$k_B T_r = 4.1 \times 10^{-21} \text{ J}$$

$$\zeta = 6\pi\mu a$$

$$\zeta D = k_B T$$