

### Zadanie 1.

Dwa samochody osobowe, Toyota o masie  $m_T$  i Renault o masie  $m_R$ , poruszają się w przeciwnych kierunkach. Toyota rusza po zmianie światła z przyspieszeniem  $a_T$ ; Renault jedzie w tym czasie w korku ze stałą prędkością  $v_R$ .

Znajdź takie układy odniesienia (lub wykaż nieistnienie), w których Toyota i Renault mają *stale* takie same:

- a. wartości prędkości;
- b. wektory przyspieszeń;
- c. wartości pędów;
- d. wektory pędów.

Wskazówka:  $a_1 t + b_1 \equiv a_2 t + b_2 \Leftrightarrow a_1 = a_2 \wedge b_1 = b_2$ .

Odp. Przyjmując kierunek ruchu Renaulta za dodatni:

a.:  $u = +1/2 v_R$ ,  $a_U = -1/2 a_T$ ; b. i d.: to niemożliwe; c.:  $u = + \frac{m_R}{m_R + m_T} v_R$ ,  $a_U = - \frac{m_T}{m_R + m_T} a_T$ .

### Zadanie 2.

Ile gęstego sosu ( $\rho_s$ ) trzeba mieszać z objętością  $V_{ol}$  lekkiego oleju ( $\rho_{ol}$ ), aby powierzchnie dwóch cieczy – w akwarium z wodą ( $\rho_w$ ) oraz w puszcze z olejem (mieszaniną), która pływa w akwarium – zrównały się? Sama puszka prawie nic nie waży.

Przedyskutuj dodatkowo rozwiązanie dla niezależnych od siebie przypadków:

- a. w akwarium jest olej zamiast wody;
- b. dolewamy wody zamiast sosu.

Odp.  $V_s = \frac{\rho_w - \rho_{ol}}{\rho_s - \rho_w} V_{ol}$ .

### Zadanie 3.

Pewna ilość gazu doskonałego wykonuje następujący cykl termodynamiczny: 1) podgrzewanie izochoryczne w objętości  $V_1$ , 2) rozprężanie izotermiczne do objętości  $V_2$ , 3) sprężanie izobaryczne do początkowej objętości  $V_1$ .

Znając  $V_1$  i  $V_2$ , znajdź sprawność  $\eta \equiv \frac{W_{calk}}{Q^+}$  tego cyklu. ( $C_p = 5/2 R$ ,  $C_v = 3/2 R$ )

Odp.  $\eta = \frac{2}{5} \left[ \frac{V_2 \left( \ln \frac{V_2}{V_1} + 1 \right) - V_1}{V_2 - V_1} \right]$ .

### Zadanie 4.

Energia dipola elektrycznego o momencie dipolowym  $\mathbf{p}$  (związana z momentem skręcającym) w polu elektrycznym  $\mathbf{E}$ , jest dana iloczynem skalarnym  $U = -\mathbf{p} \cdot \mathbf{E}$ .

Mamy następujący układ: trzy ładunki elementarne  $e$ , dwa dodatnie i jeden ujemny, znajdują się w wierzchołkach trójkąta równobocznego o bokach długości  $a$ . W środku trójkąta umieszczamy dipol o momencie  $\mathbf{p}$ , ze zwrotem w kierunku dowolnego z ładunków dodatnich.

Jakiej energii potencjalnej nabiera dipol w polu pochodzącym od tych trzech ładunków?

Odp.  $U = \frac{3}{4\pi\epsilon_0} \frac{pe}{a^2}$ , ponieważ pole elektryczne w środku trójkąta wynosi  $E = -\frac{3}{2\pi\epsilon_0} \frac{e}{a^2}$

i jest skierowane ku ładunkowi ujemnemu w wierzchołku trójkąta.