

Praca domowa 10

Fizyka, semestr zimowy 2020/21

- 1) **(1p.)** Poniższy rysunek przedstawia szklankę wody z lodem wypełnioną po brzegi. Czy woda przeleje się, gdy lód się rozpuści? Wyjaśnij swoją odpowiedź.



Odpowiedź:

Nie. Masa kostek lodu jest mniej więcej taka sama, jak masy cieczy, którą wypycha na boki, unosząc się w szklance. Gdy kostka topi się, otaczająca ciecz może przenieść się do wypełnionej przez nią przestrzeni. Jeśli szklanka zawiera tylko lód i wodę, nie przepełni się, ponieważ ilość dodatkowej wody będzie równa ilości płynu poprzednio wypartej przez sześćcian(y) lodu. Soda rozcieńczona jest nieco gęstsza niż woda ze względu na zawartość cukru. Woda z kostki lodu wypełniałaby zatem większą objętość niż ta, którą wyparła, a zatem w tym przypadku topniejący lód mógłby wypchnąć trochę płynu ze szklanki.

- 2) **(2p.)** Jaką siłę należy wywrzeć na główny cylinder podnośnika hydraulicznego, aby utrzymać ciężar samochodu o masie 2000 kg spoczywającego na siłowniku pomocniczym? Główny cylinder ma średnicę 2,00 cm, a pomocniczy 24,0 cm.

Skorzystamy tutaj z Prawa Pascala w układzie hydraulicznym.

$$\begin{aligned}\frac{F_{\text{samochód}}}{A_{\text{cylindra pomocniczego}}} &= \frac{F_{\text{podnośnika}}}{A_{\text{cylindra głównego}}} \\ F_{\text{podnośnika}} &= \frac{F_{\text{samochód}} * A_{\text{cylindra głównego}}}{A_{\text{cylindra pomocniczego}}} \text{ i } A = \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 \\ F_{\text{podnośnika}} &= \frac{F_{\text{samochód}} * \pi \left(\frac{d_{\text{cylindra głównego}}}{2}\right)^2}{\pi \left(\frac{d_{\text{cylindra pomocniczego}}}{2}\right)^2} \\ &= \frac{2000 \text{ kg} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * \pi * \left(\frac{0.02 \text{ m}}{2}\right)^2}{\pi * \left(\frac{0.24 \text{ m}}{2}\right)^2} = 136.25 \text{ N}\end{aligned}$$

- 3) **(2p.)** Oblicz średnią gęstość atmosfery, biorąc pod uwagę, że rozciąga się ona na wysokość 120 km (przy ciśnieniu atmosferycznym 1010 hPa). Porównaj tę gęstość z gęstością powietrza na poziomie morza równą 1.225 kg/m^3 .

$$\rho = \frac{P}{hg} = \frac{1.01 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}}{120 \cdot 10^3 \text{m} \cdot 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 8.59 \cdot 10^{-2} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Wraz ze wzrostem wysokości gęstość (oraz ciśnienie) powietrza spada gwałtownie.

- 4) **(3p.)** Oblicz wartość kąta zwilżania θ dla oliwy z oliwek, jeśli działanie kapilarne podnosi ją na wysokość 7.07 cm w szklanej rurce o promieniu 0.1 mm (dla oliwy z oliwek przyjmij: $\gamma = 0.032 \text{ N/m}$ oraz $\rho = 0.92 \text{ kg/m}^3$). Na podstawie znalezionych danych w Internecie sprawdź czy obliczona wielkość θ jest podobna do znanych wartości kątów zwilżania dla innych płynów organicznych?

Skorzystamy z poniższego równania na wysokość słupa zwilżania i przekształcimy je aby wyznaczyć wielkość kąta.

$$h = \frac{2\gamma \cos\theta}{\rho g r} \rightarrow \cos\theta = \frac{h\rho g r}{2\gamma} \rightarrow \theta = \arccos\left(\frac{h\rho g r}{2\gamma}\right)$$

$$\theta = \arccos\left(\frac{7.07 \cdot 10^{-2} \text{m} \cdot 0.92 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0.1 \cdot 10^{-3} \text{m}}{2 \cdot 0.032 \frac{\text{N}}{\text{m}}}\right) = 1.571 \text{ rad} \approx 90^\circ$$

Powyższa wartość nie jest spójna z większością cieczy organicznych, dla których wartość kąta zwilżania wynosi 0° .

- 5) **(2p.)** Wyznacz objętość przedmiotu pływającego w wodzie wiedząc, że siła wyporu działająca na przedmiot jest równa 100 N. Gęstość przedmiotu jest znana i wynosi 400 kg/m^3 .

Zgodnie z prawem Archimidesa na ciało zanurzone w płynie działa ze strony płynu siła wyporu skierowana ku górze o wartości równej ciężarowi płynu wypartego przez to ciało.

$$F_w = F_g \rightarrow F_w = m_w g$$

Ponieważ siły te równoważą się, masa wody m_w wypartej przez przedmiot musi być równa masie m_p tego przedmiotu. Ponadto korzystając z definicji gęstości możemy wyznaczyć wyrażenie na masę przedmiotu.

$$F_w = m_p g$$

$$m_p = V_p \rho_p$$

Wstawiając powyższy wzór do wyrażenia na F_w oraz przekształcając go następnie względem objętości V_p , dostaniemy:

$$F_w = V_p \rho_p g \rightarrow V_p = \frac{F_w}{\rho_p g} = \frac{100 \text{ N}}{400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 0.025 \text{ m}^3$$