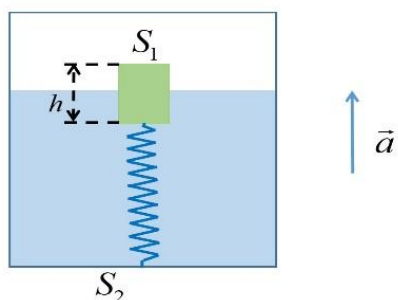


9 класс. Поплавок на пружине (15 баллов)



Поплавок в форме цилиндра высотой $h=15$ см, площадью основания $S_1=49 \text{ см}^2$, плотностью $\rho=0.28 \text{ г/см}^3$ прикреплен к пружине, имеющей жесткость $k=25 \text{ Н/м}$ и длину в недеформированном состоянии L_0 . Свободный конец пружины закреплен на

дне цилиндрического сосуда, заполненного жидкостью плотностью $\rho_1=1.03 \text{ г/см}^3$. До погружения поплавка уровень жидкости в сосуде был равен L_0+h . Площадь сечения сосуда $S_2=121 \text{ см}^2$. Определите:

1. Глубину погружения поплавка (h_1), если сосуд находится в лифте, движущемся вертикально вверх с ускорением $a=6.2 \text{ м/с}^2$.
2. Давление (P) в жидкости на уровне нижней грани поплавка в этом случае.
3. Плотность жидкости ρ_2 , необходимую для того, чтобы поплавок в движущемся сосуде полностью погрузился в жидкость.

В ответ давление вводите с точностью не хуже, чем до одной сотой процента, остальные ответы- с точностью не хуже, чем до одного процента. Ускорение свободного падения примите равным 9.8 м/с^2 . Атмосферное давление $P_a=104 \text{ кПа}$.

Введите ответ:

$$h_1 = 7.36 \text{ см}$$

$$P = 105213 \text{ Па}$$

$$\rho_2 = 0.409 \text{ г/см}^3$$

Решение.

1. Рассмотрим движущийся сосуд с жидкостью. Мысленно выделим в жидкости малый объем V . Разность силы тяжести и силы, действующей на рассматриваемый объем со стороны окружающей жидкости (F_A), сообщает ему ускорение, поэтому

$$F_A = \rho_1 (g + a) V.$$

2. Выталкивающую силу, действующую со стороны жидкости на поплавок, можно вычислить по формуле

$$\rho_1 (g + a) S_1 (h - x_2).$$

Здесь x_1 - высота, выступающей из жидкости части поплавка. Ускорение поплавка определяется разностью этой силы и суммы силы тяжести и силы упругости пружины.

$$\rho_1 (g + a) S_1 (h - x_1) - \rho S_1 h g - k \left(x_1 + \frac{S_1 (h - x_1)}{S_2} \right) = \rho S_1 h a \quad (1)$$

$$x_1 = \frac{(\rho_1 - \rho)(g + a) S_1 h - k h \frac{S_1}{S_2}}{k \left(1 - \frac{S_1}{S_2} \right) + \rho_1 (g + a) S_1} = 7.64 \text{ см.} \quad (2)$$

Глубина погружения поплавка

$$h_1 = h - x_1 = 7.36 \text{ см.} \quad (3)$$

3. Давление в жидкости на уровне нижней границы поплавка

$$P = \rho_1 (g + a) h_1 + P_A = 105213 \text{ Па.} \quad (4)$$

4. Согласно (2), плотность жидкости, необходимая для того, чтобы поплавок полностью погрузился в воду,

$$\rho_2 = \frac{k}{S_2 (g + a)} + \rho = 0.409 \text{ г/см}^3. \quad (5)$$