

1 ?? Чему равна масса поплавка?

Определим массу поплавка m .

Запишем условие равновесия поплавка:

$$mg + T = \rho ghS, \quad (1)$$

где T — сила натяжения нити, ρghS — сила Архимеда, действующая на поплавок.

Запишем условие равновесия поршня:

$$T = \rho gHS_2. \quad (2)$$

Из уравнений (1) и (2) определим массу поплавка:

$$m = \rho(hS - HS_2). \quad (3)$$

Ответ: Масса поплавка: $\rho(hS - HS_2)$.

2 ?? На поплавок медленно положили тело массой Δm , в результате чего поршень сместился и занял новое положение равновесия. На какое расстояние и в какую сторону переместился поршень?

Поместим на поплавок тело массой Δm . Пусть поршень сдвинулся влево на расстояние Δx , а уровень жидкости в вертикальном сосуде увеличился на ΔH . Поскольку нить, связывающая поршень и поплавок, нерастяжима, то при смещении поршня влево на Δx поплавок опустится на Δx .

Сделаем рисунок сосуда с трубкой в начальной ситуации (рис. 2 а) и после перемещения поршня (рис. 2б). Объем жидкости на рис. 2а, выделенный светло-серым цветом, равен объему жидкости, выделенной светло-серым цветом, на рис. 2б.

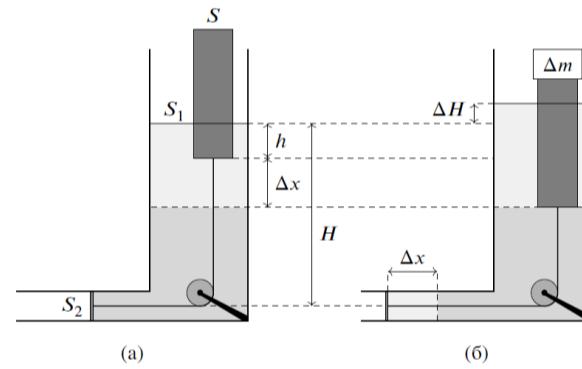


Рис. 2

Запишем условие неизменности объема жидкости:

$$h(S_1 - S) + \Delta x \cdot S_1 = S_2 \cdot \Delta x + (\Delta x + h + \Delta H) \cdot (S_1 - S).$$

Из записанного соотношения получим связь ΔH и Δx :

$$\Delta H = \frac{\Delta x \cdot (S - S_2)}{(S_1 - S)}. \quad (4)$$

По условию задачи $S > S_2$, следовательно, наше предположение об увеличении высоты уровня жидкости в вертикальном сосуде верно и о том, что поршень смещается влево, верно.

Рассмотрим, как изменились силы, действующие на поплавок.

Новая сила Архимеда, действующая на поплавок:

$$F_{\text{Apx}} = \rho g S(h + \Delta H + \Delta x). \quad (5)$$

Обозначим изменившуюся силу натяжения сила T' , тогда условие равновесия для поплавка будет выглядеть следующим образом:

$$(m + \Delta m)g + T' = F_{\text{Apx}}. \quad (6)$$

Теперь рассмотрим новое условие равновесия поршня:

$$T' = \rho g(H + \Delta H)S_2. \quad (7)$$

Из уравнений (5), (6) и (7) с учетом (3) получим

$$\frac{\Delta m}{\rho S} = \Delta x + \Delta H \frac{(S - S_2)}{S}.$$

В последнее уравнение подставим (4) и выразим смещение поршня:

$$\Delta x = \frac{\Delta m}{\rho} \frac{(S_1 - S)}{(S_1 S - 2SS_2 + S_2^2)}.$$

Ответ: Поршень смещается влево на величину:

$$\Delta x = \frac{\Delta m}{\rho} \frac{(S_1 - S)}{(S_1 S - 2SS_2 + S_2^2)}.$$

 Website in English

2020 — Мы те, кого должны превзойти.