

Учитель, подари своим ученикам

## «Чёрный сосуд»



**Задача** «Чёрный сосуд».

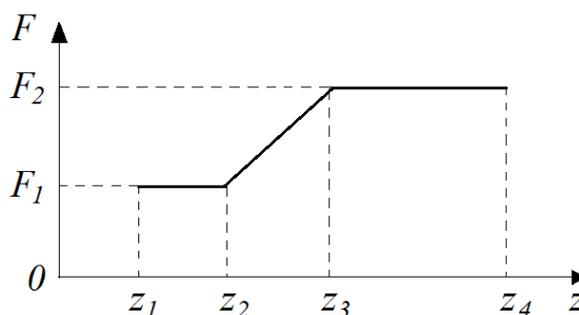
**Условие.** В «чёрный сосуд» с водой на нити опущено тело. Найдите плотность тела  $\rho_m$ , высоту тела  $l$ , уровень воды (расстояние от поверхности воды до дна)  $h$  в сосуде с погружённым телом, уровень воды  $h_0$  в сосуде, когда тело находится вне жидкости.

**Оборудование.** «Чёрный сосуд» (непрозрачный сосуд с отверстием для нити в крышке), динамометр, миллиметровая бумага, линейка. Плотность воды  $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ . Глубина сосуда  $H = 32 \text{ см}$ .

**Решение.** Прикрепим верхний конец нити к динамометру и будем медленно поднимать тело из воды.

Построим график зависимости силы, измеренной динамометром, от координаты  $z$  верхнего конца нити (см. рис.). Координату  $z$  отсчитываем от крышки «чёрного сосуда».

На графике присутствует участок с изменением показаний динамометра от координаты (участок между  $z_2$  и  $z_3$ ). Это значит, что на данном участке происходит уменьшение объёма погружённой части тела (тело выходит из воды). На участке от  $z_1$  до  $z_2$  сила не изменяется, следовательно, тело полностью погружено, а на участке от  $z_3$  до  $z_4$  снова не изменяется, т.е. тело полностью находится в воздухе.



Анализируя график, можно записать выражения для искомых величин:

$$h_0 = z_3 - z_1, \text{ или } h_0 = H - (z_4 - z_3 + l),$$

$$l = H - (z_4 - z_1), \text{ } h = H - (z_4 - z_2), \text{ или } h = l + (z_2 - z_1).$$

Уравнения равновесия тела в положениях  $z_1$  и  $z_3$ :

$$F_1 + \rho Vg = \rho_m Vg, \text{ } F_2 = \rho_m Vg.$$

Отсюда плотность тела:

$$\rho_m = \rho F_2 / (F_2 - F_1).$$