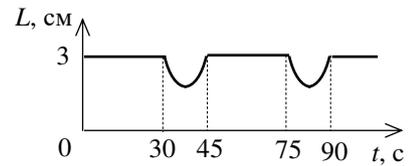


### 8 класс

1. (30 баллов) Два жучка одновременно начинают равномерное движение по сторонам квадрата. График зависимости расстояния  $L$  между жучками от времени  $t$  приведен на рисунке. Найти скорости жучков и длину стороны квадрата.



**Ответ:** Скорости жучков одинаковы и равны 2 мм/с. Длина стороны квадрата равна 9 см.

**Решение:** Приведенный график зависимости  $L(t)$  возможен только в том случае, когда скорости жучков одинаковы по величине, жучки оббегают квадрат в одном направлении и расстояние между ними меньше стороны квадрата. При этом участки с постоянным значением  $L = 3$  см соответствуют движению жучков по одной стороне квадрата, а участки с переменным расстоянием  $L(t)$  соответствуют движению по разным (смежным) сторонам. Из графика можно понять, что жучки проходят через одну и ту же вершину квадрата с интервалом в 15 с. Поскольку расстояние между жучками на одной стороне равно 3 см, то скорость жучка находится как  $3 \text{ см} : 15 \text{ с} = 2 \text{ мм/с}$ . Из графика также следует, жучок пробегает сторону квадрата за 45 с. Тогда длина стороны находится как  $2 \text{ мм/с} \cdot 45 \text{ с} = 9 \text{ см}$ .

**Разбалловка:** Понято, что скорости жучков одинаковы – 5 баллов.

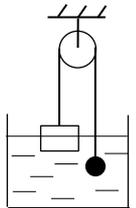
Понято, что жучки бегут в одну сторону – 5 баллов.

Понято, что расстояние между жучками меньше стороны квадрата – 5 баллов.

Найдена скорость жучков – 5 баллов.

Найдена длина стороны квадрата – 10 баллов.

2. (40 баллов) На концах переброшенной через блок нити уравновешены полностью погруженный в воду шар массой 0,5 кг и частично погруженный кусок льда массой 2 кг (см. рис.). Шар и лед не касаются дна сосуда. На сколько изменится масса льда, находящегося выше уровня воды, к моменту, когда в результате таяния льда равновесие нарушится и шар начнет падать на дно? Плотность материала шара  $5000 \text{ кг/м}^3$ , плотность льда  $900 \text{ кг/м}^3$ , плотность воды  $1000 \text{ кг/м}^3$ . Считать, что конец нити все время остается вмороженным в лед.



**Ответ:** Масса льда, находящегося выше уровня воды, уменьшится на 160 г.

**Решение:** Объем шара равен  $0,5 \text{ кг} : 5000 \text{ кг/м}^3 = 10^{-4} \text{ м}^3 = 0,1 \text{ л}$ . Действующая на него сила Архимеда равна 1 Н. Действующая на шар сила тяжести равна  $0,5 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 = 5 \text{ Н}$ . Из условия равновесия шара находим силу натяжения нити:  $5 - 1 = 4 \text{ Н}$ . Такая же сила действует со стороны нити на лед. Действующая на лед сила тяжести равна  $2 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 = 20 \text{ Н}$ . Из условия равновесия льда находим действующую на лед силу Архимеда:  $20 - 4 = 16 \text{ Н}$ . Следовательно, объем погруженной части льда равен  $16 \text{ Н} : 1000 \text{ кг/м}^3 : 10 \text{ м/с}^2 = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 = 1,6 \text{ л}$ . Масса погруженной части льда равна  $1,6 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \cdot 900 \text{ кг/м}^3 = 1,44 \text{ кг}$ , а над водой находится  $2 - 1,44 = 0,56 \text{ кг}$  льда. Шар начнет падать после того, как весь лед окажется над водой, имея массу 0,4 кг (сила тяжести 4 Н). К этому моменту масса льда над водой изменится на  $0,56 - 0,4 = 0,16 \text{ кг}$ .

**Разбалловка:** Найдена сила натяжения нити – 10 баллов.

Найдена действующая на лед сила Архимеда – 5 баллов.

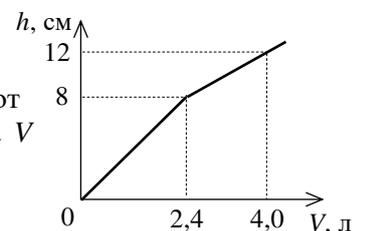
Найдена начальная масса льда над водой – 10 баллов.

Понято условие выхода системы из равновесия – 5 баллов.

Найдена конечная масса льда над водой – 5 баллов.

Получен ответ – 5 баллов.

3. (30 баллов) В цилиндрический сосуд, на дне которого лежит куб, начинают наливать воду. График зависимости высоты  $h$  уровня воды в сосуде от объема  $V$  налитой воды приведен на рисунке. Найти длину ребра куба.



**Ответ:** Длина ребра куба равна 10 см.

**Решение:** Обозначим через  $S_d$  площадь дна сосуда, а через  $S_k$  площадь основания куба.

Участок графика 0-2,4 л соответствует заполнению объема над занятой кубом частью площади дна  $S_d - S_k$  до уровня 8 см. Находим  $S_d - S_k = 2,4 \text{ л} : 0,8 \text{ дм} = 3 \text{ дм}^2$ . Поскольку на участке 2,4-4,0 л уровень воды растет медленнее, вода начинает заполнять объем с большей площадью основания  $S_d$ . Это возможно в двух случаях: либо уровень воды поднимается выше куба, либо куб начинает плавать, и вода занимает объем под ним. В любом случае, получаем  $S_d = (4,0 - 2,4) \text{ л} : 0,4 \text{ дм} = 4 \text{ дм}^2$ . Используя ранее найденное значение  $S_d - S_k = 3 \text{ дм}^2$ , находим, что  $S_k = 1 \text{ дм}^2$ , т.е. ребро куба равно 1 дм. Поскольку эта величина больше 8 см, приходим к выводу, что при  $h = 8 \text{ см}$  куб начал всплывать.

**Разбалловка:** По участку графика 0-2,4 л найдена разница площадей дна и основания куба – 5 баллов.

По участку графика 2,4-4,0 л найдена площадь дна сосуда – 5 баллов.

Понято, что куб всплывает – 10 баллов.

Найдено ребро куба – 10 баллов.