

**ОЛИМПИАДА “БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ – БУДУЩЕЕ НАУКИ” 2016-2017**  
**Физика, I тур, вариант 1**  
**РЕШЕНИЯ**

**8 класс**

1. (40 баллов) Две одинаковые шайбы скользят без трения по горизонтальной поверхности между стенками, находящимися на расстоянии  $L$  друг от друга, в перпендикулярном к стенкам направлении. При соударениях шайб со стенками и между собой их скорости мгновенно изменяют направление на противоположное, оставаясь постоянными по величине. Найти время между двумя последовательными соударениями шайб, если их скорости равны  $V$  (20 баллов). На каком расстоянии от стенок происходят соударения шайб, если половину времени между двумя последовательными соударениями шайбы движутся в одном направлении (20 баллов)?

**Ответ:** Время между двумя последовательными соударениями равно  $L/V$ . Соударения происходят на расстоянии  $L/4$  то от одной, то от другой стенки.

**Решение:** Выберем ось  $x$ , направленную от левой стенки к правой, с началом на левой стенке. Пусть два последовательных соударения происходят в точках с координатами  $x_1$  и  $x_2$  ( $x_2 > x_1$ ). После первого соударения та шайба, которая движется к левой стенке и отскакивает от нее, пройдет до второго соударения путь  $x_1 + x_2$ . Путь другой шайбы до соударения можно записать в виде  $L - x_1 + L - x_2 = 2L - (x_1 + x_2)$ . Поскольку скорости шайб одинаковы, пройденные ими между соударениями пути должны быть равны, т.е.  $x_1 + x_2 = 2L - (x_1 + x_2)$ . Отсюда находим, что  $x_1 + x_2 = L$  и время между соударениями равно  $L/V$ . Отметим также, что  $x_1 = L - x_2$ , т.е. соударения происходят в точках, расположенных симметрично относительно точки  $x = L/2$ .

Шайбы будут двигаться в одном направлении после того, как двигающаяся влево шайба отскочит от левой стенки, а двигающаяся вправо шайба еще не столкнется с правой стенкой. Движение в одну сторону (в данном случае – к правой стенке) будет продолжаться в течение времени  $(L - 2x_1)/V$ . По условию это время равно  $L/(2V)$ . Приравнявая эти выражения, находим  $x_1 = L/4$ .

2. (30 баллов) В цилиндрический сосуд с водой поместили деревянный брусок объема  $V$ . При этом давление воды на дно не изменилось, и половина объема бруска оказалась выше края сосуда. Найти массу бруска. Плотность воды  $\rho$  считать известной.

**Ответ:** Масса бруска равна  $\rho V/2$ .

**Решение:** Поскольку давление воды на дно не изменилось, ясно, что часть воды из сосуда вылилась, уровень воды в сосуде с плавающим бруском находится вровень с краем сосуда и половина объема бруска погружена в воду. Из закона Архимеда и условия плавания бруска находим, что масса бруска равна  $\rho V/2$ .

3. (30 баллов) Однородная балка удерживается в горизонтальном положении двумя упорами (см. рис.). Если вместо упора, действующего на левый конец, подставить упор под правый конец балки, то на него будет действовать сила, в 2 раза



меньшая, чем действовала на левом конце. Во сколько раз изменится при этом сила на упор, который остался на месте?

**Ответ:** Сила уменьшится в 2 раза.

**Решение:** Рассматривая равенство нулю моментов действующих на балку сил (силы тяжести и силы со стороны упора на конец балки) относительно остающегося на месте упора в начальном и конечном положениях, находим, что этот упор находится на  $1/3$  длины балки от ее левого конца. Расстояние от этого упора до центра тяжести равно  $1/6$  длины балки. Используя это, находим, что сила на левый конец балки равнялась половине веса балки, а сила на правый конец –  $1/4$  веса балки. Рассматривая баланс сил в двух случаях, находим, что сила на остающийся на месте упор уменьшилась вдвое.

**ОЛИМПИАДА “БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ – БУДУЩЕЕ НАУКИ” 2016-2017**  
**Физика, I тур, вариант 2**  
**РЕШЕНИЯ**

**8 класс**

1. (40 баллов) Две одинаковые шайбы скользят без трения по горизонтальной поверхности между стенками, находящимися на расстоянии  $L$  друг от друга, в перпендикулярном к стенкам направлении. При соударениях шайб со стенками и между собой их скорости мгновенно изменяют направление на противоположное, оставаясь постоянными по величине. Найти время между двумя последовательными соударениями шайб, если их скорости равны  $V$  (20 баллов). На каком расстоянии от стенок происходят соударения шайб, если треть времени между двумя последовательными соударениями шайбы движутся в одном направлении (20 баллов)?

**Ответ:** Время между двумя последовательными соударениями равно  $L/V$ . Соударения происходят на расстоянии  $L/3$  то от одной, то от другой стенки.

**Решение:** Выберем ось  $x$ , направленную от левой стенки к правой, с началом на левой стенке. Пусть два последовательных соударения происходят в точках с координатами  $x_1$  и  $x_2$  ( $x_2 > x_1$ ). После первого соударения та шайба, которая движется к левой стенке и отскакивает от нее, пройдет до второго соударения путь  $x_1 + x_2$ . Путь другой шайбы до соударения можно записать в виде  $L - x_1 + L - x_2 = 2L - (x_1 + x_2)$ . Поскольку скорости шайб одинаковы, пройденные ими между соударениями пути должны быть равны, т.е.  $x_1 + x_2 = 2L - (x_1 + x_2)$ . Отсюда находим, что  $x_1 + x_2 = L$  и время между соударениями равно  $L/V$ . Отметим также, что  $x_1 = L - x_2$ , т.е. соударения происходят в точках, расположенных симметрично относительно точки  $x = L/2$ .

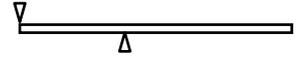
Шайбы будут двигаться в одном направлении после того, как двигающаяся влево шайба отскочит от левой стенки, а двигающаяся вправо шайба еще не столкнется с правой стенкой. Движение в одну сторону (в данном случае – к правой стенке) будет продолжаться в течение времени  $(L - 2x_1)/V$ . По условию это время равно  $L/(3V)$ . Приравнявая эти выражения, находим  $x_1 = L/3$ .

2. (30 баллов) В цилиндрический сосуд с водой поместили деревянный брусок массы  $m$ . При этом сила давления воды на дно увеличилась на половину веса бруска, и половина объема бруска оказалась выше края сосуда. Какой максимальный объем воды можно было долить в сосуд без перелива через край до помещения в него бруска? Плотность воды  $\rho$  считать известной.

**Ответ:** Максимальный объем воды, который можно было долить, равен  $m/(2\rho)$ .

**Решение:** Поскольку сила давления воды на дно увеличилась на величину, меньшую веса бруска, ясно, что часть воды из сосуда вылилась и уровень воды в сосуде с плавающим бруском находится вровень с краем сосуда. Изменение силы давления воды на дно  $\Delta F$  можно записать как произведение изменения давления у дна на площадь дна, т.е. в виде  $\Delta F = \rho g \Delta h S$ , где  $g$  – ускорение свободного падения,  $\Delta h$  – повышение уровня воды (от первоначального до края сосуда),  $S$  – площадь дна сосуда. Приравнявая  $\Delta F$  к  $mg/2$ , находим, что  $\Delta h S = m/(2\rho)$ . Очевидно,  $\Delta h S$  и есть искомый объем.

3. (30 баллов) Однородная балка удерживается в горизонтальном положении двумя упорами (см. рис.). Если вместо упора, действующего на левый конец, подставить упор под правый конец балки, то на него будет действовать сила, в 2 раза меньшая, чем действовала на левом конце, а сила на оставшийся на месте упор уменьшится на 6000 Н. Чему равен вес балки?



**Ответ:** Вес балки равен 8000 Н.

**Решение:** Рассматривая равенство нулю моментов действующих на балку сил (силы тяжести и силы со стороны упора на конец балки) относительно остающегося на месте упора в начальном и конечном положениях, находим, что этот упор находится на  $1/3$  длины балки от ее левого конца. Расстояние от этого упора до центра тяжести равно  $1/6$  длины балки. Используя это, находим, что сила на левый конец балки равнялась половине веса балки, а сила на правый конец —  $1/4$  веса балки. Рассматривая баланс сил в двух случаях, находим вес балки.