

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 ρ 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 $x = L/2$.

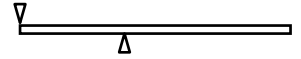
Шайбы будут двигаться в одном направлении после того, как двигающаяся влево шайба отскочит от левой стенки, а двигающаяся вправо шайба еще не столкнется с правой стенкой. Движение в одну сторону (в данном случае – к правой стенке) будет продолжаться в течение времени $(L - 2x_1)/V$. По условию это время 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 ρ 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 ΔF 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, Δh – повышение уровня воды (от первоначального до края сосуда), S – площадь дна сосуда. Приравнявая ΔF 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.