

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

7 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 $L/(2V)$. Приравнивая эти выражения, находим $x_1 = L/4$.

2. (30 баллов) Чтобы набрать корзинку грибов, семиклассник Вова может пойти либо в ближний лес, либо в тот, который расположен вдвое дальше, но где грибы попадают вдвое чаще. Вова знает, что до дальнего леса идти столько же времени, сколько требуется для сбора полной корзинки в этом лесу, и что скорость движения с полной корзинкой вдвое меньше, чем с пустой. В какой лес следует идти Вова, чтобы вернуться домой с полной корзинкой как можно быстрее?

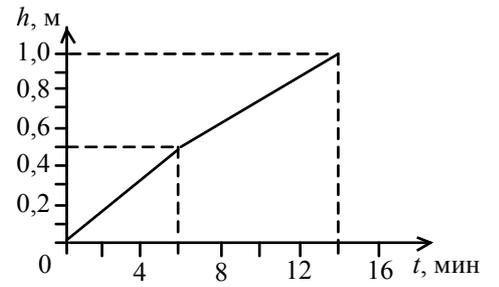
Ответ: Вова следует идти за грибами в ближний лес.

Решение: Примем время движения до ближнего леса за T . Тогда время движения до дальнего леса составит $2T$, таким же будет время сбора полной корзинки в дальнем лесу, а время движения из дальнего леса до дома составит $4T$. Таким образом, при сборе полной корзинки в дальнем лесу полные затраты времени составят $8T$. Время сбора грибов в ближнем лесу равно $4T$, а время движения из ближнего леса домой $2T$. Полные затраты времени на сбор полной корзинки в ближнем лесу составят $7T$, что выгоднее. Можно проверить, что другие варианты сбора грибов (со сбором части корзинки в одном лесу и добором корзинки в другом лесу) требуют затрат большего (чем $7T$) времени.

3. (30 баллов) В кубический аквариум с ребром, равным 1 м, на дне которого лежит камень в виде куба с ребром 0,5 м, равномерно наливают воду. Нарисовать график зависимости от времени высоты уровня воды над дном, если время заполнения аквариума водой составило 14 минут.

Ответ: См. рисунок.

Решение: Пока камень не окажется полностью погруженным в воду скорость подъема уровня воды будет в $4/3$ раза больше, чем при дальнейшем заполнении аквариума (площадь основания камня составляет $1/4$ от площади дна аквариума). Следовательно, до высоты $0,5$ м уровень воды поднимется за $14:(3/7) = 6$ минут, а края аквариума уровень воды достигнет еще через 8 минут.



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

7 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) Чтобы набрать корзинку грибов, семиклассник Вова может пойти либо в ближний лес, либо в тот, который расположен вдвое дальше, но где грибы попадают вдвое чаще. Вова знает, что до дальнего леса идти столько же времени, сколько требуется для сбора полной корзинки в этом лесу, и что скорость движения с полной корзинкой вдвое меньше, чем с пустой. В какой лес следует идти Вове, чтобы вернуться домой с полной корзинкой как можно быстрее?

Ответ: Вове следует идти за грибами в ближний лес.

Решение: Примем время движения до ближнего леса за T . Тогда время движения до дальнего леса составит $2T$, таким же будет время сбора полной корзинки в дальнем лесу, а время движения из дальнего леса до дома составит $4T$. Таким образом, при сборе полной корзинки в дальнем лесу полные затраты времени составят $8T$. Время сбора грибов в ближнем лесу равно $4T$, а время движения из ближнего леса домой $2T$. Полные затраты времени на сбор полной корзинки в ближнем лесу составят $7T$, что выгоднее. Можно проверить, что другие варианты сбора грибов (со сбором части корзинки в одном лесу и добором корзинки в другом лесу) требуют затрат большего (чем $7T$) времени.

3. (30 баллов) В кубический аквариум с ребром, равным 1 м, на дне которого лежит камень в виде куба с ребром 0,5 м, равномерно наливают воду. Нарисовать график зависимости от времени высоты уровня воды над дном, если через 6 минут после начала заполнения аквариума вода полностью покрывает камень.

Ответ: См. рисунок.

Решение: Пока камень не окажется полностью погруженным в воду скорость подъема уровня воды будет в $\frac{4}{3}$ раза больше, чем при дальнейшем заполнении аквариума (площадь основания камня составляет $\frac{1}{4}$ от площади дна аквариума). Следовательно, от высоты 0,5 м до края аквариума уровень воды поднимается за $6 \cdot \frac{4}{3} = 8$ минут, а полное время заполнения аквариума составляет 14 мин.

