

МОШ, 2016/17, заключительный этап, 7 класс

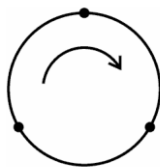
Условия

1 Прогулка по берегу и лодка

Петя прогулялся по речному берегу от деревни Петрово до деревни Васино и, нигде не задерживаясь, вернулся назад. Его скорость во время прогулки была почти постоянной и равной скорости течения реки. Одновременно с Петей тем же самым маршрутом на лодке отправился Вася. До Васино он добрался втрое быстрее Пети и тоже, не задерживаясь, вернулся на лодке в Петрово. Сколько времени плавал на лодке Вася, если прогулка Пети длилась 120 минут? Через какое время после старта мальчики встретились? Определите, в какие моменты времени после старта расстояние между мальчиками было максимальным. Скорость лодки относительно воды можно считать постоянной.

2 Три гонщика на мотовелотреке

Вова, Саша и Егор одновременно начали движение с постоянными скоростями в одном направлении (по часовой стрелке) из трех равноудаленных друг от друга точек кругового мотовелотрека.



Через некоторое время Саша, движущийся на мотоцикле с самой большой скоростью, поравнялся с Вовой и Егором, которые в тот же момент встретились в первый раз. Какая скорость V могла быть у Саши, если Егор и Вова ехали на велосипедах со скоростями $V_1 = 10$ км/ч и $V_2 = 20$ км/ч, соответственно? Известно, что скорость Саши не превышала 80 км/ч.

3 Лакированная картонная коробочка

Из листа картона с поверхностной плотностью $\sigma = 400$ г/м² склеили закрытую со всех сторон коробочку в форме прямоугольного параллелепипеда со сторонами $a = 20$ см, $b = 40$ см, $c = 60$ см. Для большей прочности коробочку равномерно покрыли снаружи толстым слоем лака с плотностью $\rho = 1500$ кг/м³. В результате масса коробочки оказалась равной $m = 1670$ г. Определите толщину h слоя лака. Шириной загибов картона при склеивании можно пренебречь.

4 Тонущие шарики в полном стакане

В стакан, до краев заполненный жидкостью, аккуратно помещают небольшой однородный шарик, который тонет и опускается на дно. В результате средняя плотность содержимого стакана становится равной $\rho_1 = 1200 \text{ кг/м}^3$. Затем в стакан добавляют еще один такой же шарик, и средняя плотность содержимого становится равной $\rho_2 = 1260 \text{ кг/м}^3$. Определите плотность ρ_0 жидкости в стакане.

5 Бег по траволаторам

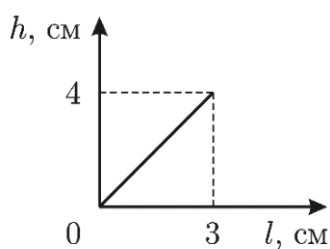
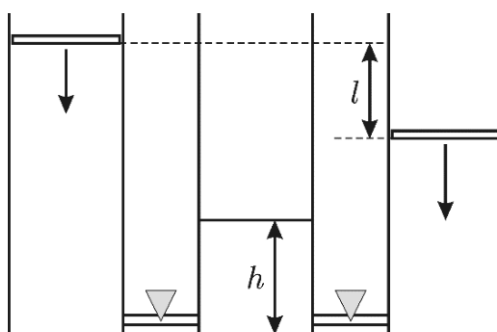
В аэропорту Шереметьево в длинном переходе между двумя терминалами есть два параллельных друг другу траволатора – горизонтально расположенных эскалатора, имеющих одинаковые длины. Школьник Вася, отправляющийся на Международную физическую олимпиаду, заметил, что первый траволатор движется, а второй – выключен, и, ожидая свой рейс, решил немного развлечься. Он начал бегать по траволаторам туда-сюда, каждый раз возвращаясь в исходную точку. В первый раз Вася пробежал туда по движущемуся траволатору, а назад – по неподвижному. Во второй раз он пробежал туда по неподвижному траволатору, а назад – по движущемуся. Разность времен движения Васи в этих первом и втором забегах составила $\Delta t_1 = 25 \text{ с}$. В третий раз Вася пробежал в обе стороны по движущемуся траволатору, а в четвертый раз – в обе стороны по неподвижному. Разность времен движения Васи в третьем и в четвертом забегах оказалась равной $\Delta t_2 = 5 \text{ с}$. Вася развивает постоянную скорость относительно траволатора, скорость движения которого также постоянна и равна $u = 1 \text{ м/с}$. Найдите скорость V Васи относительно траволатора и определите длину траволатора. Считайте, что на ускорение, торможение и на разворот Вася тратит пренебрежимо мало времени.

6 Семья спешит на остановку

Выйдя из дома, папа с дочкой Машей и сыном Ваней бегут к автобусной остановке, расстояние до которой $S = 430 \text{ м}$. Скорость Вани равна $V = 2 \text{ м/с}$, скорость Маши $2V$, а скорость папы $4V$. Если папа сажает любого из детей на шею, то его скорость уменьшается до $3V$. Двоих детей одновременно папа нести не может. Через какое минимальное время вся семья сможет оказаться на остановке? Можно считать, что посадка детей на папину шею, а также разгон и торможение происходят быстро.

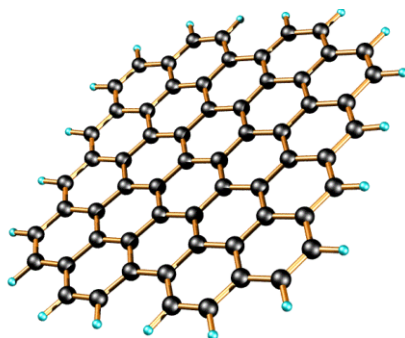
7 Три сосуда и график уровня

Три одинаковых вертикальных цилиндрических сосуда сообщаются друг с другом вблизи дна при помощи узких трубок с кранами, которые первоначально перекрыты (см. рисунок слева). В левом и правом сосудах под горизонтальными тонкими поршнями находится вода, а средний сосуд пуст. Краны одновременно открывают, и в тот же момент начинают двигать вниз оба поршня с постоянными скоростями. При этом разница уровней поршней по вертикали увеличивается со скоростью V . Пользуясь графиком зависимости высоты h уровня воды в среднем сосуде от расстояния по вертикали l между поршнями (см. рисунок справа), найдите скорость каждого из поршней.



8 Пластилиновая модель графена

Чебурашка и Гена долго строили и, наконец, построили наглядную модель графена – двумерного кристалла углерода, состоящего из ячеек в виде правильных шестиугольников, как показано на рисунке в масштабе $250.000.000 : 1$.



Количество ячеек в модели было большим, так что её площадь оказалась равной $12,5 \text{ м}^2$. Атомы углерода в модели – одинаковые пластилиновые шарики, а «связи» между «атомами» – кусочки проволоки, сделанной из медного сплава. При этом объем пластилина в каждом шарике в 9 раз больше объема каждой проволоочки, соединяющей соседние шарики.

Оцените массу этой модели графена. Плотность пластилина $\rho_{\text{плас}} = 1330 \text{ кг/м}^3$, плотность медного сплава $\rho_{\text{пров}} = 9000 \text{ кг/м}^3$. Масса проволочек, необходимых для изготовления одной-единственной ячейки графена, составляет 487 мг. Расстояние между центрами соседних атомов настоящего графена 0,142 нм (нанометр – это одна миллионная часть миллиметра). Площадь S правильного шестиугольника с длиной стороны a определяется по формуле: $S = \frac{3\sqrt{3}}{2}a^2$, где $\sqrt{3} \approx 1,7$.