

Заочный этап Всесибирской олимпиады, 2016

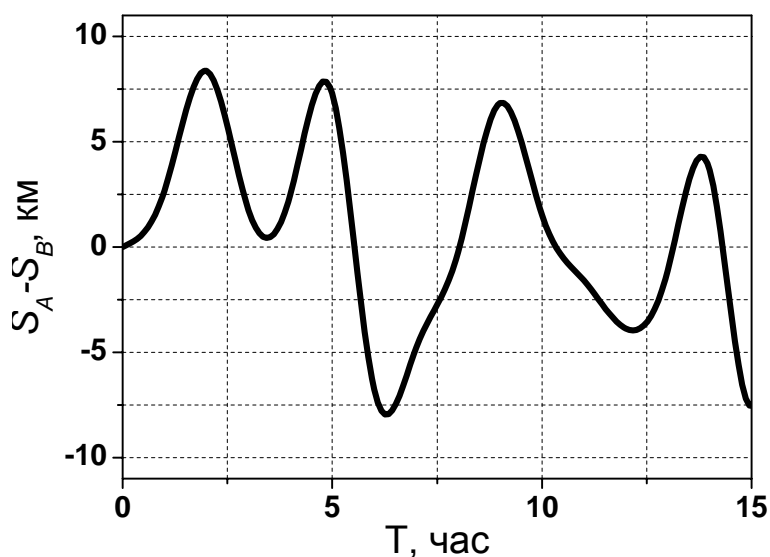
Физика

Возможные решения с баллами. Максимальный балл за задачу – 10.

7 класс

1) Гонщик А и гонщик В

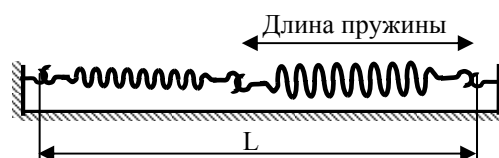
одновременно выехали с точки старта по одной и той же дороге. На графике справа показана разность расстояний, которые преодолели гонщики А и В к моменту времени T (в часах). Насколько различаются средние скорости движения гонщиков вдоль дороги за 15 часов соревнований? Сколько раз за эти 15 часов гонщик В обгонял соперника на трассе?



Решение: По определению, средняя скорость движения по пути равна отношению длины пути к времени движения (+1 балл). Как следует из приведенного графика, за 15 часов гонщик В проехал на 7.5 км больше, чем гонщик А (+1 балл), т.е. его путь за одно и тоже время был на 7.5 км длиннее (+1). Таким образом, средняя скорость гонщика В была больше примерно на 0.5 км/час (+3 балла). Момент обгона соответствует равенству $S_A = S_B$, (+1). Если гонщик В обгоняет соперника, то после этого становится $S_B > S_A$ или $S_A - S_B < 0$ (+1), а всего таких обгонов по трассе было 3 (+2 балла).

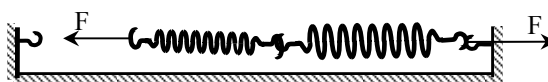
2) У гнома есть три разные легкие пружины. В недеформированном состоянии они имеют длины, равные 25 см, 15 см и 40 см. Коэффициенты жесткости пружин равны 25 Н/м, 15 Н/м и 30 Н/м, соответственно.

Гному надо сделать так, чтобы две пружины были растянуты между крюками в стенах, а концы пружин были сцеплены между собой. Расстояние между этими крюками равно $L = 150$ см. Удастся ли гному это сделать в одиночку, если максимальная сила, с которой он может натягивать пружину, равна 10 Н, но при этом гном может держаться только за одну пружину? Если да, то как ему надо поступить и какие именно пружины для этого подойдут?



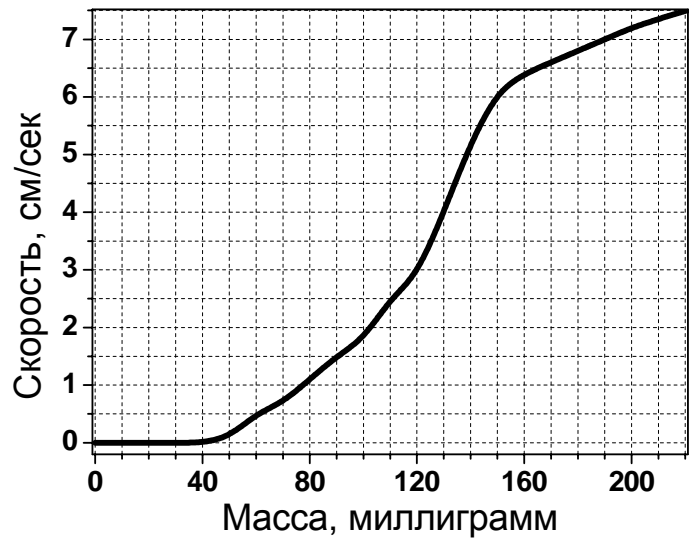
Решение: Для гнома возможен такой вариант – надо зацепить одну пружину концом за крюк в стене, присоединить последовательно следующую пружину и тянуть за ее конец в сторону второго крюка в противоположной стене (+ 3 балла).

При этом каждая из этих пружин растягивается под действием сил одинаковой величины, равной силе, которую прикладывает гном (+2, на рисунке силы, действующие между пружинами, не показаны). Непосредственный расчет для каждой из пружин дает, что под действием сил 10 Н длины пружин составят (в том же порядке, как перечислено в условии) $25 + 40 = 65$ см, $15 + 1000/15 \approx 81.7$ см и $40 + 1000/30 \approx 73.7$ см (+2 балла за такой или аналогичный расчет для всех пружин). Расчет позволяет заключить, что подходят только



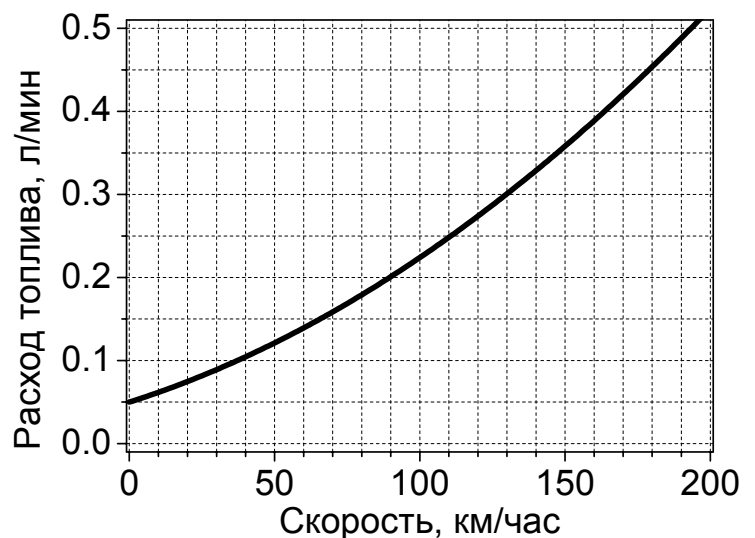
вторая и третья из перечисленных пружин (+3), так как только в этом случае две последовательно соединенные пружины удастся растянуть до длины, несколько большей, чем расстояние между крюками (150 см).

3) После небольшого дождя на оконном стекле высотой 1.5 м осталось много одинаковых неподвижных капель воды. На самом верху стекла две капли оказались рядом и они слились в одну, бóльшую каплю. Эта капля стала двигаться вниз по стеклу со скоростью 0.5 см/сек, практически не оставляя следов на стекле. Затем эта капля слилась с еще одной. Увеличившаяся капля продолжила движение вниз и т.д. Зависимость средней скорости сползания капли от ее массы приведена на графике справа. С помощью графика определите, за какое время эта капля дойдет до нижнего края стекла. Считать, что движущаяся капля встречает неподвижную каплю примерно через каждые 30 см.



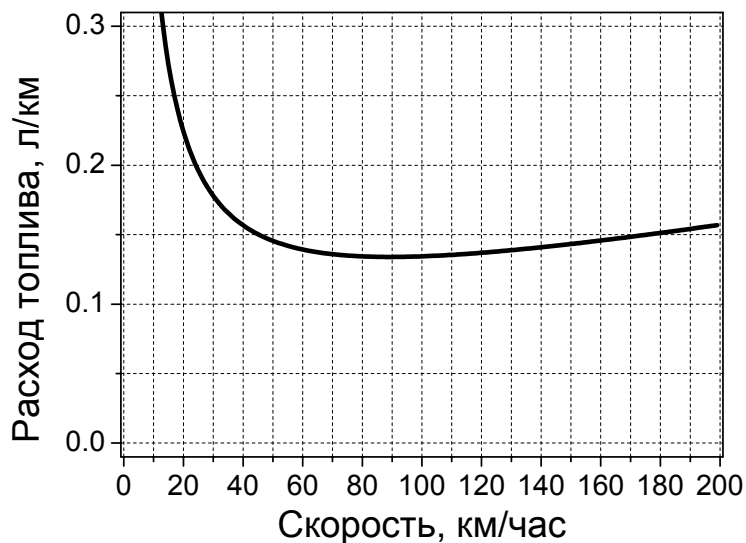
Решение: Согласно графику капля, спускающаяся со скоростью 0.5 см/сек имеет массу 60 мг (+1 балла). Это значит, что каждая неподвижная капля имеет массу 30 мг (+2), так как при слиянии массы складываются, а все капли одинаковые и на стекле воды не остается. Всего надо учесть еще 4 слияния, при которых будут получаться капли с массами 90 мг, 120 мг, 150 мг и 180 мг (+1). Капля с массой 180 мг дойдет до нижнего края (+1). По графику можно определить, что средние скорости движения этих капель будут составлять: 1.5 см/сек, 3 см/сек, 6 см/сек, 6.8 см/сек, соответственно (+ 2 балла). Время на прохождение каждого из пяти участков по 30 см будет составлять: 60 сек, 20 сек, 10 сек, 5 сек и примерно 4.4 сек, соответственно (+1). Полное время составит примерно 99 сек (+2).

4) На графике справа показано, как объем топлива, расходуемого каждую минуту работающим двигателем автомобиля, зависит от скорости движения этого автомобиля. По этим данным постройте (приблизенно) график, который показывает, как от скорости автомобиля зависит объем топлива (в литрах), которое будет израсходовано этим автомобилем за 1 км пути. С какой скоростью следует перемещаться такому автомобилю на заданное расстояние для максимальной экономии топлива? *Указание: для построения требуемого графика рассчитайте расход на километр пути для нескольких, желательно около 10, значений скорости автомобиля.*



Решение: Если при данной скорости V (км/час) двигатель расходует N литров топлива каждую минуту, то за время T (в минутах) автомобиль израсходует NT литров топлива и проедет расстояние, равное $V \cdot (T/60)$ километров (+1 балл). В приведенном выражении есть множитель 60 мин/час для того, чтобы иметь ту же размерность величин, в которой они даны на графике.

Таким образом, на каждый километр будет израсходовано $N \cdot T \cdot 60 / (V \cdot T) = 60N/V$ литров топлива (+2). Значит, надо для данного значения V найти по графику из условия величину N , а затем вычислить величину $60N/V$ и нанести на график. Требуемый график зависимости объемного расхода топлива на каждый километр показан справа.



За аккуратно выполненный и правильный график ставится +5 баллов. Минимум объемного расхода получается при скорости 90 км/час (+2 балла за точность в пределах 5 км/час).

5) Задача-эксперимент

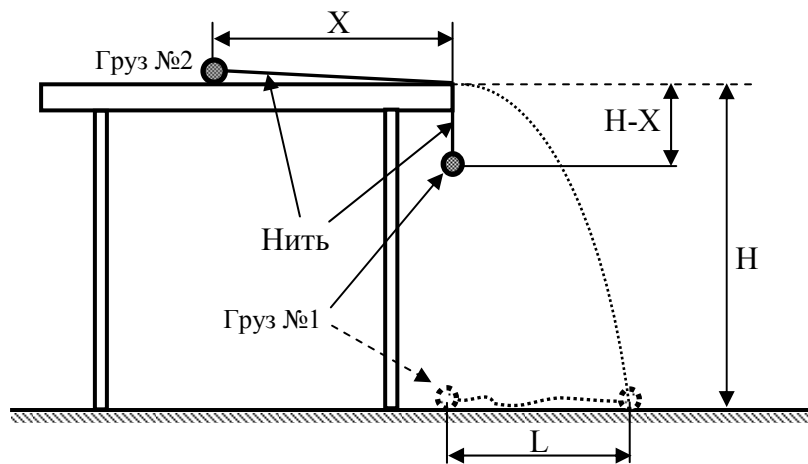
В данной задаче для *подготовки* опыта предлагается провести следующие действия:

а) Найти стол, коробку и т.п. с гладкой горизонтальной поверхностью и гладким краем. Можно сделать такую поверхность, установив горизонтально доску на удобной высоте над полом;

б) взять два одинаковых небольших, но сравнительно тяжелых груза, к которым можно привязать нитку или леску (гайки, шайбы, грузила и пр.);

в) связать эти два предмета нитью так, чтобы расстояние между грузами **было равно высоте** поверхности стола, доски и т.п. над полом;

г) удерживая грузы, расположить нить так, чтобы один груз (условно №1) свисал со стола, а груз №2 находился на столе. *Величину X расстояния, на котором груз №2 находится от края стола, надо записать в таблицу;*



Для проведения измерений:

а) Отпустить грузы и заметить место падения груза №2 (место первого касания пола). Если трение настолько велико, что грузы сами не сдвигаются с места, то можно увеличить массу первого груза. *Лучше, чтобы грузы падали на что-нибудь мягкое, что бы они далеко не отлетали;*

б) Измерить расстояние L между местами падения груза №2 и груза №1. *Записать величину L в таблицу;*

в) проделать то же самое не менее 10 раз при разных значениях X , *внося результаты измерений X и L в таблицу;*

Для анализа результатов измерений построить график зависимости $X(L)$.

Решением этой задачи считается приведение результатов измерений в виде таблицы и графика зависимости $X(L)$.

Есть ли какая-нибудь особенность в найденной зависимости?

Пример решения:

На приведенном ниже слева графике показаны результаты измерений величины X для различных L при $H=74$ см для одной серии измерений. На графике справа эти же результаты, а также результаты других измерений, показаны в несколько другом виде – они нормированы на величину H . Это означает, что на графике представлена зависимость отношения X/H от отношения L/H . Знаками « \times » показаны результаты измерений при $H=74$ см, а знаками « \circ » - при $H=30$ см. Сплошная линия – функция $X(L) = 1.01 \cdot L^2$. Она

показывает, что $\frac{X}{H} \sim \left(\frac{L}{H}\right)^2$ при разных H . Это верно, если ничего другого, кроме величины

H , не изменяется. Например, коэффициент пропорциональности, в данном случае равный 1.01, зависит от трения между грузом №2 и поверхностью, а также нитью и углом на краю. Если бы трение было бы пренебрежимо мало, то при $X < H/2$ выполнялось бы равенство

$$\frac{X}{H} = \frac{L^2}{2H^2}.$$

При $X > H/2$ зависимость оказалась бы сложнее, так как во время движения груза №2 нитка бы натянулась и изменила его движение. В условиях эксперимента, проделанном составителями задачи, трение слишком велико, чтобы этот эффект проявился на графике.

Баллы за приведенный график снижаются, если точек мало (<10) или точность измерений почему-то слишком велика.

