

**Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников по физике.
2020-21 учебный год. 8 класс. Максимальный балл – 40.**

Задача №1

«Железная» дистанция в триатлоне состоит из трёх этапов: плавание ($s_1 = 3800$ м), велосипед ($s_2 = 180$ км) и бег ($s_3 = 42,2$ км). В таблице приведены скорости двух спортсменов на каждом из этапов.

Этап	1 спортсмен	2 спортсмен
Плавание	$v_{11} = 2$ км/ч	$v_{21} = 3$ км/ч
Велосипед	$v_{12} = 30$ км/ч	$v_{22} = 25$ км/ч
Бег	$v_{13} = 10$ км/ч	$v_{23} = 15$ км/ч

Используя данные, представленные в таблице, определите:

- какой из спортсменов финиширует раньше;
- сколько раз за время гонки (не считая старта) спортсмены будут находиться на одинаковом расстоянии от финиша;
- среднюю скорость спортсменов до момента первой встречи (не считая старта).

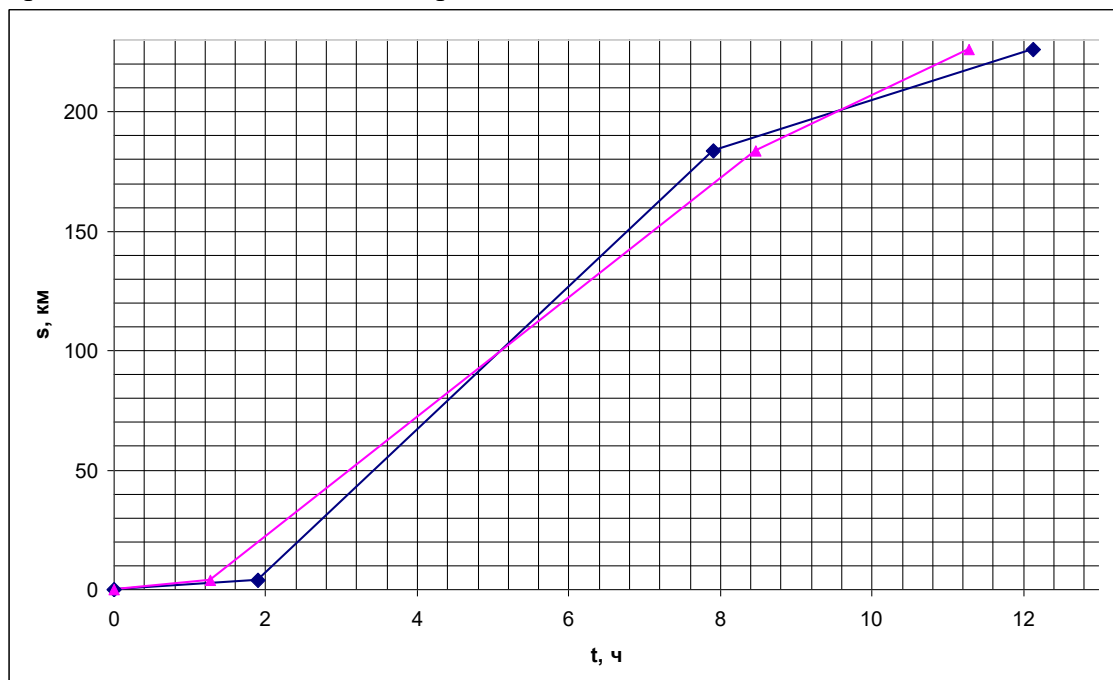
Спортсмены стартуют одновременно.

Автор: Сорокин Антон Петрович

Возможное решение

Для ответа на первый вопрос задачи найдём время, за которое каждый из спортсменов преодолеет три этапа. Первый спортсмен преодолеет всю дистанцию за время $t_1 = \frac{s_1}{v_{11}} + \frac{s_2}{v_{12}} + \frac{s_3}{v_{13}}$ (1), численно $t_1 = 12,12$ ч. Второй – за время $t_2 = \frac{s_1}{v_{21}} + \frac{s_2}{v_{22}} + \frac{s_3}{v_{23}}$ (2), численно $t_2 = 11,28$ ч. Следовательно, раньше финиширует второй спортсмен (3).

Для ответа на второй вопрос задачи можно построить график зависимости s от t для двух спортсменов в одной системе координат (4).



По графику можно сделать вывод, что спортсмены дважды находились на одинаковом расстоянии от старта, а следовательно, и от финиша (5).

Аналогичный вывод можно сделать, если посчитать время завершения каждого этапа каждым из спортсменов. Если какой-то этап один спортсмен начинает раньше, а заканчивает позже второго, значит на этом этапе спортсмены догнали друг друга.

Для ответа на третий вопрос задачи найдём на графике координаты точки момента первой встречи.

До момента первой встречи спортсмены двигались одинаковое время $t_B = \frac{s_1}{v_{11}} + \frac{s_x}{v_{12}} = \frac{s_1}{v_{21}} + \frac{s_x}{v_{22}}$ (6), откуда $s_x = 95,0$ км, а расстояние, пройденное до встречи, $s_6 = s_1 + s_x = 98,8$ км, а время $t_B = 304$ мин. Средняя скорость спортсменов до момента первой встречи $v_{cp} = \frac{s_B}{t_B}$ (7), численно $v_{cp} = 19,5$ км/ч.

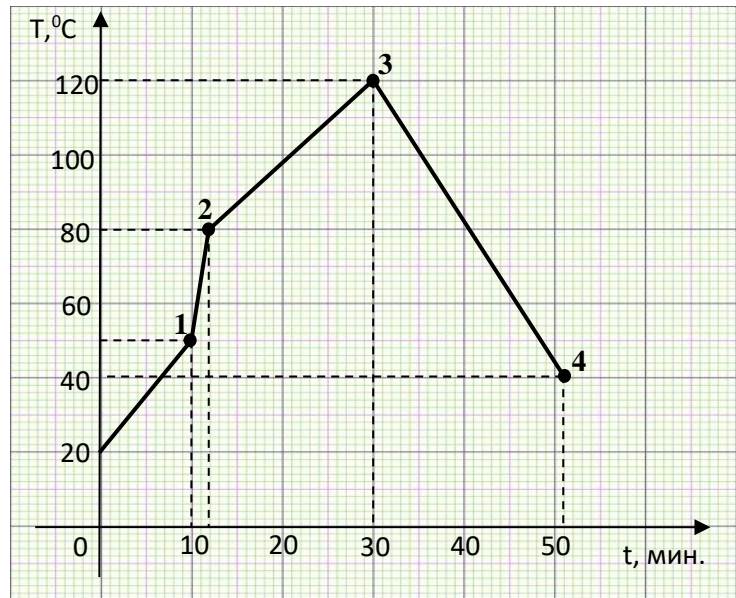
Критерии оценивания

№	Пункт	Баллы
1	Найдено время движения первого спортсмена (1)	1 балл
2	Найдено время движения второго спортсмена (2)	1 балл
3	Сделан вывод (3)	2 балла
4	Построен график (4) или сделаны аналогичные рассуждения	2 балла
5	Сделан вывод (5)	1 балла
6	Формула (6) или аналогичные рассуждения	2 балла
7	Формула (7) или ответ	1 балла

Задача №2

Для изготовления некоторых металлических деталей необходимо соблюдать следующую технологию: сначала быстрое охлаждение, затем медленный нагрев, а в конце медленное охлаждение. Для такой технологии была создана установка, представляющая собой теплоизолированный сосуд, в котором находятся нагреватель и охладитель. Эти устройства можно включать и выключать в нужный момент времени независимо друг от друга. Также в сосуде находится датчик, измеряющий температуру содержимого сосуда в режиме реального времени. По данным этого датчика был построен график, показанный на рисунке.

В момент включения нагревателя $t_0 = 0$ мин. в сосуде находилось $m = 5$ кг специального машинного масла с удельной теплоёмкостью $c_m = 1668 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$ при начальной температуре T_0 . В момент времени t_1 , когда температура масла была равна $T_2 = 50^\circ\text{C}$, нагреватель выключили и положили в сосуд металлическую деталь. К моменту времени $t_2 = 12$ мин. в сосуде установилось тепловое равновесие при температуре T_2 и тогда снова включили нагреватель. Когда содержимое сосуда нагрелось до температуры T_3 , в момент времени t_3 в сосуде включили охладитель (нагреватель при этом остался включённым). Датчик показал, что содержимое сосуда достигло температуры T_4 в момент времени $t_4 = 50,85$ мин.



Датчик показал, что содержимое сосуда достигло температуры T_4 в момент времени $t_4 = 50,85$ мин.

Вопрос №1: Чему равна мощность нагревателя?

Вопрос №2: Чему равна теплоёмкость детали C ? Теплоёмкостью тела называется произведение удельной теплоёмкости вещества на массу тела.

Вопрос №3: Какова была начальная температура детали, когда её положили в сосуд? Ответ округлите до десятых.

Вопрос №4: Чему равна мощность охладителя?

Автор: Порошин Олег Владимирович

Возможное решение.

Ответ на вопрос №1.

Так как сосуд теплоизолированный, тогда всё тепло от нагревателя идёт на нагрев масла. $N_H t_1 = c_m m (T_1 - T_0)$. Отсюда выражаем мощность нагревателя, подставляем время в секундах и получаем:

$$N_H = \frac{c_m m (T_1 - T_0)}{t_1} = 417 \text{ Вт}$$

Ответ на вопрос №2.

Для ответа на второй вопрос нужно рассмотреть участок 2-3. На этом участке нагреватель греет уже и масло, и деталь: $N_H (t_3 - t_2) = c_m m (T_3 - T_2) + C (T_3 - T_2)$.

Здесь C – теплоёмкость детали. Выражая искомую величину, получаем:

$$C = \frac{N_H (t_3 - t_2)}{(T_3 - T_2)} - c_m m = 2919 \frac{\text{Дж}}{^\circ\text{C}}$$

Ответ на вопрос №3.

Для ответа на третий вопрос нужно рассмотреть участок 1-2. На этом участке нагреватель не работает, сосуд теплоизолирован, теплообмен идёт между маслом и деталью. Можем записать уравнение теплового баланса.

$c_m m(T_2 - T_1) + C(T_2 - T_d) = 0$, Здесь T_d – начальная температура детали. Выражаем искомую температуру: $T_d = T_2 + \frac{c_m m(T_2 - T_1)}{C} = 165,7 \text{ }^\circ\text{C}$

Ответ на вопрос №4.

Для ответа на последний вопрос нужно рассмотреть участок 3-4. На этом участке одновременно работают и нагреватель и холодильник, поэтому результирующее изменение внутренней энергии масла и детали равно разнице работы нагревателя и холодильника, которые они совершили на последнем промежутке времени.

$$N_H(t_4 - t_3) - N_X(t_4 - t_3) = c_m m(T_4 - T_3) + C(T_4 - T_3)$$

Тогда: $N_X = N_H - \frac{(c_m m + C)(T_4 - T_3)}{(t_4 - t_3)} = 1137 \text{ Вт}$

Критерии оценивания

1. Правильный ответ на первый вопрос – 2 балла
(1 балл за правильную формулу; 1 балл за правильный ответ)
2. Правильный ответ на второй вопрос – 2 балла
(1 балл за правильную формулу; 1 балл за правильный ответ)
3. Правильный ответ на третий вопрос – 3 балла
(1 балл за запись уравнения теплового баланса; 1 балл за правильную конечную формулу; 1 балл за правильный ответ)
4. Правильный ответ на четвёртый вопрос – 3 балла
(1 балл за запись уравнения учёта распределения тепла; 1 балл за правильную конечную формулу; 1 балл за правильный ответ)

Задача №3

Вася ремонтировал старый мотоцикл и ему потребовалось отвернуть заржавевшую гайку. Для этого Вася мог использовать два гаечных ключа: один - длиной 175 мм, а другой - длиной 250 мм. Усилие, которое Вася может приложить к ключу, составляет 400 Н. Необходимый момент для откручивания гайки равен 100 Нм.

1) Сможет ли Вася открутить гайку с помощью маленького ключа?

2) А с помощью большого?

3) На сколько сантиметров должен «удлинить» большой гаечный ключ младший брат Васи Петя, чтобы открутить эту гайку? «Удлинение» ключа происходит за счет надевания на него трубы. Усилие, которое может приложить Петя, составляет 150 Н.

Автор: Сухова Ольга Радиевна

Возможное решение

Гаечный ключ является рычагом. Для страгивания заржавевшей гайки Вася должен приложить момент сил больший или равный моменту, необходимому для откручивания.

1 способ рассуждений.

$M_{Васи} = F_{Васи} \cdot L_{ключа}$ по правилу равенства моментов $M_{откр} = M_{Васи} = F_{Васи} \cdot L_{ключа}$, откуда минимальная необходимая длина гаечного ключа $L_{ключа} = 100 \text{ Нм} / 400 \text{ Н} = 250 \text{ мм}$

2 способ рассуждений.

Момент силы, который может создать Вася с помощью первого ключа, составляет $M_{Васи} = F_{Васи} \cdot L_{ключа} = 70 \text{ Нм}$, что меньше 100 Нм.

С помощью второго ключа Вася создает достаточный момент, равный 100 Нм.

Для нахождения длины «удлиненного» ключа запишем правило моментов: $M_{откр} = F_{Пети} \cdot L_{кл}$, найденная отсюда длина ключа составляет 67 см, значит ключ придется удлинить на $67 - 25 = 42 \text{ см}$.

Критерии оценивания

Указано, что гаечный ключ – рычаг	1 балл
Записано правило моментов в общем виде	1 балл
Выполнена проверка первого ключа	1 балл
Сделан правильный вывод – первый ключ не подойдет	1 балл
Выполнена проверка второго ключа	1 балл
Сделан правильный вывод – второй ключ подойдет	1 балл
Рассчитана длина «удлиненного» ключа	2 балла
Получен ответ на последний вопрос – 42 см.	2 балла

Задача №4

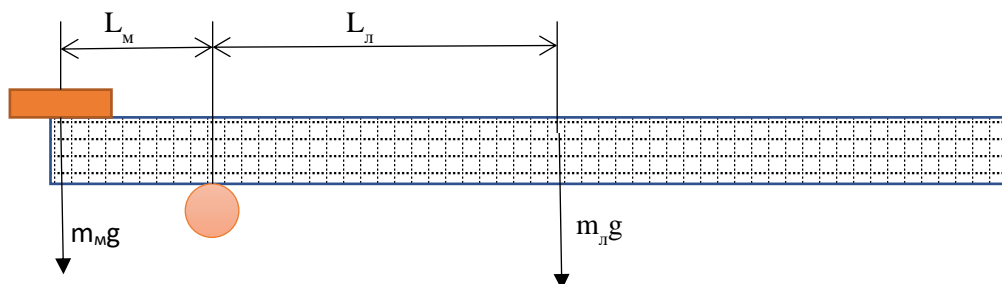
С помощью предложенного оборудования определите массу монетки. Считайте, что масса выданного вам тетрадного листа равна 2,0 г.

Оборудование: тетрадный лист в клетку (формата А5), монетка номиналом 50 копеек.

Автор: Карманов Максим Леонидович

Возможно решение

Сложив тетрадный лист «гормошкой» вдоль длинной стороны получим массивный рычаг. На один конец рычага положим монетку и уравновесим рычаг на пальце. Сила тяжести листа приложена к его центру.



Запишем условие равновесия рычага: $m_M g L_M = m_L g L_L$

Из него получаем $m_L = m_M \frac{L_M}{L_L}$

Отношение плеч можно найти посчитав количество клеточек.

Для увеличения точности измерений проведем опыт не менее 3 раз, размещая монетку на разных концах рычага, затем усредним результаты измерений.

Численный ответ зависит от выданного оборудования.

Критерии оценивания

1	Предложен способ, позволяющий получить ответ	2 балла
2	Из решения однозначно понятно какие опыты проводил учащийся (не нужно додумывать за него)	1 балл
3	Приведено теоретическое обоснование для выбранного метода. (С помощью формул или логических умозаключений показано как ответить на вопрос о сравнении площадей)	3 балла
4	Представлены правдоподобные результаты измерений (опытов)	1 балл
5	Сделана серия не менее, чем из 3 опытов с последующим усреднением результатов.	1 балл
6	Получен правильный результат (Баллы за результат ставятся только при наличии разумного способа и адекватных измерений).	2 балла

Требования к оборудованию:

Состав комплекта на 1 школьника:

- 1) Тетрадный лист в клетку формата А5
- 2) Монетка номиналом 50 копеек