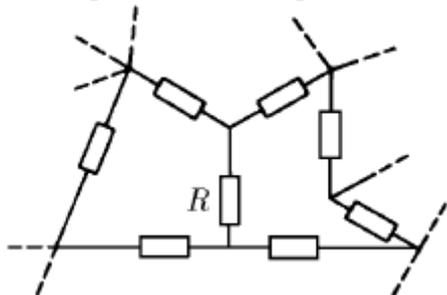


1. «Псевдоэксперимент»

Ульяна собрала участок схемы, который состоит из неизвестных сопротивлений. Как, имея амперметры, вольтметр, идеальную батарею и соединительные провода, Ульяне измерить сопротивление R , не разрывая ни одного контакта в схеме? Присоединять приборы и провода можно ко всем узлам. Рассчитайте по полученной схеме показания вольтметра и амперметров, если батарея выдаёт напряжение 4 В, а $R=10$ Ом.



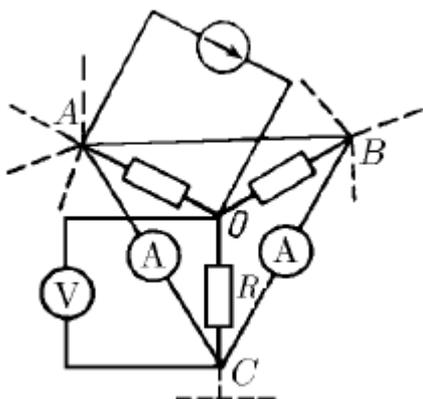
Возможное решение:

1) Присоединим вольтметр параллельно к резистору, источник к узлам А и О. Узлы А и В закоротим, а между узлами А и С; А и В поставим два амперметра.

2) Тогда $R = \frac{U_V}{I_{AC} + I_{BC}}$. Напряжение на вольтметре в текущей схеме будет равно показаниям источника.

3) Поскольку амперметры идеальные, их показания в текущей схеме будут одинаковы и равны

$$I_{AC} = \frac{U_V}{2R} = \frac{4 \text{ В}}{20 \text{ Ом}} = 0,2 \text{ А.}$$



Система оценивания задачи:

1) Изображена правильная схема, позволяющая измерить сопротивление – **5 баллов**

2) Получена формула расчёта сопротивления – **2 балла**

3) Рассчитано показание вольтметра – **2 балла**

4) Рассчитаны показания амперметров – **1 балл**

Максимальный балл за полное решение – 10 баллов

2. «Обгон»

Серёжа движется на автомобиле по прямому шоссе со скоростью $v_0 = 72 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Начиная обгон, Серёжа разгоняется с постоянным ускорением. Найдите модуль скорости автомобиля через время $t = 10$ с разгона, если за последние полторы секунды обгона он прошёл путь $s = 58$ м. Определите также модуль ускорения a автомобиля.

Возможное решение:

- 1) Скорость от времени зависит так: $v = v_0 + at$, тогда скорость автомобиля через $t_1 = 8,5$ с будет равна $v_1 = v_0 + at_1$
- 2) $s = v_1 * (t - t_1) + \frac{a(t-t_1)^2}{2} = v_0(t - t_1) + at_1(t - t_1) + \frac{a(t-t_1)^2}{2}$
- 3) $a = \frac{(s-v_0*(t-t_1))}{t_1(t-t_1)+\frac{(t-t_1)^2}{2}} = 2 \frac{м}{с^2}$
- 4) $v = v_0 + at = 40 \frac{м}{с}$

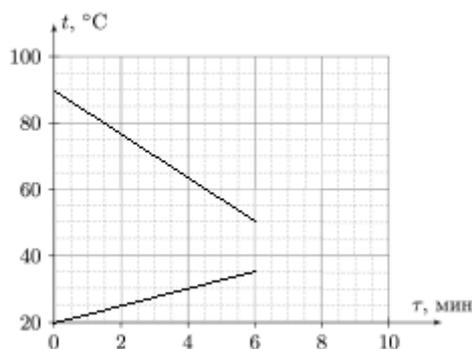
Система оценивания задачи:

- 1) Записано уравнение скорости от времени из пункта 1 – **2 балла**
- 2) Записано уравнение из пункта 2 в конечном виде – **3 балла**
- 3) Выражено и найдено значение ускорения – **3 балла**
- 4) Найдена конечная скорость – **2 балла**

Максимальный балл за полное решение – 10 баллов

3. «Изоляция»

Вася хотел «убить двух зайцев одним выстрелом» и положил только что изготовленное рагу в калориметр с остывшим рагу. Тем самым он хотел охладить готовое блюдо и согреть блюдо, которое некоторое время пролежало на столе, пока Вася готовил. Найдите соотношение масс блюд. Теплоёмкостью калориметра пренебречь.



Возможное решение:

Как видно из графика, в калориметре происходит два термодинамических процесса: остывание нагретого блюда и нагревание холодного. Пренебрегая потерями тепла в калориметре, будем считать теплоты этих процессов одинаковыми.

Тогда имеется возможность найти искомое отношение масс. В самом деле, количество теплоты, выделившееся за 6 минут при остывании нагретого блюда и полученное при нагревании холодным блюдом равны соответственно:

$$Q_1 = cm_1 * 60^\circ\text{C}$$

$$Q_2 = cm_2 * 15^\circ\text{C}$$

Отсюда находим соотношение масс: $\frac{m_2}{m_1} = 4$.

Система оценивания задачи:

Сказано, что систему можно считать замкнутой, из-за чего $Q_1 = Q_2$ – **3 балла**

Показан расчёт Q_1 – **2 балла**

Показан расчёт Q_2 – **2 балла**

Найдено соотношение масс – **3 балла**

Максимальный балл за полное решение – 10 баллов

4. «Три товарища»

Расстояние от Всеволожска до центра Санкт-Петербурга по Дороге Жизни 24 км. Два товарища – Дима и Коля – должны добраться до Всеволожска из Санкт-Петербурга, а третий, Гена – из Всеволожска в Санкт-Петербург. На троих у них один велосипед, первоначально находящийся у Коли. Каждый товарищ пешком идёт со скоростью не большей 6 км/ч, а едет на велосипеде со скоростью не более 18 км/ч. Замок для велосипеда Коля ещё не успел купить, поэтому велосипед всегда должен быть под присмотром. Придумайте способ, при котором все трое смогут оказаться в пункте назначения через 2 часа 40 мин? Велосипед одноместный.

Возможное решение:

Если на велосипеде будет ехать только один, то общее время на путь будет равно $\frac{24 \text{ км}}{\frac{6 \text{ км}}{\text{ч}}} = 4 \text{ часа}$.

Чтобы успеть, товарищам необходимо тратить на дорогу как можно меньше времени.

Для того, чтобы прийти за наименьшее время, все должны прийти одновременно.

В течение часа все движутся с максимальной скоростью (Коля – на велосипеде).

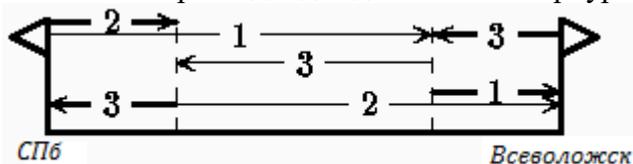
Через час Коля (на рисунке обозначен цифрой 1) и Гена (на рисунке обозначен цифрой 3) встречаются, и Коля передаёт велосипед Гене.

В этот момент Дима (на рисунке обозначен цифрой 2), прошедший 6 км, останавливается и дожидается Гену. Коля в это время тоже отдыхает.

Гена за 37,5 мин проезжает 10 км, отделяющие его от Димы и передаёт ему велосипед.

После этого Дима доезжает, а Коля доходит до Всеволожска за час.

Гена за это время дойдёт до Санкт-Петербурга. Всего с начала движения прошло 2 часа 37,5 минут.



Система оценивания задачи:

Показано, что для того, чтобы успеть, велосипедом должны делиться – **2 балла**

Показано, что все должны прийти одновременно – **2 балла**

Показан алгоритм движения Коли – **2 балла**

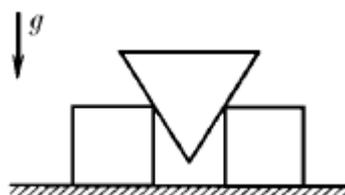
Показан алгоритм движения Гены – **2 балла**

Показан алгоритм движения Димы – **2 балла**

Максимальный балл за полное решение – 10 баллов

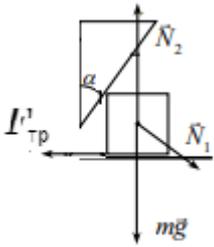
5. «Баланс»

Между одинаковыми кубиками, лежащими на полу, мальчик поставил гладкий клин такой же массы с равносторонним треугольником в разрезе. При каком коэффициенте трения о пол кубики начнут разъезжаться?



Возможное решение:

На правый и левый кубик со стороны клина будет действовать сила N_1 и N'_1 соответственно нормально поверхности клина. Помимо этих сил на кубики будут действовать сила тяжести, сила нормальной реакции опоры и сила трения против их движения. Картинка для одного кубика, в целом, будет выглядеть так:



Пусть вся система находится в равновесии, а сила трения покоя максимальна.

Тогда второй закон Ньютона в проекции на вертикальную ось oy и горизонтальную ось ox :

$$N_1 * \cos\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) + mg - N_2 = 0$$

$$N_1 * \sin\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) - F_{\text{тр}} = 0$$

Максимальная сила трения покоя будет по величине примерно равна силе трения скольжения:

$$F_{\text{тр}} = \mu N_2$$

А из равновесия клина следует, что $mg = 2N_1 * \cos\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) \Rightarrow N_1 = \frac{mg}{2\cos\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right)}$; $F_{\text{тр}} = \frac{3}{2} \mu mg$.

Решая систему уравнений, получим условие покоя системы: $\mu = \frac{\text{tg}\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right)}{3}$. По условию $\alpha = 30^\circ$.

Тогда чтобы система пришла в движение: $\mu < \frac{1}{\sqrt{3}}$.

Система оценивания задачи:

Показаны силы, действующие со стороны клина на кубики – **1 балл**

Верно записан второй закон Ньютона – **3 балла**

Записано условие равенства трения покоя трению скольжения – **1 балл**

Записано условие равновесия клина – **2 балла**

Найдено условие начала движения – **3 балла**

Максимальный балл за полное решение – 10 баллов