Так как автомобиль движется с постоянной скоростью, величина $1/v$ может принимать только те значения, которые встречаются и в первой, и во второй последовательности чисел, т.е.

$$\frac{1}{v} = (0{,}05\,;\ 0{,}11;\ \ldots)\ \text{с/м}.$$

По условию задачи $v > 40$ км/ч $\approx 11{,}1$ м/с, или $1/v <$ $< 0{,}09$ с/м. Таким образом, из набора возможных значений $1/v$ условию задачи удовлетворяет единственное: $1/v =$ $= 0{,}05$ с/м. Отсюда $v = 20$ м/с $= 72$ км/ч.

2. Так как спирт сгорает с постоянной скоростью, количество теплоты, переданное системе, прямо пропорционально времени нагрева. Из графика в условии задачи следует, что в течение первых 60 секунд стакан и жидкость нагревались, затем в течение 120 секунд жидкость кипела и испарялась, и, наконец, в последние 40 секунд нагревался лишь пустой стакан. Составив уравнение теплового баланса для каждого промежутка времени, найдем

$$L_{ж} = \frac{\mu q \Delta t_2}{m} = 891\,\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}, \quad c_{ж} = \frac{\mu q(\Delta t_1 - \Delta t_3)}{m\Delta T_3} = 2475\,\frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot{}^\circ\text{C}}.$$

9 класс

1. При движении шарика в жидкости на него действуют сила тяжести, сила Архимеда и сила вязкого трения. Две первые силы являются объемными. Это значит, что их сумма пропорциональна разности $|\rho - \rho_{ж}|$ (здесь ρ – плотность шарика) и объему шарика, т.е. кубу его диаметра d. Третья сила пропорциональна произведению vd^n, где v – скорость шарика, n – неизвестный показатель степени. При движении с постоянной скоростью сумма сил тяжести и Архимеда равна силе вязкого трения. Тогда для дробинки диаметром d_1 запишем

$$A(\rho_{д} - \rho_{ж})d_1^3 = Bd_1^n v_1,$$

или

$$v_1 = \frac{A}{B}\cdot 7\rho_{ж} d_1^{3-n}.$$

Аналогично, для дробинки диаметром d_2 имеем

$$v_2 = \frac{A}{B}\cdot 7\rho_{ж} d_2^{3-n} = \frac{A}{B}\cdot 7\rho_{ж} d_1^{3-n}\cdot 2^{3-n} = 4v_1 = \frac{A}{B}\cdot 7\rho_{ж} d_1^{3-n}\cdot 2^2.$$

Отсюда получаем

$$2^{3-n} = 2^2, \text{ и } n = 1.$$

Теперь можно найти скорость, с которой всплывет пузырек воздуха (массой воздуха пренебрегаем):

$$v_3 = \frac{A}{B}\cdot \rho_{ж} d_3^{3-n} = \frac{A}{B}\cdot \rho_{ж} d_3^2 = \frac{1}{7}\frac{A}{B}\cdot 7\rho_{ж} d_1^2 \cdot 1{,}5^2 = \frac{2{,}25}{7}v_1 \approx 0{,}32 v_1.$$

2. Из условия задачи вытекает, что никакие две клеммы не могут быть подключены только к батарейке (иначе бы амперметр при подключении к этим клеммам зашкаливало); никакие две клеммы не могут быть соединены друг с другом только соединительным проводом (иначе бы два тока из трех совпадали); если схема состоит из нескольких отдельных частей, то все три клеммы должны быть подключены к той ее части, которая содержит батарейку. Рассмотрев все возможные схемы «черного ящика», получаем, что величины сопротивлений могут быть равны $R_1 = R_2 = \dfrac{\mathcal{E}}{2I}$, когда батарейка и сопротивления соединены последовательно, или $R_1 = \dfrac{\mathcal{E}}{2I}$ и $R_2 = \dfrac{\mathcal{E}}{I}$, когда батарейка и сопротивления соединены «звездой» (рис.12).

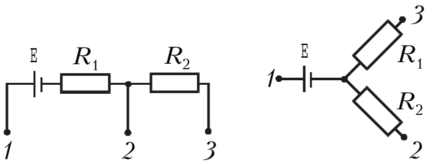

Рис. 12

10 класс

1. Пусть сетка состоит из N радиальных нитей, а жесткость каждой из них равна k. При смещении центра сетки вниз на $\Delta x \ll R$ сила упругости F, действующая со стороны сетки на гимнаста, направлена вертикально вверх (в силу центральной симметрии) и равна

$$F = NF_1\sin\alpha \approx NF_1\frac{\Delta x}{R} = Nk\left(\sqrt{R^2 + (\Delta x)^2} - R\right)\frac{\Delta x}{R} \approx \frac{Nk(\Delta x)^3}{2R^2},$$

где F_1 – сила упругости, действующая на гимнаста со стороны каждой из нитей. Из условия известно, что, когда гимнаст лежит в центре сетки неподвижно, она прогибается на величину l, при этом действующая на гимнаста сила тяжести mg уравновешивается силой F:

$$mg = \frac{Nkl^3}{2R^2}.$$

Рассмотрим теперь падение гимнаста с высоты H. Перед падением его потенциальная энергия (относительно уровня ненатянутой сетки) была равна mgH. В момент максимального прогиба сетки она складывалась из энергии в поле силы тяжести $-mgL$ (она отрицательна) и энергии упругой деформации сетки

$$\frac{Nk}{2}\left(\sqrt{R^2 + L^2} - R\right)^2 \approx \frac{NkL^4}{8R^2}.$$

Из закона сохранения механической энергии получаем

$$mgH = -mgL + \frac{NkL^4}{8R^2},$$

откуда находим

$$H = \frac{L^4}{4l^3} - L.$$

2. Пусть искомый заряд на одном из шариков положителен и равен q (тогда, ввиду одинаковости шариков, заряд на втором шарике равен $-q$). Окружим шарик воображаемой концентрической сферической поверхностью радиусом $r + \Delta r$ (где $\Delta r \ll r$) и найдем напряжение ΔU между ней и поверхностью шарика:

$$\Delta U = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{\varepsilon r^2}\Delta r.$$

Сопротивление среды, находящейся между этими поверхностями, равно

$$\Delta R = \rho\frac{\Delta r}{4\pi r^2},$$

значит, сила тока, текущего между рассматриваемыми поверхностями, равна

$$I = \frac{\Delta U}{\Delta R} = \frac{q}{\varepsilon\varepsilon_0\rho}.$$

Так как по условию задачи заряд на шарике является установившимся, найденная величина I представляет собой силу тока, текущего во всей цепи.

Найдем теперь разность потенциалов между поверхностями шариков. С одной стороны, она равна

$$\Delta\varphi = \frac{q}{2\pi\varepsilon\varepsilon_0 r},$$

с другой стороны –

$$\Delta\varphi = \mathcal{E} - IR.$$

Отсюда получаем уравнение

$$\frac{q}{2\pi\varepsilon\varepsilon_0 r} = \mathcal{E} - \frac{qR}{\varepsilon\varepsilon_0\rho},$$

решая которое, находим величину заряда :

$$q = \frac{2\pi r\rho\varepsilon\varepsilon_0\mathcal{E}}{\rho + 2\pi r R}.$$