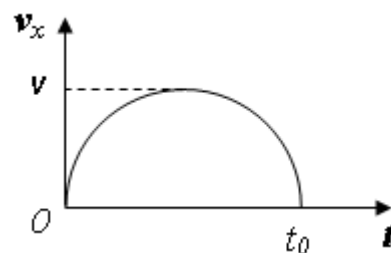


**Второй (заключительный) этап олимпиады школьников**  
**«Шаг в будущее» для 8-10 классов по общеобразовательному предмету**  
**«Физика», 9 класс, весна 2018 г.**

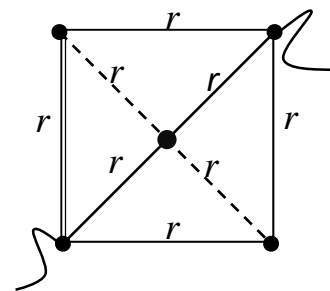
**Вариант №16**

1. Гонщик, испытывая свой автомобиль перед соревнованиями, разработал собственную систему тренировок. Автомобиль должен был проходить участки трассы, разделенной на сто одинаковых частей, таким образом, чтобы время затраченное на каждый участок соотносилось как 1: 2: 3: 4: ... :100. Найдите среднюю скорость движения гонщика на всей трассе по отношению к максимальной скорости движения. Все величины, приведенные в задаче, измеряются в системе СИ

2. Тело движется прямолинейно вдоль оси  $x$ . График зависимости проекции скорости движения тела от времени имеет вид полуокружности, причем максимальное значение скорости равно  $v = 5 \text{ м/с}$ . Найдите пройденный путь  $S$ , если время движения равно  $t_0 = 6 \text{ с}$ .



3. Сопротивление каждого проводника в цепи равно  $r = 60 \text{ Ом}$ . Как изменится полное сопротивление цепи, если сопротивление одной из диагоналей, обозначенной на рисунке, увеличить до бесконечности.



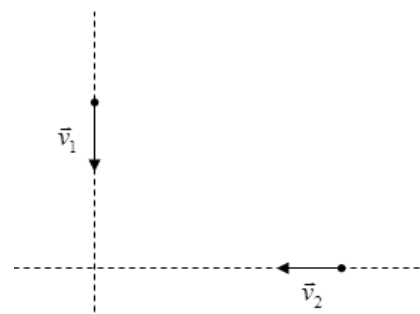
4. В маленькой стране Бакардии есть собственная традиция заваривания теплого чая, температурой  $t = 45^\circ \text{ С}$ . Для такой церемонии используют уникальный чайник с теплоемкостью стенок  $C = 420 \text{ Дж/К}$ . В такой чайник последовательно наливают порции воды объемом 100 мл каждая, причем первая порция должна иметь температуру  $t_1 = 10^\circ \text{ С}$ , а каждая последующая на  $10^\circ \text{ С}$  больше. Какого объема чайник используют для заваривания чая?

Теплообменом с внешней средой пренебречь, удельная теплоемкость воды  $c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ ,

начальная температура стенок чайника  $t_0 = 25^\circ \text{ С}$ .

5. Два автомобиля движутся равномерно к перекрестку, как показано на рисунке. В начальный момент времени первый автомобиль находится на расстоянии 50 м, а второй на расстоянии – 80 м, а их скорости  $v_1 = 50 \text{ км/ч}$  и  $v_2 = 100 \text{ км/ч}$ , соответственно.

Найдите наименьшее расстояние между ними.



### Решение варианта №16

1. Гонщик, испытывая свой автомобиль перед соревнованиями, разработал собственную систему тренировок. Автомобиль должен был проходить участки трассы, разделенной на сто одинаковых частей, таким образом, чтобы время затраченное на каждый участок соотносилось как 1: 2: 3: 4: ... :100. Найдите среднюю скорость движения гонщика на всей трассе по отношению к максимальной скорости движения. Все величины, приведенные в задаче, измеряются в системе СИ

**Решение:**

$$v_{cp} = \frac{S_0}{t_0} = \frac{vt + \frac{v}{2} \cdot 2t + \frac{v}{3} \cdot 3t + \dots + \frac{v}{100} \cdot 100t}{t + 2t + 3t + \dots + 100t} = \frac{100vt}{t + 2t + 3t + \dots + 100t} = v \cdot \frac{100}{(1 + 2 + 3 + \dots + 100)}$$

Найдем сумму  $1 + 2 + 3 + \dots + 100$

$$1 + 2 + \dots + 98 + 99 + 100 = 1 + 2 + \dots + (100 - 2) + (100 - 1) + 100 = 49 \cdot 100 + 50 + 100 = 5050$$

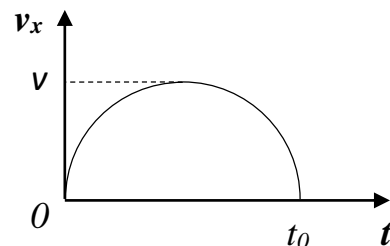
$$\Rightarrow v_{cp} = v \frac{100}{5050} \Rightarrow \frac{v_{cp}}{v} \approx 0,02$$

**Ответ:** 0,02

#### Критерии оценивания задачи 1

	Решение содержит следующие верные элементы решения. Баллы за каждый верный элемент решения суммируются.	Баллы. (Мак. балл за элемент решения ставится, когда он сделан верно и полно.)
1	Записана формула средней путевой скорости	1 — 5
2	Из равенства участков трассы получено соотношение скоростей	1 — 5
3	Применен метод Гаусса для нахождения суммы элементов	1 — 5
4	Выполнены необходимые преобразования и получен ответ	1 — 5

2. Тело движется прямолинейно вдоль оси  $x$ . График зависимости проекции скорости движения тела от времени имеет вид полуокружности, причем максимальное значение скорости равно  $v = 5 \text{ м/с}$ . Найдите пройденный путь  $S$ , если время движения равно  $t_0 = 6 \text{ с}$ .



**Решение:**

Пройденный путь найдем, как площадь под графиком функции скорости.

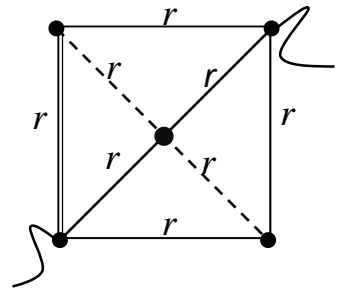
$$S = \frac{\pi r^2}{2} = \frac{\pi v(t_0/2)}{2} = \frac{\pi v t_0}{4} = 23,55 \text{ м}$$

**Ответ:** 23,55 м

### Критерии оценивания задачи 2.

	Решение содержит следующие верные элементы решения. Баллы за каждый верный элемент решения суммируются.	Баллы. (Мак. балл за элемент решения ставится, когда он сделан верно и полно.)
1	Определено, что путь – это площадь под графиком $v(t)$	1 — 5
2	Записано математическое выражение для площади полуокружности	1 — 5
3	Выполнены верные преобразования, учитывая размерность	1 — 5
4	Получен верный численный ответ	1 — 5

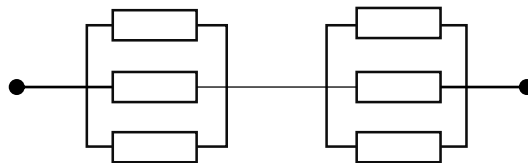
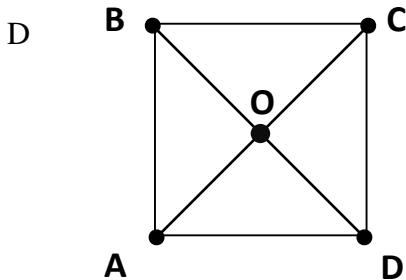
3. Сопротивление каждого проводника в цепи равно  $r = 60 \text{ Ом}$ . Как изменится полное сопротивление цепи, если сопротивление одной из диагоналей, обозначенной на рисунке, увеличить до бесконечности.



**Решение:**

1. Потенциалы точек В, О,

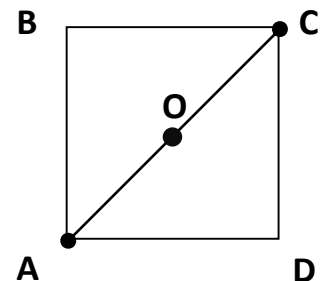
одинаковы, следовательно схему можно преобразовать.



$$R_{AC1} = \left( \left( \frac{3}{r} \right)^{-1} + \left( \frac{3}{r} \right)^{-1} \right) = \frac{2r}{3} = 40 \text{ Ом}$$

2. После увеличения сопротивления схема преобразуется. Такое сопротивление легко посчитать.

$$R_{AC2} = \left( \frac{1}{2r} + \frac{1}{2r} + \frac{1}{2r} \right)^{-1} = \frac{2}{3} r = 40 \text{ Ом}$$



3. Сопротивление цепи не изменится.

**Ответ:** не изменится

### Критерии оценивания задачи 3.

	Решение содержит следующие верные элементы решения. Баллы за каждый верный элемент решения суммируются.	Баллы. (Мах. балл за элемент решения ставится, когда он сделан верно и полно.)
1	Определено, какие проводники можно исключить из первоначальной схемы.	1 — 4
2	Правильно составлены эквивалентные схемы «до» и «после» преобразования проводника.	1 — 4
3	Определено полное сопротивление первоначальной схемы $R_{AC1}$	1 — 4
4	Определено полное сопротивление преобразованной схемы $R_{AC2}$	1 — 4
5	Определено отношение сопротивлений	1 — 4

4. В маленькой стране Бакардии есть собственная традиция заваривания теплого чая, температурой  $t = 45^{\circ}\text{C}$ . Для такой церемонии используют уникальный чайник с теплоемкостью стенок  $C = 420 \text{ Дж/К}$ . В такой чайник последовательно наливают порции воды объемом 100 мл каждая, причем первая порция должна иметь температуру  $t_1 = 10^{\circ}\text{C}$ , а каждая последующая на  $10^{\circ}\text{C}$  больше. Какого объема чайник используют для заваривания чая? Теплообменом с внешней средой пренебречь, удельная теплоемкость воды  $c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ , начальная температура стенок чайника  $t_0 = 25^{\circ}\text{C}$ .

**Решение:**

$$n = \frac{\Delta V}{V}$$

$$t_{\text{ср}} = \frac{t_1 + nt_1}{2} = \frac{t_1}{2}(n+1)$$

$$Ct_0 + cn\rho\Delta V t_{\text{ср}} = Q = Ct + cn\rho\Delta V t$$

$$Ct_0 + cn\rho\Delta V \frac{t_1}{2}(n+1) = Q = Ct + cn\rho\Delta V t$$

$$Ct_0 + cn^2\rho\Delta V \frac{t_1}{2} + cn\rho\Delta V \frac{t_1}{2} = Ct + cn\rho\Delta V t \text{ получаем квадратное ур – е отн – но } n$$

$$n^2 - 8n - 4 = 0$$

$$n \approx 8,5$$

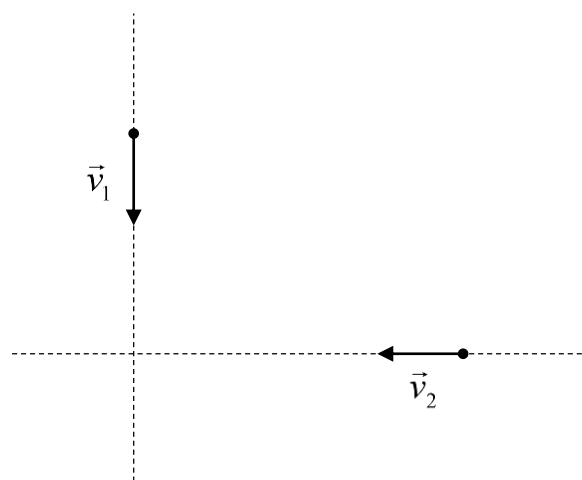
$$\Rightarrow V = 900 \text{ мл}$$

**Ответ:** 900 мл

#### Критерии оценивания задачи 4.

	Решение содержит следующие верные элементы решения. Баллы за каждый верный элемент решения суммируются.	Баллы. (Мак. балл за элемент решения ставится, когда он сделан верно и полно.)
1	Определено число порций воды $n$	1 — 4
2	Найдена средняя температура налитой воды $t_{cp}$	1 — 4
3	Записано уравнение теплового баланса.	1 — 6
4	Выполнены последующие преобразования и получен верный ответ.	1 — 6

5. Два автомобиля движутся равномерно к перекрестку, как показано на рисунке. В начальный момент времени первый автомобиль находится на расстоянии 50 м, а второй на расстоянии – 80 м, а их скорости  $v_1 = 50 \text{ км/ч}$  и  $v_2 = 100 \text{ км/ч}$ , соответственно. Найдите наименьшее расстояние между ними.



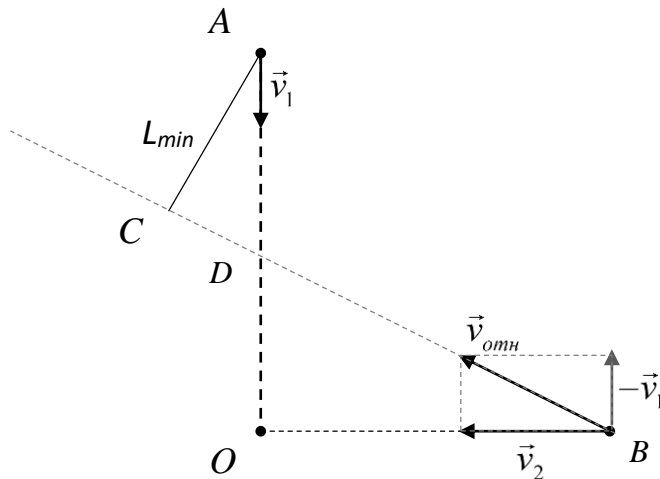
#### Решение:

1. Придем в систему отсчета, связанную с *первым* автомобилем. В этой системе отсчета *первый* автомобиль – покоится, а *второй* движется по прямой мимо *первого* в направлении относительной скорости. Наименьшее расстояние между ними достигается в тот момент, когда точка *второй* находится в основании перпендикуляра, опущенного на эту прямую. Найдем относительную скорость движения точек:

$$\vec{v}_{\text{отн}} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$$

$$v_{\text{отн}} = \sqrt{v_2^2 + v_1^2}$$

2. Графически представим данную ситуацию.



Из подобия треугольников  $DOB$  и треугольника скоростей найдем  $AD$ :

$$\frac{OD}{OB} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{1}{2} \Rightarrow OD = \frac{OB}{2} = 40 \text{ м}$$

$$\Rightarrow AD = AO - OD = 10 \text{ м} \Rightarrow DB = \sqrt{OD^2 + OB^2} = 40\sqrt{5} \approx 89 \text{ м}$$

3. Из подобия треугольников  $ACD$  и  $BOD$  найдем  $L_{\min}$

$$\frac{L_{\min}}{OB} = \frac{AD}{DB} \Rightarrow L_{\min} = OB \frac{AD}{DB} \approx 9 \text{ м}$$

**Ответ:**  $L_{\min} = 9 \text{ м}$

### Критерии оценивания задачи 5.

	Решение содержит следующие верные элементы решения. Баллы за каждый верный элемент решения суммируются.	Баллы. (Мах. балл за элемент решения ставится, когда он сделан верно и полно.)
1	Записан закон сложения скоростей и, соответственно, найдена относительная скорость движения.	1 — 4
2	Сделан рисунок, включающий направления движения тел, графическое нахождение вектора относительной скорости.	1 — 4
3	Определен метод нахождения наименьшего расстояния.	1 — 4
4	Составлена система уравнений для нахождения направления относительной скорости и кратчайшего расстояния между телами.	1 — 4
5	Выполнены последующие преобразования и получен верный ответ.	1 — 4