

**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ**

**МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП**

**2025-2026 УЧЕБНЫЙ ГОД**

**ОТВЕТЫ**

7 КЛАСС		8 КЛАСС		9 КЛАСС	
№ задания	Максимальный балл	№ задания	Максимальный балл	№ задания	Максимальный балл
1.	<u><b>10</b></u>	1.	<u><b>10</b></u>	1.	<u><b>10</b></u>
2.	<u><b>10</b></u>	2.	<u><b>10</b></u>	2.	<u><b>10</b></u>
3.	<u><b>10</b></u>	3.	<u><b>10</b></u>	3.	<u><b>10</b></u>
4.	<u><b>10</b></u>	4.	<u><b>10</b></u>	4.	<u><b>10</b></u>
				5.	<u><b>10</b></u>
Итого:	40 баллов	Итого:	40 баллов	Итого:	50 баллов

10 КЛАСС		11 КЛАСС	
1.	<u><b>10</b></u>	1.	<u><b>10</b></u>
2.	<u><b>10</b></u>	2.	<u><b>10</b></u>
3.	<u><b>10</b></u>	3.	<u><b>10</b></u>
4.	<u><b>10</b></u>	4.	<u><b>10</b></u>
5.	<u><b>10</b></u>	5.	<u><b>10</b></u>
Итого:	50 баллов	Итого:	50 баллов

**10 класс**

**Возможные решения задач**

**Задача №1. Дистанция**

При резком торможении колеса автобуса будут скользить по дороге. Его движение будет замедлять сила трения скольжения.

$$ma = F_{\text{тр}} = \mu N$$

Учитывая, что сила реакции опоры, действующая на автобус, равна силе тяжести

$$N = mg,$$

находим, что при резком торможении автобус будет двигаться равно замедленно с ускорением

$$a = \mu g,$$

где  $\mu$  — коэффициент трения покрышек автомобиля о дорогу;  $g$  — ускорение свободного падения.

От начала торможения первый автобус пройдет до остановки расстояние

$$L_1 = \frac{v^2}{2\mu_1 g} = 125 \text{ м.}$$

Здесь  $v = 90 \frac{\text{км}}{\text{час}} = 25 \text{ м/с}$  — скорость автобуса до начала торможения. Второй автобус пройдет большее расстояние из-за того, что его шофёр начал торможение на  $T = 0,35$  секунды позже шофера первого автобуса, а также из-за того, что он будет замедляться с меньшим ускорением,

$$L_2 = vT + \frac{v^2}{2\mu_2 g} = 165 \text{ м.}$$

Второй автобус не столкнется с первым, если до начала торможения расстояние между автобусами будет больше, чем

$$L = L_2 - L_1 = 40 \text{ м.}$$

### Примерные критерии оценивания

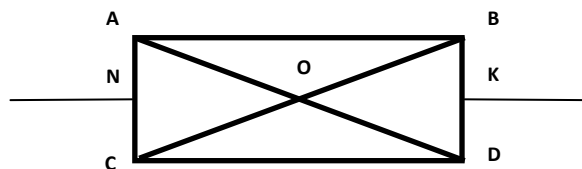
Указание на то, что при резком торможении автобус замедляется силой трения скольжения и запись уравнения движения (замедления).....	1
Запись уравнения для определения силы трения скольжения.....	1
Запись уравнения для ускорения замедления.....	1
Вычисление тормозного пути первого автобуса.....	2
Вычисление тормозного пути второго автобуса.....	3
Определение безопасного расстояния между автобусами и получение правильного числового ответа.....	2

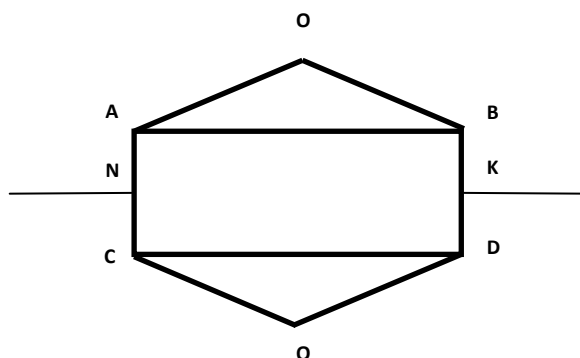
### Задача №2. Проволочный каркас

Так как сопротивление проволоки прямо пропорционально длине проволоки  $R \sim l$ , из соотношения длин сторон получается, что сопротивления сторон АВ и CD -  $4R$ . Тогда по теореме Пифагора можем найти сопротивление диагоналей BC и AD:

$$R_{BC} = R_{AD} = \sqrt{9R^2 + 16R^2} = 5R.$$

Относительно точки пересечения диагоналей О схема является симметричной, соответственно ничего не изменится если мы разорвем соединение в этой точке и представим эквивалентную схему в следующем виде:





Сопротивления участков AOB и COD равны сопротивлениям диагоналей BC и AD.

Согласно правилу сложения сопротивлений при параллельном соединении:

$$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{R_{AOB}} + \frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{R_{COD}} + \frac{1}{R_{CD}} = \frac{1}{5R} + \frac{1}{4R}, \text{ откуда получаем } R_1 = \frac{20}{9}R.$$

Согласно правилу сложения сопротивлений при последовательном соединении:

$$R_2 = R_{NA} + R_1 + R_{BK} = R_{NC} + R_1 + R_{DK} = \frac{3}{2}R + \frac{20}{9}R + \frac{3}{2}R = \frac{82}{18}R = \frac{47}{9}R.$$

Следовательно, эквивалентное сопротивление каркаса будет равно сопротивлению двух параллельно соединенных  $R_2$ :

$$\frac{1}{R_{\Sigma}} = \frac{9}{47R} + \frac{9}{47R}, \text{ то есть } R_{\Sigma} = \frac{47}{18}R.$$

### Примерные критерии оценивания:

Найдено сопротивление диагонали.....	2
Указание на то, что в точке О симметричную схему можно разъединить и получение эквивалентной схемы.....	2
Нахождение $R_1$ .....	2
Нахождение $R_2$ .....	2
Нахождение эквивалентного сопротивления каркаса.....	2

### Задача №3. Выкипание воды

Тепло, выделяемое плиткой, идет на испарение воды и тепловые потери в окружающее пространство, причём, так как кастрюля одна и та же, то тепловые потери в единицу времени в обеих ситуациях одинаковые. Запишем уравнение теплового баланса для обеих ситуаций:

$$P_1 t_1 = rm + qt_1,$$

$$P_2 t_2 = rm + qt_2,$$

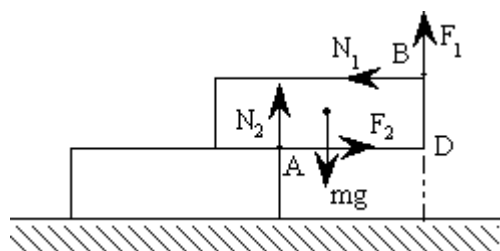
где  $q$  – мощность тепловых потерь.

$$\text{Отсюда } t_2 = \frac{mrt_1}{mr + P_1 t_1} = 500\text{с} = 8 \text{ мин } 20 \text{ с}$$

#### Примерные критерии оценивания:

Указание на то, что есть тепловые потери.....	1
Указание на то, что в тепловые потери в обеих ситуациях одинаковые .....	2
Запись уравнения теплового баланса для первой ситуации .....	2
Запись уравнения теплового баланса для второй ситуации .....	2
Решение системы уравнений и нахождение искомого времени.....	2
Правильный численный ответ.....	1

#### Задача 4. Устойчивое положение



Когда верхний бетонный блок начинает падать, то он поворачивается вокруг оси, совпадающей с верхним, ближним к стенке, ребром неподвижного бетонного блока  $A$ , поэтому действующие на него силы реакции и трения будут приложены в местах положения верхних, ближних к стенке, ребер подвижного и неподвижного блоков  $A$  и  $B$ . Учитывая это, записываем условия равновесия верхнего бетонного блока:

$$mg = N_2 + F_1;$$

$$N_1 = F_2;$$

$$N_1 h + \frac{1}{2} mgl = N_2 x.$$

Здесь  $x$  – расстояние от ближнего торца нижнего блока до стенки. Первые два уравнения выражают условия равенства нулю суммы проекций на оси координат всех сил, действующих на бетонный блок, а третье – условие равенства нулю рассчитанных относительно точки  $D$  суммы моментов этих сил.

Когда верхний бетонный блок начинает падать, происходит скольжение его относительно нижнего бетонного блока и стенки, поэтому силы трения можно выразить через силы реакции:

$$F_1 = \mu N_1;$$

$$F_2 = \mu N_2.$$

Решая записанные уравнения относительно  $x$ , находим

$$x = \mu h + (1 + \mu^2) \frac{l}{2} = (2 + \mu + 2\mu^2) \frac{l}{4} = 45 \text{ см.}$$

### Примерные критерии оценивания:

Построение рисунка с обозначением сил и осей.....	2
Запись условия равновесия сил в проекциях на вертикальную ось .....	1
Запись условия равновесия сил в проекциях на горизонтальную ось .....	1
Запись уравнения моментов сил.....	2
Указание на то, что силы трения достигают максимального значения – силы трения скольжения и выражаются через силы реакции опоры.....	1
Решение системы уравнений и нахождение искомого расстояния.....	2
Правильный численный ответ.....	1

### Задача №5. Силовой экстрим

Покажем без формул, что изменение потенциальной энергии у шара меньше, чем у куба. Сила тяжести у куба и шара приложена к их центру масс, совпадающему с центром симметрии. Если бы центры их находились на одной высоте, то шар имел бы меньший объём, а значит, и массу. Но по условию задачи массы их одинаковы. Значит, диаметр шара должен быть несколько больше высоты ребра куба. Так как и куб, и шар стоят на полу, то центр шара будет расположен несколько выше центра куба. Но значит, на столько же он будет ниже у планки. Отсюда можно заключить, что при подъеме шара от пола до соприкосновения с планкой будет произведена несколько меньшая работа. Поэтому шар у планки приобретает меньшую потенциальную энергию, чем куб, а значит атлет поднимавший куб совершил большую работу, а значит одержал победу.

Теперь перейдем к числам. Если за  $a$  примем длину стороны куба, то высота поднятия центра масс куба равна

$$h = H - a = H - \sqrt[3]{\frac{m}{\rho}} = 1 - 0,46 = 0,54$$

При этом изменение потенциальной энергии куба:

$$\Delta E = mgh = 200 \cdot 10 \cdot 0,54 = 1080 \text{ Дж.}$$

Объём шара вычисляется по формуле:

$$V = \frac{4\pi}{3} R^3 = m / \rho.$$

Откуда предельная высота поднятия центра масс шара, если его радиус  $R$ :

$$h' = H - 2R = H - \sqrt[3]{\frac{6m}{\pi\rho}} = 1 - 0,58 = 0,42$$

Изменение потенциальной энергии шара:

$$\Delta E' = mgh = 200 \cdot 10 \cdot 0,42 = 840 \text{ Дж.}$$

Значит изменения потенциальной энергии для куба и шара равны, соответственно, 1080 и 840 Дж.

Тогда атлет, поднявший куб, совершил работу большую, чем атлет поднявший шар на

$$\Delta = \Delta E - \Delta E' = 1080 - 840 = 240 \text{ Дж.}$$

А значит объективно атлет, поднявший куб, и является победителем.

### **Примерные критерии оценивания:**

Найдена предельная высота поднятия для куба.....	2
Представлена формула для нахождения изменения потенциальной энергии куба.....	2
Найдена предельная высота поднятия для шара.....	2
Представлена формула для нахождения изменения потенциальной энергии шара.....	2
Записана формула для нахождения разности работ по поднятию разных куба и шара.....	1
Вычислено значение разности работ по поднятию куба и шара.....	1