

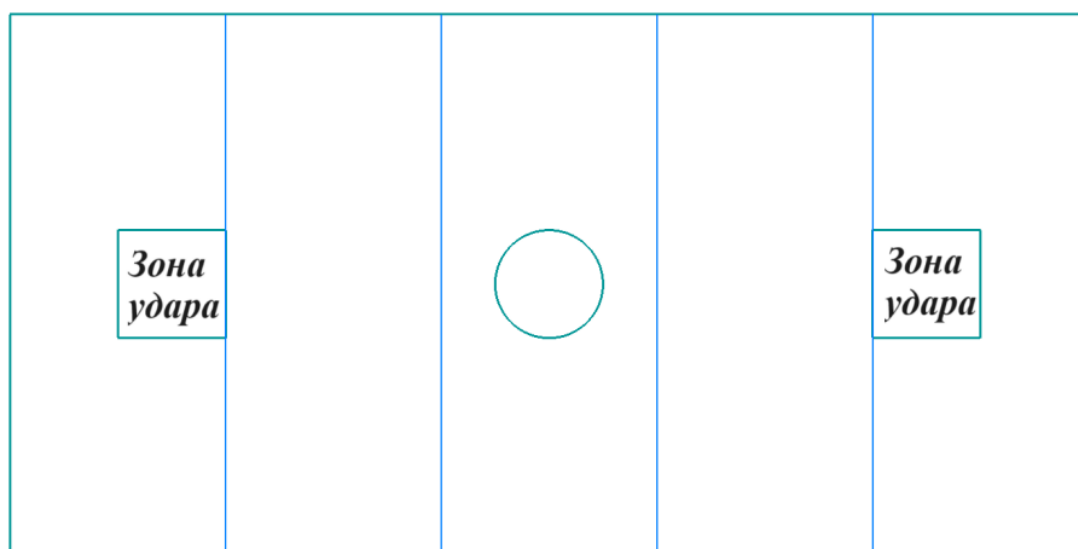
МОСКОВСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ. РОБОТОТЕХНИКА.  
2024–2025 УЧ. Г. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП. 9 КЛАСС

ОТВЕТЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

**Максимальный балл за работу – 70.**

1. Робот участвует в соревновании по следующему регламенту.

«Робот устанавливается на поле (см. *Схему поля*) в стартовый квадрат (зона удара), и из него он должен выбить 3 шайбы. Положение старта определяется жеребьёвкой. Поле разделено вертикальными линиями на 5 зон.



*Схема поля*

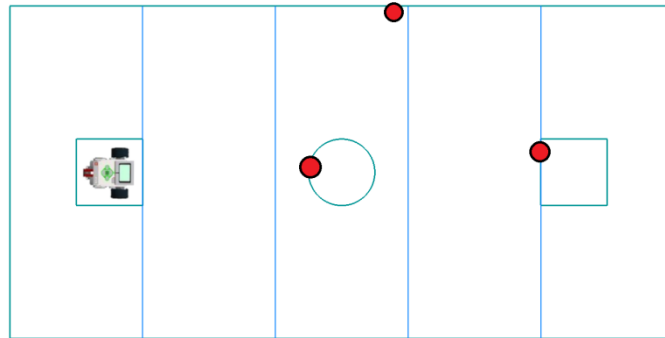
Количество очков, заработанное роботом за попытку, зависит от того, в какой зоне остановилась каждая из шайб, и определяется **числом баллов за лучшую шайбу**.

Зона, в которой находится стартовый квадрат, называется первой. Соседняя с ней зона называется второй, и так далее. Если шайба остановится в зоне № 1 то за неё начисляется 5 очков. Если шайба останавливается в зоне № 2, то за неё начисляется 10 очков, за остановку внутри зоны № 3 – 15 очков, за остановку внутри зоны № 4 – 20 очков и за остановку внутри зоны № 5 – 25 очков. Если шайба оказывается внутри центрального круга зоны № 3, то за неё начисляется 30 очков. Так же 30 очков начисляется, если шайба остановится внутри квадрата, находящегося в зоне № 5. Если шайба вышла за границы поля или осталась в стартовом квадрате, то за неё начисляется 0 очков.

Если шайба касается линии, то считается, что она попала в зону с **меньшим** количеством очков.

Баллы подсчитываются после полной остановки шайб и окончания попытки».

Вася поставил робота в стартовый квадрат, робот ударил по трём шайбам. После окончания попытки на поле сложилась следующая ситуация.



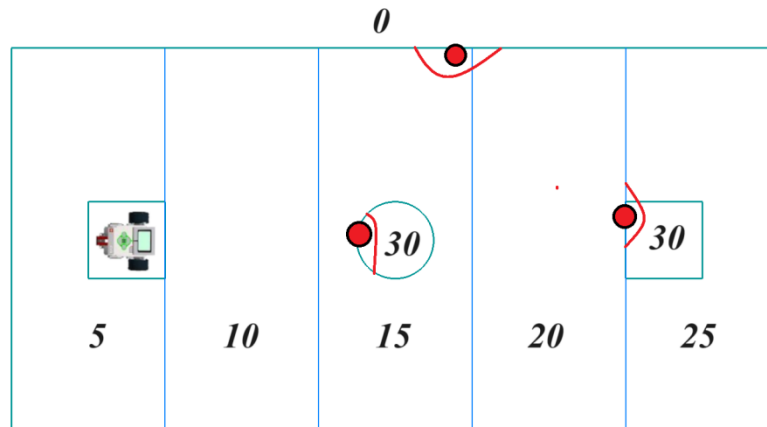
Определите, сколько очков получит Вася за данную попытку.

**Ответ: 20.**

**За верный ответ – 5 баллов.**

*Решение*

Проведём оценку попытки согласно регламенту:



Итого за попытку робот получит:

$$0 < 15 < 20$$

Максимум равен 20 очкам, значит, за попытку начисляется 20 очков.

2. Из шестерёнок собрали передачу (см. Схему передачи).



Схема передачи

При сборке были использованы семь шестерёнок с 8 зубьями, пять шестерёнок с 24 зубьями и одна шестерёнка с 40 зубьями. Ведущая ось совершает 25 оборотов за 30 секунд. Определите, сколько оборотов сделает ведомая ось за 210 секунд.

**Ответ: 315.**

**За верный ответ – 5 баллов.**

*Решение*

210 секунд : 60 секунд/минута = 3,5 минуты

30 секунд = 0,5 минуты

25 оборотов : 0,5 минуты = 50 оборотов/минуту

Рассчитаем, сколько оборотов за 1 минуту совершает ведомая ось передачи:

$$50 \cdot (24 : 8) \cdot (8 : 8) \cdot (8 : 40) \cdot (24 : 8) \cdot (8 : 8) = \\ = 50 \cdot 3 \cdot 1 \cdot (1/5) \cdot (3/1) \cdot 1 = 90 \text{ (об./мин.)}$$

Определим, сколько оборотов сделает ведомая ось за 3,5 минуты:

$$90 \cdot 3,5 = 315 \text{ (оборотов)}$$

3. Робот оснащён двумя отдельно управляемыми колёсами диаметра 15 см. Колёса напрямую подсоединены к моторам. Левым колесом управляет мотор А, правым колесом управляет мотор В. Ширина колеи (расстояние между центрами колёс) равна 30 см.

Ось мотора В зафиксирована. Ось мотора А повернулась на 864°. Определите угол, на который повернулся робот. Ответ дайте в градусах.

**Ответ: 216.**

**За верный ответ – 5 баллов.**

### **Решение**

Колесо А во время поворота робота проедет расстояние, равное:

$$15\pi \cdot 864^\circ : 360^\circ = 36\pi \text{ (см)}$$

Во время поворота робота вокруг колеса В колесо А движется по дуге окружности. Радиус данной окружности равен ширине колеи.

Длина этой окружности равна:

$$2 \cdot \pi \cdot 30 = 60\pi \text{ (см)}$$

Градусная мера дуги окружности равна углу поворота робота. Определим, чему равен угол поворота робота:

$$360^\circ \cdot 36\pi : 60\pi = 216^\circ$$

**4.** Робот оснащён двумя колёсами одинакового радиуса. Колёса напрямую подсоединены к моторам. Левым колесом управляет мотор А, правым колесом управляет мотор В. Моторы на роботе установлены так, что если обе оси повернутся на  $10^\circ$ , то робот проедет прямо вперёд.

Оси моторов вращаются в разном направлении и совершают разное число оборотов в минуту (число оборотов оси мотора А меньше, чем число оборотов оси мотора В). Какое движение в пространстве совершает точка, расположенная в центре колеса А? Выберите наиболее точный из предложенных вариантов ответ.

- прямолинейное движение
- поворот на месте вокруг своей оси
- поворот по дуге, радиус которой равен ширине колеи
- поворот по дуге, радиус которой больше ширины колеи
- поворот по дуге, радиус которой равен половине ширины колеи
- **поворот по дуге, радиус которой меньше половины ширины колеи**
- поворот по дуге, радиус которой больше половины ширины колеи, но меньше ширины колеи

*Справочная информация*

*Ширина колеи – это расстояние между центрами колёс.*

**За верный ответ – 5 баллов.**

**5.** Робот оснащён двумя колёсами одинакового радиуса. К каждому из колёс напрямую подсоединено по мотору. Левым колесом управляет мотор А, правым колесом управляет мотор В (см. *Схему робота*).

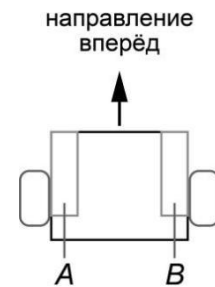


Схема робота

Посередине между колёс закреплён маркер, с помощью которого робот может наносить изображение на поверхность полигона.

Робот выполнил следующую программу:

НАЧАЛО

ПОВТОРИТЬ 5 РАЗ

ТАНКОВЫЙ ПОВОРОТ НАЛЕВО НА  $60^\circ$ ;

ПРОЕЗД ПРЯМО НА  $1000^\circ$ ;

КОНЕЦ ПОВТОРИТЬ

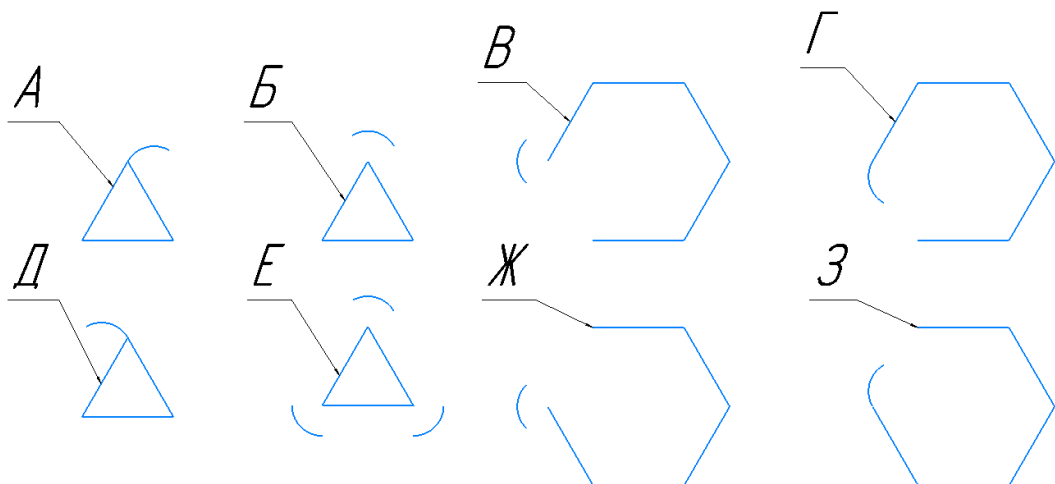
ПОВОРОТ ВОКРУГ КОЛЕСА А НАЛЕВО НА  $90^\circ$ ;

КОНЕЦ

*Справочная информация*

*Повороты налево и направо, проезды вперёд и назад позиционируются относительно текущего положения «вперёд» робота.*

- Определите, какое изображение нарисовал робот с помощью маркера. Выберите один из предложенных вариантов.



**Ответ: Г.**

**За верный ответ – 5 баллов.**

- Диаметр колеса А равен 13 см. Ширина колеи равна 26 см. При расчётах примите  $\pi \approx 3,14$ . Определите длину линии, которую нарисовал робот. Ответ

дайте в дециметрах с точностью до целых. Если робот рисует какую-либо линию несколько раз, то длина данной части линии учитывается ровно один раз.

**Ответ: 59.**

**За верный ответ – 5 баллов.**

**Решение**

Так как маркер расположен посередине между колёс, то при танковом развороте маркер ничего не нарисует. Поэтому линия будет состоять из отрезков, изображённых при проезде робота прямо, и из дуги, радиус которой равен половине ширины колеи.

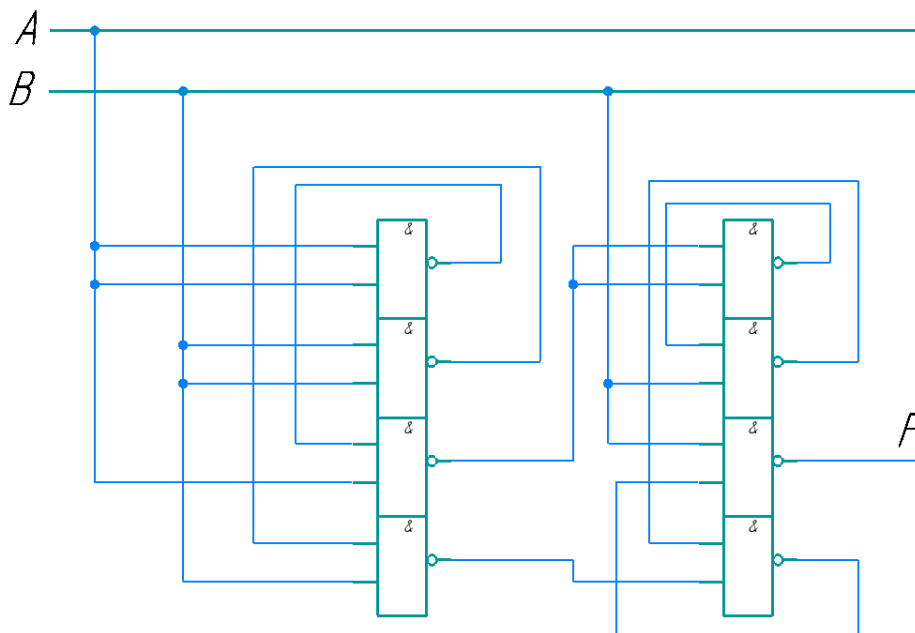
Длина линии равна:

$$13 \cdot \pi \cdot 5 \cdot 1000^\circ/360^\circ + \pi \cdot 26 \cdot 90^\circ/360^\circ = 26\pi \cdot 259/36 = 587,35(4)(\text{см})$$

$$587,35(4) \text{ см} \approx 58,73... \text{ дм} \approx 59 \text{ дм}$$

**Максимальный балл за задание 5 – 10.**

**6.** С помощью двух микросхем К155ЛА3 собрали следующую схему (см. Логическую схему).



*Логическая схема*

Определите, какой функцией F задаётся логическая функция, реализация которой показана на данной принципиальной схеме. Упростите полученную логическую функцию. Среди предложенных ответов выберите один, который бы соответствовал упрощённой логической функции.

### Справочная информация

Рассмотрим микросхему K155ЛА3, реализующую логическую операцию И–НЕ. Данная микросхема представляет собой объединение четырёх логических элементов И–НЕ (штрихов Шеффера) с двумя входами каждый.

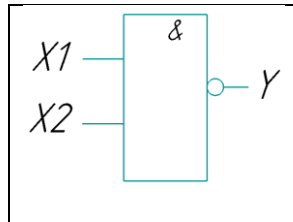
	$X1$	$X2$	$Y$
	0	0	1
	0	1	1
	1	0	1
	1	1	0

Таблица истинности И–НЕ

Если провода соединены между собой, то по ним идёт одинаковый сигнал.  
Условные обозначения для соединения проводов:



Условные обозначения для логических операций (логических связей):

Отрицание (инверсия, логическое НЕ) обозначено как чёрточка над выражением. Например, выражение  $\bar{A}$  означает «НЕ А».

Конъюнкция (логическое умножение, логическое И) обозначена точкой ( $\cdot$ ). Например, выражение  $B \cdot C$  означает «В и С».

Дизъюнкция (логическое сложение, логическое ИЛИ) обозначена знаком плюс ( $+$ ). Например, выражение  $B + C$  означает «В или С».

Варианты ответов:

- 0
- 1
- А
- В
- НЕ А
- НЕ В
- А И В
- А ИЛИ В
- А И НЕ В
- В И НЕ А
- А ИЛИ НЕ В
- В ИЛИ НЕ А

**За верный ответ – 10 баллов.**

**Решение**

Проанализируем представленную схему.

Если на два входа одного элемента подать один и тот же сигнал, то мы получим его отрицание:

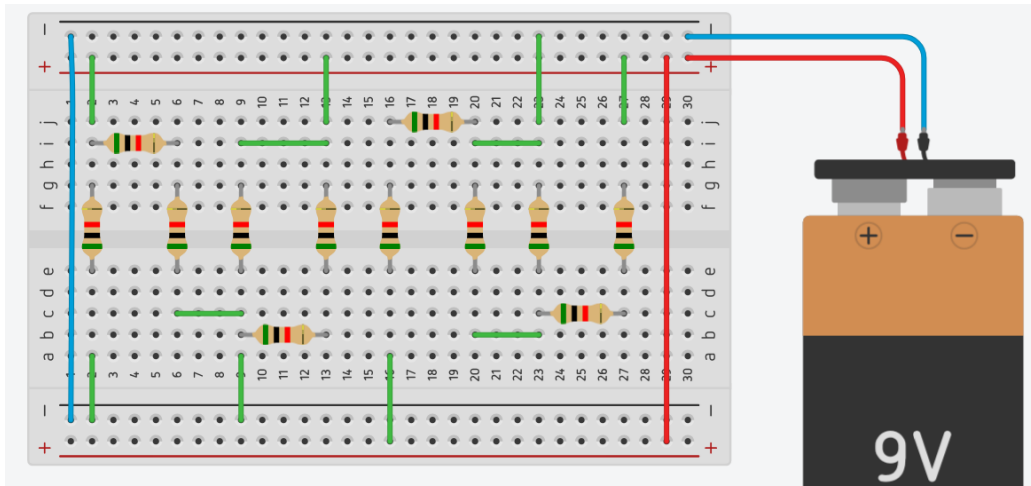
$$\overline{A \cdot A} = \bar{A}$$

Запишем логическую функцию и упростим её:

$$\begin{aligned} \overline{\overline{\overline{\overline{A \cdot A \cdot B \cdot \bar{B} \cdot B \cdot B}}} &= \overline{\overline{\overline{\overline{0 \cdot B \cdot 0 \cdot B}}} &= \overline{\overline{\overline{\overline{0 \cdot B \cdot 1 \cdot B}}} &= \overline{\overline{\overline{\overline{0 \cdot 1 \cdot B}}} &= \overline{\overline{\overline{\overline{1 \cdot 1 \cdot B}}} &= \\ &= \overline{\overline{\overline{\overline{1 \cdot B}}} &= \overline{\overline{\overline{\overline{0 \cdot B}}} &= \overline{\overline{\overline{\overline{0}}} &= 1 \end{aligned}$$

То есть верный ответ 1.

7. Из резисторов, проводов и батареек Даша собрала следующую схему на макетной плате (см. *Схему цепи*).



*Схема цепи*

При сборке использовались резисторы одинакового номинала (5 кОм). Определите, чему равно сопротивление цепи, собранной на макетной плате. Ответ дайте в омах, приведя результат с точностью до целых. Сопротивлением источника тока при расчётах можно пренебречь. Округление стоит производить только при получении финального ответа.

**Ответ: 1282.**

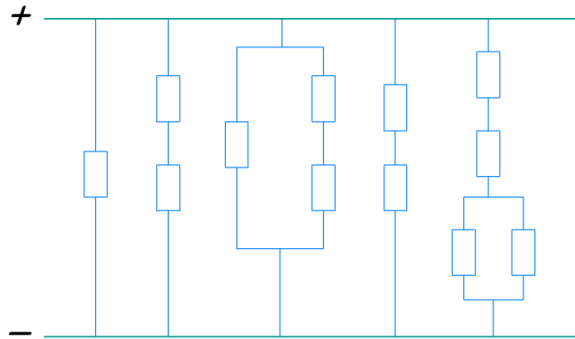
**За верный ответ – 10 баллов.**



**Решение**

$5 \text{ КОм} = 5000 \text{ Ом}$

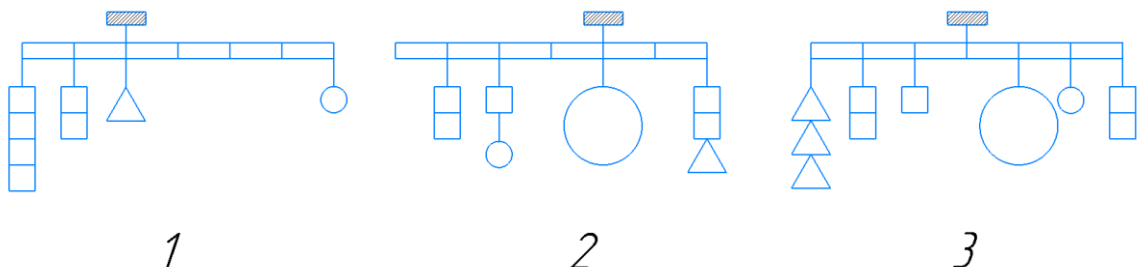
Нарисуем схему цепи, которую собрала Даша на макетной плате:



Посчитаем сопротивление цепи:

$$\begin{aligned} & \frac{1}{\frac{1}{R} + \frac{1}{2R} + \frac{1}{\frac{1}{\frac{1}{R} + \frac{1}{2R}} + \frac{1}{2R}} + \frac{1}{2R + \frac{1}{\frac{1}{R} + \frac{1}{R}}}} = \\ & = \frac{1}{\frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{\frac{3}{2R}} + \frac{1}{2R + \frac{R}{2}}} = \frac{1}{\frac{2}{R} + \frac{3}{2R} + \frac{2}{5R}} = \\ & = \frac{1}{\frac{20 + 15 + 4}{10R}} = \frac{10}{39}R = 10 \cdot 5000 : 39 = 1282,051... \approx 1282 \text{ Ом} \end{aligned}$$

**8.** В наборе есть два шара разных радиусов, несколько одинаковых кубов и несколько одинаковых треугольных пирамид. С помощью упругой однородной нерастяжимой балки собрали весы (балку подвесили на штатив), на которых элементы из набора смогли уравновесить. Произвели несколько взвешиваний (см. *Взвешивания*).



*Взвешивания*

Известно, что длина балки весов равна 1 м 5 дм. Для удобства использования весов поперёк балки сделали засечки, расположенные на равном расстоянии друг от друга. Всего нанесли 5 засечек. Масса балки равна 800 г.

Определите массу пирамиды, если общая масса двух кубов и меньшего шара равна 300 г. Ответ дайте в граммах. Массой крепёжных элементов можно пренебречь.

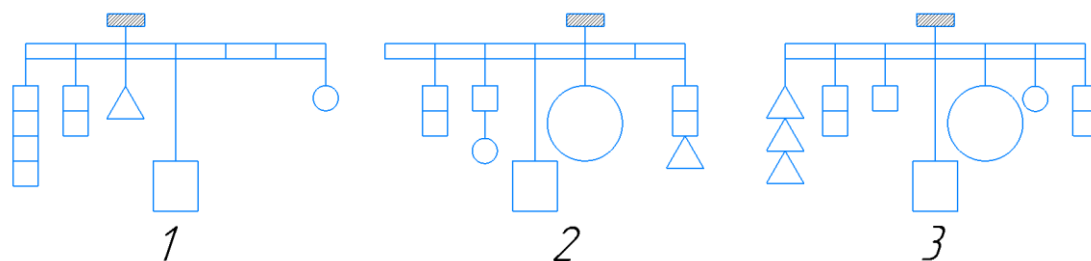
**Ответ: 700.**

**За верный ответ – 10 баллов.**

**Решение**

Балка разделена засечками на равные части. Так как длина рычага не имеет значения, а важно только соотношение между длинами плечей, то при записи условия равновесия рычага будем измерять плечи в количестве частей.

Чтобы учесть, что балка массивная, добавим на схеме груз, масса которого равна массе балки. Подвесим его в геометрическом центре балки.



Запишем уравнения равновесия рычага для каждого из рисунков, обозначив за  $x$  – массу куба, за  $y$  – массу пирамиды, за  $m$  – массу малого шара, за  $z$  – массу большого шара:

$$2 \cdot 4 \cdot x + 1 \cdot 2 \cdot x + 0 \cdot y = 1 \cdot 800 + 4 \cdot m$$

$$3 \cdot 2 \cdot x + 2 \cdot 1 \cdot x + 2 \cdot 1 \cdot m + 1 \cdot 800 = 0 \cdot z + 2 \cdot (2 \cdot x + 1 \cdot y)$$

$$3 \cdot 3 \cdot y + 2 \cdot 2 \cdot x + 1 \cdot 1 \cdot x = 0 \cdot 800 + 1 \cdot z + 2 \cdot m + 3 \cdot 2 \cdot x$$

Так как масса двух кубов и меньшего шара равна 300 г, то

$$2x + m = 300$$

Упростим полученные уравнения:

$$5x - 2m = 400$$

$$2x - y + m = -400$$

$$-x + 9y - z - 2m = 0$$

$$2x + m = 300$$

Решив данные уравнения в системе, получим:

$$x = 111, (1)$$

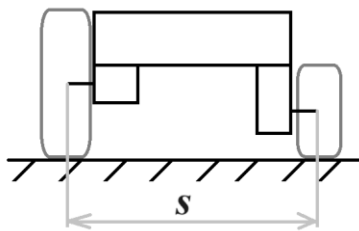
$$y = 700$$

$$z = 6033, (3)$$

$$m = 77, (7)$$

Значит, масса одной пирамиды равна 700 г.

9. Робот оснащён двумя отдельно управляемыми колёсами разного радиуса. Колёса напрямую подсоединены к моторам. Левым колесом управляет мотор А, правым колесом управляет мотор В. Расстояние  $S$  равно 15 см (см. Рисунок).



Рисунок

**Радиус** колеса, подсоединённого к мотору А, равен 8 см, **радиус** колеса, подсоединённого к мотору В, равен 6 см. Колёса так расположены на роботе, что его верхняя грань горизонтальна. Оси моторов вращаются в одном направлении, совершая по 6 оборотов в минуту.

Определите, по окружности какого радиуса будет двигаться колесо меньшего радиуса. Ответ дайте в сантиметрах.

**Ответ: 45.**

**За верный ответ – 10 баллов.**

### Решение

Так как радиусы колёс разные, а число оборотов, совершаемое ими за единицу времени, одинаковое, то за одинаковое время колёса будут проходить разное расстояние. Колёса будут двигаться по дугам концентрических окружностей, градусные меры которых равны.

Колесо с меньшим радиусом будет двигаться по дуге окружности меньшего радиуса.

Обозначим за  $R$  – радиус окружности, по которой движется центр колеса В. Тогда колесо А будет двигаться по окружности радиуса  $R + S$ .

Обозначим за  $a$  – угол поворота робота по дугам концентрических окружностей.

За 1 минуту робот совершит каждым из колёс по 6 оборотов.

Для колеса меньшего радиуса:

$$\begin{aligned} 2\pi R \cdot a/360 &= 2\pi \cdot 6 \cdot 6 \\ R \cdot a/360 &= 36 \quad (1) \end{aligned}$$

Для колеса большего радиуса:

$$\begin{aligned} 2\pi(R + S) \cdot a/360 &= 2\pi \cdot 8 \cdot 6 \\ (R + S) \cdot a/360 &= 48 \quad (2) \end{aligned}$$

Решим данные уравнения в системе. Получим:

$$\begin{aligned} R &= 3S = 3 \cdot 15 = 45(\text{см}) \\ a &= (36/R) \cdot 360 = (36/45) \cdot 360 = 288^\circ \end{aligned}$$