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 минуту = 50 оборотов/минуту

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

50 ∙ (24 : 8) ∙ (8 : 8) ∙ (8 : 40) ∙ (24 : 8) ∙ (8 : 8) =

 = 50 ∙ 3 ∙ 1 ∙ (1/5) ∙ (3/1) ∙ 1 = 90 (об./мин.)

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

90 ∙ 3,5 = 315 (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:

15π ∙ 864° : 360° = 36π (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 ∙ π ∙ 30 = 60π (см)

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

360° ∙ 36π : 60π = 216°

**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°, 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°;

 ПРОЕЗД ПРЯМО НА 1000°;

КОНЕЦ ПОВТОРИТЬ

ПОВОРОТ ВОКРУГ КОЛЕСА А НАЛЕВО НА 90°;

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 π ≈ 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 ∙ π ∙ 5 ∙ 1000°/360° + π ∙ 26 ∙ 90°/360° = 26π ∙ 259/36 = 587,35(4)(см)

587,35(4) см ≈ 58,73... дм ≈ 59 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 К155ЛА3, 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 связок):*

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

*Конъюнкция (логическое умножение, логическое И) обозначена точкой (∙). Например, выражение* $B∙C$ *означает «B и C».*

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

Варианты ответов:

* 0
* **1**
* А
* B
* 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:

$$\overbar{A∙A} = \overbar{A}$$

Запишем логическую функцию и упростим её:

$$\overbar{\overbar{\overbar{\overbar{\overbar{\overbar{A}∙A}}∙B}∙\overbar{\overbar{B}∙B}}∙B} = \overbar{\overbar{\overbar{\overbar{\overbar{0}}∙B}∙\overbar{0}}∙B} = \overbar{\overbar{\overbar{0∙B}∙1}∙B} = \overbar{\overbar{\overbar{0}∙1}∙B} = \overbar{\overbar{1∙1}∙B} = $$

$$ = \overbar{\overbar{1}∙B} = \overbar{0∙B} = \overbar{0} = 1$$

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 КОм = 5000 Ом

Нарисуем схему цепи, которую собрала Даша на макетной плате:



Посчитаем сопротивление цепи:

$$\frac{1}{\frac{1}{R} + \frac{1}{2R} + \frac{1}{\frac{1}{\frac{1}{R} + \frac{1}{2R}}} + \frac{1}{2R} + \frac{1}{2R + \frac{1}{\frac{1}{R} + \frac{1}{R}}}} = $$

$$ = \frac{1}{\frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{\frac{2R}{3}} + \frac{1}{2R + \frac{R}{2}}} = \frac{1}{\frac{2}{R} + \frac{3}{2R} + \frac{2}{5R}} = $$

$$ = \frac{1}{\frac{20 + 15 + 4}{10R}} = \frac{10}{39}R = 10 ∙ 5000 : 39 = 1282,051...≈1282 Ом$$

**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:

$$2 ∙ 4 ∙ x + 1 ∙ 2 ∙ x + 0 ∙ y = 1 ∙ 800 + 4 ∙ m$$

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

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

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. Колеса 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 B. Тогда колесо А будет двигаться по окружности радиуса R + S.

Обозначим за а – угол поворота робота по дугам концентрических окружностей.

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

Для колеса меньшего радиуса:

$$2πR ∙ a/360 = 2π ∙ 6 ∙ 6$$

$$R ∙ a/360 = 36 (1)$$

Для колеса большего радиуса:

$$2π(R + S) ∙ a/360 = 2π ∙ 8 ∙ 6$$

$$(R + S) ∙ a/360 = 48 (2)$$

Решим данные уравнения в системе. Получим:

$$R = 3S = 3 ∙ 15 = 45(см)$$

$$a = (36/R) ∙ 360 = (36/45) ∙ 360 = 288°$$