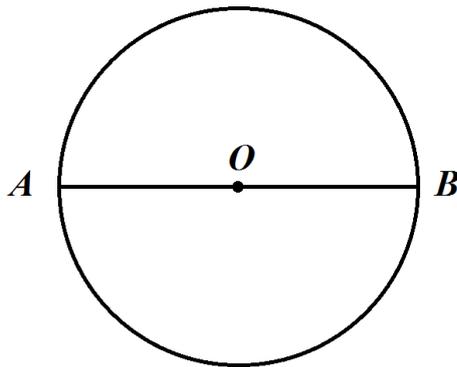


**МОСКОВСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ПО РОБОТОТЕХНИКЕ
2021–2022 учебный год
Заочный этап
5–6 класс**

№ 1 (1 балл)

Найдите длину окружности с центром в точке O , если длина отрезка OA равна 7 см. При расчётах примите $\pi \approx 3,14$. Ответ дайте в сантиметрах, округлив результат до целого числа.



Ответ: 44.

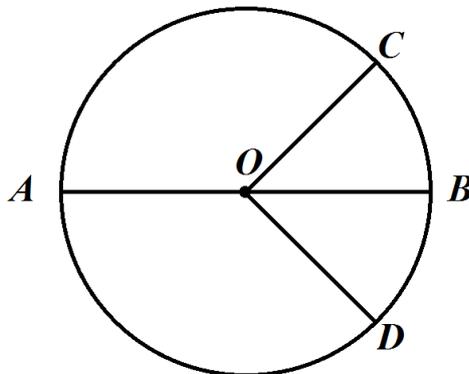
№ 2 (2 балла)

Катя, используя шестерёнки, собрала работающую одноступенчатую передачу. На ведущей оси, соединённой напрямую с мотором, находится шестерёнка с 50 зубьями, на ведомой оси – шестерёнка с 25 зубьями. Катя написала программу, согласно которой ведущая ось делает 1 оборот в секунду. Определите, сколько оборотов в минуту будет делать ведомая ось.

Ответ: 120.

№ 3 (2 балла)

Дан круг с центром в точке O (см. *чертёж*). Из предложенных вариантов выберите **два** варианта, которые содержат верные формулы нахождения площади данного круга.



Чертёж

- А) $S = \pi \cdot OB$
- Б) $S = \pi \cdot AB$
- В) $S = 2 \cdot \pi \cdot OB$
- Г) $S = \pi \cdot OB \cdot OB$
- Д) $S = \pi \cdot AB \cdot AB$
- Е) $S = \pi \cdot OA \cdot OA$

Ответ: Г, Е.

№ 4 (2 балла)

Робот проехал первую половину пути со скоростью 5 см/с, а вторую – со скоростью на 3 см/с выше. На проезд по второй половине трассы робот потратил 1 минуту. Определите время, за которое робот проедет всю трассу. Ответ дайте в секундах.

Ответ: 156.

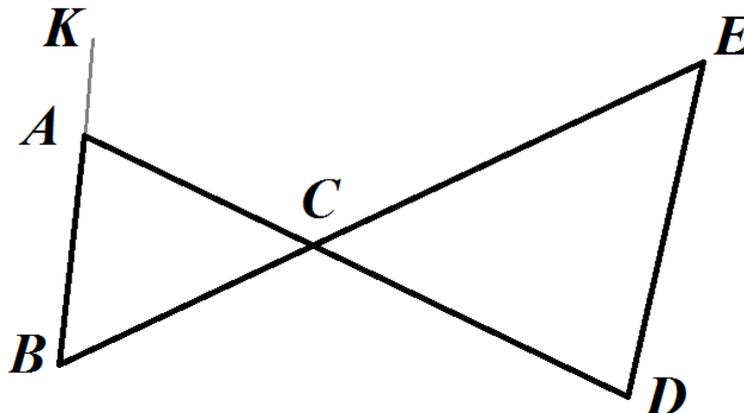
№ 5 (3 балла)

Робот начертил квадрат. Периметр квадрата равен 12 дм. Определите площадь квадрата, изображённого роботом. Ответ дайте в квадратных сантиметрах.

Ответ: 900.

№ 6 (10 баллов)

Робот-чертёжник движется по ровной горизонтальной поверхности и наносит на неё изображение (см. траекторию) при помощи кисти, закреплённой посередине между колёс.



Траектория

Траектория представляет собой два треугольника ABC и CED . Отрезки AD и BE пересекаются в точке C . Точки A , B , K лежат на одной прямой. Робот не должен изображать отрезок AK . Известно, что $\angle KAC = 120^\circ$, $\angle ACB = 70^\circ$, $\angle ABC = 50^\circ$, $\angle CED = 80^\circ$.

Робот оснащён двумя отдельно управляемыми колёсами, расстояние между центрами колёс (ширина колеи) составляет 13 см, диаметр колеса робота 7 см. Все повороты робот должен совершать на месте, вращая колёса с одинаковой скоростью в противоположных направлениях. Из-за крепления кисти робот не может ехать назад. Робот должен проехать по каждому отрезку траектории ровно по одному разу.

А) (4 балла) Укажите вершину, из которой должен стартовать робот, чтобы суммарный угол поворота робота был минимален.

- A
- B
- C
- D
- E

Б) (6 баллов) Определите минимальный суммарный угол поворота робота, на который он должен повернуться при проезде по всей траектории. Ответ дайте в градусах. В ответе укажите только число.

Справочная информация

Под суммарным углом поворота понимается сумма величин углов поворотов, при этом направление поворотов робота не учитывается.

Два угла, у которых одна сторона общая, а две другие являются продолжениями друг друга, называются смежными (см. рисунок № 1). Сумма смежных углов равна 180° .

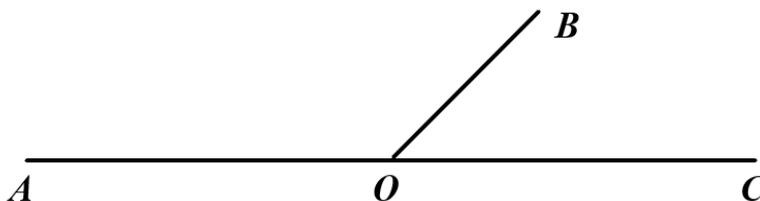


Рисунок № 1

На данном рисунке изображены смежные углы AOB и BOC .

$$\angle AOB + \angle BOC = 180^\circ$$

Два угла называются вертикальными (см. рисунок № 2), если стороны одного угла являются продолжениями сторон другого. Вертикальные углы равны.

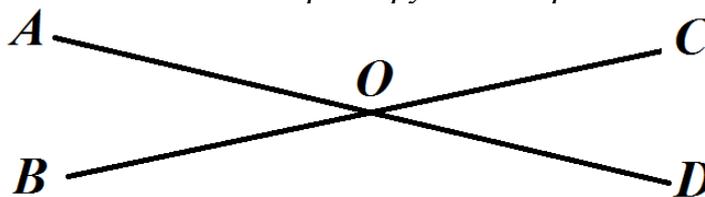


Рисунок № 2

На данном рисунке изображены вертикальные углы AOB и COD .

$$\angle AOB = \angle COD$$

Сумма углов треугольника равна 180° .

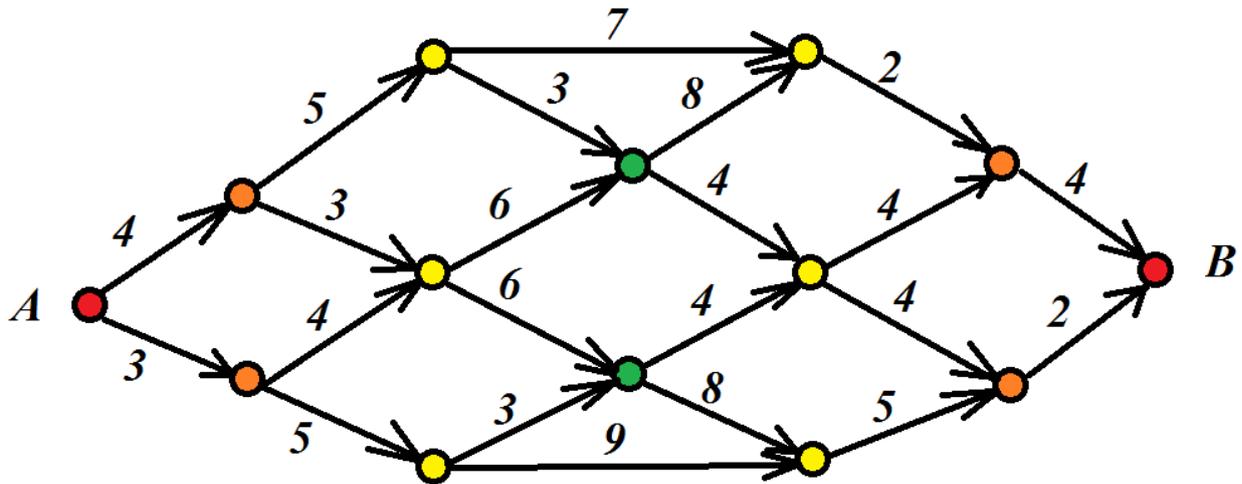
Ответ:

А) D ;

Б) 350.

№ 7 (10 баллов)

Даше надо проехать на машине из дома (точка *A*), до работы (точка *B*). Дороги, связывающие Дашин дом с местом её работы, показаны на схеме (см. *схему*).



Схема

Стрелками указаны направления движения на участках дорог с односторонним движением. Числа на схеме указывают время в минутах, которое Даша потратит на проезд по данному участку. Менять направление движения можно только на перекрёстках, обозначенных кругами. Какое наименьшее время в минутах потребуется Даше на то, чтобы добраться от дома до работы?

Ответ: 21.

№ 8 (10 баллов)

Робот оснащён двумя отдельно управляемыми колёсами. Левым колесом управляет мотор *A*, правым колесом управляет мотор *B*. Колёса напрямую подсоединены к моторам. На роботе установлен один датчик освещённости.

Саша написал программу, чтобы робот ехал по чёрной линии. Этот фрагмент кода отвечает за движение по чёрной линии:

```
k = 2,5;  
while (true)  
{  
  u = k * (s1 - grey);  
  motor[motorA] = 60 - u;  
  motor[motorB] = 60 + u;  
  wait1msec(10);  
}
```

При калибровке на чёрном датчик робота показал 8, при калибровке на белом показал 92. В качестве значения границы серого Саша взял среднее арифметическое показаний датчика на чёрном и на белом. Мощность моторов может быть выражена целым числом в пределах от -100 до 100 . В случае, если на мотор подаётся не целое значение мощности, происходит отбрасывание дробной части.

Определите, какая мощность будет подана на моторы **A** и **B** при показаниях датчика $s1$, равных 63.

Справочная информация

Пропорциональный закон выглядит следующим образом: $U = k(S1 - B)$.

U – это управляющее воздействие – это то, что корректирует величину мощности моторов в данный момент времени.

k – это коэффициент усиления воздействия.

$s1$ – текущее показание датчика.

B – желаемое состояние – это граница серого. В качестве границы серого в данной задаче берут среднее арифметическое между показаниями датчика на белом и на чёрном.

Ответ:

мощность мотора **A** (**5 баллов**): 27;

мощность мотора **B** (**5 баллов**): 92.

№ 9 (10 баллов)

Робот, оснащённый двумя отдельно управляемыми колёсами, (радиус каждого из колёс робота равен 50 мм) проезжает прямолинейную трассу, длина которой равна 6 м 28 см. Колёса напрямую подсоединены к моторам. Левым колесом управляет мотор **A**, правым колесом управляет мотор **B**.

После этого на работе поменяли оба колеса на новые, диаметр которых на 3 см больше, чем радиусы колёс из прошлого комплекта. Робот снова проезжает ту же трассу.

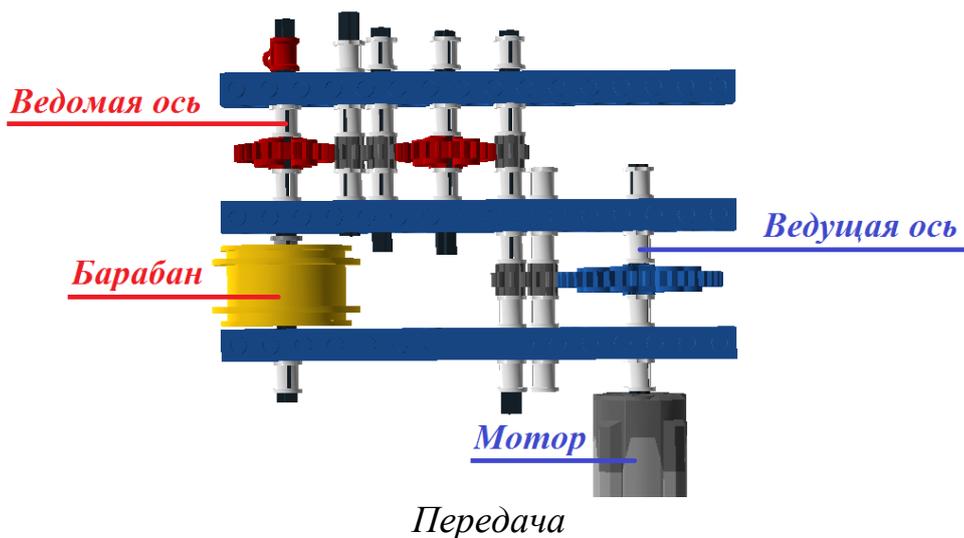
Определите, на сколько градусов больше повернулась ось мотора **A** за время проезда робота по трассе на втором комплекте колёс по сравнению с числом градусов, на которое повернулась ось мотора **A** за время проезда робота по трассе на первом комплекте. Ответ дайте в градусах, округлив результат до целого числа. При расчётах примите $\pi \approx 3,14$.

Чтобы получить более точный ответ, округление стоит производить только при получении финального ответа.

Ответ: 1800.

№ 10 (10 баллов)

На робототехническом полигоне стоит тележка на четырёх колёсах. Все колёса тележки одинаковые, диаметр каждого из колёс тележки равен 8 см. На тележке укреплена конструкция с мотором, зубчатой передачей и цилиндрическим барабаном (см. *передачу*). К барабану привязали длинную тонкую прочную нерастяжимую нить. Длина нити равна 5 м. Другой конец нити Катя прикрепила к стене так, что нить натянута горизонтально. Если запустить мотор, то нить будет наматываться на барабан.



При сборке передачи Катя использовала шестерёнки трёх типов. У больших шестерней – 40 зубьев, у средних – 24 зуба, у маленьких – 8 зубьев. Диаметр барабана равен 60 мм.

Катя запускает программу, и ось мотора начинает вращаться, делая 15 оборотов в минуту.

Определите, за сколько секунд тележка проедет 3 м. При расчётах примите $\pi \approx 3,14$. Считайте, что нить наматывается на барабан равномерно в один слой. Ответ дайте в секундах, округлив результат до целого числа.

Чтобы получить более точный ответ, округление стоит производить только при получении финального ответа.

Ответ: 38.

Критерии проверки

№ задания	Ответы	Баллы
1	Ответ: 44	Дан верный ответ в требуемых единицах измерения – 1 балл. 0 баллов в остальных случаях
2	Ответ: 120	Дан верный ответ в требуемых единицах измерения – 2 балла. 0 баллов в остальных случаях
3	Ответ: Г, Е	По 1 баллу за каждый верный выбранный ответ, если выбраны один или два варианта ответа. 0 баллов в остальных случаях
4	Ответ: 156	Дан верный ответ в требуемых единицах измерения – 2 балла. 0 баллов в остальных случаях
5	Ответ: 900	Дан верный ответ в требуемых единицах измерения – 3 балла. 0 баллов в остальных случаях
6 А	Ответ: <i>D</i>	4 балла за верно выбранный вариант ответа, если выбран один вариант ответа. 0 баллов в остальных случаях
6 Б	Ответ: 350	Дан верный ответ в требуемых единицах измерения – 6 баллов. 0 баллов в остальных случаях
7	Ответ: 21	Дан верный ответ в требуемых единицах измерения – 10 баллов. 0 баллов в остальных случаях
8 А	Мощность мотора <i>A</i> : 27	Дан верный ответ в требуемых единицах измерения – 5 баллов. 0 баллов в остальных случаях
8 Б	Мощность мотора <i>B</i> : 92	Дан верный ответ в требуемых единицах измерения – 5 баллов. 0 баллов в остальных случаях
9	Ответ: 1800	Дан верный ответ в требуемых единицах измерения – 10 баллов. 0 баллов в остальных случаях
10	Ответ: 38	Дан верный ответ в требуемых единицах измерения – 10 баллов. 0 баллов в остальных случаях

Максимум за работу 60 баллов.

Решения и ответы

№ 1

Решение

AO – это радиус окружности.

Длина окружности будет равна:

$$C = 2 \cdot \pi \cdot AO = 2 \cdot 3,14 \cdot 7 = 43,96 \approx 44 \text{ (см)}$$

Ответ: 44.

№ 2

Решение

Посчитаем количество оборотов в минуту, которое делает ведущая ось:

$$1 \cdot 60 = 60 \text{ (об. /мин.)}$$

Определим количество оборотов ведомой оси в минуту:

$$60 \cdot 50 : 25 = 120 \text{ (об. /мин.)}$$

Ответ: 120.

№ 3

Ответ: Г, Е.

№ 4

Решение

Определим скорость робота на второй половине трассы:

$$5 + 3 = 8 \text{ (см/с)}$$

Определим длину половины трассы:

$$8 \text{ см/с} \cdot 1 \cdot 60 \text{ с} = 480 \text{ (см)}$$

Определим время проезда робота по первой половине трассы:

$$480 : 5 = 96 \text{ (с)}$$

Определим время, за которое робот проедет всю трассу:

$$96 + 60 = 156 \text{ (с)}$$

Ответ: 156.

№ 5

Решение

Определим длину стороны квадрата:

$$12 : 4 = 3 \text{ (дм)}$$

Переведём длину стороны квадрата в сантиметры:

$$3 \text{ дм} = 30 \text{ см}$$

Посчитаем площадь квадрата:

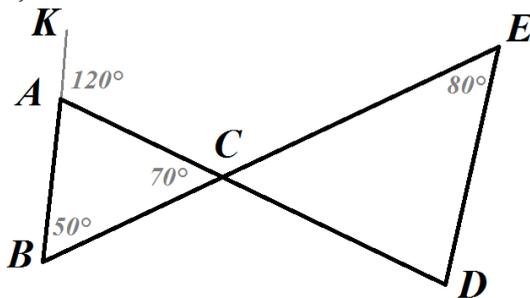
$$30 \cdot 30 = 900 \text{ (см}^2\text{)}$$

Ответ: 900.

№ 6

Решение

Отметим на чертеже то, что нам известно:



Определим градусные величины оставшихся углов.

$\angle BAC$ и $\angle KAC$ – смежные углы, значит, по свойству смежных углов:

$$\angle BAC + \angle KAC = 180^\circ$$

$$\angle BAC = 180^\circ - \angle KAC = 180^\circ - 120^\circ = 60^\circ$$

$\angle ACB$ и $\angle ECD$ – вертикальные углы, значит, по свойству вертикальных углов:

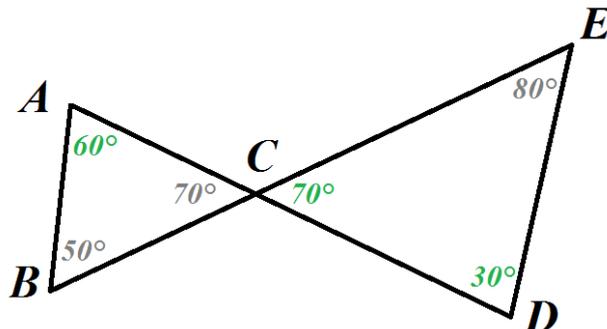
$$\angle ACB = \angle ECD = 70^\circ$$

Так как сумма углов треугольника равна 180° , то:

$$\angle CDE + \angle ECD + \angle CED = 180^\circ$$

$$\angle CDE = 180^\circ - (\angle ECD + \angle CED) = 180^\circ - (70^\circ + 80^\circ) = 180^\circ - 150^\circ = 30^\circ$$

Отметим на чертеже найденные нами градусные меры углов:



Так как из всех вершин выходит чётное число отрезков, то для того, чтобы определить наиболее выгодные точки старта, нужно найти потенциальный наибольший угол поворота, который будет исключён в случае старта в данной вершине.

Наибольший угол поворота находится в вершине угла с наименьшей градусной мерой. В нашем случае это вершина **D**.

Посчитаем минимальный угол поворота робота:

$$\begin{aligned} & (180^\circ - 60^\circ) + (180^\circ - 80^\circ) + (180^\circ - 50^\circ) = \\ & = 120^\circ + 100^\circ + 130^\circ = 350^\circ \end{aligned}$$

Ответ:

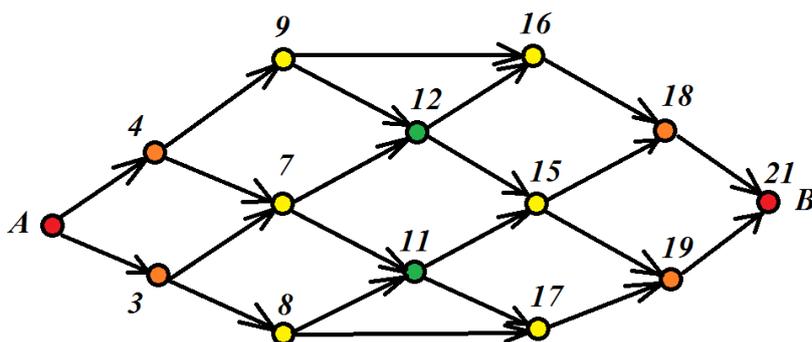
А) **D**;

Б) 350.

№ 7

Решение

На схеме представлен направленный граф. Нам надо найти кратчайший путь из вершины **A** в вершину **B**. Говоря о «кратчайшем пути», следует учитывать, что может существовать более одного пути с кратчайшей длиной (в нашем случае – минимальным временем движения), и что нас устроит любой из них. Будем перемещаться по схеме слева направо, пометая каждую вершину числом, которое указывает минимальное время (кратчайшее расстояние) от текущей вершины до точки старта **A** (дома). Пройдя таким образом по всем вершинам графа и пометив все вершины, мы получим в качестве метки для вершины **B** минимальное время, которое нужно, чтобы добраться из вершины **A** в вершину **B**.



Таким образом, можно узнать, что Даша доедет от дома до работы за 21 минуту.

Ответ: 21.

№ 8

Решение

Проведём расчёты согласно представленной в задании части кода.
Определим границу серого:

$$(92 + 8) : 2 = 50$$

Рассчитаем управляющее воздействие:

$$(63 - 50) \cdot 2,5 = 13 \cdot 2,5 = 32,5$$

Определим мощность, которая будет подаваться на моторы:

$60 - 32,5 = 27,5$, но т.к. если на мотор подаётся не целое значение мощности, происходит отбрасывание дробной части, то 27 – это мощность мотора **A**.

$60 + 32,5 = 92,5$ но т.к. если на мотор подаётся не целое значение мощности, происходит отбрасывание дробной части, то 92 – это мощность мотора **B**.

Так как обе величины мощности по модулю не превышают 100, то полученные величины будут поданы на моторы без изменения.

Ответ:

мощность мотора **A**: 27;

мощность мотора **B**: 92.

№ 9

Решение

Определим длину окружности колеса из первого набора:

$$2 \cdot \pi \cdot r_1 = 2 \cdot 3,14 \cdot 5 = 31,4 \text{ (см)}$$

Посчитаем количество градусов, на которое повернулась каждая из осей моторов робота для колёс из первого набора:

$$360^\circ \cdot 628 : 31,4 = 7200^\circ$$

Найдём длину радиуса колёс из второго набора:

$$(5 + 3) : 2 = 4 \text{ (см)}$$

Определим длину окружности колеса из второго набора:

$$2 \cdot \pi \cdot r_2 = 2 \cdot 3,14 \cdot 4 = 25,12 \text{ (см)}$$

Посчитаем количество градусов, на которое повернулась каждая из осей моторов робота для колёс из первого набора:

$$360^\circ \cdot 628 : 25,12 = 9000^\circ$$

Определим искомую разницу в градусах поворота оси мотора в зависимости от выбора набора колёс при прохождении одной и той же трассы:

$$9000^\circ - 7200^\circ = 1800^\circ$$

Ответ: 1800.

№ 10

Решение

Поскольку нить прикреплена к барабану, который прикреплен к тележке, то перемещение тележки будет определяться только радиусом барабана и частотой его вращения. Барабан будет наматывать на себя нить, тем самым подтягивая тележку вперёд.

Определим длину окружности барабана:

$$l = \pi \times D \approx 3,14 \cdot 6 = 18,84 \text{ (см)}$$

Определим частоту вращения барабана.

За одну минуту ведомая ось первой ступени сделает

$$15 \cdot 40 : 8 = 75 \text{ (об.)}$$

За одну минуту ось, на которой закреплён барабан, сделает

$$75 \cdot 8 : 24 = 25 \text{ (об.)}$$

Определим расстояние, на которое тележка переместится за 1 минуту:

$$18,84 \cdot 25 = 471 \text{ (см)}$$

То есть, скорость движения тележки равна $471 \frac{\text{см}}{\text{мин.}}$

Определим время в секундах, за которое тележка проедет заданное расстояние:

$$(300 : 471) \cdot 60 = 38,216560 \dots \approx 38 \text{ (с)}$$

Ответ: 38.