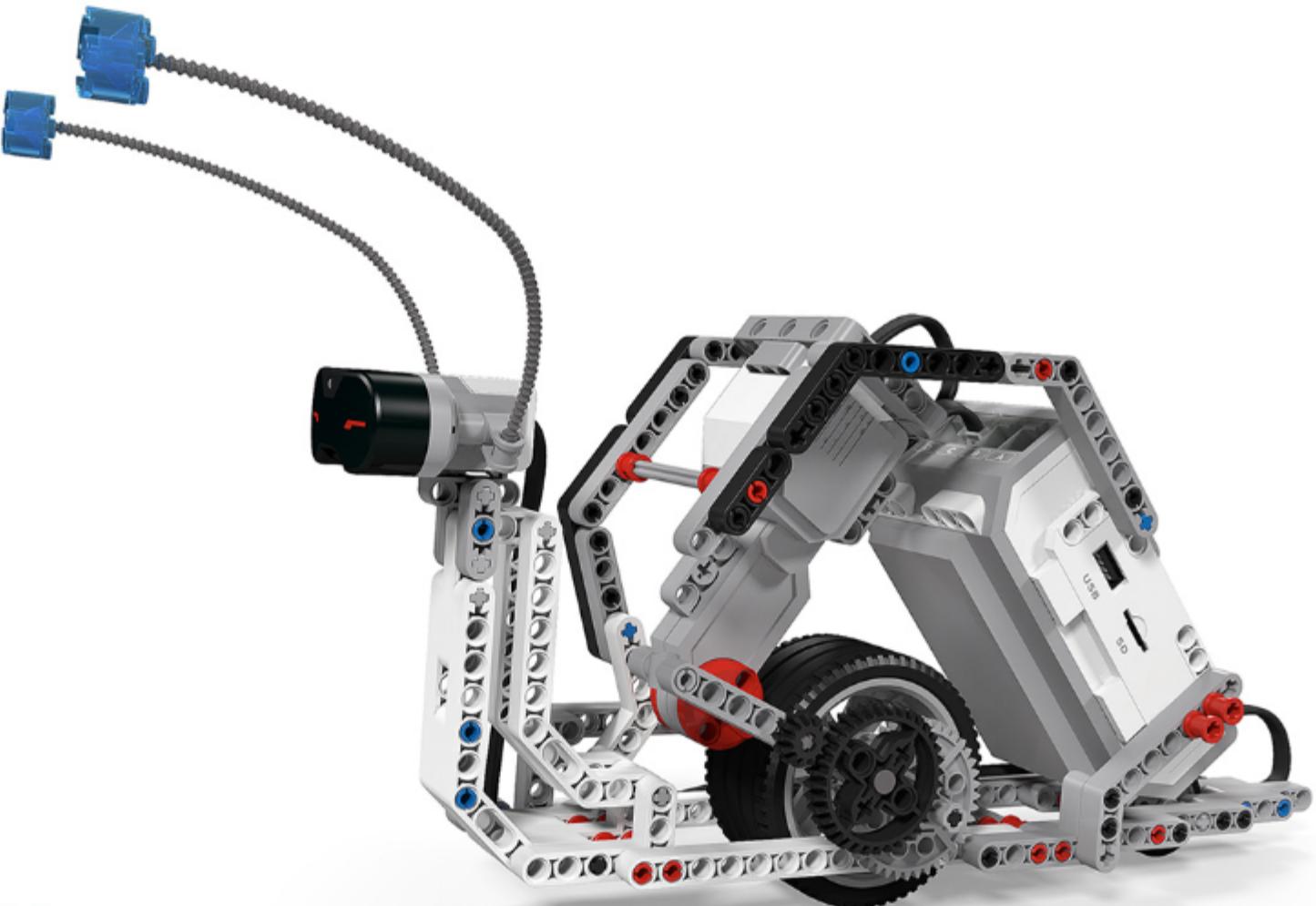


# Поникающая зубчатая передача

ROBORISE-IT!  
ROBOTIC EDUCATION

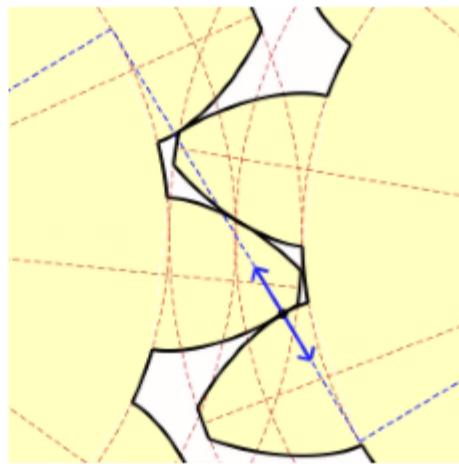




# Давайте вспомним



Что такое зубчатое колесо?



A

B

C

D

Деталь зубчатой передачи в виде цилиндра со спирально расположенными канавками для сцепления с шестернями.

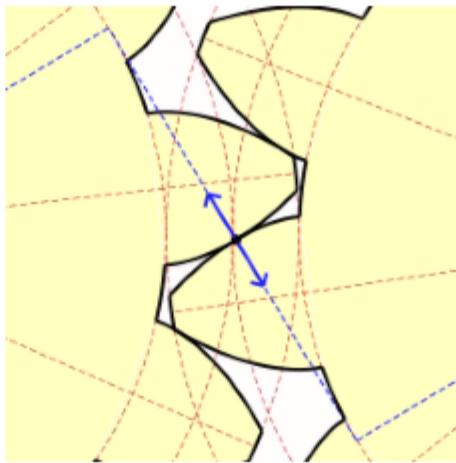




# Давайте вспомним



Что такое зубчатое колесо?



A

B

C

D

Колесо с грунтозацепами для транспортных средств повышенной проходимости.

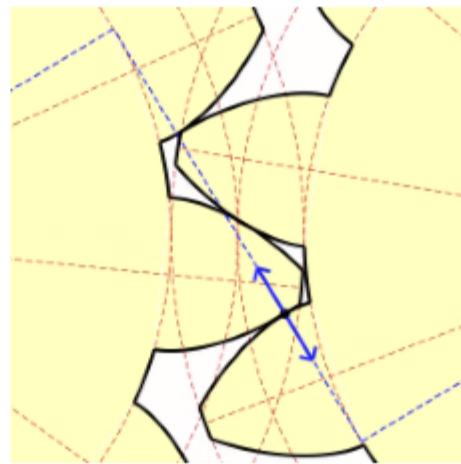




# Давайте вспомним



Что такое зубчатое колесо?



A

B

C

D

Основная деталь зубчатой передачи в виде диска с зубьями разной формы и направления.

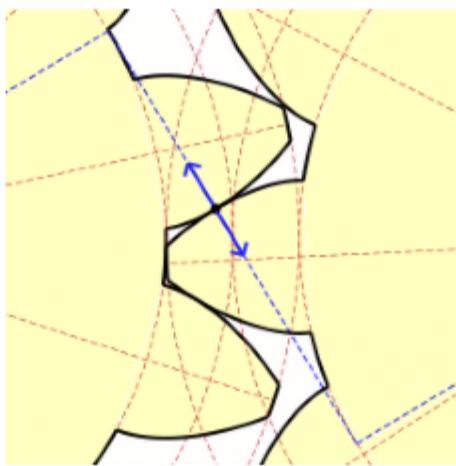




# Давайте вспомним



Что такое зубчатое колесо?



A

B

C

D

Основная деталь зубчатой передачи, выполняющая функцию крепления осей.

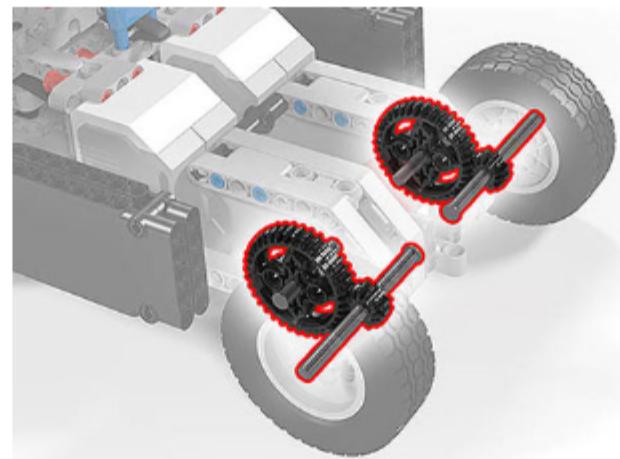




# Давайте вспомним



Выберите все утверждения, касающиеся повышающей зубчатой передачи.



A

B Скорость вращения выходного вала больше скорости вращения входного.

C

D

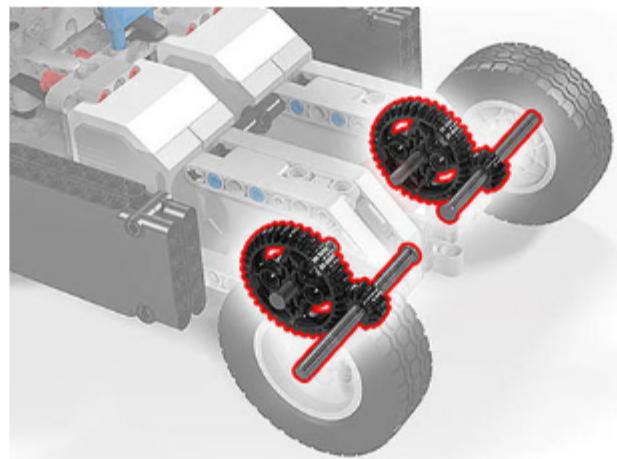




# Давайте вспомним



Выберите все утверждения, касающиеся повышающей зубчатой передачи.



A

B Скорость вращения выходного вала меньше скорости вращения входного.

C

D

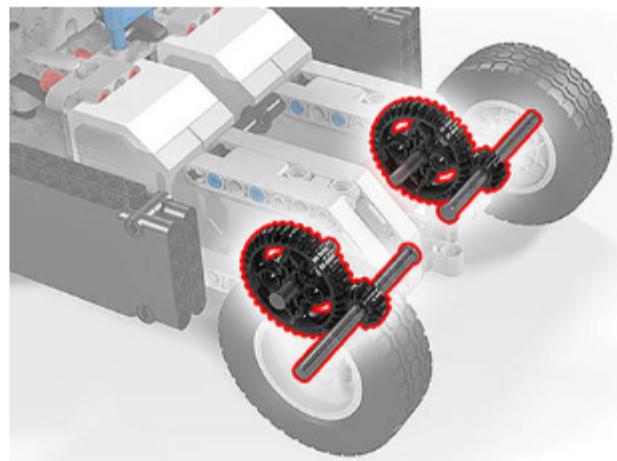




# Давайте вспомним



Выберите все утверждения, касающиеся повышающей зубчатой передачи.



A

Передаваемое усилие уменьшается.



B

C

D

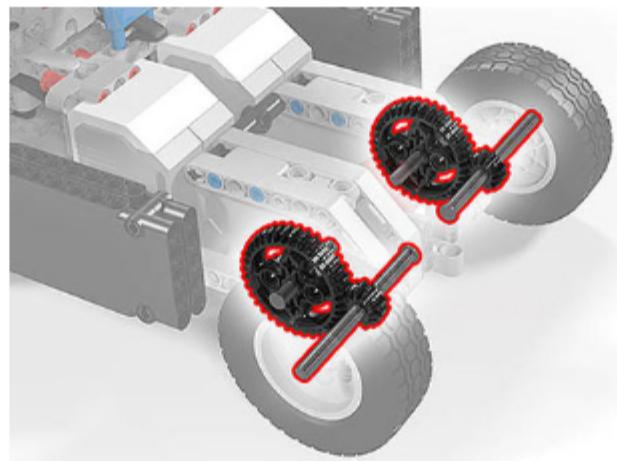




# Давайте вспомним



Выберите все утверждения, касающиеся повышающей зубчатой передачи.



A

Передаваемое усилие растет.



B

C

D

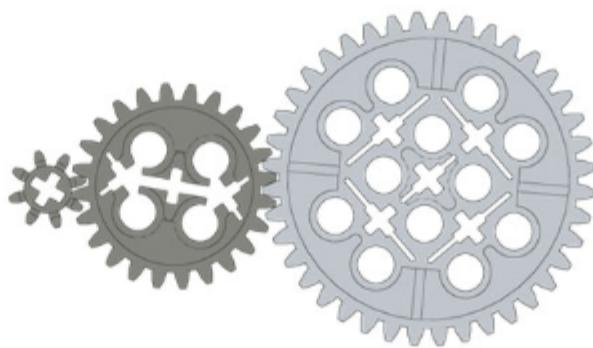




# Давайте вспомним



Как рассчитывается  
передаточное отношение?



A

B

C

D

Нужно разделить  
количество зубцов  
ведущей шестерни на  
количество зубцов  
ведомой.

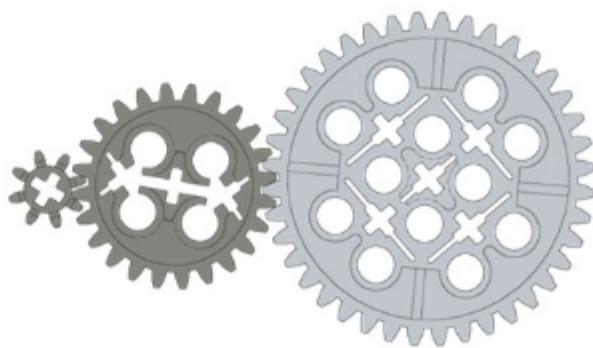




# Давайте вспомним



Как рассчитывается  
передаточное отношение?



A

B

C

D

Нужно разделить скорость  
вращения ведущего  
элемента передачи на  
скорость вращения  
ведомого.

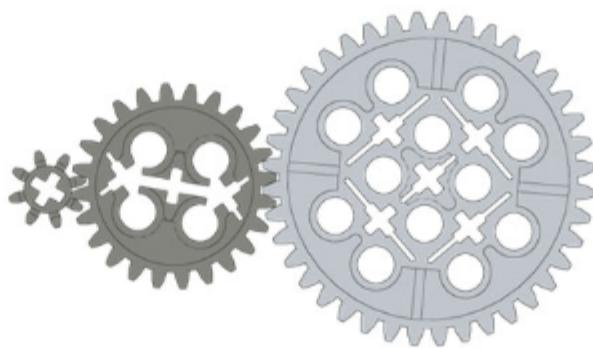




# Давайте вспомним



Как рассчитывается  
передаточное отношение?



A

B

C

D

Нужно разделить  
количество зубцов ведомой  
шестерни на количество  
зубцов ведущей.

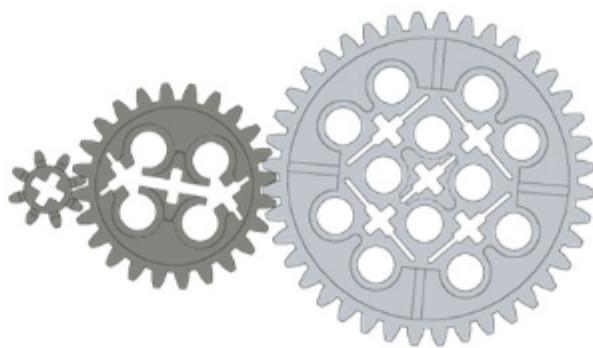




# Давайте вспомним



Как рассчитывается  
передаточное отношение?



A

B

C

D

Нужно умножить  
количество зубцов ведомой  
шестерни на количество  
зубцов ведущей.

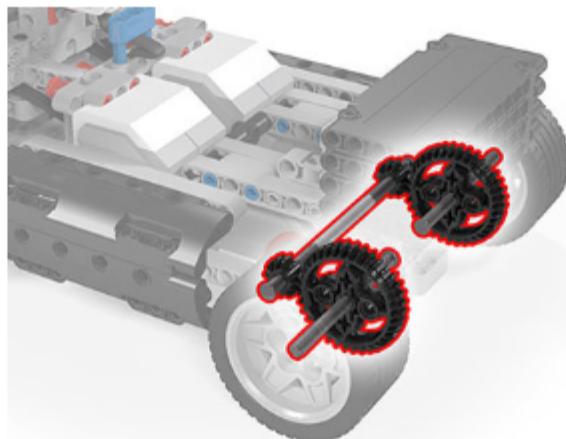




# Давайте вспомним



Выберите все утверждения, касающиеся понижающей зубчатой передачи.



A

Б Скорость вращения выходного вала больше скорости вращения входного.

С

Д

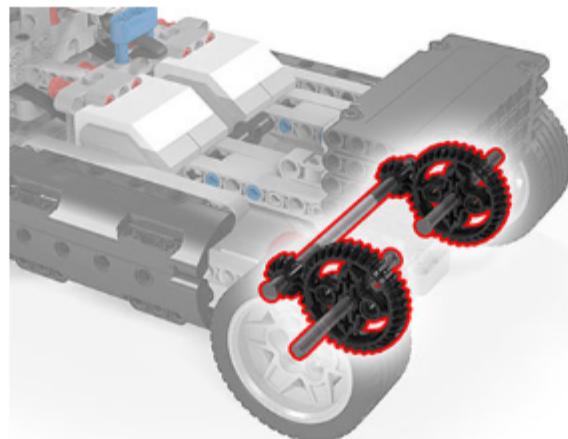




# Давайте вспомним



Выберите все утверждения, касающиеся понижающей зубчатой передачи.



A

B Скорость вращения выходного вала меньше скорости вращения входного.

C

D

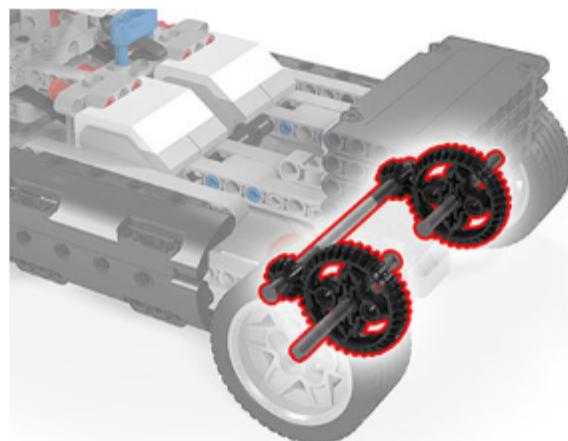




# Давайте вспомним



Выберите все утверждения, касающиеся понижающей зубчатой передачи.



A

Передаваемое усилие уменьшается.



B

C

D

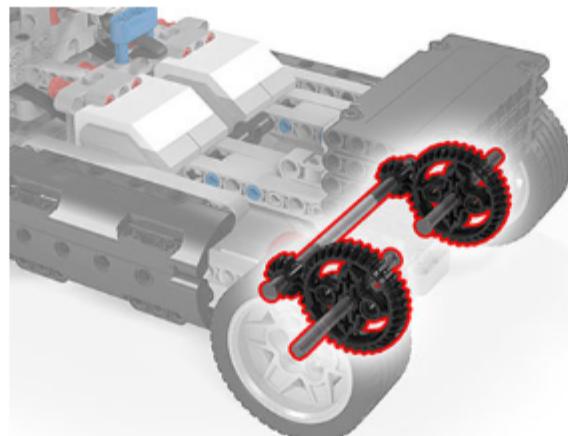




# Давайте вспомним



Выберите все утверждения, касающиеся понижающей зубчатой передачи.



A

Передаваемое усилие растет.



B

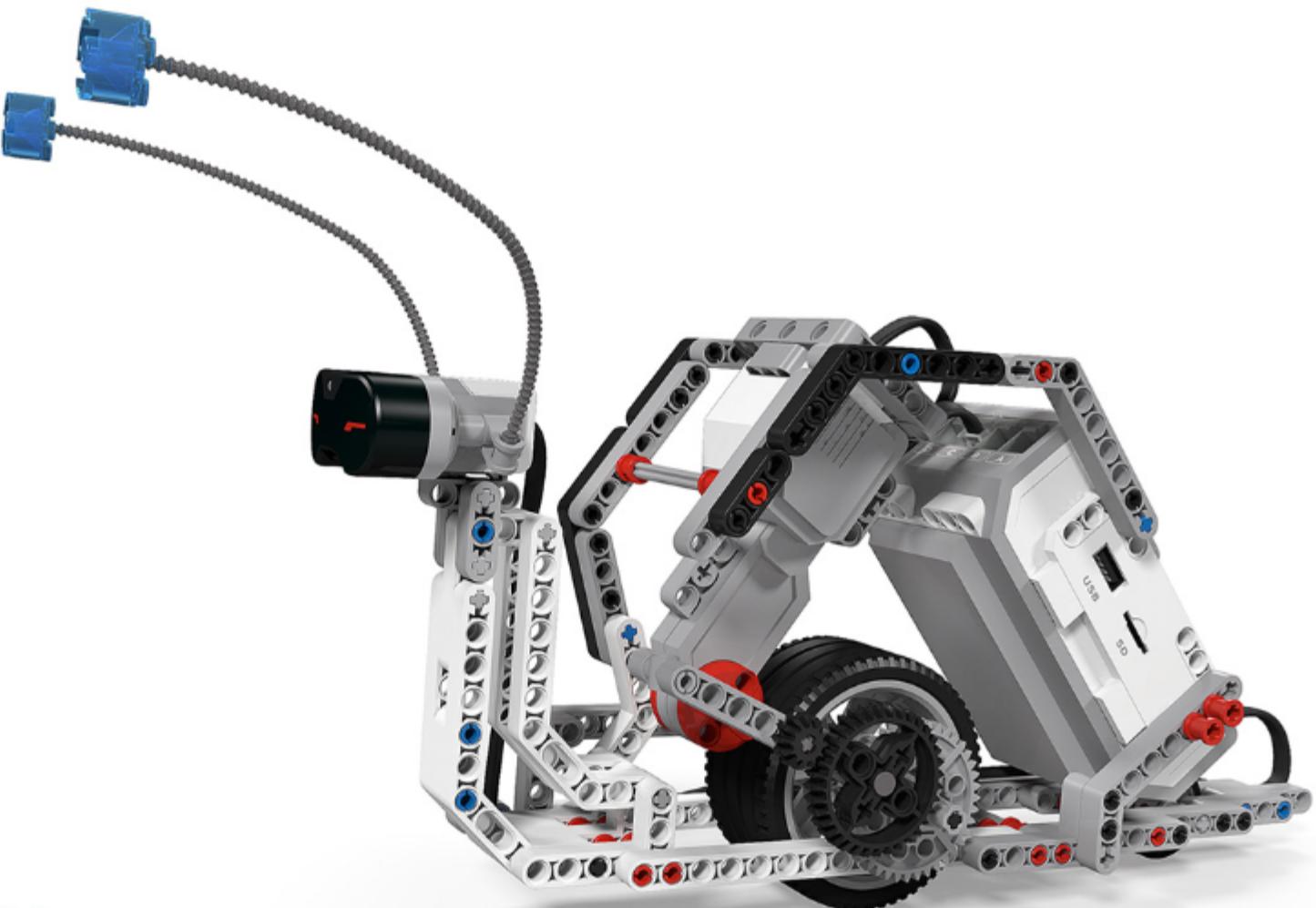
C

D



# Поникающая зубчатая передача

ROBORISE-IT!  
ROBOTIC EDUCATION



# Сегодня на уроке



Использование пониженных передач в робототехнике.



Расчет передаточного отношения для многоступенчатых зубчатых передач.



Кинематика работы привода через кулачок.



Построение робота с многоступенчатой понижающей зубчатой передачей.



Тестирование понижающих зубчатых передач.

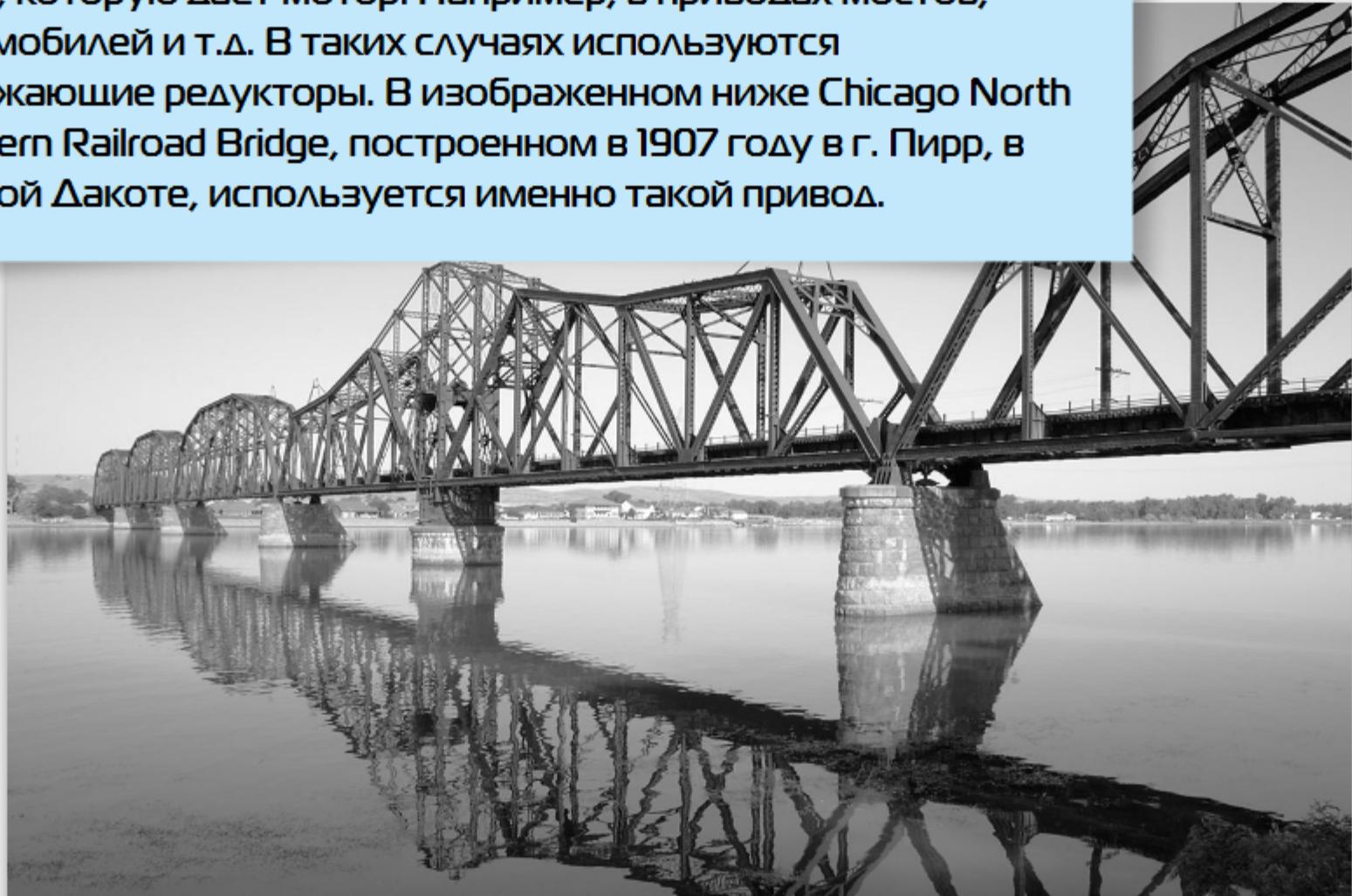


Самостоятельная сборка и тестирование самой понижающей зубчатой передачи.



# Понижающие передачи

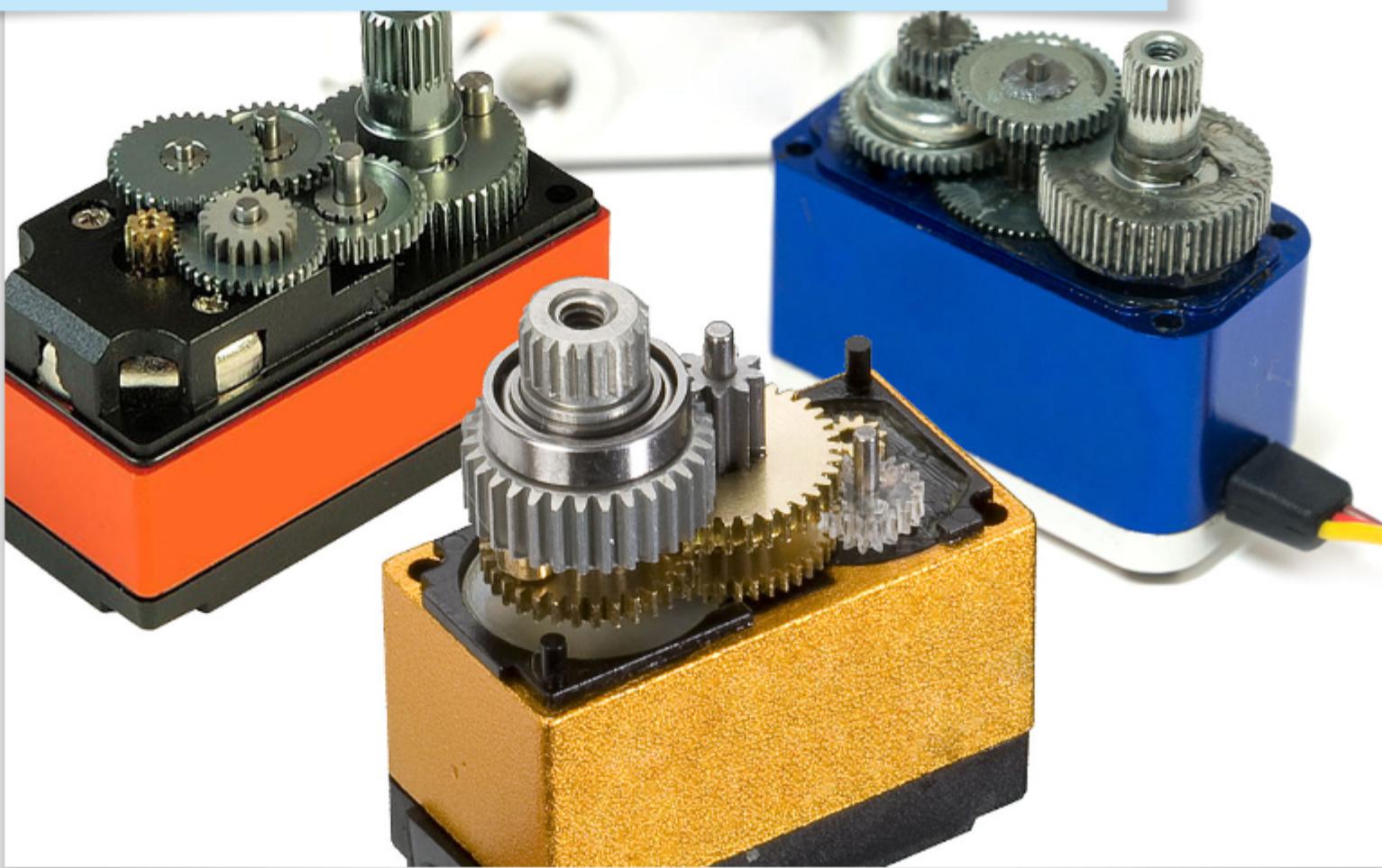
В технике очень часто возникает потребность в увеличении силы, которую дает мотор. Например, в приводах мостов, автомобилей и т.д. В таких случаях используются понижающие редукторы. В изображенном ниже Chicago North Western Railroad Bridge, построенном в 1907 году в г. Пирр, в Южной Дакоте, используется именно такой привод.



# В робототехнике

ROBORISE-IT!  
ROBOTIC EDUCATION

Поникающие передачи в робототехнике используются, например, в приводах сервомоторов.



# В робототехнике

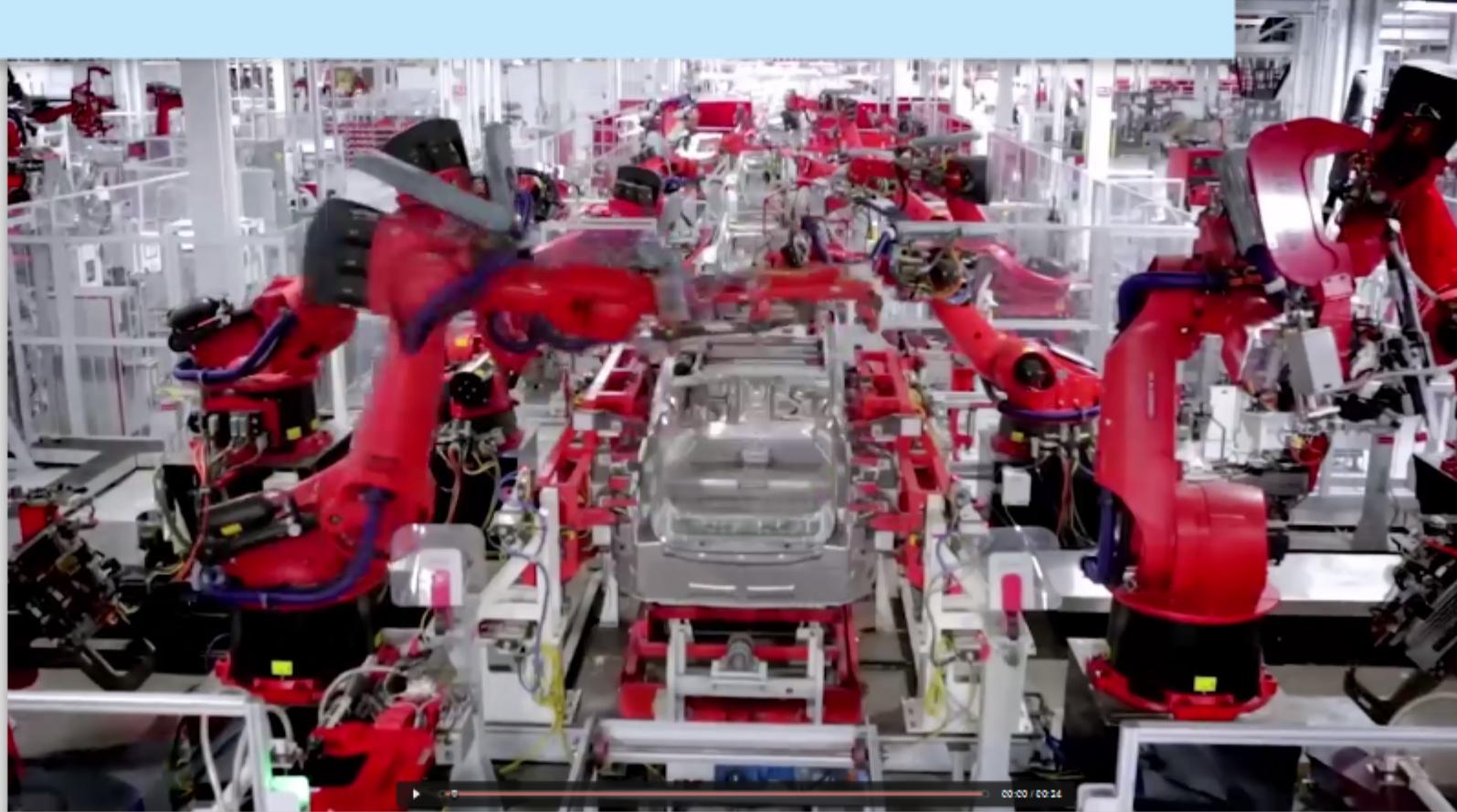
Приводы промышленных роботов-манипуляторов также используют понижающие редукторы. Они не только значительно увеличивают усилия, которые могут использовать такие роботы, но и улучшают точность выполнения всех движений.



# В робототехнике

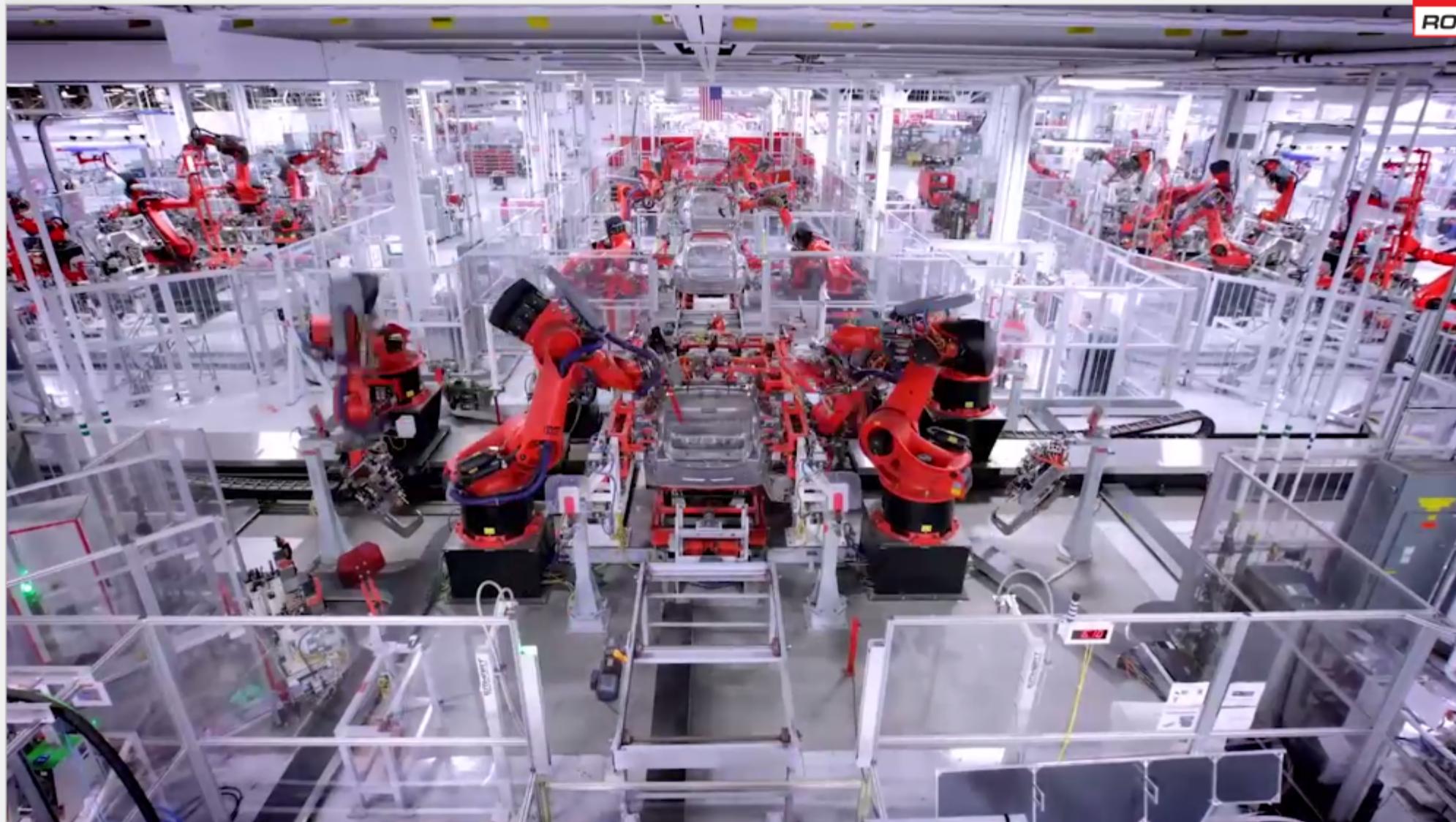
ROBORISE-IT!  
ROBOTIC EDUCATION

Обратите внимание на точность выполнения работ роботами-сварщиками, и на силу, которая нужна для перемещения кузова автомобиля.



# В робототехнике

ROBORISE-IT!  
ROBOTIC EDUCATION



# Поникающие передачи

ROBORISE-IT!  
ROBOTIC EDUCATION

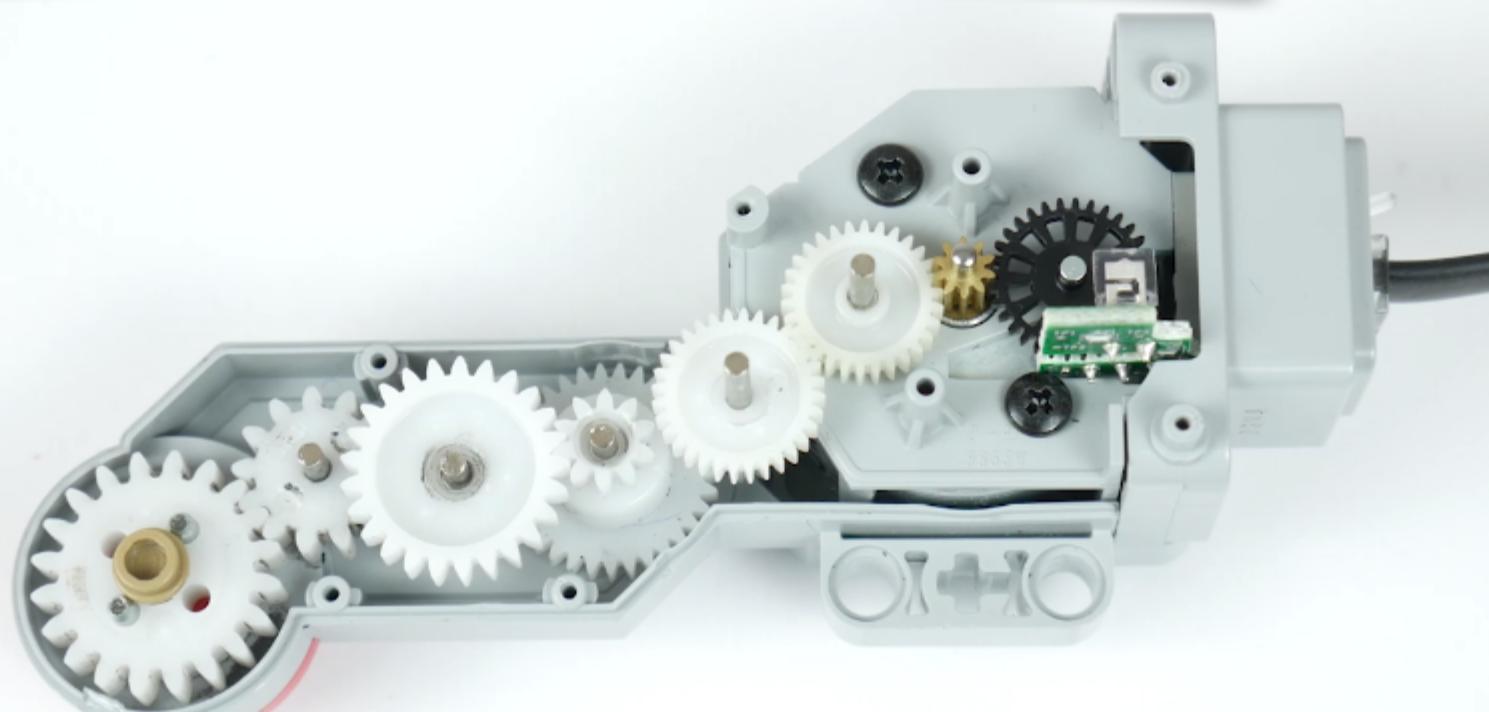
Этот робот-паук имеет более десяти сервомоторов. Они оборудованы поникающими редукторами для обеспечения крутящего момента, достаточного для движения ног.



# Понижающие передачи

ROBORISE-IT!  
ROBOTIC EDUCATION

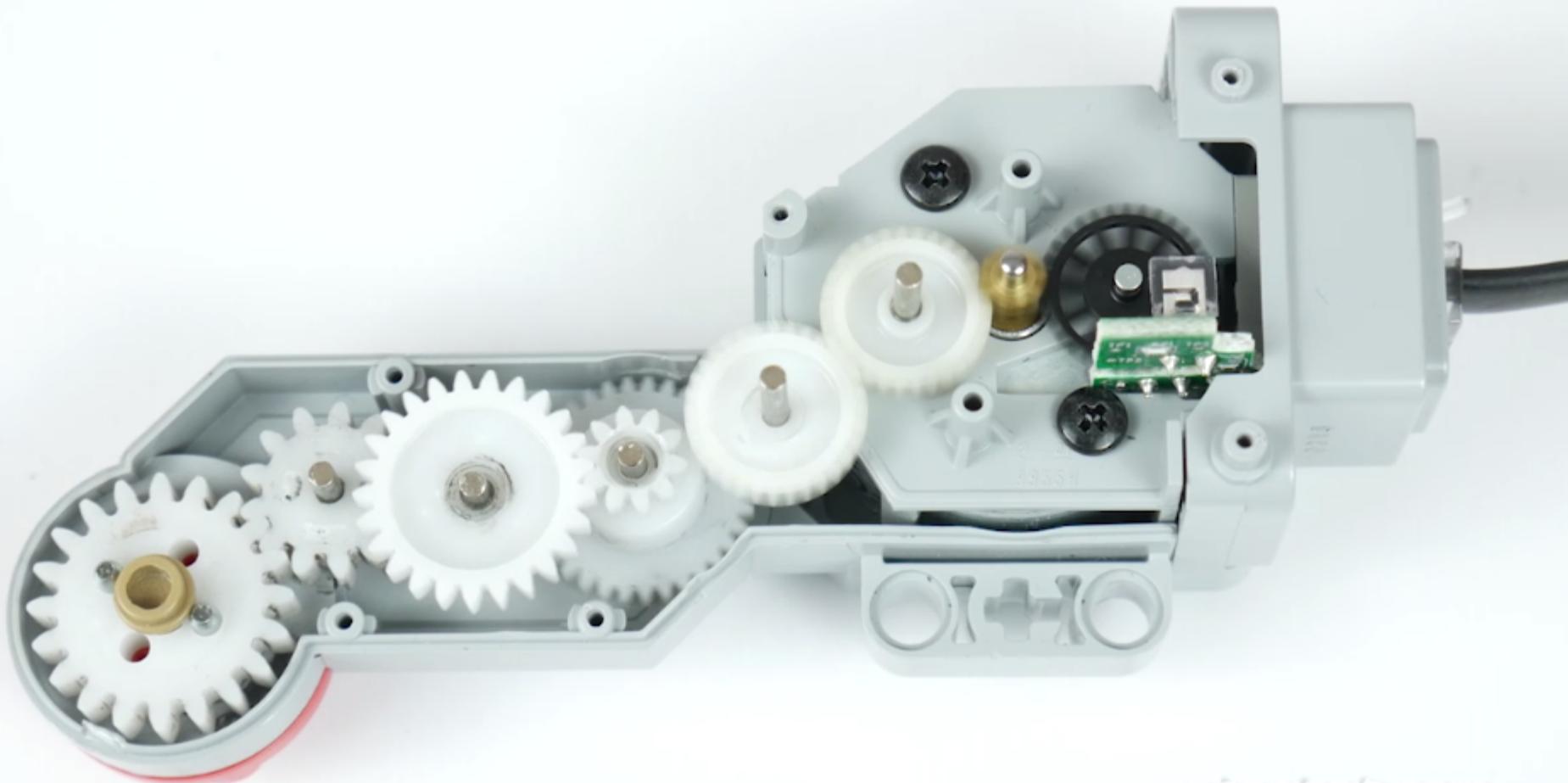
Даже сервомоторы, используемые в наборах Mindstorms, оборудованы внутренним редуктором, который увеличивает усилие на выходе в 46,5 раз.



# Понижающие передачи

ROBORISE-IT!

ROBOTIC EDUCATION



[roborise.com](http://roborise.com)



# Улитка

ROBORISE-IT!

ROBOTIC EDUCATION



# Улитка

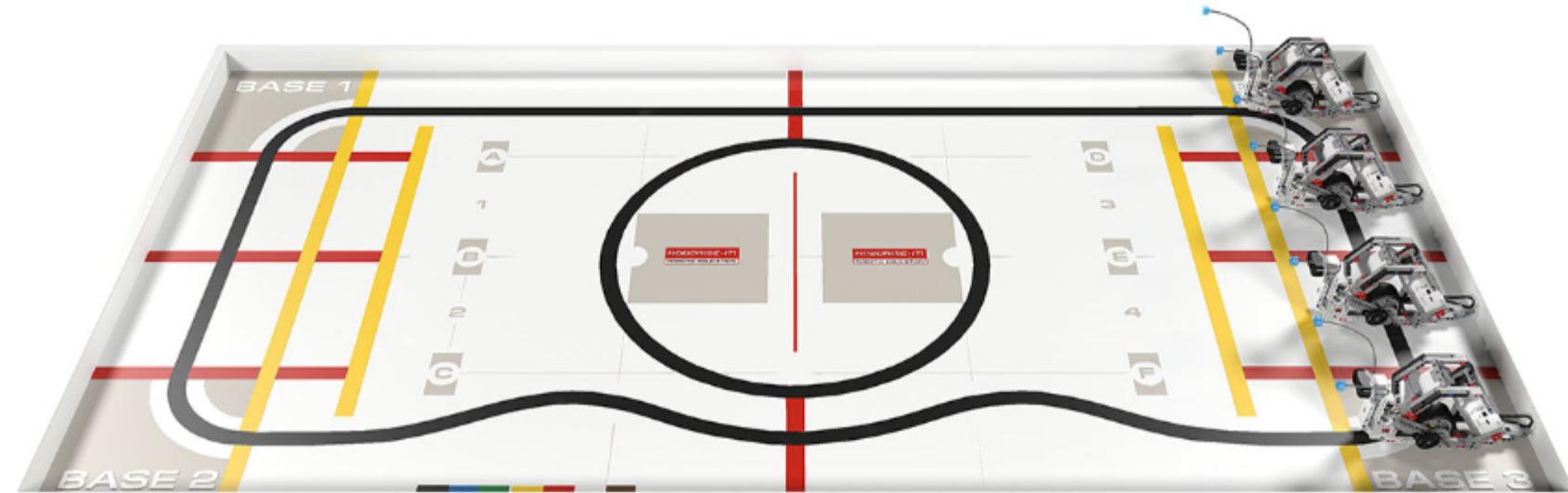
ROBORISE-IT!

ROBOTIC EDUCATION



# Задание

ROBORISE-IT!  
ROBOTIC EDUCATION



На сегодняшнем занятии вы построите самого медленного робота в мире и примете участие в гонках улиток! Для победы вы должны собрать наиболее поникающий редуктор.



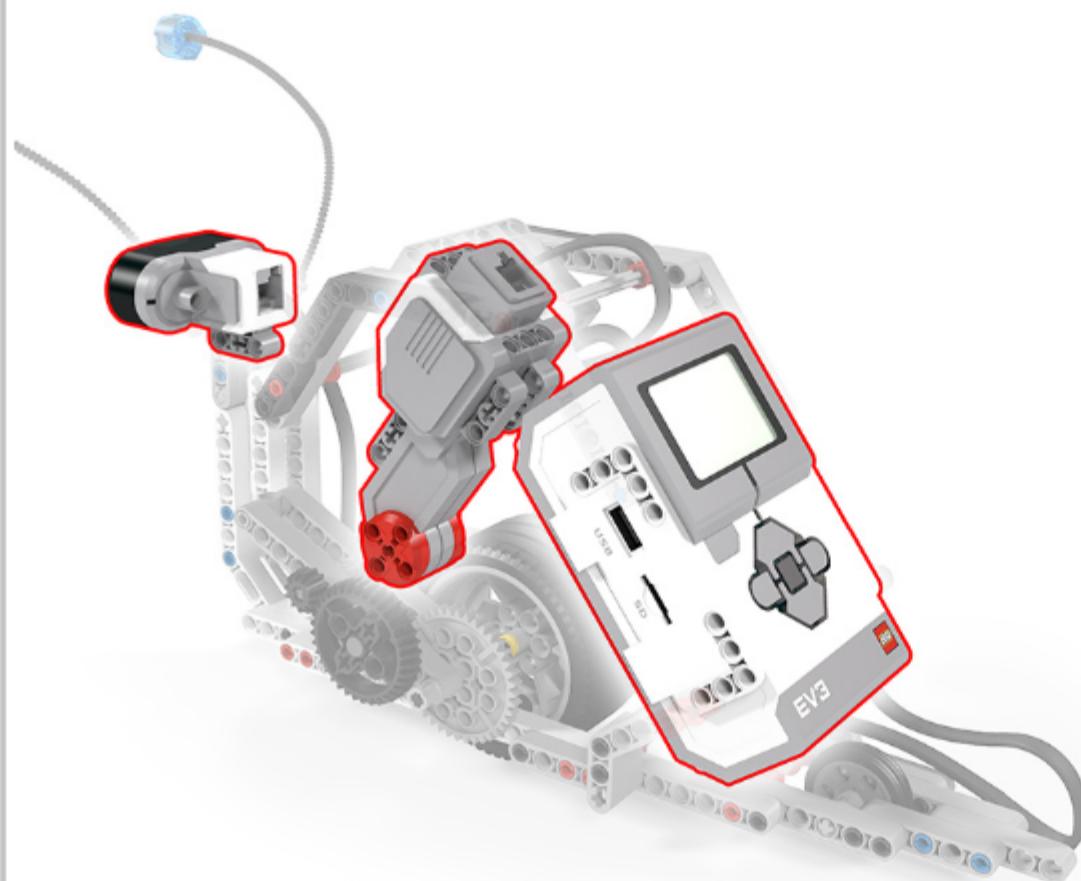
# Особенности конструкции

ROBORISE-IT!  
ROBOTIC EDUCATION

Электроника

Привод "головы"

Трансмиссия



В движение робота приводит один большой сервомотор. Инфракрасный датчик, микропроцессорный блок и сервомотор размещены на продольной оси робота для обеспечения симметрии и равновесия, поскольку от падения на бок робота сдерживает лишь ширина приводного колеса.



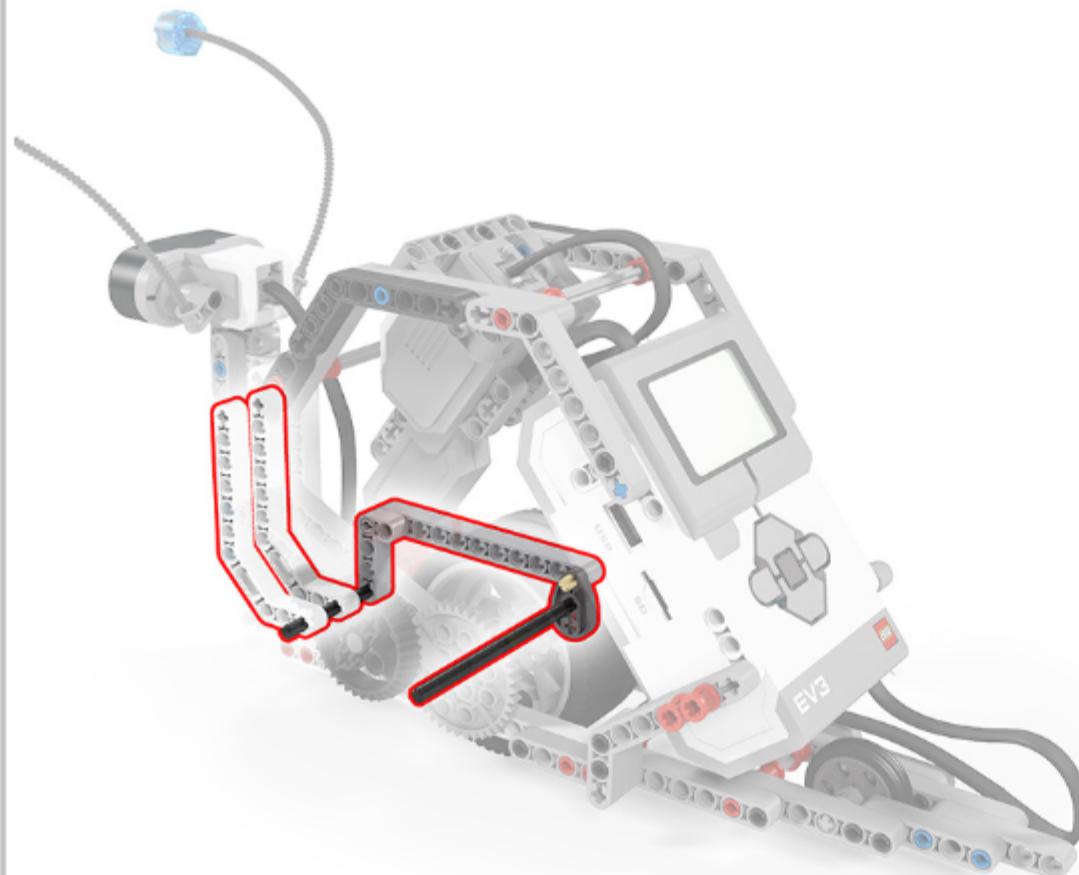
# Особенности конструкции

ROBORISE-IT!  
ROBOTIC EDUCATION

Электроника

Привод "головы"

Трансмиссия



Подвижная "голова" робота соединена с кулачком на оси колеса. Благодаря этому "голова" движется вперед-назад во время движения робота, имитируя настоящую улитку. Чем быстрее движется робот, тем активнее он двигает "головой".  
Обратите внимание на то, что в подвижных соединениях использованы безфрикционные полуоси и коннекторы.



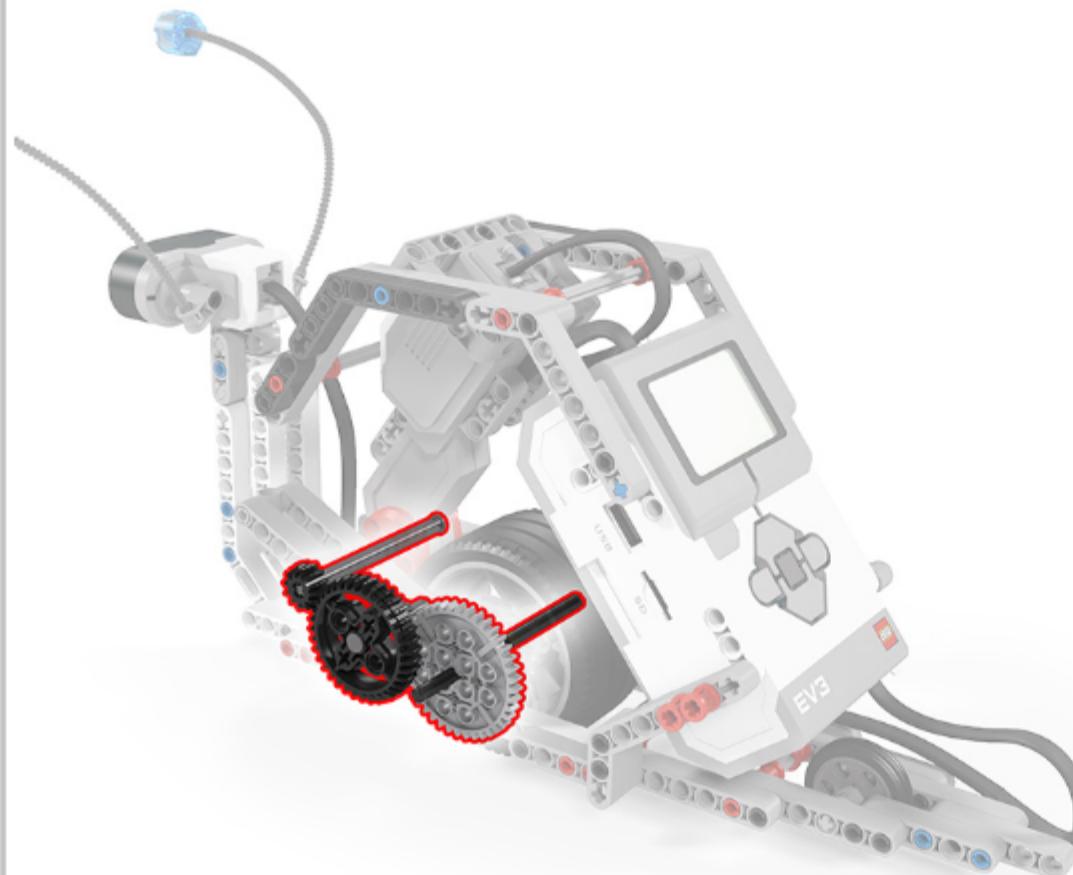
# Особенности конструкции

ROBORISE-IT!  
ROBOTIC EDUCATION

Электроника

Привод "головы"

Трансмиссия



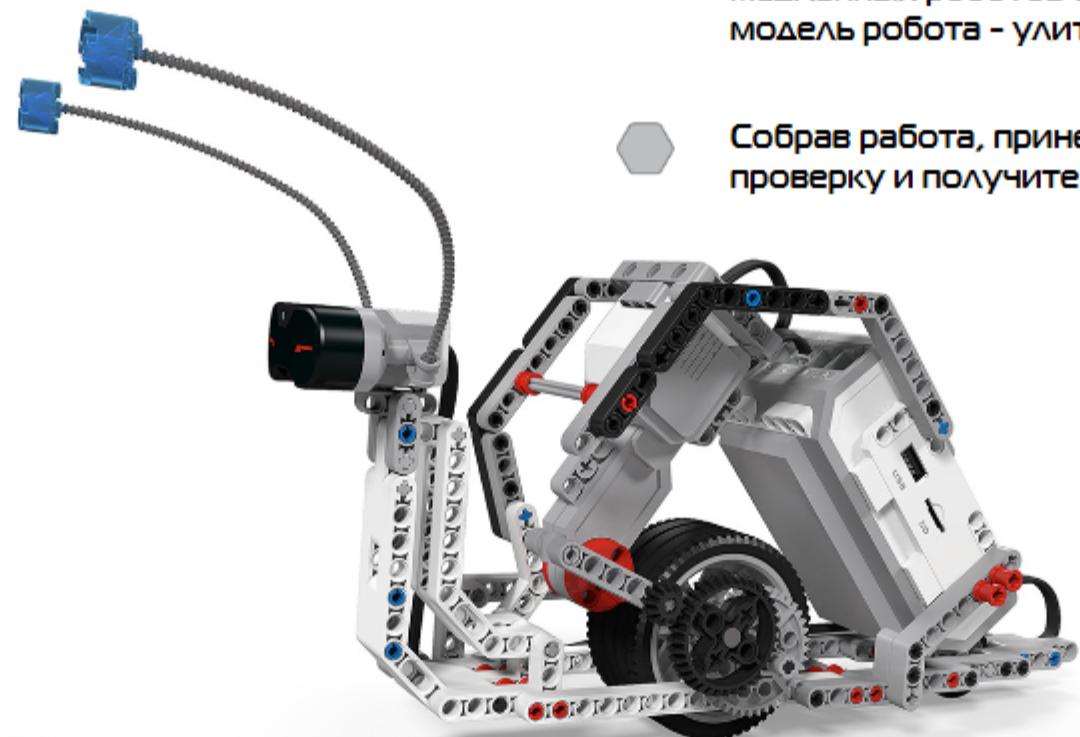
Подвижное крепление мотора позволяет выбрать нужное расстояние между ведущим и ведомым валами.

Один из вариантов редуктора может выглядеть так, как показано на рисунке. Для построения медленного робота используйте редуктор с наибольшим передаточным отношением.

# Задание 1

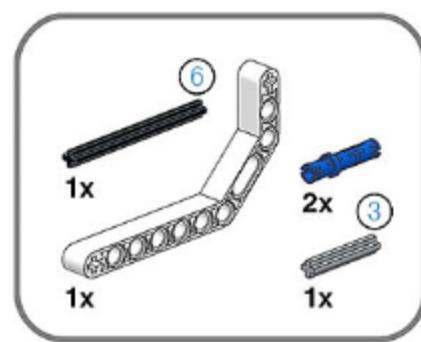
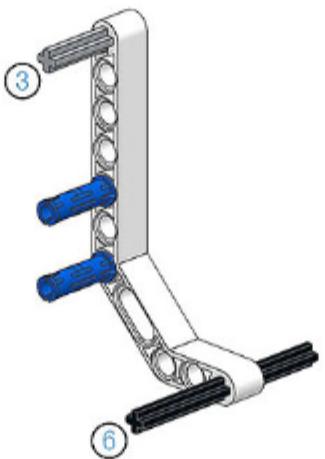
ROBORISE-IT!  
ROBOTIC EDUCATION

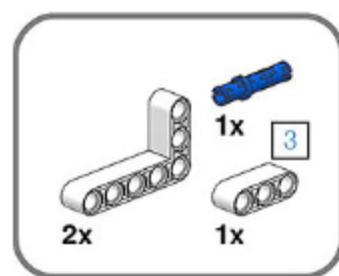
Примите участие в соревновании самых медленных роботов!



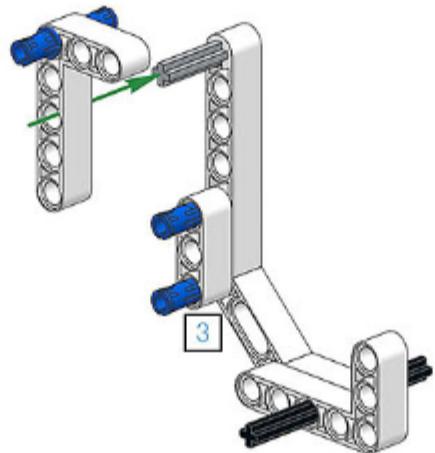
- ➊ Для участия в соревновании самых медленных роботов соберите модель робота - улитки.
- ➋ Собрав работа, принесите его на проверку и получите пульт.

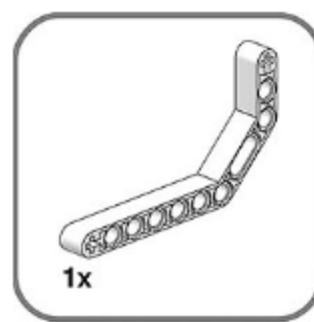
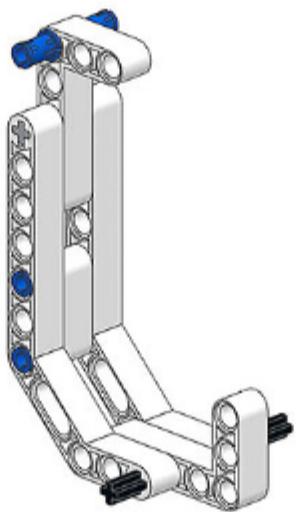


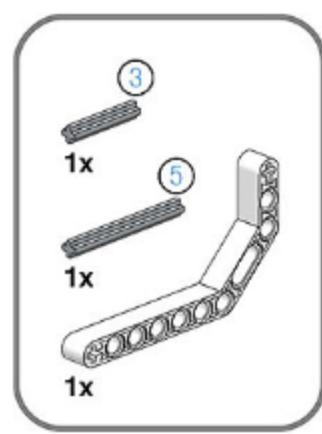
**1**



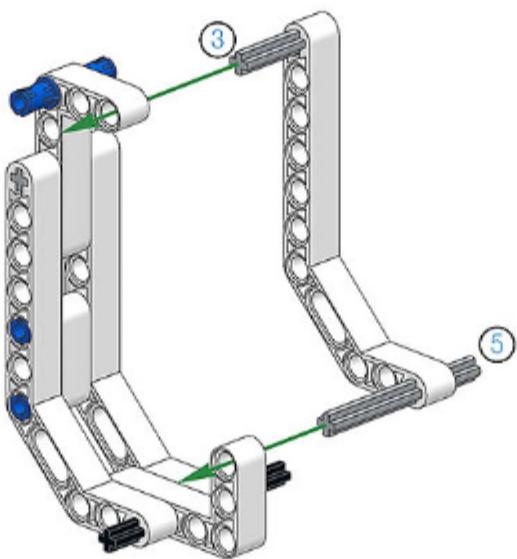
2

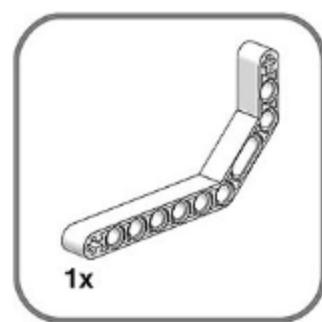
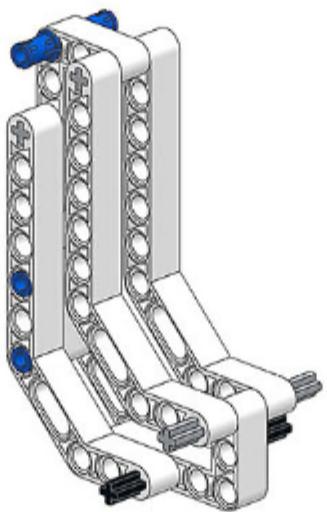


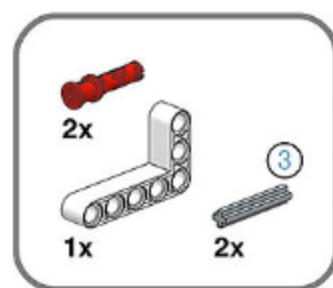
**3**



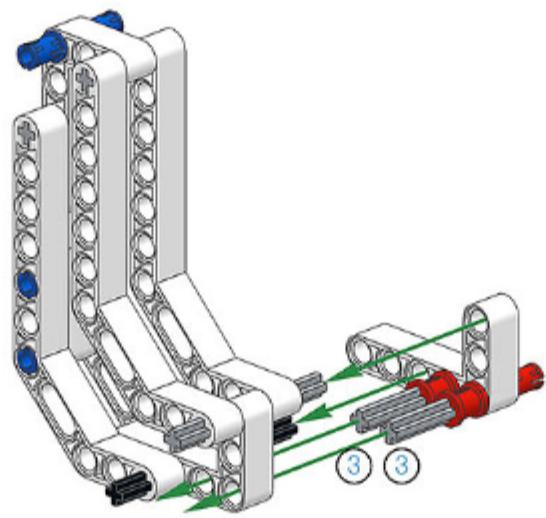
4



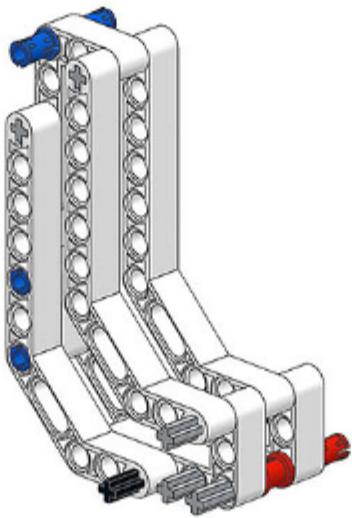
**5**

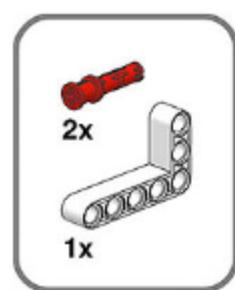


6

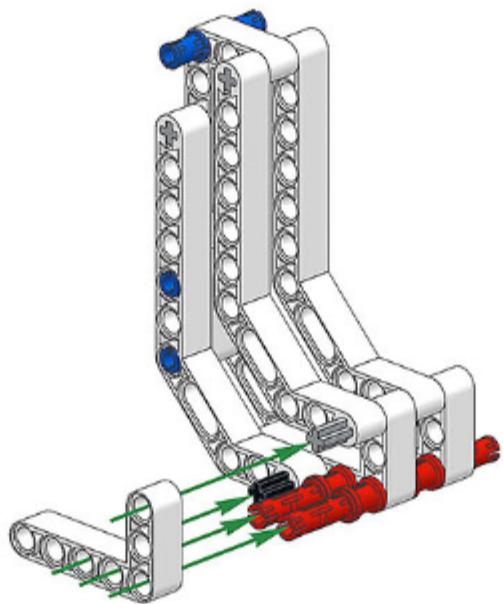


7

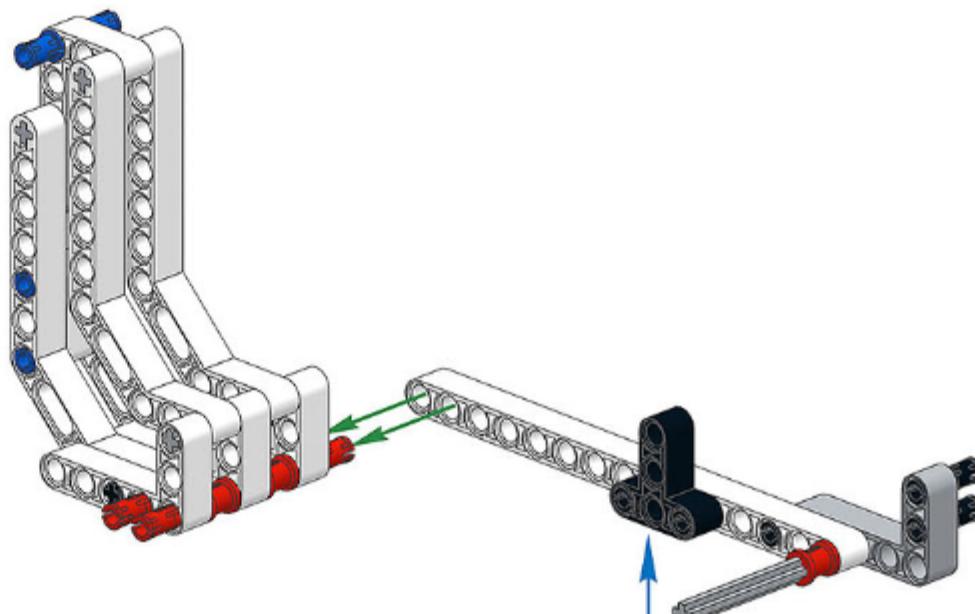
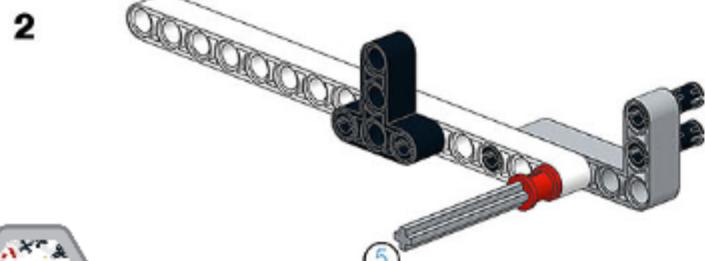
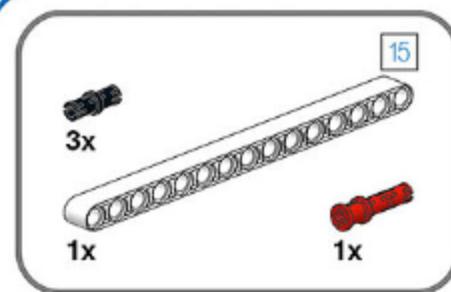




8

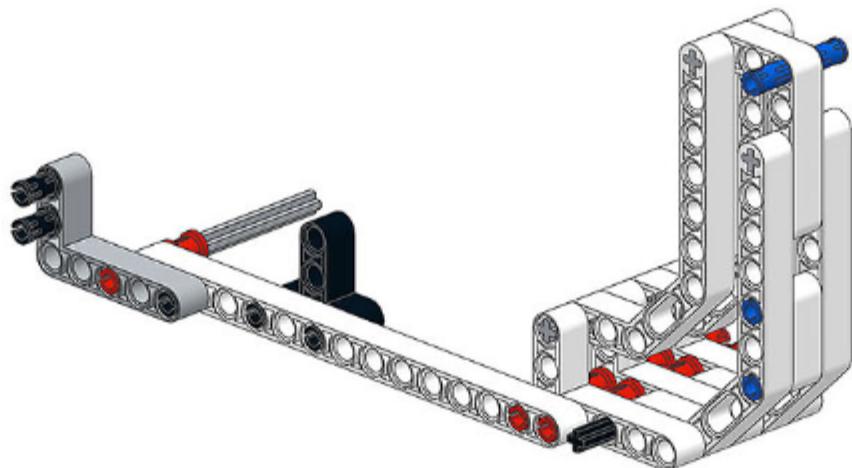


9



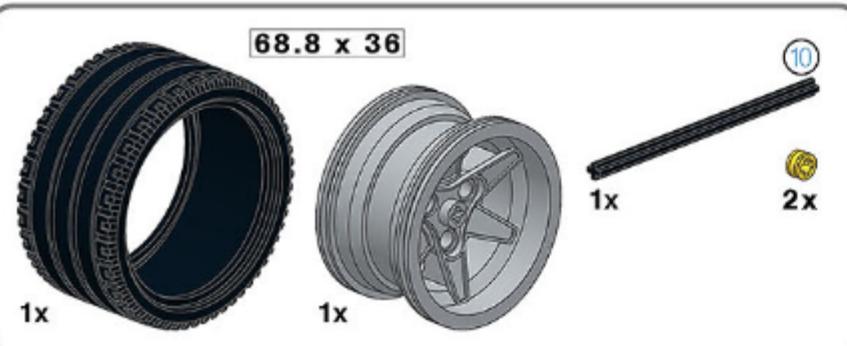
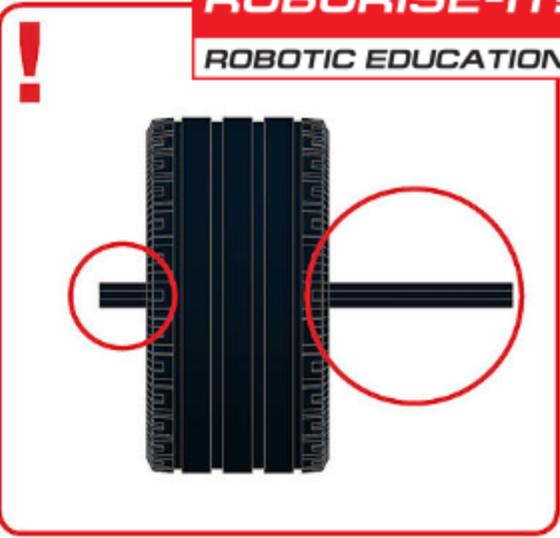
**10**

**ROBORISE-IT!**  
ROBOTIC EDUCATION

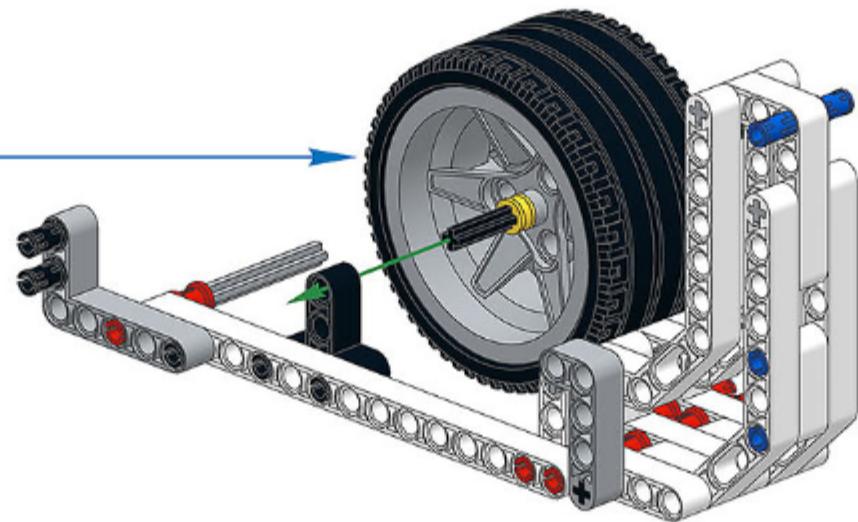


**ROBORISE-IT!**

ROBOTIC EDUCATION

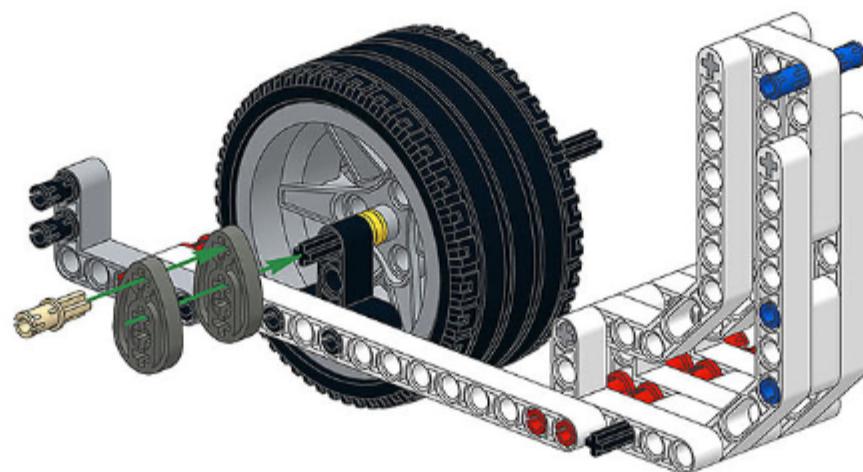
**1****2**

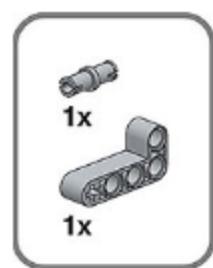
11



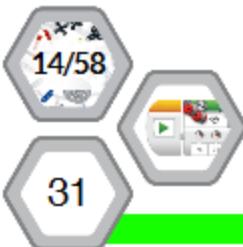
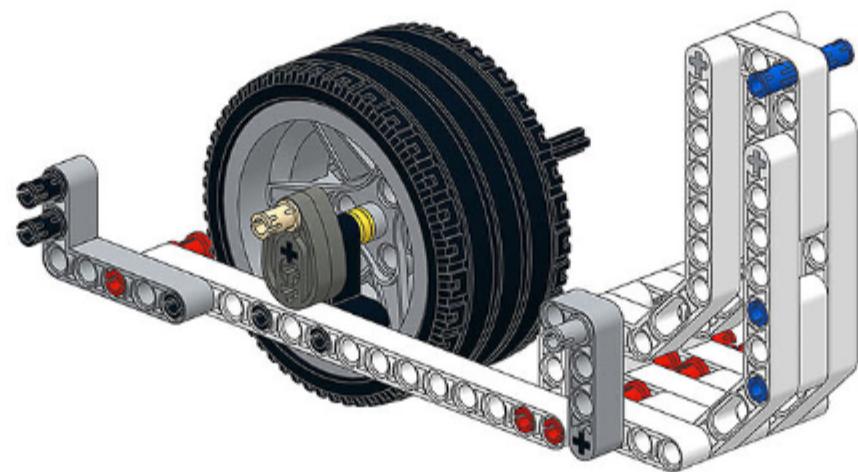


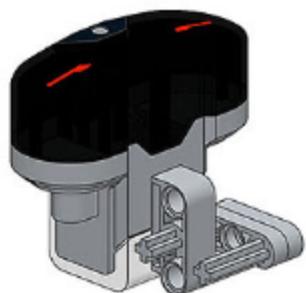
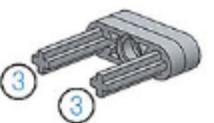
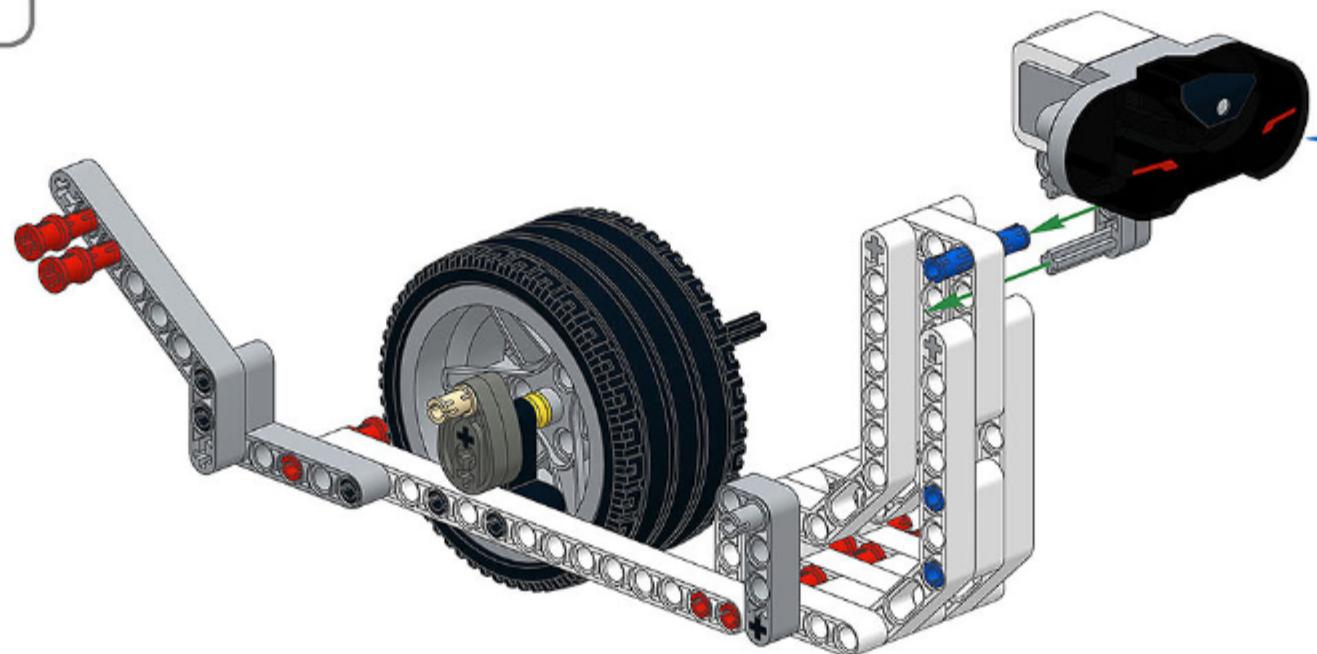
12





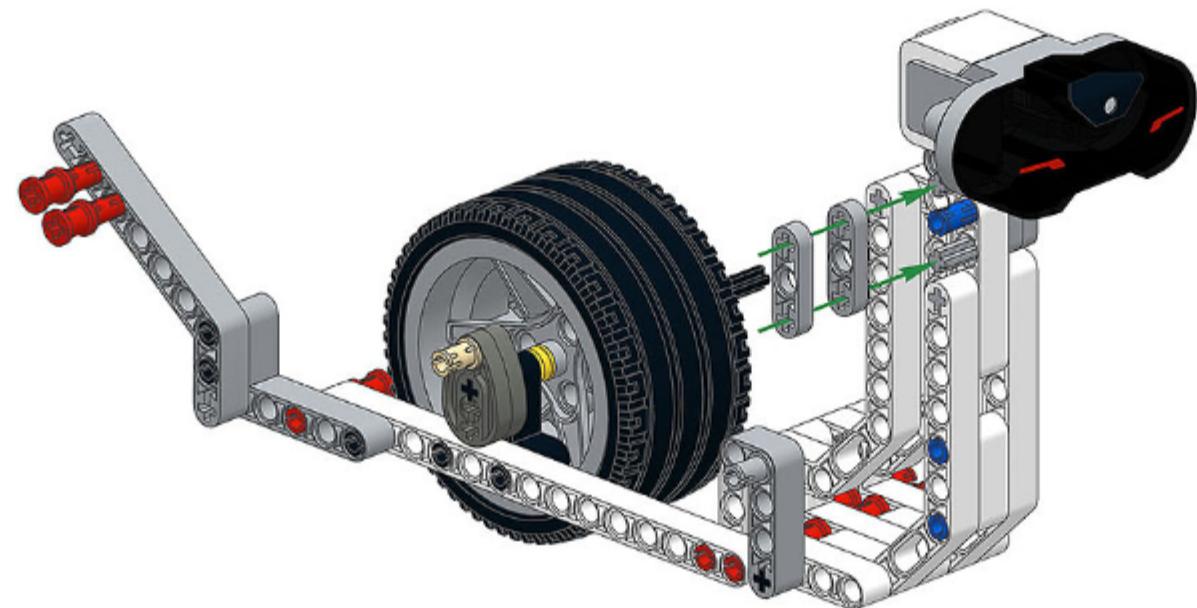
13

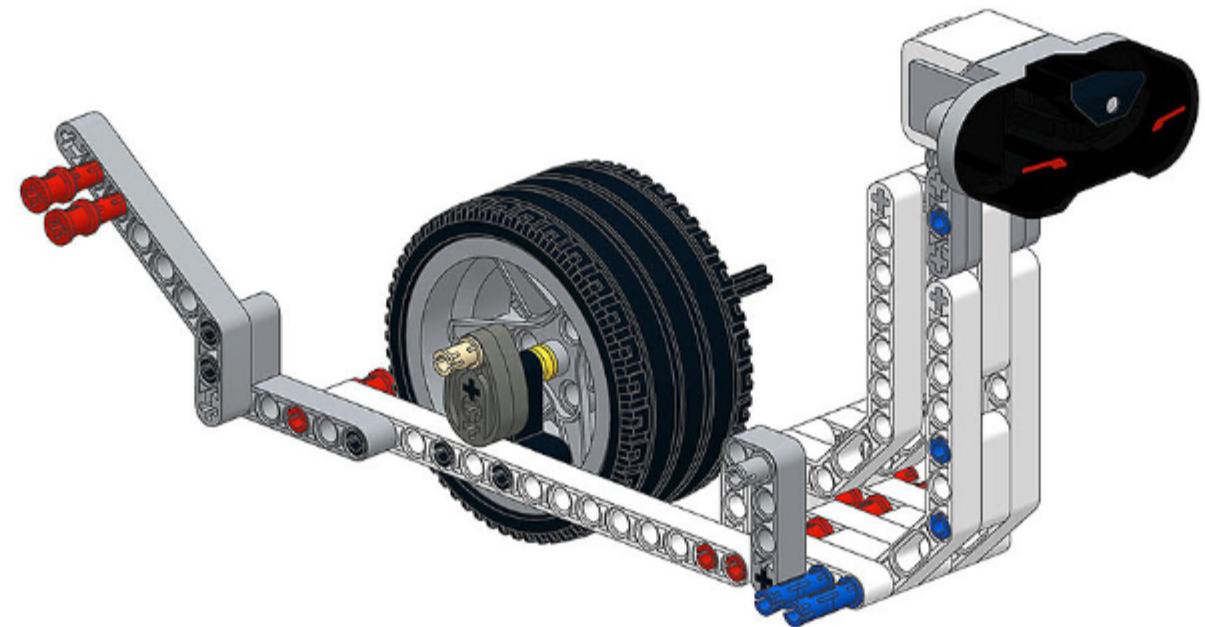


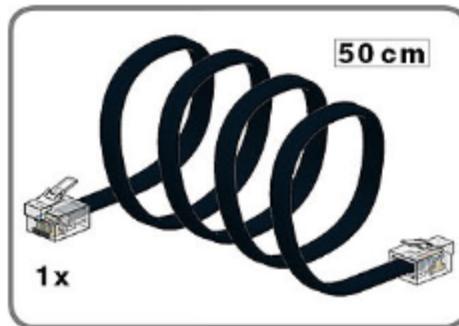
**ROBORISE-IT!****1 ROBOTIC EDUCATION****2****14**



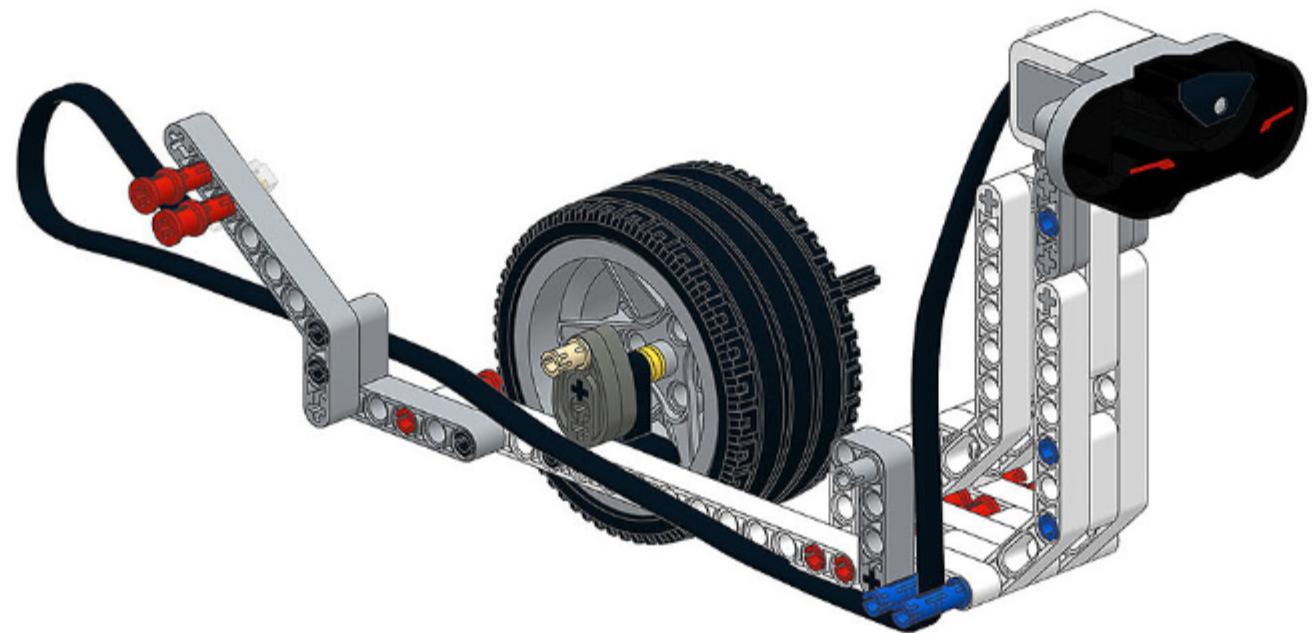
**15**

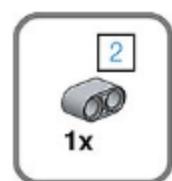
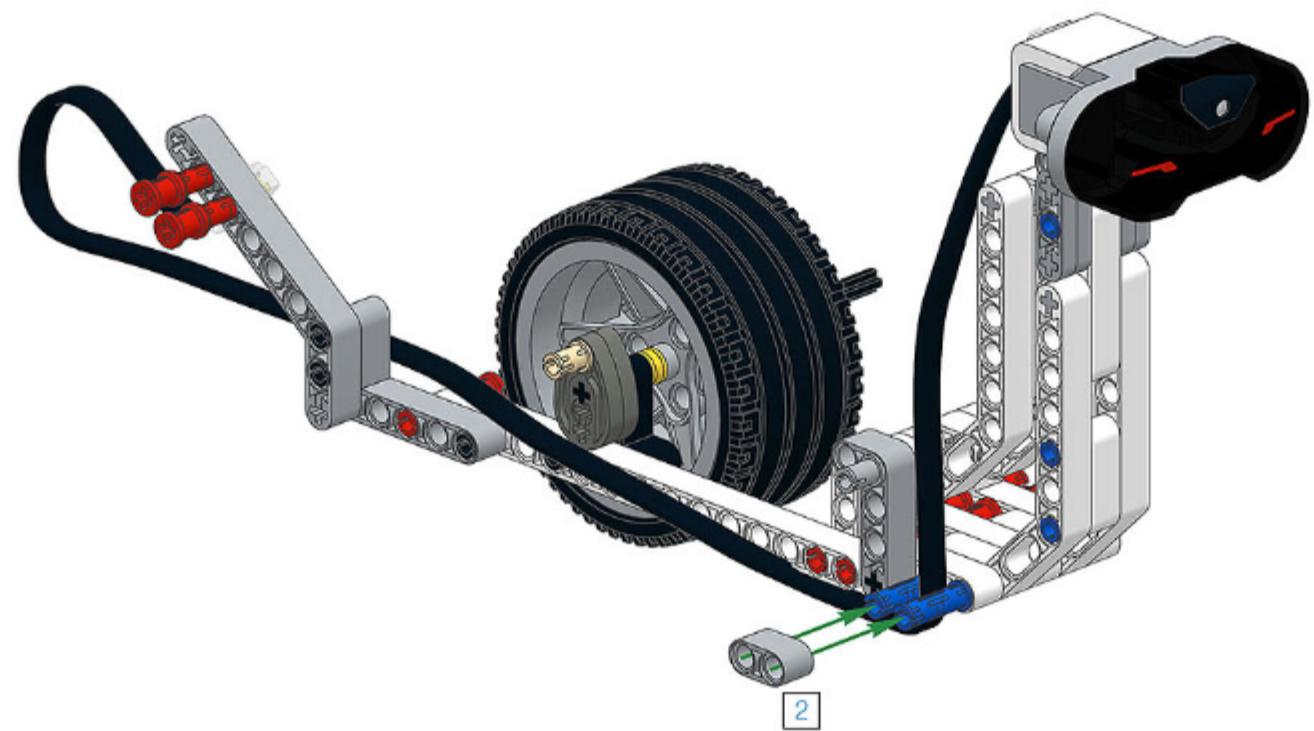


**16**

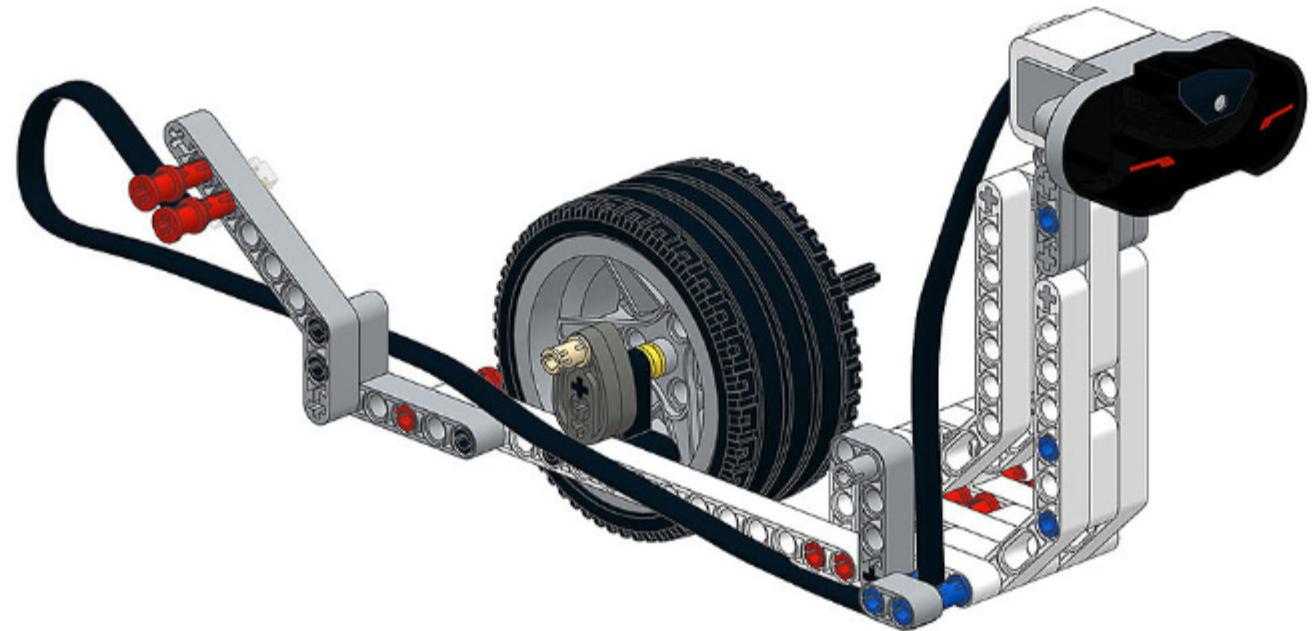


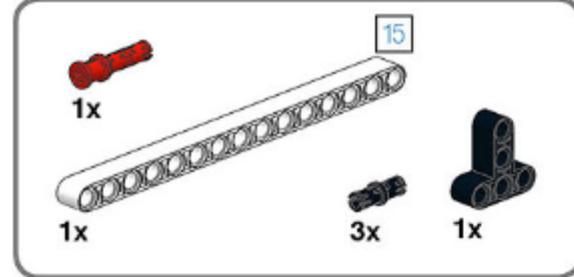
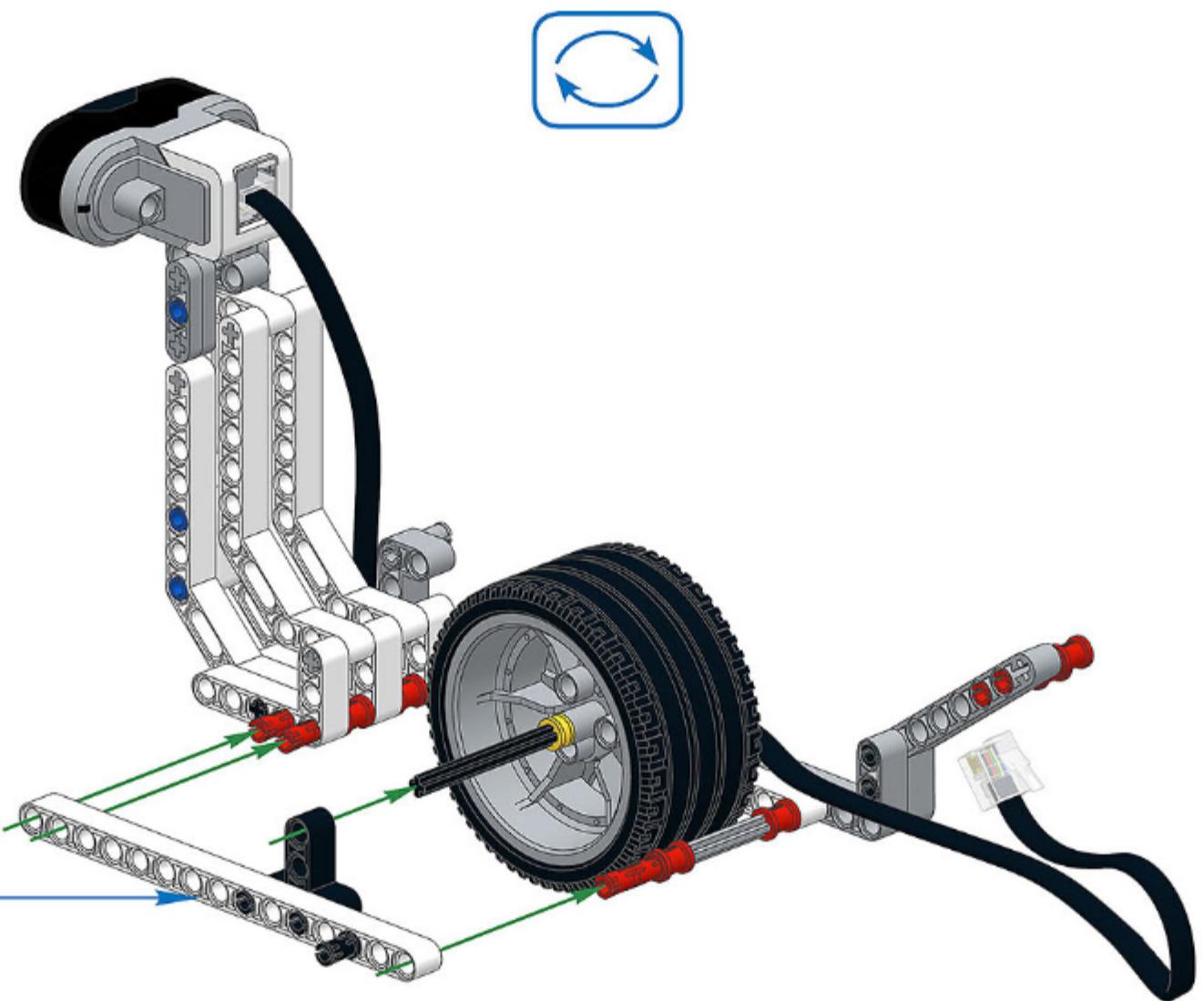
17



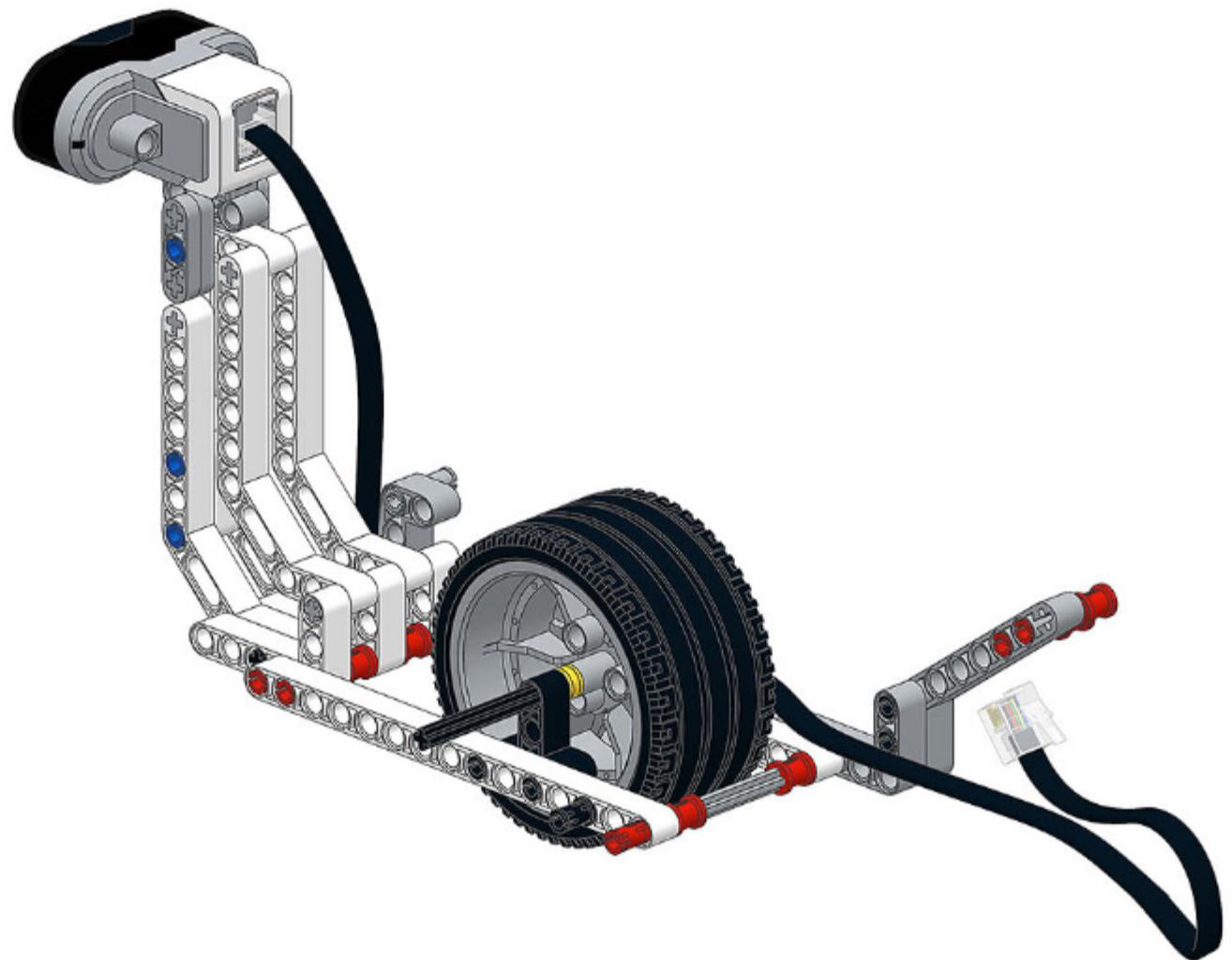
**18**

19



**20**

21



22/58

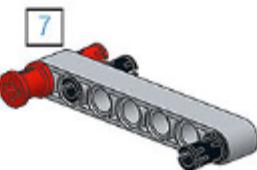
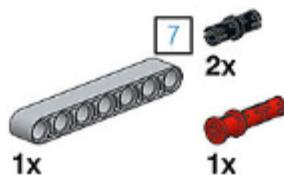


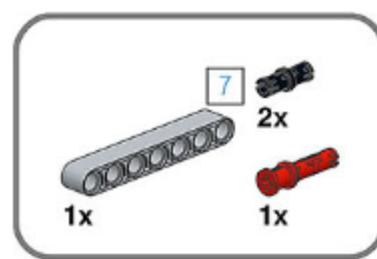
39



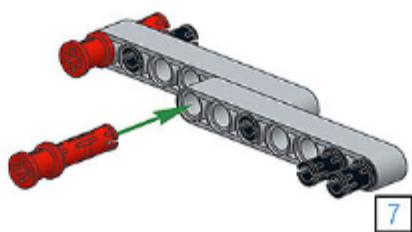


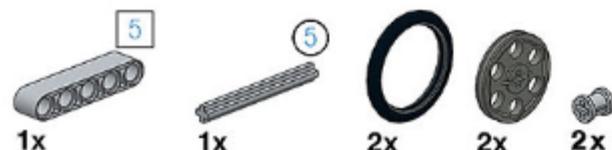
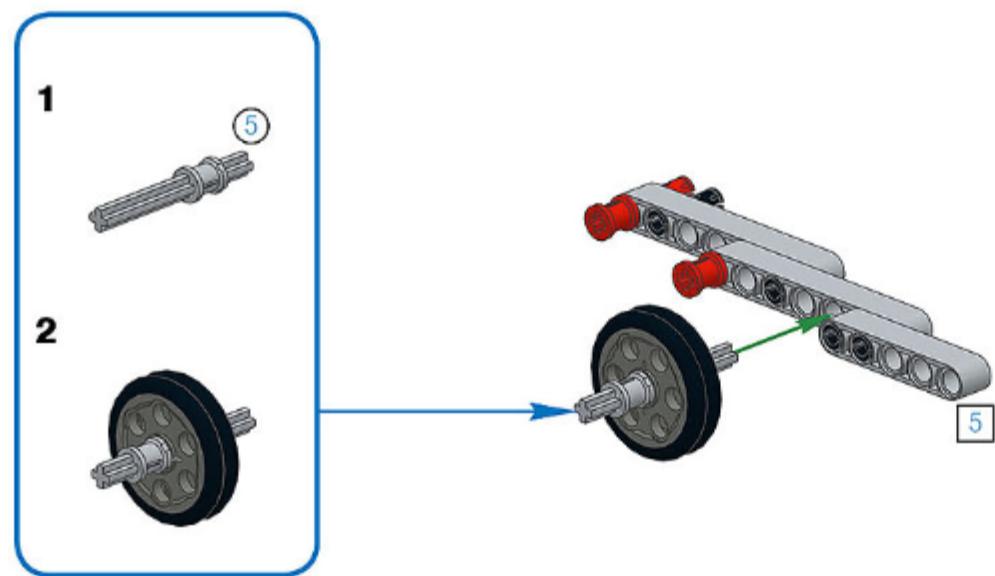
1

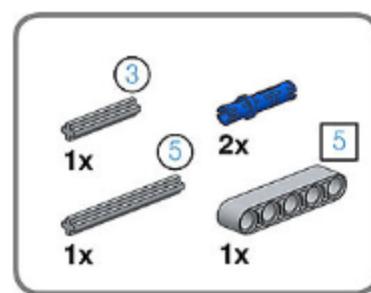




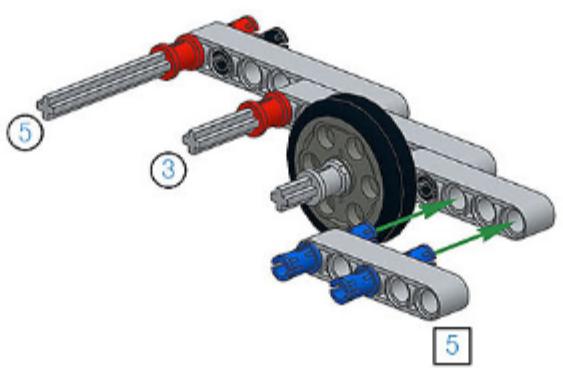
2

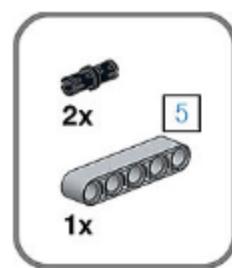
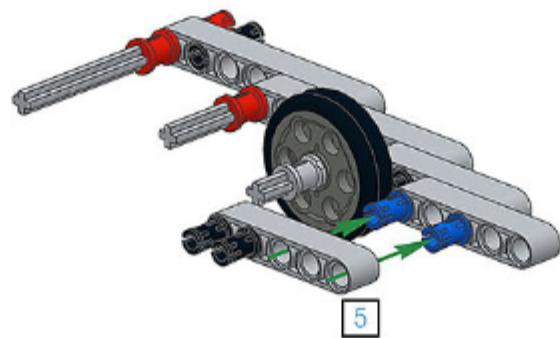


**3**

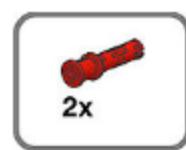


4

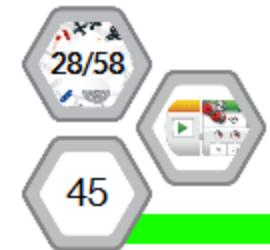
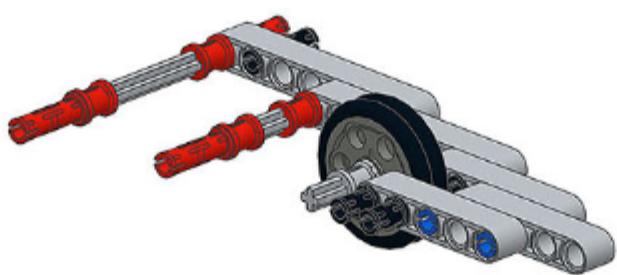


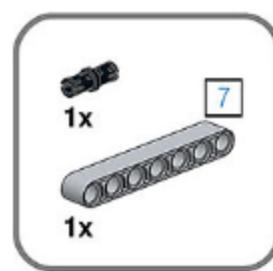
**5**

5

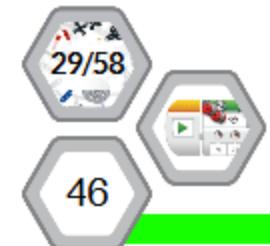
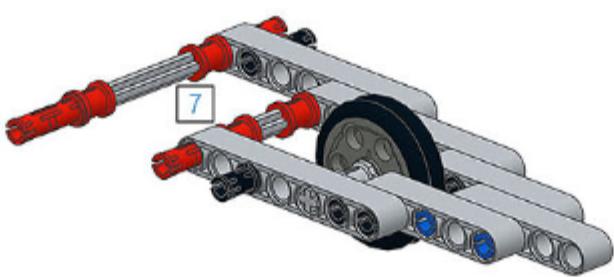


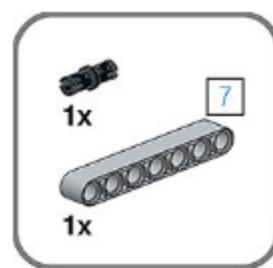
6



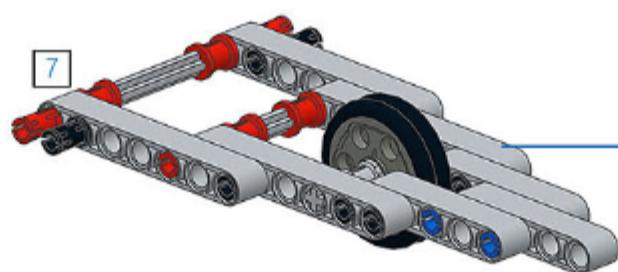


7

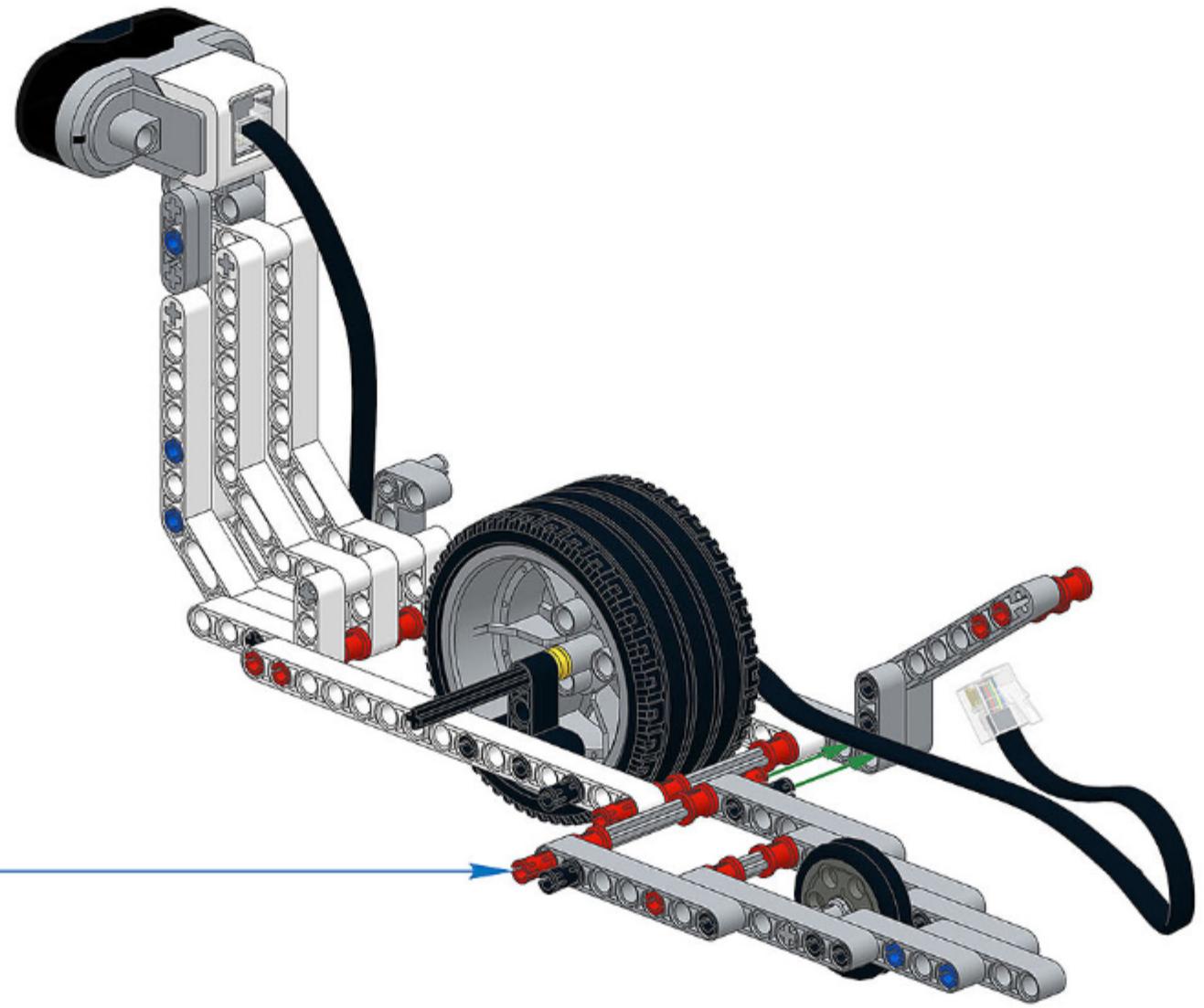




8



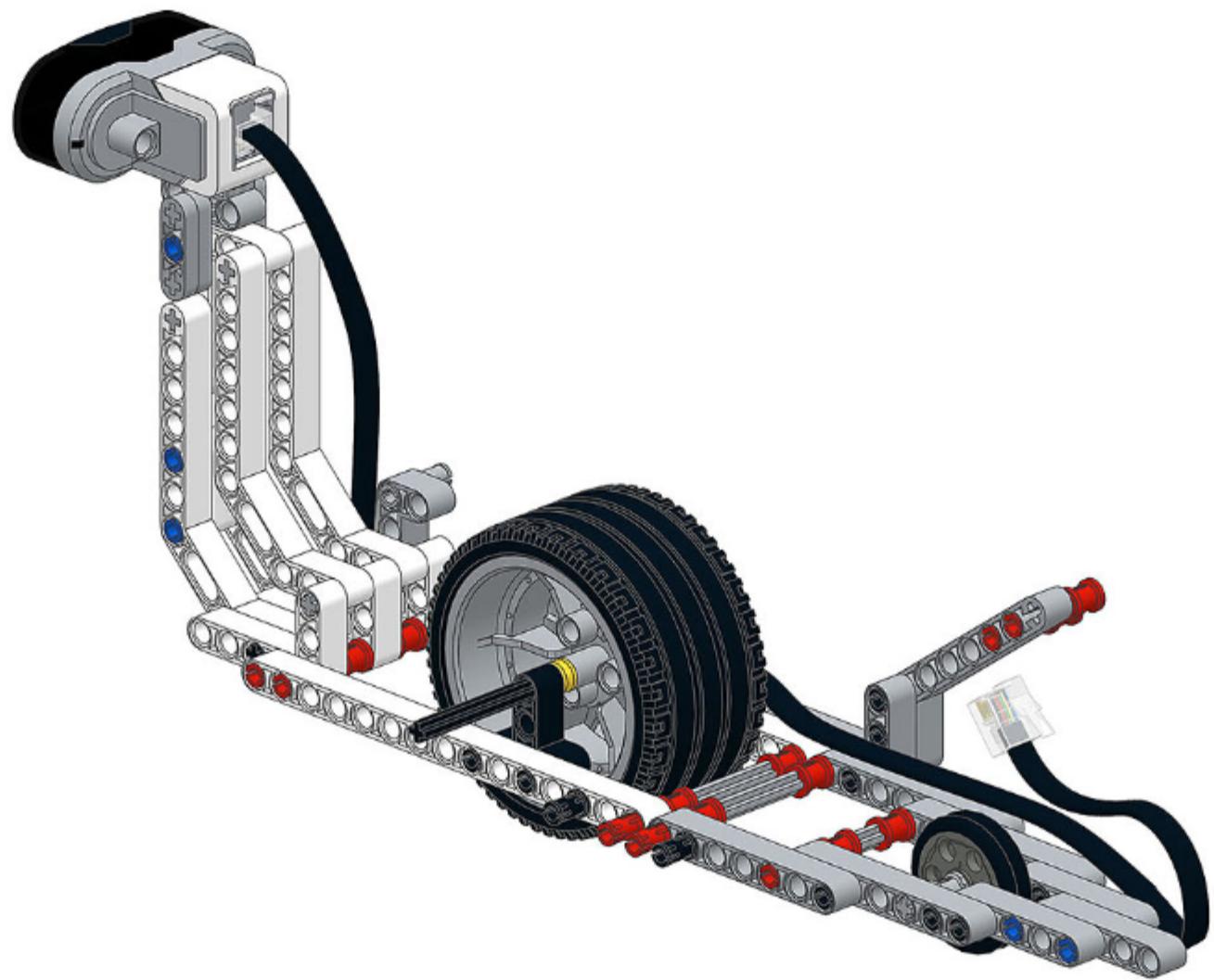
22



31/58  
48



23

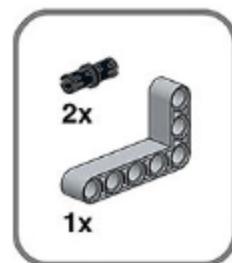
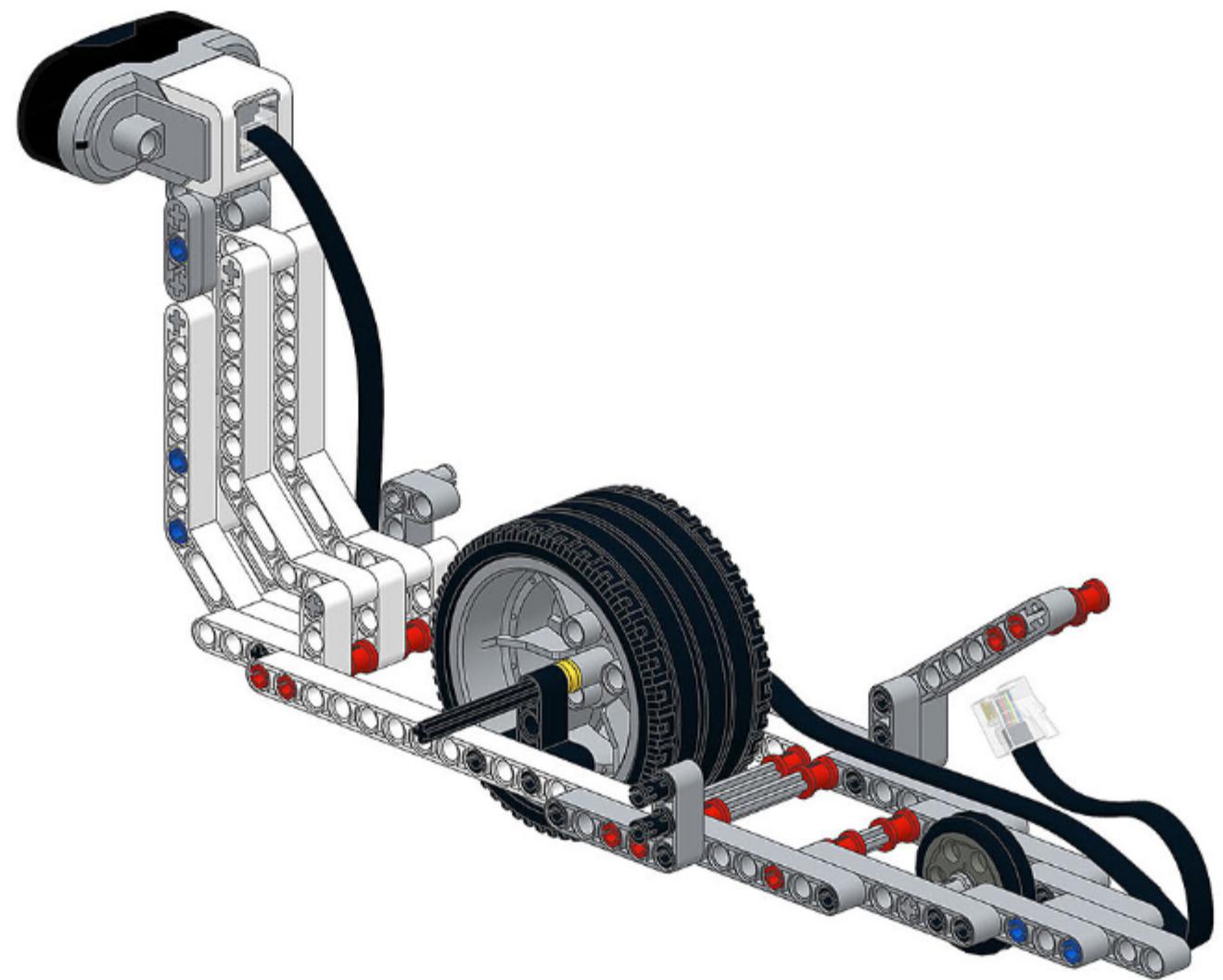


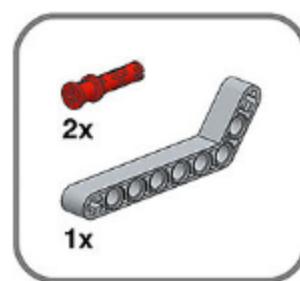
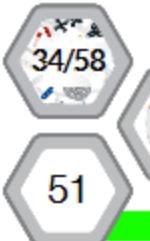
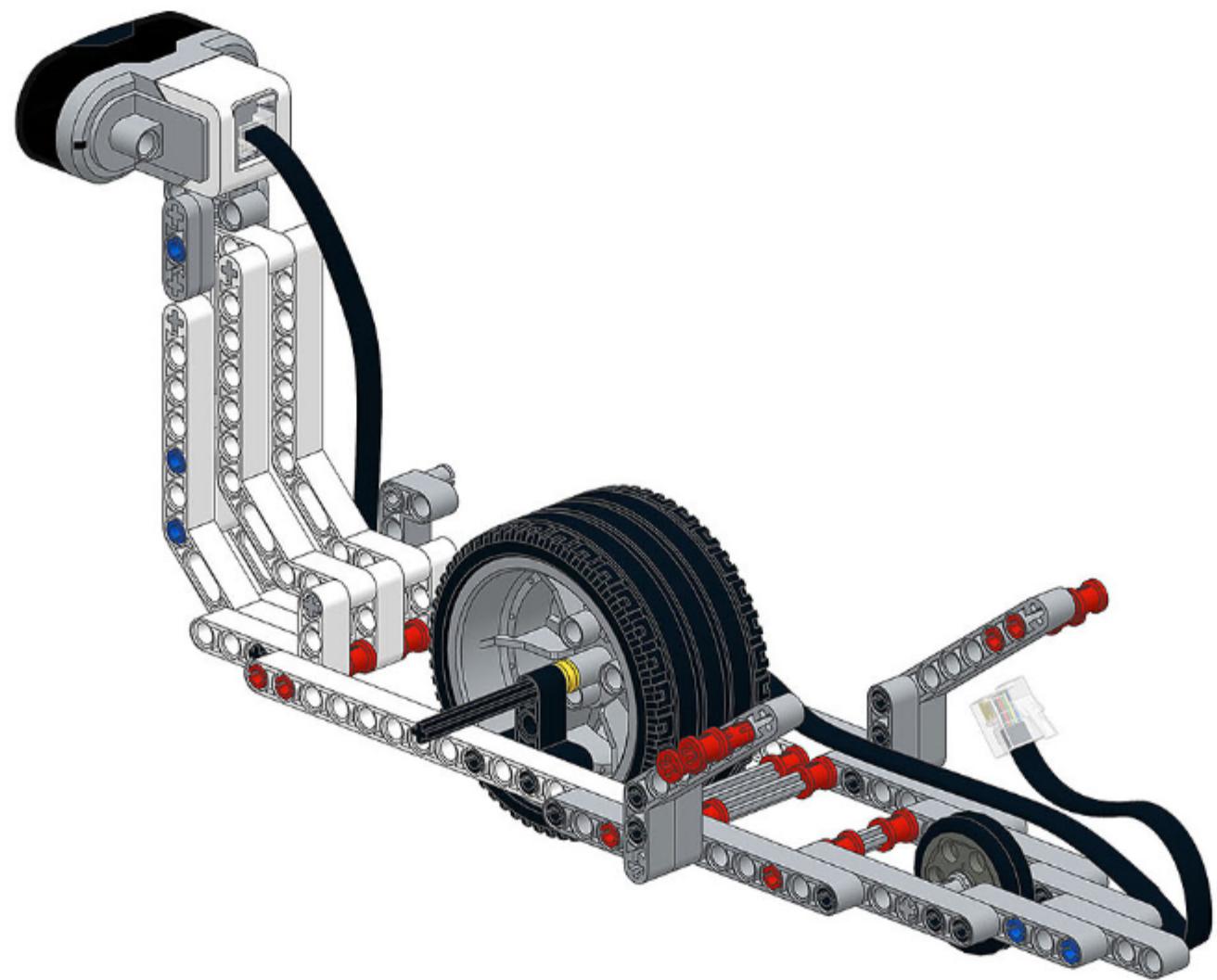
32/58



49

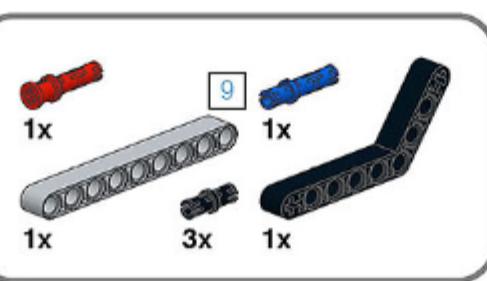
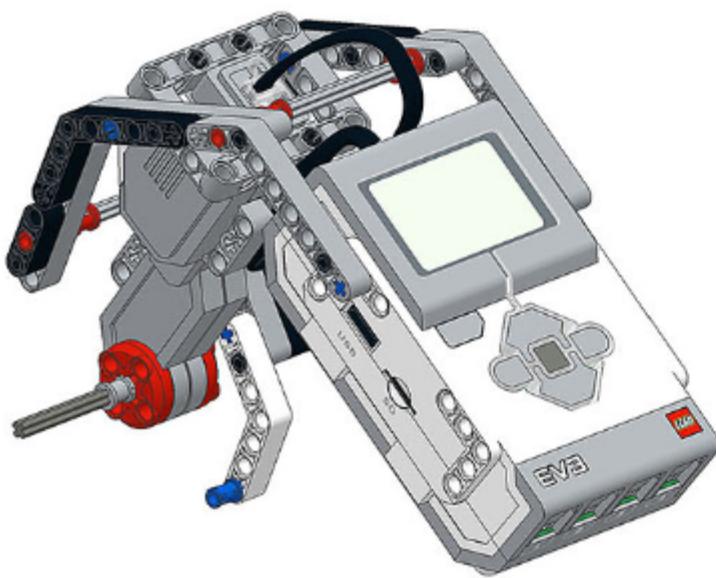


**24**

**25**

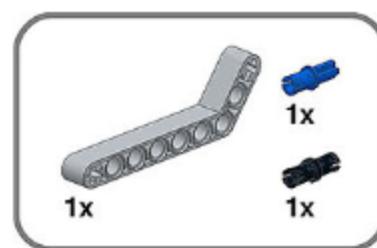
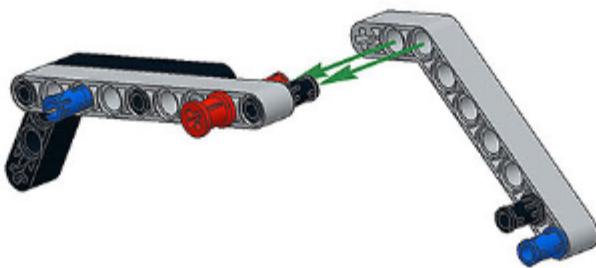
51

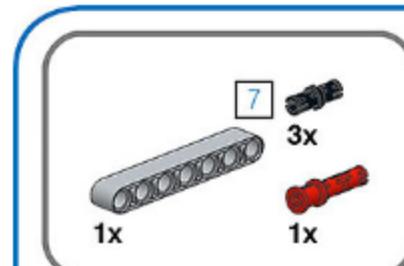




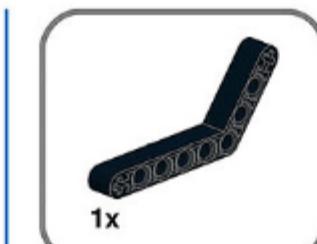
1



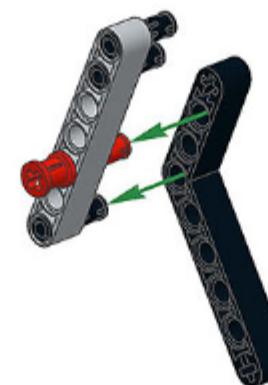
**2**



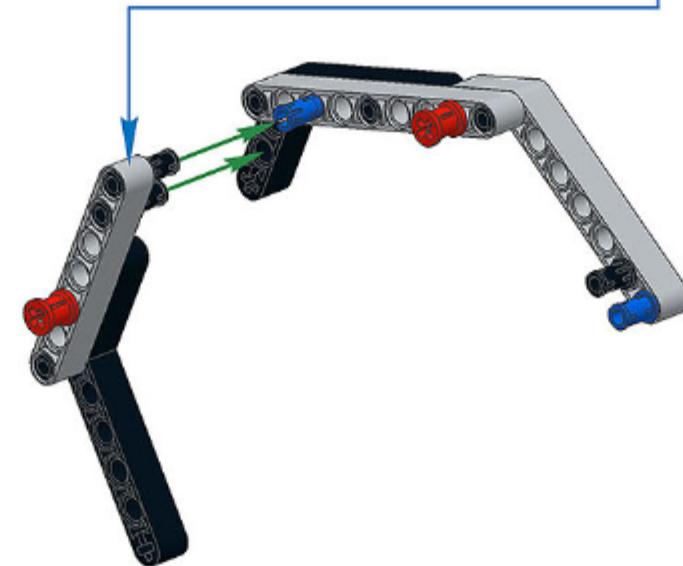
1

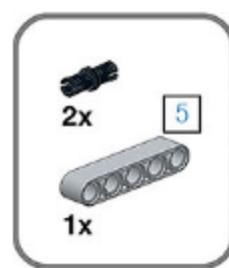


2

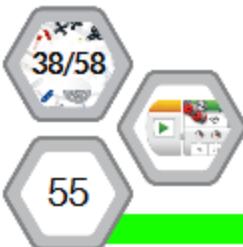
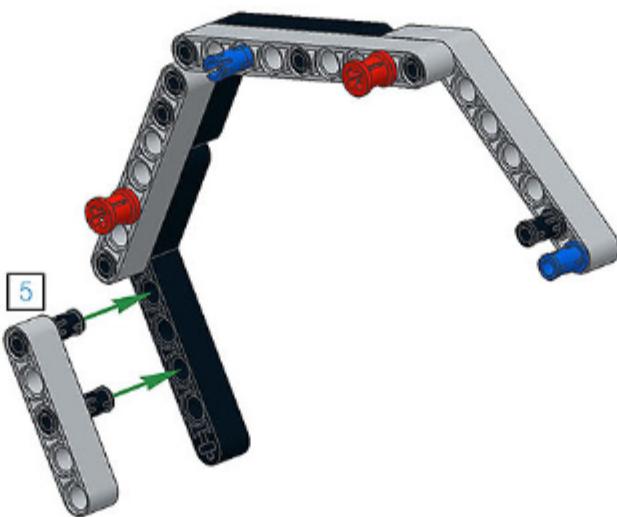


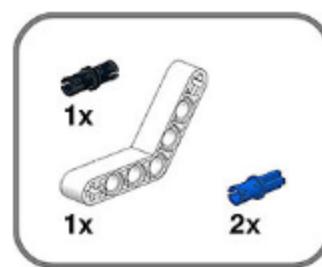
3



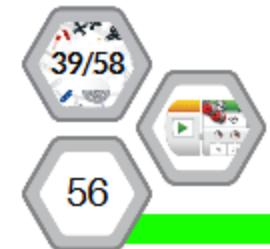
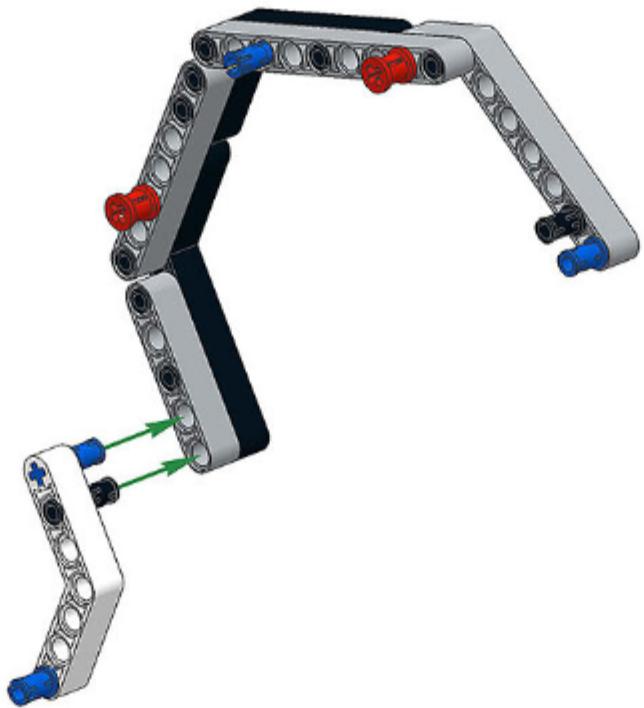


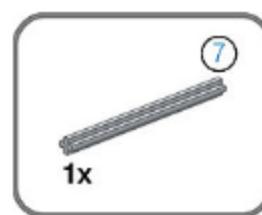
4



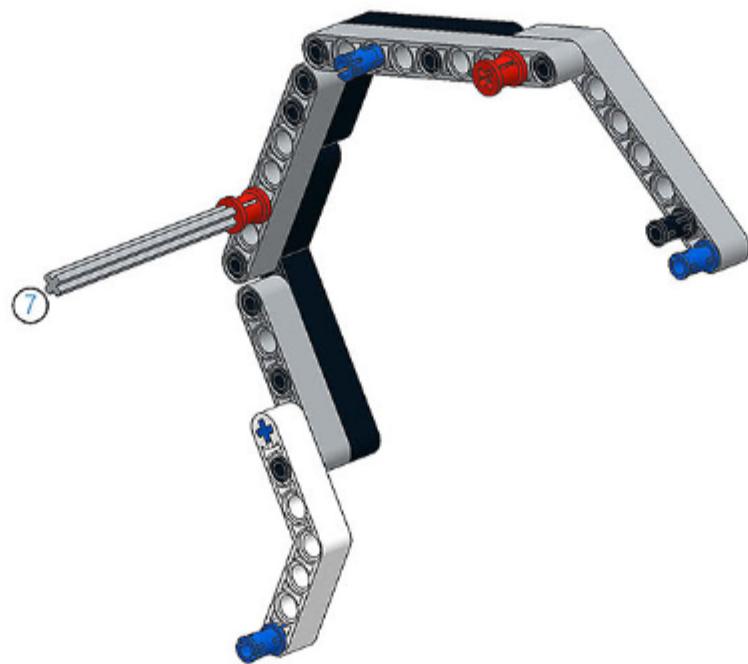


5



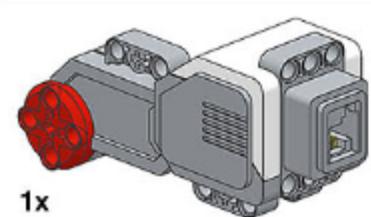


6

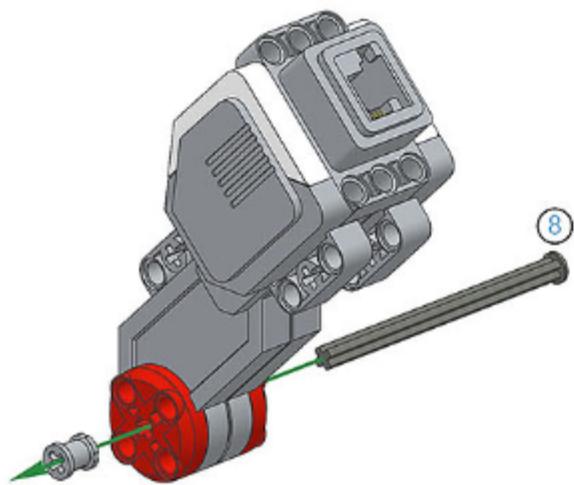


57





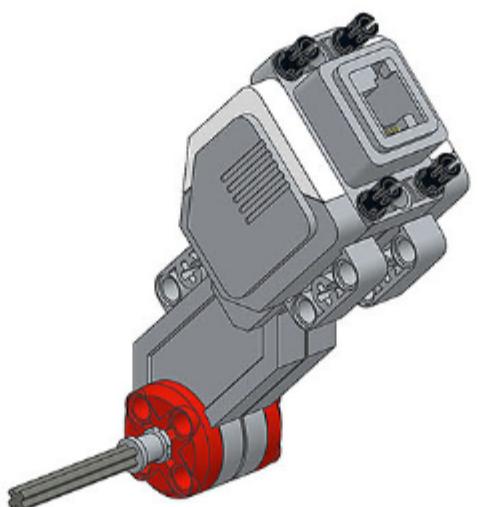
1



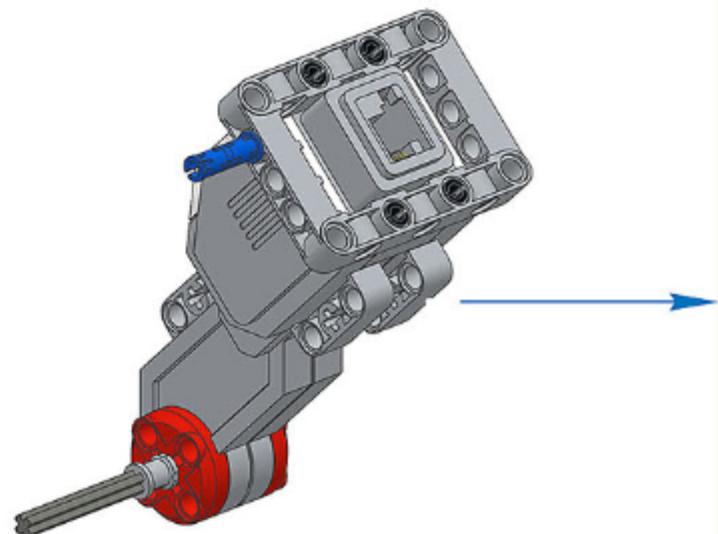
⑧

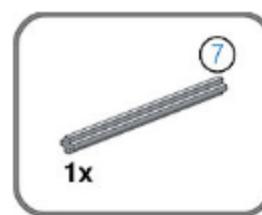


2

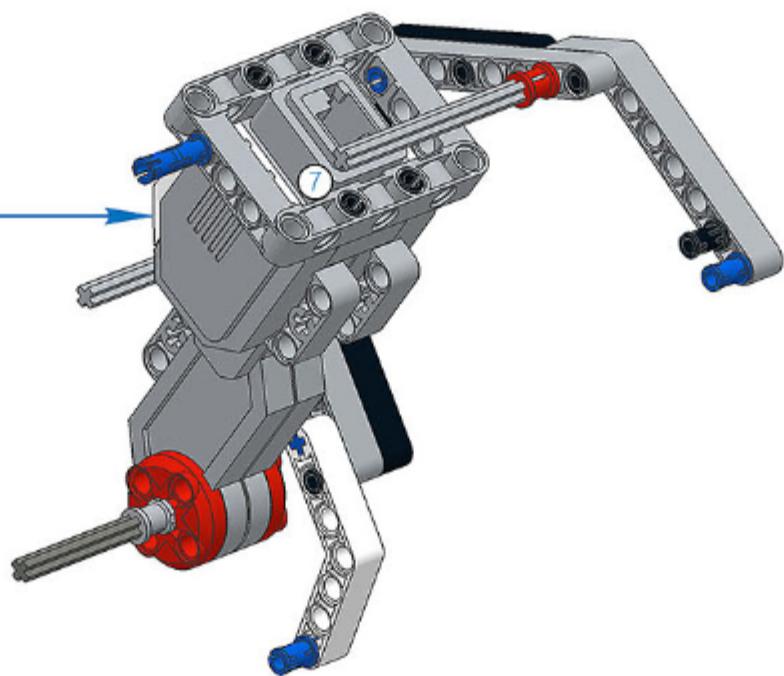


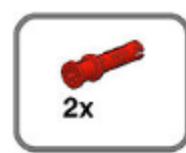
3



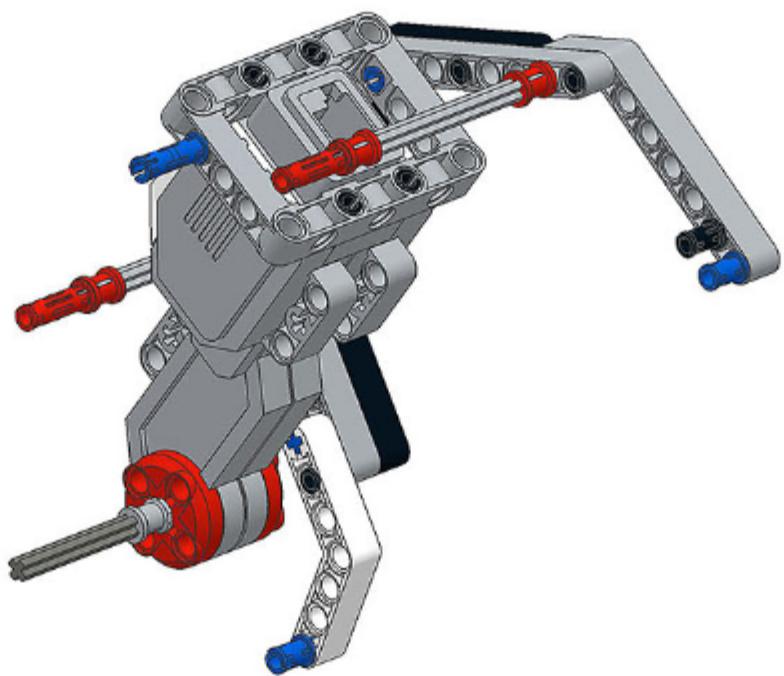


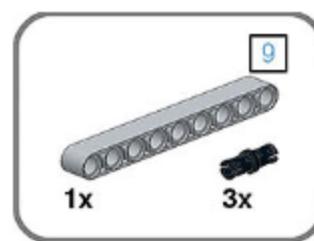
7



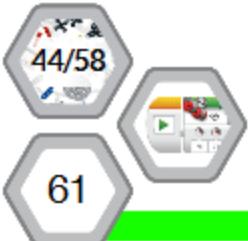
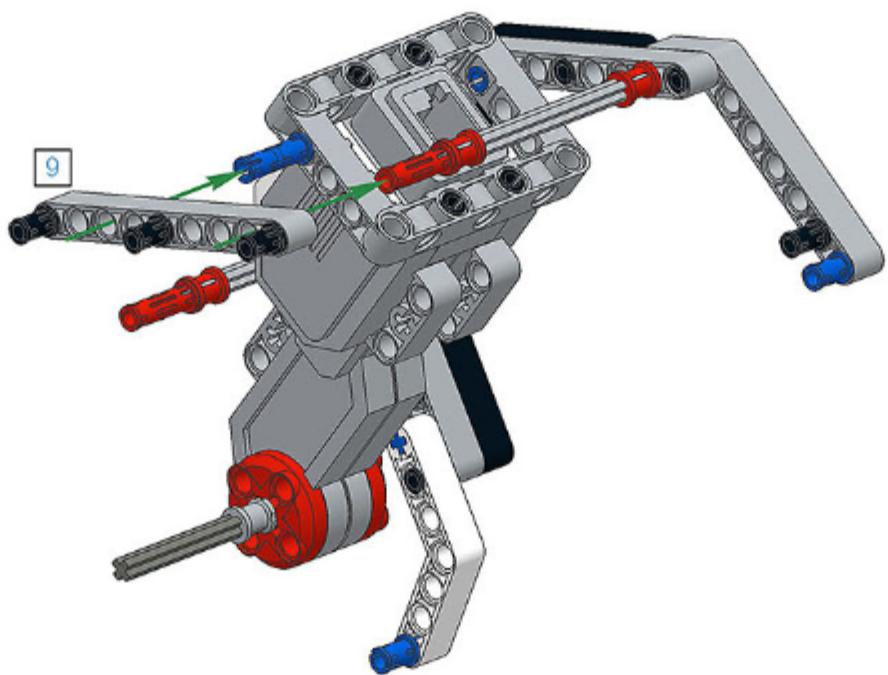


8

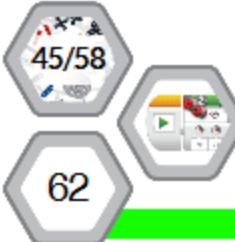


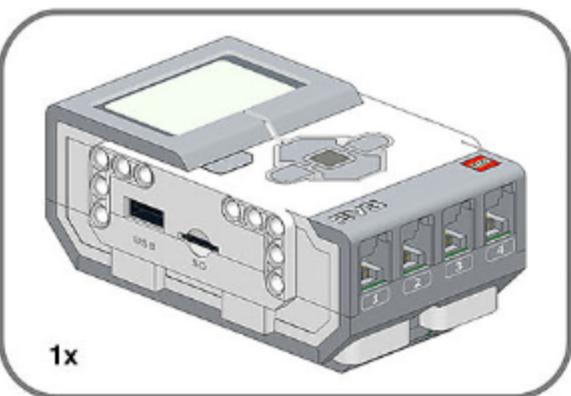


9

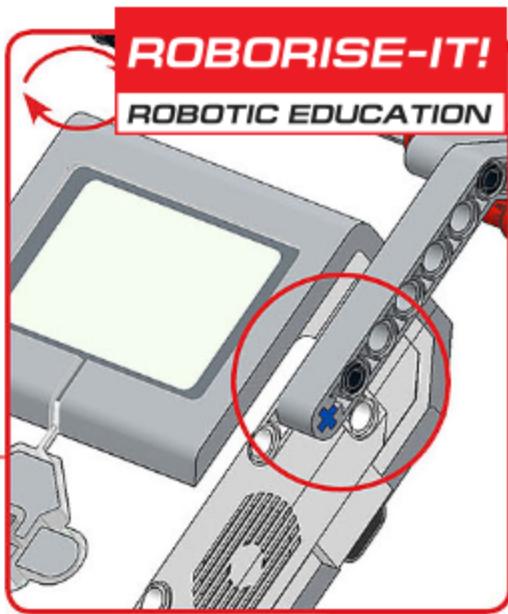
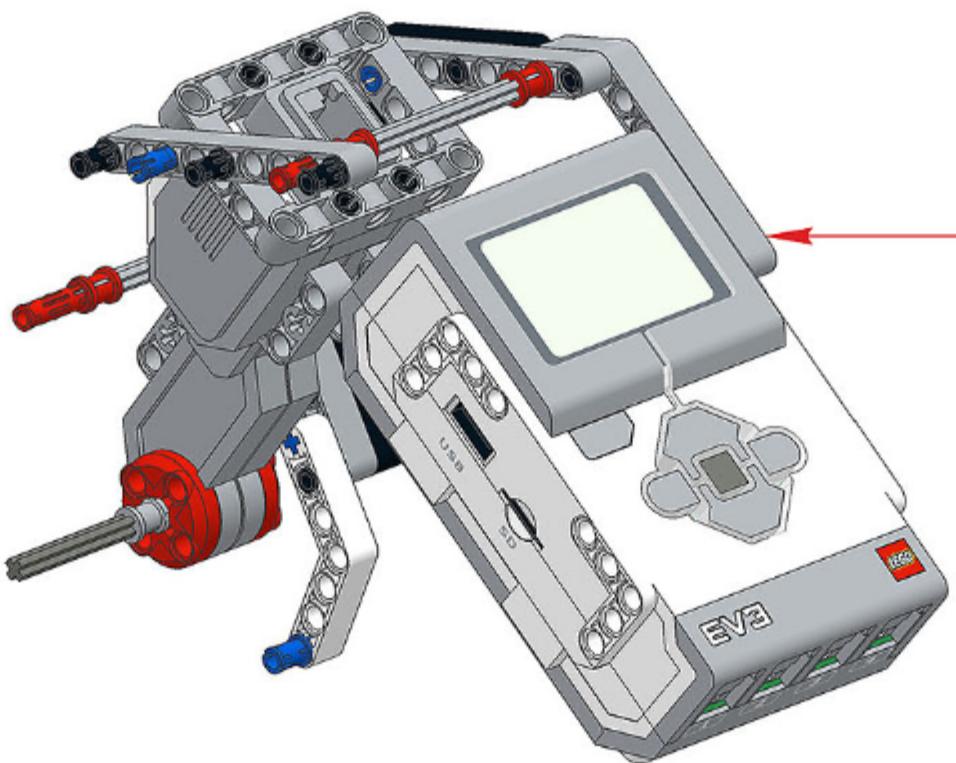


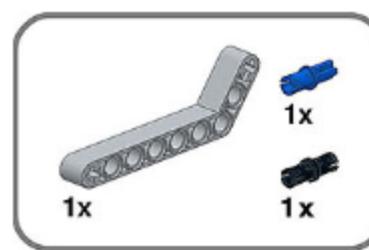
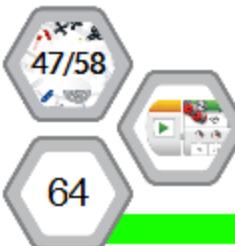
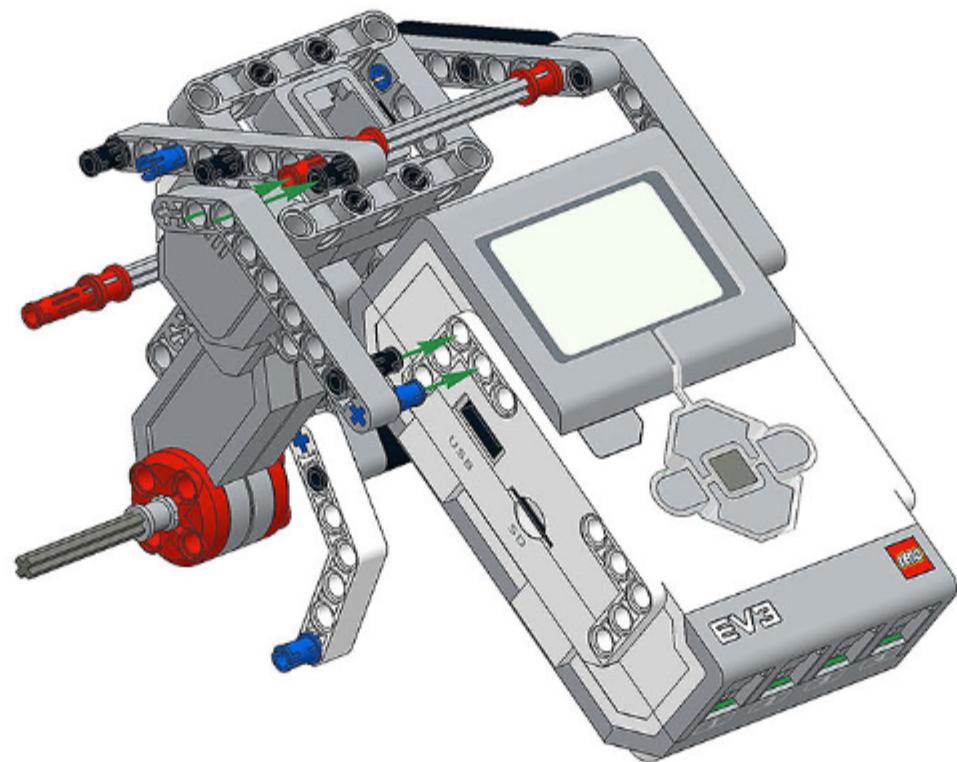
10

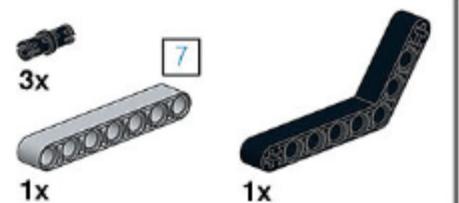




11



**12**

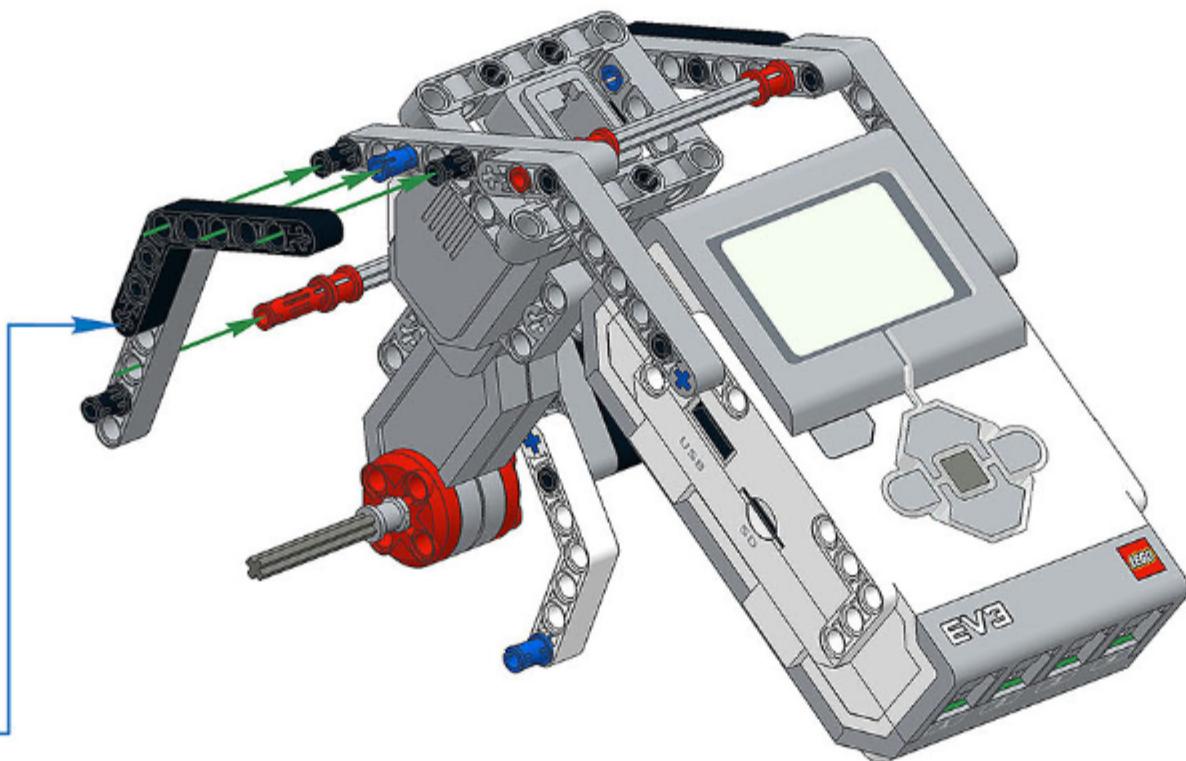


13

1



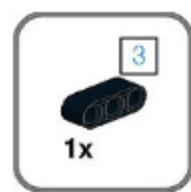
2



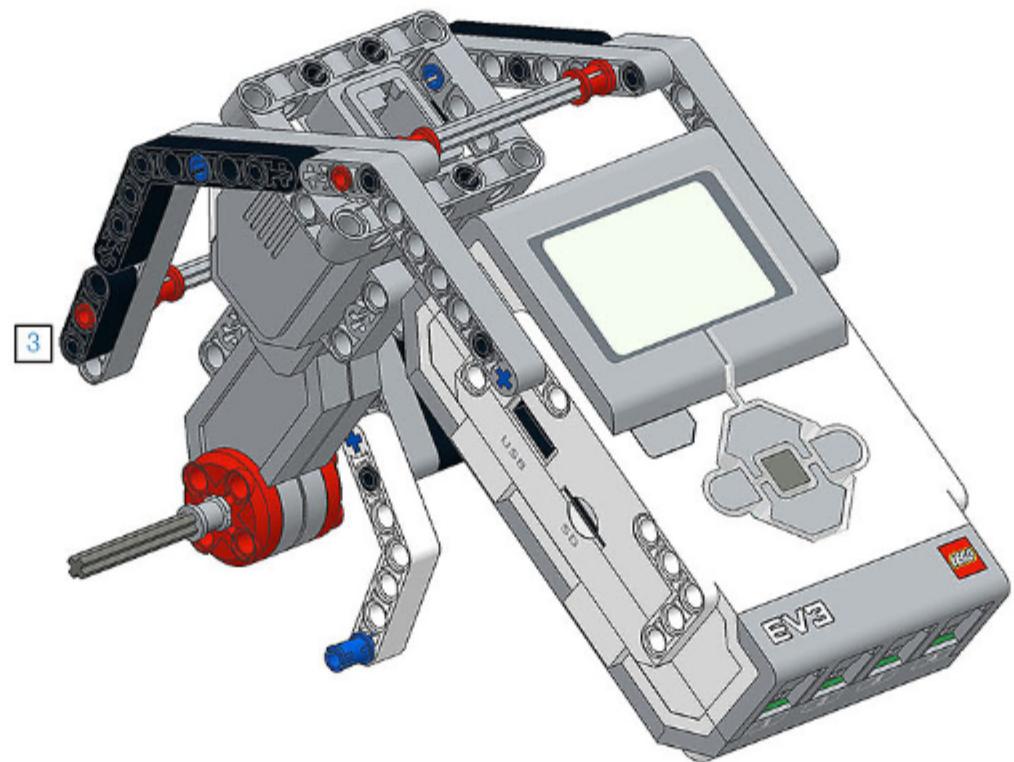
48/58

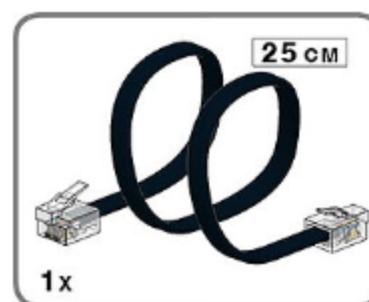
65



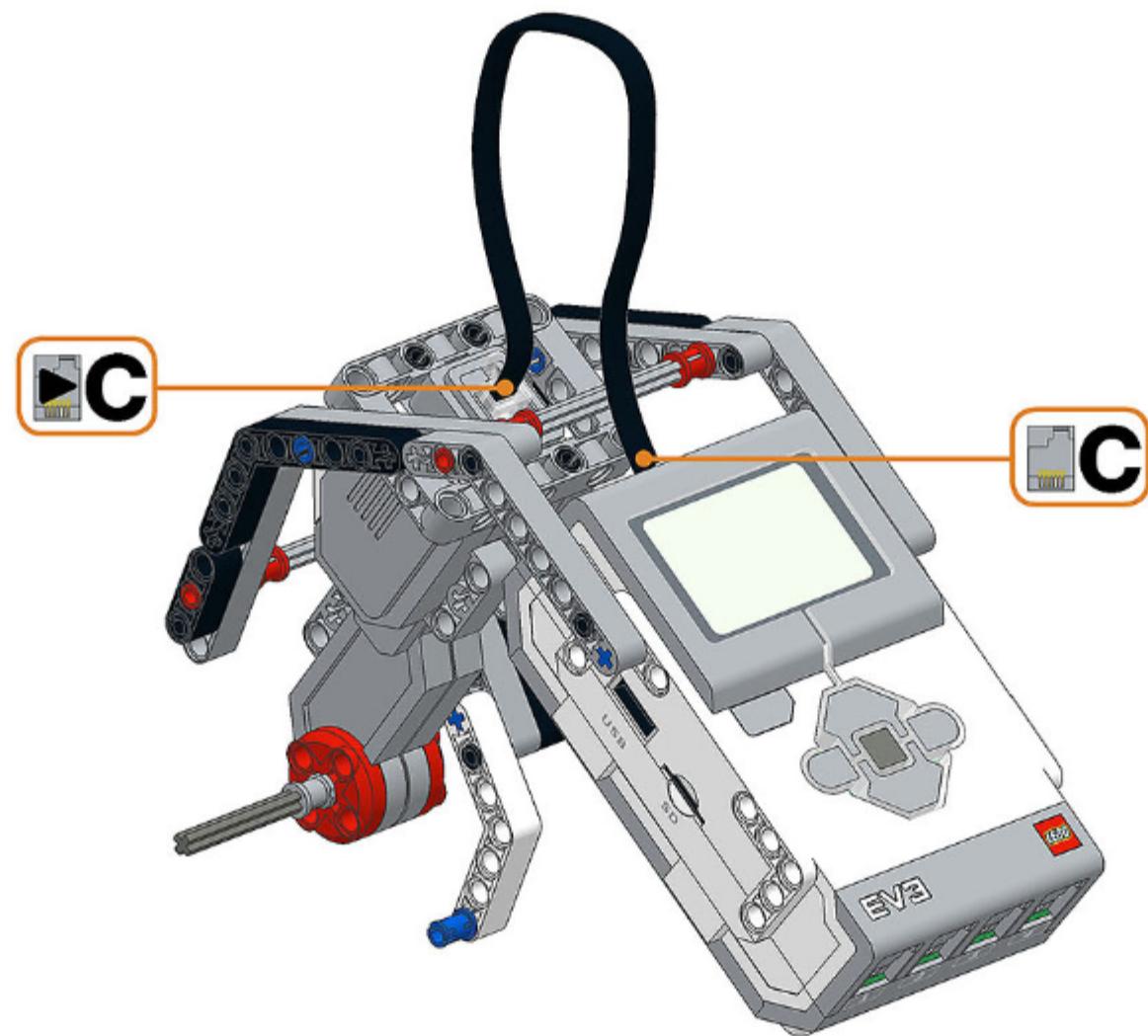


14



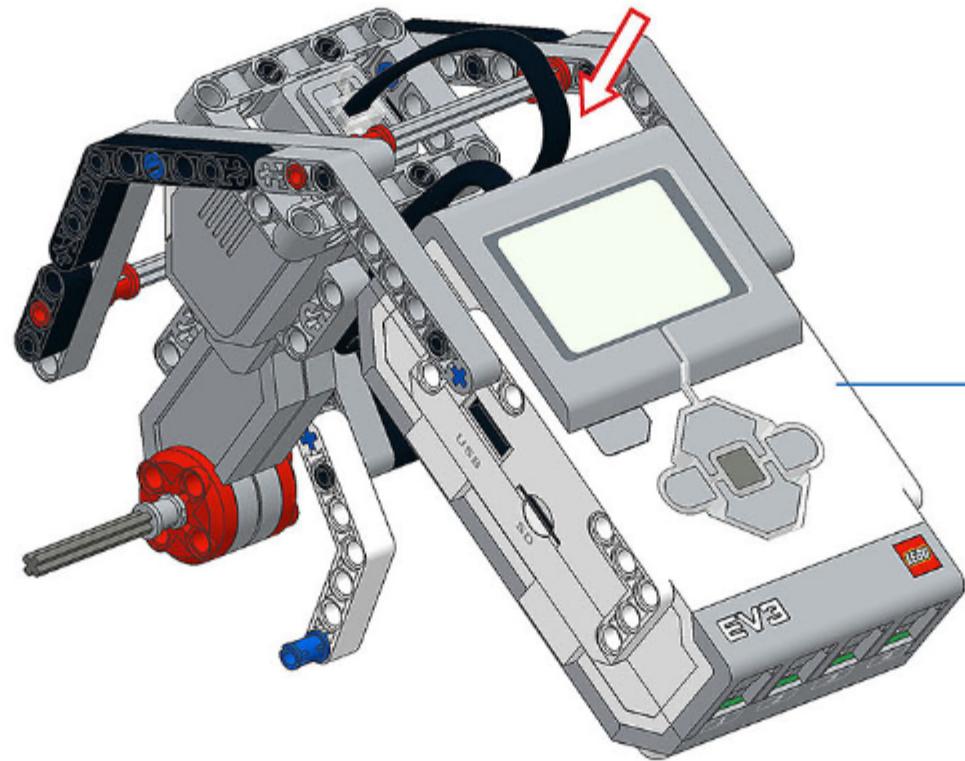


15

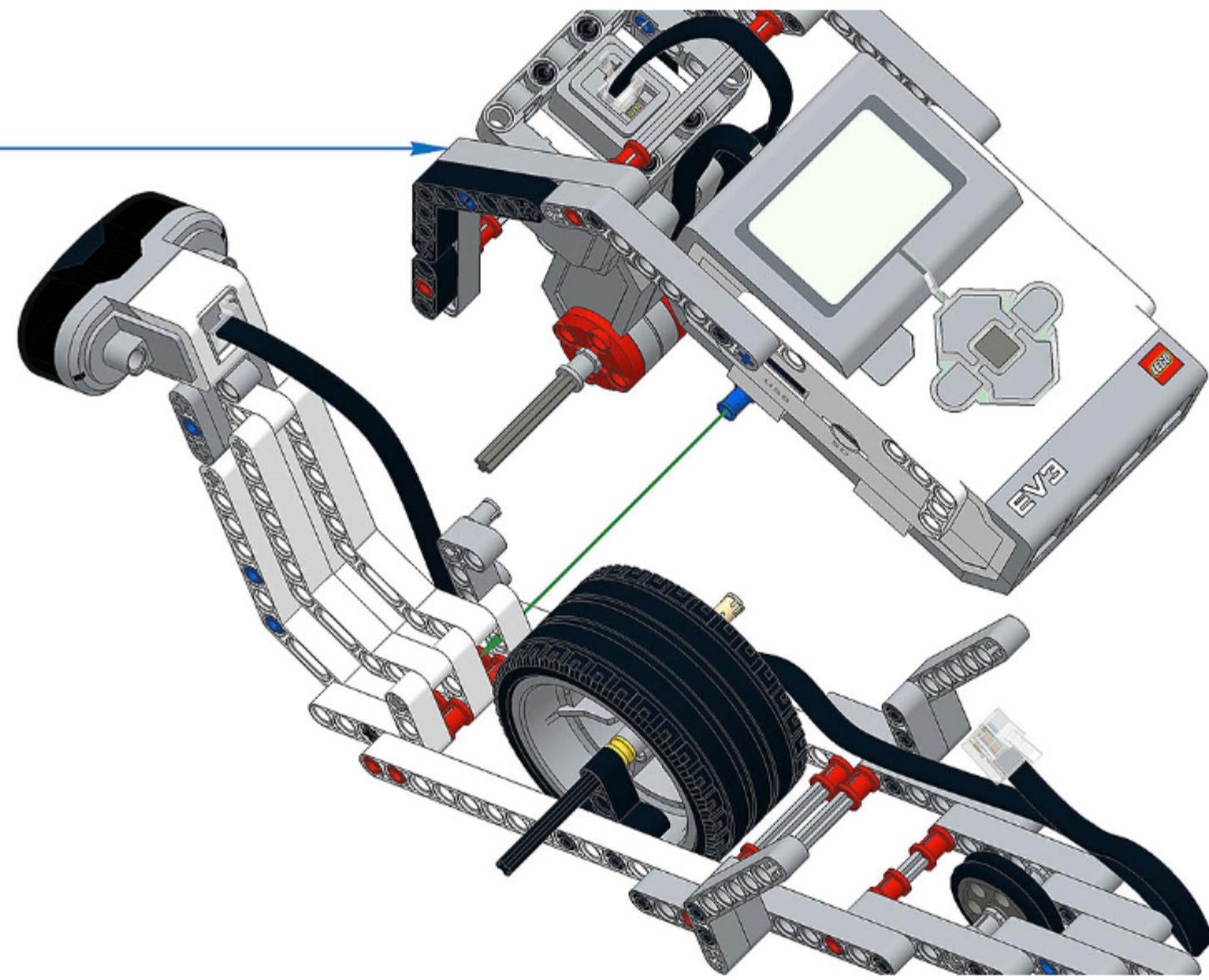


16

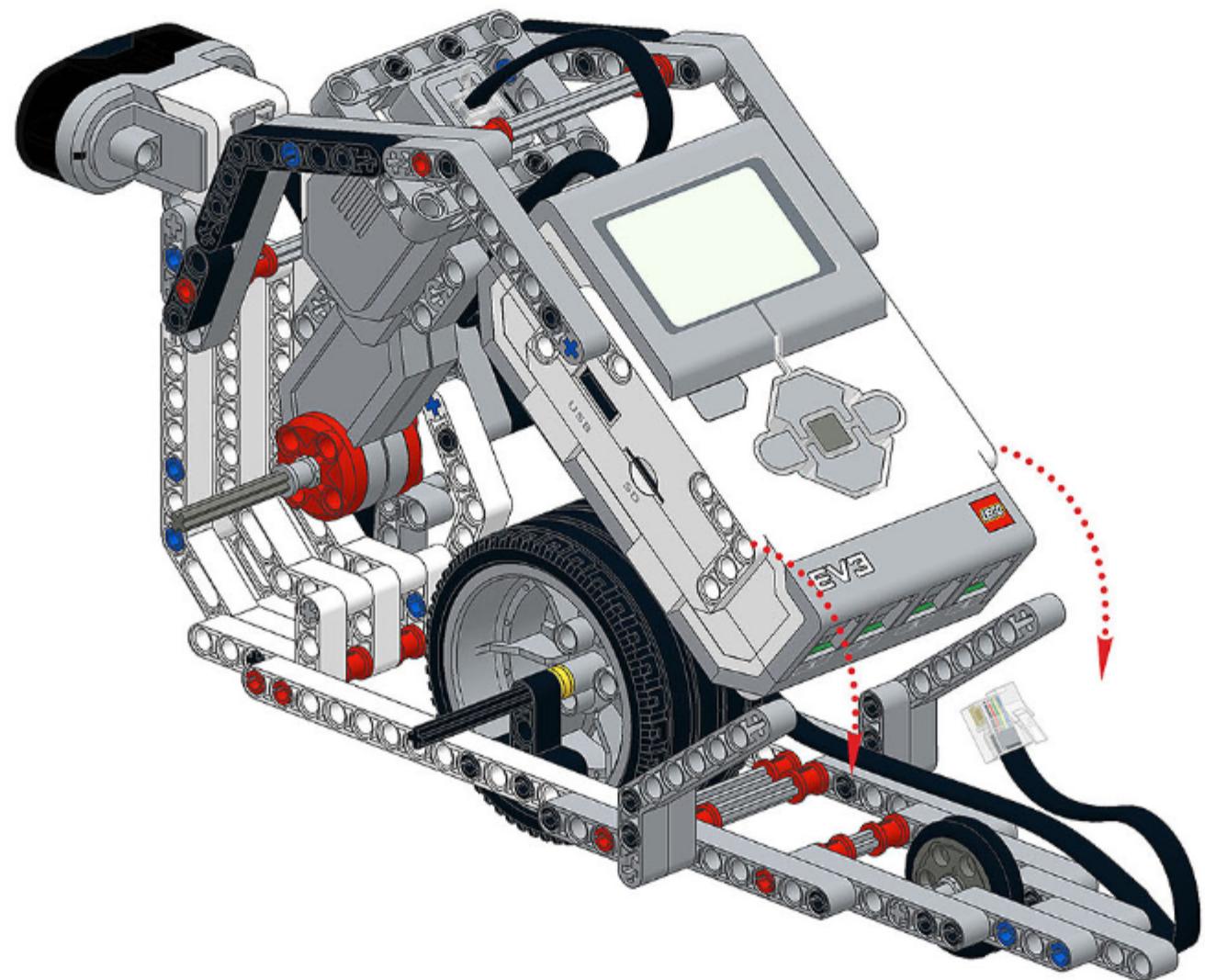
**ROBORISE-IT!**  
ROBOTIC EDUCATION

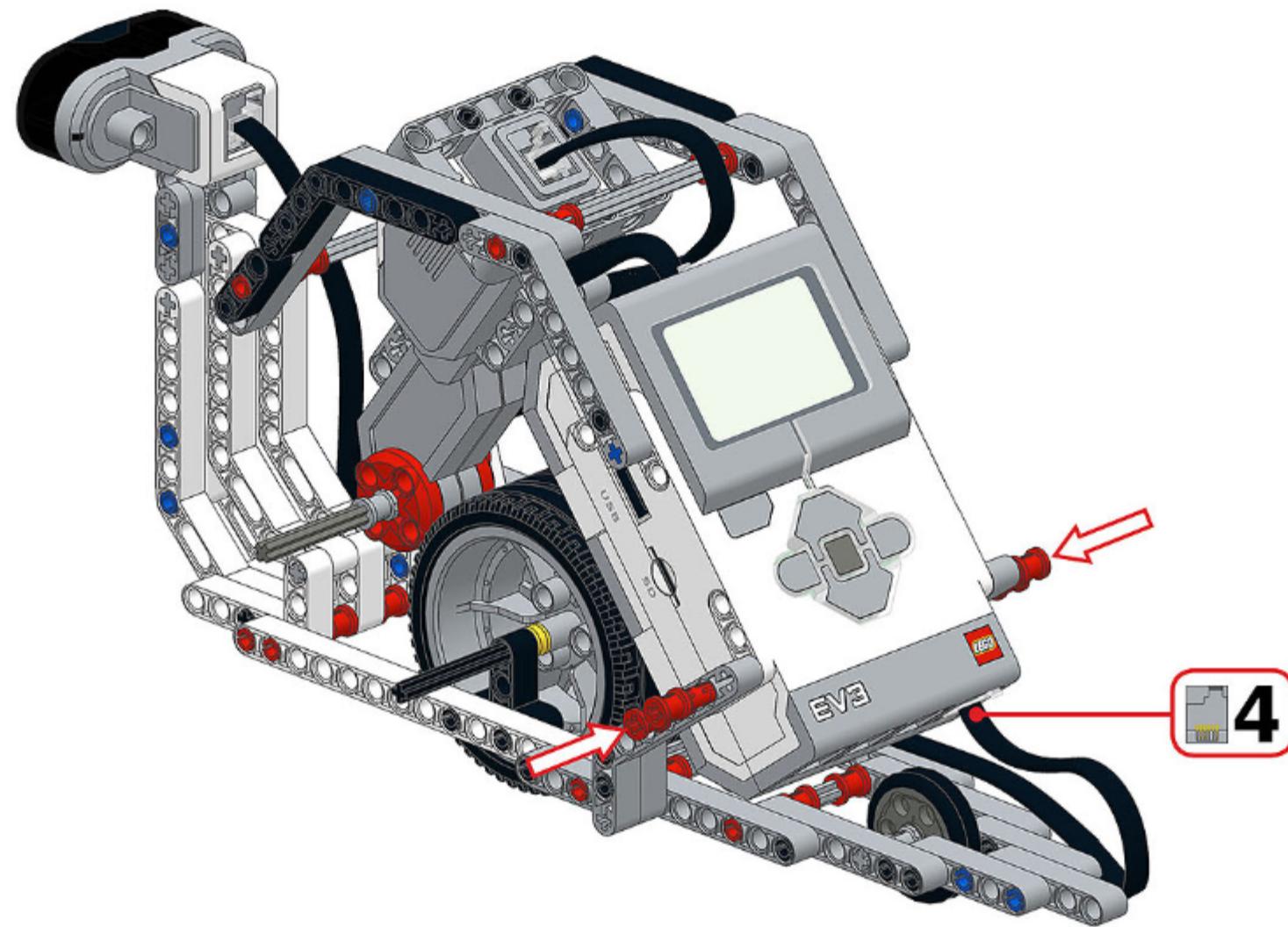


26

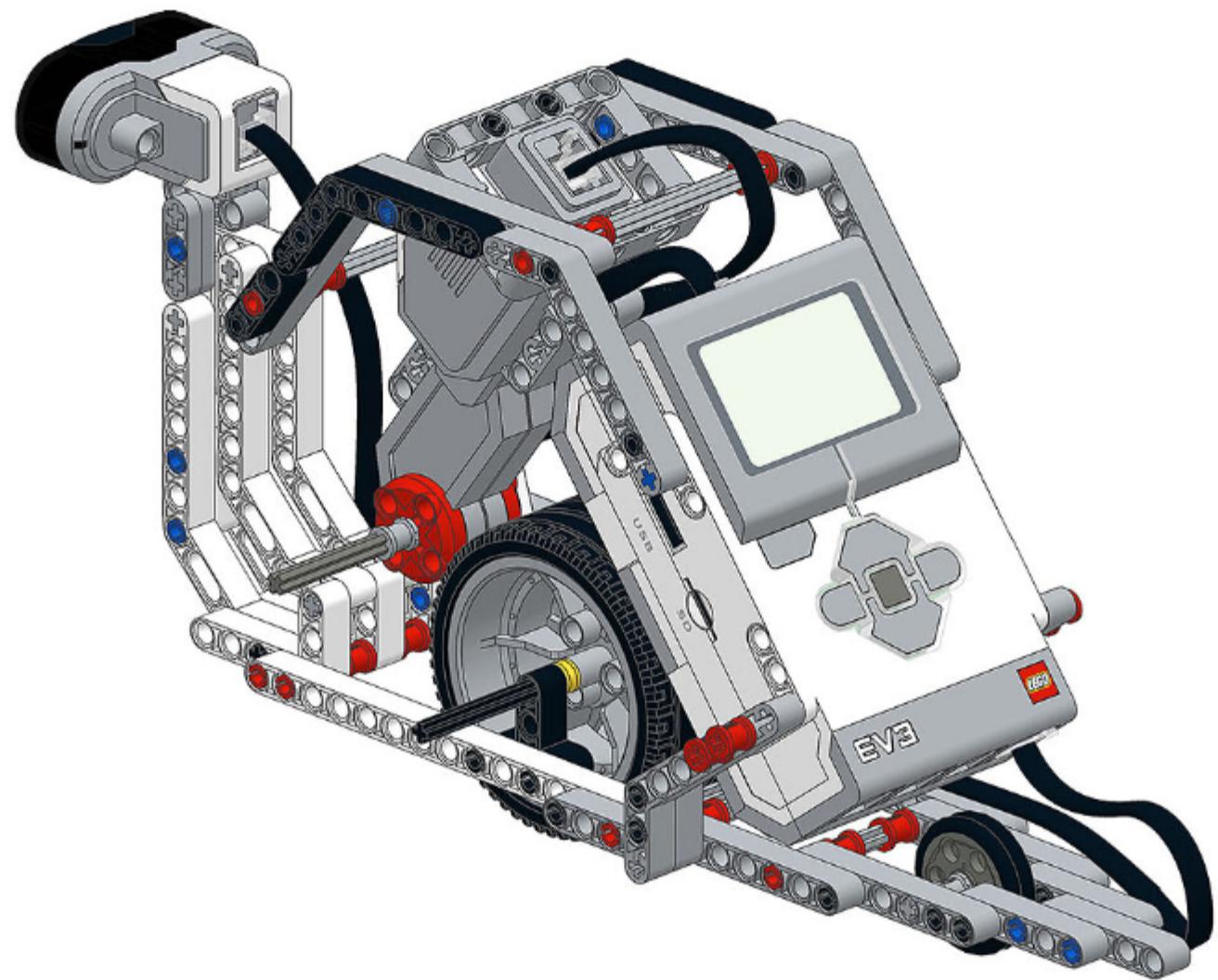


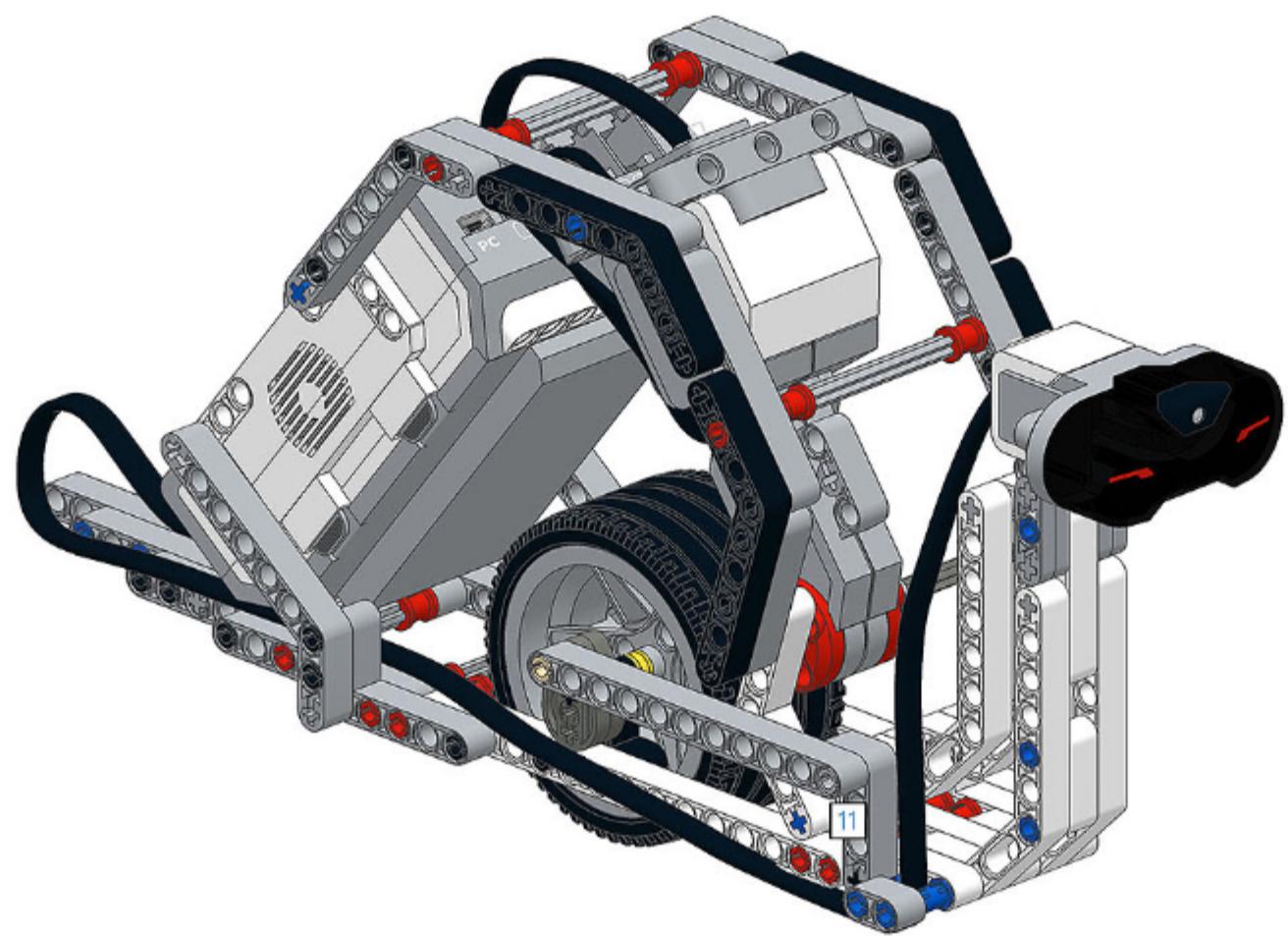
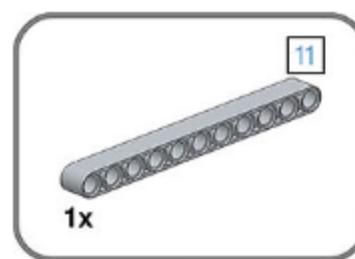
27



**28**

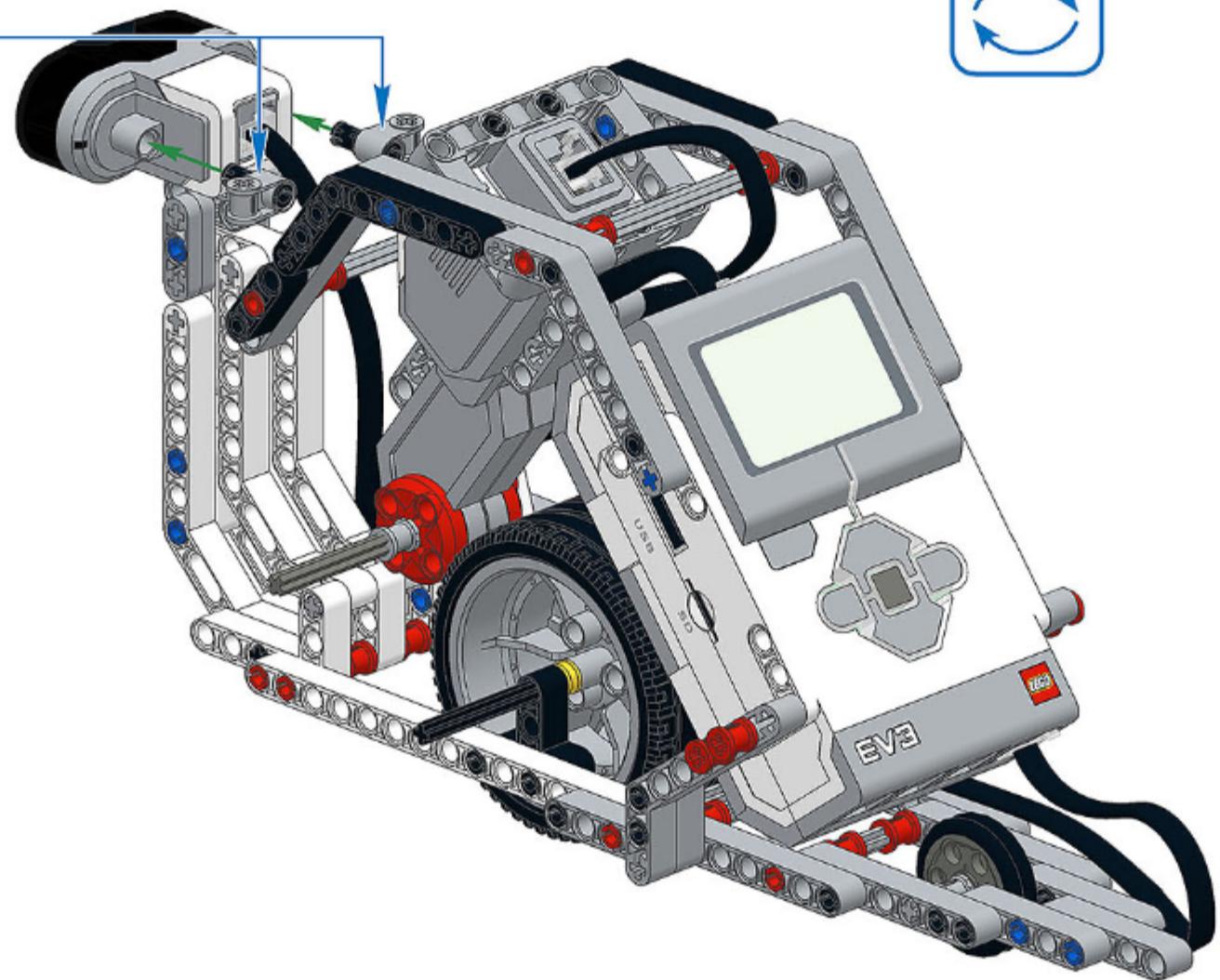
29







30



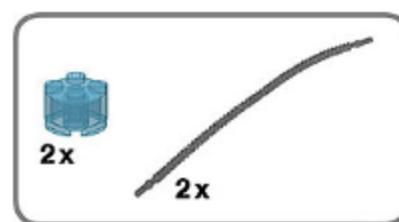
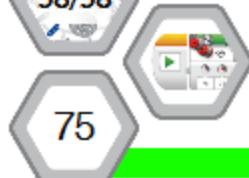
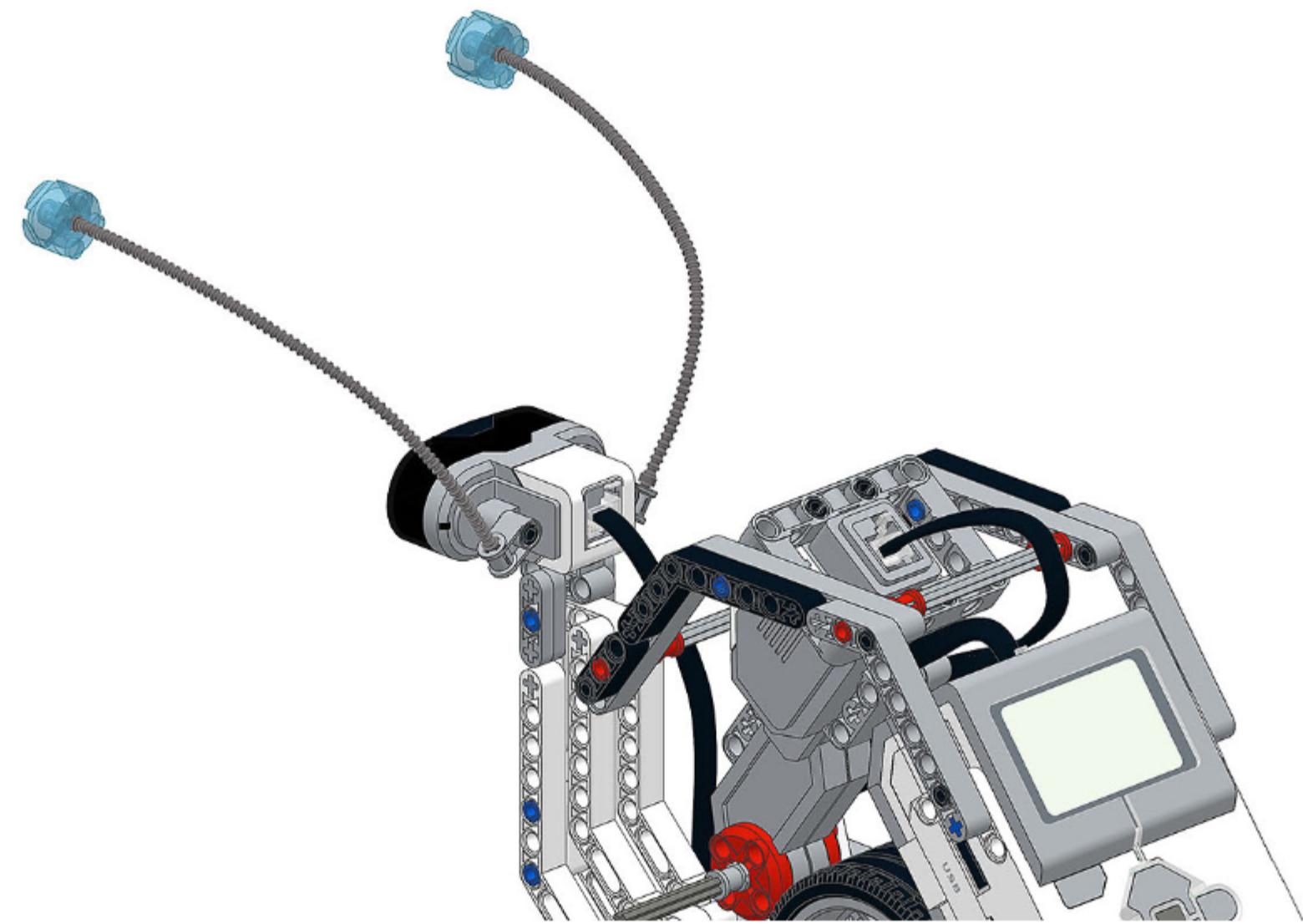
**ROBORISE-IT!**  
ROBOTIC EDUCATION

57/58



74



**31**

# Это интересно!

Если собрать редуктор со всех шестерен и червяков, которые есть в наборе, а ко входному валу подключить большой сервомотор, за какое время выходная ось нашего воображаемого редуктора сделает один оборот?



# Это интересно!

ROBORISE-IT!  
ROBOTIC EDUCATION



Ответ: примерно за 1676 лет.



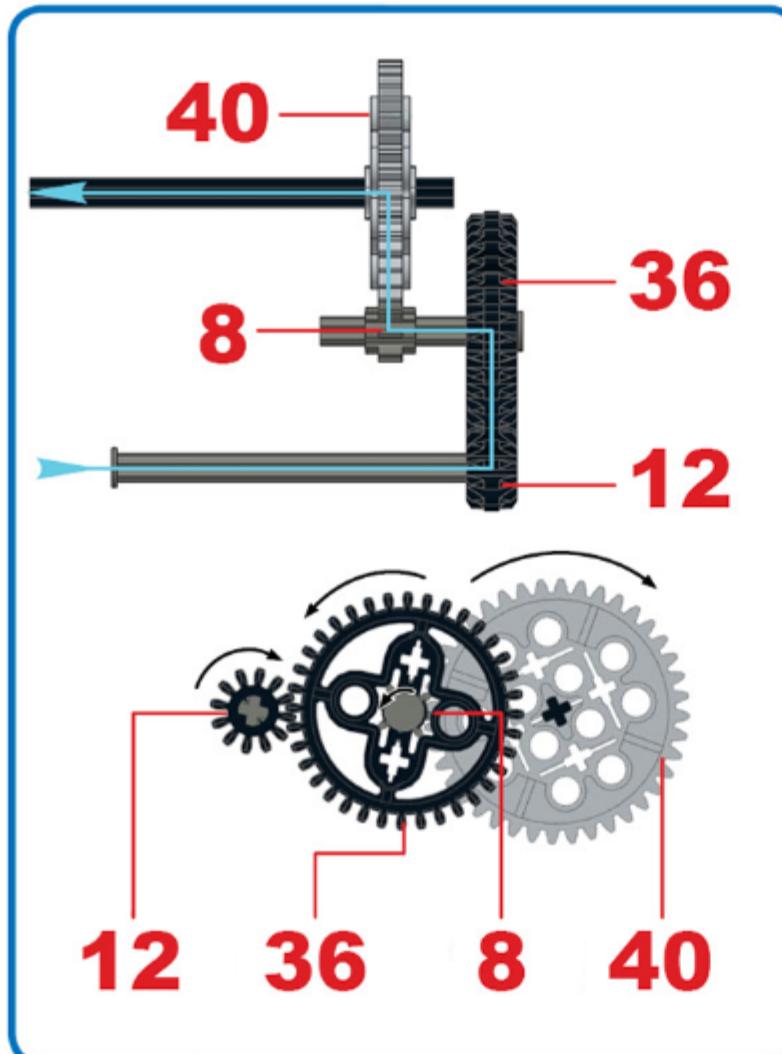
# Передаточное отношение

ROBORISE-IT!  
ROBOTIC EDUCATION

Расчет  
передаточного отношения  
для многоступенчатых редукторов



# Передаточное отношение



Для расчета передаточного отношения многоступенчатого редуктора нужно посчитать его для каждой отдельной пары шестерен, а затем результаты перемножить:

$$(36:12) * (40: 8) = (3: 1) * (5: 1) = 15:1$$

Большой сервомотор вращается со скоростью 150 об / мин. После первой пары шестерен обороты падают до 50 об / мин. А после второй - до 10 об / мин.

Передаточное отношение 15:1



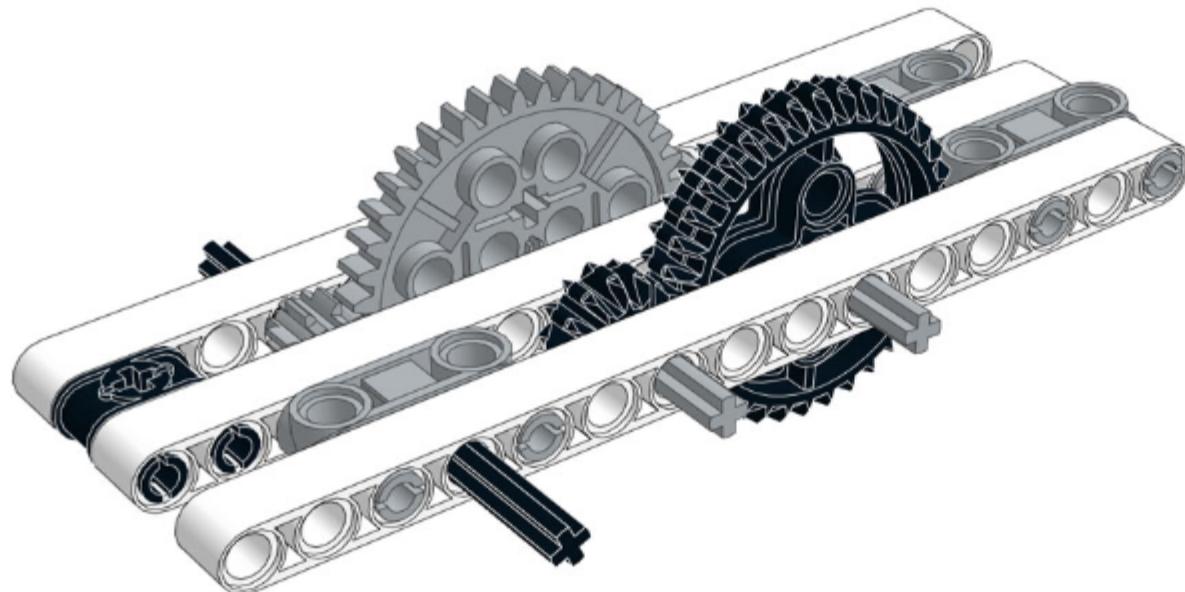
# Прямые зубчатые передачи:

ROBORISE-IT!  
ROBOTIC EDUCATION

Прочные

Не прочные

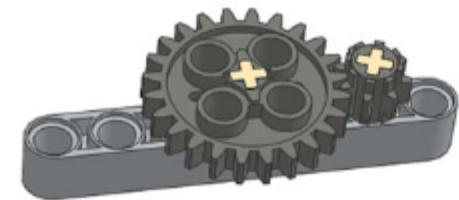
Для того чтобы собрать прочную зубчатую передачу, нужно закрепить с двух сторон оси, на которых держатся шестерни. Это позволит избежать "прошелкивания" зубов.



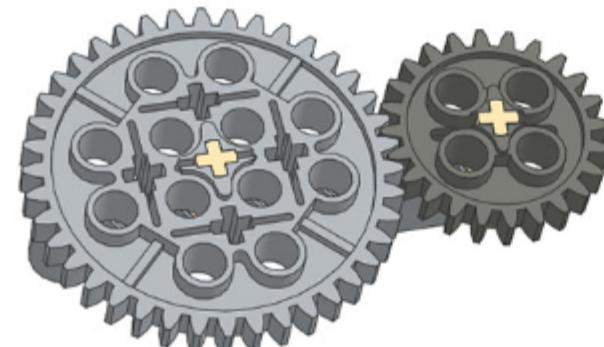
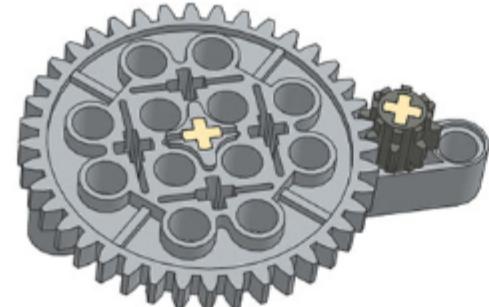
# Прямые зубчатые передачи:

**ROBORISE-IT!**  
ROBOTIC EDUCATION

Прочные



Не прочные

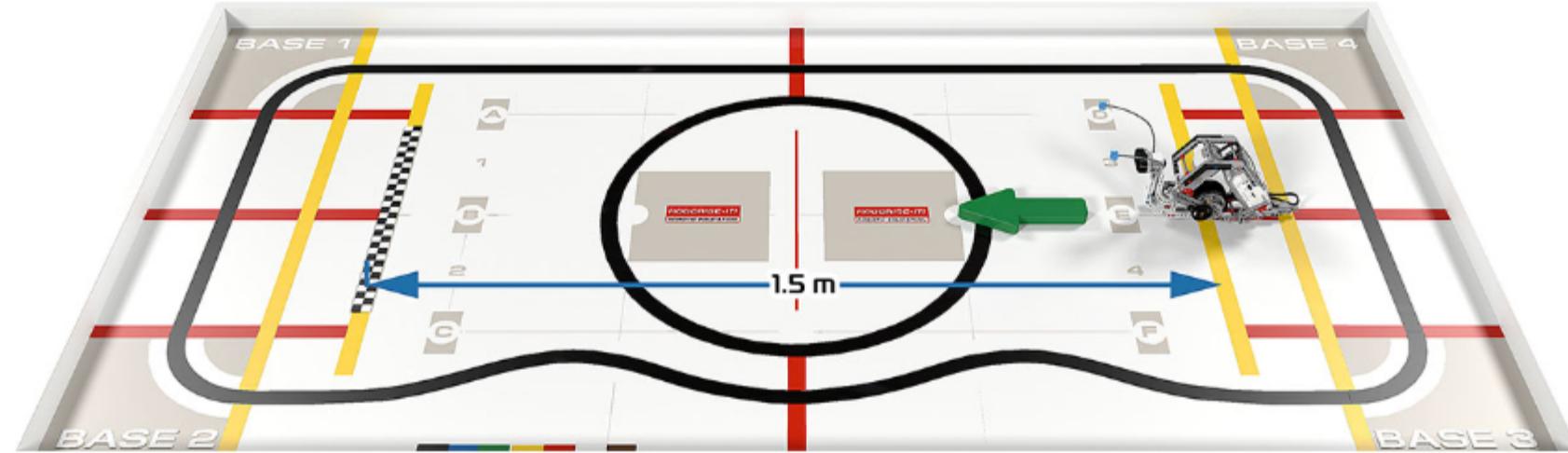


Передача, собранная подобным образом, не способна передавать значительные усилия и часто используется для демонстрации подключения различных типов шестерен.



# Задание 2

ROBORISE-IT!  
ROBOTIC EDUCATION

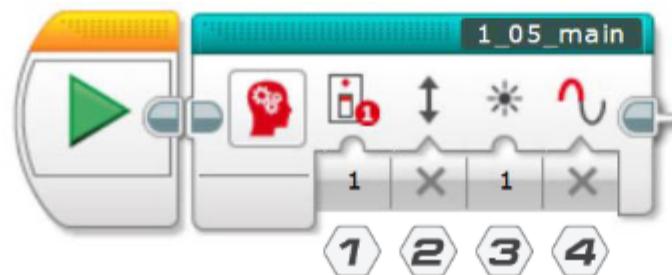


Проведите тестирование четырех различных понижающих зубчатых передач - трех по инструкции и одной, сконструированной собственноручно. Для этого запустите улиток на дистанции 1,5 м и запишите продолжительность их движения в каждом из случаев.



# Задание 3

Настройте, загрузите  
и протестируйте программу.



Как загрузить  
программу в робота?

- 1 Номер канала, по которому вы будете передавать команды роботу.
- 2 Инверсия направления движения робота (при необходимости)
- 3 Выбор цвета работы подсветки блока EV3.
- 4 Выбор стиля работы подсветки блока EV3.



# Задание 4

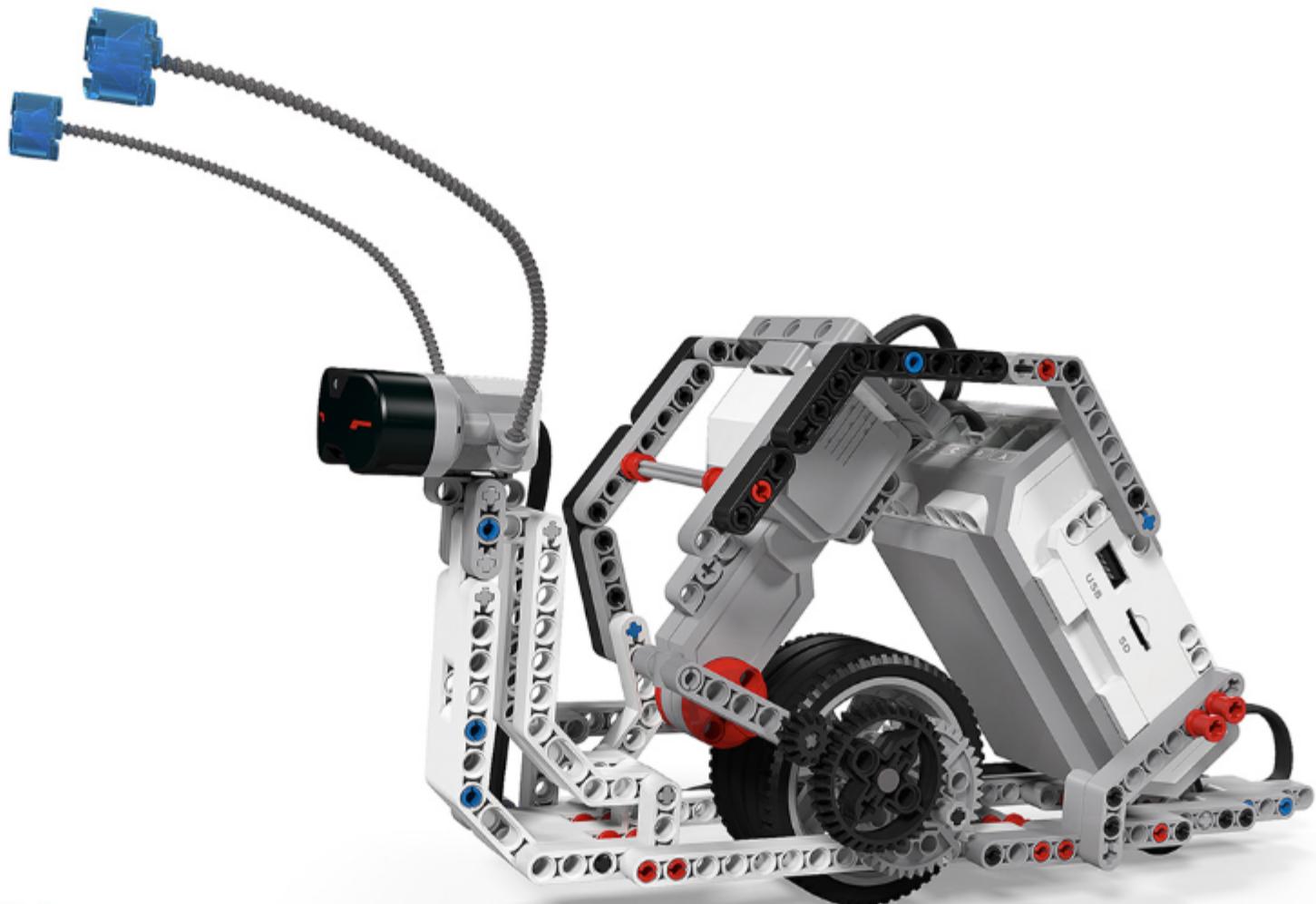
Запишите продолжительность движения робота в таблице.

Номер теста	Зубчатая передача	Передаточное отношение	Время, с	Скорость м / с
1	40: 8: 40			
2	8:24:40			
3	12: 36 * 8: 40			
4	Собственная передача			

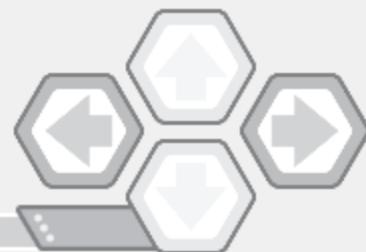


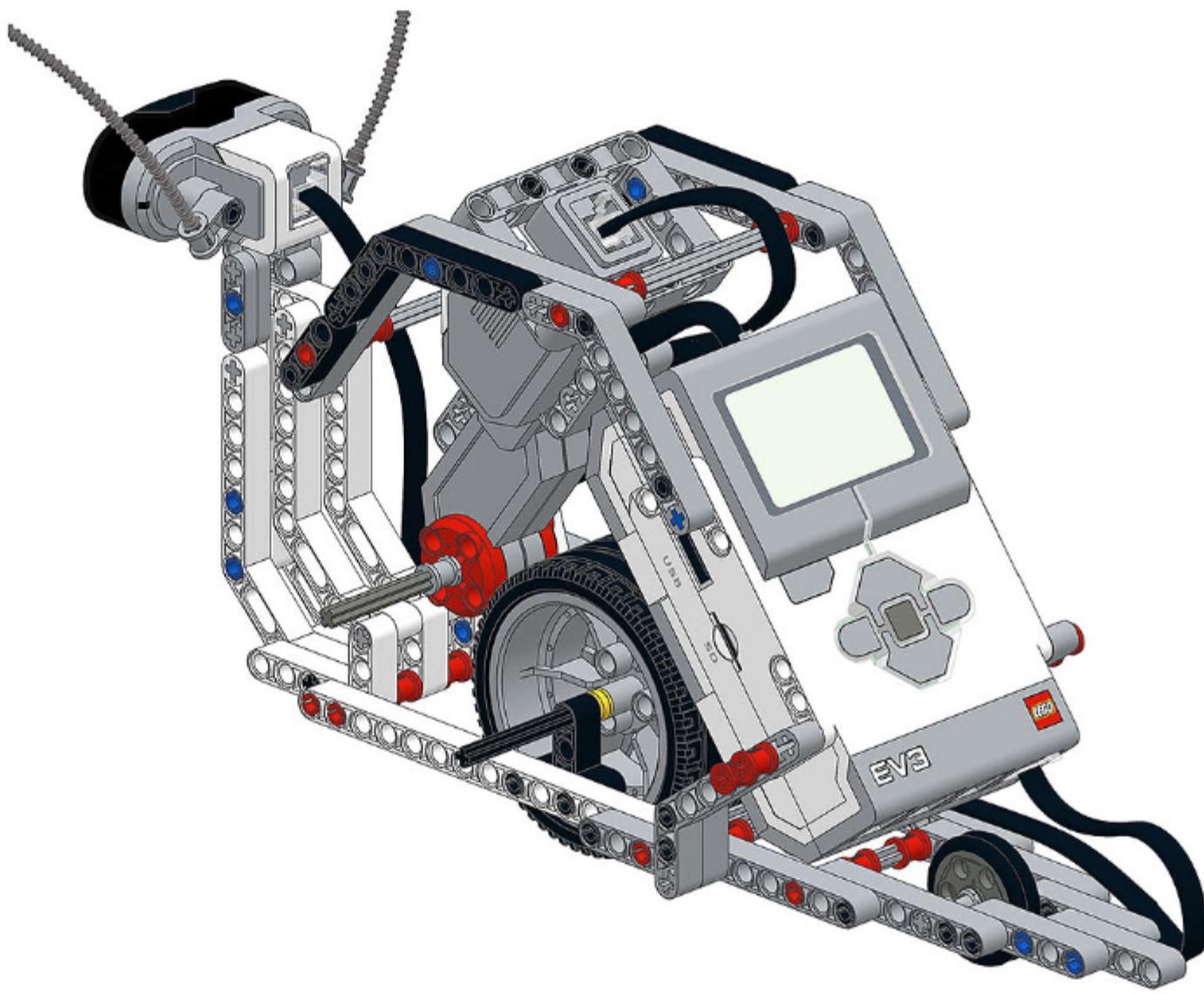
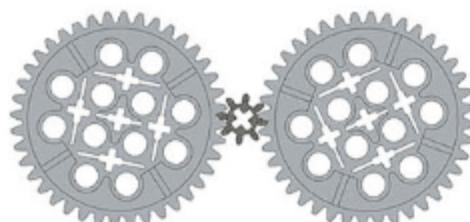
# Тест 1

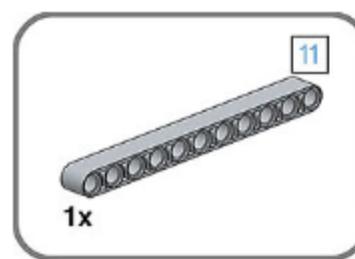
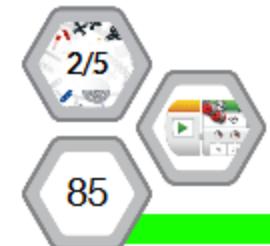
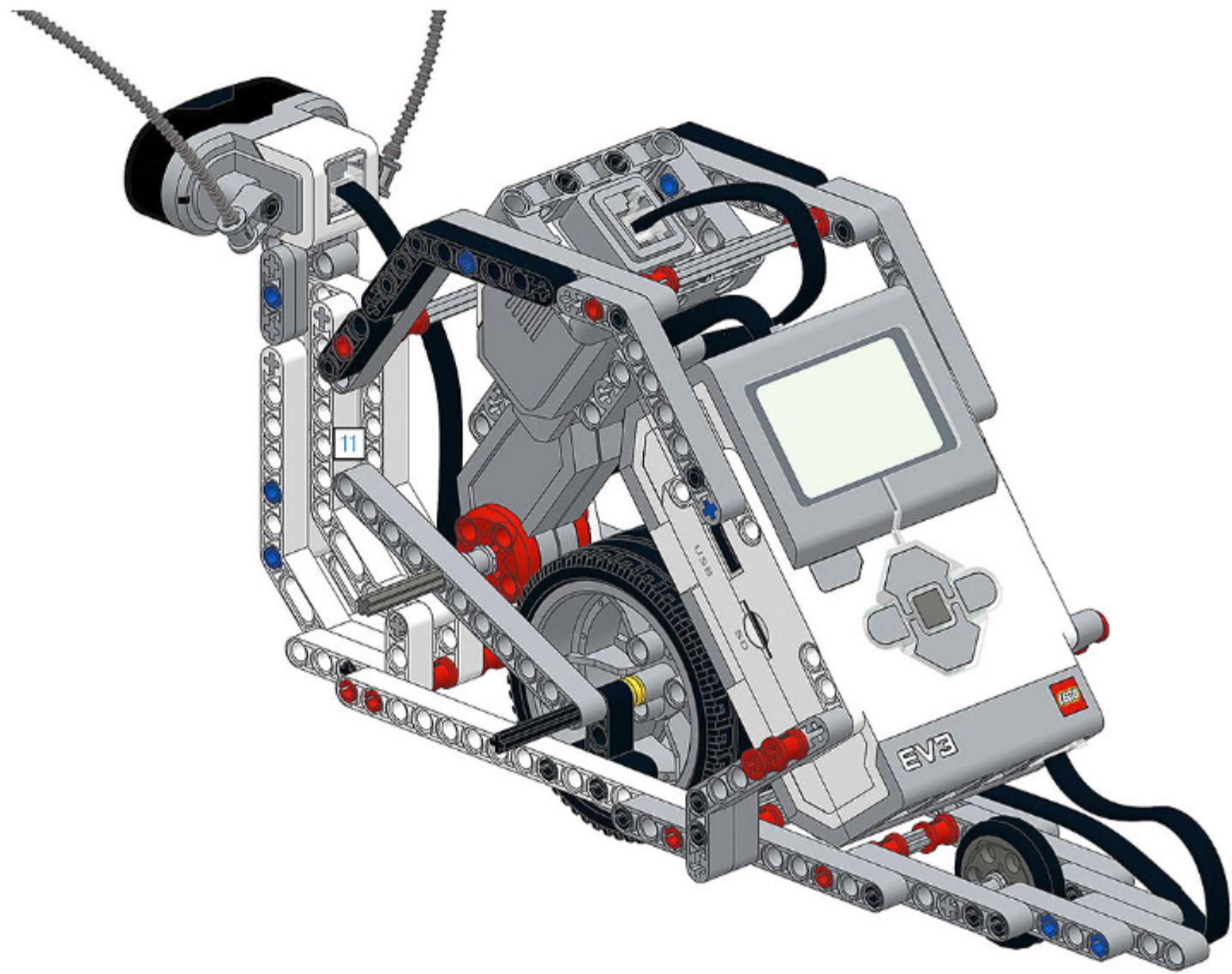
ROBORISE-IT!  
ROBOTIC EDUCATION

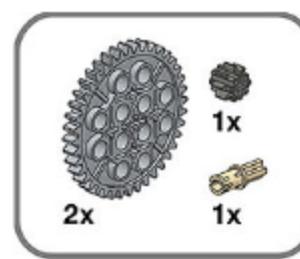
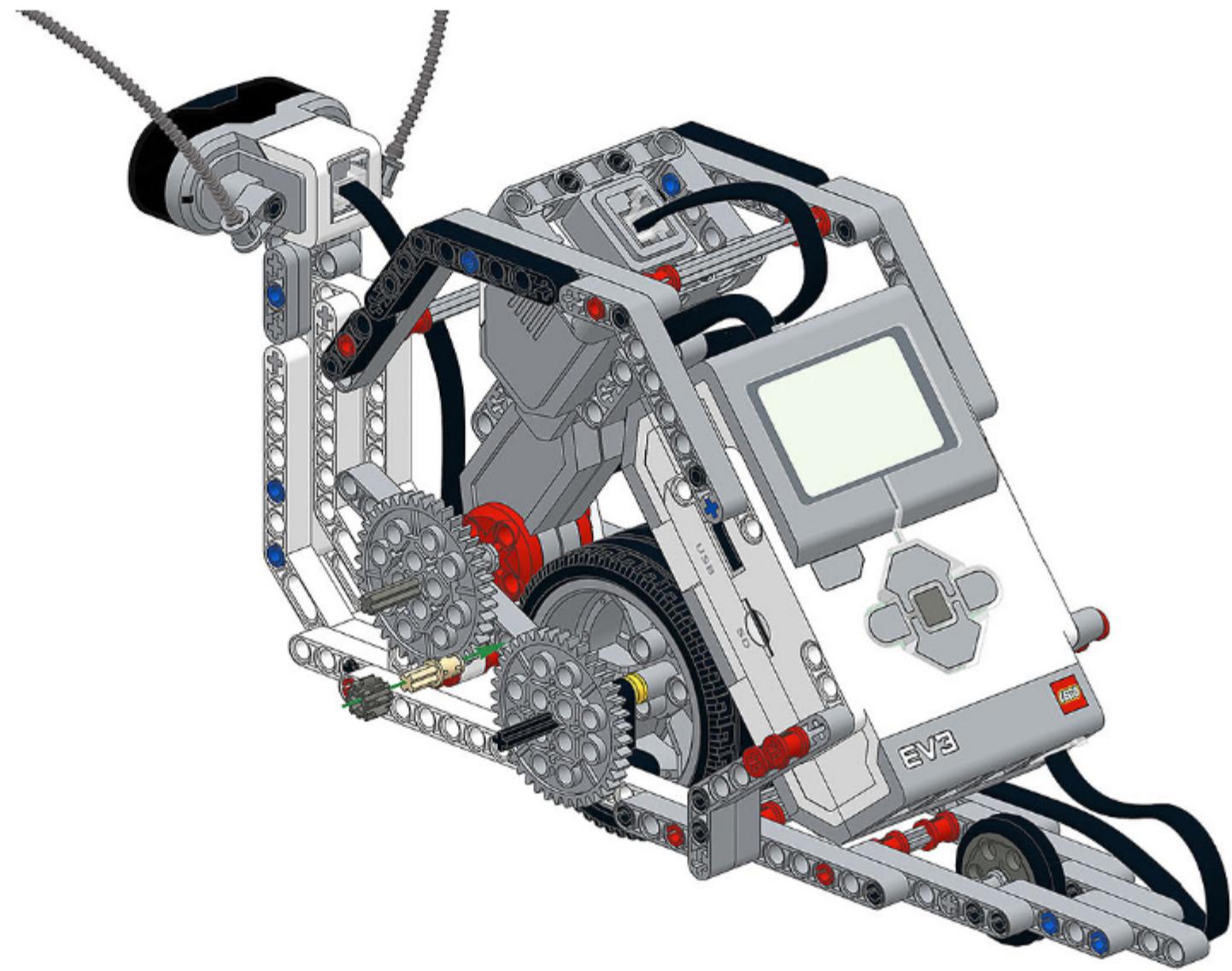


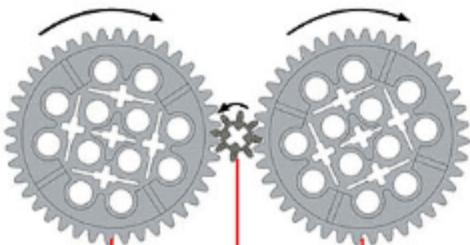
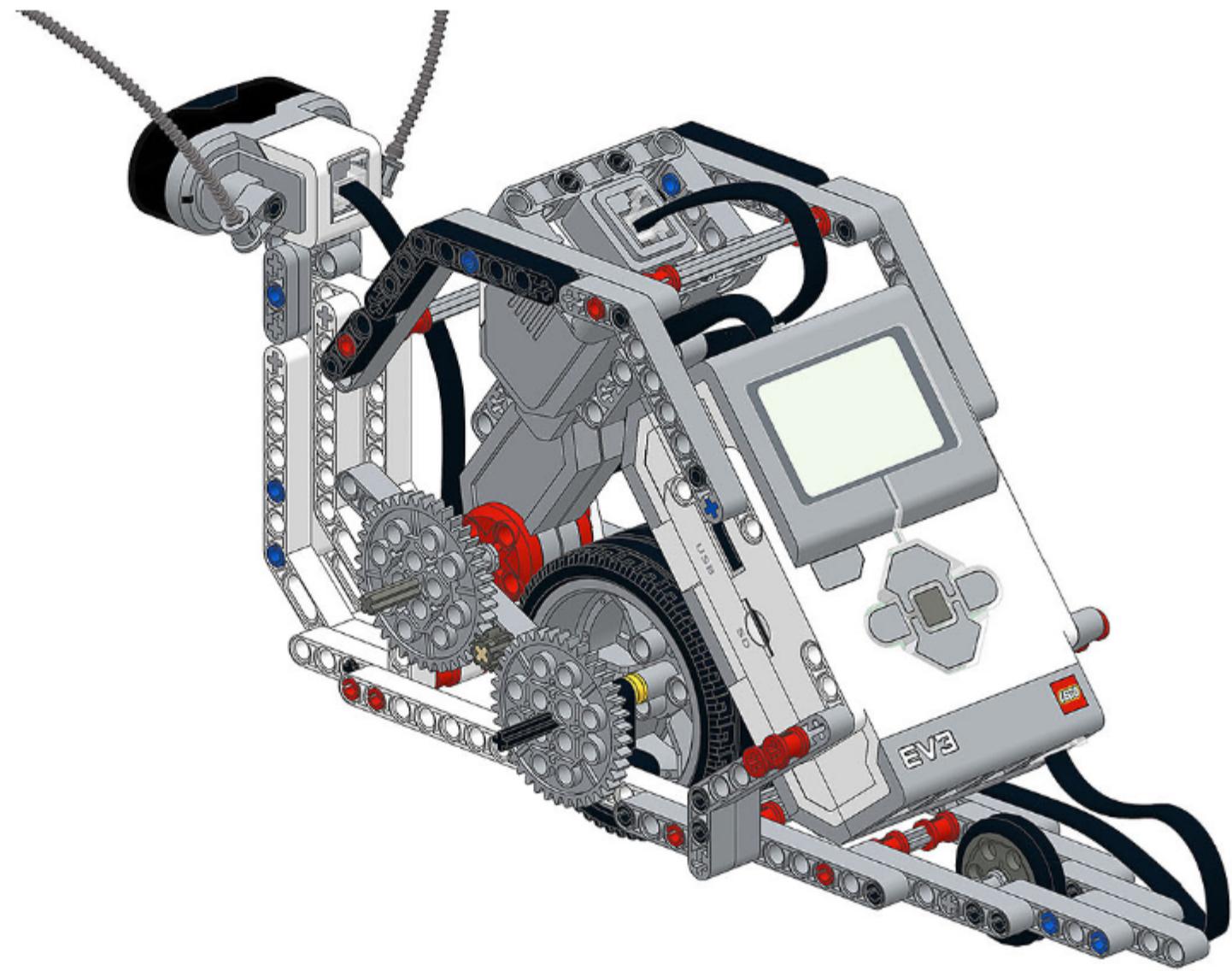
TURBO



**T11**

**T12**

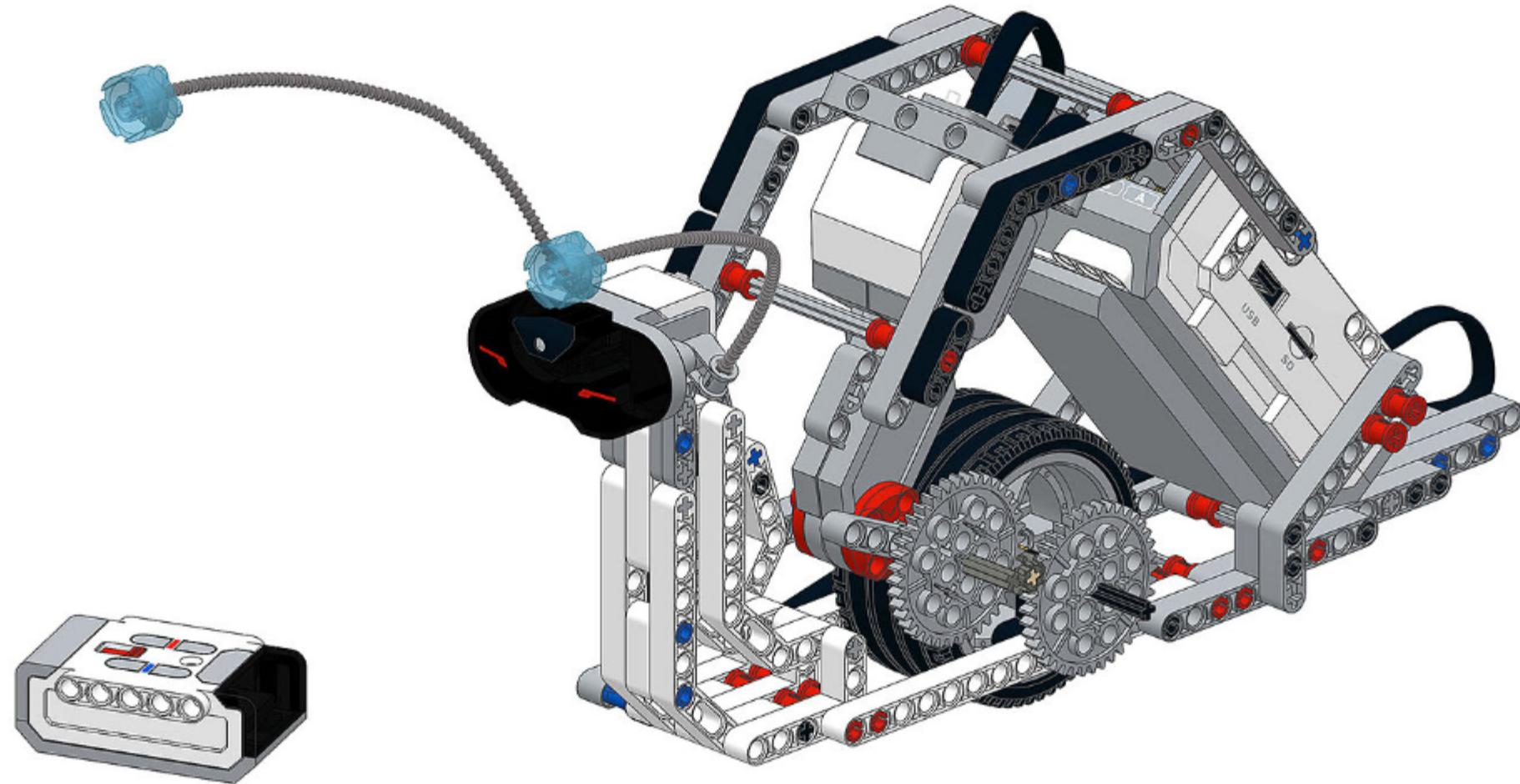
**T13**

**T14****40 : 8 : 40**

4/5

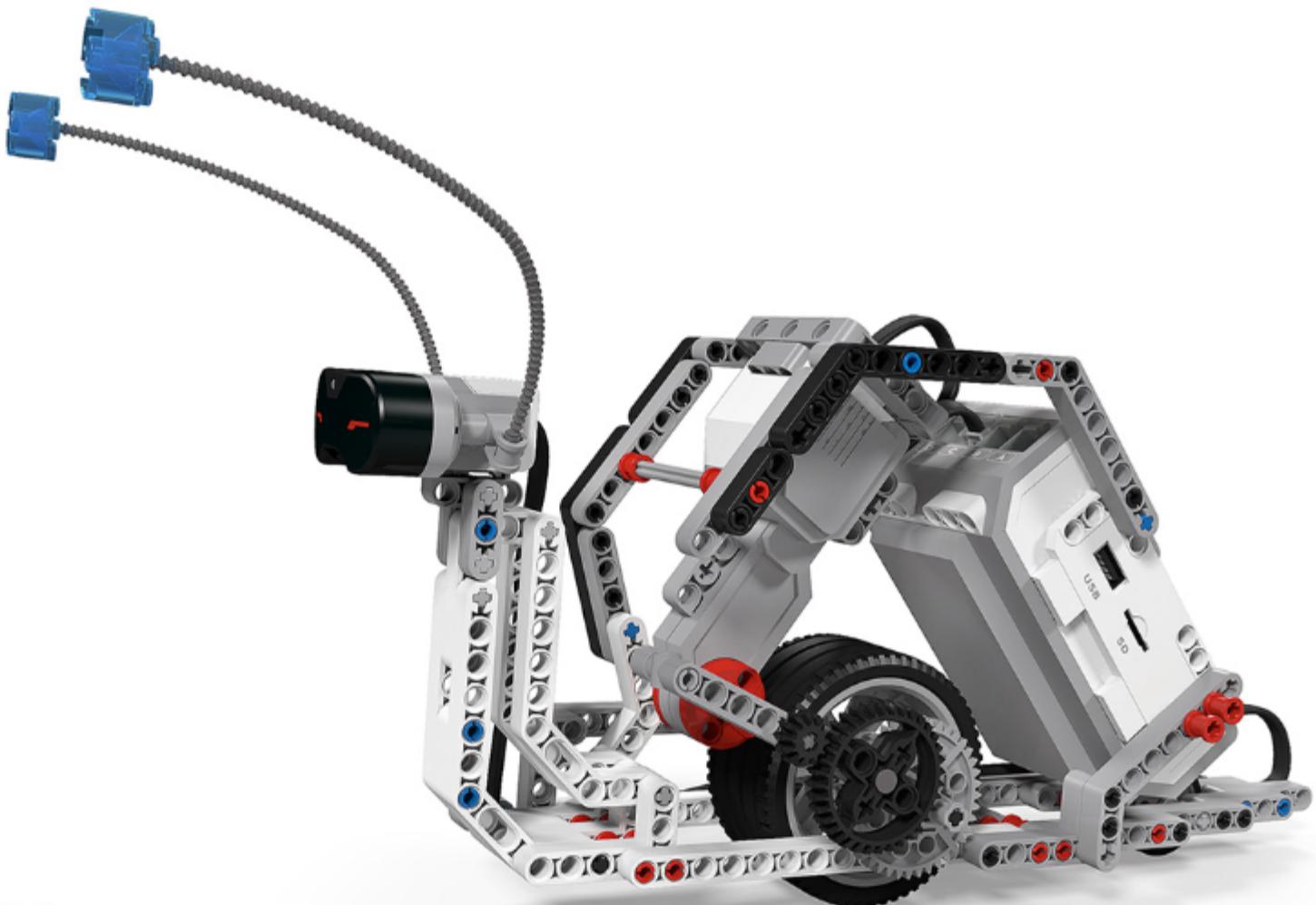
87



**T15**

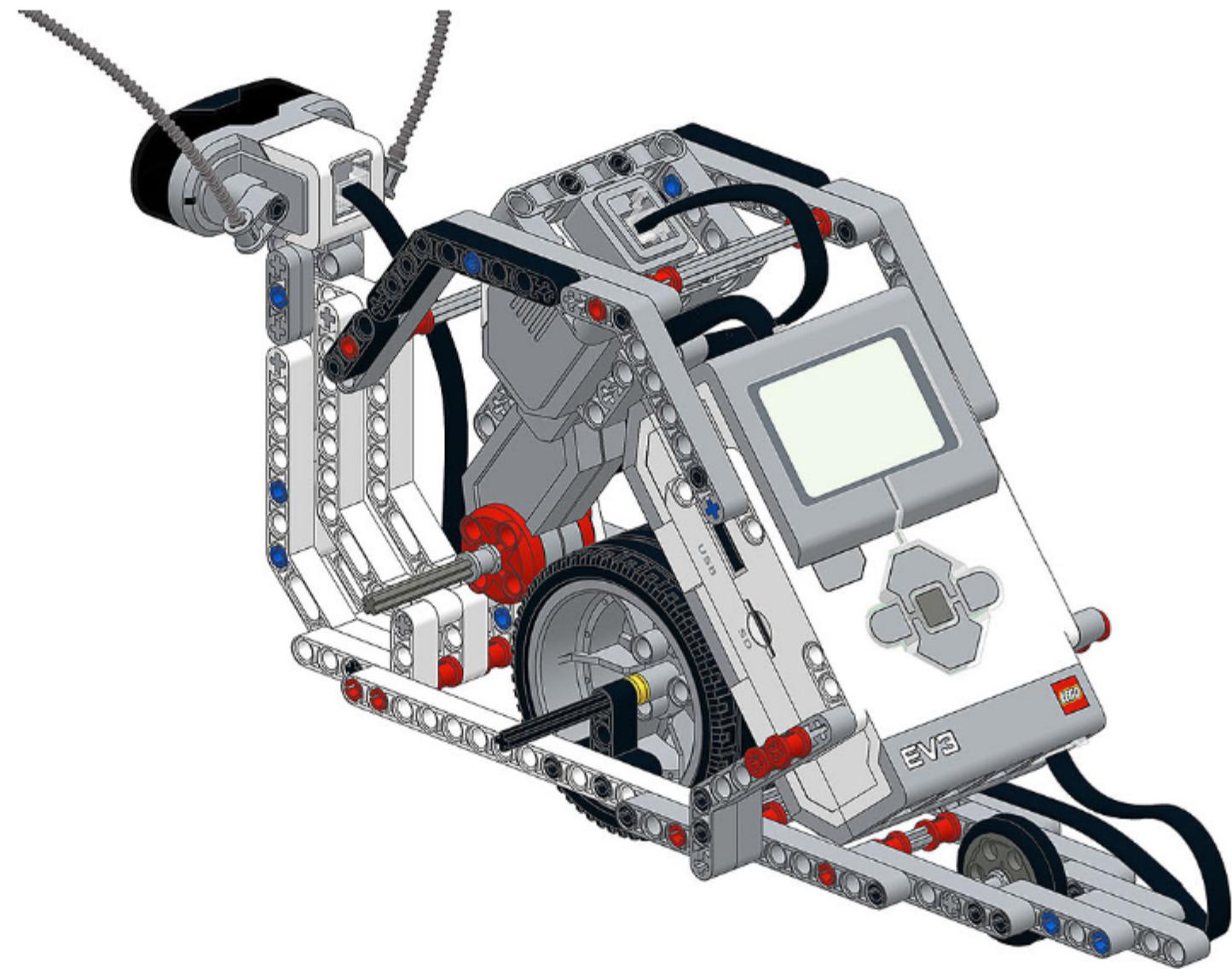
# Tect 2

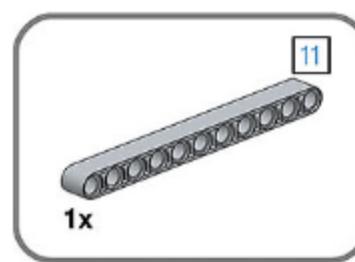
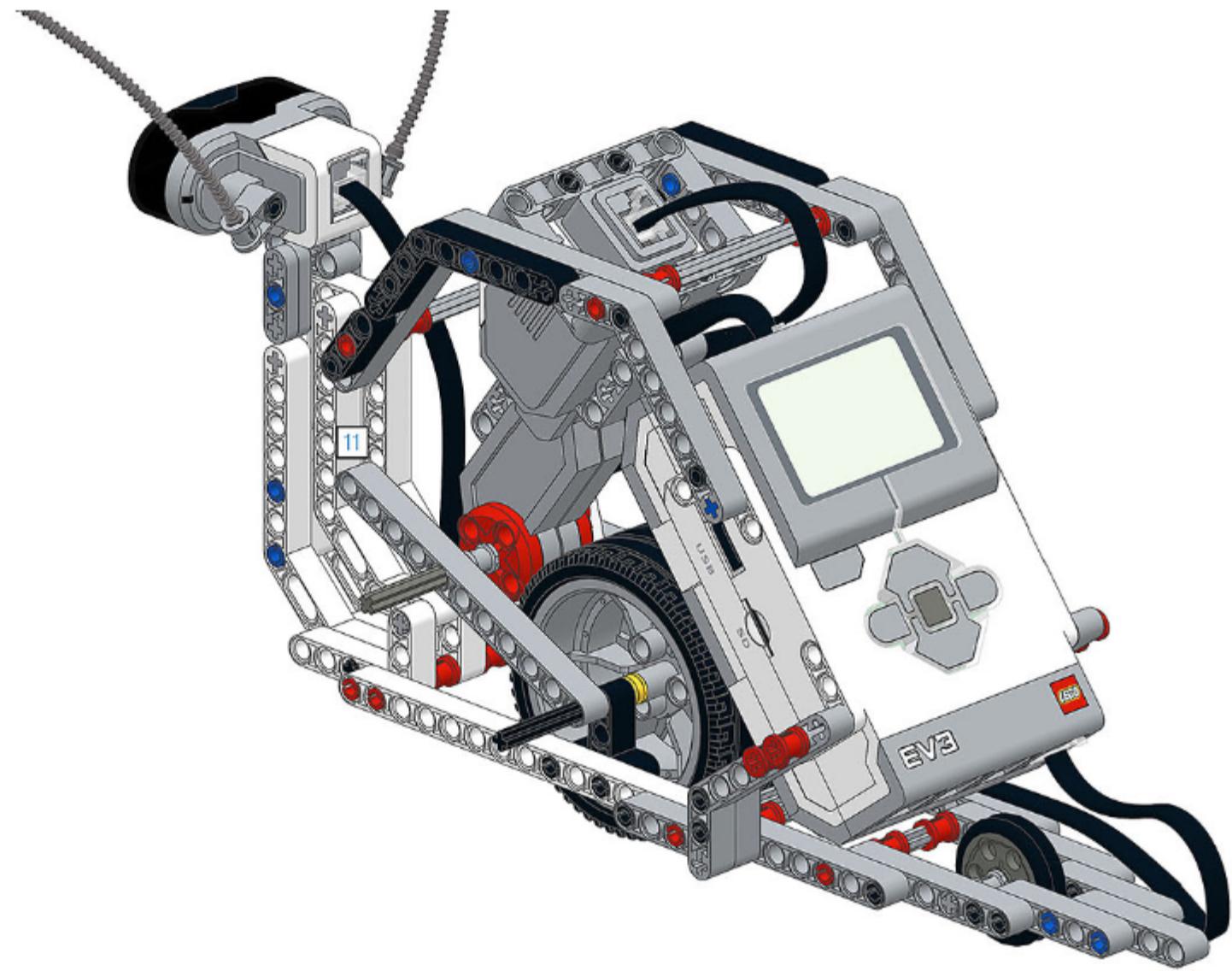
**ROBORISE-IT!**  
ROBOTIC EDUCATION

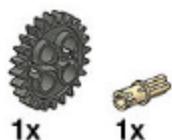
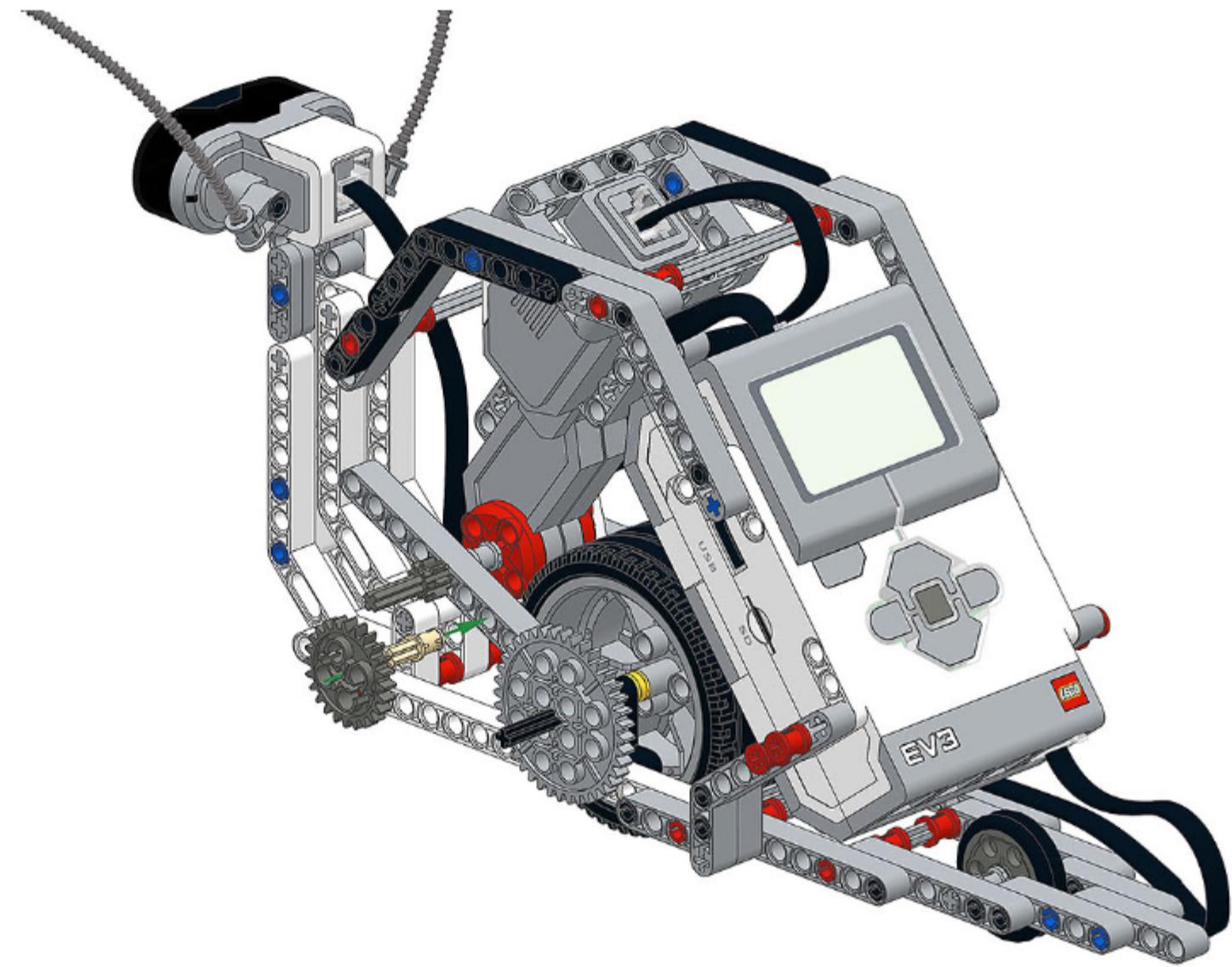


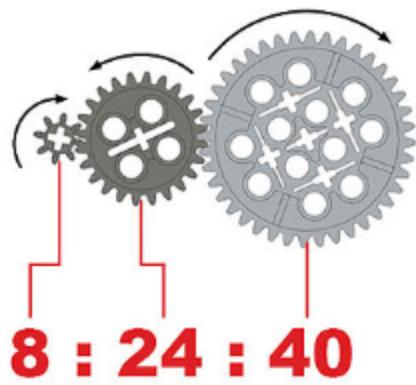
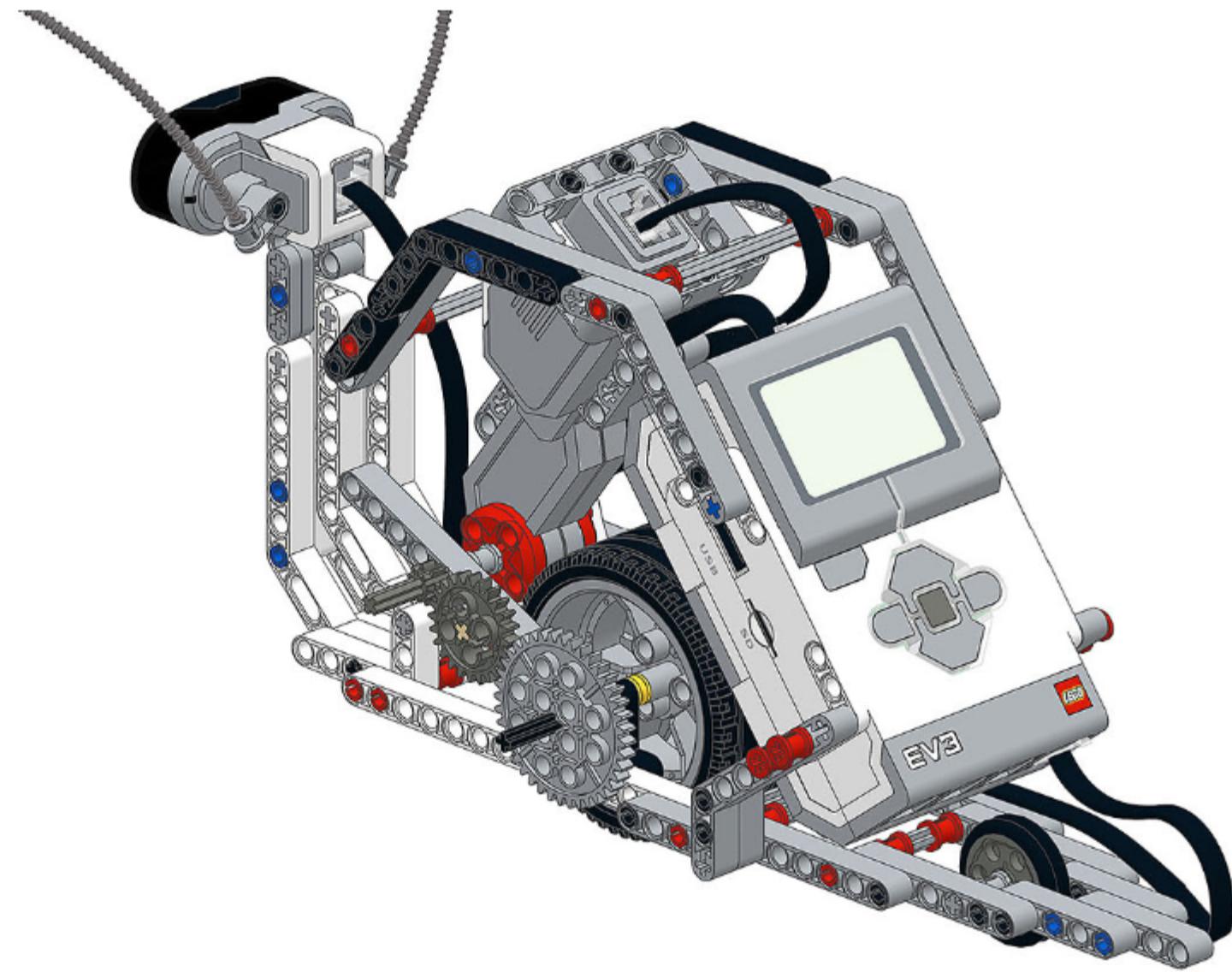
**TURBO**



**T21**

**T22**

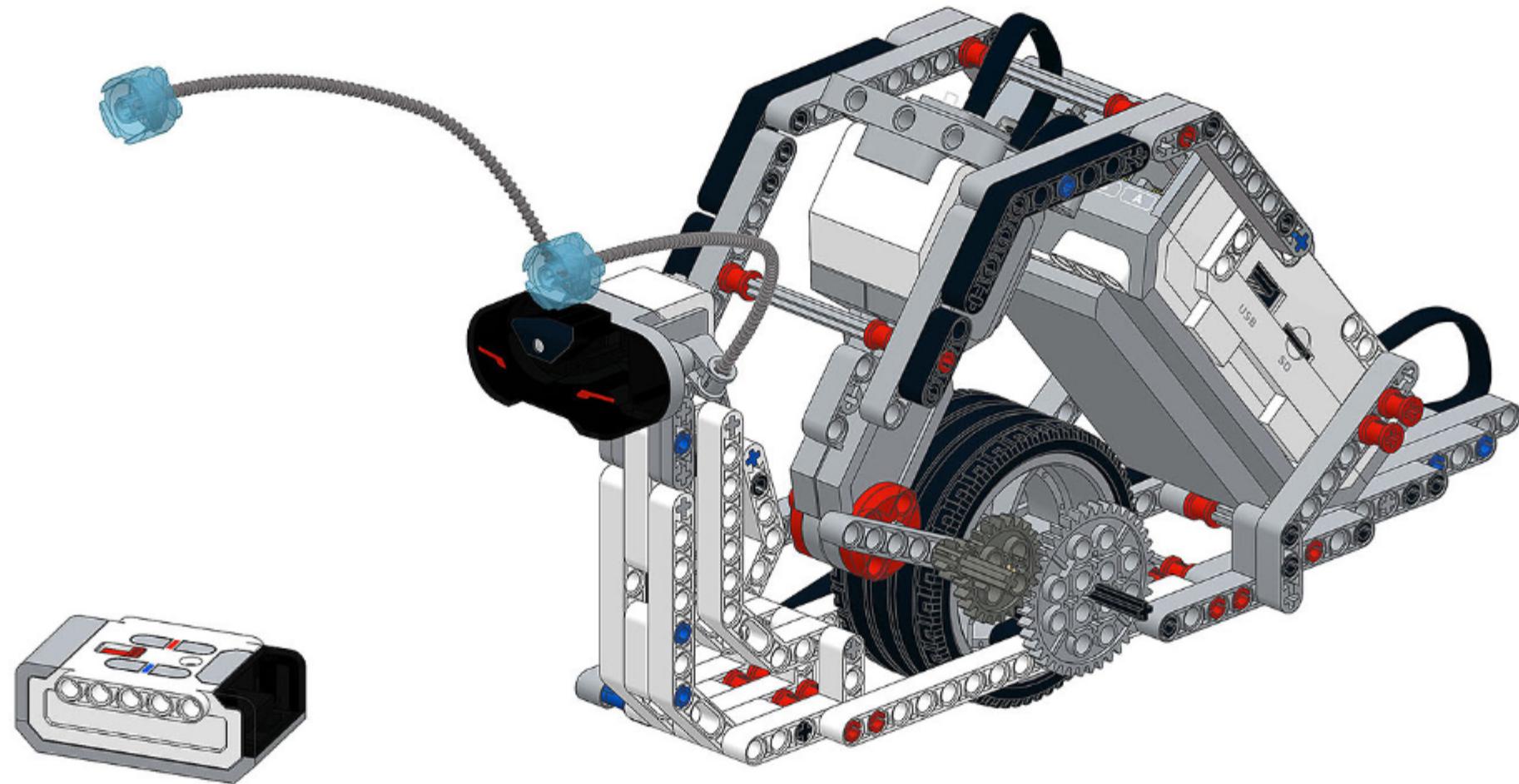
**T23**

**T24**

4/5

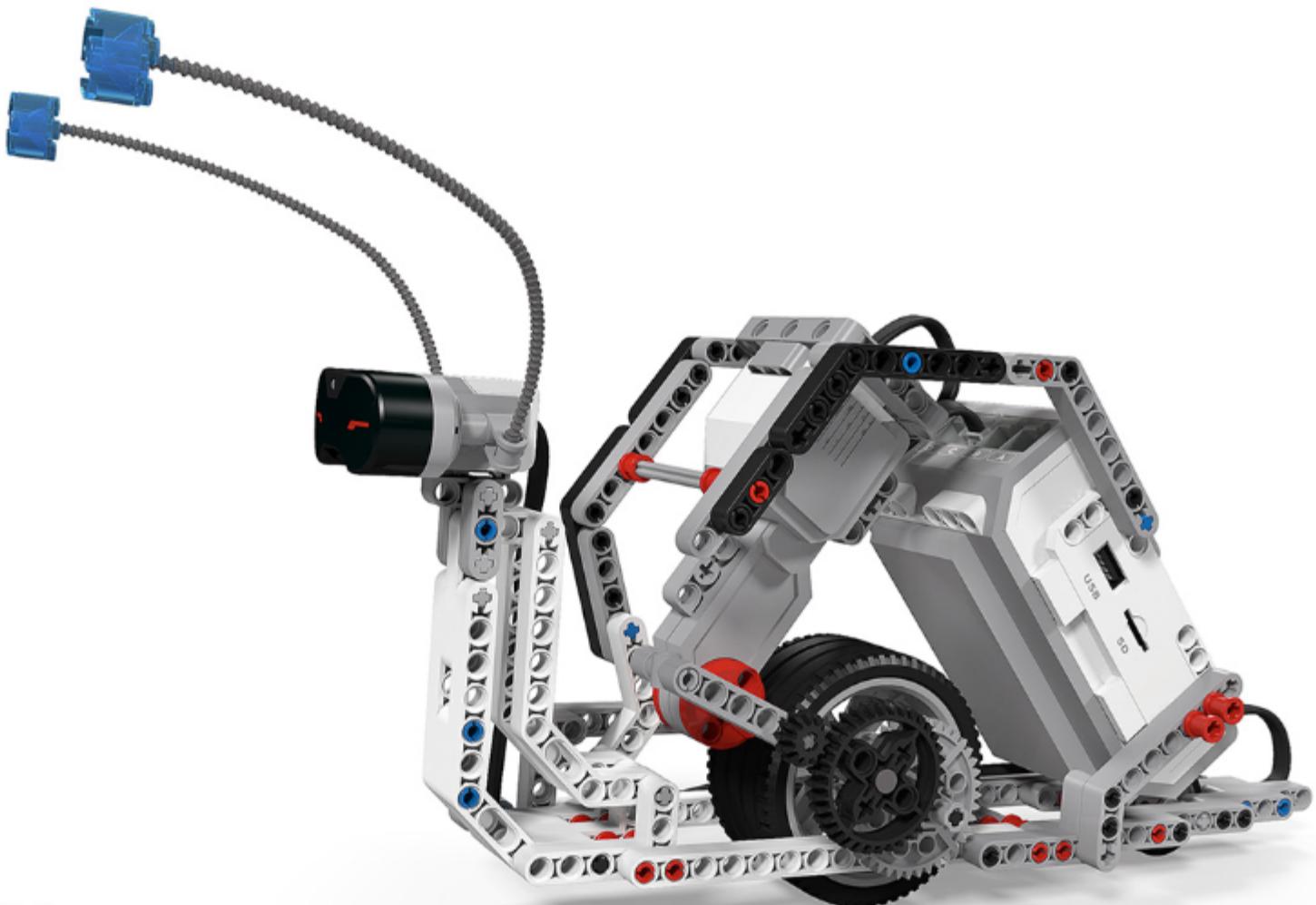
93

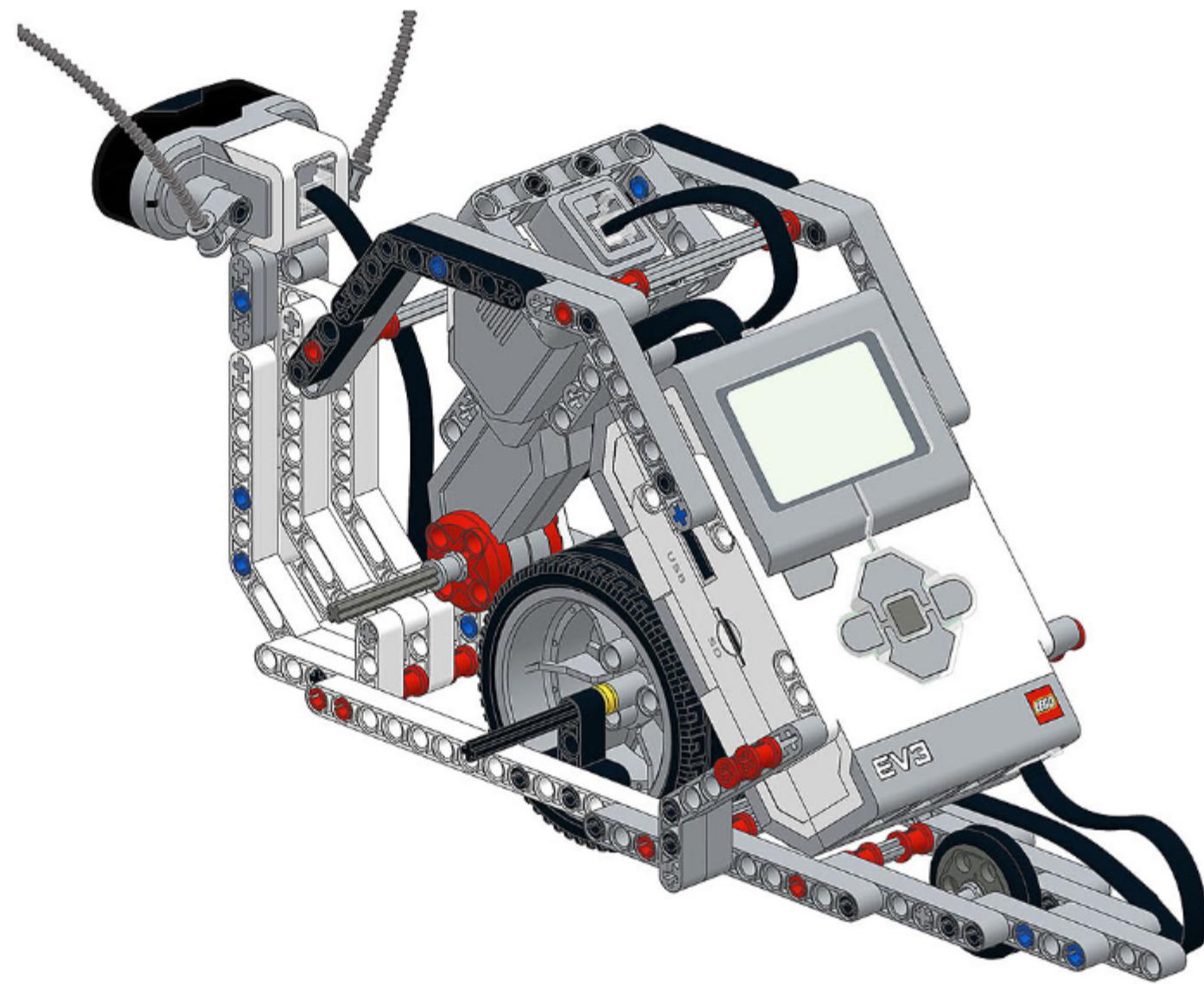


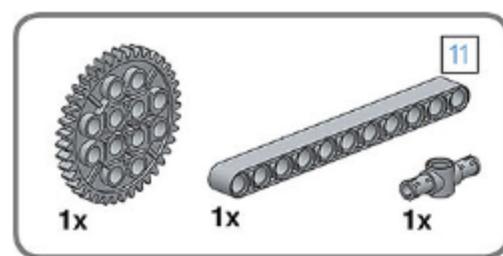
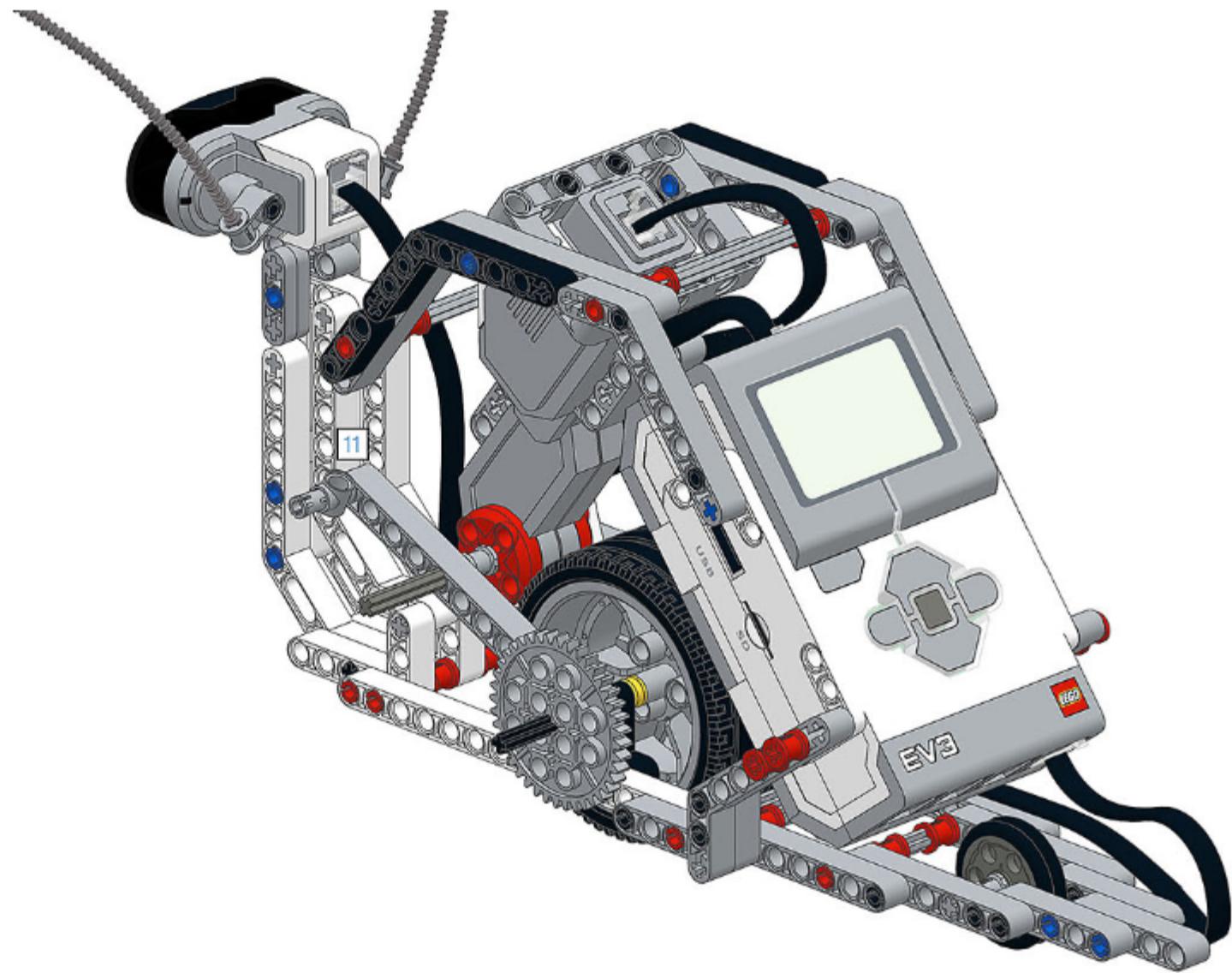
**T25**

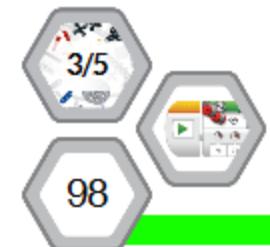
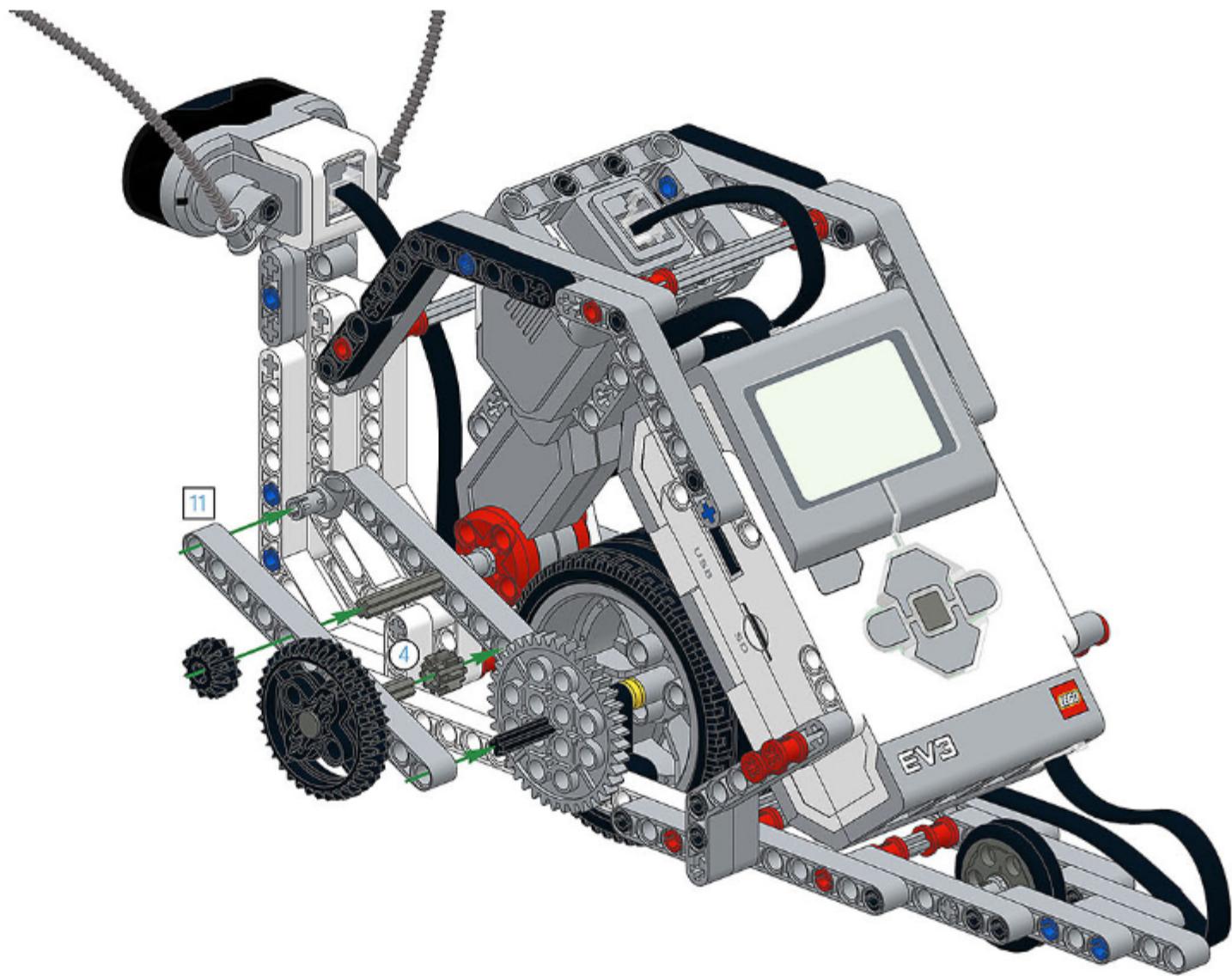
# Тест 3

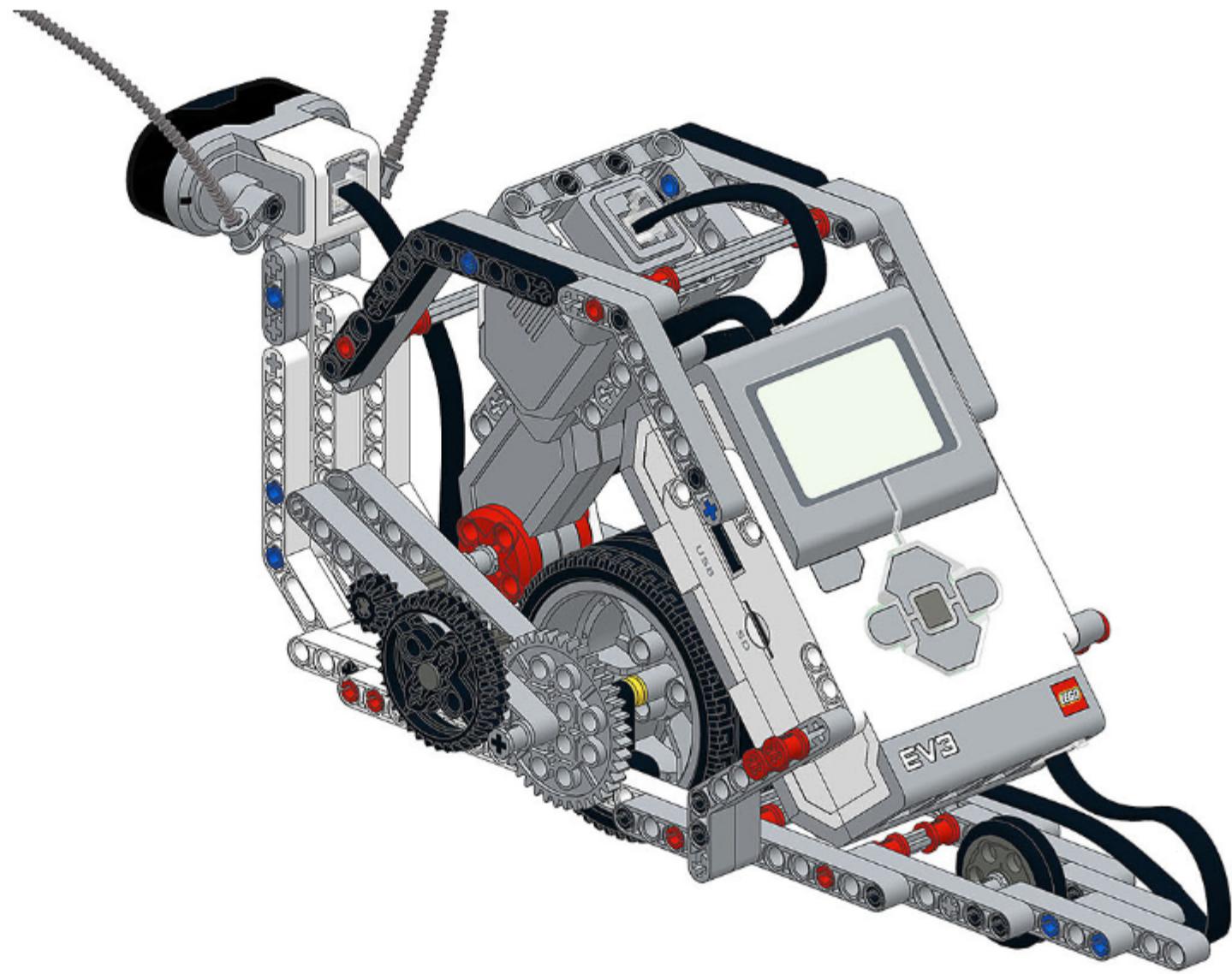
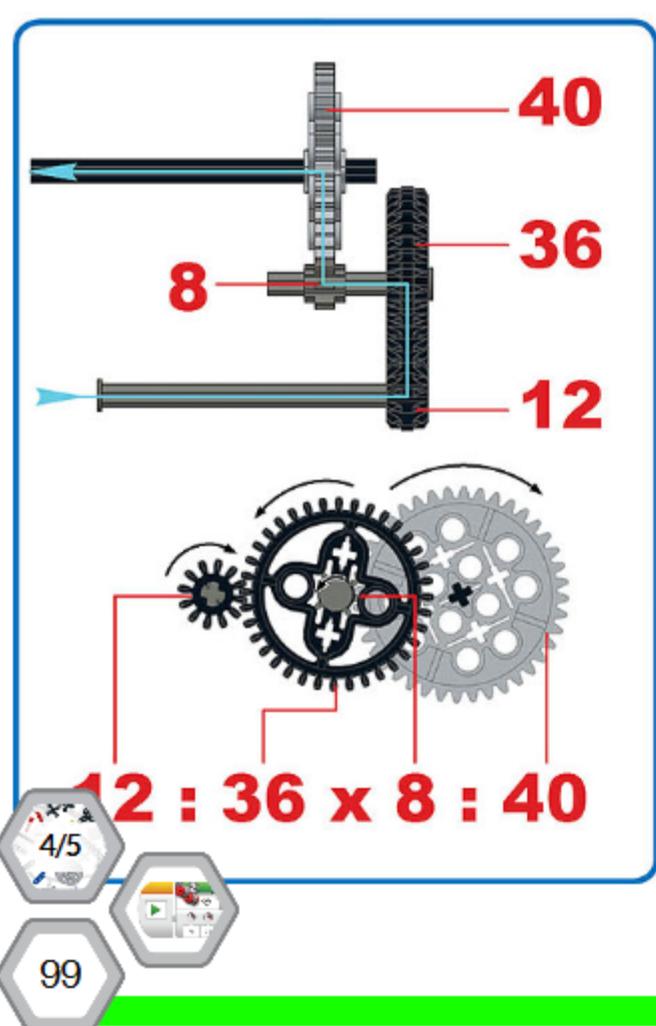
ROBORISE-IT!  
ROBOTIC EDUCATION

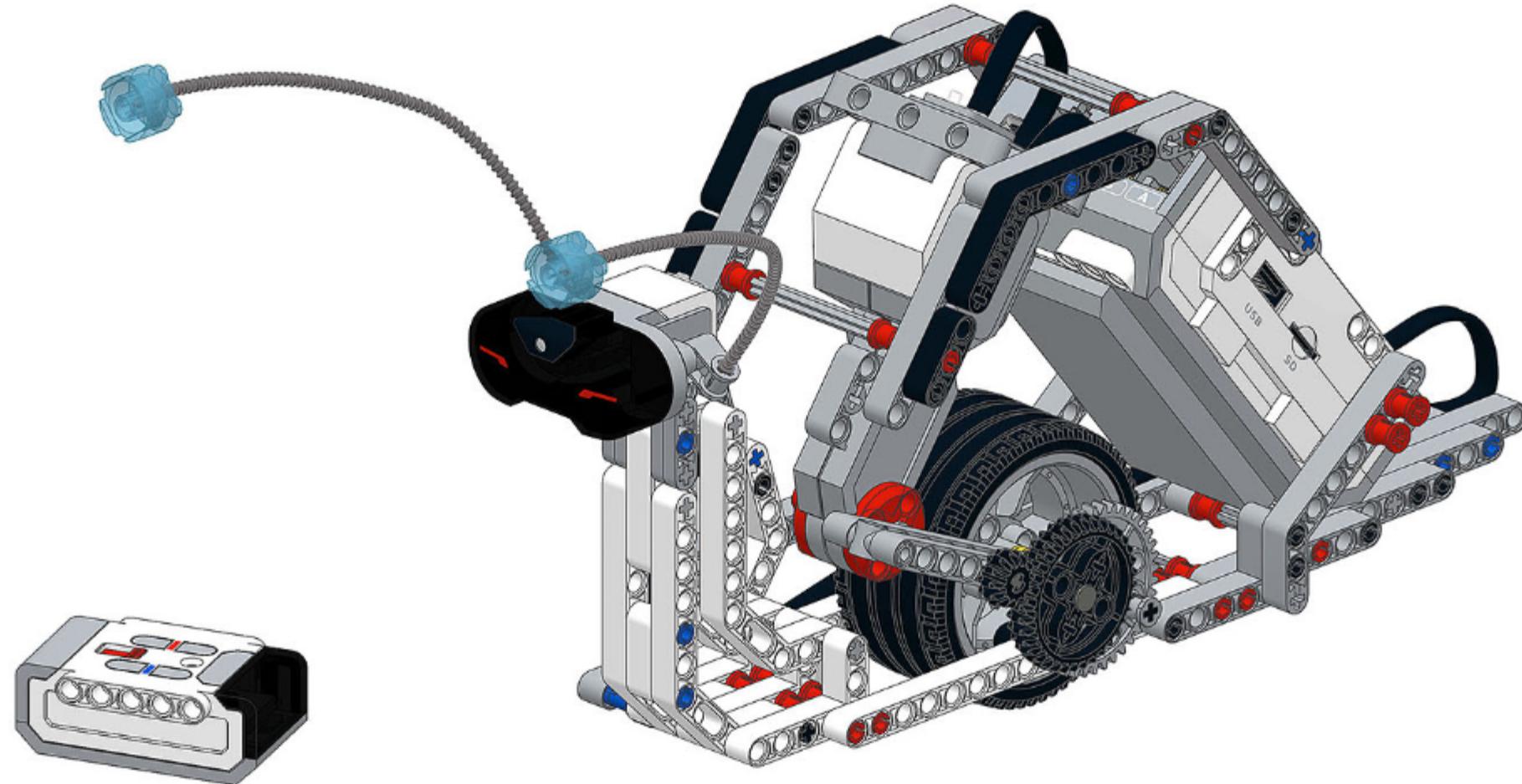


**T3 1**

**T32**

**T33**

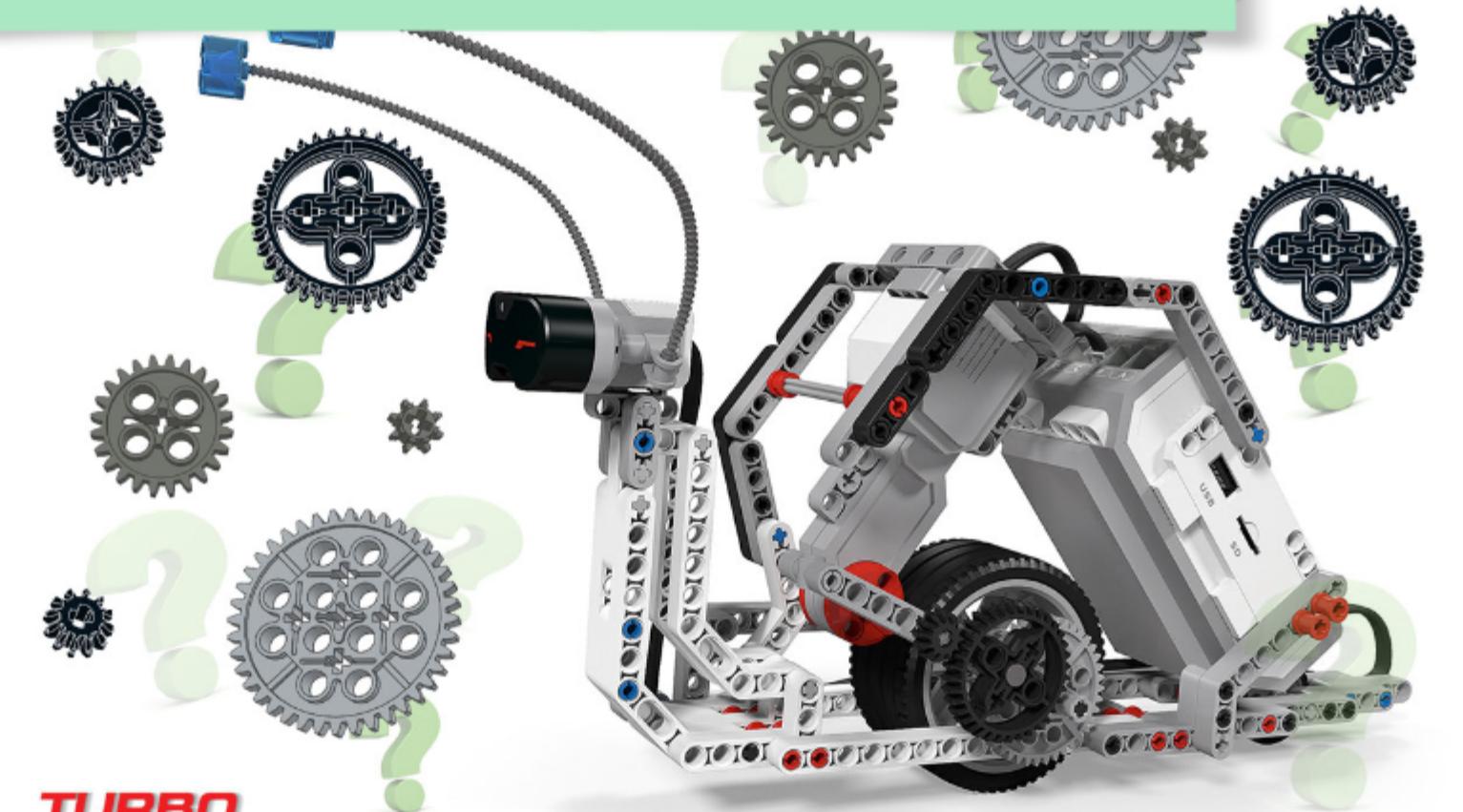
**T34**

**T35**

# Тест 4

ROBORISE-IT!  
ROBOTIC EDUCATION

Используя прямозубые и комбинированные шестерни,  
самостоятельно постройте и проведите тестирование самой  
поникающей зубчатой передачи.



# Задание 5

Рассчитайте среднюю скорость движения робоулиток и  
запишите ее в таблицу

Номер теста	Зубчатая передача	Передаточное отношение	Время, с	Скорость м / с
1	40: 8: 40			
2	8: 24: 40			
3	12: 36 * 8: 40			
4	Собственная передача			

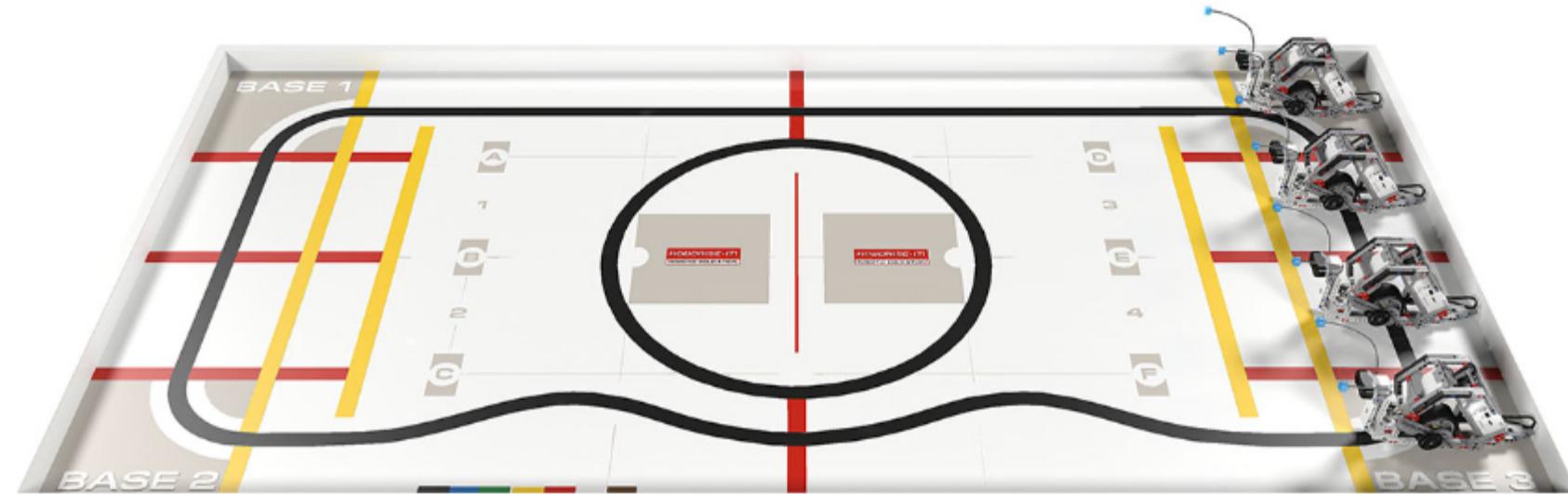
Средняя скорость рассчитывается как частное от деления пройденного пути (в нашем случае - 1.5 м) на затраченное для этого время.

$$V = L / t$$



# Задание 6

ROBORISE-IT!  
ROBOTIC EDUCATION



Примите участие в соревновании "гонки улиток". Всех улиток настройте на первый канал пульта ДУ и одновременно запустите с одного пульта. Выигрывает та команда, чья улитка последней пересечет финишную линию.



# На этом занятии вы:



Рассмотрели использование пониженных передач в робототехнике.



Научились рассчитывать передаточное отношение для многоступенчатых передач.



Рассмотрели кинематику работы привода через кулачок.



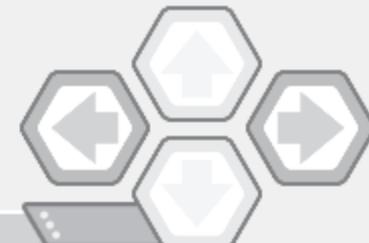
Построили робота с многоступенчатой понижающей передачей.



Провели тестирование понижающих передач.



Самостоятельно построили и провели тестирование самой понижающей передачи.

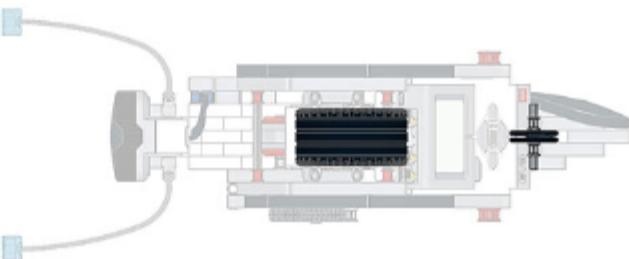




# Выводы



Почему робот не переворачивается, хотя и ездит на двух колесах?



A

B

C

D

Потому что центр тяжести робота находится над приводным колесом.

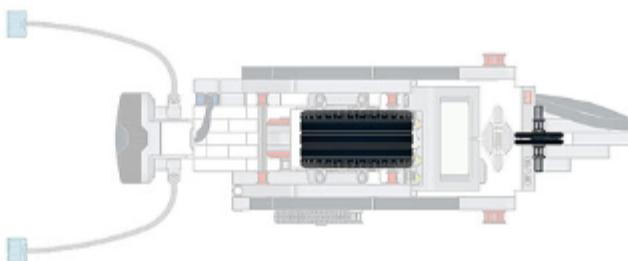




# Выводы



Почему робот не  
переворачивается, хотя и  
ездит на двух колесах?



A

B

C

D

Потому что робот балансирует  
на приводном колесе.

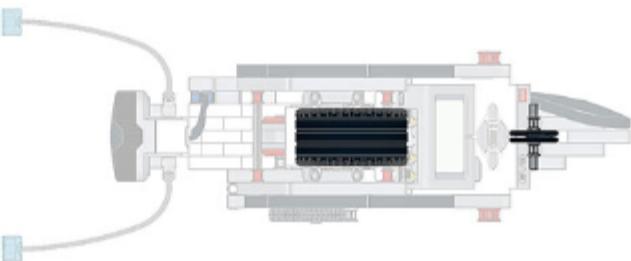




# Выводы



Почему робот не переворачивается, хотя и ездит на двух колесах?



A

B

C

D

Потому что центр тяжести робота не выходит за треугольник, образуемый точками касания робота к поверхности.

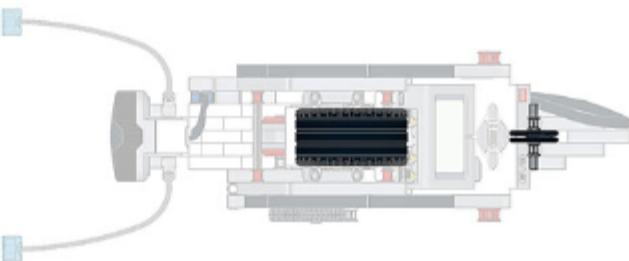




# Выводы



Почему робот не переворачивается, хотя и ездит на двух колесах?



A

B

C

D

Потому что робот поддерживает равновесие подобно велосипедисту.





# Выводы



Для чего нужны понижающие  
редукторы в робототехнике?



A

B

C

D

Для упрощения крепления осей,  
на которых закреплены  
шестерни.





# Выводы



Для чего нужны понижающие  
редукторы в робототехнике?



A

B

C

D

Для повышения точности  
движения робота.





# Выводы



Для чего нужны понижающие  
редукторы в робототехнике?



A

B

C

D

Для увеличения силы, с которой  
вращается ведомая ось.





# Выводы



Для чего нужны понижающие  
редукторы в робототехнике?



A

B

C

D

Для передачи вращательного  
движения от мотора к  
двигителю. Как правило, мотор  
имеет большую частоту  
вращения, чем это нужно для  
движения.

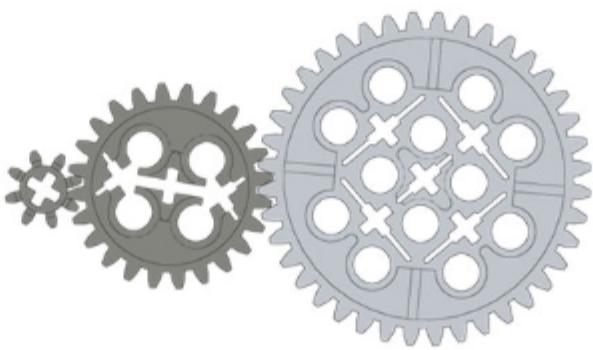




# Выводы



В какую сторону вращается ведомая шестерня на 40, если ведущая шестерня на 8 вращается по часовой стрелке? Какое передаточное отношение такой передачи?



A

B

C

D

Против часовой стрелки, 5:1.

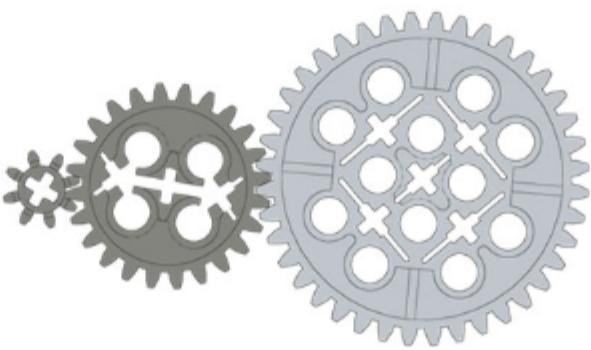




# Выводы



В какую сторону вращается ведомая шестерня на 40, если ведущая шестерня на 8 вращается по часовой стрелке? Какое передаточное отношение такой передачи?



A

B

C

D

По часовой стрелке, 5:1.

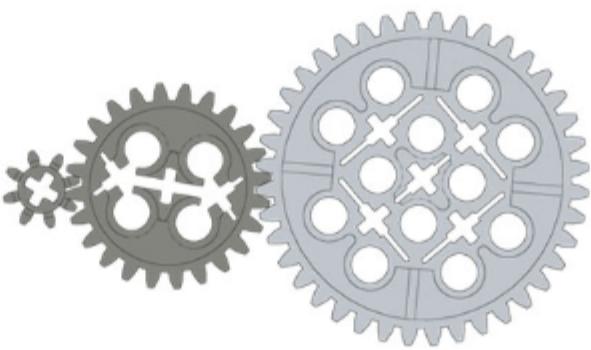




# Выводы



В какую сторону вращается ведомая шестерня на 40, если ведущая шестерня на 8 вращается по часовой стрелке? Какое передаточное отношение такой передачи?



A

B

C

D

Против часовой стрелки, 1: 5.





# Выводы



Как рассчитывается  
передаточное отношение  
червячной передачи  
конструктора LEGO?



A

B

C

D

Для такой передачи количество  
зубов червяка принимается  
равным 1.

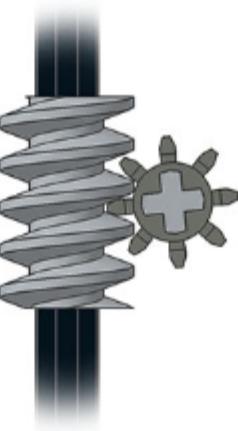




# Выводы



Как рассчитывается  
передаточное отношение  
червячной передачи  
конструктора LEGO?



A

B

C

D

Для такой передачи количество  
зубов червяка принимается  
равным 3.

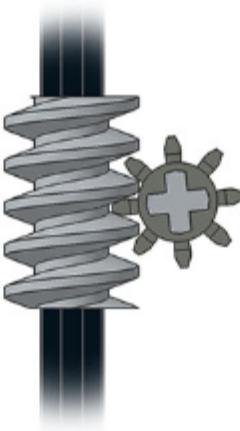




# Выводы



Как рассчитывается  
передаточное отношение  
червячной передачи  
конструктора LEGO?



A

B

C

D

Для такой передачи количество  
зубов червяка принимается  
равным количеству зубьев  
шестерни, которая к нему  
подключена.





# Выводы



Как рассчитать передаточное  
отношение для  
многоступенчатого  
редуктора?



A

B

C

D

Нужно рассчитать  
передаточные отношения для  
каждого шага редуктора и  
разделить их в порядке  
передачи усилия.





# Выводы



Как рассчитать передаточное  
отношение для  
многоступенчатого  
редуктора?



A

B

C

D

Нужно разделить количество  
зубов последней ведомой  
шестерни на количество зубов  
первой ведущей.





# Выводы



Как рассчитать передаточное  
отношение для  
многоступенчатого  
редуктора?



A

B

C

D

Нужно рассчитать  
передаточные отношения для  
каждого шага редуктора и  
перемножить их.





# Выводы



Как рассчитать передаточное  
отношение для  
многоступенчатого  
редуктора?



A

B

C

D

Нужно рассчитать передаточное  
отношение только для  
последнего шага редуктора.



# Задание

**ROBORISE-IT!**  
ROBOTIC EDUCATION

Разберите робота и рассортируйте  
детали набора

