**МОСКОВСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**ПО РОБОТОТЕХНИКЕ 2017–2018 уч. г.**

**Теоретический тур**

**Решения и критерии 5-6 класс**

**Задача №1**

На рисунке №1 изображена механическая передача:

****

*Рис. №1*

Как ведомая ось будет вращаться относительно ведущей?

Ответ дайте по следующим пунктам:

а) в ту же сторону или противоположную?

б) быстрее или медленнее?

в) во сколько раз?

г) укажите номера «паразитных» (вспомогательных) шестеренок (если они есть);

д) укажите количество ступеней (если они есть).

**Решение/ответ:**



а) в противоположную.

Механическая передача двухступенчатая, найдем передаточное отношение:

$$i=\frac{z\_{3}}{z\_{1}}∙\frac{z\_{5}}{z\_{4}}=\frac{8}{40}∙\frac{8}{24}=\frac{1}{15}$$

б) быстрее, так как передаточное отношение i<1;

в) в 15 раз;

г) 2;

д) двухступенчатая.

Критерии оценки

1. Правильно определено направление вращения ведомой оси (в противоположную сторону) **– 2 балла.**
2. Правильно определено, что ведомая ось вращается быстрее и приведено обоснование (1 вариант или 2 вариант) - **2 балла.**
* 1 вариант. Механическая передача двухступенчатая, найдем передаточное отношение:

$$i=\frac{z\_{3}}{z\_{1}}∙\frac{z\_{5}}{z\_{4}}=\frac{8}{40}∙\frac{8}{24}=\frac{1}{15}$$

Так как передаточное отношение i<1, то ведомая ось вращается быстрее, чем ведущая.

* 2 вариант. Использованы повышающие передачи (ведущая шестерня больше ведомой), поэтому ведомая ось вращается быстрее ведущей.
1. Правильно определено передаточное отношение

$$i=\frac{z\_{3}}{z\_{1}}∙\frac{z\_{5}}{z\_{4}}=\frac{8}{40}∙\frac{8}{24}=\frac{1}{15}$$

И дан правильный ответ: быстрее в 15 раз **- 2 балла.**

4) Правильно указан номер «паразитной» шестерни (№2) – **2 балла.**

5) Правильно определено количество ступеней в механической передаче (2) – **2 балла.**

**Итого: максимальный балл – 10.**

**Задача №2**

При колонизации Марса был построен производственный район, в котором расположены: Электролизный завод, Литейный завод, АЭС, Логистический центр для хранения ресурсов и Станция подзарядки грузового марсохода. Между ними проложены дороги, а также построены шлюзовые камеры (см. рис. №1)



*Рис. №1*

Марсоход в начале рабочей смены выезжает со Станции подзарядки с полностью заряженным аккумулятором в Логистический центр. В Логистическом центре марсоход могут загрузить одним из трех видов ресурсов: ураном, железом и ледяными блоками, после чего марсоход должен доставить груз соответственно на АЭС, Литейный завод или Электролизный завод.

За один раз в марсоход можно загрузить только один контейнер с любым из имеющихся ресурсов. Если марсоход привез на завод не тот ресурс, то его там не примут и отправят назад в Логистический центр. В конце рабочей смены марсоход должен вернуться на станцию подзарядки.

На рисунке 1 указано, сколько условных единиц энергии аккумулятора расходуется при перемещении между объектами, например, на переезд из Логистического центра на АЭС марсоход потратит 1 условную единицу зарядки аккумулятора, при возвращении с АЭС в Логистический центр марсоход потратит снова 1 условную единицу энергии аккумулятора.

Полный заряд аккумуляторной батареи марсохода составляет 40 условных единиц. Подзарядка аккумулятора марсохода в течение смены невозможна.

За верную доставку ресурса на соответствующее предприятие оператор марсохода получает в конце дня денежное вознаграждение:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Название ресурса | Уран | Ледяные блоки | Железо |
| Стоимость доставки | 2 тугрика | 20 тугриков | 6 тугриков |

На Литейном заводе переплавляется железо, на Электролизном заводе из ледяных блоков получают кислород и водород, для выработки электроэнергии на АЭС доставляется уран.

Сегодня в Логистическом центре 3 контейнера с ледяными блоками, 6 контейнеров с железной рудой и 9 контейнеров с ураном.

Если марсоход не сможет вернуться на станцию подзарядки, то оператор марсохода будет оштрафован на величину дневного заработка.

Разработайте и запишите маршрут, следуя которому оператор марсохода сможет заработать к концу дня максимальную сумму. Подсчитайте, чему будет равен максимальный заработок оператора.

Ответ: 64 тугрика

Станция подзарядки – (1) Шлюз №1 – (3) Логистический центр – (5) Шлюз №2 – (8) Электролизный завод – (11) Шлюз №2 – (13) Логистический центр – (15) Шлюз №2– (18) Электролизный завод – (21) Шлюз №2 – (23) Логистический центр (25) Шлюз №2 – (28) Электролизный завод – (31) Шлюз №2 – (33) Логистический центр – (34) АЭС – (35) Логистический центр - (36) АЭС – (37) Логистический центр - (39) Шлюз №1 – (40) Станция подзарядки

Решение:

1. Определим заряд аккумуляторной батареи марсохода, который можно использовать для доставки груза, с учетом возвращения на Станцию подзарядки в конце смены.

 Известно, что полный заряд аккумуляторной батареи марсохода составляет 40 условных единиц. Подзарядка аккумулятора марсохода в течение смены невозможна. Марсоход в начале рабочей смены выезжает со Станции подзарядки с полностью заряженным аккумулятором в Логистический центр.

Таким образом, марсоход в начале смены должен потратить 3 условных единицы (у.е.) энергии, чтобы прибыть в Логистический центр.

*Станция подзарядки –1уе Шлюз №1 (1 у.е.) –2уе  Логистический центр (3 у.е.)-…*

Также известно, что, если марсоход не сможет вернуться на станцию подзарядки, то оператор марсохода будет оштрафован на величину дневного заработка. Следовательно, в конце смены марсоход должен потратить 3 у.е. энергии, чтобы прибыть из Логистического центра на Станцию подзарядки.

*- Логистический центр –2уе Шлюз №1 (2 у.е.) –1уе Станция подзарядки (3 у.е.)*

Таким образом, получается, что на выполнение задания по доставке грузов из Логистического центра у марсохода остается

40 – 3 – 3 = 34 у.е. энергии.

1. Определим, какое количество условных единиц энергии необходимо затратить марсоходу, чтобы доставить по 1 грузу каждого вида ресурсов. Каждый раз выполняя задание по доставке груза, марсоход из Логистического центра должен доехать до пункта назначения и вернуться обратно в Логистический центр.

**Ледяные блоки** – 10 у.е. энергии

*Логистический центр –2уе Шлюз №2 (2 у.е.) –3уе Электролизный завод (5у.е.) –3уе Шлюз №2 (8 у.е.)– 2уеЛогистический центр (10 у.е.)*

**Железная руда** – 6 у.е. энергии

*Логистический центр –2уе Шлюз №2 (2 у.е.) –1уе Литейный завод (3у.е.) –1уе Шлюз №2 (4 у.е.)– 2уеЛогистический центр (6 у.е.)*

**Уран** – 2 у.е. энергии

*Логистический центр –1уе АЭС (1 у.е.)– 1уеЛогистический центр (2 у.е.)*

1. Так как оператор марсохода должен получить максимально возможный доход, сравним цены на доставку ресурсов:

 (**Железная руда** (6 у.е., 6 тугриков)**+Уран** (2 у.е., 2 тугрика)) 8у.е., 8 тугриков **<Ледяные блоки** 10 у.е., 20 тугриков.

Ледяные блоки выгоднее доставлять, чем железную руду и уран.

1. Узнаем, сколько ледяных блоков марсоход успеет отвезти на Электролизный завод и вернуться обратно в Логистический центр (10 у.е.) за одну смену (34 у.е. энергии аккумулятора):
34 : 10 = 3 остаток 4 – 3 ледяных блока успеет отвезти марсоход и вернуться в Логистический центр, остаток 4 у.е.
2. Оставшиеся 4 у.е. энергии марсоход может потратить только на доставку урана (2 у.е.), т.к. на доставку железной руды потребуется 6 у.е. энергии.
4 : 2= 2 контейнера с ураном успеет отвезти марсоход и вернуться обратно в Логистический центр.
3. Составим маршрут, который позволит марсоходу отвезти 3 ледяных блока и 2 контейнера с ураном:

*Станция подзарядки –1уе Шлюз №1 (1 у.е.) –2уе  Логистический центр (3 у.е.) –2уе Шлюз №2 (5 у.е.) –3уе Электролизный завод (8 у.е.) –3уе Шлюз №2 (11 у.е.)– 2уеЛогистический центр (13 у.е.) –2уе Шлюз №2 (15 у.е.) –3уе Электролизный завод (18 у.е.) –3уе Шлюз №2 (21 у.е.)– 2уеЛогистический центр (23 у.е.) –2уе Шлюз №2 (25 у.е.) –3уе Электролизный завод (28 у.е.) –3уе Шлюз №2 (31 у.е.)– 2уеЛогистический центр (33 у.е.) –1уе АЭС (34 у.е.)– 1уеЛогистический центр (35 у.е.)–1уе АЭС (36 у.е.)– 1уеЛогистический центр (37 у.е.) –2уе Шлюз №1 (39 у.е.) –2уе Станция подзарядки (40 у.е.)*

Представлена схема, по которой сначала отвозятся 3 ледяных блока, затем 2 урановых контейнера, но возможны и другие сочетания этих элементов, например, отвезли 1 ледяной блок, затем1 урановый контейнер, потом опять 1 ледяной блок, затем 1 урановый контейнер, потом опять 1 ледяной блок.

1. Определим максимальный заработок оператора марсохода:
3 ледяных блока по 20 тугриков

2 урановых контейнера по 2 тугрика

3х20+2х2=60+4=64 тугрика.

Критерии оценки

1. Правильно определено количество условных единиц энергии, которое можно использовать для доставки грузов (34 у.е. энергии) – **1 балл.**
2. Правильно определено количество условных единиц энергии, которое необходимо для доставки одного контейнера
* с ледяными блоками (10 у.е.) – **1 балл**,
* с железной рудой (6 у.е.) – **1 балл,**
* с ураном (2 у.е.) – **1 балл.**
1. Приведено сравнение цен на доставку ресурсов и сделан вывод, что ледяные блоки доставлять выгоднее, чем железную руду и уран - **3 балла.**
* ледяные блоки - 10 у. е., 20 тугриков,
* железная руда (6 у. е., 6 тугриков) **+**  уран (2 у. е., 2 тугрика) =

= 8 у.е., 8 тугриков.

1. Правильно определено количество контейнеров с ледяными блоками, которое марсоход успеет перевезти за смену (3шт.) – **1 балл**.
2. Правильно определено количество контейнеров с ураном, которое марсоход успеет перевезти за смену (2 шт.) – **1 балл**.
3. Приведено правильное описание маршрута – **3 балла.**
4. Приведен правильный ответ (3 контейнера с ледяными блоками, 2 контейнера с ураном, 64 тугрика)- **3 балла.**

**Итого: максимальный балл – 15.**

**Задача №3**

Программируемый робот-чертёжник изображает логотип компании (См. Рис. №1). Каждую из линий робот должен начертить ровно один раз.



Рис. №1

Робот укомплектован двумя одинаковыми колесами радиуса r= 5 см, а также двумя одинаковыми моторами. Максимально возможное число оборотов в минуту каждого из моторов равно N =20.

Известно, что AB=DE=a=50 см, BG=FD=b=6 м, FG=c=2 м, ∠В=∠D=∠F=∠G=45°.

Каждое из колес соединено со своим мотором. Поворот робот осуществляет на месте. Считайте, что робот разгоняется и останавливается мгновенно. Поворот на 90° робот совершает ровно за 10 секунд.

Колесная база робота равна L=20 см. Перо, с помощью которого робот вычерчивает логотип, закреплено в центре колесной базы. Робот не может ехать боком и задним ходом.

Определите минимальное время, за которое робот начертит логотип. Ответ приведите в секундах. Число π примите равным 3.

Точку старта и первоначальную ориентацию робота определите самостоятельно.

Ответ: 210 секунд.

Решение:

Прежде всего, разделим движение робота на две части – на движение вдоль прямой линии и на поворот на месте.

Общая длина прямых отрезков равна

AB+DE+BG+FD+FG=50+50+600+600+200=1500 см.

Определим максимальную скорость, с которой может двигаться робот:

$$v=2πrN=2×3×5×20 \frac{см}{мин}=2×3×5×20÷60\frac{см}{с}=10\frac{см}{с}.$$

Значит, на то, чтобы преодолеть прямые участки траектории, робот потратит:

$$t\_{1}=1500 см÷10\frac{см}{с}=150 с$$

Определим, из какой точки может стартовать робот – это две вершины, А и Е, к которым ведет по одному отрезку. Из вершин B, D, F, G выходит по два отрезка, значит, придя туда впервые, оттуда придется сразу уйти по другому пути. В вершину С ведет 4 отрезка, это значит, что ее придется посетить два раза.

Определим, на какой суммарный угол должен развернуться робот за время проезда про траектории.



Робот, стартуя из точки А и доехав до точки В, должен будет повернуть на ∠1, далее проехать до точки G, повернуть на ∠2, далее проехать до точки F, повернуть на ∠3, после чего проехать до точки D и повернуть на ∠4, и далее доехать до точки Е.

∠АВС и ∠1 – смежные, значит, ∠АВС+∠1=180°, ∠1=180°-∠АВС=180°-45°=135°.

Аналогично находим, что ∠2=∠3=∠4=135°.

Значит, полный угол разворота на месте будет равен

∠1+∠2+∠3+∠4=135°+135°+135°+135°=540°.

Определим, за сколько времени робот повернется на данный угол.

$$t\_{2}=540°÷90°×10 c=60 c$$

Итого, робот затратит всего 150 с + 60 с = 210 с.

Ответ: 210 секунд.

Критерии оценки

1. Правильно определена общая длина прямых отрезков (1500 см)- **4 балла.**

AB+DE+BG+FD+FG=50+50+600+600+200=1500 см.

1. Правильно определена максимальная скорость, с которой может двигаться робот (10 см/с)– **4 балла.**

$$v=2πrN=2×3×5×20 \frac{см}{мин}=2×3×5×20÷60\frac{см}{с}=10\frac{см}{с}.$$

1. Правильно определено время преодоления прямых участков траектории (150с ) – **4 балла.**

$$t\_{1}=1500 см÷10\frac{см}{с}=150 с.$$

1. Приведен расчет углов поворота робота при прохождении траектории (540°) - **4 балла.**



*Пример.* Робот, стартуя из точки А и доехав до точки В, должен будет повернуть на ∠1, далее проехать до точки G, повернуть на ∠2, далее проехать до точки F, повернуть на ∠3, после чего проехать до точки D и повернуть на ∠4, и далее доехать до точки Е.

∠АВС и ∠1 – смежные, значит, ∠АВС+∠1=180°, ∠1=180°-∠АВС=180°-45°=135°.

Аналогично находим, что ∠2=∠3=∠4=135°.

Значит, полный угол разворота на месте будет равен

∠1+∠2+∠3+∠4=135°+135°+135°+135°=540°.

1. Правильно определено за сколько времени робот повернется на данный угол (60 с)– **4 балла.**

$$t\_{2}=540°÷90°×10 c=60 c$$

1. Дан правильный ответ (210 с) – **5 баллов.**

**Итого: максимальный балл – 25.**