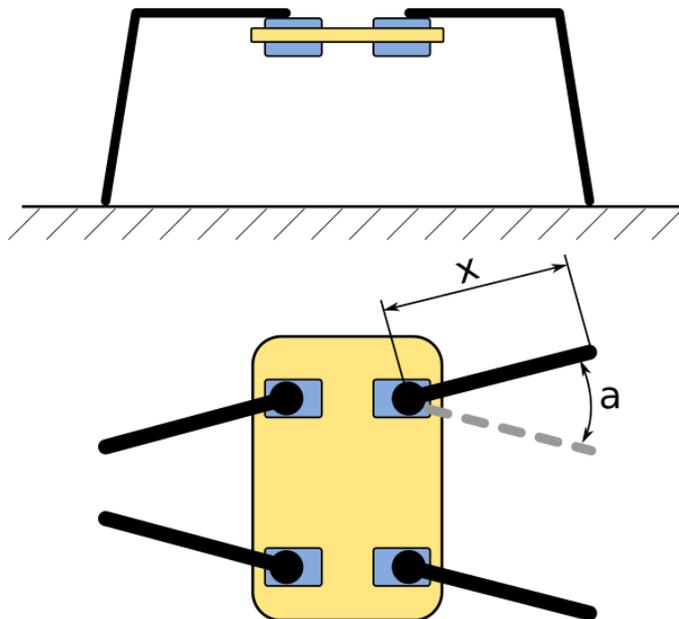


Задача 1

Вы разрабатываете шагающего четырехногого робота. Вам необходимо сделать так, чтобы этот робот мог преодолеть 210 см точно за 35 с. Для приведения робота в движение у вас в наличии имеются сервомашинки, которые имеют рабочую скорость 1,875 сек/60 град.



Чтобы выполнить один шаг каждая конечность робота поворачивается на угол $a=40$ градусов. Все конечности поворачиваются одновременно.

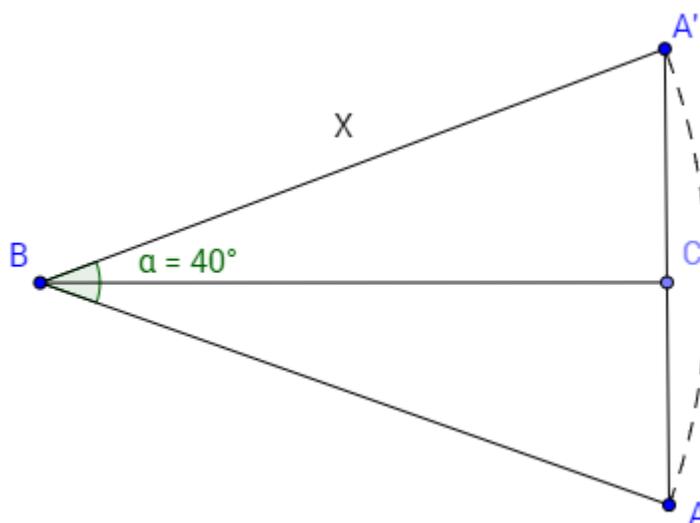
Какую длину (x) в горизонтальной проекции должны иметь конечности этого робота, чтобы точно выполнить поставленную задачу?

Ответ:

10,964 см

Разбор задачи

Робот должен пройти 210 см за 35 секунд, значит, он должен двигаться со скоростью 6 см/с. Один шаг робота - это поворот ног на угол 40 градусов. Если за 1,875 секунд нога поворачивается на 60 градусов, то на поворот на 40 градусов тратится 1,25 секунд. Значит, за одну секунду робот может сделать 0,8 шага. За это же время его корпус должен сместиться на 6 см. То есть за 0,8 шага робот должен пройти 6 см.



За один шаг крайняя точка ноги робота сместится из точки А в точку А'.

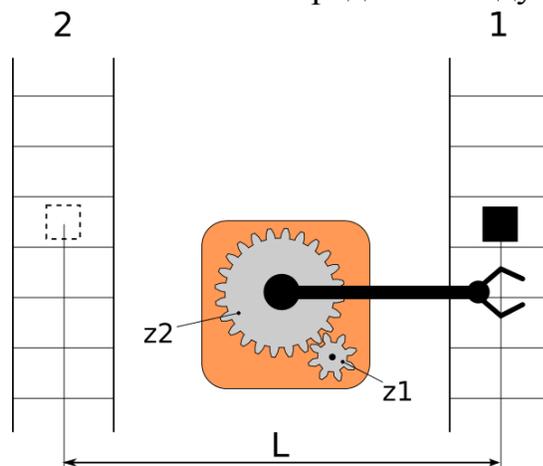
А сам робот сместится на расстояние $2 \cdot AB \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$.

Чтобы робот развивал требуемую скорость длина конечности робота должна

быть $x = \frac{6}{2 \cdot 0,8 \cdot \sin 20^\circ}$ см

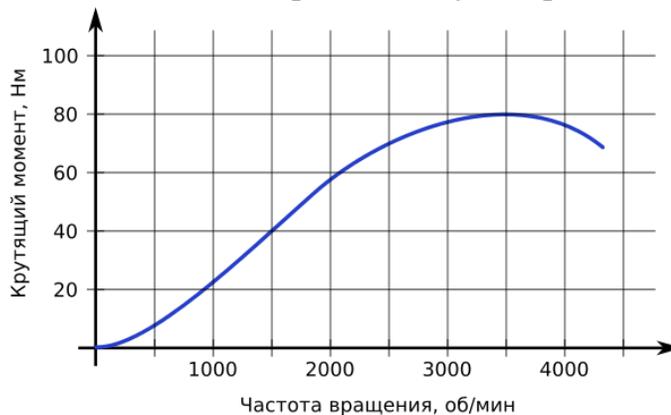
Задача 2

Вы проектируете промышленного робота, который должен работать на поточной линии. Его задача заключается в том, чтобы перемещать грузы массой 3 кг с конвейера 1 на конвейер 2 за 2,5 с. Расстояние между конвейерами $L=1,4$ м. Манипулятор располагается точно посередине между конвейерами.



Какое число зубьев (z_2) должно иметь ведомое зубчатое колесо привода, отвечающего за поворот манипулятора, чтобы робот точно выполнил задачу? Число зубьев ведущего зубчатого колеса $z_1=8$. Двигатель работает на режиме 50% от максимального крутящего момента.

На графике представлена зависимость крутящего момента от частоты вращения вала двигателя, отвечающего за поворот манипулятора.



Ответ:

1000

Разбор задачи

Задача заключается в том, чтобы за 2,5 секунды повернуть руку манипулятора на 180 градусов. Значит, угловая скорость должна быть $180/2,5=72$ град/с.

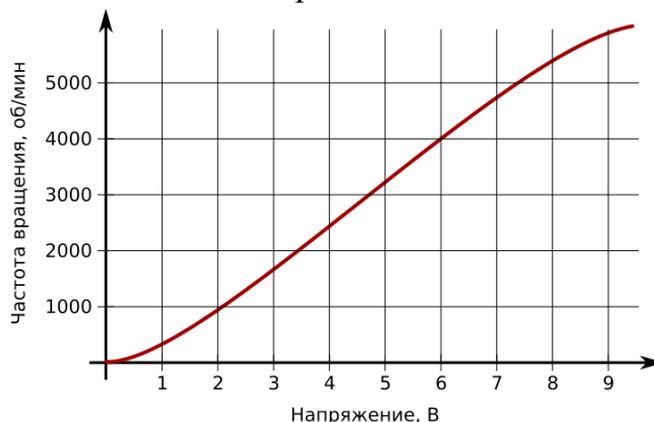
Нам известно, что двигатель, приводящий в движение поворотный механизм руки манипулятора работает на режиме 50% от максимального крутящего момента. По графику видно, что максимальный крутящий момент 80 Нм.

Значит, двигатель работает на режиме 40 Нм. Этот крутящий момент достигается при 1500 об/мин. Далее нам нужно узнать, с какой угловой скоростью вращается вал двигателя. 1500 об/мин - это 25 об/с. 1 об - это 360 градусов. Таким образом, угловая скорость вращения вала двигателя 9000 град/с.

Передаточное отношение можно найти как $9000/1500=125$. Передаточное отношение - это также отношение числа зубьев ведомой и ведущей шестерен. Поэтому, $z_2=8*125=1000$.

Задача 3

Вы изучаете робота, созданного компанией-конкурентом. Вам известно, что двигатели постоянного тока, которыми оборудован робот, работают при напряжении 6В. Вам также известна зависимость частоты вращения вала двигателя от подаваемого на него напряжения.

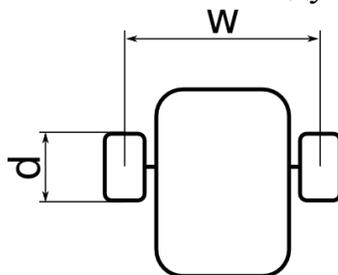


Привод робота также имеет многоступенчатый редуктор с передаточным отношением 1:200.

Алгоритм робота показан на блок-схеме. Все действия робот выполняет на одном скоростном режиме.



Диаметр колес робота $d=10$ см. Расстояние между ведущими колесами $w=35$ см.



Сколько времени потребуется роботу, чтобы выполнить алгоритм полностью?

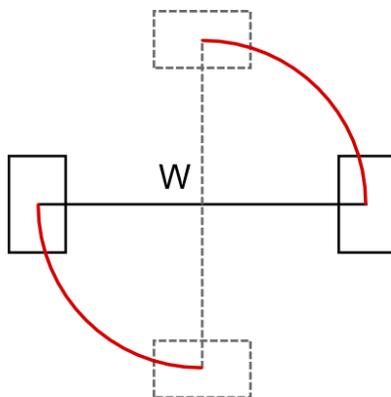
Ответ:

34,947

Разбор задачи

При напряжении 6 В двигатель вращается с частотой 4000 об/мин. Привод имеет редуктор с передаточным отношением 1:200, значит, колеса робота будут вращаться с частотой 20 об/мин.

За один оборот колес робот проходит расстояние, равное длине окружности $s=D$. Чтобы проехать 120 см роботу необходимо совершить 120/с оборотов.



При выполнении поворотов на месте колеса робота будут описывать часть окружности диаметром w . Чтобы робот повернул на месте на 90 градусов, ему нужно совершить $1/4W/s$ оборотов.

Аналогично определяется количество оборотов, которое необходимо совершить роботу для выполнения алгоритма.

На 20 оборотов колес робот тратит 1 минуту. Через пропорцию можно определить количество времени, необходимое для выполнения оборотов колес во время движения. Так мы получим суммарное время выполнения всего алгоритма.

Задача 4

Робот, двигаясь по окружности против часовой стрелки без проскальзывания, правым колесом описывает окружность радиусом $R = 100$ см. Расстояние между колесами робота $W = 20$ см. Колеса одинакового размера и приводятся во вращении независимыми одинаковыми двигателями. Найдите величину силу тока в обмотке левого двигателя, если максимальная сила тока при 100 % мощности двигателя составляет 1 А. Робот выполняет маневр на максимально возможной скорости.

Ответ:

0,8 А

Разбор задачи

- Если робот движется по окружности, то за одно и тоже время колеса проходят разный путь: правое колесе $2\pi R$, колесе $2\pi(R-W)$, т.е. скорости вращения колес соотносятся как $v(\text{правое})/v(\text{левое})=R/(R-W)$
- Мощность мотора пропорциональная скорости колеса, мощность электродвигателя также можно вычислить по формуле $P=UI$.
- Напряжение на двигателе при близких нагрузках не меняется, потому с учетом пункта №1 и №2:
- $I(\text{правое})/I(\text{левое})=R/(R-W)$
- Из условия «маневр совершается на максимальной скорости» следует, что $I_{\text{прав}} = 1$ А
- Подставив все данные в формулу пункта №4, получаем ответ.

Задача 5

Подъемный механизм состоит из неподвижной башни в форме куба, закрепленной по центру квадратной платформы размерами 20x20 см, и цельной стрелы длиной $l = 30$ см. Стрела может выдвигаться и задвигаться из башни параллельно стороне платформы. Масса механизма с платформой, но без стрелы, составляет $M_1 = 400$ г, масса стрелы – $M_2 = 210$ г. На каком максимальном расстоянии от края платформы подъемный механизм сможет оторвать груз от земли массой $m = 100$ г.

Ответ:

23 см

Разбор задачи

- груз будет поднят с земли в том случае, когда момент силы тяжести груза и стрелы будет меньше, чем момент силы тяжести платформы, где осью вращения будет являться край платформы.
- Уравнения моментов примет вид $M_1 \cdot l_1 = m \cdot x + M_2(x - l/2)$, где l_1 - расстояние от центра платформы до края. Откуда $x = 2,7$ см.

Задача 6

Робот-спасатель летает над лесом спасает животных во время пожара. Робот состоит из вертолета, управляемого дистанционно, манипулятора и подъемного механизма, который состоит из стального троса, катушки и электродвигателя. Какой максимальный груз может поднять механизм в лесу, где высота деревьев 70 м, если масса манипулятора равна 50 кг, масса троса 3 кг/м, максимальный крутящий момент двигателя 400 Н*м, диаметр катушки 20 см. Считать, что трос закручивается на катушку в один слой.

Ответ:

140 кг.

Разбор задачи

- двигатель сможет поднять груз только в том случае, когда крутящий момент двигателя будет больше момента силы тяжести груза.
- момент силы тяжести груза $(m+m_1+m_2)g \cdot r$, где m - масса манипулятора, m_1 - масса веревки (при длине веревки 70 м) и m_2 - масса животного.

Задача 7

Объем памяти микроконтроллера 28224 байт. Какое максимальное разрешение экрана может поддерживать этот контроллер, если на каждый пиксель требуется 3 байта, а соотношение сторон экрана должно быть близко к 3:4.

Ответ:

84x112

Разбор задачи

Вычислим суммарное количество пикселей, которое можно поместить в данную память:

$$\frac{28224[\text{байта}]}{3[\text{байт/пиксель}]} = 9408 \text{ пиксель}$$

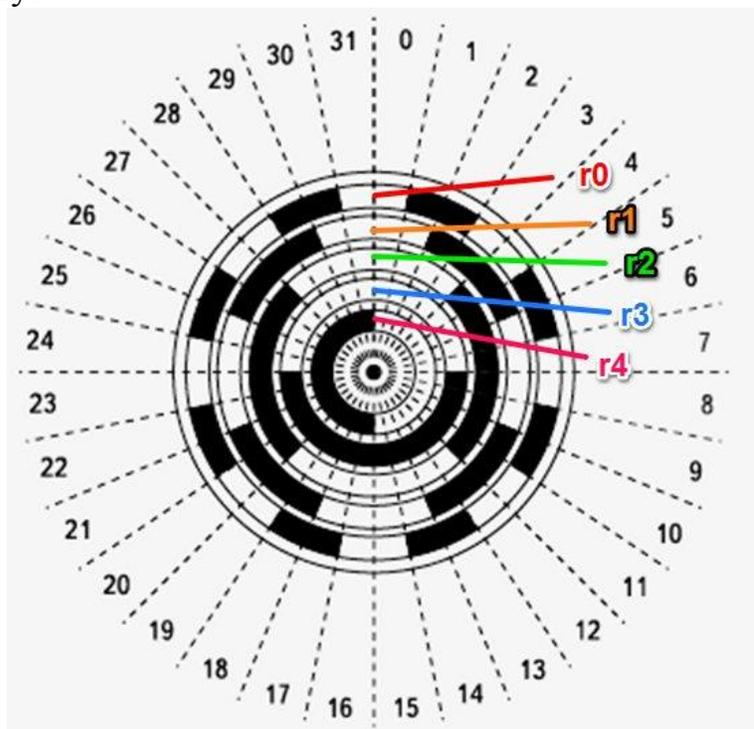
Следующим действием необходимо определить разрешение экрана, зная соотношение сторон. Суммарное количество пикселей в матрице вычисляется как произведение сторон $M \times N = 9408$. Кроме того нам известно, что $M/N = 3/4$. Выразим M через N и подставим в формулу выше:

$$\frac{3N}{4} N = 9408 \rightarrow N = \sqrt{9408 * 4/3} = 112$$

Определим $M = N * \frac{3}{4} =$

Задача 8

На рисунке показана схема абсолютного энкодера используемого в двигателях робота, он имеет 5 цифровых выводов эти выходы составляют в регистр $R=[r_4,r_3,r_2,r_1,r_0]_2$, где нулевой бит регистра это внешнее кольцо энкодера. Данный энкодер установлен на оси вращения колеса. Какое расстояние проехал робот, если известно что, колесо вращалось по часовой стрелке, в момент начала движения в регистре было число 16_{10} , а в момент окончания движения 28_{10} ? Диаметр колеса равен 56мм. Считать, что логический 0 эквивалентен черному сегменту.



Ответ:

131,94 мм

Разбор задачи

Преобразуем числа хранимые в регистре R на момент начала и момент окончания движения.

$$16_{10} = 10000_2$$

$$28_{10} = 11100_2$$

(Декодируем) Найдем номера сегментов, в которых находилось колесо на начало и на конец движения. Они равны 10 и 2 сегменту соответственно.

Определим количество сегментов, которое прошло колесо: $[10,31]$ и $[0,2)$.

Получается 24 полных сегмента.

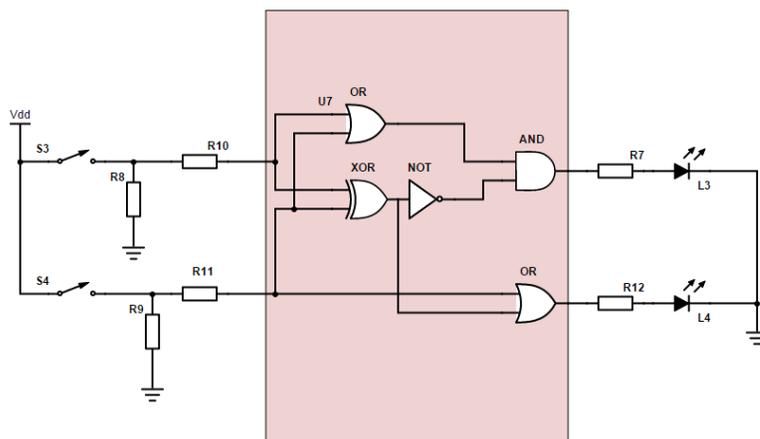
Рассчитаем угол эквивалентный единичному сегменту энкодера, для этого

разделим полный круг на количество сегментов в нем: $360/32=11.25$
[град/сегмент]

Определим угол, на которое повернулось колесо: $11,25*24=270$ [градусов]

Рассчитаем расстояние, которое проехал робот: $\frac{270}{360} * \pi * 56[\text{мм}] = 131,94$ мм

Задача 9



На рисунке изображено устройство, которое имеет 2 ввода и 2 вывода. В вводам подключены кнопки а к выводам светодиоды. Какое количество уникальных состояний на выходах существует у данного устройства?

Ответ:

3

Разбор задачи

Составим таблицу истинности для каждого вывода каждого элемента:

| Кн1 | Кн2 | OR | XOR | NOT | (AND)Выв1 | (OR_В)Выв2 |
|-----|-----|----|-----|-----|-----------|------------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |

Таким образом получаем всего 3 уникальных состояния выводов из 4 возможных.

Задача 10

Робот Киба работает на складе Кедэкс, крупнейшей в мире грузовой авиакомпании. Он сортирует контейнеры с грузом в порядке возрастания их номеров. Изначально контейнеры располагаются в произвольном порядке. Киба понимает только одну команду: поменять местами два контейнера. Руководство компании Кедэкс обратилось к вам за помощью. Помогите написать алгоритм сортировки контейнеров для робота Киба. Контейнеры должны быть отсортированы по неубыванию номеров.

Входные данные

В первой строке задано одно число n ($1 \leq n \leq 10000$) — число контейнеров. Далее заданы n чисел - номера контейнеров, натуральные числа, не превышающие 10^9

Выходные данные

Выведите не более 10^5 строк, в каждой из которых выведите по два различных числа, разделенных дефисом — номера обмениваемых контейнеров. Если возможных ответов несколько — выведите любой.

Примеры

входные данные

4
3 5 1 4

выходные данные

3-1
3-2
4-3

Разбор задачи

Задачу можно решить любой сортировкой, не требующей дополнительного массива. Для максимального балла необходимо использовать оптимальный по количеству обменов контейнеров местами алгоритм сортировки, т.е. сортировка выбором.

Решение на Java

```
import java.io.BufferedReader;  
import java.io.FileNotFoundException;  
import java.io.FileReader;  
import java.util.Scanner;  
public class Robot {
```

```
public static void main(String[] args) throws FileNotFoundException {
    Scanner in = new Scanner(new BufferedReader(new
FileReader("input.txt")));
    int n = in.nextInt();
    int[] ints = new int[n];
    for (int i = 0; i < ints.length; i++) {
        ints[i] = in.nextInt();
    }
    for (int i = 0; i < ints.length - 1; i++) {
        int min = i;
        for (int j = i + 1; j < ints.length; j++) {
            if (ints[j] < ints[min]) {
                min = j;
            }
        }
        if (ints[i] > ints[min]) {
            int t = ints[i];
            ints[i] = ints[min];
            ints[min] = t;
            System.out.println((i + 1) + "-" + (min + 1));
        }
    }
}
```

Задача 11

Даны две сцепленные шестеренки. У одной шестеренки n зубцов, у другой – k . Требуется найти, какое минимальное число поворотов на один зубчик требуется сделать, чтобы шестеренки вернулись в исходное состояние.

Входные данные

В единственной строке - два натуральных числа n и k , не превосходящих 10 миллионов.

Выходные данные

Выведите искомое количество зубчиков. Гарантируется, что оно не более миллиарда.

Примеры

входные данные

2 3

выходные данные

6

входные данные

6 21

выходные данные

42

Разбор задачи

Нам надо сделать сколько-то полных оборотов и первой, и второй шестеренки. Поэтому это число должно делиться на количество зубцов обеих шестеренок и быть минимальным. Под эти условия подходит НОК числа зубцов обеих шестеренок. НОК находится по формуле $\text{НОК}(a, b) = a * b / \text{НОД}(a, b)$, НОД находится алгоритмом Евклида.

Алгоритм Евклида, пример реализации на Java

```
private static int gcd(int a, int b) {  
    a = Math.abs(a);  
    b = Math.abs(b);  
    while (b != 0 && a != 0) {  
        if (a > b)  
            a = a % b;  
        else  
            b = b % a;  
    }  
}
```

```
    }  
    return a + b;  
}
```

Решение на Java

```
import java.io.PrintWriter;  
import java.util.Scanner;  
public class Gears {  
    public static void main(String[] args) {  
        Scanner in = new Scanner(System.in);  
        PrintWriter out = new PrintWriter(System.out);  
        int a = in.nextInt();  
        int b = in.nextInt();  
  
        System.out.println(lcm(a, b));  
        out.close();  
    }  
    private static int lcm(int a, int b) {  
        return a / gcd(a, b) * b;  
    }  
    private static int gcd(int a, int b) {  
        a = Math.abs(a);  
        b = Math.abs(b);  
        while (b != 0 && a != 0) {  
            if (a > b)  
                a = a % b;  
            else  
                b = b % a;  
        }  
        return a + b;  
    }  
}
```