

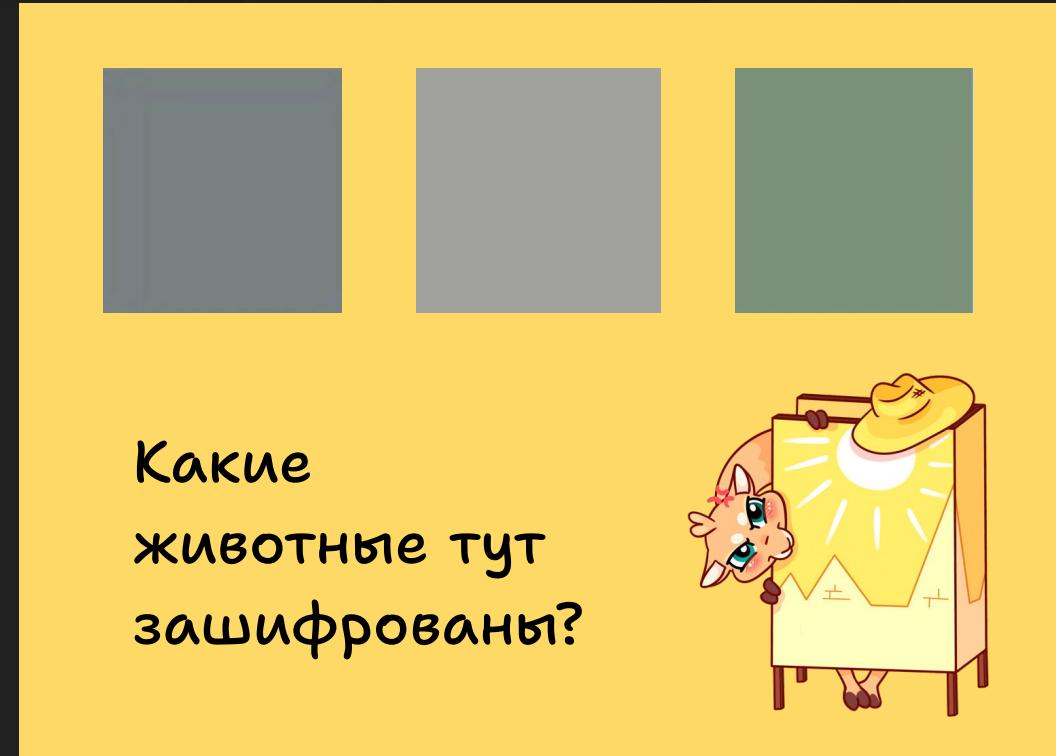
ML Basic

NumPy

Начнем в 20:01 мск

otus.ru

Какие
животные тут
зашифрованы?





Если запись не включена,

КРИЧИТЕ !

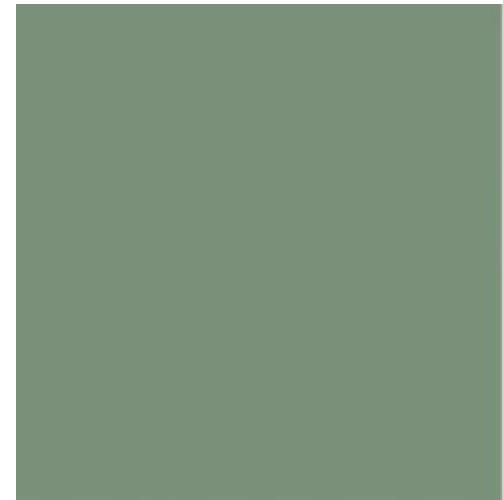
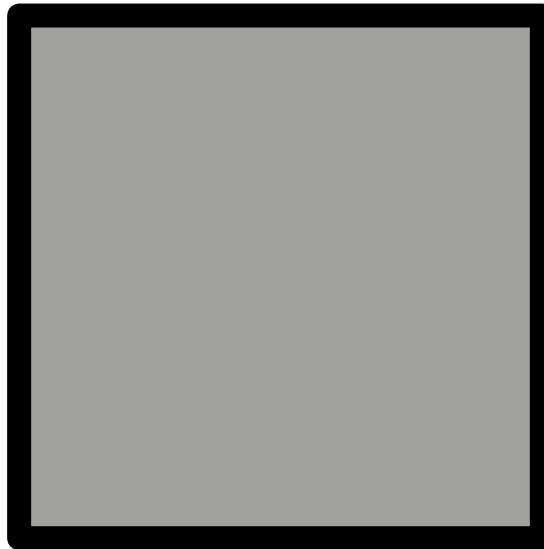


Животные





Животные

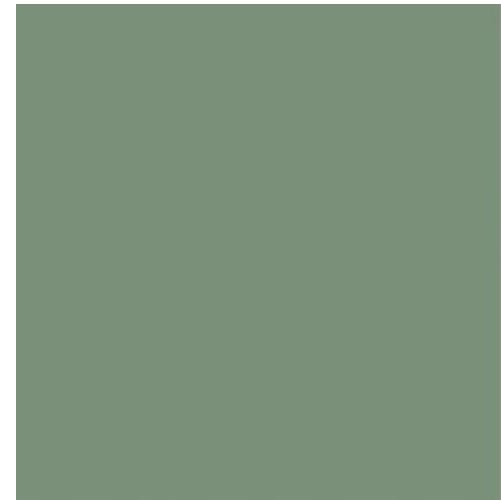
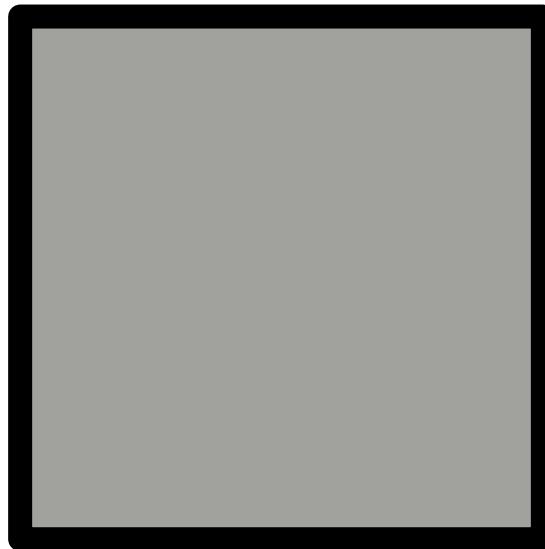




Животные



Испуганная
мышь





Животные

Названия цветов зафиксированы в различных системах и каталогах, среди которых:

- **Каталог RAL.** Разработан немецким институтом гарантий качества и сертификации в 1927 году. Часто применяемые цвета, каждому присвоен уникальный номер.
- **Система NCS (Natural Color System).** Разработана в 1979 году в Швеции. Каждый цвет закодирован по яркости, темноте и оттенку. Всего 2000 оттенков.
- **Система PMS (Pantone Matching System).** Признана во всём мире и используется в разных сферах: от полиграфии до дизайна интерьера и моды.



Животные





Животные

Цвет паука,
замышляющего
злодейство





Животные

Цвет паука,
замышляющего
злодейство

Цвет испуганной
мыши



Животные

Цвет паука,
замышляющего
злодейство

Цвет испуганной
мыши

Лягушка в
обмороке

[Дальше ➔](#)



Цель

- Научиться кодировать разные объекты “хорошо”



Цель

- Научиться кодировать разные объекты “хорошо”



Цель

- Научиться кодировать разные объекты “хорошо”
 - Числом
 - Есть возможность сравнения разных объектов
 - Разница между объектами интерпретируется



Цель

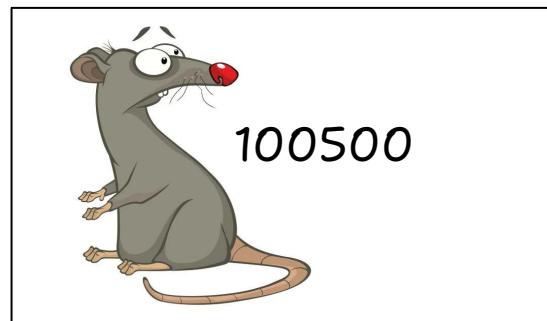
- Научиться кодировать разные объекты “хорошо”
 - Числом
 - Есть возможность сравнения разных объектов
 - Разница между объектами интерпретируется





Цель

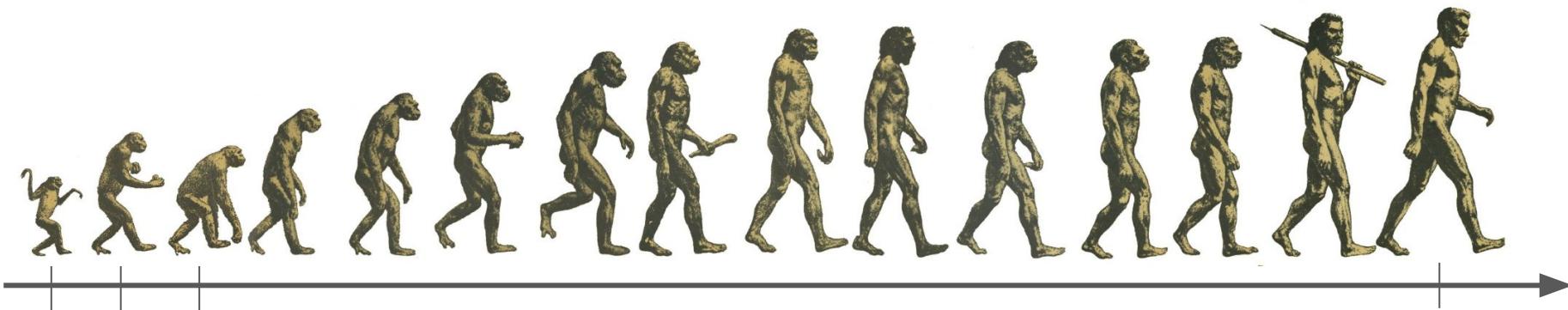
- Научиться кодировать разные объекты “хорошо”
 - Числом
 - Есть возможность сравнения разных объектов
 - Разница между объектами интерпретируется





Цель

- Научиться кодировать разные объекты “хорошо”
 - Числом
 - Есть возможность сравнения разных объектов
 - Разница между объектами интерпретируема



Как компьютер работает со словами?

Слово → Число

| |
|---------------------|
| Afghanistan |
| Albania |
| Algeria |
| Andorra |
| Angola |
| Antigua and Barbuda |
| Argentina |
| Armenia |
| Australia |
| Austria |
| Azerbaijan |
| Bahamas |
| Bahrain |
| Bangladesh |
| Barbados |
| Belarus |

Как компьютер работает со словами?

Слово → Число

| | |
|---|---------------------|
| 1 | Afghanistan |
| 2 | Albania |
| 3 | Algeria |
| 4 | Andorra |
| 5 | Angola |
| 6 | Antigua and Barbuda |
| | Argentina |
| | Armenia |
| | Australia |
| | Austria |
| | Azerbaijan |
| | Bahamas |
| | Bahrain |
| | Bangladesh |
| | Barbados |
| | Belarus |

Как компьютер работает со словами?

Слово → Число

| | |
|---|---------------------|
| 1 | Afghanistan |
| 2 | Albania |
| 3 | Algeria |
| 4 | Andorra |
| 5 | Angola |
| 6 | Antigua and Barbuda |
| | Argentina |
| | Armenia |
| | Australia |
| | Austria |
| | Azerbaijan |
| | Bahamas |
| | Bahrain |
| | Bangladesh |
| | Barbados |
| | Belarus |

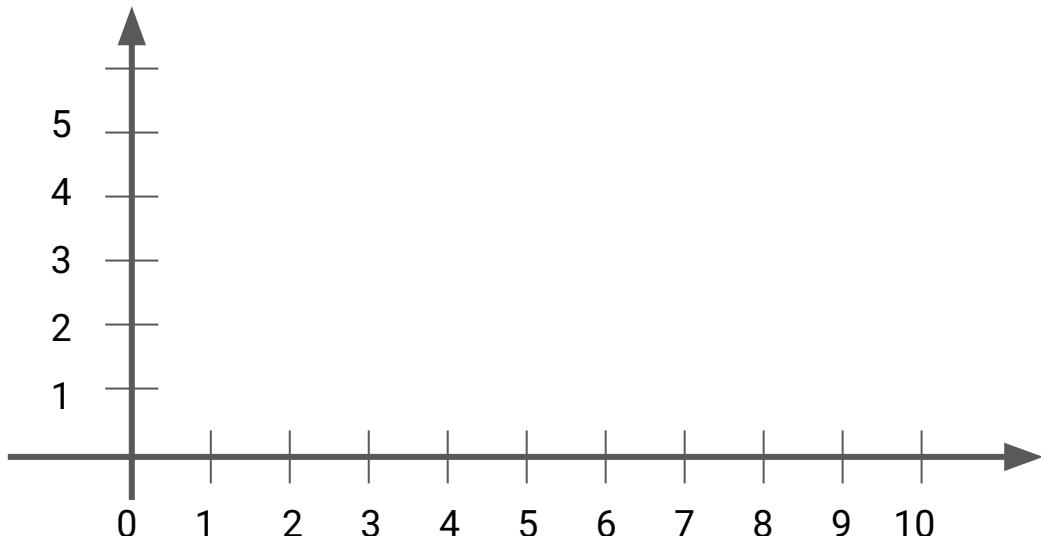
Как компьютер работает со словами?

Слово → Число



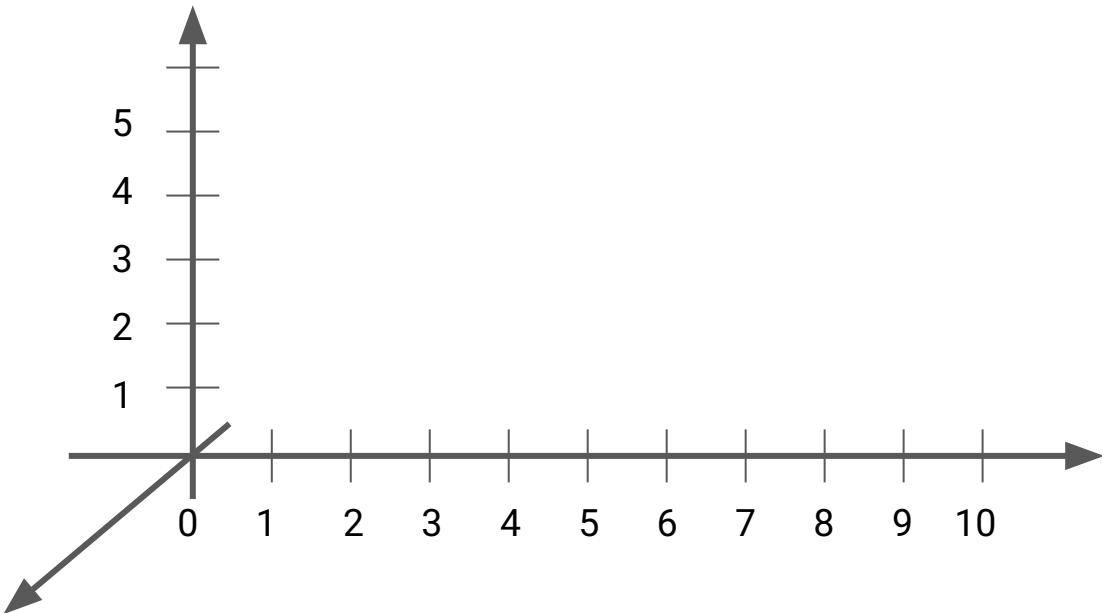
| | |
|---|---------------------|
| 1 | Afghanistan |
| 2 | Albania |
| 3 | Algeria |
| 4 | Andorra |
| 5 | Angola |
| 6 | Antigua and Barbuda |
| | Argentina |
| | Armenia |
| | Australia |
| | Austria |
| | Azerbaijan |
| | Bahamas |
| | Bahrain |
| | Bangladesh |
| | Barbados |
| | Belarus |

Как компьютер работает со словами?



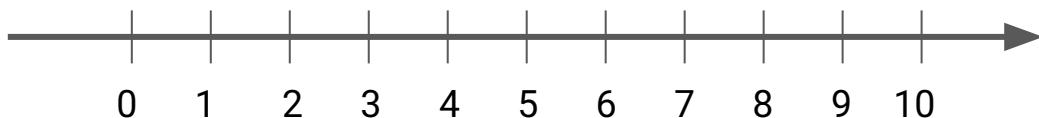
| | |
|---|---------------------|
| 1 | Afghanistan |
| 2 | Albania |
| 3 | Algeria |
| 4 | Andorra |
| 5 | Angola |
| 6 | Antigua and Barbuda |
| | Argentina |
| | Armenia |
| | Australia |
| | Austria |
| | Azerbaijan |
| | Bahamas |
| | Bahrain |
| | Bangladesh |
| | Barbados |
| | Belarus |

Как компьютер работает со словами?



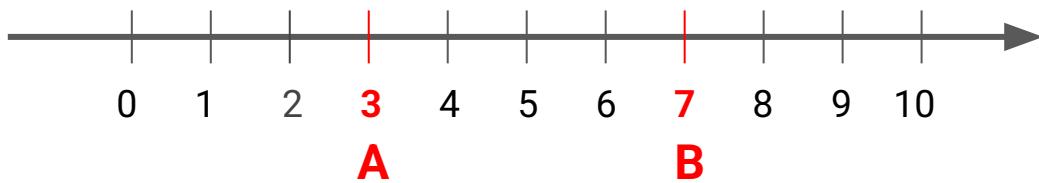
| | |
|---|---------------------|
| 1 | Afghanistan |
| 2 | Albania |
| 3 | Algeria |
| 4 | Andorra |
| 5 | Angola |
| 6 | Antigua and Barbuda |
| | Argentina |
| | Armenia |
| | Australia |
| | Austria |
| | Azerbaijan |
| | Bahamas |
| | Bahrain |
| | Bangladesh |
| | Barbados |
| | Belarus |

Про расстояния



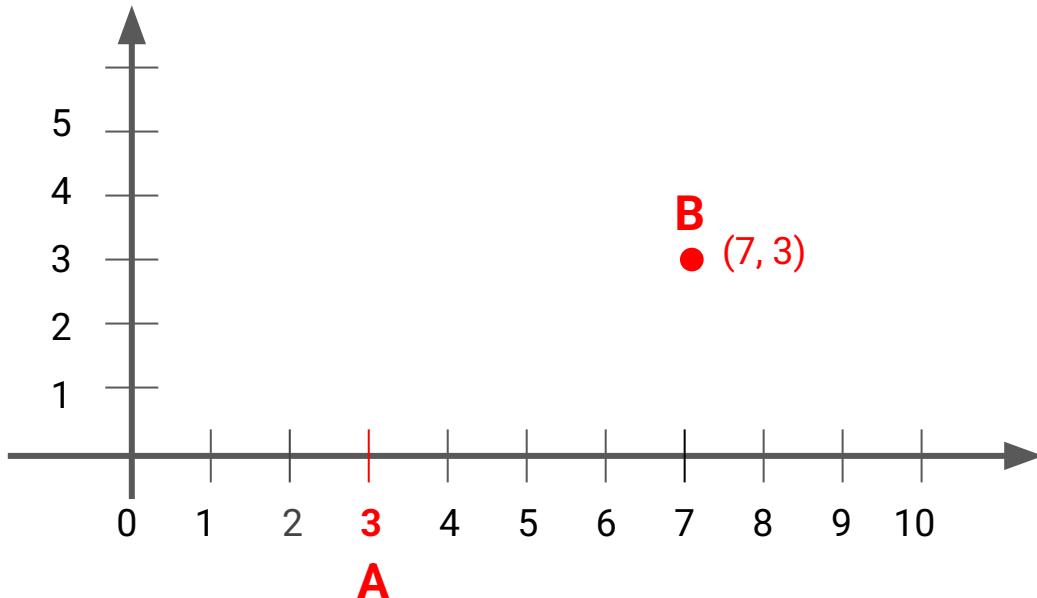
Найдите расстояние между точками А и В.

Про расстояния



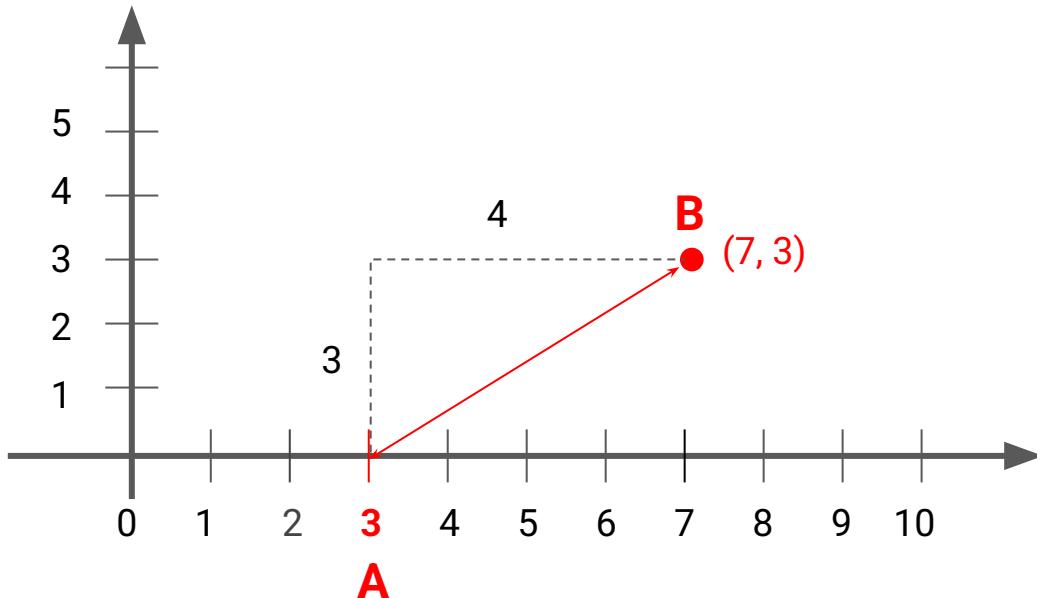
Найдите расстояние между точками А и В.

Про расстояния



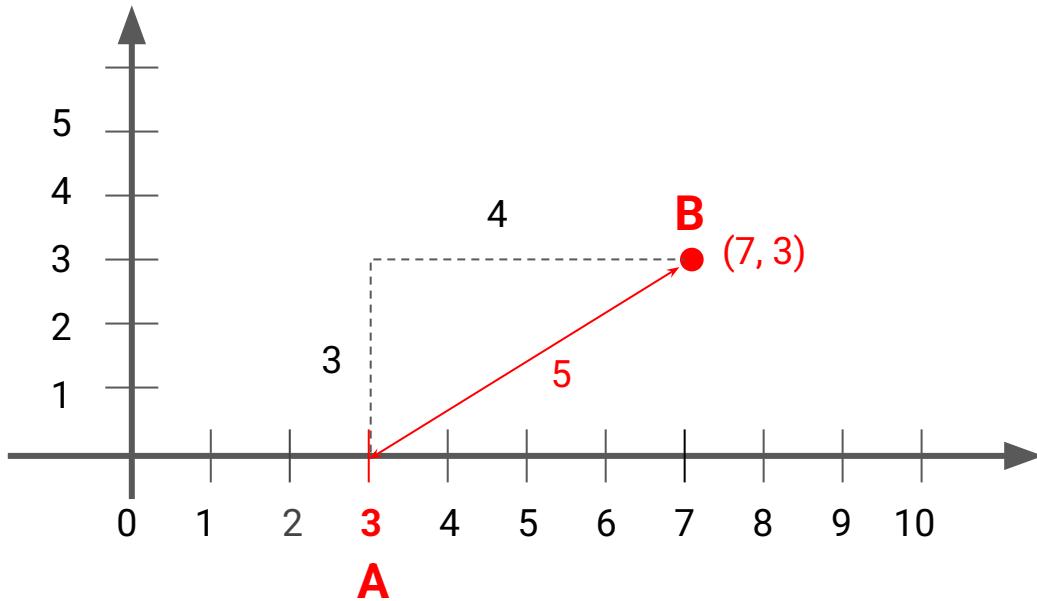
Найдите расстояние между точками А и В.

Про расстояния



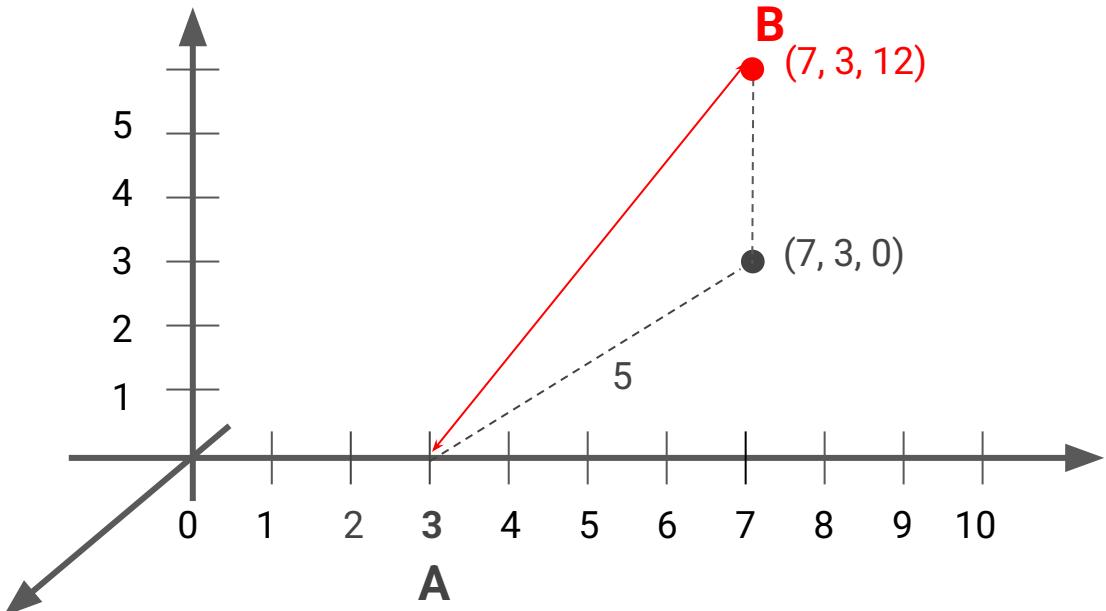
Найдите расстояние между точками А и В.

Про расстояния



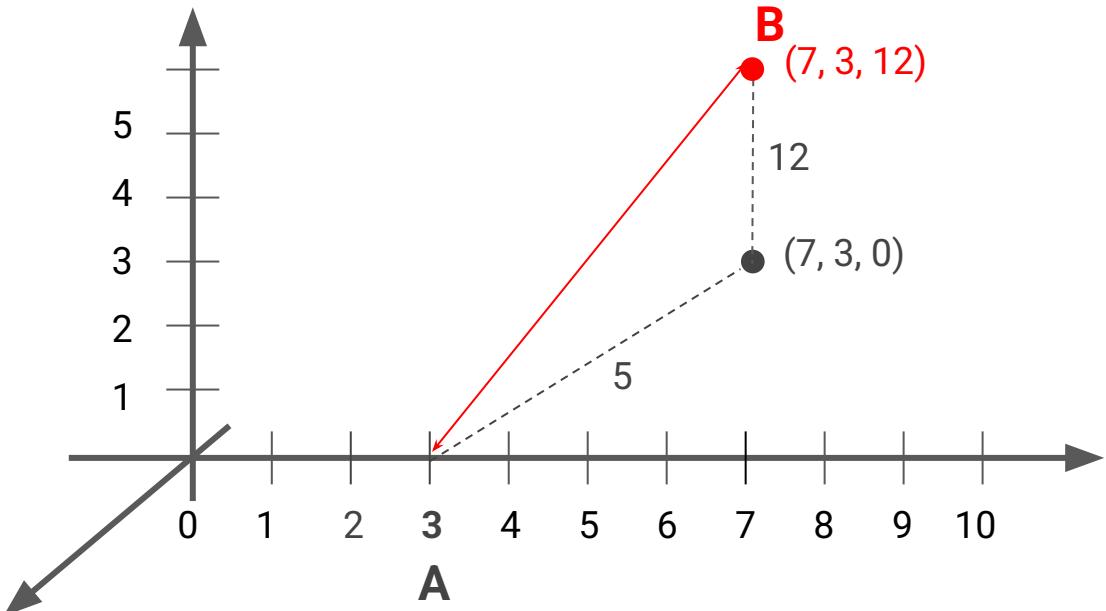
Найдите расстояние между точками А и В.

Про расстояния



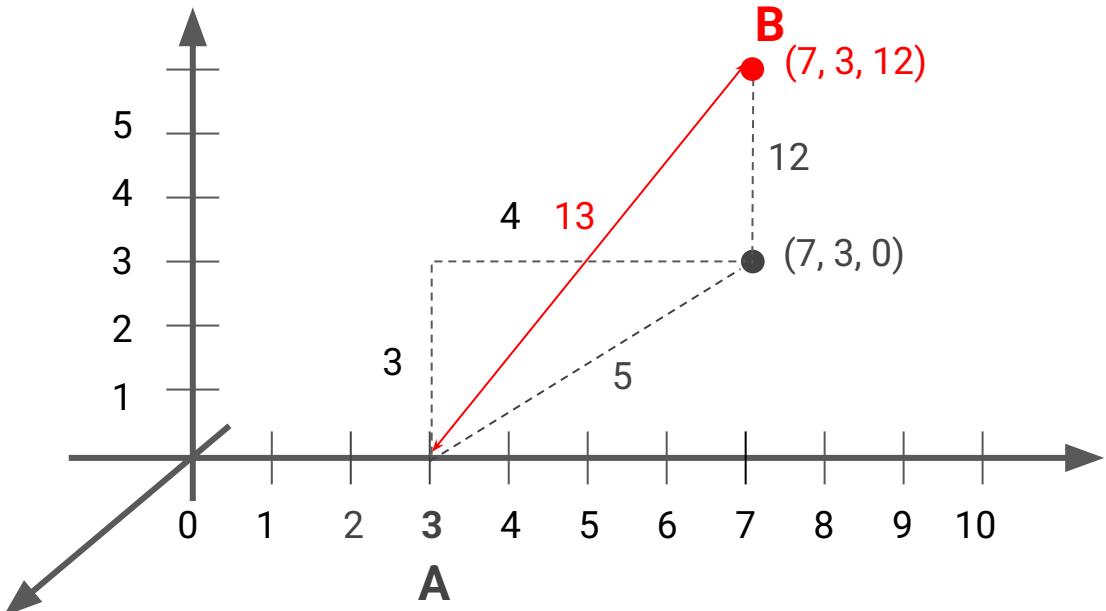
Найдите расстояние между точками А и В.

Про расстояния



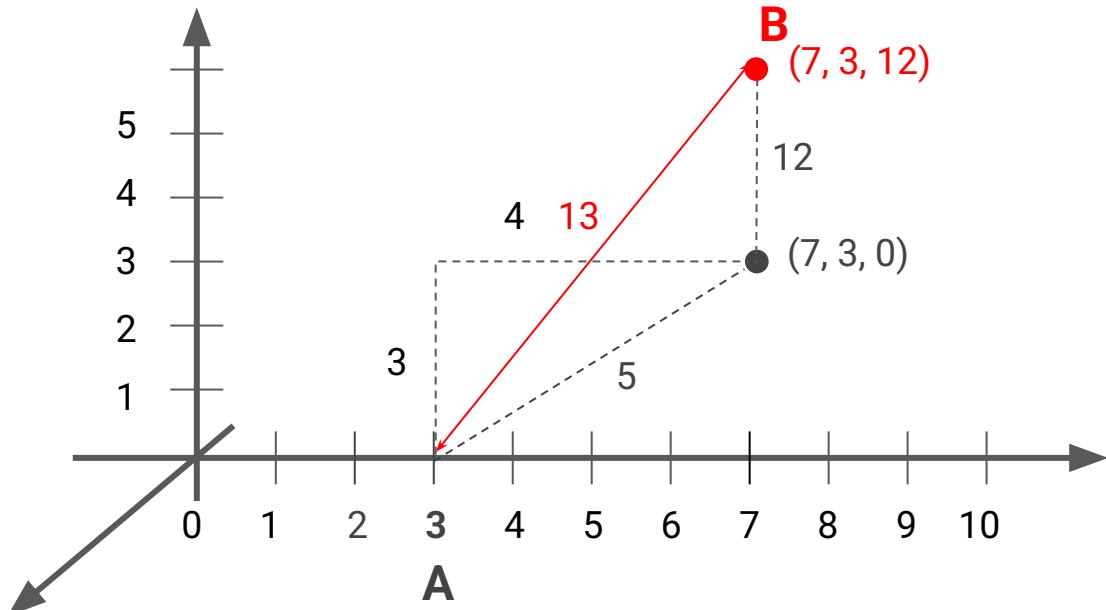
Найдите расстояние между точками А и В.

Про расстояния



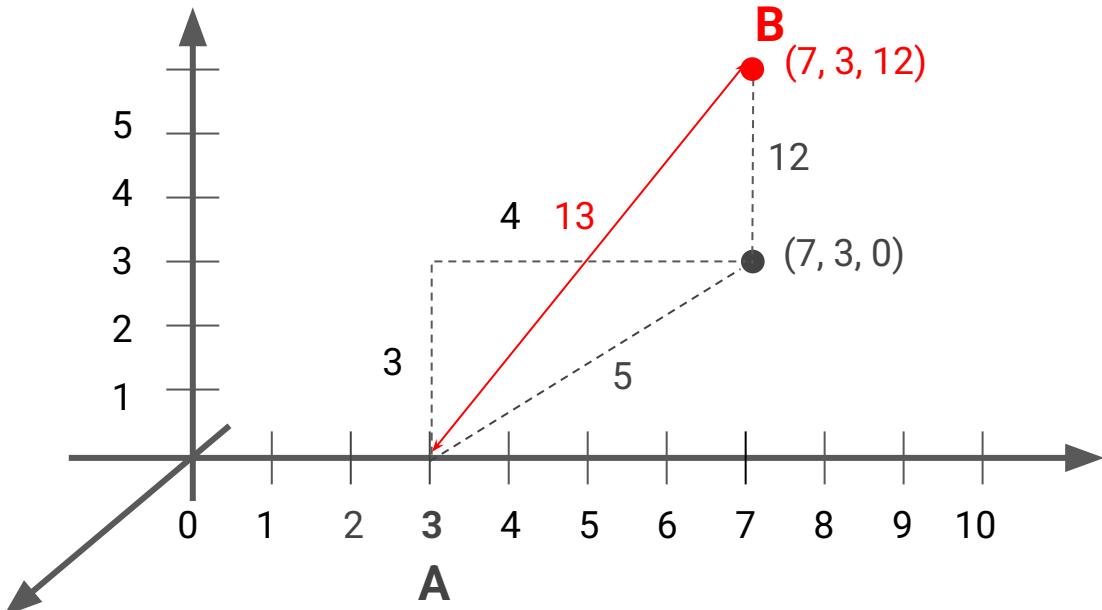
Найдите расстояние между точками А и В.

Итого



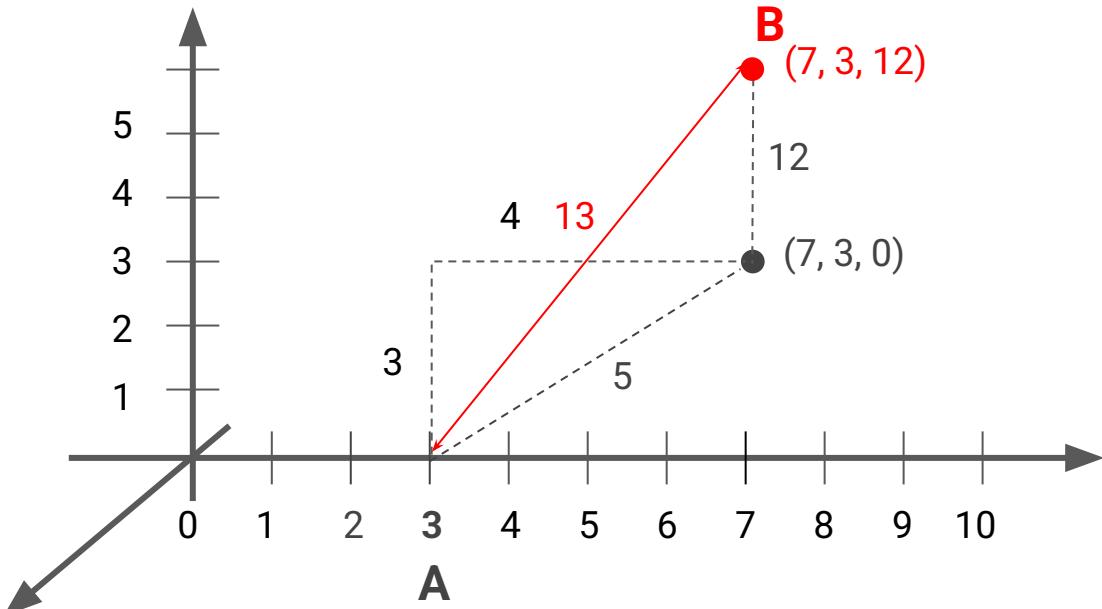
| n | A | B | $\rho(A, B)$ |
|-----|-------|-------|--------------|
| 1 | (3,) | (7,) | 4 |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| ... | | | |

Итого



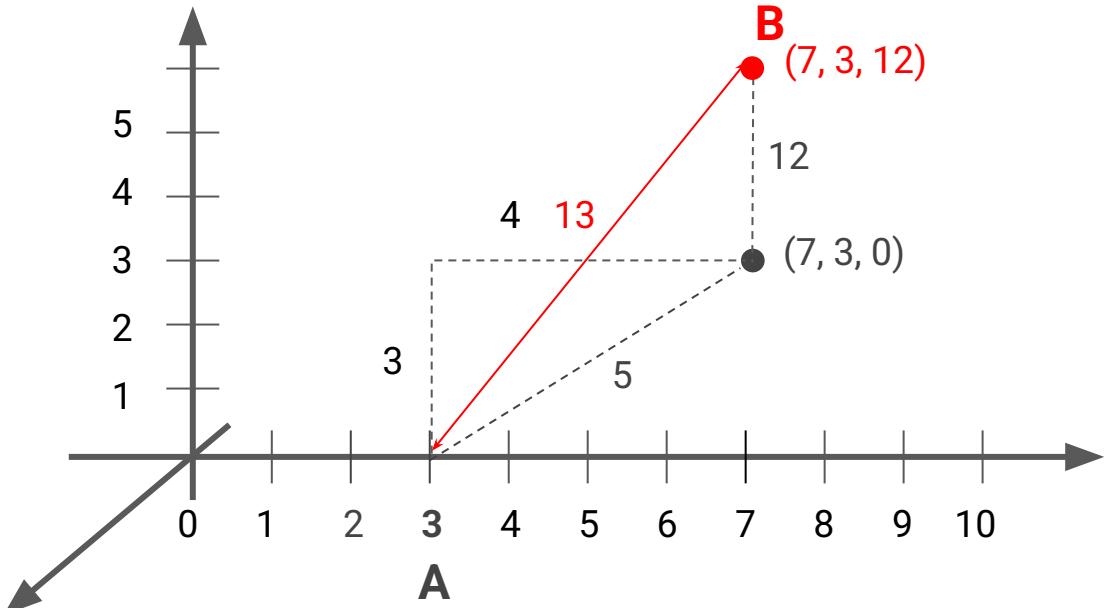
| n | A | B | $\rho(A, B)$ |
|-----|--------|--------|--------------|
| 1 | (3,) | (7,) | 4 |
| 2 | (3, 0) | (7, 3) | 5 |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| ... | | | |

Итого



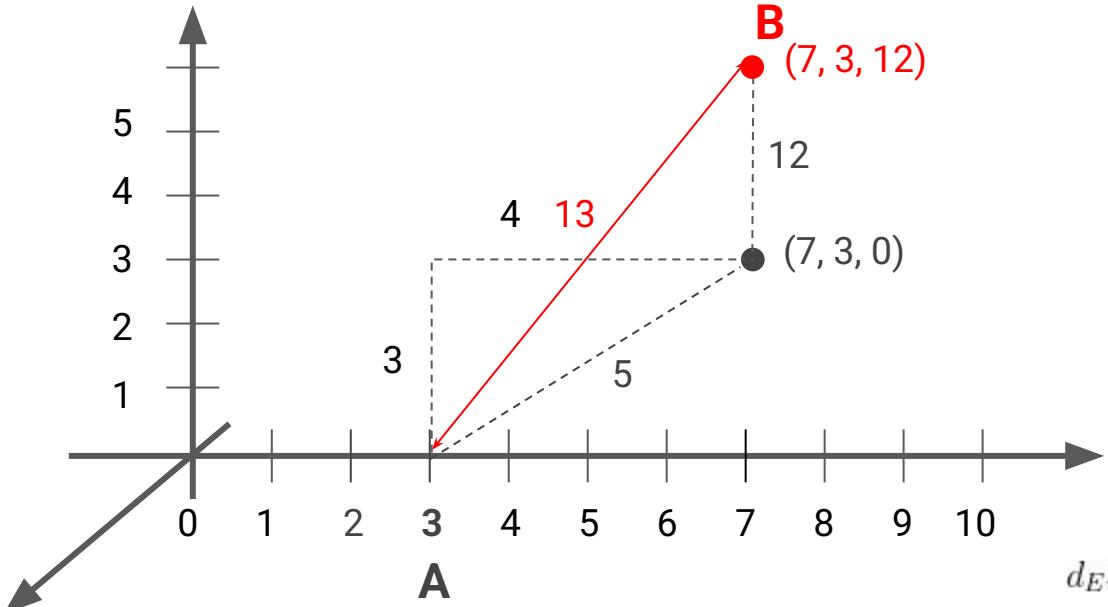
| n | A | B | $\rho(A, B)$ |
|-----|-----------|------------|--------------|
| 1 | (3,) | (7,) | 4 |
| 2 | (3, 0) | (7, 3) | 5 |
| 3 | (3, 0, 0) | (7, 3, 12) | 13 |
| 4 | | | |
| ... | | | |

Итого



| n | A | B | $\rho(A, B)$ |
|-----|--------------|----------------|--------------|
| 1 | (3,) | (7,) | 4 |
| 2 | (3, 0) | (7, 3) | 5 |
| 3 | (3, 0, 0) | (7, 3, 12) | 13 |
| 4 | (3, 0, 0, 0) | (7, 3, 12, 84) | |
| ... | | | |

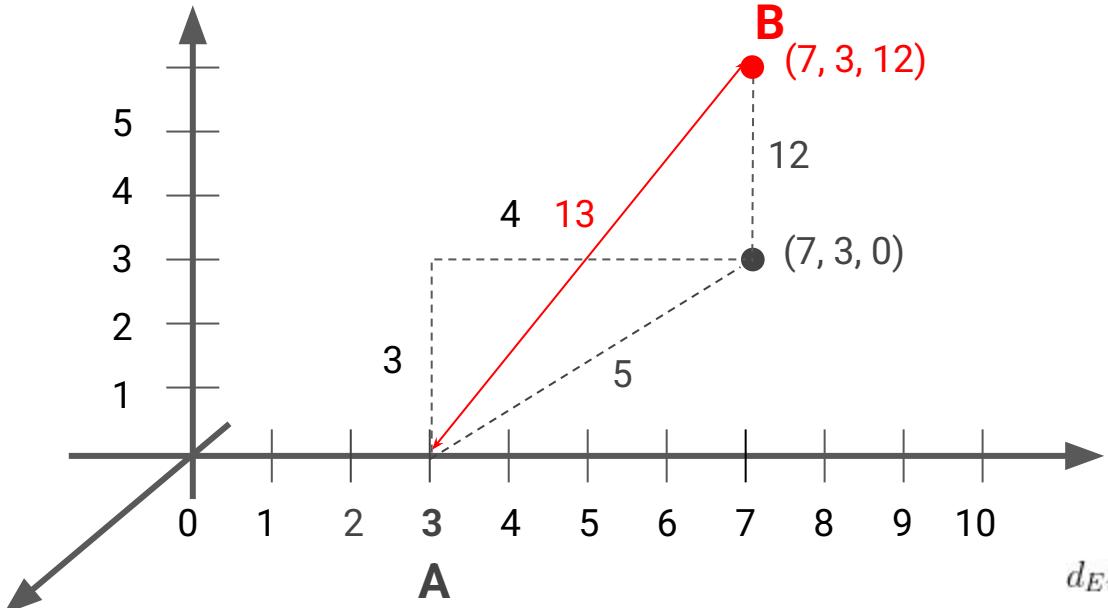
Итого



| n | A | B | $\rho(A, B)$ |
|-----|--------------|----------------|--------------|
| 1 | (3,) | (7,) | 4 |
| 2 | (3, 0) | (7, 3) | 5 |
| 3 | (3, 0, 0) | (7, 3, 12) | 13 |
| 4 | (3, 0, 0, 0) | (7, 3, 12, 84) | |
| ... | | | |

$$\begin{aligned}
 d_{Eucl}(p, q) &= \\
 &= \sqrt{(q_1 - p_1)^2 + (q_2 - p_2)^2 + \dots + (q_n - p_n)^2} = \\
 &= \sqrt{\sum_{i=1}^n (q_i - p_i)^2}
 \end{aligned}$$

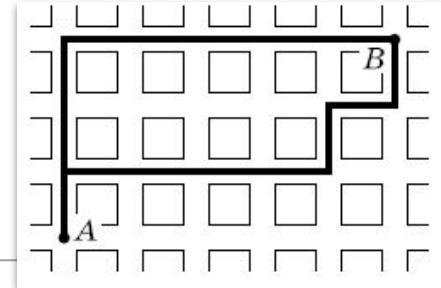
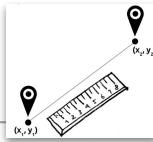
Итого



| n | A | B | $\rho(A, B)$ |
|-----|--------------|----------------|--------------|
| 1 | (3,) | (7,) | 4 |
| 2 | (3, 0) | (7, 3) | 5 |
| 3 | (3, 0, 0) | (7, 3, 12) | 13 |
| 4 | (3, 0, 0, 0) | (7, 3, 12, 84) | 85 |
| ... | | | |

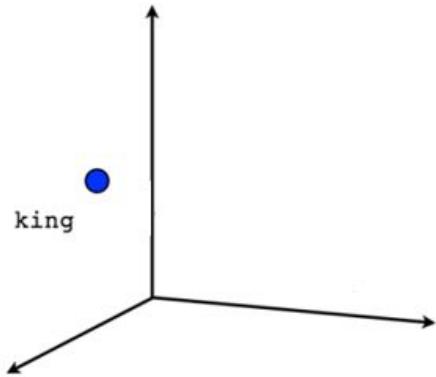
$$\begin{aligned}
 d_{Eucl}(p, q) &= \\
 &= \sqrt{(q_1 - p_1)^2 + (q_2 - p_2)^2 + \dots + (q_n - p_n)^2} = \\
 &= \sqrt{\sum_{i=1}^n (q_i - p_i)^2}
 \end{aligned}$$

Аксиомы метрического пространства

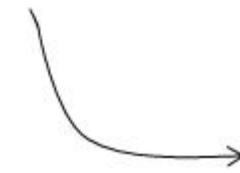


| | | | |
|---|--|--|----------------------------------|
| | | $\sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$ | |
| 1 | $\varrho(X, Y) \geq 0$ | + | $ x_2 - x_1 $ + $ y_2 - y_1 $ |
| 2 | $\varrho(X, Y) = 0 \Leftrightarrow X = Y$ | + | + |
| 3 | $\varrho(X, Y) = \varrho(Y, X)$ | + | + |
| 4 | $\varrho(X, Y) \leq \varrho(X, Z) + \varrho(Z, Y)$ | + | + |

word2vec

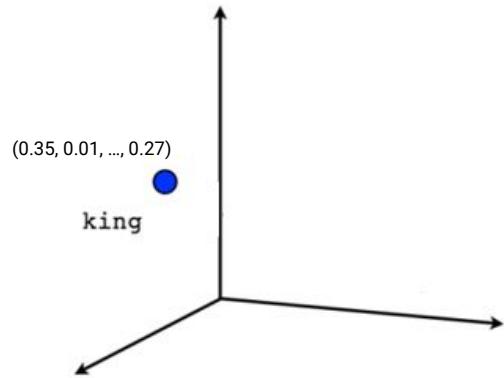


Tomas Mikolov
2013

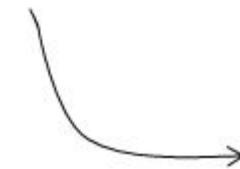


Подобрать такие вектора, чтобы чем чаще слова встречаются в одном контексте, тем они ближе.

word2vec

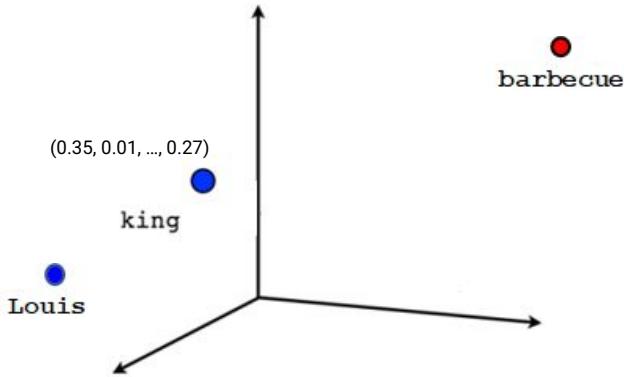


Tomas Mikolov
2013

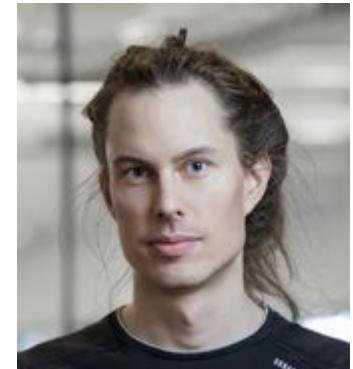
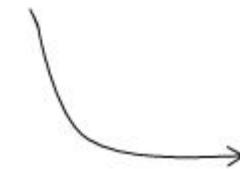


Подобрать такие вектора, чтобы чем чаще слова встречаются в одном контексте, тем они ближе.

word2vec

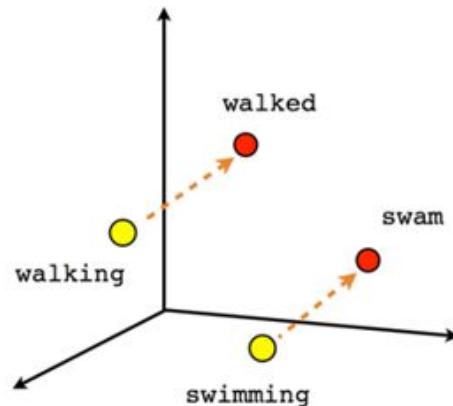
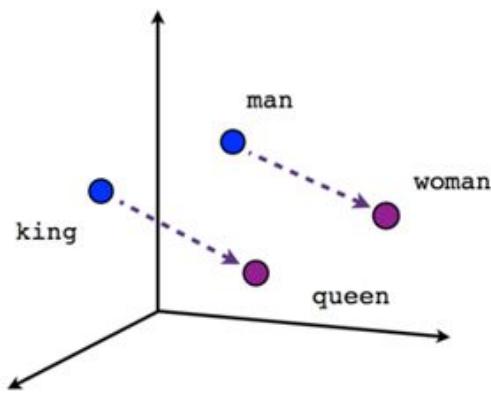


Tomas Mikolov
2013

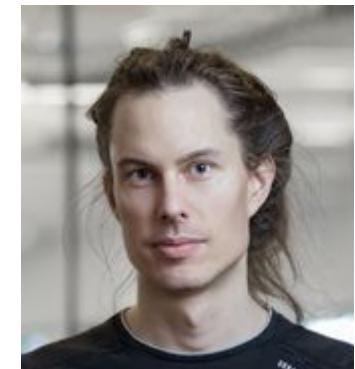


Подобрать такие вектора, чтобы чем чаще слова встречаются в одном контексте, тем они ближе.

word2vec

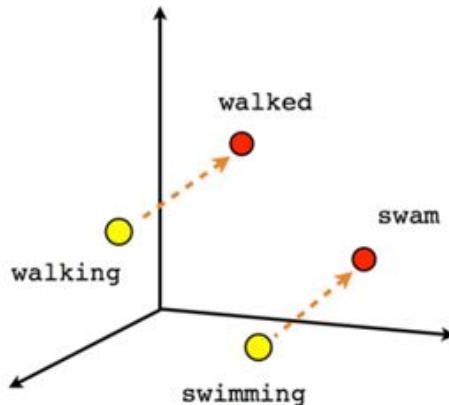
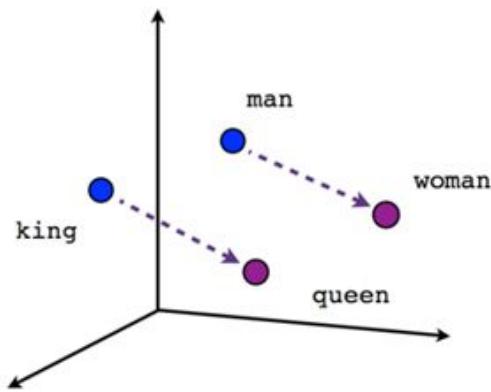


Tomas Mikolov
2013

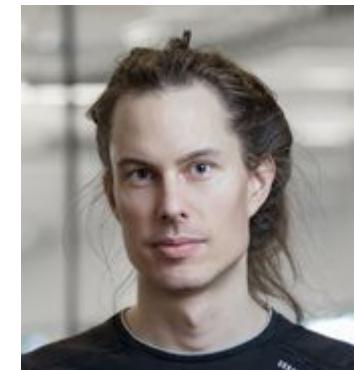


Подобрать такие вектора, чтобы чем чаще слова встречаются в одном контексте, тем они ближе.

word2vec

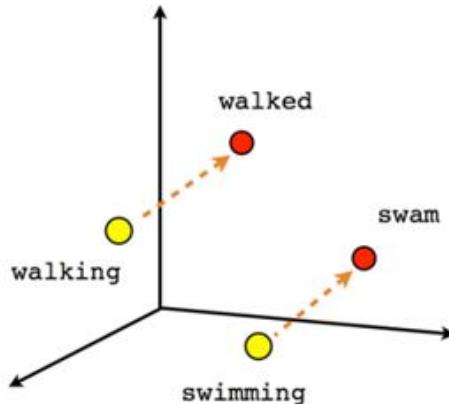
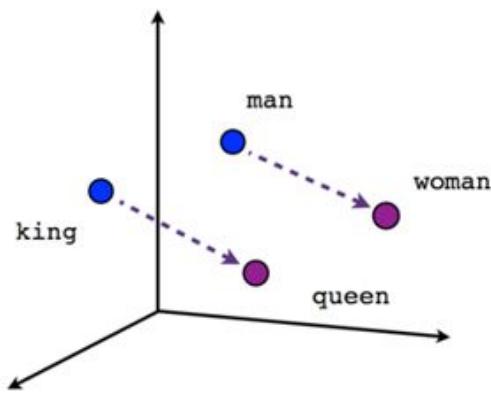


Tomas Mikolov
2013

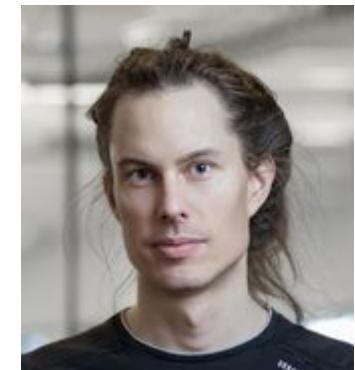


ЛОНДОН – АНГЛИЯ + РОССИЯ =

word2vec



Tomas Mikolov
2013



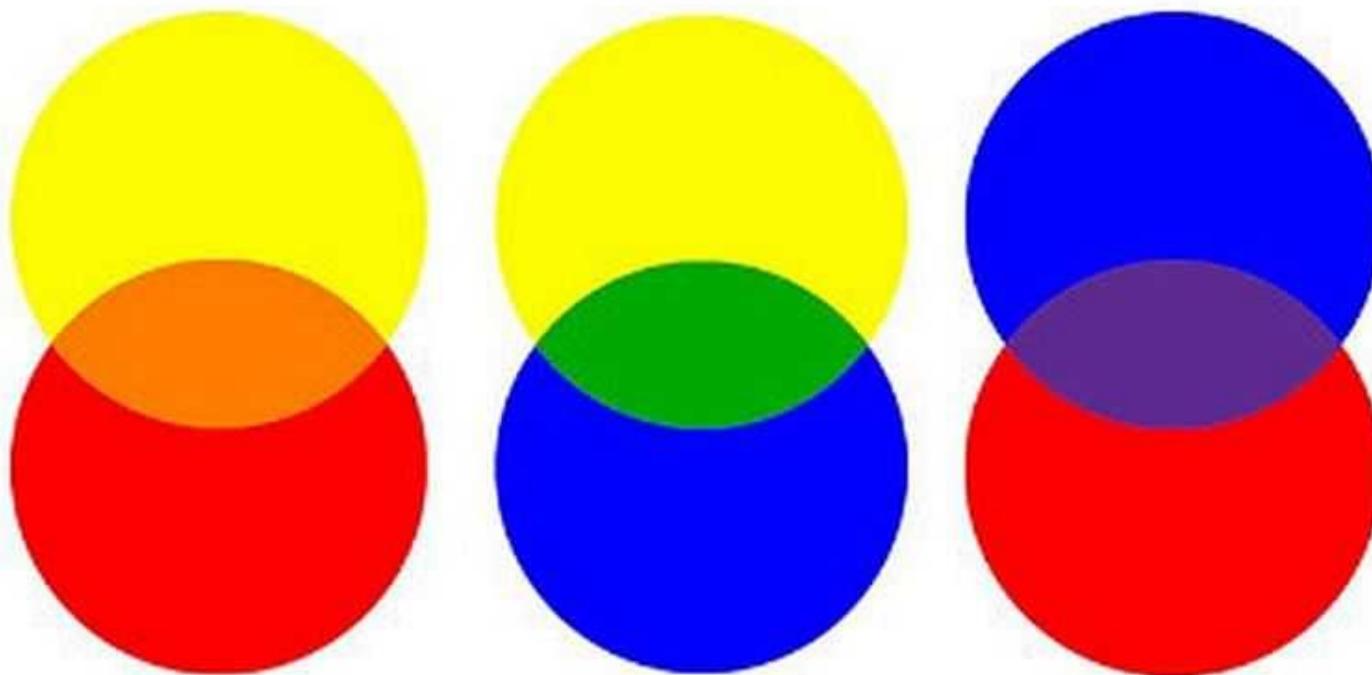
ЛОНДОН – АНГЛИЯ + РОССИЯ =

<https://rusvectores.org/ru/calculator/#>

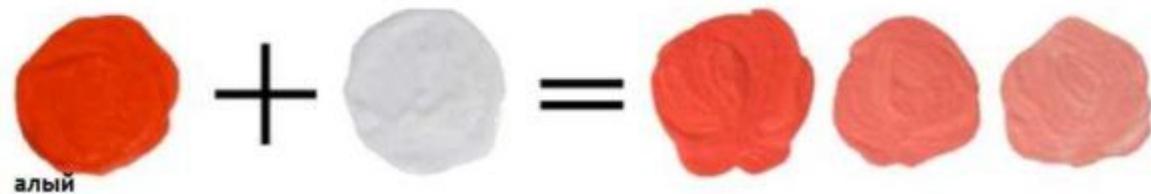
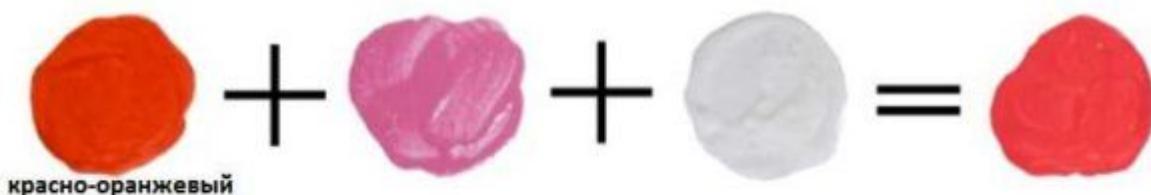
<https://rusvectores.org/en/#>

Как закодировать цвет числом?

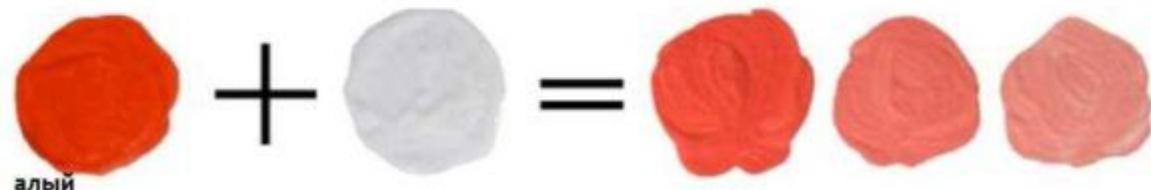
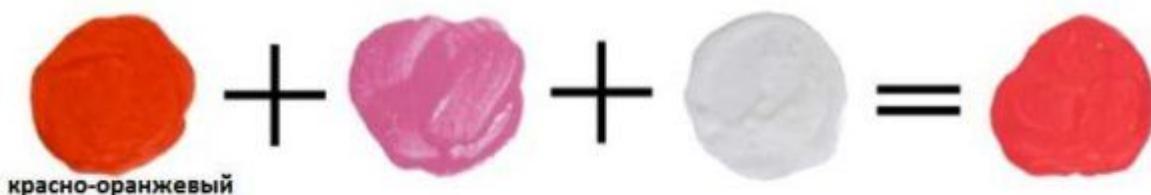
Все цвета можно получить смешиванием



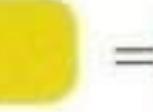
Все цвета можно получить смешиванием



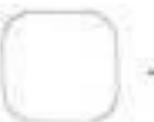
Все цвета можно получить смешиванием



Что получится?

А  +  =

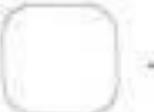
Б  +  =

В  +  =

Что получится?

A  +  = 

Б  +  = 

В  +  = 

Про цвета



- По две цифры на составляющую
- Две цифры образуют число в шестнадцатиричной системе счисления: помимо цифр 0, 1, 2, 3, ..., 9 есть a = 10, b = 11, ..., f = 15.

Про цвета



- 0f - это 15

Про цвета



- 0f - это 15
- 10_{16} - как записывается это число в привычной нам десятичной системе счисления

Про цвета



- 0f - это 15
- $10_{16} = 16_{10}$

Про цвета



- 0f - это 15
- $10_{16} = 16_{10}$
- $11_{16} = ?$

Про цвета



- 0f - это 15
- $10_{16} = 16_{10}$
- $11_{16} = 17_{10}$

Про цвета



- 0f - это 15
- $10_{16} = 16_{10}$
- $21_{16} = ?_{10}$

Про цвета



- 0f - это 15
- $10_{16} = 16_{10}$
- $21_{16} = 32_{10} + 1_{10}$

Про цвета



- Как выглядит самое большое двузначное число в шестнадцатеричной системе счисления?

Про цвета



- Как выглядит самое большое двузначное число в шестнадцатеричной системе счисления?

ff

Про цвета



$$ff_{16} = ?_{10}$$

Про цвета



$$ff_{16} = 255_{10}$$

Про цвета



Что больше?

33, 99 или ff?

Про цвета



Что больше?

33, 99 или **ff**?

Про цвета



Что больше?

af, 90 или f0?

Про цвета



Что больше?

af, 90 или f0?

Про цвета



Вернемся к цветам:

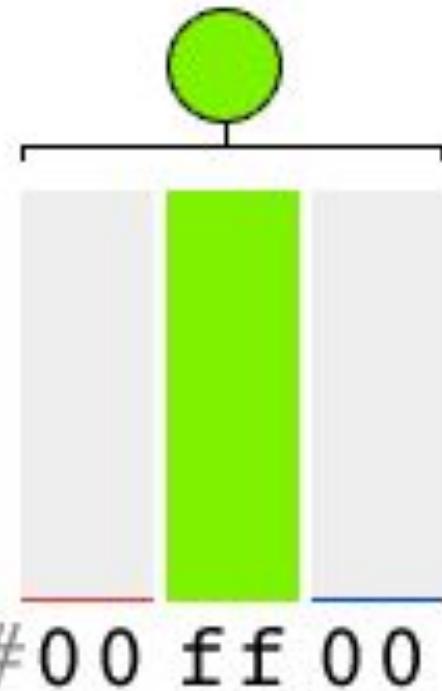
- 00 = отсутствие цвета
- ff = максимальная интенсивность

Про цвета



#00ff00 - какой это цвет?

Про цвета



#00ff00 - какой это цвет?

Зеленый

Про цвета



#ffff00 - какой это цвет?

Про цвета



#ffff00 - какой это цвет?

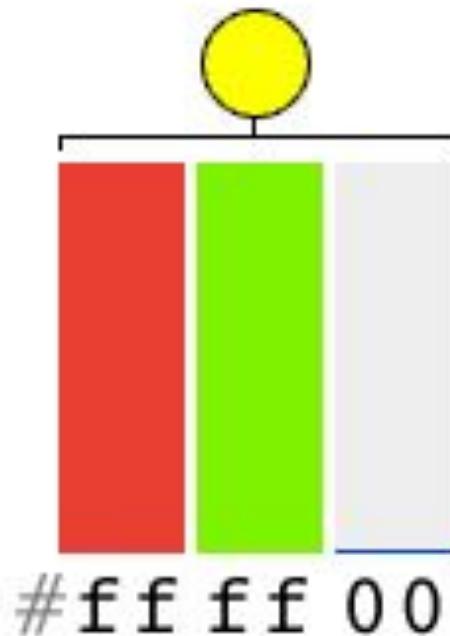
Желтый

Про цвета



#ffff00 - какой это цвет?

Желтый



Про цвета

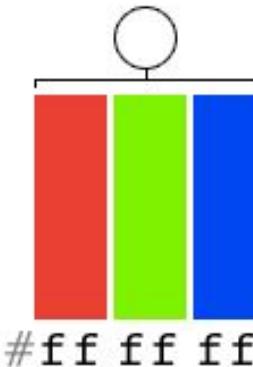
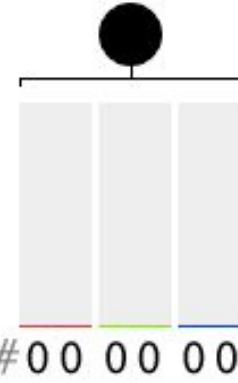


Как кодируется белый?

Про цвета



Как кодируется белый?





Животные

#3caa3c

#834d18

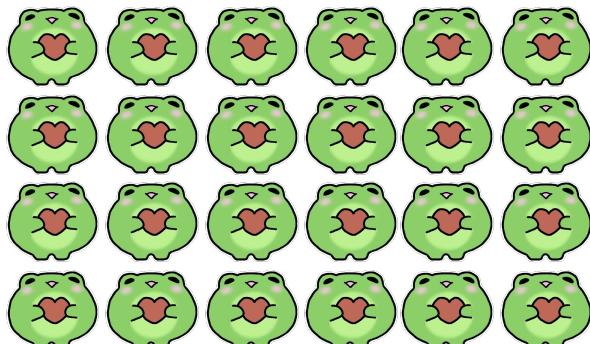
#008080





ЖИВОТНЫЕ

Влюбленные жабы



#3caa3c

#834d18

#008080





Животные

Влюбленные жабы



#3caa3c

#834d18

#008080

Яндекс #3caa3c

Поиск Картинки Видео Карты Маркет Новости Переводчик Эфир Кью

Индийский зелёный
Мусульманский зелёный
Влюблённой жабы
Тёмный жёлто-зелёный
Травяной





Животные

Влюбленные жабы



#3caa3c

#834d18

#008080

Яндекс #3caa3c

Поиск Картинки Видео Карты Маркет Новости Переводчик Эфир Кью

Индийский зелёный
Мусульманский зелёный
Влюблённой жабы
Тёмный жёлто-зелёный
Травяной





Животные



Цвет медвежьего
ушка

#834d18
(131, 77, 24)

#3caa3c

#834d18

#008080





ЖИВОТНЫЕ



Утка "Чирок"



#008080

#3caa3c
#834d18
#008080



<http://www.hexinvaders.com/>

- Вы будете спасать планету.
- Тройки разноцветных пришельцев атакуют нас.
- У вас есть мощный цветовой заряд. Если им попасть по соответствующему пришельцу, то вся тройка будет побеждена.



Выберите
пришельца
данного
цвета

Задание №1

- Перейдите на
- Играйте, пока не проиграете или вас не остановит преподаватель
- Напишите ниже ваш лучший результат (не для сравнения с кем-то, просто для истории)

Результат:

LEVEL =

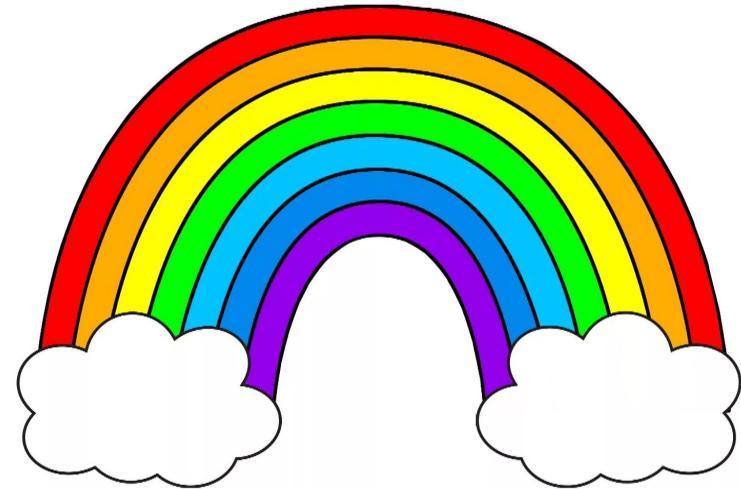
Score =

Invaders destroyed =

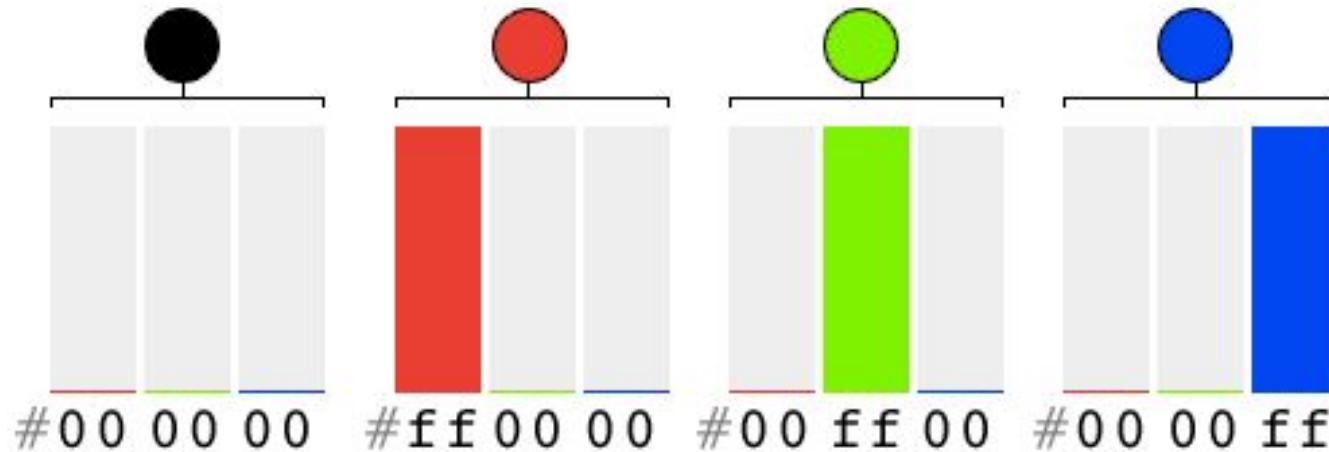


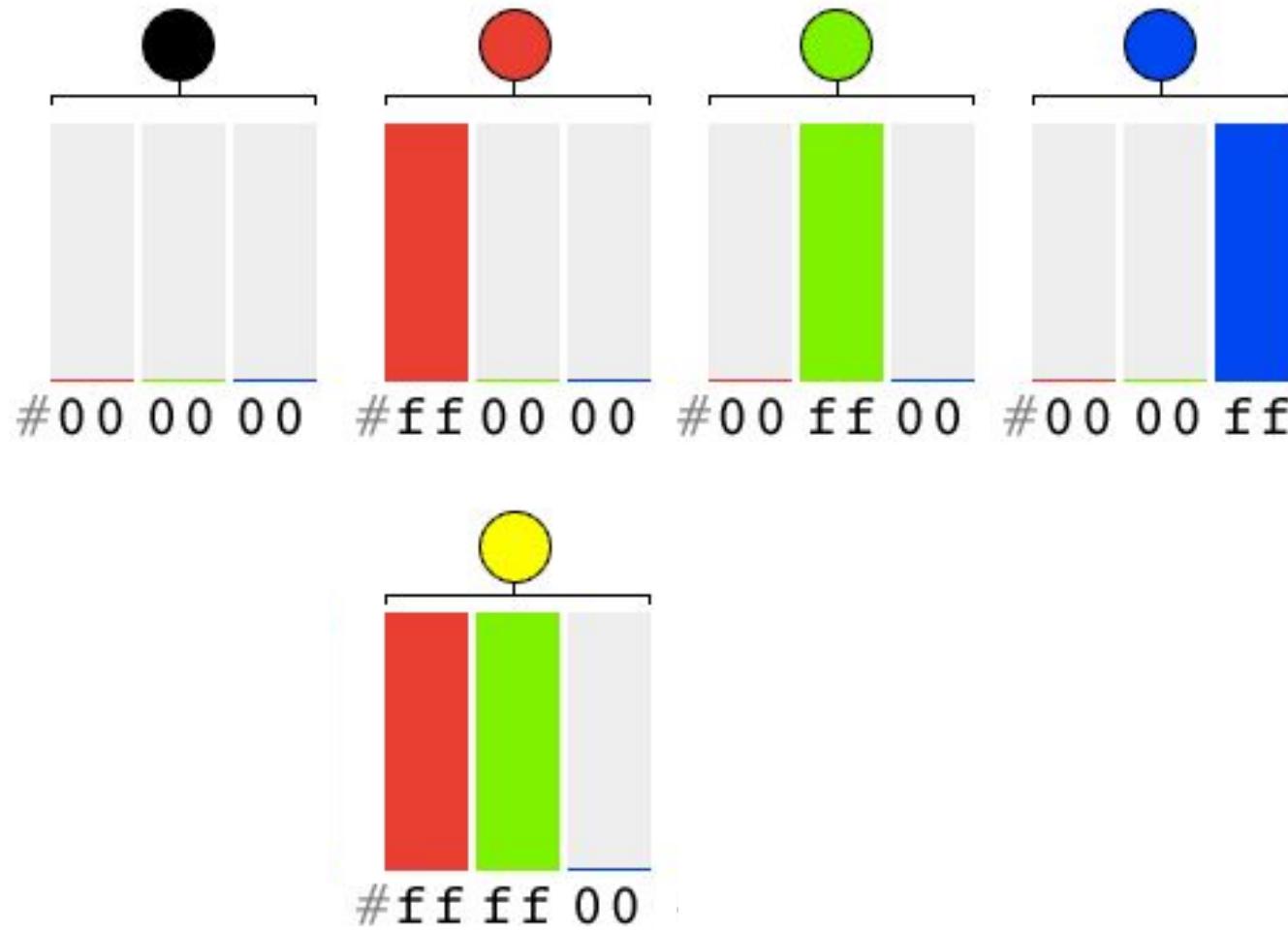
Опционально

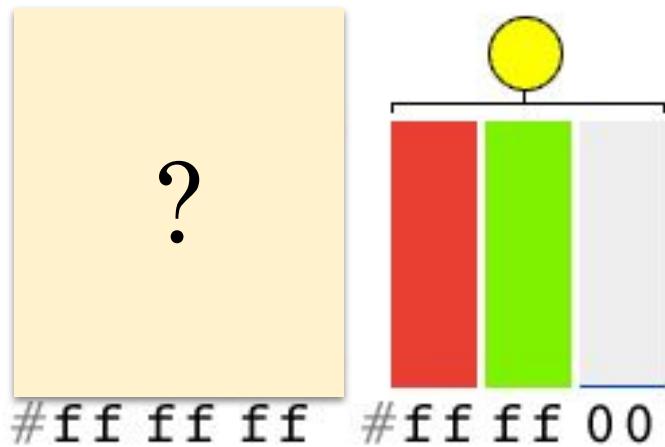
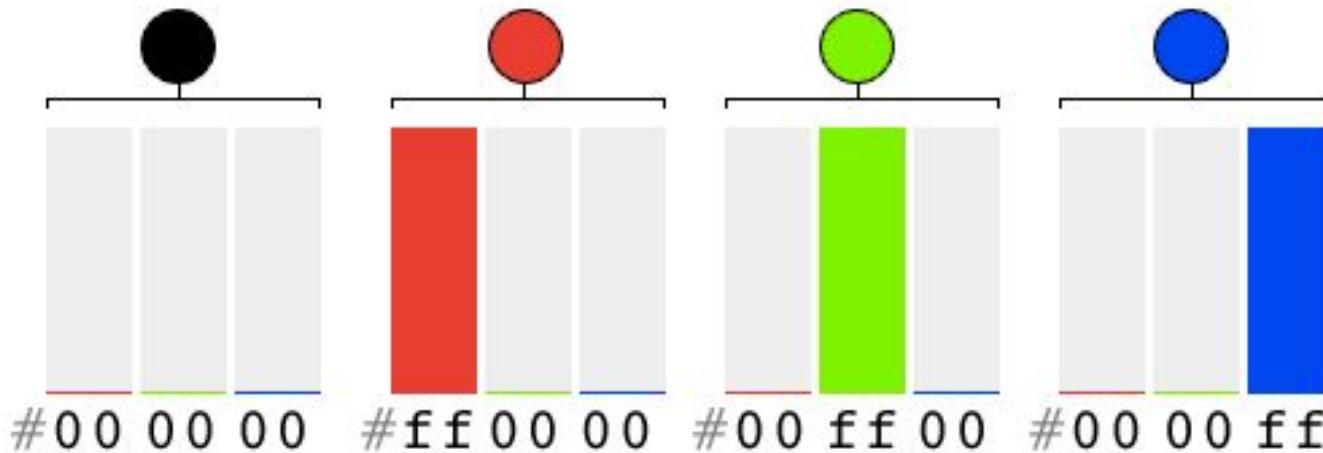
Про цвета

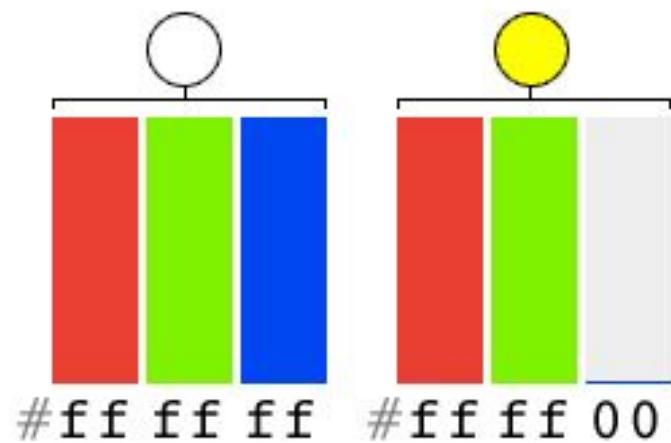


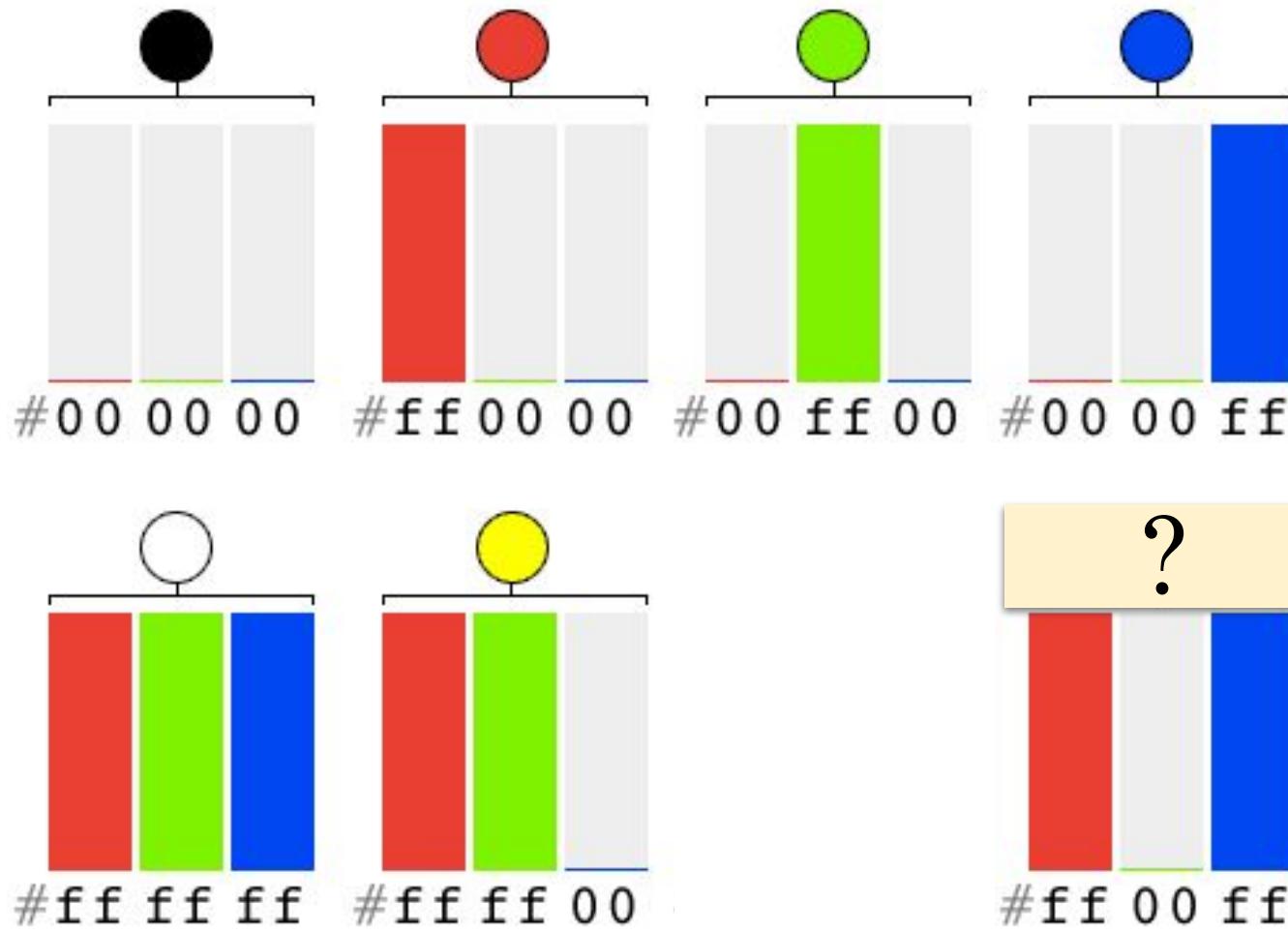
Как считаете, можно считать черный и белый цветами?
Почему их нет в радуге?

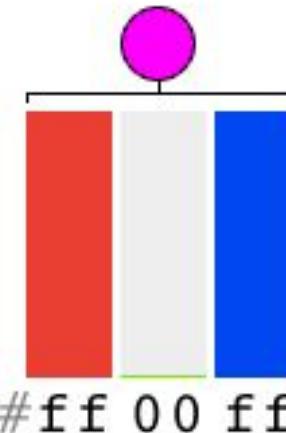
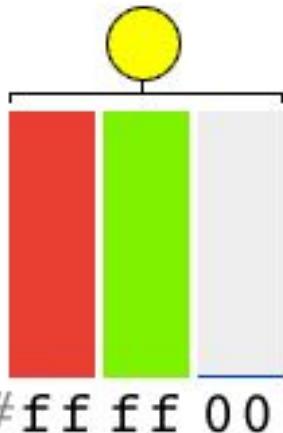
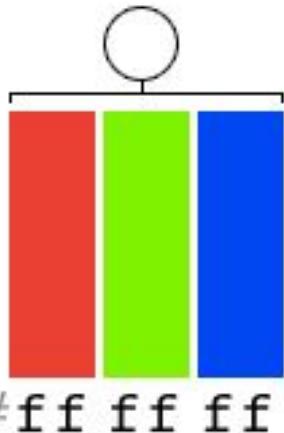
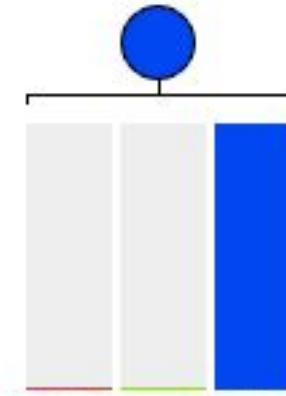
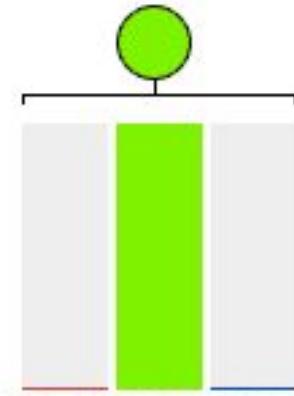
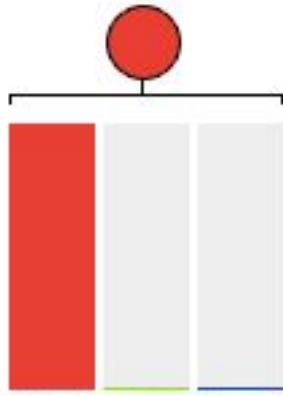
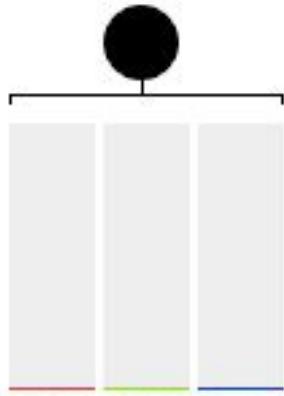


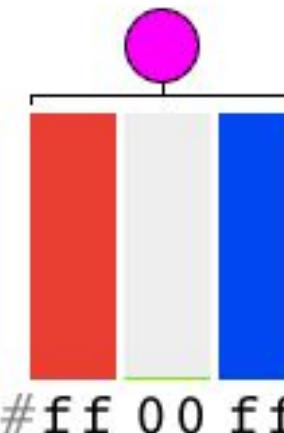
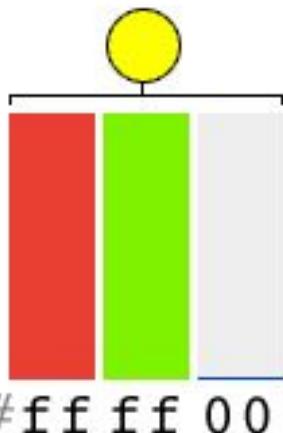
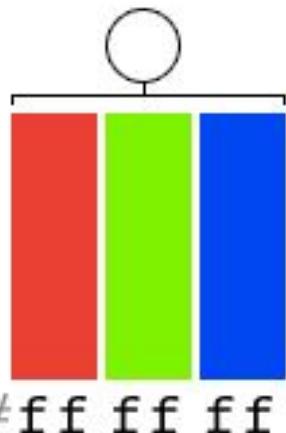
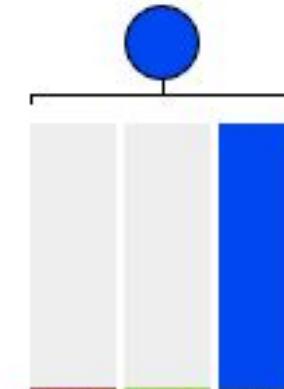
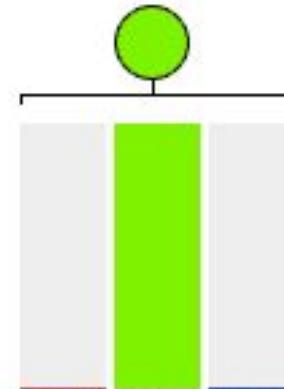
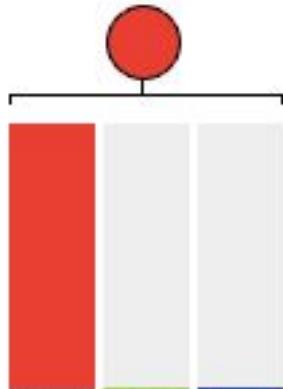
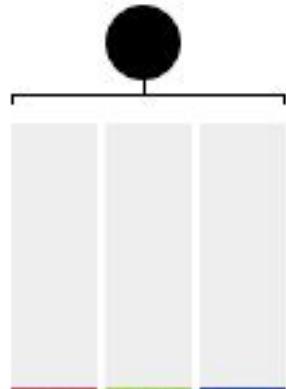


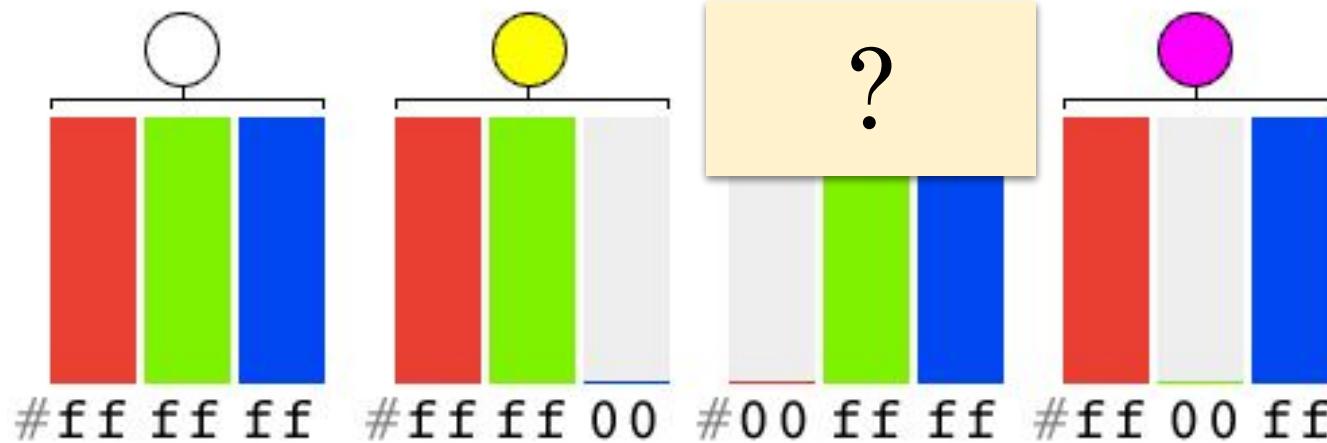


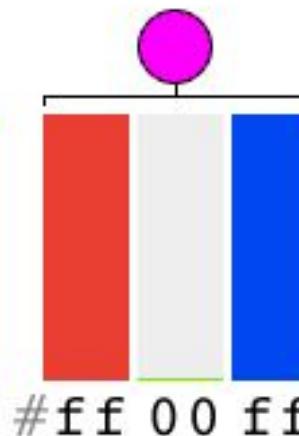
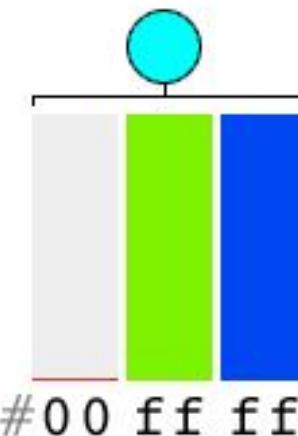
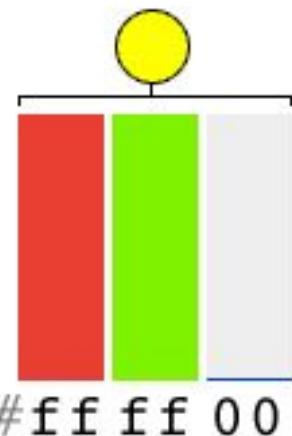
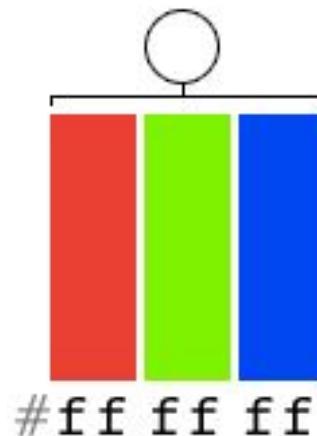
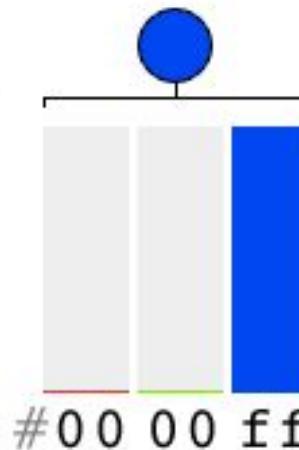
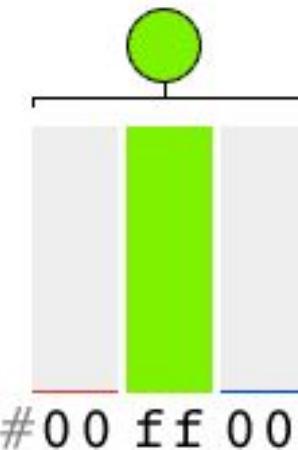
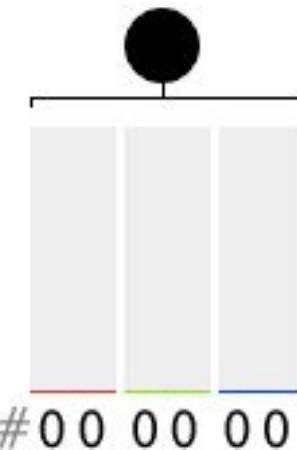












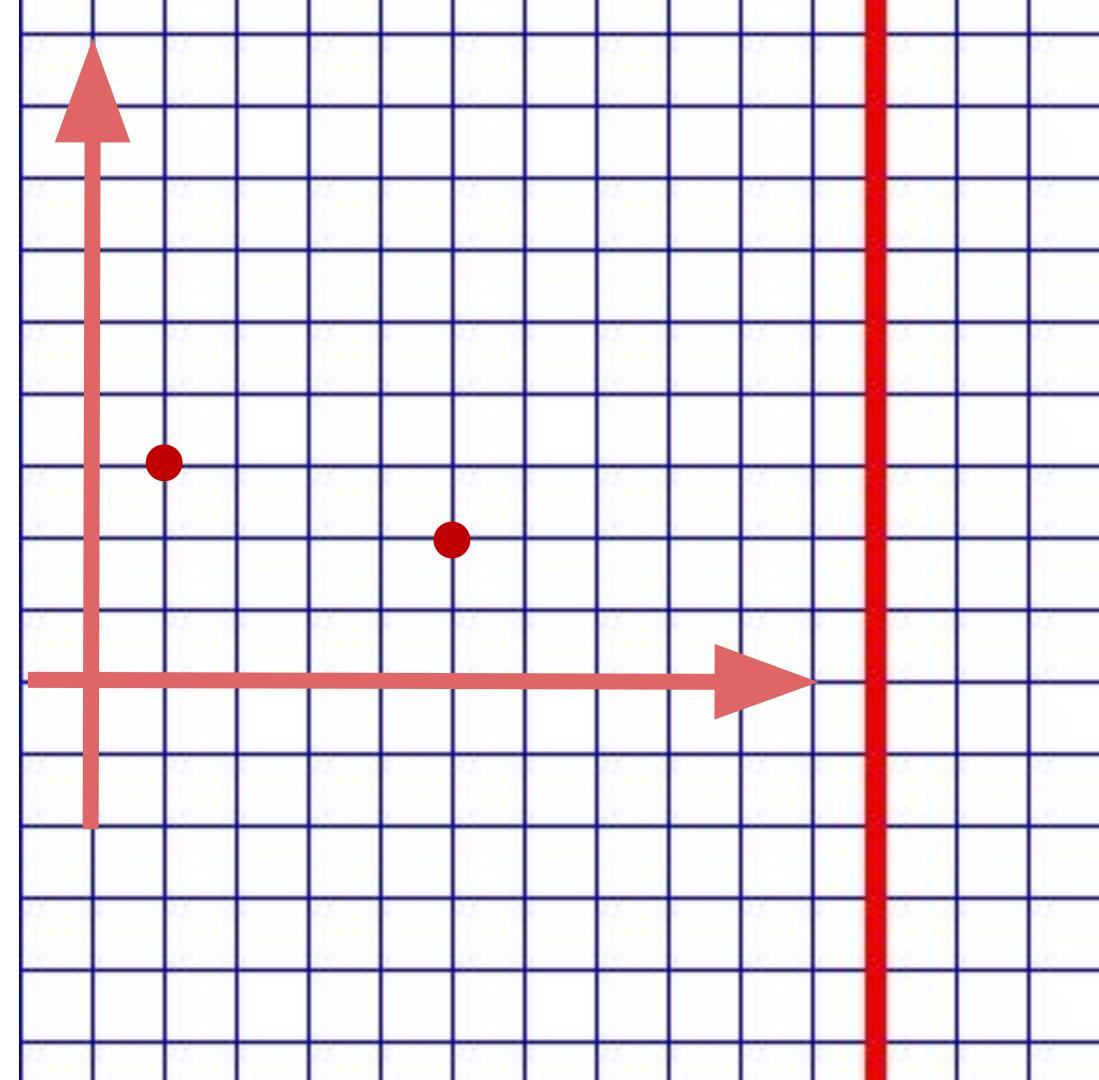
Как оперировать?



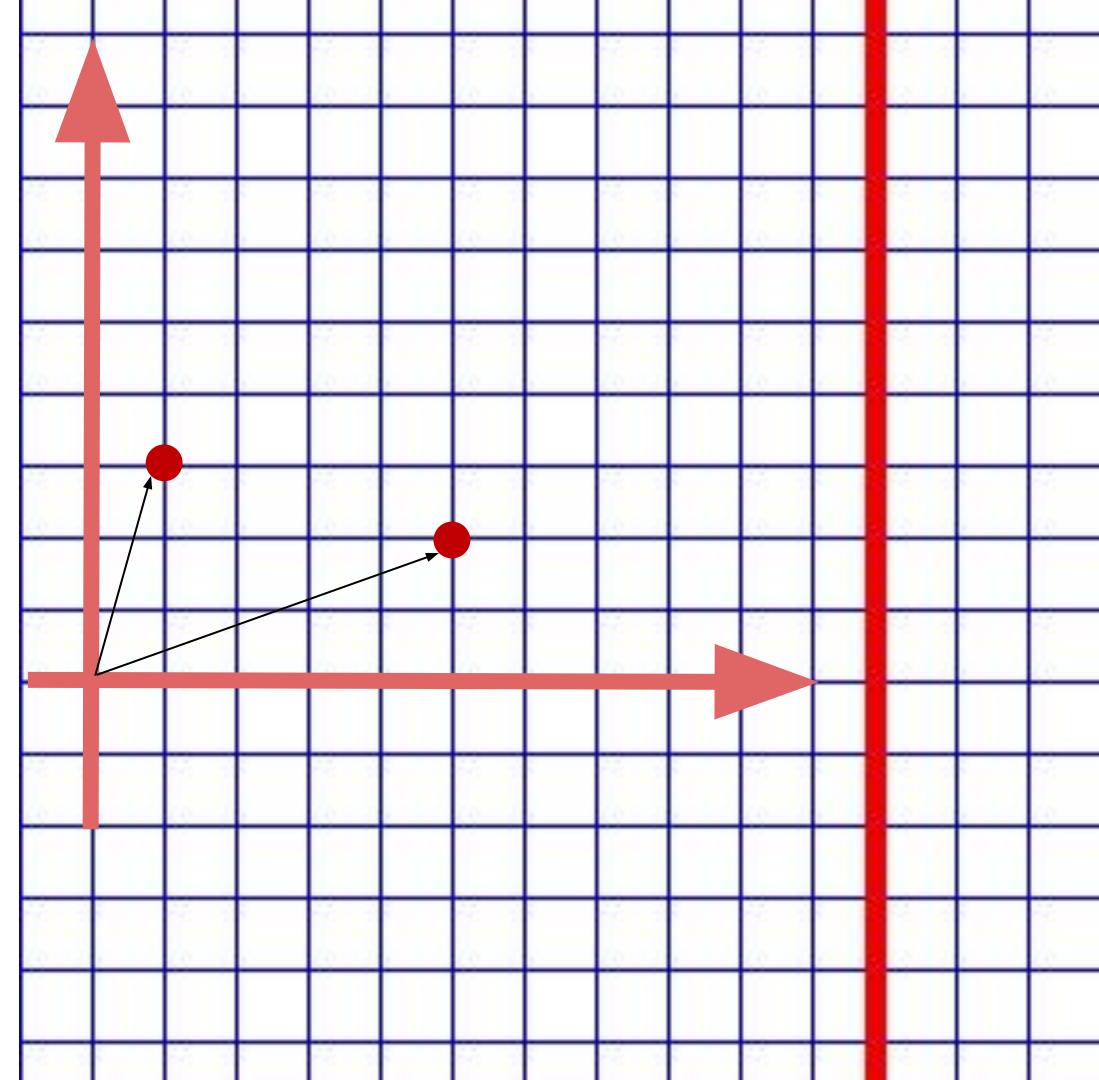
Цель

- Научиться кодировать разные объекты “хорошо”
 - Числом
 - Есть возможность сравнения разных объектов
 - Разница между объектами интерпретируется
 - “Скращивать объекты”

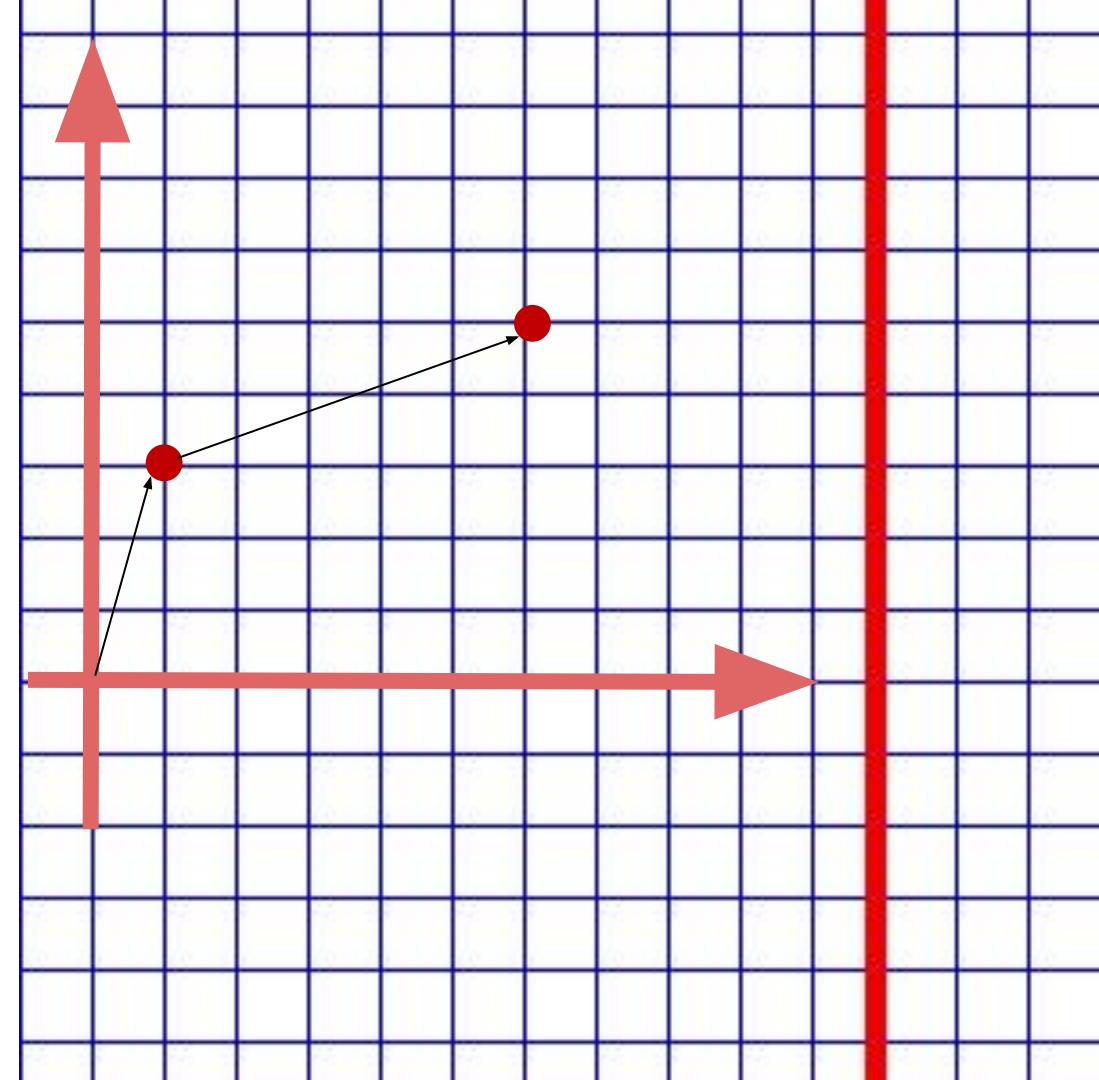
С точкой непонятно, что делать



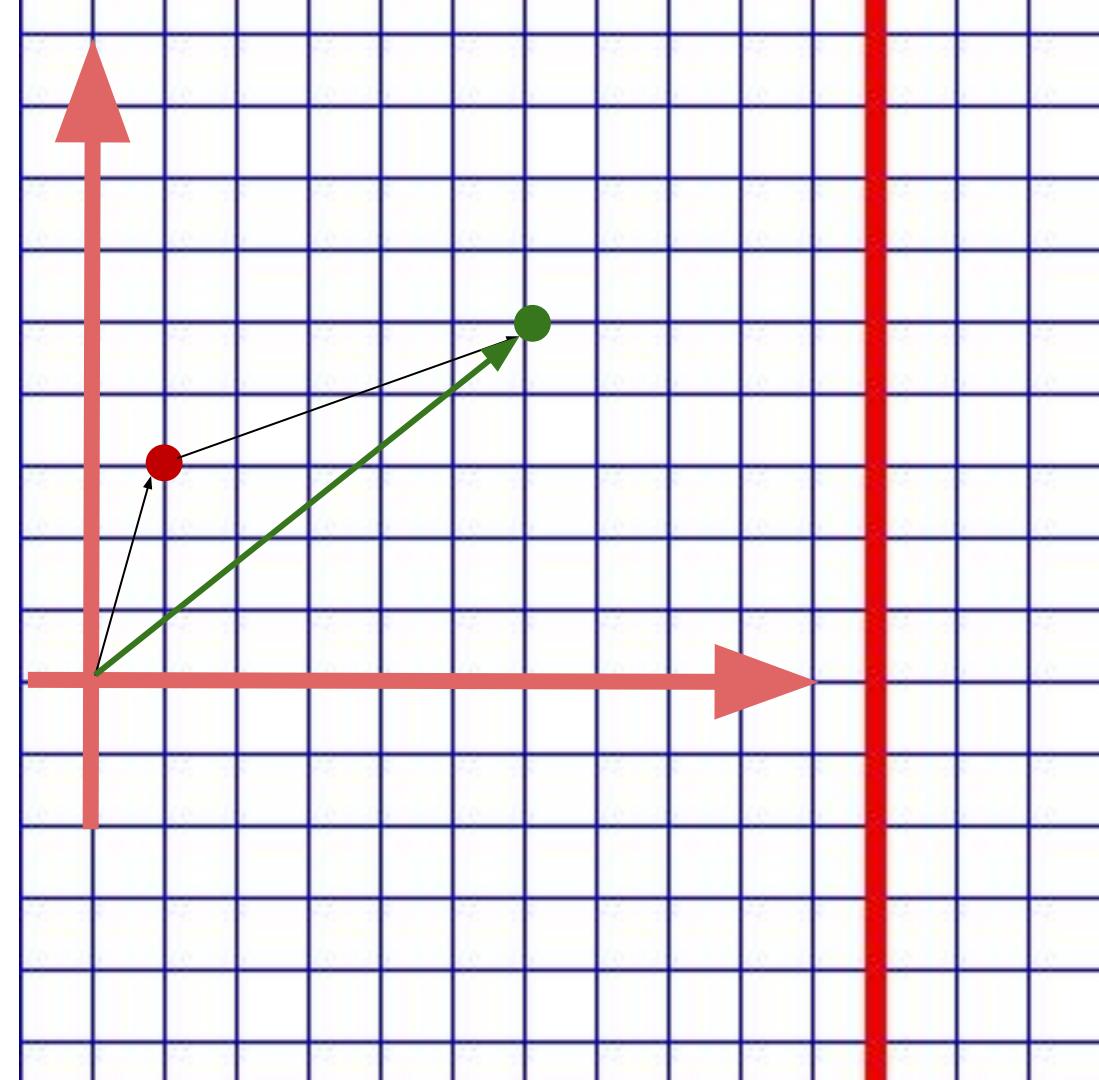
С точкой непонятно, что делать



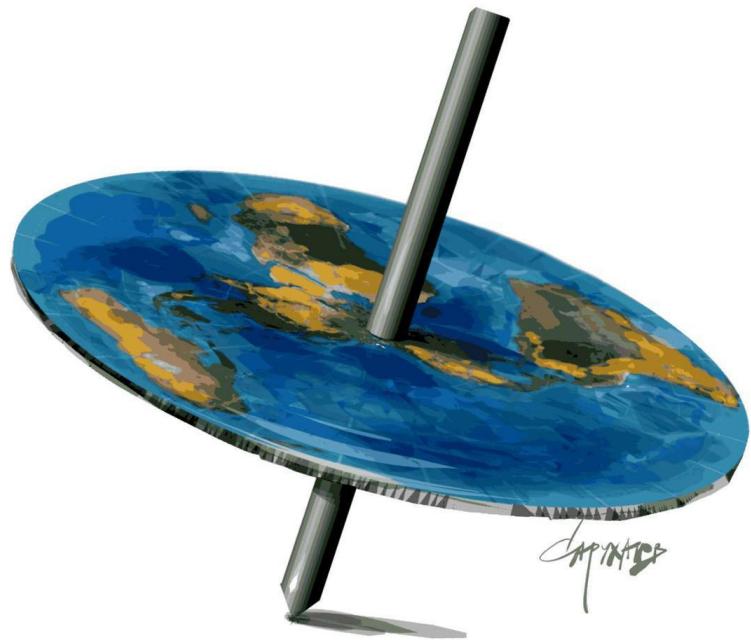
С точкой непонятно, что делать



С точкой непонятно, что делать



В ближайшее время речь будет идти
только о *двумерном пространстве*



Физика

?

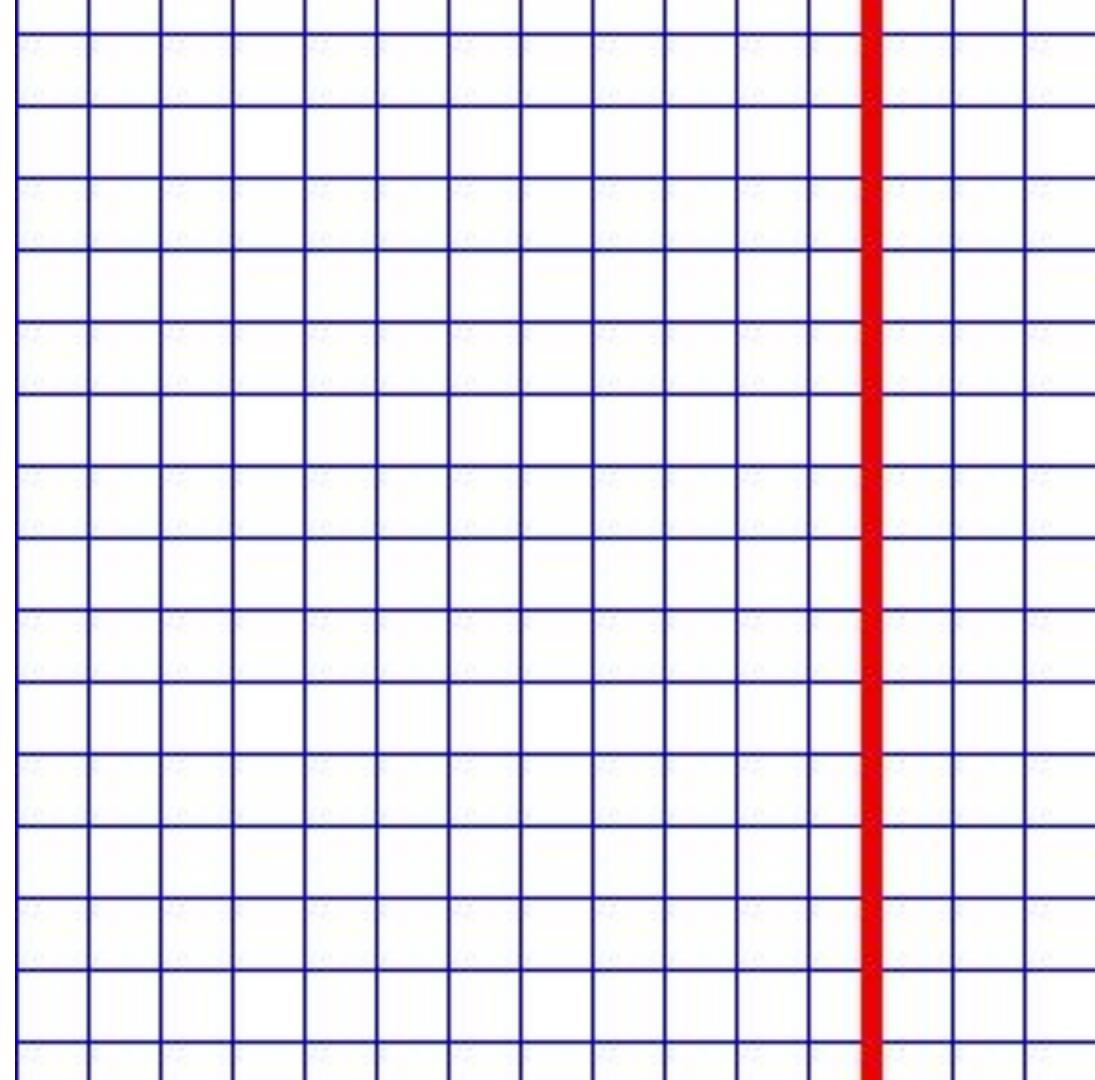
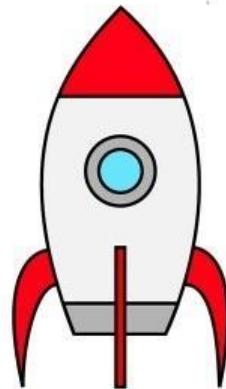
DS

?

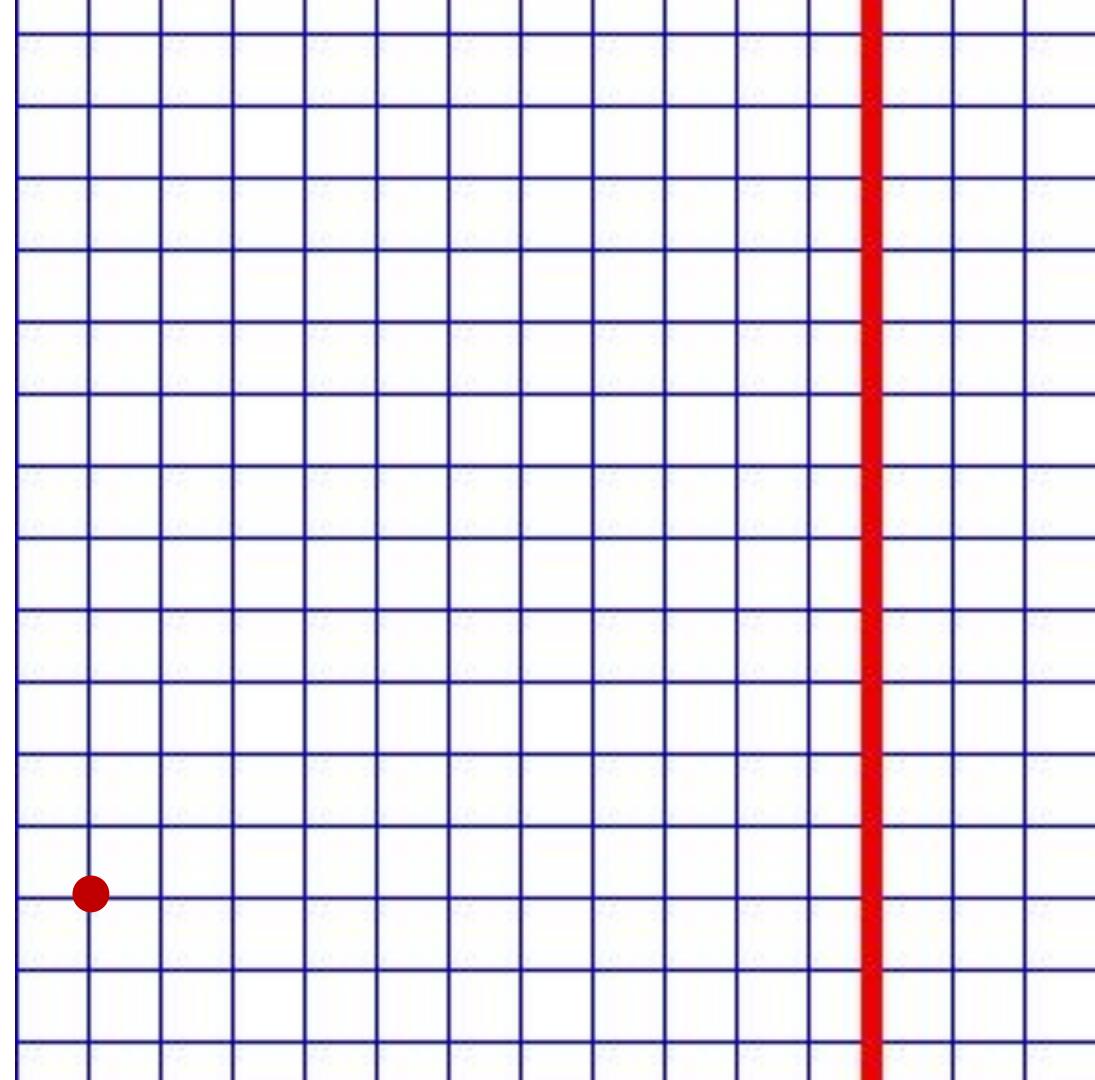
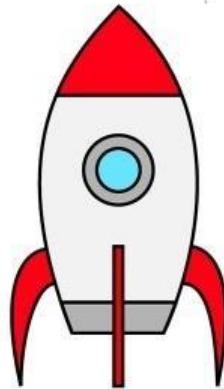
Math

?

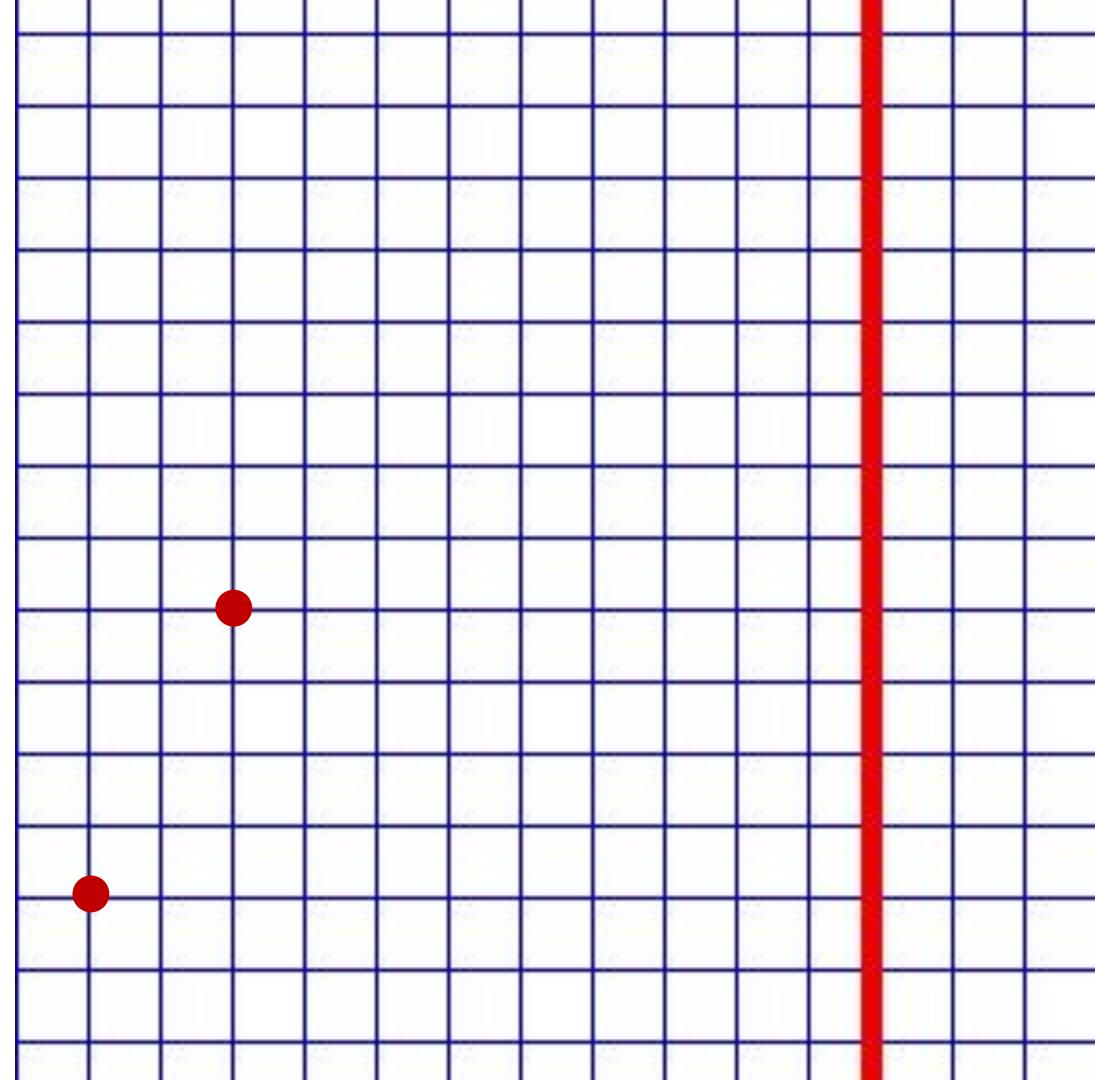
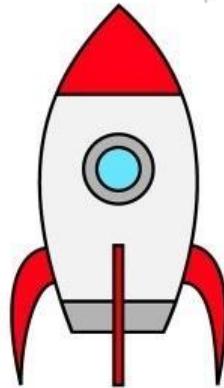
Вектор – это способ задать направление.



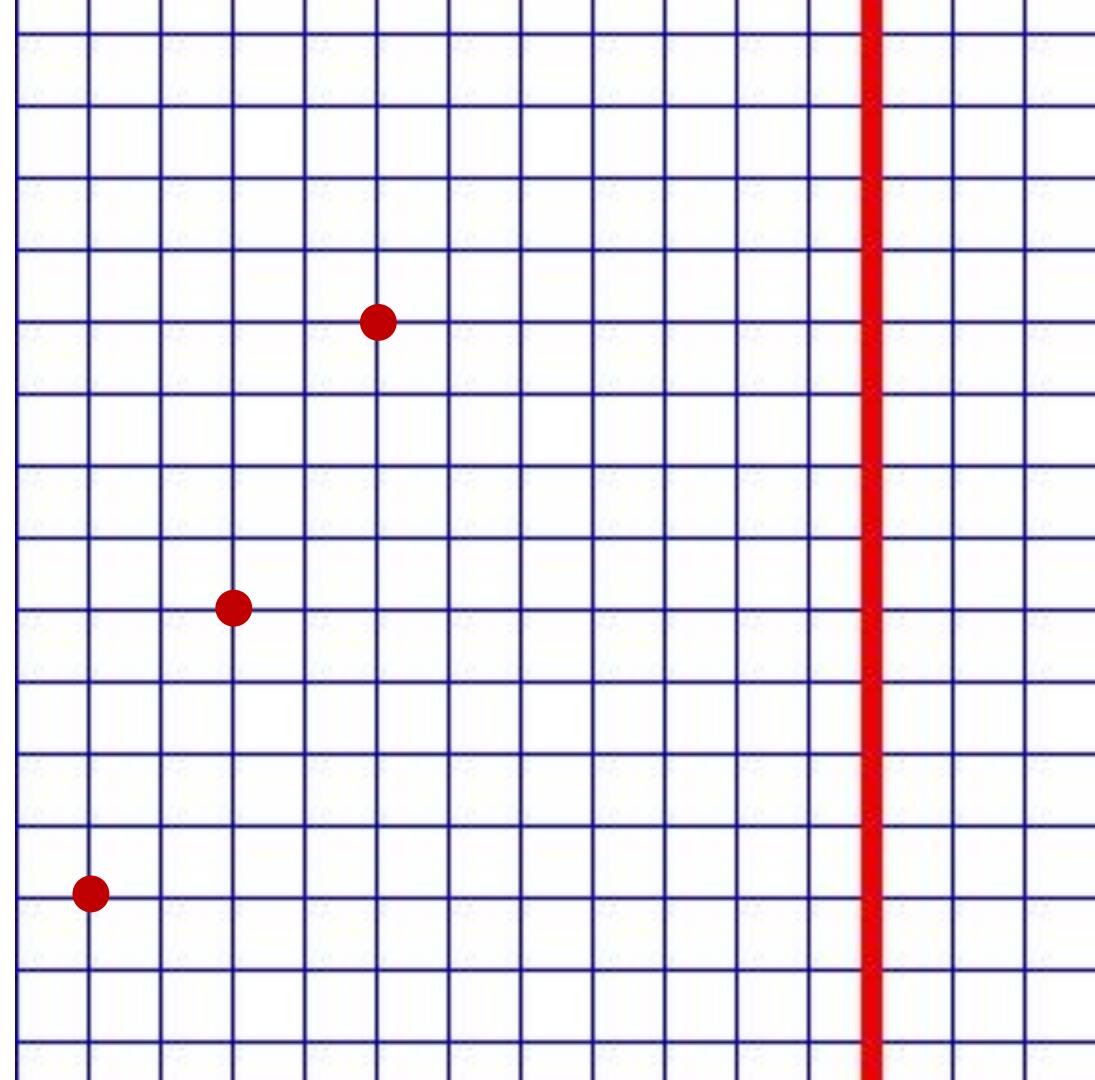
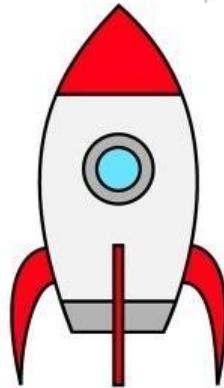
Вектор – это способ задать направление.



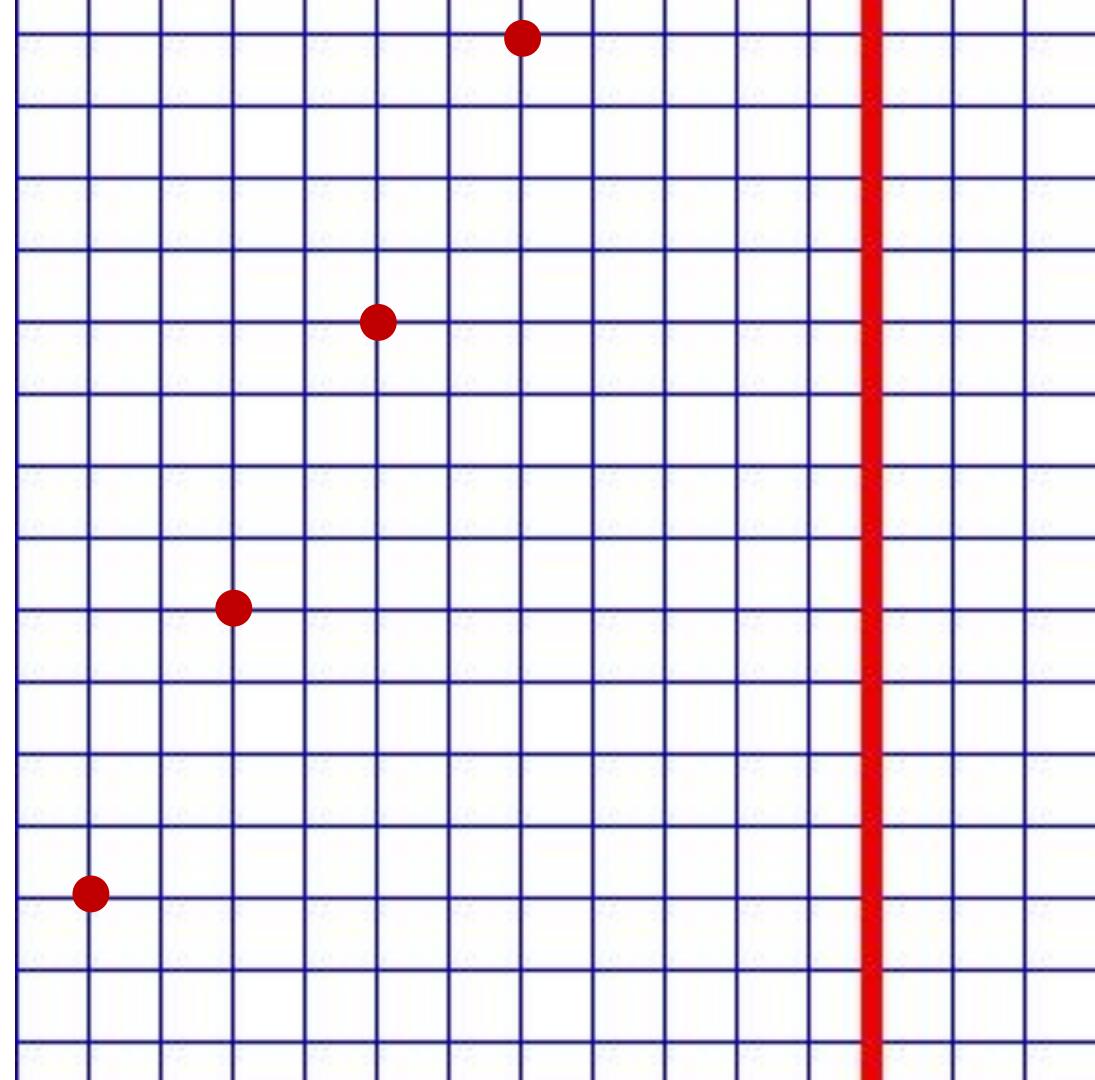
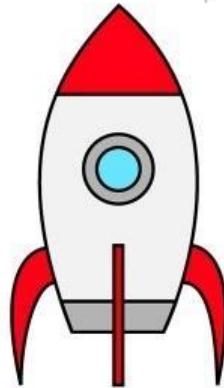
Вектор – это способ задать направление.



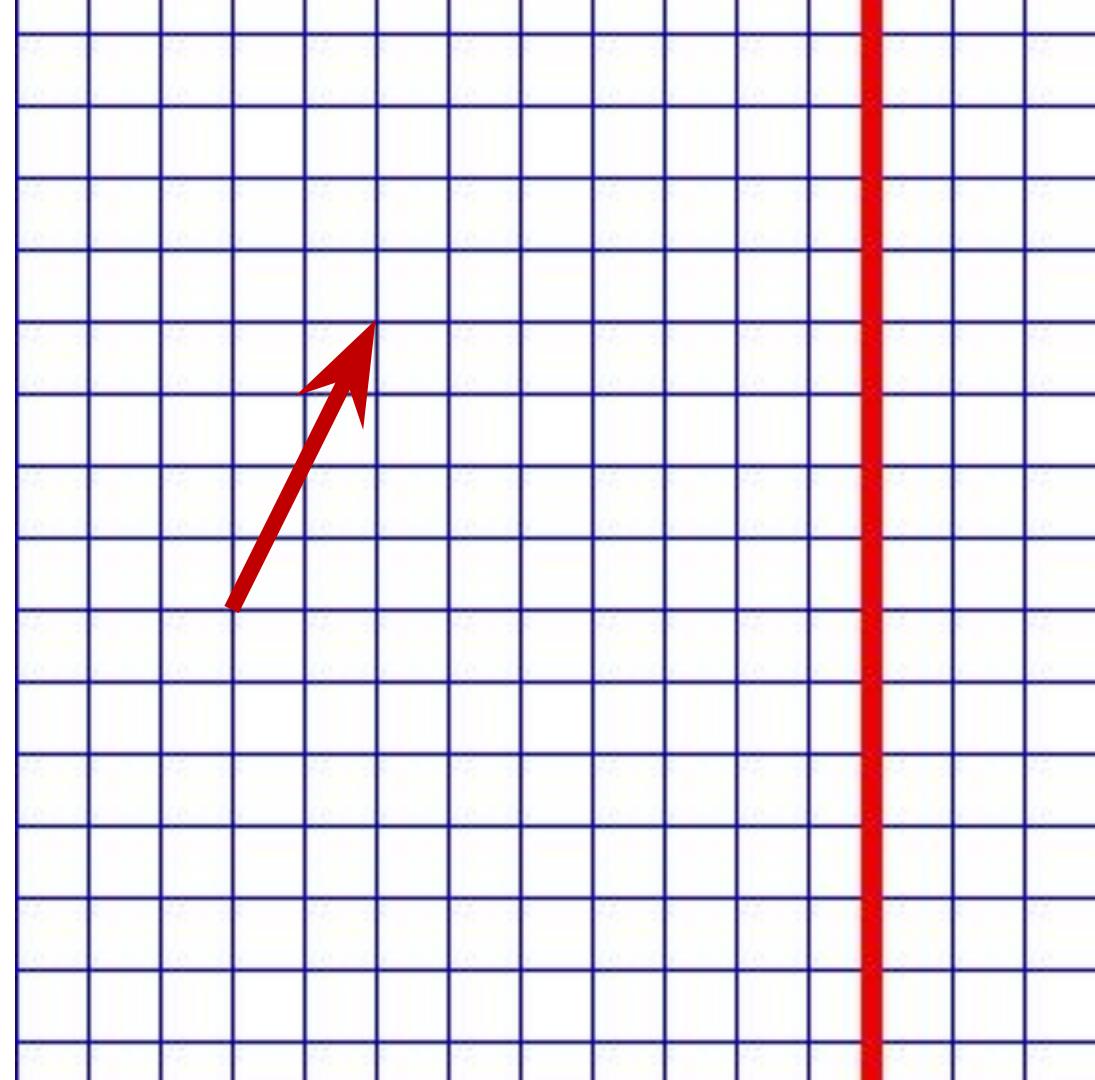
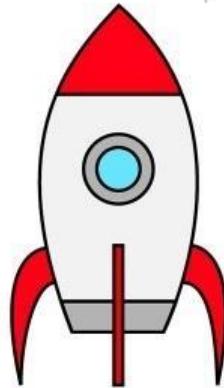
Вектор – это способ задать направление.



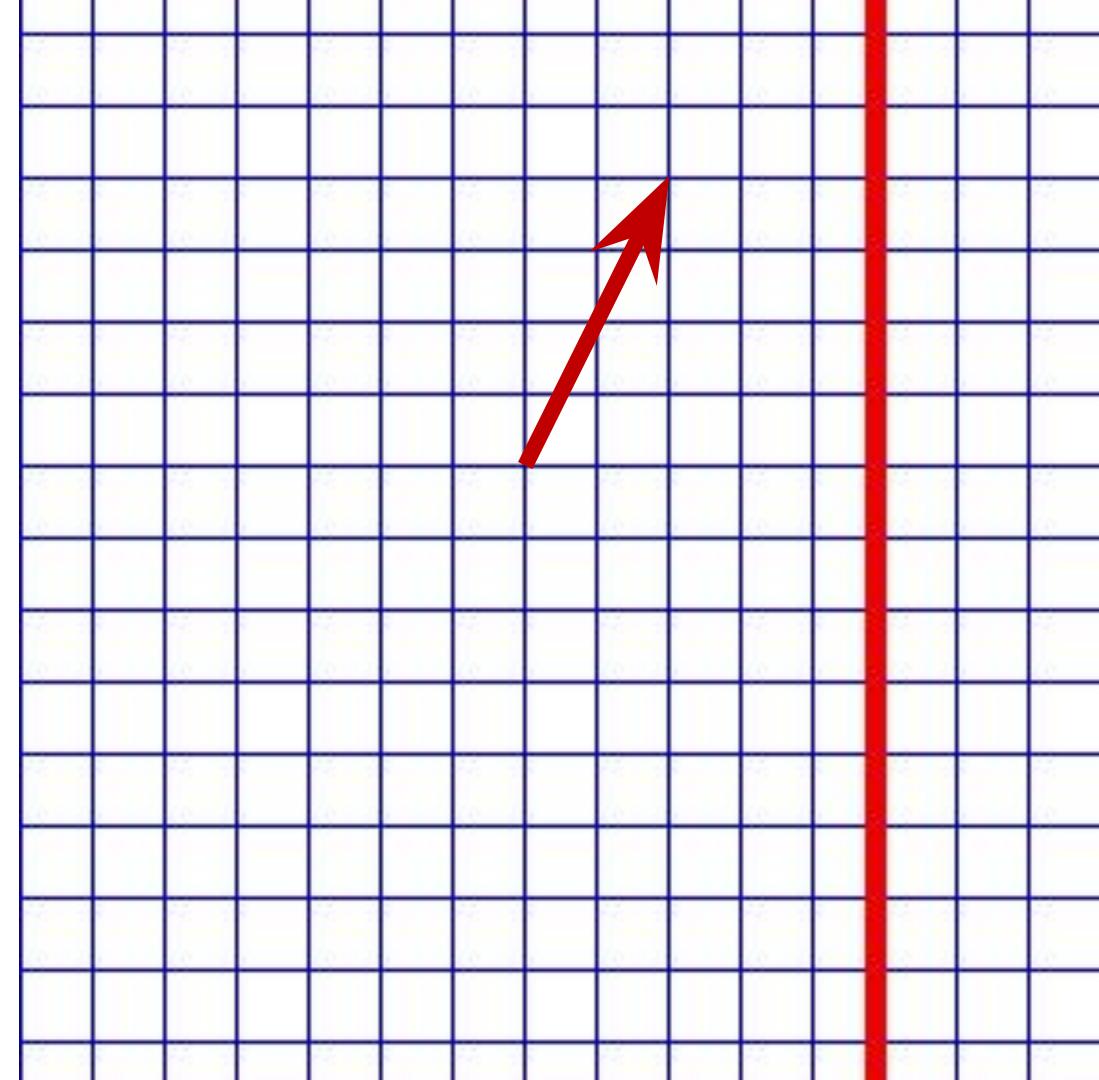
Вектор – это способ задать направление.



Вектор – это способ задать направление.

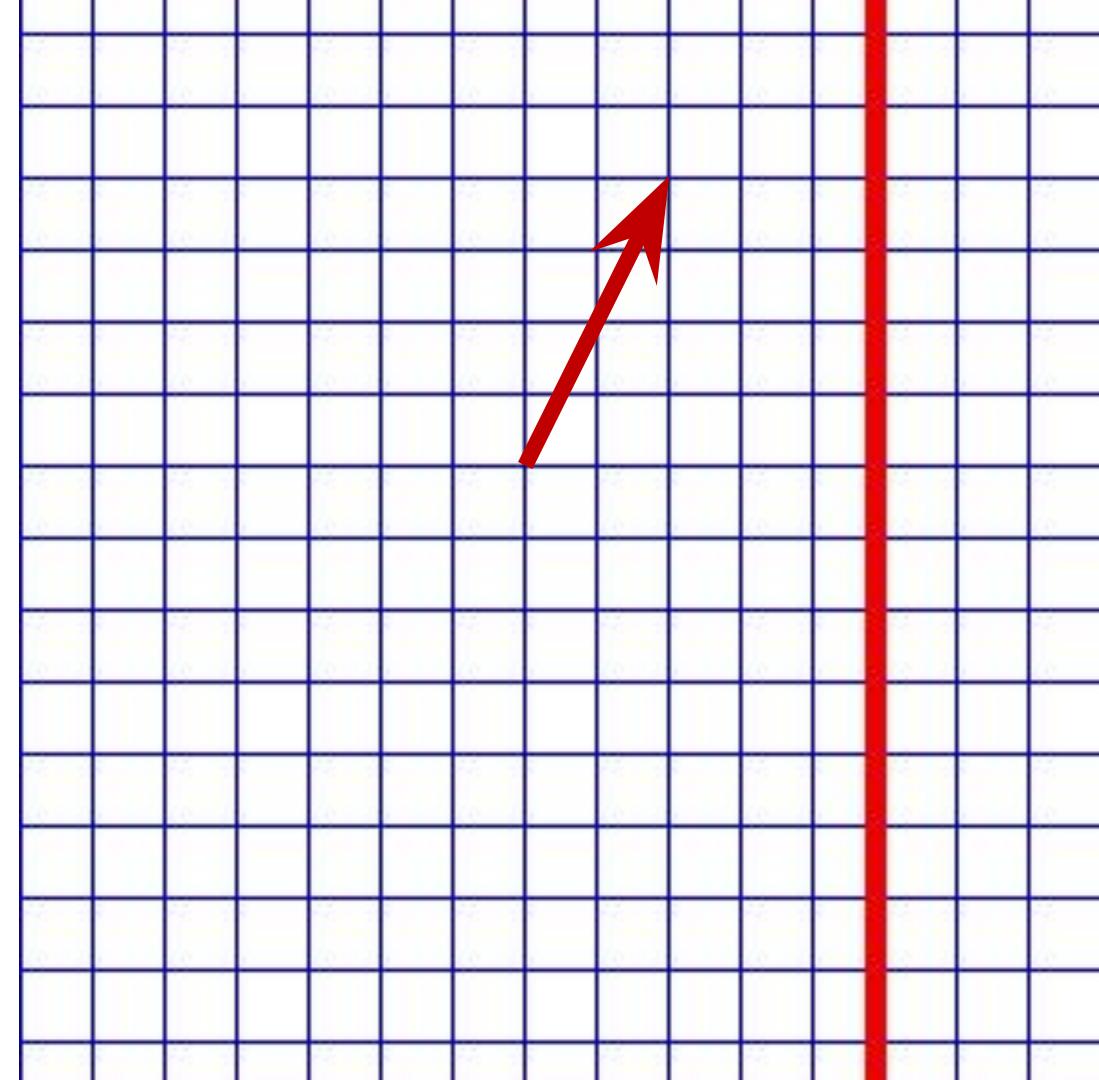


Вектор «не прикреплён» к конкретной точке пространства. Он задает только направление.



Способы описания вектора

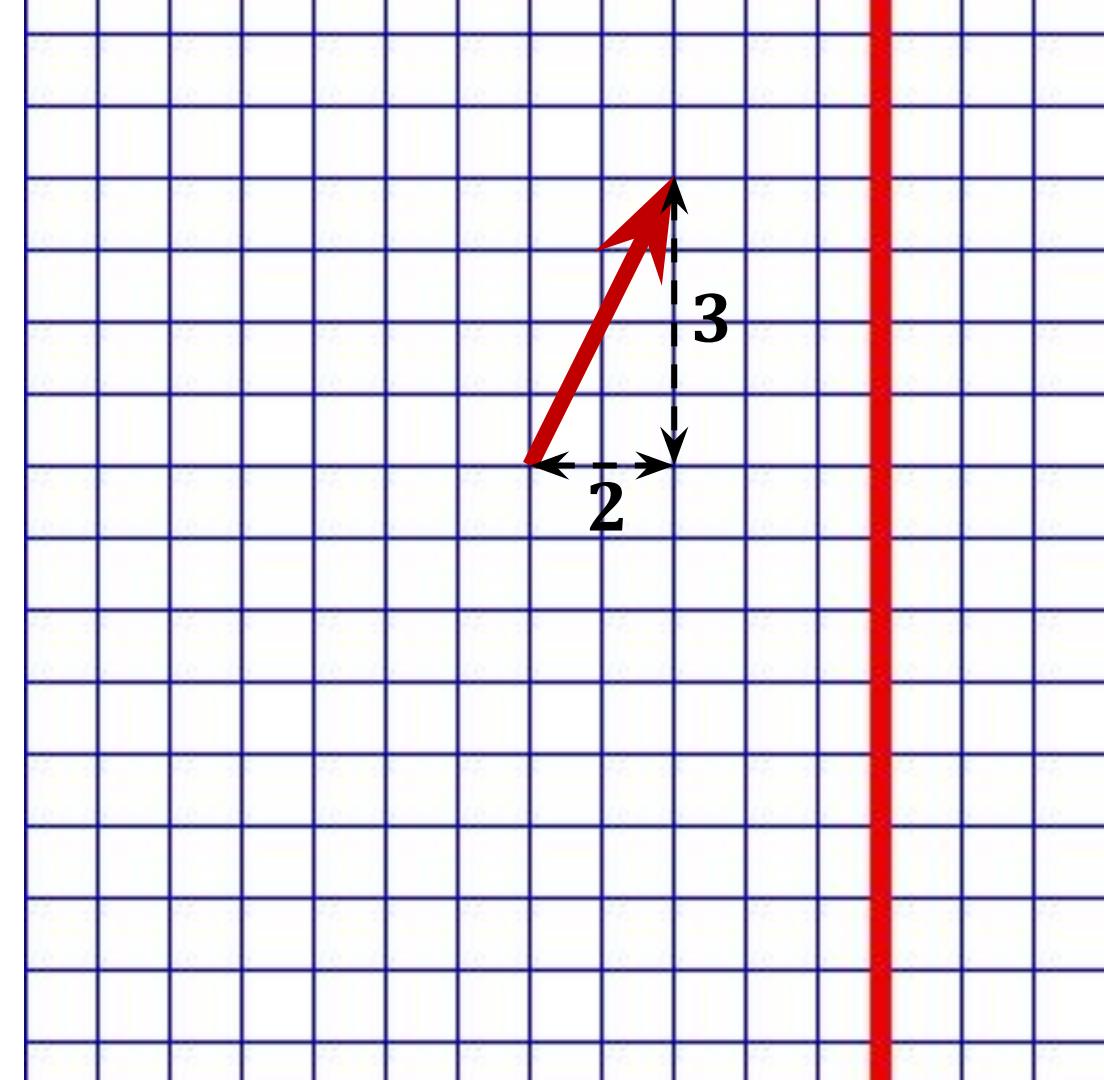
*... когда нет возможности
передать изображение*



Способы описания вектора

1. На сколько сдвигается по горизонтали и по вертикали:

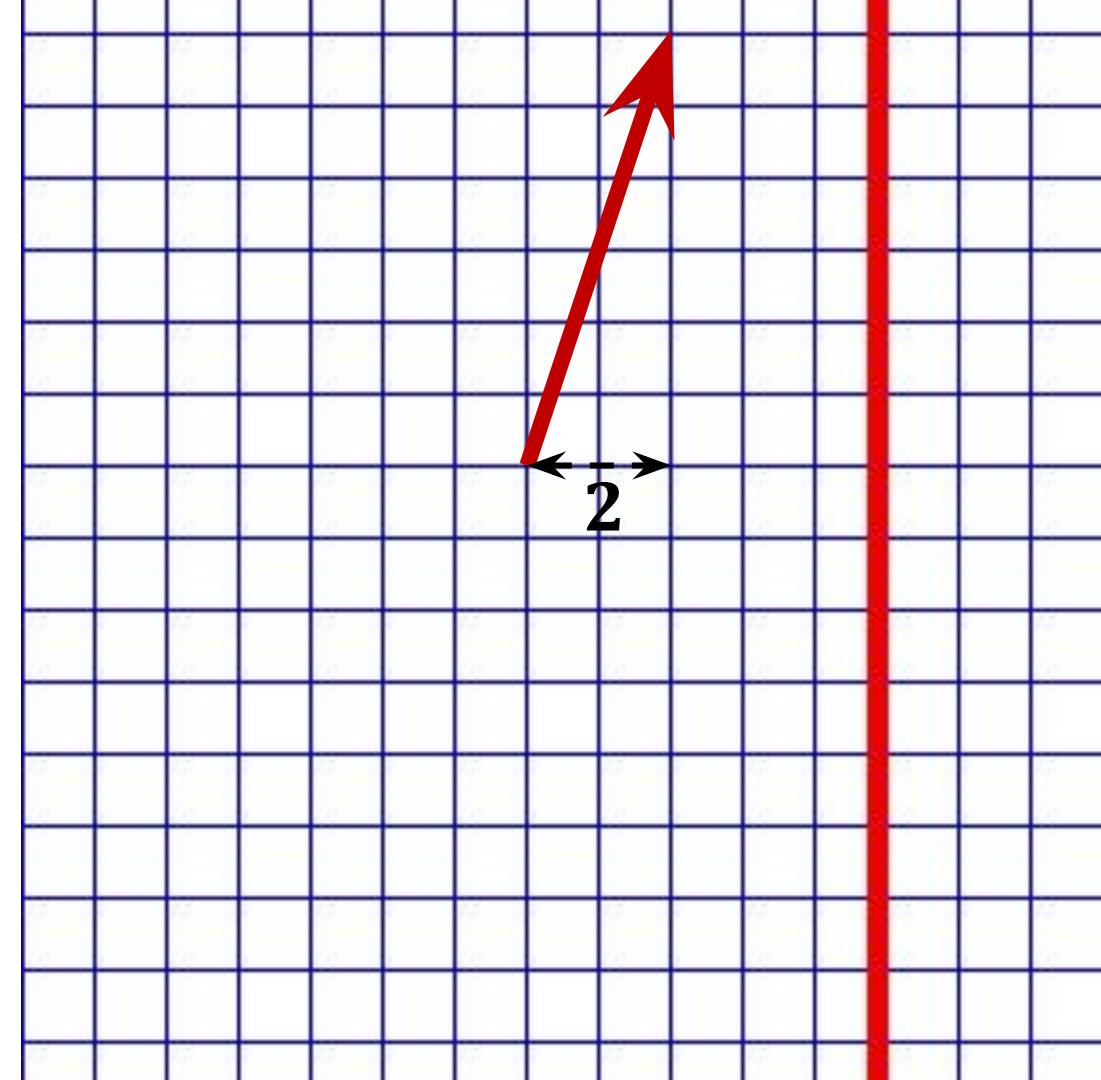
$(2, 3)$



Способы описания вектора

1. На сколько сдвигается по горизонтали и по вертикали:

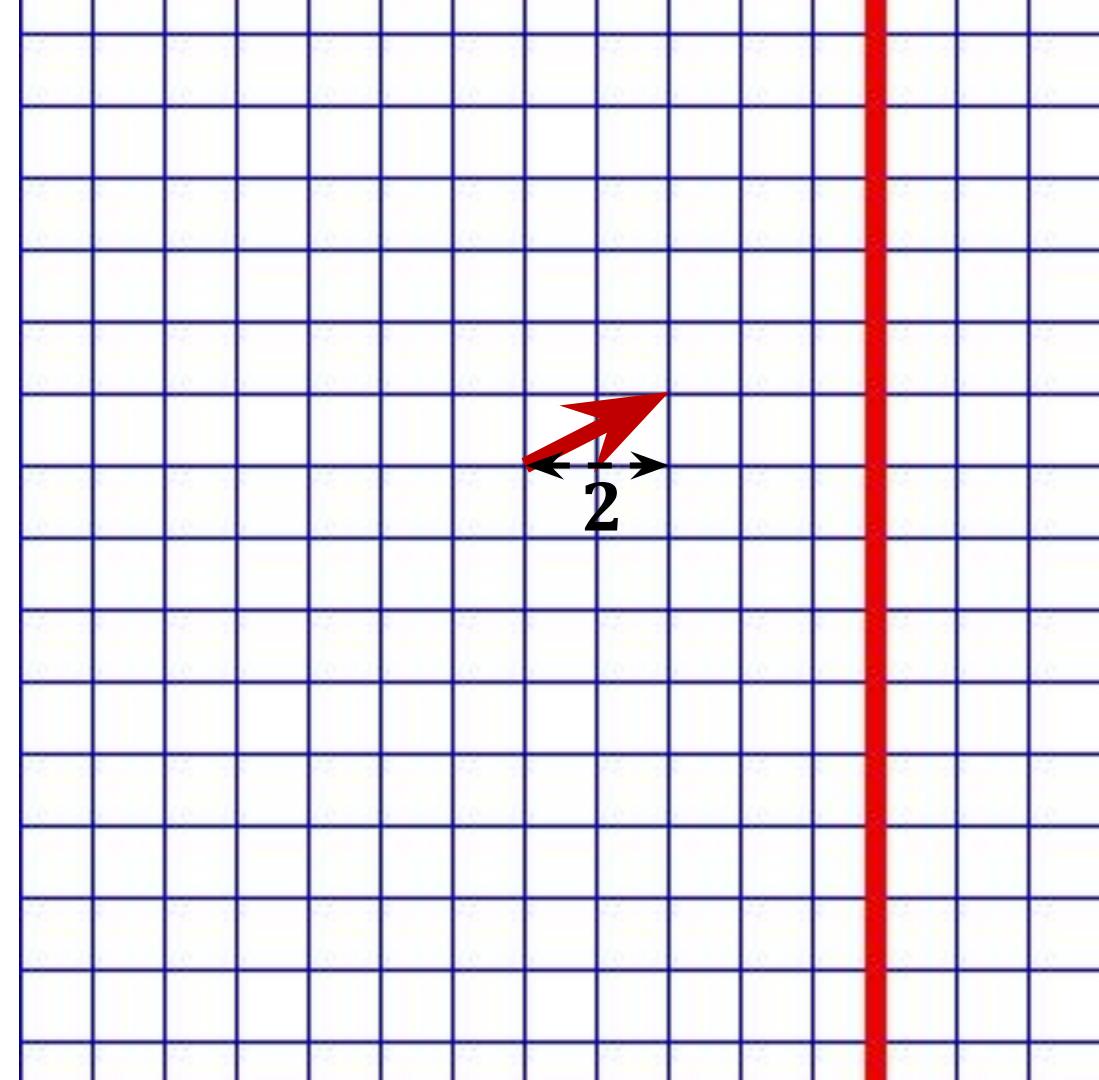
Заметим, что одного числа для описания мало



Способы описания вектора

1. На сколько сдвигается по горизонтали и по вертикали:

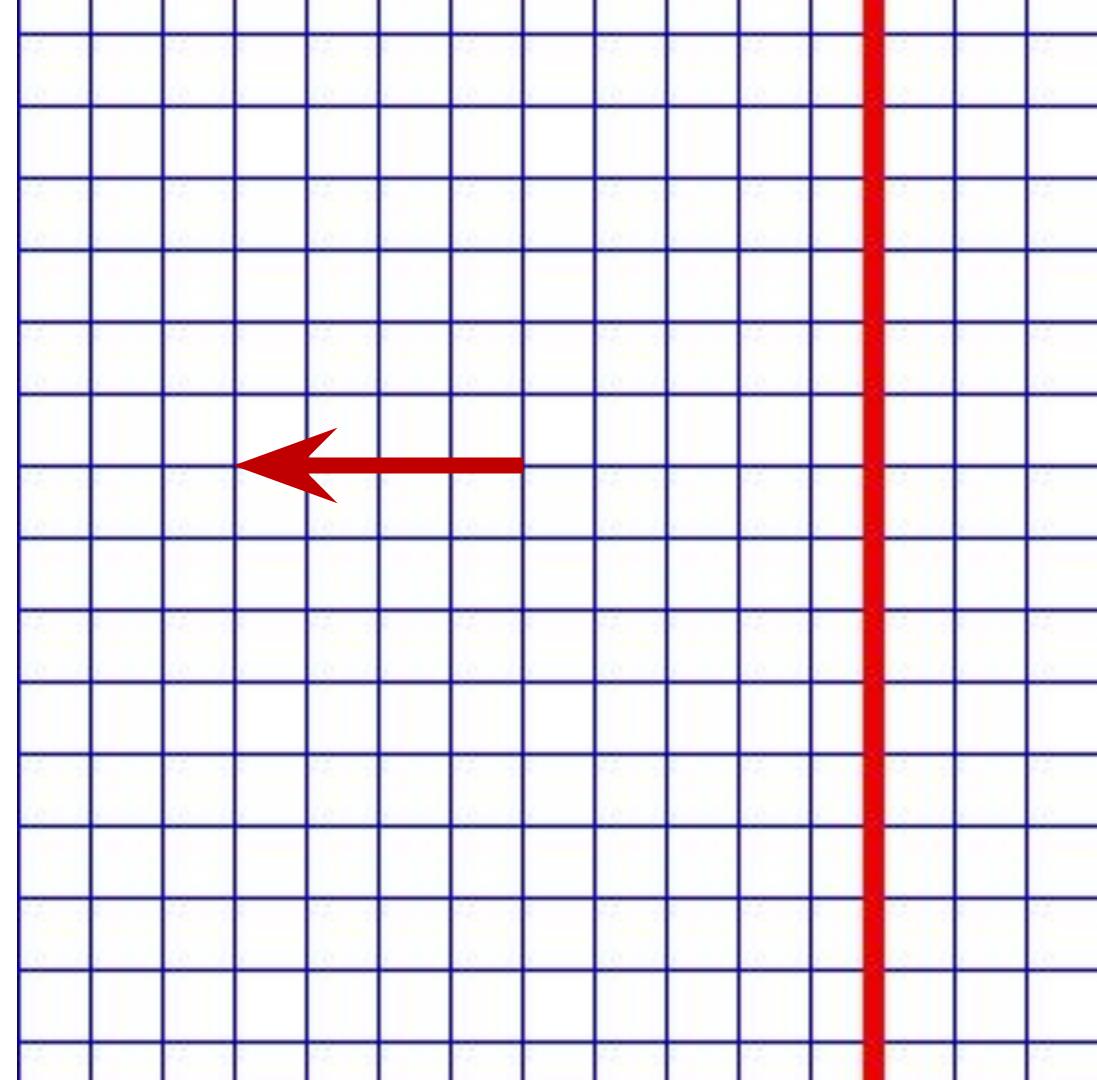
Заметим, что одного числа для описания мало



Способы описания вектора

1. На сколько сдвигается по горизонтали и по вертикали:

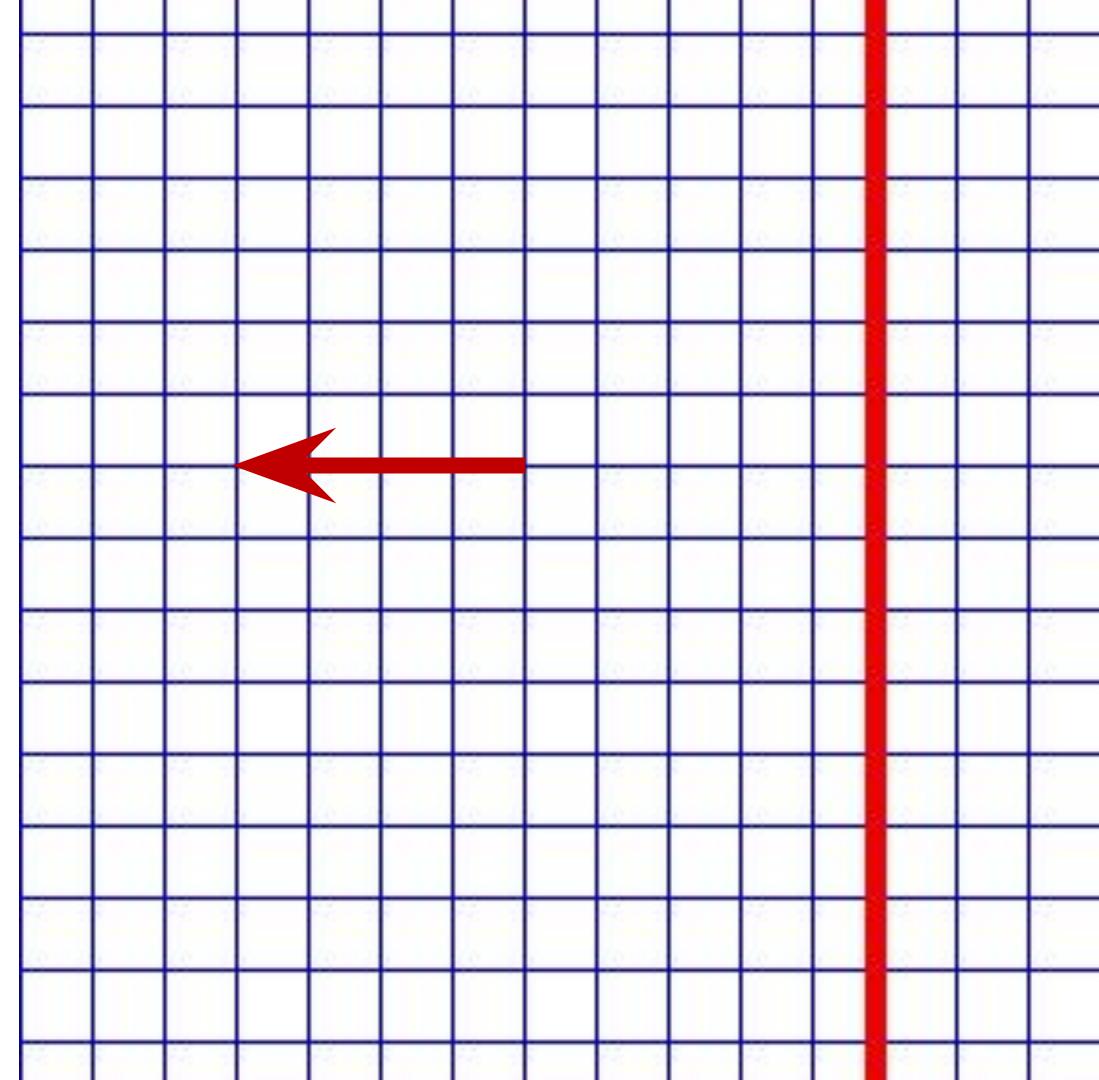
А у такого вектора?



Способы описания вектора

1. На сколько сдвигается по горизонтали и по вертикали:

$(-4, 0)$



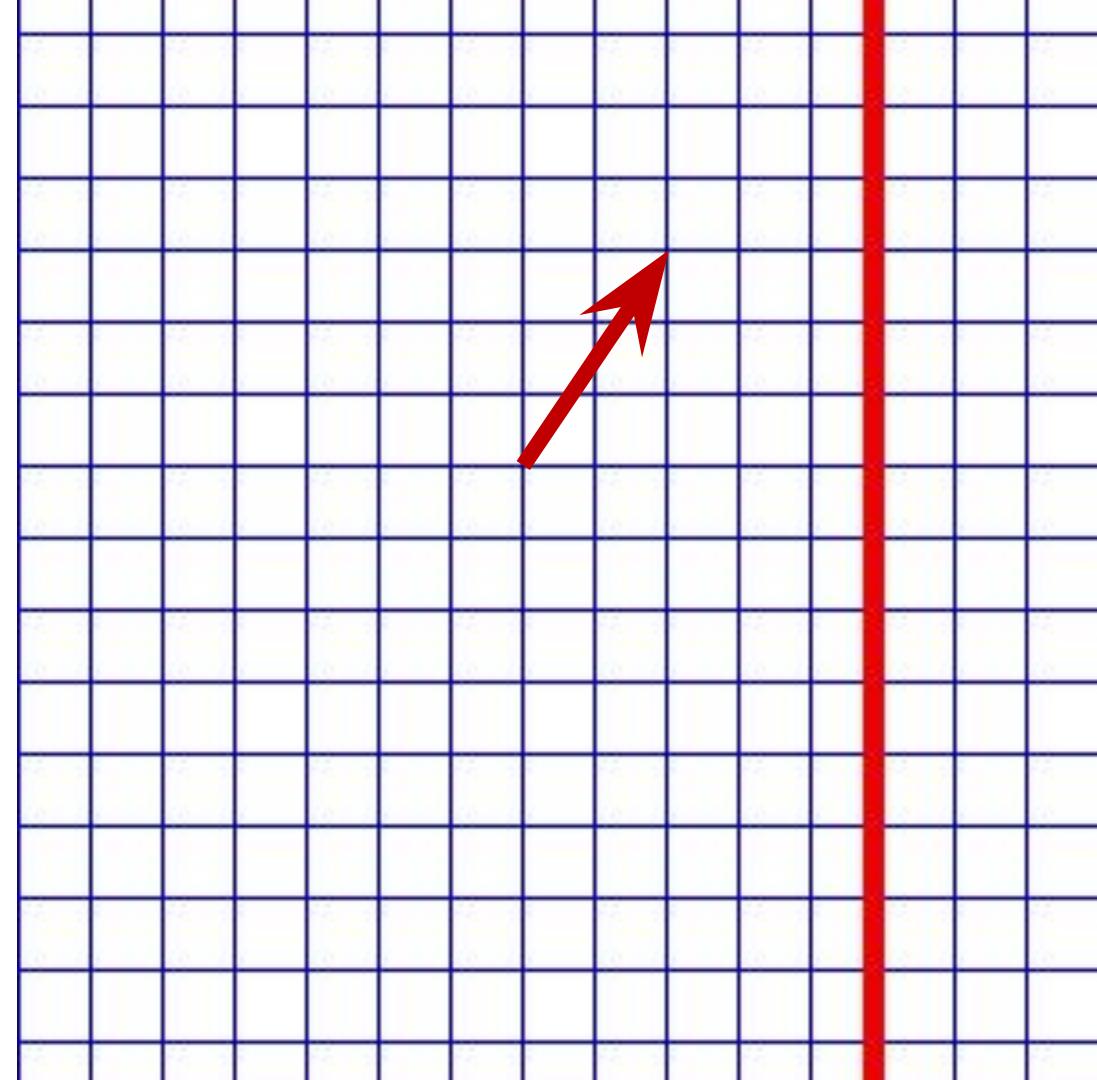
Способы описания вектора

1. На сколько сдвигается по горизонтали и по вертикали:

$(2, 3)$

Чтобы отличать от точки:

$\begin{bmatrix} 2 \\ 3 \end{bmatrix}$



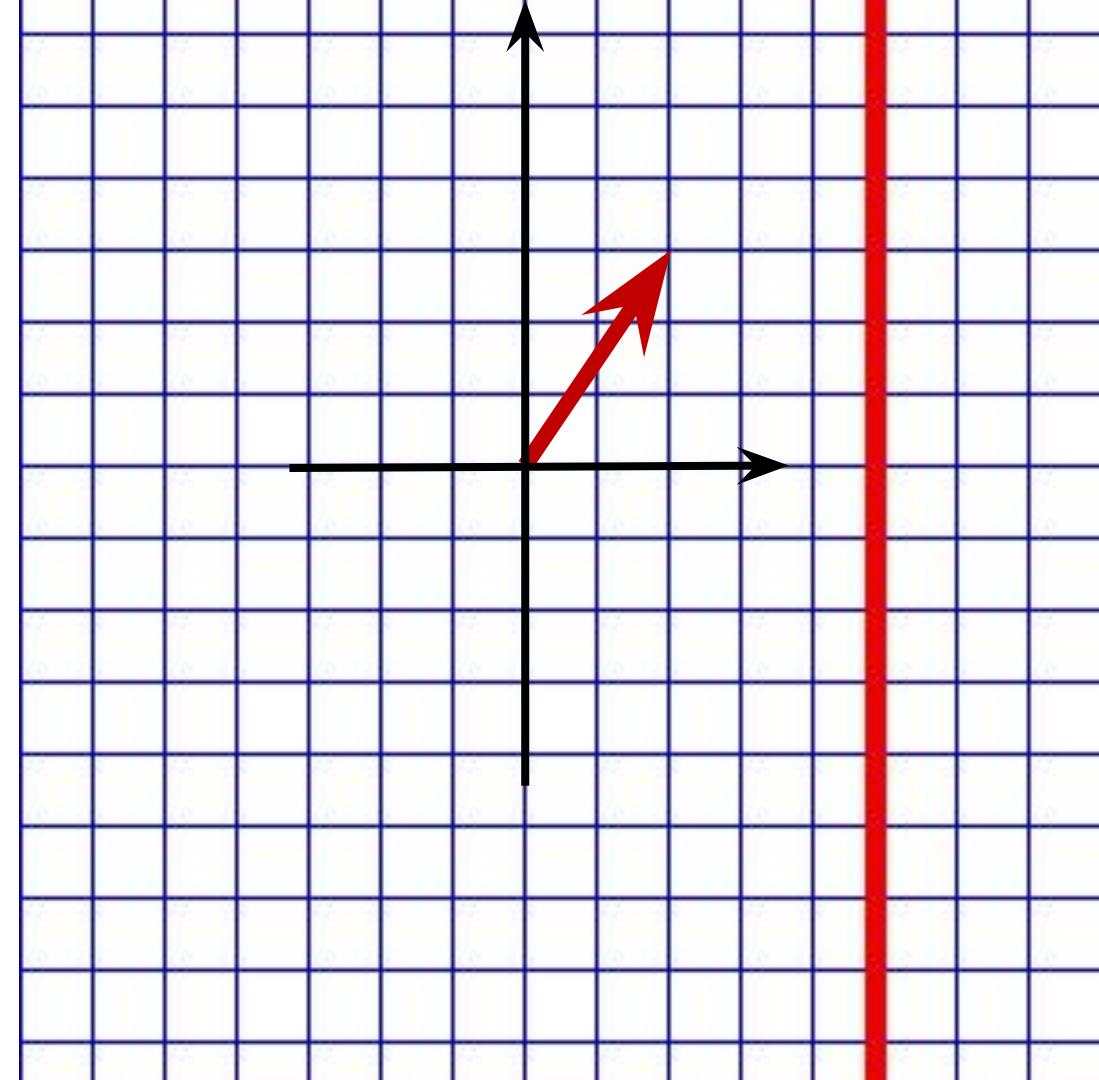
Способы описания вектора

1. На сколько сдвигается по горизонтали и по вертикали:

$(2, 3)$

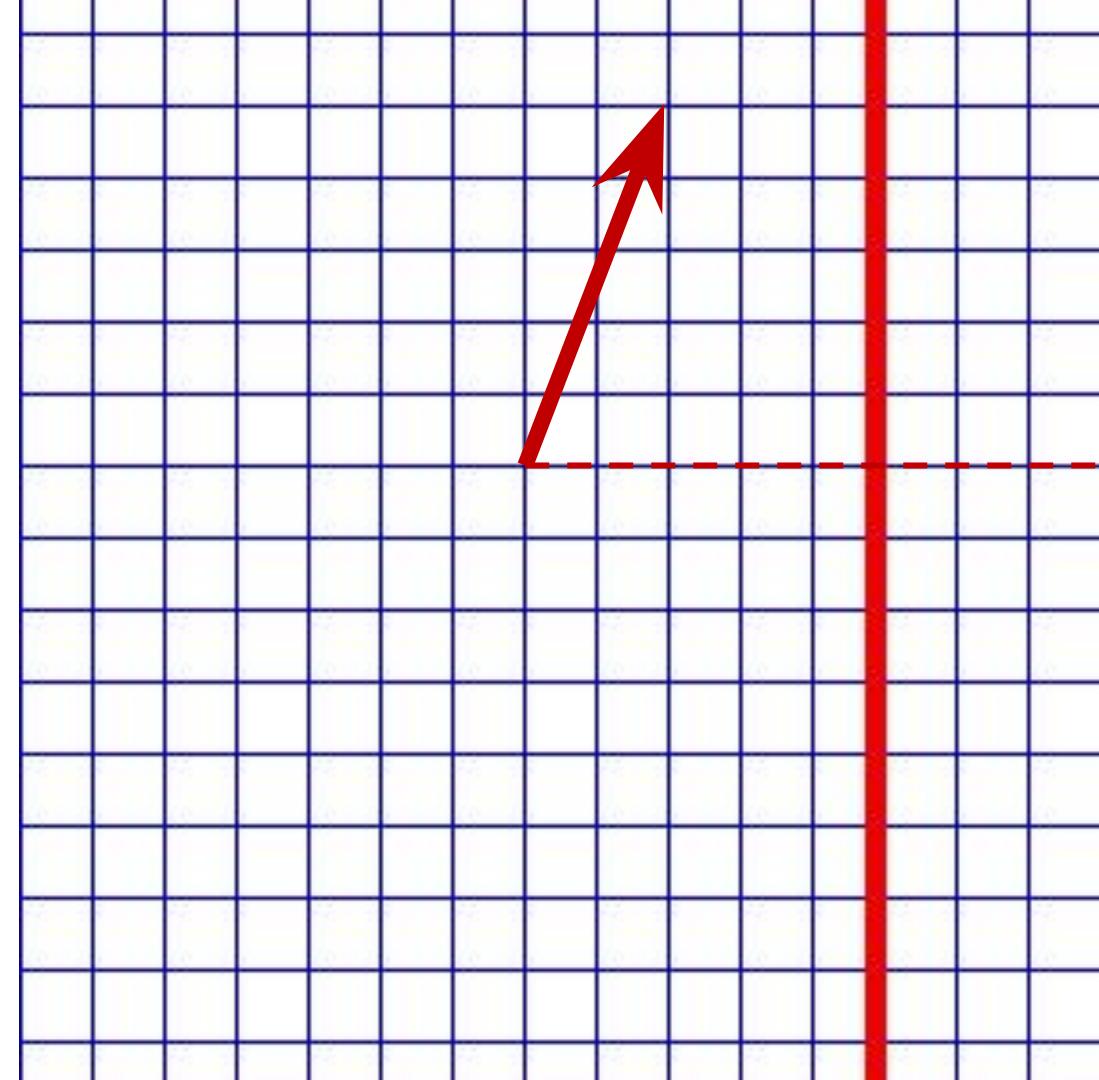
Чтобы отличать от точки:

$\begin{bmatrix} 2 \\ 3 \end{bmatrix}$



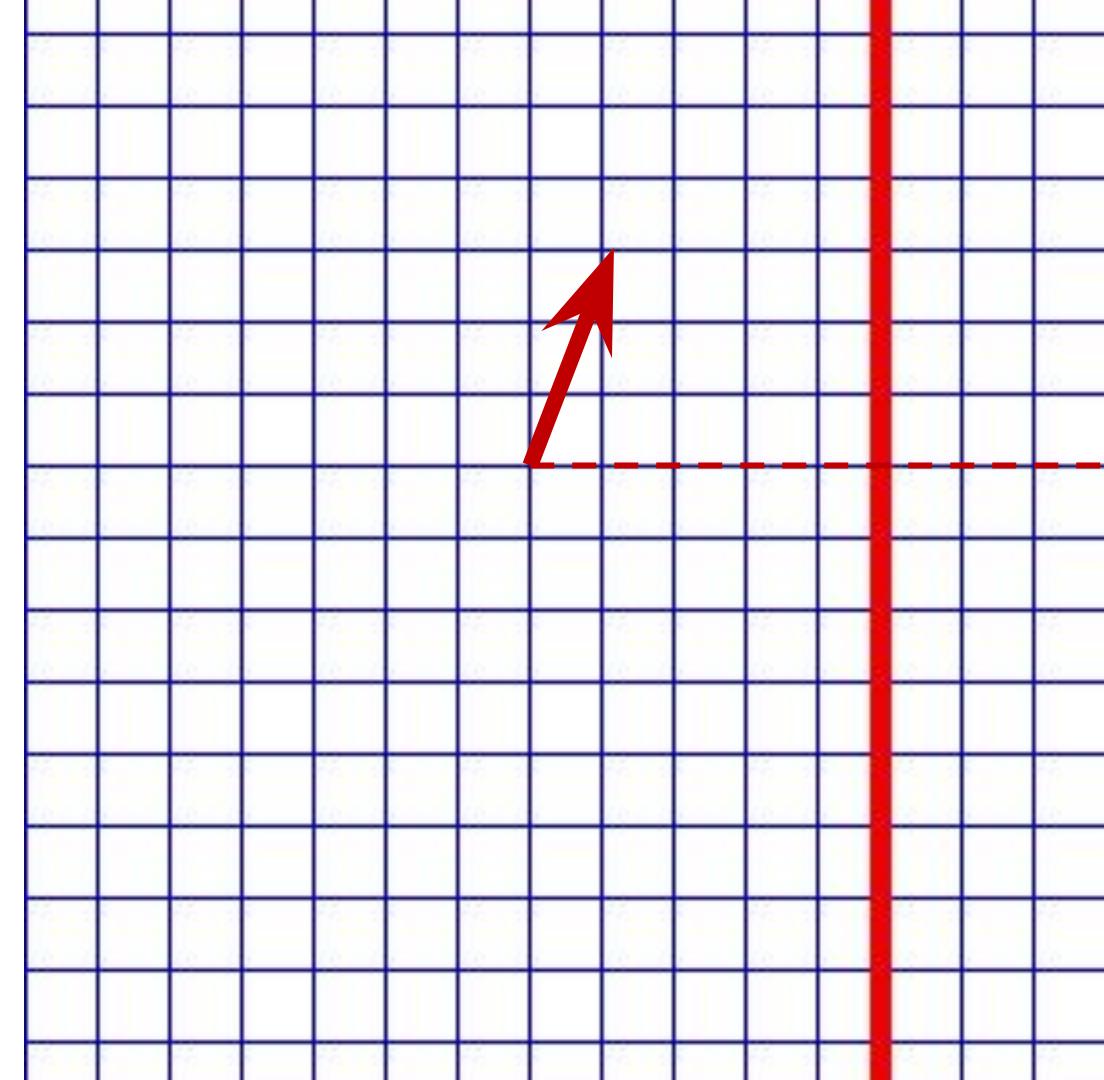
Способы описания вектора

1. На сколько сдвигается по горизонтали и по вертикали.
2. Угол ...



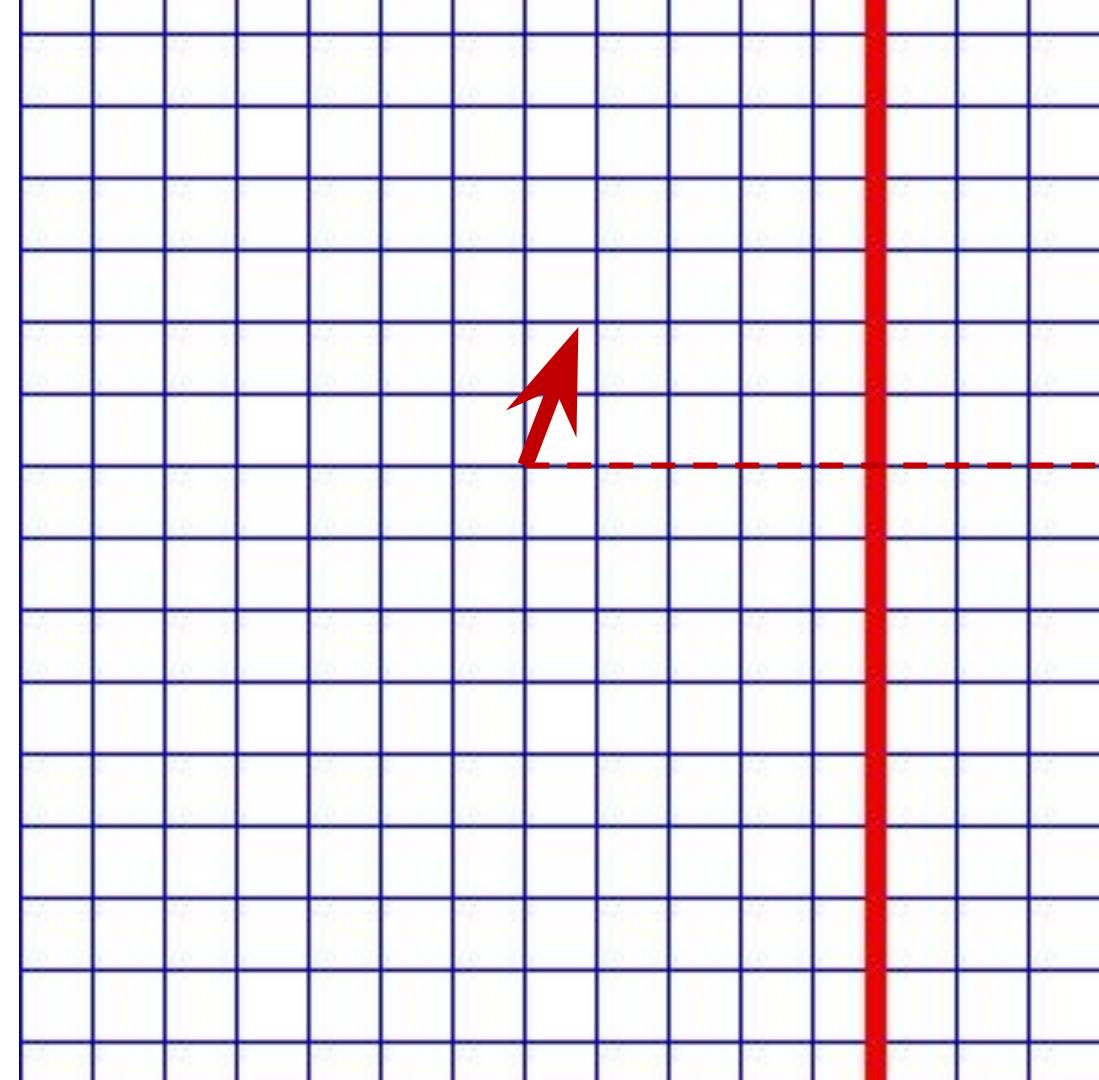
Способы описания вектора

1. На сколько сдвигается по горизонтали и по вертикали.
2. Угол ...



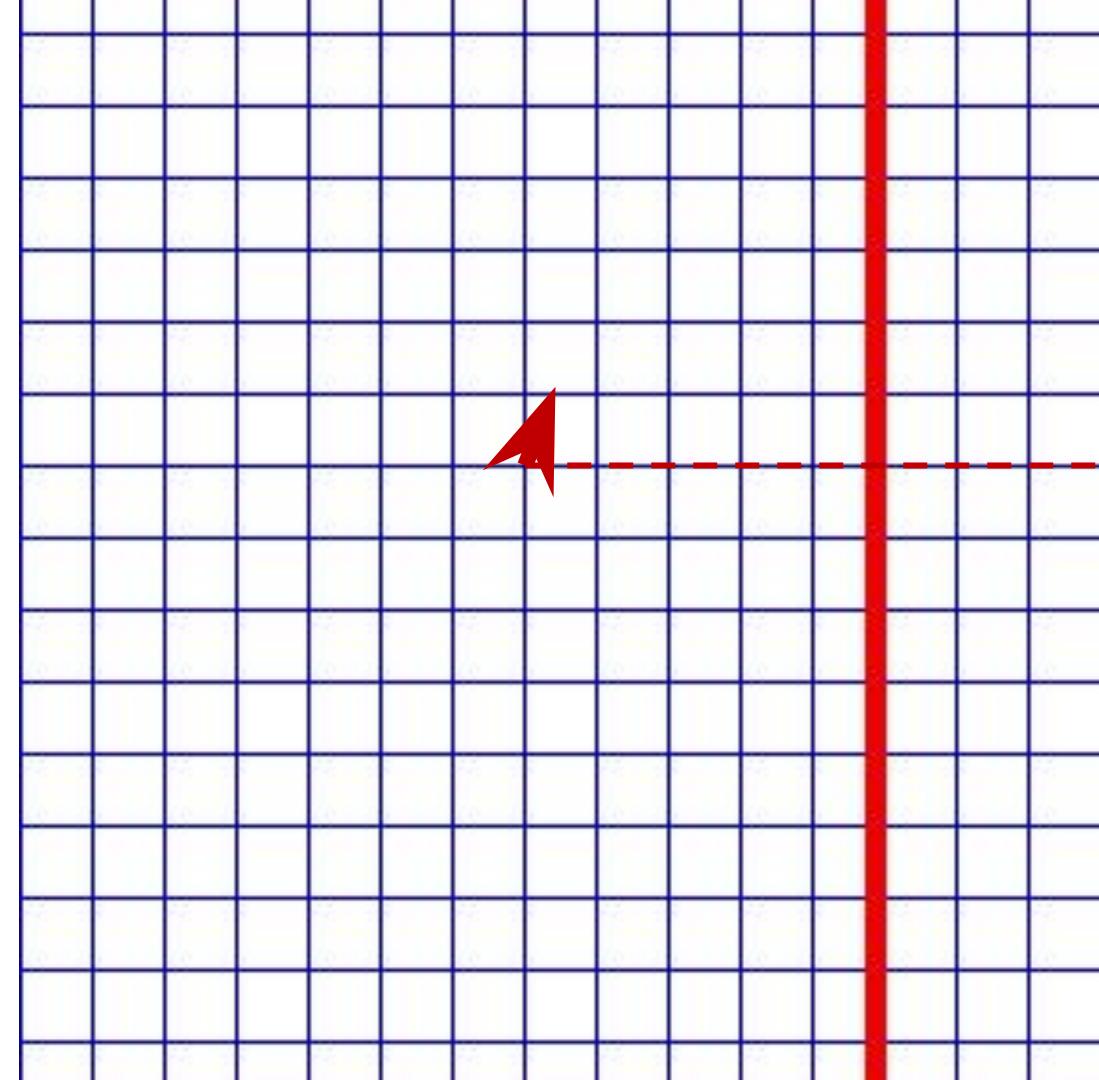
Способы описания вектора

1. На сколько сдвигается по горизонтали и по вертикали.
2. Угол ...



Способы описания вектора

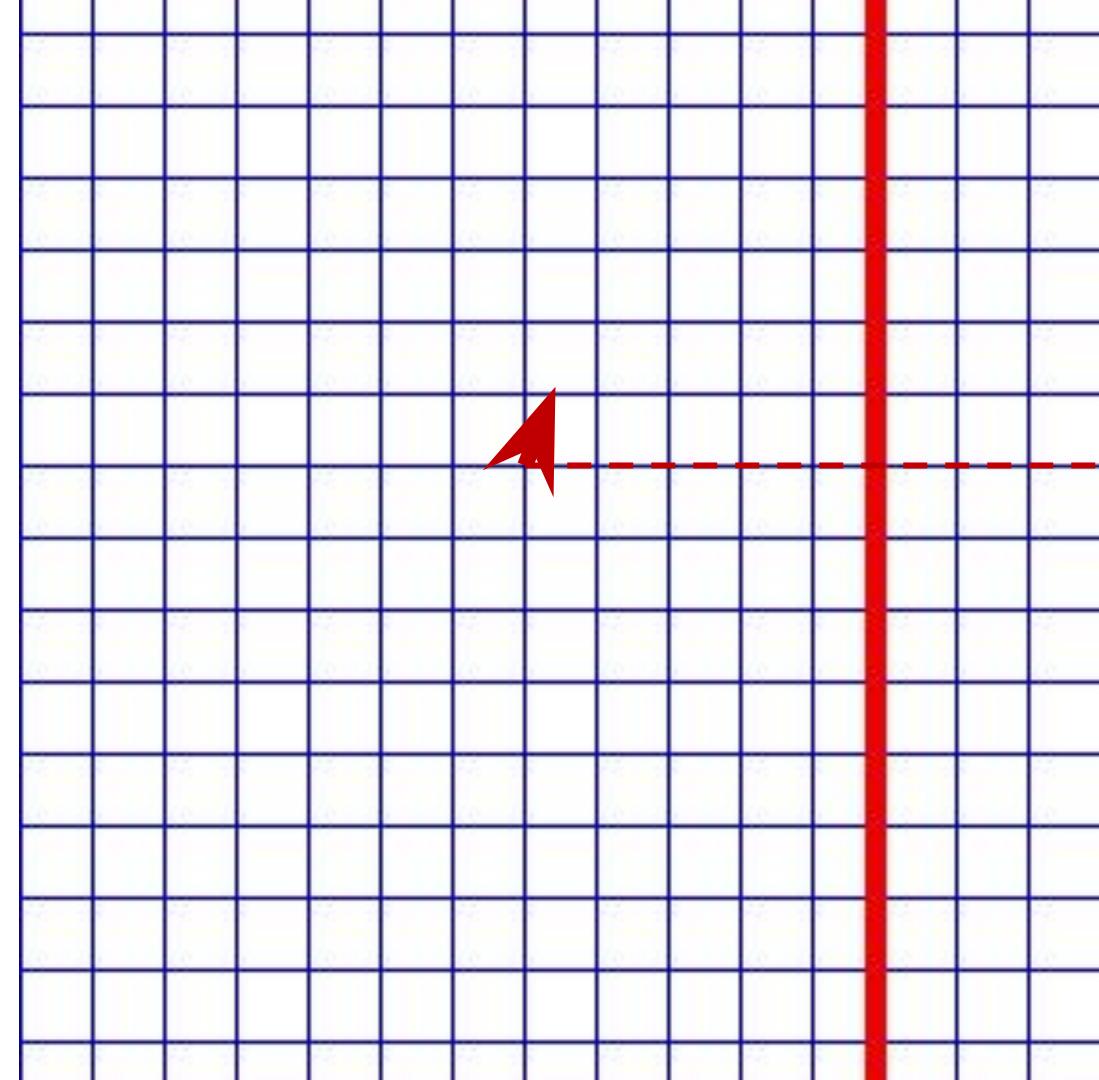
1. На сколько сдвигается по горизонтали и по вертикали.
2. Угол и длина



Способы описания вектора

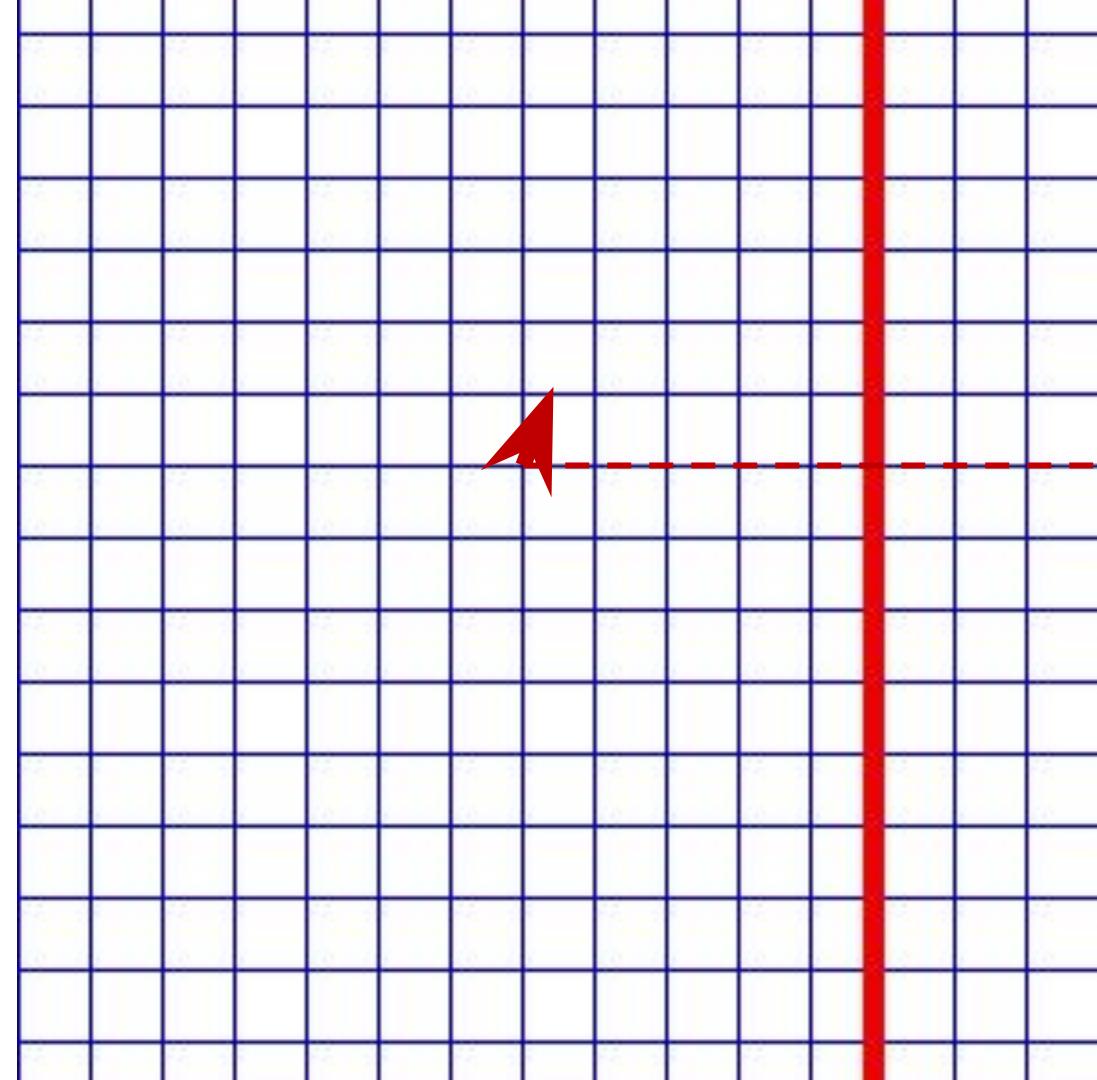
1. На сколько сдвигается по горизонтали и по вертикали.
2. Угол и длина

Тоже два числа. И меньше не получится, т.к. пространство двумерное.



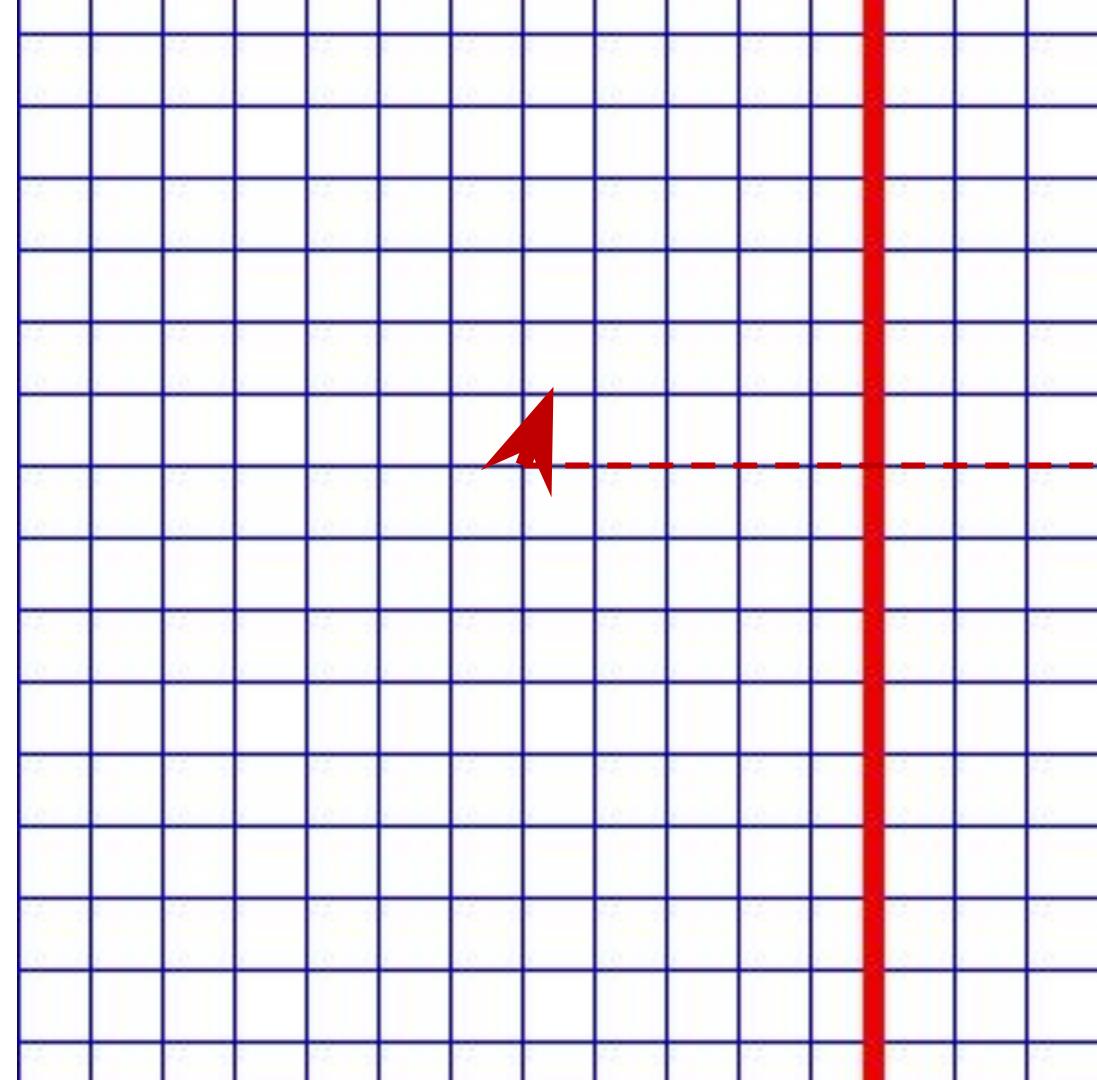
Способы описания вектора

1. *Декартова система координат.* На сколько сдвигается по горизонтали и по вертикали.
2. Угол и длина

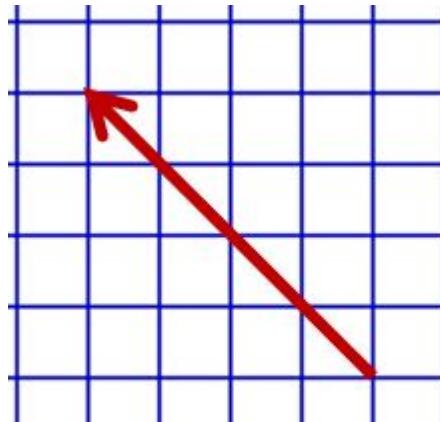


Способы описания вектора

1. *Декартова система координат.* На сколько сдвигается по горизонтали и по вертикали.
2. *Полярная система координат.* Угол и длина



Физика



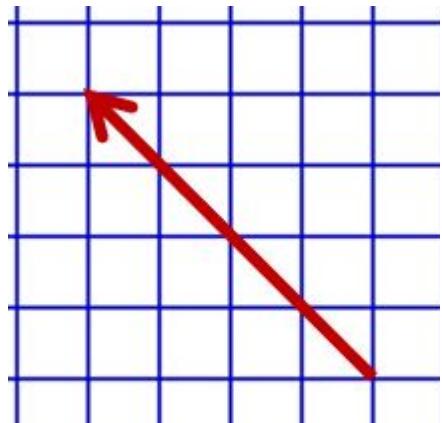
Math

?

DS

?

Физика



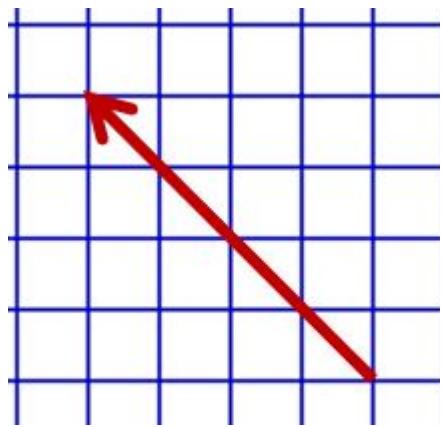
Math

$$\begin{bmatrix} -4 \\ 4 \end{bmatrix}$$

DS

?

Физика



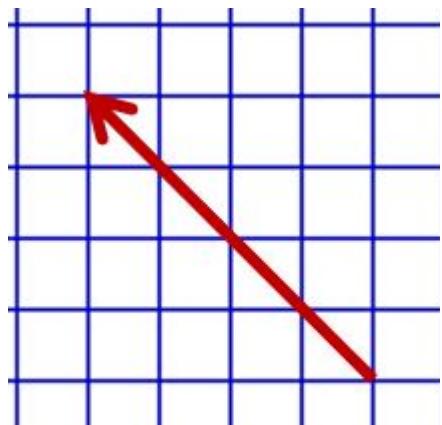
Math

$$\begin{bmatrix} -4 \\ 4 \end{bmatrix}$$

DS

| Этаж | Площадь |
|------|---------|
| -4 | 4 |

Физика

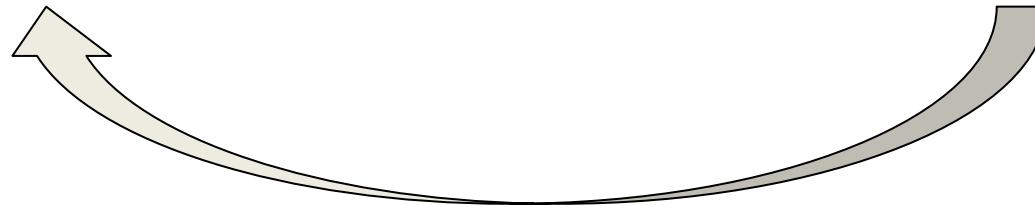


Math

$$\begin{bmatrix} -4 \\ 4 \end{bmatrix}$$

DS

| Этаж | Площадь |
|------|---------|
| -4 | 4 |



Операции

1. Сложение
2. Умножение на число

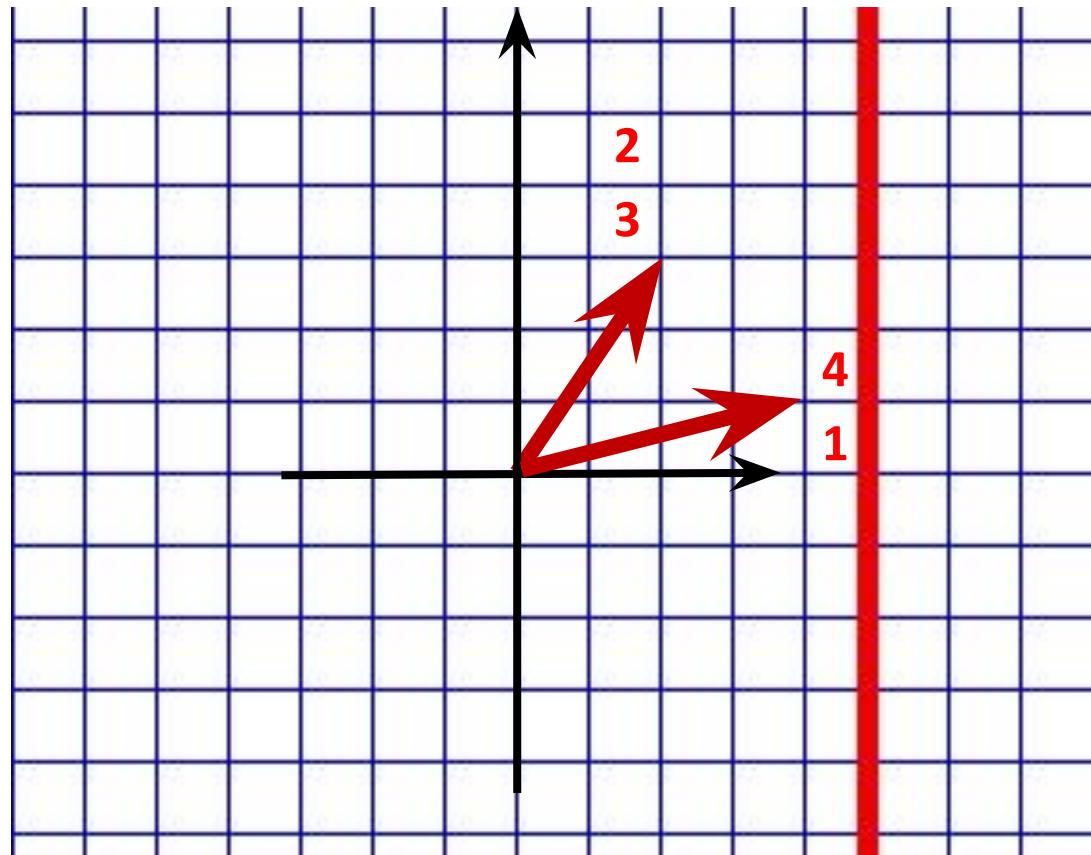
https://youtu.be/TJGH_5VMAL4

4:47 - 5:44

6:02 - 8:07

Операции

1. Сложение



Операции

1. Сложение
2. Умножение на число

А вычитание?

Операции

1. Сложение
2. Умножение на число

А вычитание?

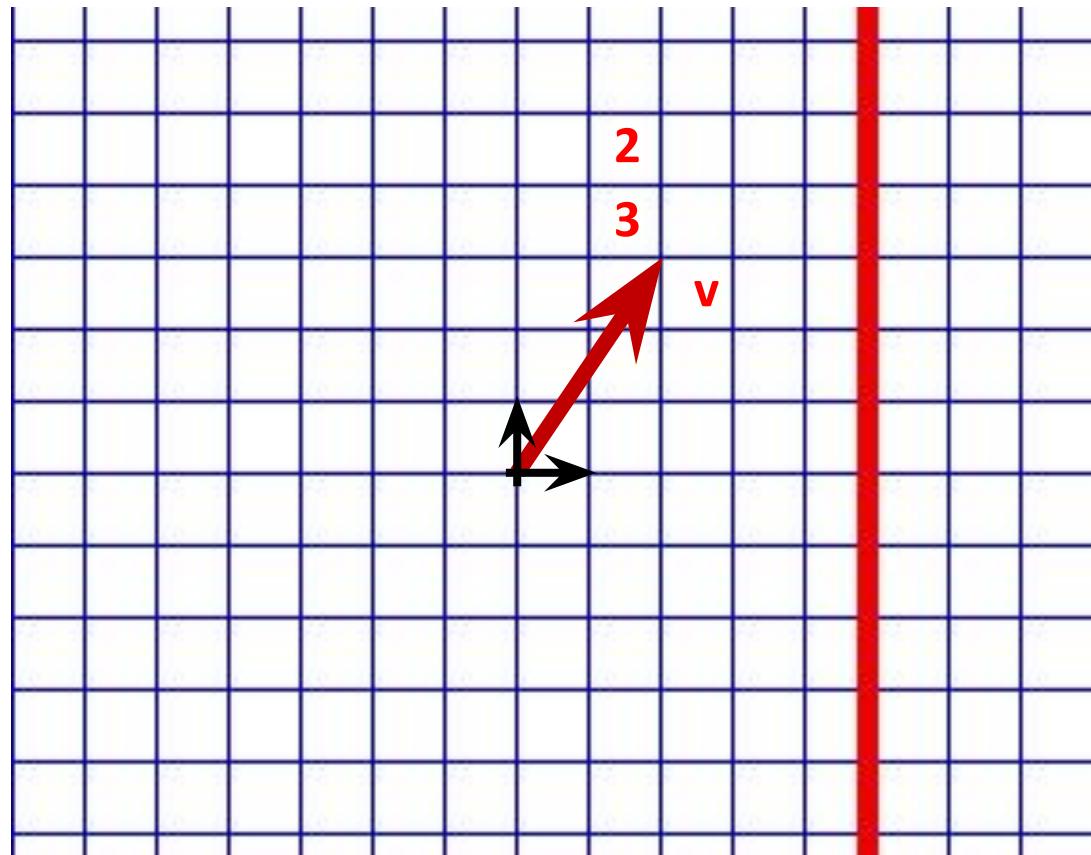
А как описать числами поворот?

Система координат

$$\bar{i} = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\bar{j} = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\bar{v} = 2\bar{i} + 3\bar{j}$$



Резюме

<https://youtu.be/gMsQWoVG3Ao>

0:50 - 3:45

Списки vs. Массивы



Структуры данных

| Массив | Список |
|----------------------------|--------|
| Фиксированного размера | |
| Один тип | |
| Непрерывная область памяти | |
| | |

```
int Numbers[5];
```

```
numbers: List
```

```
String Names[2] = {"Anna", "Akakij"};
```

```
names = ["Anna", 5]
```

NumPy



Зачем?

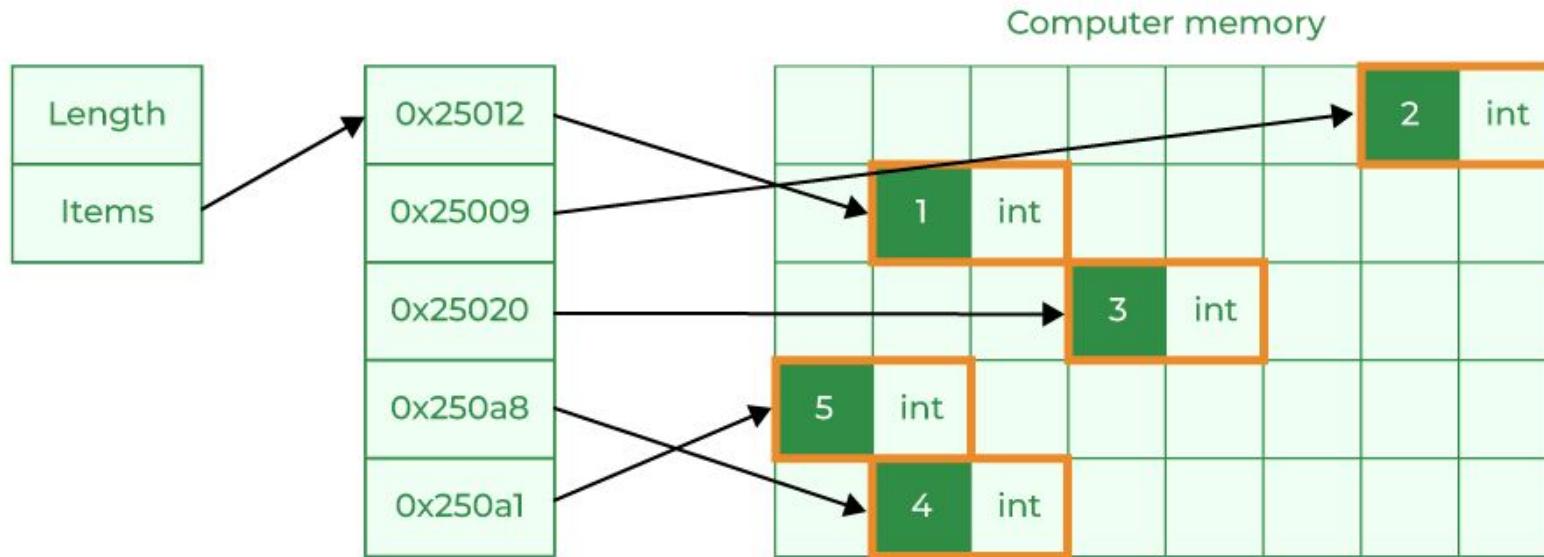
Массивы NumPy:

1. Быстрее и компактнее, чем списки Python
2. Потребляет меньше памяти



Хранение

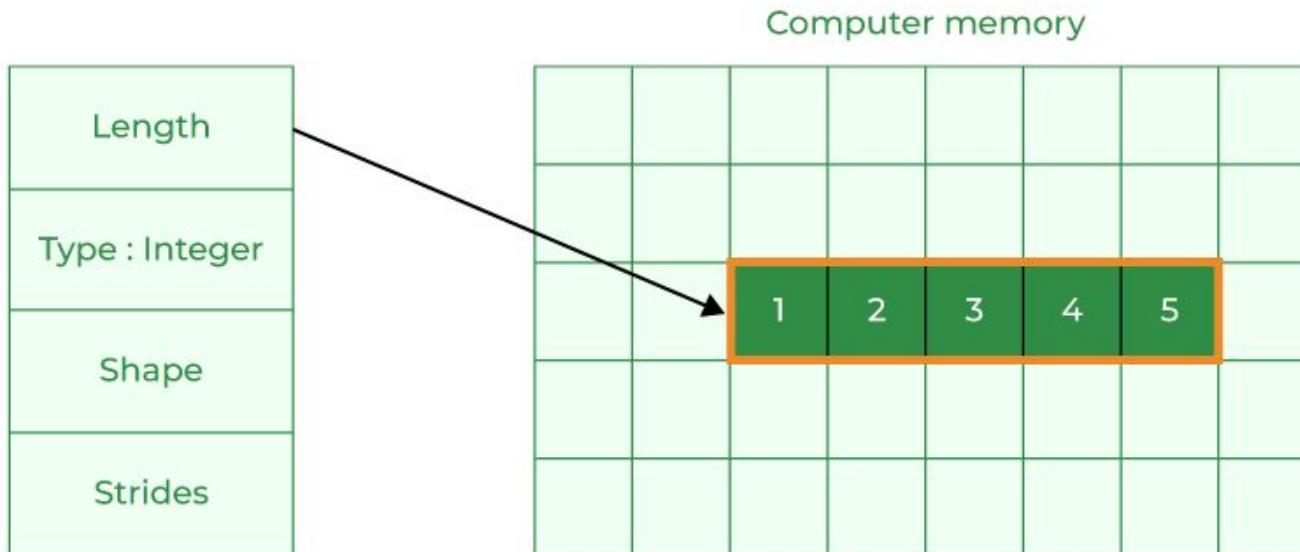
Python List





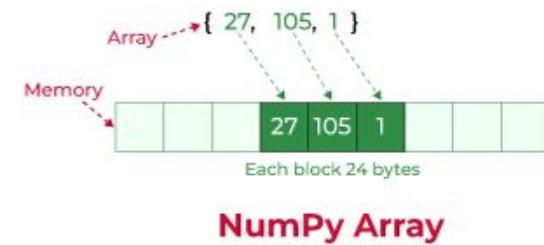
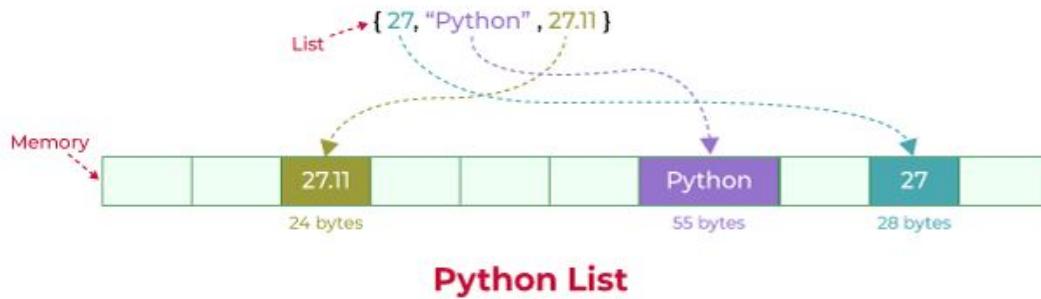
Хранение

NumPy Array





Хранение



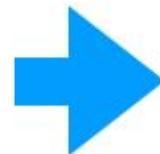
- Memory size in bytes are in Mac OS X.



Создаем вектор

Command

```
np.array([1,2,3])
```

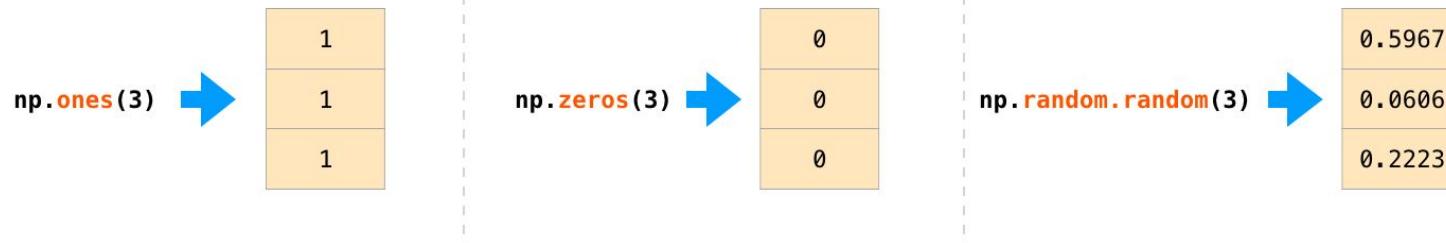


NumPy Array

| |
|---|
| 1 |
| 2 |
| 3 |



Готовые варианты



Numpy.ndarray

.shape / .ndim / .dtype / .itemsize / .size

| | | | | |
|---|----|----|----|----|
| | | | 5 | |
| 3 | 0 | 1 | 2 | 3 |
| | 5 | 6 | 7 | 8 |
| | 10 | 11 | 12 | 13 |

.dtype = int32
.itemsize = 4 (int32)

.shape = (3, 5) .ndim = 2 .size = 15

2



Готовые варианты

shape=(3, 4)

| | | | |
|---|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 5 | 6 | 7 | 8 |
| 9 | 10 | 11 | 12 |

shape=(1,)

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |

shape=(4,)

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 2 | 3 | 4 |

shape=(3,)

| | | | |
|---|---|---|--|
| 1 | 2 | 3 | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

shape=(3, 1)

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1 |
| 5 | 5 | 5 | 5 |
| 9 | 9 | 9 | 9 |



Готовые варианты

1D array

| | | | |
|---|---|---|----|
| 7 | 2 | 9 | 10 |
|---|---|---|----|

axis 0 →

shape: (4,)

2D array

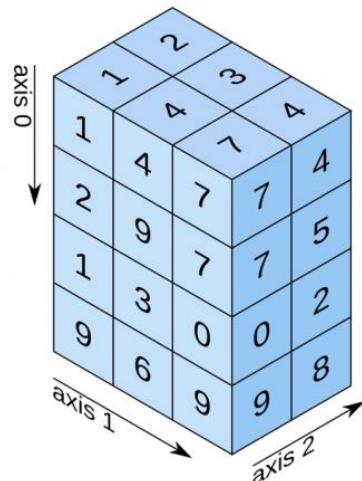
| | | |
|-----|-----|-----|
| 5.2 | 3.0 | 4.5 |
| 9.1 | 0.1 | 0.3 |

axis 0 ↓

axis 1 →

shape: (2, 3)

3D array



shape: (4, 3, 2)



Готовые варианты

| | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|---|----|----|----|
| | 5 | 6 | 7 | 8 |
| | 9 | 10 | 11 | 12 |

| | 1 | 2 |
|--|---|---|
| | 3 | 4 |
| | 5 | 6 |



`np.hstack((a, c))`

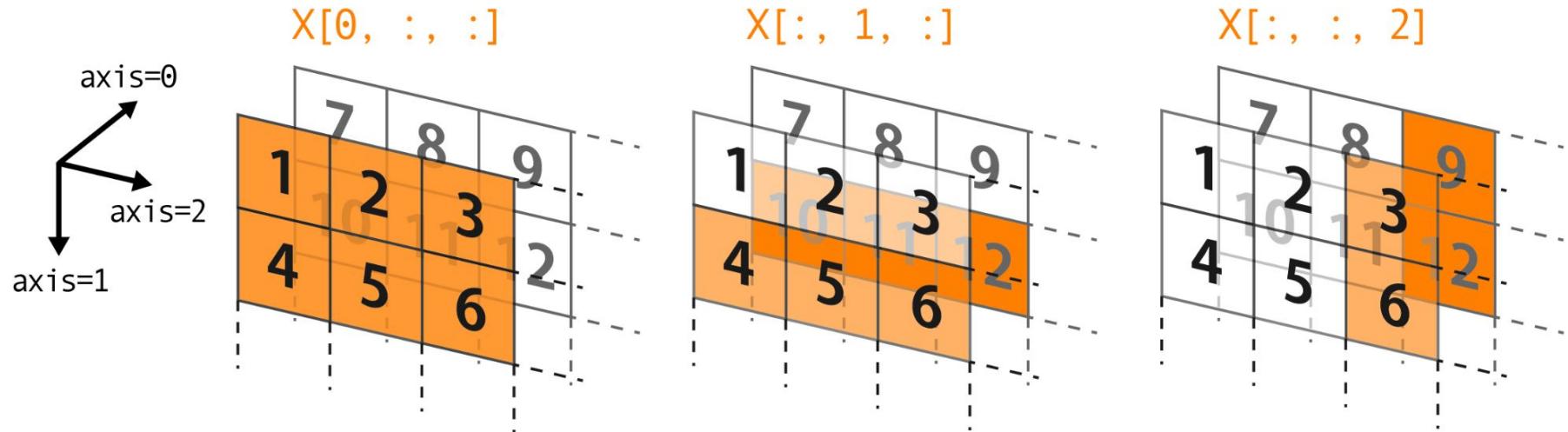
| | | | | | |
|---|----|----|----|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 |
| 5 | 6 | 7 | 8 | 3 | 4 |
| 9 | 10 | 11 | 12 | 5 | 6 |

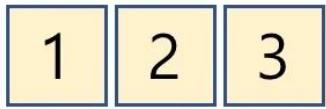
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|---|---|---|---|
| | 5 | 6 | 7 | 8 |



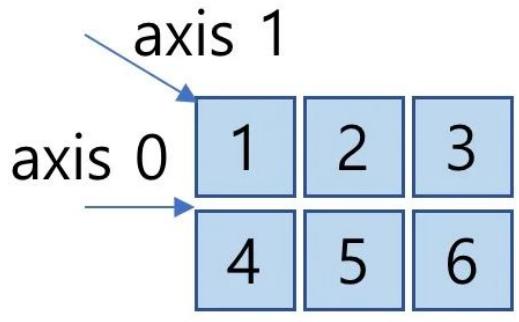
`np.vstack((a, b))`

| | | | |
|---|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 5 | 6 | 7 | 8 |
| 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 5 | 6 | 7 | 8 |

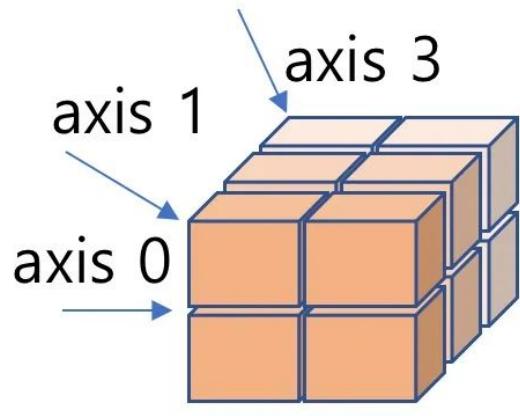




1D array



2D array



3D array

```
import numpy as np  
v = np.array([1, 2])
```

А вектор-строку как?

```
import numpy as np  
v = np.array([ [1], [2] ])
```

А вектор-строку как?

Итоги



Что было?

1. Важные свойства кодирования объектов
2. Вектор, эмбеддинг
3. Numpy – эффективно, компактно

<https://otus.ru/polls/122222/>

Дополнительные ссылки:

- <https://tproger.ru/articles/osnovy-raboty-s-massivami-i-spiskami>
- [https://habr.com/ru/articles/768188/ – np.array vs. list](https://habr.com/ru/articles/768188/)
- <https://www.geeksforgeeks.org/python-lists-vs-numpy-arrays/>
- https://kvant.mccme.ru/1976/04/chto_takoe_vektor.htm
- https://docs.google.com/presentation/d/186rD3ZEGuZOr8PnFr-Cxz1nGOIvZYhEr_od9FjKbhh0/edit?slide=id.ga3c3cc752b0280#slide=id.ga3c3cc752b0280
- <https://habr.com/ru/articles/728568/>