

Поговорим про арифметику

Андрей Акиньшин, JetBrains

DotNext 2016 SPb

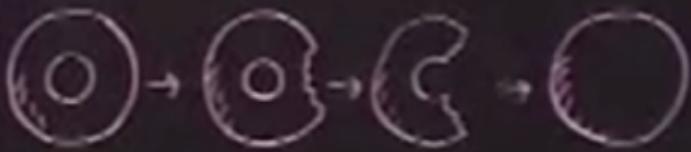
Про что будем разговаривать?



$$M(H^o) = \pi \left(\frac{1}{137}\right)^8 \sqrt{\frac{hc}{G}}$$

$$3987^{12} + 4365^{12} = 4472^{12}$$

$$\Omega(t_*) > 1$$



Упражнение №1

Задача. Что выведет следующий код?

```
Write(0.1 + 0.2 == 0.3);
```

Упражнение №1

Задача. Что выведет следующий код?

```
Write(0.1 + 0.2 == 0.3);
```

- A true

Упражнение №1

Задача. Что выведет следующий код?

```
Write(0.1 + 0.2 == 0.3);
```

- A true
- B false

Упражнение №1

Задача. Что выведет следующий код?

```
Write(0.1 + 0.2 == 0.3);
```

- A true
- B false
- C 0.3

Упражнение №1

Задача. Что выведет следующий код?

```
Write(0.1 + 0.2 == 0.3);
```

- A true
- B false
- C 0.3
- D *ArithmeticException*

Упражнение №1

Задача. Что выведет следующий код?

```
Write(0.1 + 0.2 == 0.3);
```

- A true
- B false
- C 0.3
- D *ArithmeticException*

[Решение] Упражнение №1

$0.1d \approx 0.10000000000000005551115123125783$

[Решение] Упражнение №1

$$\begin{array}{rcl} 0.1d & \approx & 0.10000000000000005551115123125783 \\ +0.2d & \approx & 0.200000000000000011102230246251565 \end{array}$$

[Решение] Упражнение №1

$$\begin{array}{r} 0.1d \approx 0.10000000000000005551115123125783 \\ +0.2d \approx 0.200000000000000011102230246251565 \\ \hline 0.300000000000000044408920985006262 \end{array}$$

[Решение] Упражнение №1

$$0.1d \approx 0.10000000000000005551115123125783$$

$$+0.2d \approx 0.200000000000000011102230246251565$$

$$0.300000000000000044408920985006262$$

$$0.3d \approx 0.29999999999999988897769753748435$$

[Решение] Упражнение №1

$$0.1d \approx 0.10000000000000005551115123125783$$

$$+0.2d \approx 0.200000000000000011102230246251565$$

$$0.300000000000000044408920985006262$$

$$0.3d \approx 0.29999999999999988897769753748435$$

Вывод:

$$0.1d + 0.2d \neq 0.3d$$

Упражнение №2

Задача. Чему будет равна переменная `x` в конечном итоге?

```
float Sum(float a, float b) => a + b;  
float x;  
void Main()  
{  
    x = Sum(0.1f, 0.2f);  
    float y = Sum(0.1f, 0.2f);  
    Write(x == y);  
    GC.KeepAlive(y);  
}
```

Упражнение №2

Задача. Чему будет равна переменная `x` в конечном итоге?

```
float Sum(float a, float b) => a + b;  
float x;  
void Main()  
{  
    x = Sum(0.1f, 0.2f);  
    float y = Sum(0.1f, 0.2f);  
    Write(x == y);  
    GC.KeepAlive(y);  
}
```

- (A) true

Упражнение №2

Задача. Чему будет равна переменная `x` в конечном итоге?

```
float Sum(float a, float b) => a + b;  
float x;  
void Main()  
{  
    x = Sum(0.1f, 0.2f);  
    float y = Sum(0.1f, 0.2f);  
    Write(x == y);  
    GC.KeepAlive(y);  
}
```

- A true
- B false

Упражнение №2

Задача. Чему будет равна переменная `x` в конечном итоге?

```
float Sum(float a, float b) => a + b;  
float x;  
void Main()  
{  
    x = Sum(0.1f, 0.2f);  
    float y = Sum(0.1f, 0.2f);  
    Write(x == y);  
    GC.KeepAlive(y);  
}
```

A true

B false

C *ArithmeticException*

Упражнение №2

Задача. Чему будет равна переменная `x` в конечном итоге?

```
float Sum(float a, float b) => a + b;  
float x;  
void Main()  
{  
    x = Sum(0.1f, 0.2f);  
    float y = Sum(0.1f, 0.2f);  
    Write(x == y);  
    GC.KeepAlive(y);  
}
```

A true

B false

C *ArithmeticException*

D Зависит

Упражнение №2

Задача. Чему будет равна переменная `x` в конечном итоге?

```
float Sum(float a, float b) => a + b;  
float x;  
void Main()  
{  
    x = Sum(0.1f, 0.2f);  
    float y = Sum(0.1f, 0.2f);  
    Write(x == y);  
    GC.KeepAlive(y);  
}
```

✓ A true

B false

C *ArithmeticException*

D Зависит

Упражнение №3

Задача. Что выведет следующий код?

```
float Sum(float a, float b) => a + b;  
float x;  
void Main()  
{  
    x = Sum(0.1f, 0.2f);  
    float y = Sum(0.1f, 0.2f);  
    Write(x == y);  
    // GC.KeepAlive(y);  
}
```

Упражнение №3

Задача. Что выведет следующий код?

```
float Sum(float a, float b) => a + b;  
float x;  
void Main()  
{  
    x = Sum(0.1f, 0.2f);  
    float y = Sum(0.1f, 0.2f);  
    Write(x == y);  
    // GC.KeepAlive(y);  
}
```

- A true

Упражнение №3

Задача. Чему будет равна переменная `x` в конечном итоге?

```
float Sum(float a, float b) => a + b;  
float x;  
void Main()  
{  
    x = Sum(0.1f, 0.2f);  
    float y = Sum(0.1f, 0.2f);  
    Write(x == y);  
    // GC.KeepAlive(y);  
}
```

- A true
- B false

Упражнение №3

Задача. Чему будет равна переменная `x` в конечном итоге?

```
float Sum(float a, float b) => a + b;  
float x;  
void Main()  
{  
    x = Sum(0.1f, 0.2f);  
    float y = Sum(0.1f, 0.2f);  
    Write(x == y);  
    // GC.KeepAlive(y);  
}
```

A true

B false

C *ArithmeticException*

Упражнение №3

Задача. Чему будет равна переменная `x` в конечном итоге?

```
float Sum(float a, float b) => a + b;  
float x;  
void Main()  
{  
    x = Sum(0.1f, 0.2f);  
    float y = Sum(0.1f, 0.2f);  
    Write(x == y);  
    // GC.KeepAlive(y);  
}
```

A true

B false

C *ArithmeticException*

D Зависит

Упражнение №3

Задача. Чему будет равна переменная `x` в конечном итоге?

```
float Sum(float a, float b) => a + b;  
float x;  
void Main()  
{  
    x = Sum(0.1f, 0.2f);  
    float y = Sum(0.1f, 0.2f);  
    Write(x == y);  
    // GC.KeepAlive(y);  
}
```

A true

B false

C *ArithmeticException*

✓ D Зависит

[Решение] Упражнение №3

Ответ.

	Debug	Release
MS.NET	true	false
Mono	true	true

[Решение] Упражнение №3

Ответ.

	Debug	Release
MS.NET	true	false
Mono	true	true

Объяснение.

ECMA-335, I.12.1.3 “Handling of floating-point data types”

“The nominal type of the variable or expression is either float32 or float64, but its value can be represented internally with additional range and/or precision.”

Упражнение №4

Задача. Умножить $6.2f$ на 10, результат вернуть в виде *int*. Получить 62.

Упражнение №4

Задача. Умножить $6.2f$ на 10, результат вернуть в виде *int*. Получить 62.

A

```
int value1 =  
    (int)(6.2f * 10);
```

Упражнение №4

Задача. Умножить $6.2f$ на 10, результат вернуть в виде *int*. Получить 62.

- (A)

```
int value1 =
    (int)(6.2f * 10);
```
- (B)

```
float mul = 6.2f * 10;
int value2 = (int)mul;
```

Упражнение №4

Задача. Умножить $6.2f$ на 10, результат вернуть в виде *int*. Получить 62.

- (A) `int value1 =
 (int)(6.2f * 10);`
- (B) `float mul = 6.2f * 10;
 int value2 = (int)mul;`
- (C) А и В правильные

Упражнение №4

Задача. Умножить $6.2f$ на 10, результат вернуть в виде *int*. Получить 62.

- (A)

```
int value1 =  
    (int)(6.2f * 10);
```
- (B)

```
float mul = 6.2f * 10;  
int value2 = (int)mul;
```
- (C) А и В правильные
- (D) А и В неправильные

Упражнение №4

Задача. Умножить $6.2f$ на 10, результат вернуть в виде *int*. Получить 62.

A

```
int value1 =  
    (int)(6.2f * 10);
```

C

А и В правильные

✓ B

```
float mul = 6.2f * 10;  
int value2 = (int)mul;
```

D

А и В неправильные

Упражнение №4

Задача. Умножить $6.2f$ на 10, результат вернуть в виде *int*. Получить 62.

(A) `int value1 =
(int)(6.2f * 10);`

(C) А и В правильные

✓ (B) `float mul = 6.2f * 10;
int value2 = (int)mul;`

(D) А и В неправильные

Проверка решения.

mcs 4.2.3

MSBuild/12.0/Bin/csc.exe

Roslyn 1.0.0–1.1.1

Roslyn 1.2.0+

(A) value1

61

62

(B) value2

62

62

[Решение] Упражнение №4

```
double d = 6.2f * 10d;  
// d = 61.9999980926513671875  
float f = RoundToFloat(d); // f = 62  
int i1 = TruncToInt(d); // i = 61  
int i2 = TruncToInt(f); // i = 62
```

[Решение] Упражнение №4

```
double d = 6.2f * 10d;  
// d = 61.9999980926513671875  
float f = RoundToFloat(d); // f = 62  
int i1 = TruncToInt(d); // i = 61  
int i2 = TruncToInt(f); // i = 62
```

```
int value1 = (int)(6.2f * 10);  
// IL_0000: ldc.i4.s 61 or 62 ; int  
// IL_0002: stloc.0
```

[Решение] Упражнение №4

```
double d = 6.2f * 10d;  
// d = 61.9999980926513671875  
float f = RoundToFloat(d); // f = 62  
int i1 = TruncToInt(d); // i = 61  
int i2 = TruncToInt(f); // i = 62
```

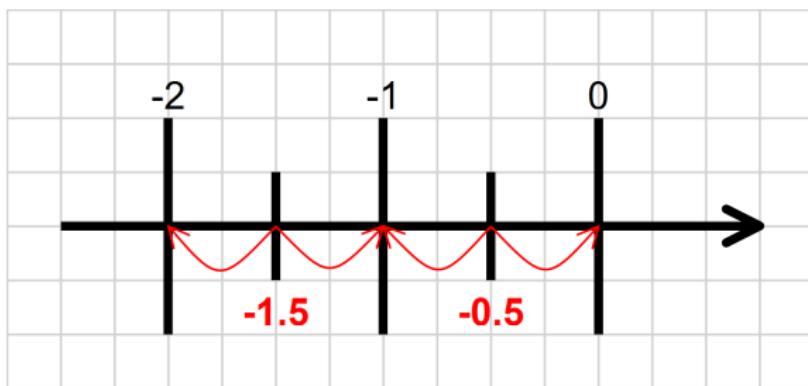
```
int value1 = (int)(6.2f * 10);  
// IL_0000: ldc.i4.s 61 or 62 ; int  
// IL_0002: stloc.0
```

```
float mul = 6.2f * 10;  
int value2 = (int)mul;  
// IL_0003: ldc.r4      62          ; float  
// IL_0008: conv.i4  
// IL_0009: ldloc.0
```

Упражнение №5

Задача. Вычислите следующие величины:

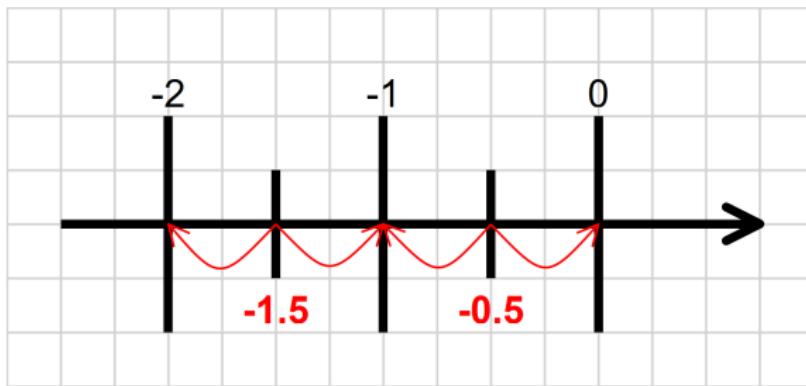
`Math.Round(-0.5), Math.Round(-1.5)`



Упражнение №5

Задача. Вычислите следующие величины:

`Math.Round(-0.5)`, `Math.Round(-1.5)`



(A)

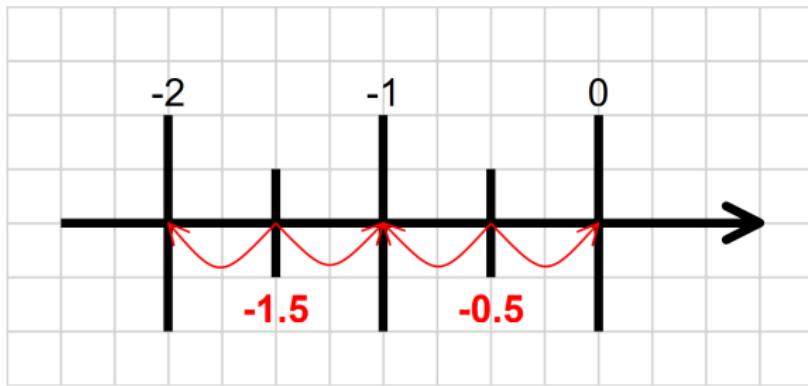
$$\text{Round}(-0.5) = 0$$

$$\text{Round}(-1.5) = -1$$

Упражнение №5

Задача. Вычислите следующие величины:

`Math.Round(-0.5)`, `Math.Round(-1.5)`



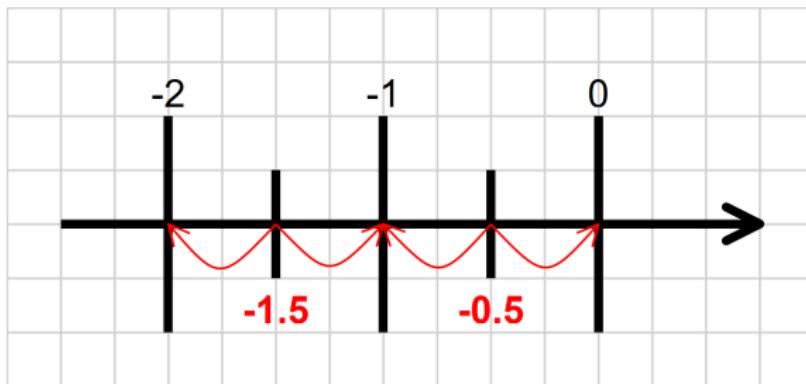
A $\text{Round}(-0.5) = 0$
 $\text{Round}(-1.5) = -1$

B $\text{Round}(-0.5) = -1$
 $\text{Round}(-1.5) = -2$

Упражнение №5

Задача. Вычислите следующие величины:

`Math.Round(-0.5)`, `Math.Round(-1.5)`



(A) $\text{Round}(-0.5) = 0$
 $\text{Round}(-1.5) = -1$

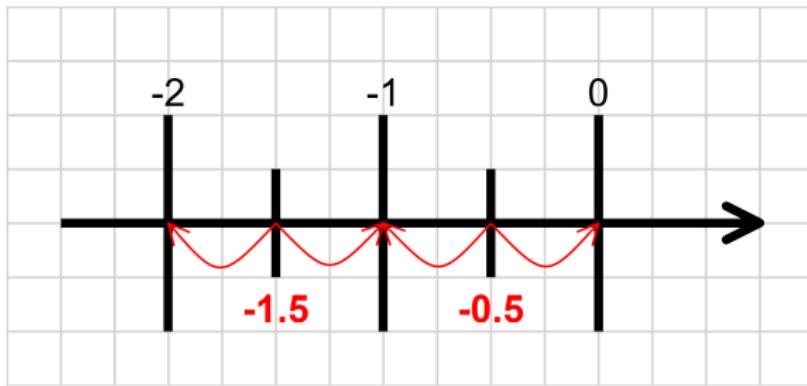
(C) $\text{Round}(-0.5) = 0$
 $\text{Round}(-1.5) = -2$

(B) $\text{Round}(-0.5) = -1$
 $\text{Round}(-1.5) = -2$

Упражнение №5

Задача. Вычислите следующие величины:

`Math.Round(-0.5)`, `Math.Round(-1.5)`



- (A) $\text{Round}(-0.5) = 0$
 $\text{Round}(-1.5) = -1$

- (C) $\text{Round}(-0.5) = 0$
 $\text{Round}(-1.5) = -2$

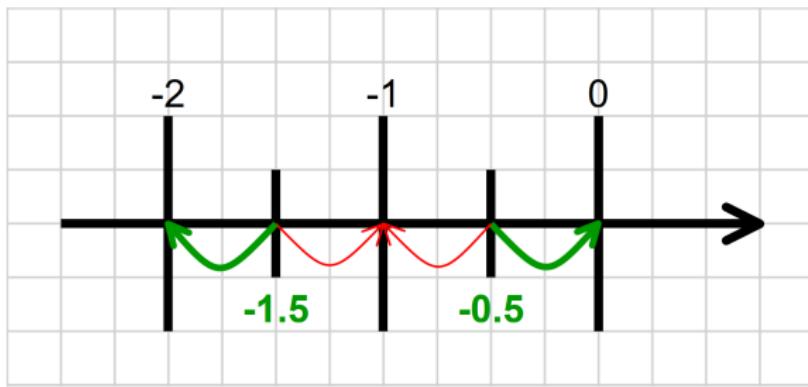
- (B) $\text{Round}(-0.5) = -1$
 $\text{Round}(-1.5) = -2$

- (D) $\text{Round}(-0.5) = -1$
 $\text{Round}(-1.5) = -1$

Упражнение №5

Задача. Вычислите следующие величины:

`Math.Round(-0.5)`, `Math.Round(-1.5)`



(A)

$$\begin{aligned}\text{Round}(-0.5) &= 0 \\ \text{Round}(-1.5) &= -1\end{aligned}$$

✓

(C)

$$\begin{aligned}\text{Round}(-0.5) &= 0 \\ \text{Round}(-1.5) &= -2\end{aligned}$$

(B)

$$\begin{aligned}\text{Round}(-0.5) &= -1 \\ \text{Round}(-1.5) &= -2\end{aligned}$$

(D)

$$\begin{aligned}\text{Round}(-0.5) &= -1 \\ \text{Round}(-1.5) &= -1\end{aligned}$$

[Решение] Упражнение №5

```
enum MidpointRounding {
    AwayFromZero, // Прочь от нуля
    ToEven // К ближайшему чётному
}
```

[Решение] Упражнение №5

```
enum MidpointRounding {
    AwayFromZero, // Прочь от нуля
    ToEven // К ближайшему чётному
}

static double Round(
    double value,
    MidpointRounding mode
)
static double Round(
    double value
) // mode = ToEven
```

[Решение] Упражнение №5

```
enum MidpointRounding {
    AwayFromZero, // Прочь от нуля
    ToEven // К ближайшему чётному
}

static double Round(
    double value,
    MidpointRounding mode
)
static double Round(
    double value
) // mode = ToEven

Round(-0.5) = 0
Round(-1.5) = -2
```

Упражнение №6

Задача. Что выведет следующий код?

```
int x = 2147483584;
```

```
Write((int)(float)x);
```

Упражнение №6

Задача. Что выведет следующий код?

```
int x = 2147483584;
```

```
Write((int)(float)x);
```

- (A) 2147483584

Упражнение №6

Задача. Что выведет следующий код?

```
int x = 2147483584;
```

```
Write((int)(float)x);
```

- A 2147483584
- B 2147483647 (`int.MaxValue`)

Упражнение №6

Задача. Что выведет следующий код?

```
int x = 2147483584;
```

```
Write((int)(float)x);
```

- A 2147483584
- B 2147483647 (`int.MaxValue`)
- C -2147483648 (`int.MinValue`)

Упражнение №6

Задача. Что выведет следующий код?

```
int x = 2147483584;  
Write((int)(float)x);
```

- (A) 2147483584
- (B) 2147483647 (`int.MaxValue`)
- (C) -2147483648 (`int.MinValue`)
- (D) *OverflowException*

Упражнение №6

Задача. Что выведет следующий код?

```
int x = 2147483584;
```

```
Write((int)(float)x);
```

- A 2147483584
- B 2147483647 (`int.MaxValue`)
- C -2147483648 (`int.MinValue`)
- D *OverflowException*

[Решение] Упражнение №6

```
unchecked { Write((int)(float)x); }
```



x = 2147483584

(float)x = 2147483648 = +2³¹

(int)(float)x = -2147483648 = -2³¹

[Решение] Упражнение №6

```
unchecked { Write((int)(float)x); }
```



x = 2147483584

(float)x = 2147483648 = +2³¹

(int)(float)x = -2147483648 = -2³¹

```
checked { Write((int)(float)x); }
```



OverflowException

Упражнение №7

Задача. Что выведет следующий код?

```
Write(1 << 32);
```

Упражнение №7

Задача. Что выведет следующий код?

```
Write(1 << 32);
```

- A 0

Упражнение №7

Задача. Что выведет следующий код?

```
Write(1 << 32);
```

- A 0
- B 1

Упражнение №7

Задача. Что выведет следующий код?

```
Write(1 << 32);
```

- A 0
- B 1
- C -2147483648 (`int.MinValue`)

Упражнение №7

Задача. Что выведет следующий код?

```
Write(1 << 32);
```

- A 0
- B 1
- C -2147483648 (`int.MinValue`)
- D *OverflowException*

Упражнение №7

Задача. Что выведет следующий код?

```
Write(1 << 32);
```

- A 0
- B 1
- C -2147483648 (`int.MinValue`)
- D *OverflowException*

Упражнение №7

Задача. Чему будет равен результат выражения `Write(1 << 32);`?

```
Write(1 << 32);
```

- A 0
- B 1
- C -2147483648 (`int.MinValue`)
- D *OverflowException*

ECMA-334, 14.8 "Shift operators"

"When the type of `x` is `int` or `uint`, the shift count is given by the low-order five bits of `count`."

`int` `x`: $(x \ll 0) = (x \ll 32) = (x \ll 64) = \dots$

`long` `x`: $(x \ll 0) = (x \ll 64) = (x \ll 128) = \dots$

Упражнение №8

Задача. Выпишите таблицу истинности для следующих nullable-операций:

```
Write(false | null); Write(true | null);  
Write(false & null); Write(true & null);  
Write(false ^ null); Write(true ^ null);
```

Упражнение №8

Задача. Выпишите таблицу истинности для следующих nullable-операций:

```
Write(false | null); Write(true | null);  
Write(false & null); Write(true & null);  
Write(false ^ null); Write(true ^ null);
```

-  А Код не скомпилируется

Упражнение №8

Задача. Выпишите таблицу истинности для следующих nullable-операций:

```
Write(false | null); Write(true | null);  
Write(false & null); Write(true & null);  
Write(false ^ null); Write(true ^ null);
```

- А Код не скомпилируется
- В Все выражения вернут null

Упражнение №8

Задача. Выпишите таблицу истинности для следующих nullable-операций:

```
Write(false | null); Write(true | null);  
Write(false & null); Write(true & null);  
Write(false ^ null); Write(true ^ null);
```

- A Код не скомпилируется
- B Все выражения вернут null
- C *ArithmeticException*

Упражнение №8

Задача. Выпишите таблицу истинности для следующих nullable-операций:

```
Write(false | null); Write(true | null);  
Write(false & null); Write(true & null);  
Write(false ^ null); Write(true ^ null);
```

- A Код не скомпилируется
- B Все выражения вернут null
- C *ArithmeticException*
- D Другое

Упражнение №8

Задача. Выпишите таблицу истинности для следующих nullable-операций:

```
Write(false | null); Write(true | null);  
Write(false & null); Write(true & null);  
Write(false ^ null); Write(true ^ null);
```

- A Код не скомпилируется
- B Все выражения вернут null
- C *ArithmeticException*
- D Другое

[Решение] Упражнение №8

ECMA-334, 14.10.4 “The bool? logical operators”

В стандарте приводятся таблицы,
из которых явно следует:

	null	& null	^ null
false	null	false	null
true	true	null	null

Упражнение №9

Задача. Найдите такое x , для которого функция *Check* вернёт *false*.

```
bool Check(double x) => x == x;
```

Упражнение №9

Задача. Найдите такое x , для которого функция *Check* вернёт *false*.

```
bool Check(double x) => x == x;
```

- (A) $\nexists x$ (Нет такого x)

Упражнение №9

Задача. Найдите такое x , для которого функция *Check* вернёт *false*.

```
bool Check(double x) => x == x;
```

- A $\nexists x$ (Нет такого x)
- B $x = +\infty$ (`double.PositiveInfinity`)

Упражнение №9

Задача. Найдите такое x , для которого функция *Check* вернёт *false*.

```
bool Check(double x) => x == x;
```

- A $\nexists x$ (Нет такого x)
- B $x = +\infty$ (`double.PositiveInfinity`)
- C $x = -\infty$ (`double.NegativeInfinity`)

Задача. Найдите такое x , для которого функция *Check* вернёт *false*.

```
bool Check(double x) => x == x;
```

- A $\nexists x$ (Нет такого x)
- B $x = +\infty$ (`double.PositiveInfinity`)
- C $x = -\infty$ (`double.NegativeInfinity`)
- D $x \notin \mathbb{R}$ (`double.NaN`)

Упражнение №9

Задача. Найдите такое x , для которого функция *Check* вернёт *false*.

```
bool Check(double x) => x == x;
```

- A $\nexists x$ (Нет такого x)
- B $x = +\infty$ (`double.PositiveInfinity`)
- C $x = -\infty$ (`double.NegativeInfinity`)
- D $x \notin \mathbb{R}$ (`double.NaN`)

Упражнение №9

Задача. Найдите такое x , для которого функция *Check* вернёт *false*.

```
bool Check(double x) => x == x;
```

- A $\nexists x$ (Нет такого x)
- B $x = +\infty$ (`double.PositiveInfinity`)
- C $x = -\infty$ (`double.NegativeInfinity`)
- D $x \notin \mathbb{R}$ (`double.NaN`)

ECMA-334, 14.9.2 “Floating-point comparison operators”

If either operand is `NaN`, the result is *false* for all operators except `!=`, for which the result is *true*.

Упражнение №10

Задача. Что выведет следующий код?

```
double x = double.NaN;
```

```
Write(x == 1.0);
```

Упражнение №10

Задача. Что выведет следующий код?

```
double x = double.NaN;
```

```
Write(x == 1.0);
```

- (A) **false**

Упражнение №10

Задача. Что выведет следующий код?

```
double x = double.NaN;
```

```
Write(x == 1.0);
```

- A false
- B true

Упражнение №10

Задача. Что выведет следующий код?

```
double x = double.NaN;
```

```
Write(x == 1.0);
```

- A `false`
- B `true`
- C `double.NaN`

Упражнение №10

Задача. Что выведет следующий код?

```
double x = double.NaN;
```

```
Write(x == 1.0);
```

- A `false`
- B `true`
- C `double.NaN`
- D *OverflowException*

Упражнение №10

Задача. Что выведет следующий код?

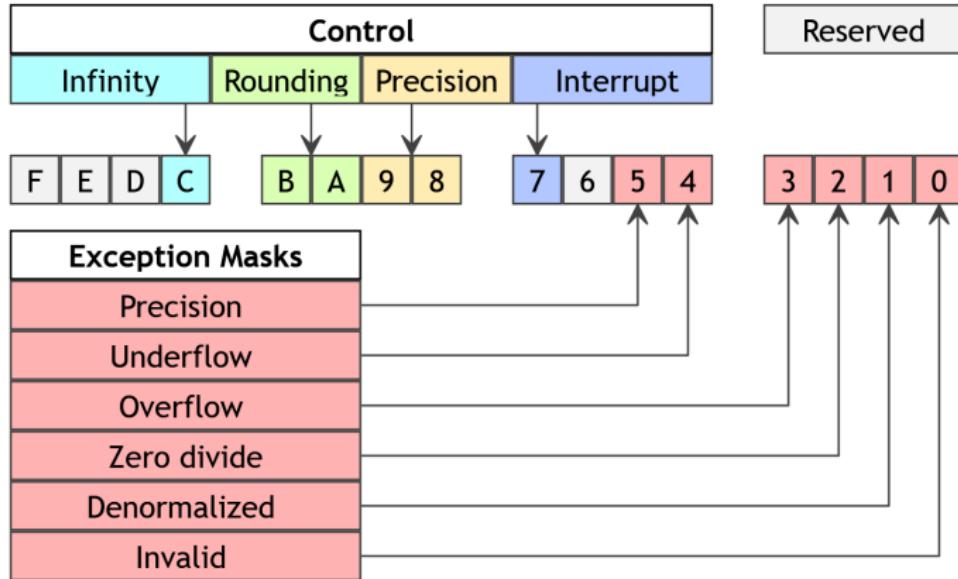
```
double x = double.NaN;
```

```
Write(x == 1.0);
```

- A false
- B true
- C double.NaN
- D OverflowException

[Решение] Упражнение №10

The FPU Control Register (CTRL)



.NET	027F	000 0 0010 0111 1111
Delphi	1272	000 1 0010 0111 0010

Упражнение №11

Задача. Найдите такое x для которого функции $Negate1$ и $Negate2$ вернут разные значения.

```
string Binary(double x) => string.Format(  
    "{0:X16}",  
    BitConverter.DoubleToInt64Bits(x));  
string Negate1(double x) => Binary(-x);  
string Negate2(double x) => Binary(0-x);
```

Упражнение №11

Задача. Найдите такое x для которого функции $Negate1$ и $Negate2$ вернут разные значения.

```
string Binary(double x) => string.Format(  
    "{0:X16}",  
    BitConverter.DoubleToInt64Bits(x));  
string Negate1(double x) => Binary(-x);  
string Negate2(double x) => Binary(0-x);
```

- (A) $\nexists x$ (Нет такого x)

Упражнение №11

Задача. Найдите такое x для которого функции $Negate1$ и $Negate2$ вернут разные значения.

```
string Binary(double x) => string.Format(  
    "{0:X16}",  
    BitConverter.DoubleToInt64Bits(x));  
string Negate1(double x) => Binary(-x);  
string Negate2(double x) => Binary(0-x);
```

- A $\nexists x$ (Нет такого x)
- B 0 (0)

Упражнение №11

Задача. Найдите такое x для которого функции `Negate1` и `Negate2` вернут разные значения.

```
string Binary(double x) => string.Format(  
    "{0:X16}",  
    BitConverter.DoubleToInt64Bits(x));  
string Negate1(double x) => Binary(-x);  
string Negate2(double x) => Binary(0-x);
```

- A $\nexists x$ (Нет такого x)
- B 0 (0)
- C $x \notin \mathbb{R}$ (`double.NaN`)

Упражнение №11

Задача. Найдите такое x для которого функции `Negate1` и `Negate2` вернут разные значения.

```
string Binary(double x) => string.Format(  
    "{0:X16}",  
    BitConverter.DoubleToInt64Bits(x));  
string Negate1(double x) => Binary(-x);  
string Negate2(double x) => Binary(0-x);
```

- A $\nexists x$ (Нет такого x)
- B 0 (0)
- C $x \notin \mathbb{R}$ (`double.NaN`)
- D $x \approx 1.79769 \cdot 10^{308}$ (`double.MaxValue`)

Упражнение №11

Задача. Найдите такое x для которого функции `Negate1` и `Negate2` вернут разные значения.

```
string Binary(double x) => string.Format(  
    "{0:X16}",  
    BitConverter.DoubleToInt64Bits(x));  
string Negate1(double x) => Binary(-x);  
string Negate2(double x) => Binary(0-x);
```

- A $\nexists x$ (Нет такого x)
- B 0 (0)
- C $x \notin \mathbb{R}$ (`double.NaN`)
- D $x \approx 1.79769 \cdot 10^{308}$ (`double.MaxValue`)

[Решение] Упражнение №11

```
string Negate1(double x) => Binary( -x);  
string Negate2(double x) => Binary(0-x);
```

[Решение] Упражнение №11

```
string Negate1(double x) => Binary( -x);  
string Negate2(double x) => Binary(0-x);
```

```
Binary(0) == "0000000000000000" // +0.0
```

```
Negate1(0) == "8000000000000000" // -0.0
```

```
Negate2(0) == "0000000000000000" // +0.0
```

[Решение] Упражнение №11

```
string Negate1(double x) => Binary( -x);  
string Negate2(double x) => Binary(0-x);
```

```
Binary(0) == "0000000000000000" // +0.0
```

```
Negate1(0) == "8000000000000000" // -0.0
```

```
Negate2(0) == "0000000000000000" // +0.0
```

```
Binary(double.NaN) == "FFF8000000000000"
```

```
Negate1(double.NaN) == "7FF8000000000000"
```

```
Negate2(double.NaN) == "FFF8000000000000"
```

Упражнение №12

Задача. Чему будет равна переменная `result` в консольном приложении?

```
struct DoubleInt {  
    public double X;  
    public int Y;  
}  
  
var a = new DoubleInt { X = +0.0 };  
var b = new DoubleInt { X = -0.0 };  
Write(a.Equals(b));
```

Упражнение №12

Задача. Что выведет следующий код?

```
struct DoubleInt {  
    public double X;  
    public int Y;  
}  
  
var a = new DoubleInt { X = +0.0 };  
var b = new DoubleInt { X = -0.0 };  
Write(a.Equals(b));
```

- (A) true

Упражнение №12

Задача. Что выведет следующий код?

```
struct DoubleInt {  
    public double X;  
    public int Y;  
}  
  
var a = new DoubleInt { X = +0.0 };  
var b = new DoubleInt { X = -0.0 };  
Write(a.Equals(b));
```

- A true
- B false

Упражнение №12

Задача. Что выведет следующий код?

```
struct DoubleInt {  
    public double X;  
    public int Y;  
}  
  
var a = new DoubleInt { X = +0.0 };  
var b = new DoubleInt { X = -0.0 };  
Write(a.Equals(b));
```

- A true
- B false
- C double.NaN

Упражнение №12

Задача. Что выведет следующий код?

```
struct DoubleInt {  
    public double X;  
    public int Y;  
}  
  
var a = new DoubleInt { X = +0.0 };  
var b = new DoubleInt { X = -0.0 };  
Write(a.Equals(b));
```

- A true
- B false
- C double.NaN
- D Зависит

Упражнение №12

Задача. Что выведет следующий код?

```
struct DoubleInt {  
    public double X;  
    public int Y;  
}  
  
var a = new DoubleInt { X = +0.0 };  
var b = new DoubleInt { X = -0.0 };  
Write(a.Equals(b));
```

- A true
- B false
- C double.NaN
- D Зависит

Упражнение №13

Задача. Что выведет следующий код?

```
struct DoubleDouble {
    public double X;
    public double Y;
}
var a = new DoubleDouble { X = +0.0 };
var b = new DoubleDouble { X = -0.0 };
Write(a.Equals(b));
```

Упражнение №13

Задача. Что выведет следующий код?

```
struct DoubleDouble {
    public double X;
    public double Y;
}
var a = new DoubleDouble { X = +0.0 };
var b = new DoubleDouble { X = -0.0 };
Write(a.Equals(b));
```

- A true

Упражнение №13

Задача. Чему будет равна переменная `result` в консольном приложении?

```
struct DoubleDouble {  
    public double X;  
    public double Y;  
}  
  
var a = new DoubleDouble { X = +0.0 };  
var b = new DoubleDouble { X = -0.0 };  
  
Write(a.Equals(b));
```

- A true
- B false

Упражнение №13

Задача. Чему будет равна переменная `a.X`?

```
struct DoubleDouble {
    public double X;
    public double Y;
}
var a = new DoubleDouble { X = +0.0 };
var b = new DoubleDouble { X = -0.0 };
Write(a.Equals(b));
```

- A true
- B false
- C `double.NaN`

Упражнение №13

Задача. Что выведет следующий код?

```
struct DoubleDouble {
    public double X;
    public double Y;
}
var a = new DoubleDouble { X = +0.0 };
var b = new DoubleDouble { X = -0.0 };
Write(a.Equals(b));
```

- A true
- B false
- C double.NaN
- D Зависит

Упражнение №13

Задача. Что выведет следующий код?

```
struct DoubleDouble {  
    public double X;  
    public double Y;  
}  
  
var a = new DoubleDouble { X = +0.0 };  
var b = new DoubleDouble { X = -0.0 };  
Write(a.Equals(b));
```

- A true
- B false
- C double.NaN
- D Зависит

[Решение] Упражнение №13

	DoubleInt	DoubleDouble
MS.NET	true	false
Mono	true	true

[Решение] Упражнение №13

	DoubleInt	DoubleDouble
MS.NET	true	false
Mono	true	true

```
// MS.NET
class ValueType {
    bool Equals (Object obj) {
        // ...
        if (CanCompareBits(this))
            return FastEqualsCheck(thisObj, obj);
        // ...
    }
    // Проверяем, что структура "tightly packed"
    static extern bool CanCompareBits(Object obj);
}
```

Упражнение №14

Задача. Найдите три таких числа a , b , c типа *double* (не равных *double.NaN*), чтобы для них выполнялось нижеприведённое неравенство.

$$(a + b) + c \neq a + (b + c)$$

Упражнение №14

Задача. Найдите три таких числа a , b , c типа *double* (не равных *double.NaN*), чтобы для них выполнялось нижеприведённое неравенство.

$$(a + b) + c \neq a + (b + c)$$

- (A) $\nexists(a, b, c)$ (Нет таких чисел)

Упражнение №14

Задача. Найдите три таких числа a , b , c типа *double* (не равных *double.NaN*), чтобы для них выполнялось нижеприведённое неравенство.

$$(a + b) + c \neq a + (b + c)$$

- (A) $\nexists(a, b, c)$ (Нет таких чисел)
- (B) $a = 10^{100}$, $b = 10^{100}$, $c = 1$

Упражнение №14

Задача. Найдите три таких числа a , b , c типа *double* (не равных *double.NaN*), чтобы для них выполнялось нижеприведённое неравенство.

$$(a + b) + c \neq a + (b + c)$$

- A $\nexists(a, b, c)$ (Нет таких чисел)
- B $a = 10^{100}, b = 10^{100}, c = 1$
- C $a = 10^{100}, b = -10^{100}, c = 1$

Упражнение №14

Задача. Найдите три таких числа a , b , c типа *double* (не равных *double.NaN*), чтобы для них выполнялось нижеприведённое неравенство.

$$(a + b) + c \neq a + (b + c)$$

- A $\nexists(a, b, c)$ (Нет таких чисел)
- B $a = 10^{100}$, $b = 10^{100}$, $c = 1$
- C $a = 10^{100}$, $b = -10^{100}$, $c = 1$
- D $a = 10^{100}$, $b = 10^{-100}$, $c = 1$

Упражнение №14

Задача. Найдите три таких числа a , b , c типа *double* (не равных *double.NaN*), чтобы для них выполнялось нижеприведённое неравенство.

$$(a + b) + c \neq a + (b + c)$$

- A $\nexists(a, b, c)$ (Нет таких чисел)
- B $a = 10^{100}, b = 10^{100}, c = 1$
- C $a = 10^{100}, b = -10^{100}, c = 1$
- D $a = 10^{100}, b = 10^{-100}, c = 1$

[Решение] Упражнение №14

```
double a = 1e100, b = -1e100, c = 1;
```

[Решение] Упражнение №14

```
double a = 1e100, b = -1e100, c = 1;
```

$$(a + b) + c = (10^{100} - 10^{100}) + 1 = 0 + 1 = \mathbf{1}$$

[Решение] Упражнение №14

```
double a = 1e100, b = -1e100, c = 1;
```

$$(a + b) + c = (10^{100} - 10^{100}) + 1 = 0 + 1 = \mathbf{1}$$

$$a + (b + c) = 10^{100} + (-10^{100} + 1) = 10^{100} - 10^{100} = \mathbf{0}$$

Упражнение №15

Задача. Что выведет следующий код?¹

```
Write("{0:N30}", 24m * 22m / 24m);
```

¹Постфикс `m` означает тип `decimal`

Упражнение №15

Задача. Что выведет следующий код?¹

```
Write("{0:N30}", 24m * 22m / 24m);
```


¹Постфикс `m` означает тип `decimal`

Упражнение №15

Задача. Что выведет следующий код?¹

```
Write("{0:N30}", 24m * 22m / 24m);
```


¹Постфикс `m` означает тип `decimal`

Упражнение №15

Задача. Что выведет следующий код?¹

```
Write("{0:N30}", 24m * 22m / 24m);
```

- A 22.00000000000000000000000000000000000000
- B 22.000000000000000000000000000000000000001000
- C 24.00000000000000000000000000000000000000

¹Постфикс `m` означает тип `decimal`

Упражнение №15

Задача. Что выведет следующий код?¹

```
Write("{0:N30}", 24m * 22m / 24m);
```

- A 22.00000000000000000000000000000000000000
- B 22.000000000000000000000000000000000000001000
- C 24.00000000000000000000000000000000000000
- D *OverflowException*

¹Постфикс `m` означает тип `decimal`

Упражнение №15

Задача. Что выведет следующий код?¹

```
Write("{0:N30}", 24m * 22m / 24m);
```

- A 22.00000000000000000000000000000000000000
- B 22.000000000000000000000000000000000000001000
- C 24.00000000000000000000000000000000000000
- D *OverflowException*

$$\frac{24 \cdot 22}{24} = \frac{\cancel{24} \cdot 22}{\cancel{24}} = 22$$

¹Постфикс `m` означает тип `decimal`

Упражнение №16

Задача. Что выведет следующий код?

```
Write("{0:N30}", 24m * (22m / 24m));
```

Упражнение №16

Задача. Что выведет следующий код?

```
Write("{0:N30}", 24m * (22m / 24m));
```

Упражнение №16

Задача. Что выведет следующий код?

```
Write("{0:N30}", 24m * (22m / 24m));
```

Упражнение №16

Задача. Что выведет следующий код?

```
Write("{0:N30}", 24m * (22m / 24m));
```

Упражнение №16

Задача. Что выведет следующий код?

```
Write("{0:N30}", 24m * (22m / 24m));
```

Упражнение №16

Задача. Что выведет следующий код?

```
Write("{0:N30}", 24m * (22m / 24m));
```

Упражнение №17

Задача. Чему равна переменная `x` в консольном приложении?

```
var x = 1.0m;  
var y = 1.00m;  
Write(x == y);  
Write(x.ToString() == y.ToString());
```

Упражнение №17

Задача. Что выведет следующий код?

```
var x = 1.0m;  
var y = 1.00m;  
Write(x == y);  
Write(x.ToString() == y.ToString());
```

(A)

true
true

Упражнение №17

Задача. Что выведет следующий код?

```
var x = 1.0m;  
var y = 1.00m;  
Write(x == y);  
Write(x.ToString() == y.ToString());
```

(A) true
true

(B) false
false

Упражнение №17

Задача. Что выведет следующий код?

```
var x = 1.0m;  
var y = 1.00m;  
Write(x == y);  
Write(x.ToString() == y.ToString());
```

(A) true
true

(C) true
false

(B) false
false

Упражнение №17

Задача. Что выведет следующий код?

```
var x = 1.0m;  
var y = 1.00m;  
Write(x == y);  
Write(x.ToString() == y.ToString());
```

(A) true
true

(C) true
false

(B) false
false

(D) false
true

Упражнение №17

Задача. Что выведет следующий код?

```
var x = 1.0m;  
var y = 1.00m;  
Write(x == y);  
Write(x.ToString() == y.ToString());
```

A true
true

✓ C true
false

B false
false

D false
true

Упражнение №17

Задача. Что выведет следующий код?

```
var x = 1.0m;  
var y = 1.00m;  
Write(x == y);  
Write(x.ToString() == y.ToString());
```

A true
true

C ✓ true
false

B false
false

D false
true

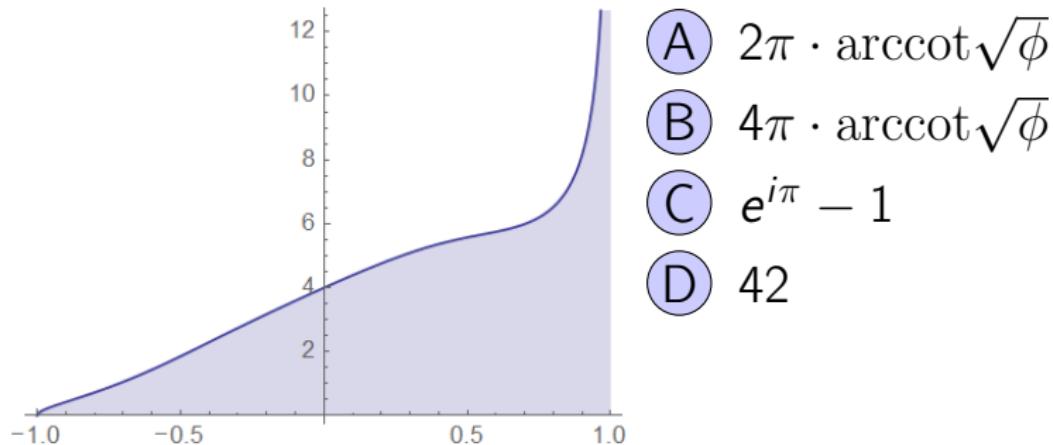
Объяснение.

```
Write(x.ToString()); // "1.0"  
Write(y.ToString()); // "1.00"
```

Упражнение №18*

Задача. Вычислить значение интеграла¹:

$$\int_{-1}^1 \frac{1}{x} \sqrt{\frac{1+x}{1-x}} \ln \left(\frac{2x^2 + 2x + 1}{2x^2 - 2x + 1} \right) dx.$$



¹См. <http://math.stackexchange.com/q/562694/>

Методическая литература



Вопросы?

Андрей Акиньшин, JetBrains

<http://aakinshin.net>

<https://github.com/AndreyAkinshin>

https://twitter.com/andrey_akinshin

andrey.akinshin@gmail.com