Alma Mater Studiorum-Università di Bologna
Scuola di Ingegneria

Tipi base & dintorni
ESERCITAZIONE AUTONOMA

Corso di Laurea in Ingegneria Informatica

Anno accademico 2025/2026

Prof. ENRICO DENTI

Dipartimento di Informatica – Scienza e Ingegneria (DISI)

ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA
IL PRESENTE MATERIALE È RISERVATO AL PERSONALE DELL'UNIVERSITÀ DI BOLOGNA E NON PUÒ ESSERE UTILIZZATO AI TERMINI DI LEGGE DA ALTRE PERSONE O PER FINI NON ISTITUZIONALI

RIASSUNTO (1/3)

- In C, il main è scritto *a livello di file*
  - nessun livello di protezione specifico
- In Java e C#, il main è scritto *dentro una classe*
  - è *statico,* perché deve esistere dall'inizio alla fine del programma
  - è *pubblico*, perché deve essere visibile dall'esterno
- In Scala, il main è scritto *dentro un object*
  - è *implicitamente statico,* perché l'intero `object` lo è
  - è *implicitamente pubblico*, perché quello è il default in Scala
- In Kotlin, il main è scritto *a livello di file*
  - in realtà, è a livello di package ☺
  - è *implicitamente statico,* perché il package di cui fa parte lo è
  - è *implicitamente pubblico*, perché quello è il default in Kotlin

RIASSUNTO (2/3)

- Per questo motivo:
  - in C, gli argomenti dalla linea di comando *includono il nome del file*
  - in Java, C#, Scala, Kotlin invece, *non lo includono*
- Il main riceve *sostanzialmente* un array di stringhe
  - in C, ciò significa passargli un intero (argc) e dei puntatori a carattere (argv)
  - in Java, C#, Scala, Kotlin il main riceve un unico argomento: un *array di String* (la sintassi varia da un linguaggio all'altro)

RIASSUNTO (3/3)

- Per stampare:
  - in C, si include `stdio.h` e si usa `printf`
  - **in Java**, non si include nulla (link dinamico): si invoca il servizio `println` del componente `System.out` [oppure, in Java 25, `IO`]
  - **in C#**, non si include nulla (link dinamico): si invoca il servizio `WriteLine` del componente `System.Console`
  - **in Scala**, non si include nulla (link dinamico): si invoca il servizio `println` (il componente `Console` è implicito)
  - **in Kotlin**, non si include nulla (link dinamico): si invoca il servizio `println` (il componente `kotlin.io` è implicito)

STAMPARE GLI ARGOMENTI

- Serve un ciclo
  - in C, da `1` ad `argc-1` (escludiamo il nome stesso del programma)
  - in Java e C#, da `0` a `args.length-1` (in C#, `Length`)
  - in Scala e Kotlin, da `0` a `args.size-1`

Java

~C#

```
public class Esempio1Var {
 public static void main(String[] args){
   if (args.length == 0)
      System.out.println("Nessun argomento");
   else
      for (int i=0; i<args.length; i++){
        System.out.println(
             "argomento " + i + ": " + args[i]);
      }
 }
}
```

STAMPARE GLI ARGOMENTI

- Serve un ciclo
  - in C, da `1` ad **`argc-1`** (escludiamo il nome stesso del programma)
  - in Java e C#, da `0` a **`args.length`** (in C#, **`Length`**)
  - in Scala e Kotlin, da `0` a **`args.size-1`**

Java

```
public class Esempio1Var {
 public static void main(String[] args){
   if (args.length == 0)
      System.out.pri
   else
      for (int i=0; i<args.length; i++){
        System.out.println(
             "argomento " + i + ": " + args[i]);
      }
 }
}
```

La proprietà pubblica **`length`** (read-only) contiene la dimensione fisica dell'array

Come già in C99 (ma non in C89 e ANSI C), in Java e C# si possono definire variabili *in ogni punto del programma*.

In particolare si può definire l'indice *dentro* al ciclo **`for`**, con scope limitato al ciclo stesso.

STAMPARE TUTTI GLI ARGOMENTI

- Serve un ciclo
  - in C, da `1` ad **`argc-1`** (escludiamo il nome stesso del programma)
  - in Java e C#, da `0` a **`args.length`** (in C#, **`Length`**)
  - in Scala e Kotlin, da `0` a **`args.size-1`**

Java

```
public class Esempio1Var {
 public static void main(String[] args){
   if (args.length == 0)
      System.out.println("Nessun argomento");
   else
      for (int i=0; i<args.length; i++){
        System.out.println(
             "argomento " + i + ": " + args[i]);
      }
 }
}
```

NOVITÀ: l'operatore + concatena stringhe
e nel farlo converte anche in stringa ciò che stringa non è! ☺

STAMPARE TUTTI GLI ARGOMENTI

Kotlin

```
fun main(args: Array<String>) {
    if (args.size == 0)
        println("Nessun a
    else
        for (i:Int in 0..args.size-1){
          println("argomento "  + ": " + args[i]);
        }
}
```

In Kotlin, il ciclo `for` ha una sintassi innovativa che evita di esprimere direttamente l'incremento

La proprietà pubblica `size` (read-only) contiene la dimensione fisica dell'array

Scala

```
def main(args: Array[String]): Unit = {
  if (args.size == 0)
      println("Nessun argo
  else
      for (i:Int <- 0 to args.size-1){
        println("argomen"  + i + ": " + args(i));
}
```

Anche in Scala, il ciclo `for` ha una nuova sintassi

La proprietà pubblica `size` (read-only) contiene la dimensione fisica dell'array

In Scala, si accede agli array con le parentesi tonde `()` anziché quadre

STAMPARE TUTTI GLI ARGOMENTI

- In Scala 3, con la nuova sintassi senza { }, non viene più passato un unico argomento di tipo *array di stringhe*, ma *le singole stringhe,* con la *notazione vararg:* **`String*`**
  - inoltre, il costrutto **`if`** richiede la nuova keyword **`then`** per introdurre il ramo positivo

```
@main
def Esempio1Var(args: String*) =
  if (args.size == 0) then
    println("Nessun argomento")
  else
    for (i:Int <- 0 to args.size-1)
      println("argomento " + i + ": " + args(i))
```

La notazione *vararg* **`String*`** sta per *«un numero variabile di»* stringhe

La notazione senza graffe richiede la parola chiave **`then`** per introdurre il ramo positivo del *costrutto if*

Scala 3

ESECUZIONE

```
C:> java Esempio1Var alfa beta gamma
Argomento 0: alfa
Argomento 1: beta
Argomento 2: gamma
```

Java

```
C:> java Esempio1Var alfa "beta gamma"
Argomento 0: alfa
Argomento 1: beta gamma
```

Java

```
public class Es1Var {

   public static void Main(string[] args){
      if (args.Length == 0)
           System.Console.WriteLine("Ne
      else
         for (int i=0; i<args.Length; i
           System.Console.WriteLine("ar
         }
   }

}
```

```
---------- C# Run ------
argomento 0: alfa
argomento 1: beta
argomento 2: gamma
argomento 3: delta
```

C#

```
object CicloArgomenti {
 def main(args: Array[String]) : Unit = {
    if (args.size == 0)
        println("Nessun argomento");
    else
        for (i <- 0 to args.size-1){
          println("argomento " + i + ": " + args(i));
        }
 }
}
```

```
---------- Scala run ----------
argomento 0: alfa
argomento 1: beta
argomento 2: gamma
argomento 3: delta
```

Scala

```
fun main(args: Array<String>) {
    if (args.size == 0)
        println("Nessun argomento");
    else
        for (i in 0..args.size-1){
          println("argomento " + i + ": " + args[i]);
        }
}
```

```
argomento 0: alfa
argomento 1: beta
argomento 2: gamma
argomento 3: delta
```

Kotlin

CALCOLI MATEMATICI

- Si usa la libreria matematica
  - in C, da includere nell'header: **`#include <math.h>`**
  - in Java e C#, **`Math`** (in C#, **`System.Math`**): non c'è *#include*

```
public class Esempio2 {
 public static void main(String[] args){
   System.out.println( Math.sin(Math.PI/3) );
 }
}
```

- Per prove rapide in Java si può anche usare **`jshell`**
  - ambiente interattivo, accetta singole istruzioni

```
C:\Users\Enrico Denti>jshell
|  Welcome to JShell -- Version 11.0.1
|  For an introduction type: /help intro

jshell> System.out.println( Math.sin(Math.PI/3) );
0.8660254037844386
```

NUMERI INTERI

- Interi con segno
  - Java: **`byte`** (1 byte) -128 ... +127 Scala/Kotlin: **`Byte`**
    C#: **`sbyte`**
  - Java/C#: **`short`** (2 byte) -32768 ... +32767 Scala/Kotlin: **`Short`**
  - Java/C#: **`int`** (4 byte) $-2 \cdot 10^9$ ..... $+2 \cdot 10^9$ Scala/Kotlin: **`Int`**
  - Java/C#: **`long`** (8 byte) $-9 \cdot 10^{18}$ ..... $+9 \cdot 10^{18}$ Scala/Kotlin: **`Long`**

    NB: le costanti `long` terminano con la lettera `L`
- Interi senza segno (solo C#)
  - **`byte`** (1 byte) 0... 255
  - **`ushort`** (2 byte) 0... 65535
  - **`uint`** (4 byte) 0... $4 \cdot 10^9$
  - **`ulong`** (8 byte) 0… $1.8 \cdot 10^{19}$

    NB: le costanti `ulong` terminano con la lettera `L`

ESPERIMENTI CON GLI INT

- Esperimenti in C

```
int main() {
   int a = 32767;
   int b = a+1;
   printf("%d, %d\n", a, b);
   short int c = 32767;
   short int d = c+1;
   printf("%d, %d\n", c, d);
}
```

Il compilatore C è di bocca buona, accetta tutto
Però poi, a run time…

```
Compiled in 302.644 ms
Executing...
32767, 32768
32767, -32768
```

- Esperimenti in Java

```
jshell> int a= 32767; int b = a+1;
a ==> 32767
b ==> 32768

jshell> short a = 32767; short b = a+1;
a ==> 32767
|  Error:
|  incompatible types: possible lossy conversion from int to short
|   short b = a+1;
|             ^_^
```

Il compilatore Java intercetta l'errore, *ma solo* perché aveva convertito a+1 in int!

ESPERIMENTI CON GLI INT

- Esperimenti in C

```
int main() {
    char a = 125;
    printf("%d\n", a);
    a++; ++a;
    printf("%d\n", a);
    printf("%d\n", ++a);
}
```

Anche qui, overflow

```
Compiled in 257.473 ms
Executing...
125
127
-128
```

- Esperimenti in Java

```
jshell> byte a = 125;
a ==> 125

jshell> a++;
$6 ==> 125

jshell> ++a;
$7 ==> 127

jshell> ++a;
$8 ==> -128
```

E infatti stavolta, che non ci sono conversioni di mezzo, non si accorge del problema → overflow

NUMERI REALI

- Standard IEEE-754
  - Java/C#: **`float`** (4 byte) -10^{45} ... $+10^{38}$ Scala/Kotlin: **`Float`**
  - Java/C#: **`double`** (8 byte) -10^{324}... $+10^{308}$ Scala/Kotlin: **`Double`**
  - **`float`**: circa 6-7 cifre decimali significative (precisione: $6 \cdot 10^{-8}$)
    NB: le costanti **`float`** terminano con la lettera `F`
  - **`double`**: circa 14-15 cifre decimali significative (precisione: $1 \cdot 10^{-16}$)
- Fuori standard
  - solo C#: **`decimal`** (16 byte) -10^{28}...$+10^{28}$
  - **`decimal`**: circa 28-29 cifre decimali significative (precisione: $1 \cdot 10^{-28}$)
    NB: le costanti **`decimal`** terminano con la lettera `M`
    PRO: molto preciso, perché internamente usa la base 10;
    ciò è utile nei calcoli finanziari
    CONTRO: range più ridotto, memoria, velocità

NUMERI REALI: COMPATIBILITÀ

- In Java, C#, Scala sono ammessi *solo gli assegnamenti che non causano perdita di informazione*.

  Quindi, ad esempio:

  La frase `double x = 3.54F;` è *lecita* (da **`float`** a **`double`** non si perde precisione)

  La frase `float f = 3.54;` è *illecita* (da **`double`** a **`float`** si perderebbe precisione)

  In C#, anche un valore **`decimal`** non può essere assegnato a una variabile **`float`** o **`double`**, poiché si perderebbe in precisione.

  La frase `double d = 3.54M;` è quindi *illecita* (come sopra).

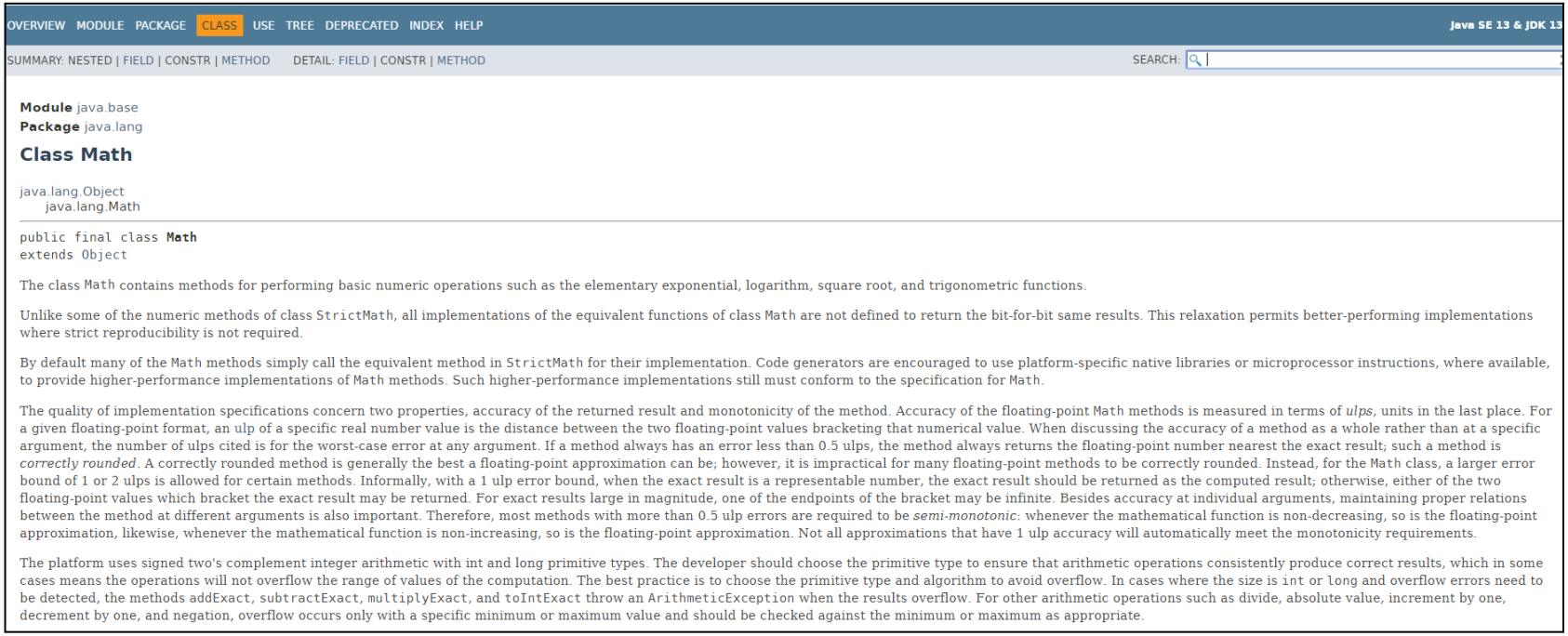
NUMERI REALI: ESEMPIO IN Java

- Esperimento al volo con **`jshell`**

```
jshell> double x = Math.sin(Math.PI/3);
x ==> 0.8660254037844386

jshell> System.out.println(x);
0.8660254037844386

jshell> float f = Math.sin(Math.PI/3);
|  Error:
|  incompatible types: possible lossy conversion from double to float
|  float f = Math.sin(Math.PI/3);
|            ^-----------------^

jshell> float f = (float) Math.sin(Math.PI/3);
f ==> 0.8660254
```

Java: LIBRERIA MATEMATICA

- La libreria matematica Java è nella classe **`Math`**
  - funzioni statiche per qualunque calcolo
- Documentazione Javadoc:



OVERVIEW MODULE PACKAGE CLASS USE TREE DEPRECATED INDEX HELP — Java SE 13 & JDK 13

SUMMARY: NESTED | FIELD | CONSTR | METHOD DETAIL: FIELD | CONSTR | METHOD SEARCH:

Module java.base
Package java.lang

Class Math

java.lang.Object
  java.lang.Math

```
public final class Math
extends Object
```

The class `Math` contains methods for performing basic numeric operations such as the elementary exponential, logarithm, square root, and trigonometric functions.

Unlike some of the numeric methods of class `StrictMath`, all implementations of the equivalent functions of class `Math` are not defined to return the bit-for-bit same results. This relaxation permits better-performing implementations where strict reproducibility is not required.

By default many of the `Math` methods simply call the equivalent method in `StrictMath` for their implementation. Code generators are encouraged to use platform-specific native libraries or microprocessor instructions, where available, to provide higher-performance implementations of `Math` methods. Such higher-performance implementations still must conform to the specification for `Math`.

The quality of implementation specifications concern two properties, accuracy of the returned result and monotonicity of the method. Accuracy of the floating-point `Math` methods is measured in terms of *ulps*, units in the last place. For a given floating-point format, an ulp of a specific real number value is the distance between the two floating-point values bracketing that numerical value. When discussing the accuracy of a method as a whole rather than at a specific argument, the number of ulps cited is for the worst-case error at any argument. If a method always has an error less than 0.5 ulps, the method always returns the floating-point number nearest the exact result; such a method is *correctly rounded*. A correctly rounded method is generally the best a floating-point approximation can be; however, it is impractical for many floating-point methods to be correctly rounded. Instead, for the `Math` class, a larger error bound of 1 or 2 ulps is allowed for certain methods. Informally, with a 1 ulp error bound, when the exact result is a representable number, the exact result should be returned as the computed result; otherwise, either of the two floating-point values which bracket the exact result may be returned. For exact results large in magnitude, one of the endpoints of the bracket may be infinite. Besides accuracy at individual arguments, maintaining proper relations between the method at different arguments is also important. Therefore, most methods with more than 0.5 ulp errors are required to be *semi-monotonic*: whenever the mathematical function is non-decreasing, so is the floating-point approximation, likewise, whenever the mathematical function is non-increasing, so is the floating-point approximation. Not all approximations that have 1 ulp accuracy will automatically meet the monotonicity requirements.

The platform uses signed two's complement integer arithmetic with int and long primitive types. The developer should choose the primitive type to ensure that arithmetic operations consistently produce correct results, which in some cases means the operations will not overflow the range of values of the computation. The best practice is to choose the primitive type and algorithm to avoid overflow. In cases where the size is `int` or `long` and overflow errors need to be detected, the methods `addExact`, `subtractExact`, `multiplyExact`, and `toIntExact` throw an `ArithmeticException` when the results overflow. For other arithmetic operations such as divide, absolute value, increment by one, decrement by one, and negation, overflow occurs only with a specific minimum or maximum value and should be checked against the minimum or maximum as appropriate.

Java: LIBRERIA MATEMATICA

- La libreria matematica Java è nella classe **`Math`**
  - funzioni statiche per qualunque calcolo
- Documentazione Javadoc:

Field Summary

Fields

Modifier and Type	Field	Description
static double	E	The double value that is closer than any other to *e*, the base of the natural logarithms.
static double	PI	The double value that is closer than any other to *pi*, the ratio of the circumference of a circle to its diameter.

Method Summary

All Methods | **Static Methods** | **Concrete Methods**

Modifier and Type	Method	Description
static double	abs(double a)	Returns the absolute value of a double value.
static float	abs(float a)	Returns the absolute value of a float value.
static int	abs(int a)	Returns the absolute value of an int value.
static long	abs(long a)	Returns the absolute value of a long value.
static double	acos(double a)	Returns the arc cosine of a value; the returned angle is in the range 0.0 through *pi*.
static int	addExact(int x, int y)	Returns the sum of its arguments, throwing an exception if the result overflows an int.
static long	addExact(long x, long y)	Returns the sum of its arguments, throwing an exception if the result overflows a long.
static double	asin(double a)	Returns the arc sine of a value; the returned angle is in the range -*pi*/2 through *pi*/2.
static double	atan(double a)	Returns the arc tangent of a value; the returned angle is in the range -*pi*/2 through *pi*/2.
static double	atan2(double y, double x)	Returns the angle *theta* from the conversion of rectangular coordinates (x, y) to polar coordinates (r, *theta*).
static double	cbrt(double a)	Returns the cube root of a double value.
static double	ceil(double a)	Returns the smallest (closest to negative infinity) double value that is greater than or equal to the argument and is equa

ESEMPI (anche CURIOSI..)

- Funzioni "classiche"
  - **`rint`** arrotonda un valore reale all'intero più vicino (risultato reale)
  - **`round`** arrotonda un valore reale all'intero più vicino (risultato intero)
  - **`pow`** effettua l'elevamento a potenza (x^y)
- Ci sono anche funzioni per operazioni "curiose"
  - **`hypot`** calcola x^2+y^2 senza errori di overflow/underflow intermedi
  - **`log1p`** calcola $\log_e(1+p)$

```
jshell> Math.hypot(3,4)
$1 ==> 5.0

jshell> Math.hypot(8,15)
$2 ==> 17.0

jshell> Math.hypot(1,1)
$3 ==> 1.4142135623730951
```

```
jshell> Math.pow(3,5)
$8 ==> 243.0
```

```
jshell> Math.log1p(0.3)
$4 ==> 0.26236426446749106

jshell> Math.log1p(0.1)
$5 ==> 0.09531017980432487
```

```
jshell> Math.rint(12.3456)
$6 ==> 12.0

jshell> Math.round(12.3456)
$7 ==> 12
```

CALCOLARE SUI REALI

- In analisi matematica i calcoli sui reali sono spesso espressi *solo il modo simbolico*
- Un calcolatore, invece, *fa i calcoli* e questo può portare a risultati.. inattesi!
  - in matematica, 0/a fa sempre 0, *senza segno*
  - e in Java..? C#..?

```
jshell> -0.0/1.0
$1 ==> -0.0

jshell> 0.0/1.0
$2 ==> 0.0

jshell> 0.0/1.0 == -0.0/1.0
$3 ==> true
```

Java mantiene il segno nel risultato, MA ciò non ne altera la semantica

```
1  using System;
2
3  public class Program
4  {
5      public static void Main()
6      {
7          Console.WriteLine(-0.0/1.0);
8          Console.WriteLine(0.0/1.0);
9          Console.WriteLine(-0.0/1.0==0.0/1.0);
10     }
11 }
```

```
0
0
True
```

C#, forse più correttamente, risponde semplicemente 0

CALCOLARE SUI REALI

- In analisi matematica esistono ±∞ e le forme indeterminate
  - in matematica, a/0 fa ±∞ (il segno è quello di a)
  - in matematica, 0/0 è una forma indeterminata
  - e in Java e C#..?

```
jshell> 3.0/0.0
$2 ==> Infinity

jshell> -3.0/0.0
$3 ==> -Infinity

jshell> (3.0/0.0)+(-3.0/0.0)
$4 ==> NaN

jshell> 0.0/0.0
$5 ==> NaN

jshell> (3.0/0.0)-(-3.0/0.0)
$6 ==> Infinity
```

Lo standard IEEE-754 incorpora le nozioni di *infinito* e *Not-A-Number (NaN)*

L'aritmetica dei reali perciò gestisce sia gli infiniti, sia le forme indeterminate! ☺☺

Ciò NON si applica ai Decimal di C#, in cui infatti la divisione per 0 dà errore.

```
6       {
7           Console.WriteLine(3.0/0.0);
8           Console.WriteLine(-3.0/0.0);
9           Console.WriteLine((3.0/0.0)-(-3.0/0.0));
10          Console.WriteLine((3.0/0.0)-(3.0/0.0));
11      }
12  }
```

```
∞
-∞
∞
NaN
```

CALCOLARE SUGLI INTERI

- Ciò non vale per i tipi interi
  - in matematica magari sì, ma in Java e C# NO
  - MOTIVO: i tipi interi non seguono lo standard IEEE-754 !

L'aritmetica degli interi dà *errore* in caso di divisioni per zero.

```
jshell> 0 / 0
|  Exception java.lang.ArithmeticException: / by zero
|        at (#7:1)
```

C#

```
Compilation error (line 7, col 21): Division by constant zero
```

CARATTERI (e stringhe): ESEMPIO

- In Java, i caratteri sono Unicode (16 bit, UTF-16)
  - una costante carattere è racchiusa fra apici singoli
- Un carattere Java può essere convertito:
  - in **`int`** (o **`short`**, **`long`**) con un cast
  - in **`String`** con l'apposita funzione statica **`String.valueOf`**
    - per C#, funzione **`Char.ToString`**
- Esperimenti al volo con **`jshell`**

```
jshell> char ch = 'A'
ch ==> 'A'

jshell> (int) ch
$27 ==> 65

jshell> String s = String.valueOf(ch)
s ==> "A"
```

```
1  using System;
2
3  public class Program
4  {
5      public static void Main()
6      {
7          char ch = 'A';
8          Console.WriteLine(ch);
9          Console.WriteLine((int)ch);
10         string s = Char.ToString(ch);
11         Console.WriteLine(s);
12     }
13 }
```

```
A
65
A
```

C#

CARATTERI (e stringhe): ESEMPIO

- Ogni carattere è rappresentato internamente in Unicode
  - ma non si vede direttamente..
- Si può ottenere facilmente la sequenza di byte UTF
  - bisogna però partire da una stringa, NON da un carattere
  - **in Java** si usa l'apposito metodo `getBytes(…)`

```
jshell> s.getBytes("UTF8")
$29 ==> byte[1] { 65 }

jshell> s.getBytes("UTF16")
$30 ==> byte[4] { -2, -1, 0, 65 }

jshell> s.getBytes("UTF32")
$31 ==> byte[4] { 0, 0, 0, 65 }
```

UTF8 è chiaro
UTF32 anche
Ma… UTF16?

In hex: FE, FF
è il marcatore “little endian”

CARATTERI (e stringhe): ESEMPIO

- Ogni carattere è rappresentato internamente in Unicode
  - ma non si vede direttamente..
- Si può ottenere facilmente la sequenza di byte UTF
  - bisogna però partire da una stringa, NON da un carattere
  - **in Java** si usa l'apposito metodo **`getBytes(…)`**

I due byte alti indicano se la sequenza che segue è *big endian (MSB first) o little endian (LSB first)*

```
jshell> s.getBytes("UTF16")
$30 ==> byte[4] { -2, -1, 0, 65 }

jshell> s.getBytes("UTF32")
$31 ==> byte[4] { 0, 0, 0, 65 }
```

*UTF-16 allows a Byte Order Mark, a code point with the value **U+FEFF**, to **precede the first** actual coded value.*

*Everything in **Java** is stored in **big-endian** order. **Internally**, some platforms use big-endian or **little-endian (Intel).***

CARATTERI (e stringhe): ESEMPIO

- Ogni carattere è rappresentato internamente in Unicode
  - ma non si vede direttamente..
- Si può ottenere facilmente la sequenza di byte UTF
  - bisogna però partire da una stringa, NON da un carattere
  - **in C#** si usa l'apposito metodo `GetBytes(…)`

```
char ch = 'A';
string s = Char.ToString(ch);
Console.WriteLine(BitConverter.IsLittleEndian);
Console.WriteLine(BitConverter.ToString(System.Text.Encoding.UTF8.GetBytes(s)));
Console.WriteLine(BitConverter.ToString(System.Text.Encoding.Unicode.GetBytes(s)));
Console.WriteLine(BitConverter.ToString(System.Text.Encoding.UTF32.GetBytes(s)));
```

```
True
41
41-00
41-00-00-00
```

41H = 65

In **C#** si percepisce la struttura interna: infatti, chiedendolo si scopre che è **little-endian** (Intel)

Anche la stampa lascia percepire la struttura interna (Intel = **little-endian**)

TIPI PRIMITIVI vs TIPI-OGGETTO in Java

- In Java i tipi base (**`int`**, **`short`**, **`long`**, **`char`**, **`float`**, **`double`**, **`boolean`**) *sono tipi primitivi,* non tipi di oggetti
  → non si può chiedere a un valore primitivo di «fare qualcosa»
  - non si può chiedere al carattere 'A' *quale sia la sua controparte minuscola*, o se sia *una vocale*, o altro
  - analogamente, non si può chiedere all'intero 12 *se sia pari*, o quale sia *il suo segno*, etc.
- Invece che "fare domande" a un valore primitivo bisogna *chiamare una qualche funzione di una qualche libreria*
- In Java, esistono classi "libreria" di nome *simile* a tutti i tipi primitivi: **`Integer`**, **`Long`**, **`Character`**, **`Float`**, **`Double`**, etc.
  - NON VANNO CONFUSE COI TIPI-OGGETTO DI Scala e Kotlin!

TIPI PRIMITIVI vs TIPI-OGGETTO in Java

- Ad esempio, in Java la classe-libreria **`Character`** offre
  - i metodi **`toUpperCase`** / **`toLowerCase`** che producono la controparte maiuscola / minuscola del carattere fornito
  - il metodo **`isWhiteSpace`** che verifica se il carattere fornito è un "bianco" (spazio, tab, newline, ritorno a capo, form feed, etc.)

```
jshell> Character.toUpperCase('a')
$9 ==> 'A'

jshell> Character.toUpperCase('A')
$10 ==> 'A'

jshell> Character.toUpperCase('è')
$11 ==> 'È'
```

```
jshell> Character.isWhitespace('a')
$15 ==> false

jshell> Character.isWhitespace(' ')
$16 ==> true

jshell> Character.isWhitespace('\t')
$17 ==> true

jshell> Character.isWhitespace('\n')
$18 ==> true

jshell> Character.isWhitespace('\r')
$19 ==> true
```

TIPI PRIMITIVI vs TIPI-OGGETTO in Java

- Ad esempio, in Java la classe-libreria **`Character`** offre
  - il metodo **`digit`** restituisce il valore numerico di quel certo carattere *nella base specificata*
    - ovviamente, il carattere dev'essere nel range fra 0 e base-1
    - altrimenti, viene restituito convenzionalmente -1 come segnale di errore

```
jshell> Character.digit('8',16)
$28 ==> 8

jshell> Character.digit('8',10)
$29 ==> 8

jshell> Character.digit('8',7)
$30 ==> -1

jshell> Character.digit('B',10)
$31 ==> -1

jshell> Character.digit('B',16)
$32 ==> 11
```

- Il carattere '8' in base 10 o 16 indica il valore intero *otto,* mentre in base 7 non esiste
- Analogamente, il carattere 'B' denota il valore *undici* in base 16, ma non esiste in base 10

TIPI PRIMITIVI vs TIPI-OGGETTO in Java

- Analogamente, in Java la classe-libreria **`Integer`** offre
  - il metodo **`signum`** che restituisce il segno del numero fornito
  - i metodi **`rotateLeft`** / **`rotateRight`** che restituiscono il numero ottenuto facendo uno *shift left* / *right* dei bit del numero (ossia moltiplicandolo / dividendolo per 2, salvo overflow)

```
jshell> Integer.signum(12)
$33 ==> 1

jshell> Integer.signum(-12)
$34 ==> -1

jshell> Integer.signum(0)
$35 ==> 0
```

```
jshell> Integer.rotateLeft(6,1)
$42 ==> 12

jshell> Integer.rotateLeft(6,2)
$43 ==> 24

jshell> Integer.rotateRight(6,2)
$44 ==> -2147483647

jshell> Integer.rotateRight(6,1)
$45 ==> 3
```

6 → 00000000…00000110
6 shift left 1 → 00000000…00001100
6 shift left 2 → 00000000…00011000
6 shift right 1 → 00000000…00000011
6 shift right 2 → 10000000…00000001

TIPI PRIMITIVI vs TIPI-OGGETTO in C#

- In C#, la differenza è più sfumata
  - i tipi primitivi in realtà sono classi
    - ad esempio, **`int`** è in realtà un sinonimo per la classe **`Int32`**
  - MA possono essere trattati "quasi sempre" come se fossero tipi primitivi standard, per comodità
  - tuttavia, la loro natura di "veri oggetti" fa comodo in più occasioni
- Ergo, in C# *si può* chiedere a un valore di «fare qualcosa»
  - anziché `string s = Char.ToString(ch)`
    si può scrivere `string s = ch.ToString()`
  - per le costanti: `string s = 'B'.ToString()`

Funzione statica

Metodo

- Approccio più compiutamente «object-oriented»

TIPI BASE in Scala e Kotlin

- In Scala e Kotlin, la dicotomia si supera: i tipi primitivi *non esistono più*, al loro posto veri ci sono veri *tipi-oggetto*!
- Conseguenza:
  - **`Int`**, **`Float`**, **`Double`**... sono *veri tipi di oggetti*
  - le costanti numeriche sono *veri oggetti*, istanze di tali tipi
- Quindi, in Scala e Kotlin *si può* (anzi, si deve…!) chiedere a un valore di «fare qualcosa»
  - approccio totalmente «object-oriented»

TIPI BASE in Scala e Kotlin

Kotlin

Kotlin Playground is an online sandbox to explore Kotlin programming language. Browse code samp

```
/**
 * You can edit, run, and share this cod
 * play.kotlinlang.org
 */

fun main() {
    var f : Float = 3.54.toFloat();
    var s : String = 'B'.toString();
    println(f);
    println(s);
}
```

```
3.54
B
```

Osserva: in Scala, il metodo **`toFloat`** non vuole le parentesi di chiamata (principio di accesso uniforme)

In Kotlin, invece, le parentesi di chiamata ci vogliono sempre (come in Java e C#)

Scastie

Editor ▶ Save New Forma ar Messag

Build Settings

```
1  object Example {
2
3    def main(args: Array[String] Unit = {
4
5      var f : Float = 3.54.toFloat;
6      var s : String = 'B'.toString();
7      Console.println(f);
8      Console.println(s);
9    }
10
11 }
```

```
3.54
B
```

CONVERSIONI STRINGA → NUMERO

- Per convertire stringhe in numeri, in Java e C# si usano perciò apposite funzioni di libreria:
  - in Java, **`Integer.parseInt`** e **`Double.parseDouble`**
  - in C#, **`Convert.ToInt32`** e **`Convert.toDouble`**
- In Scala e Kotlin, si invocano invece appositi metodi:
  - in Scala, **`toInt`** e **`toDouble`** (senza parentesi)
  - in Kotlin, **`toInt`** e **`toDouble`** (con parentesi)
- MA questi metodi pretendono stringhe «giuste»!
  - altrimenti… BOOM!

```
jshell> Integer.parseInt("33")
$1 ==> 33

jshell> Integer.parseInt("-3")
$2 ==> -3

jshell> Integer.parseInt("-3a")
|  Exception java.lang.NumberFormatException:
```

CONVERSIONI STRINGA → NUMERO

- In Java e C#, per evitare tale errore si può solo controllare la stringa prima di convertirla
- In Scala e Kotlin, ci sono metodi appositi che considerano anche il caso «sfortunato» - ad esempio, per il Double:
  - in Scala, **`toDoubleOption`** (senza parentesi)
  - in Kotlin, **`toDoubleOrNull`** (con parentesi)

```scala
object Example {

  def main(args: Array[String]): Unit = {

    var d : Double = "-3.4".toDouble;
    Console.println(d);

    d = "0.34".toDouble;
    Console.println(d);

    //d = "3a".toDouble; // esplode
    var e  = "3a".toDoubleOption; // non esplode
    Console.println(e);

  }
```

```
-3.4
0.34
None
```

```kotlin
fun main() {
    var d : Double = "-3.4".toDouble();
    println(d);

    d = "0.34".toDouble();
    println(d);

    //d = "3a".toDouble; // esplode
    var e  = "3a".toDoubleOrNull(); // non esplode
    println(e);
}
```

```
-3.4
0.34
null
```

Un piccolo esercizio completo
Equazioni di 2° grado (in Java)

ESERCIZIO: EQUAZIONI DI 2° GRADO

- Specifica: fornire i coefficienti a, b, c dalla riga di comando
  - diventano i tre argomenti (stringa) **`args[0]`**, **`args[1]`**, **`args[2]`**
  - ma sono stringhe, non numeri!
- L'algoritmo è ben noto:
  - per estrarre la radice: **`Math.sqrt`**
  - ovviamente, vanno distinti i vari casi: radici reali, immaginarie, etc.
- Problemino: come stampare le soluzioni immaginarie?
  - in matematica di solito si scrive « 3±2i »
  - servirebbe il carattere '**±**' : esiste?

Sì.. ☺ MA la sua codifica dipende dal set di caratteri in uso ☹
Nel prompt comandi: codice 00B1 (in decimale, 177) **`'\u00B1'`**
Nelle finestre Windows: codice 00F1 (in decimale, 241) **`'\u00F1'`**

ESERCIZIO: EQUAZIONI DI 2° GRADO

- Cosa vogliamo? Partiamo dall'output atteso:

```
E>java Equation 1 5 6
Soluzioni reali: -2.5±0.5

E>java Equation 1 -5 6
Soluzioni reali: 2.5±0.5

E>java Equation 1 0 1
Soluzioni immaginarie: -0.0±1.0i

E>java Equation 1 0 -1
Soluzioni reali: -0.0±1.0

E>java Equation 1 -2 1
Soluzioni coincidenti: 1.0
```

PROVATE VOI A SCRIVERE E COLLAUDARE LA SOLUZIONE !

Solo dopo, girate pagina…

ESERCIZIO: EQUAZIONI DI 2° GRADO

- Il collaudo
  - una serie di affermazioni "mi aspetto che…."
  - studiate per coprire tutti i casi (soluzioni reali distinte, soluzioni immaginarie, soluzioni coincidenti – occhio agli errori numerici…)
- Cosa ci aspettiamo?
  - che con argomenti numerici 1, 5, 6 le soluzioni siano…
  - che con argomenti numerici 1, -5, 6 le soluzioni siano…
  - che con argomenti numerici 1, 0, 1 le soluzioni siano…
  - che con argomenti numerici 1, 0, -1 le soluzioni siano…
  - che con argomenti numerici 1, 0, 0 le soluzioni siano…
  - che con argomenti numerici 0, 0, 1 le soluzioni siano… Impossibile
  - che con argomenti numerici 0, 1, -2 le soluzioni siano… x = 2 (1° grado)
  - *.. e se gli argomenti NON sono numerici (es. 1, 0, aa) ?*

ESERCIZIO: EQUAZIONI DI 2° GRADO

Sicuro/a di voler vedere la soluzione…?

Ti farebbe MOLTO meglio svilupparla e collaudarla da solo/a…

ESERCIZIO: EQUAZIONI DI 2° GRADO

- Soluzione imperfetta: se a=0, esplode!

```
public class Equation {
    public static void main(String[] args){
        if (args.length!=3) {
            System.out.println("Errore: fornire i tre coefficienti a, b, c separati da spazi");
        }
        else {
            double a = Double.parseDouble(args[0]);
            double b = Double.parseDouble(args[1]);
            double c = Double.parseDouble(args[2]);
            double delta = b*b-4*a*c;
            if (delta<0) {
                double q = Math.sqrt(-delta)/(2*a);
                double p = -b/(2*a);
                System.out.println("Soluzioni immaginarie: " + p + '\u00B1' + q + "i");
            }
            else if (delta>0) {
                double q = Math.sqrt(delta)/(2*a);
                double p = -b/(2*a);
                System.out.println("Soluzioni reali: " + p + '\u00B1' + q);
            }
            else /* delta==0 */ {
                double p = -b/(2*a);
                System.out.println("Soluzioni coincidenti: " + p);
            }
        }
    }
}
```

Versione per prompt comandi
(per le finestre grafiche Windows servirebbe il carattere 00F1)

LA SOLUZIONE CORRETTA?
Buon lavoro… ☺☺

ESERCIZIO: EQUAZIONI DI 2° GRADO

- Soluzione corretta (con finezze di stampa)

```
public class Equation {
    public static void main(String[] args){
        if (args.length!=3) {
            System.out.println("Errore: fornire i tre coefficienti a, b, c separati da spazi");
        }
        else {
            double a = Double.parseDouble(args[0]);
            double b = Double.parseDouble(args[1]);
            double c = Double.parseDouble(args[2]);
            if (a==0) {
                System.out.println("Equazione di 1 grado: " + b + "x" + (c>=0?"+":"") + c + " = 0");
                System.out.println("Soluzione: " + (-c/b));
            }
            else {
                System.out.println("Equazione di 2 grado: " + a + "x^2" + (b>=0?"+":"") + b + "x" + (c>=0?"+":"") + c + " = 0");
                double delta = b*b-4*a*c;
                if (delta<0) {
                    double q = Math.sqrt(-delta)/(2*a);
                    double p = -b/(2*a);
                    // System.out.println("Soluzioni immaginarie: " + p + '\u00B1' + q + "i"); // per prompt comandi (codice 177)
                    System.out.println("Soluzioni immaginarie: " + p + '\u00F1' + q + "i"); // per finestre grafiche windows (codice 241)
                }
                else if (delta>0) {
                    double q = Math.sqrt(delta)/(2*a);
                    double p = -b/(2*a);
                    // System.out.println("Soluzioni reali: " + p + '\u00B1' + q); // per prompt comandi (codice 177)
                    System.out.println("Soluzioni reali: " + p + '\u00F1' + q); // per finestre grafiche windows (codice 241)
                }
                else /* delta==0 */ {
                    double p = -b/(2*a);
                    System.out.println("Soluzioni coincidenti: " + p);
                }
            }
        }
    }
```