

# Binary and Unary Bitwise Operations

AND & OR | XOR A **COMPLIMENT** ~ LEFT SHIFT << RIGHT SHIFT >> **UNSIGNED RIGHT SHIFT >>>** 

#### The Mandelbrot Set

The **Mandelbrot set** is the set of complex numbers c for which the function  $f_c(z)=z^2+c$  does not diverge when iterated from z=0, i.e., for which the sequence  $f_c(0)$ ,  $f_c(f_c(0))$ , etc., remains bounded in absolute value.

```
,,,,,,:::::;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;======+++itVXYYRi======;;;;;::::::::::::::::::::
,,,,,:::::;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;=======++++ttIR VIt+++=====;;;;;;;::::::::::::::::
,,,,::::;;;;;;;;;;;;;======+++iitIX
                                      ti++++====;;;;;;:::::::::
                                     VIItiiiii++==;;;;;;::::::
,,,,:::;;;;;;;;;;;;;======++ittttttIYX
,,,::;;;;;;;;;;;;=====+++++iit
                                        RY XX Y++=;;;;;;::::
,,::;;;;;;;;;;;;===+++++++iiitIVB
                                            Mti++=;;;;;;;:::
                                            RIti+==;;;;;;;::
,,:;;;;;;;;;====+XtiiiiiiiiiittIYM
t+===;;;;;;;
,;;======+++++ttIY
                                             Mi+===;;;;;;;;;
,=====+++iiiIRYYX
                                             t++====;;;;;;;
,++iitYttttIIIVXM
                                            Yti++====;;;;;;;;
                                            Yti++====;;;;;;;;
,++iitYttttIIIVXM
,======++iiiIRYYX
                                             t++====;;;;;;;
,;;======+++++ttIY
                                             Mi+===;;;;;;;;;
,::;:;:=====+++iiI XVVYV VYYIIYYB
                                              t+===;;;;;;;
,,:;;;;;;;====+XtiiiiiiiiiittIYM
                                            RIti+==;;;;;;;::
,,::;;;;;;;;;;;===+++++++iiitIVB
                                            Mti++=;;;;;;;:::
,,,::;;;;;;;;;;;;;;=====+++++iit
                                        RY XX Y++=;;;;;;::::
,,,,:::;;;;;;;;;;;;;=====++itttttIYX
                                     VIItiiiii++==;;;;;;::::::
,,,,,::::;;;;;;;;;;;;;;;;======+++iitIX
                                      ti++++====;;;;;;:::::::::
,,,,,::::;;;;;;;;;;;;;;;;=======++++ttIR VIt+++====;;;;;;:::::::::::
```



If the complex number does not diverge, it is part of the Mandelbrot set and we color it black.

Otherwise we leave it colored white.

# Problem 1

- How do we display something to the screen in Java?
  - How do we display something in a Java window?
- How do we animate something in a window? (bonus!)

## Problem 2

What does the Mandelbrot set equation look like in code?

How do we make it more efficient?

## Optimizations

- The top and bottom half are the same!
- Color the set based on number of iterations?

```
,,,,,:::::;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;=======++++ttIR VIt+++=====;;;;;;;::::::::::
,,,,,::::;;;;;;;;;;;;;;======+++iitIX
                                     ti++++====;;;;;;:::::::::
,,,,:::;;;;;;;;;;;;;=====++itttttIYX
                                    VIItiiiii++==;;;;;;::::::
,,,::;;;;;;;;;;;;=====+++++iit
                                       RY XX Y++=;;;;;;::::
,,::;;;;;;;;;;;;===+++++++iiitIVB
                                           Mti++=;;;;;;;:::
                                           RIti+==;;;;;;;::
,,:;;;;;;;;;====+XtiiiiiiiiiittIYM
t+===;;;;;;;
,;;======+++++ttIY
                                            Mi+===;;;;;;;;;
.=====+++iiiIRYYX
                                            t++====;;;;;;;;
 ,++iitYttttIIIVXM
                                           Yti++====;;;;;;;;
,=====+++iiiIRYYX
                                            t++====;;;;;;;
,;;======+++++ttIY
                                            Mi+===;;;;;;;;;
,::;:;:=====+++iiI XVVYV VYYIIYYB
                                             t+===;;;;;;;
,,:;;;;;;;====+XtiiiiiiiiiittIYM
                                           RIti+==;;;;;;;::
,,::;;;;;;;;;;;===+++++++iiitIVB
                                           Mti++=;;;;;;;:::
,,,::;;;;;;;;;;;;;;=====+++++iit
                                       RY XX Y++=;;;;;;::::
,,,,:::;;;;;;;;;;;;;=====++itttttIYX
                                    VIItiiiii++==;;;;;;::::::
,,,,,::::;;;;;;;;;;;;;;;;======+++iitIX
                                     ti++++====;;;;;;;:::::::::
,,,,,::::;;;;;;;;;;;;;;;;=======++++ttIR VIt+++====;;;;;;:::::::::::
,,,,,,,:::::::;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;=====+iRV+++====;;;;;;:::::::::::::::::::::::
```