

iteration

October 2, 2020

Iteration using Loops in R

1 1. Iteration?

- What is iteration?
- It is often important to repeat some operation many times
- There are many methods of completing tasks that require iteration
 - but looping is often the most intuitive
- *caveat emptor*
 - R is known as “slow” language when it comes to loops

1.1 1.1 The for Loop

```
In [1]: for (i in 1:5) {  
      print(i)           # this code block is executed for each iteration  
}
```

```
[1] 1  
[1] 2  
[1] 3  
[1] 4  
[1] 5
```

```
In [2]: for (i in 1:5) {  
      i2 <- i*i           # this code block is executed for each iteration  
      print(i2)  
}
```

```
[1] 1  
[1] 4  
[1] 9  
[1] 16  
[1] 25
```

1.1.1 1.1.1 Counting Down using for Loop

```
In [3]: for (j in 5:-5) {  
        print(j)  
      }
```

```
[1] 5  
[1] 4  
[1] 3  
[1] 2  
[1] 1  
[1] 0  
[1] -1  
[1] -2  
[1] -3  
[1] -4  
[1] -5
```

1.2 1.2. Example: Printing Even Numbers

- Demonstrate use of function and if statement in loop

```
In [4]: is_even <- function(m) {  
        ans <- m %% 2 == 0  
        return(ans)  
      } # if m/2 has remainder 0, then m is even
```

```
In [5]: max_num <- 16  
  
        for (n in 1:max_num) {  
          if (is_even(n)) {  
            print(n) # this entire block is execute each iteration  
          }  
        }
```

```
[1] 2  
[1] 4  
[1] 6  
[1] 8  
[1] 10  
[1] 12  
[1] 14  
[1] 16
```

1.2.1 1.3 Example: Function to Sum Even Numbers

- Demonstrate loop inside of function

```
In [6]: # This function has a single parameter, `max_num`. The function iterates from 1  
# to `max_num` and takes the sum of all the even values between 1 and `max_num`.
```

```
sum_even_nums <- function(max_num) {  
  res <- 0  
  for (n in 1:max_num) {  
    if (is_even(n)) {  
      res <- res + n  
    }  
  }  
  return(res)  
}
```

```
In [7]: sum_even_nums(6) # sum of 2, 4, 6
```

```
12
```

2 2. The while Loop

- The second way to iterate is using a while loop
- Very similar to for loop, but without pre-defined stopping point

```
In [8]: m <- 10
```

```
while (m > 0) {  
  print(m)  
  m <- m - 1  
}
```

```
[1] 10  
[1] 9  
[1] 8  
[1] 7  
[1] 6  
[1] 5  
[1] 4  
[1] 3  
[1] 2  
[1] 1
```

2.1 2.1 Another while Loop Example

- Introduce random component

```
In [9]: m <- 10
```

```
while (m > 0) {
```

```
    print(m)
    m <- m - sample(-1:1, 1)
}
```

```
[1] 10
[1] 9
[1] 8
[1] 9
[1] 9
[1] 9
[1] 10
[1] 10
[1] 11
[1] 11
[1] 12
[1] 12
[1] 13
[1] 13
[1] 12
[1] 11
[1] 10
[1] 11
[1] 11
[1] 12
[1] 13
[1] 13
[1] 14
[1] 15
[1] 14
[1] 14
[1] 15
[1] 15
[1] 16
[1] 17
[1] 17
[1] 17
[1] 16
[1] 17
[1] 18
[1] 17
[1] 17
[1] 17
[1] 18
[1] 19
[1] 20
[1] 21
[1] 22
[1] 21
```

[1] 21
[1] 20
[1] 21
[1] 22
[1] 23
[1] 24
[1] 24
[1] 23
[1] 23
[1] 23
[1] 24
[1] 25
[1] 25
[1] 25
[1] 26
[1] 26
[1] 25
[1] 25
[1] 25
[1] 25
[1] 26
[1] 26
[1] 26
[1] 27
[1] 26
[1] 25
[1] 26
[1] 26
[1] 25
[1] 24
[1] 25
[1] 26
[1] 26
[1] 26
[1] 27
[1] 26
[1] 26
[1] 26
[1] 25
[1] 26
[1] 26
[1] 26
[1] 26
[1] 26
[1] 26
[1] 26
[1] 25
[1] 24
[1] 24
[1] 23
[1] 24

[1] 23
[1] 24
[1] 24
[1] 24
[1] 24
[1] 25
[1] 24
[1] 24
[1] 24
[1] 25
[1] 26
[1] 25
[1] 24
[1] 24
[1] 25
[1] 24
[1] 25
[1] 26
[1] 26
[1] 25
[1] 26
[1] 27
[1] 27
[1] 27
[1] 26
[1] 27
[1] 27
[1] 28
[1] 28
[1] 27
[1] 27
[1] 28
[1] 27
[1] 27
[1] 27
[1] 28
[1] 28
[1] 28
[1] 29
[1] 29
[1] 28
[1] 28
[1] 27
[1] 26
[1] 27
[1] 28
[1] 28
[1] 27

[1] 27
[1] 26
[1] 25
[1] 26
[1] 25
[1] 25
[1] 25
[1] 26
[1] 25
[1] 26
[1] 26
[1] 25
[1] 24
[1] 25
[1] 26
[1] 26
[1] 27
[1] 26
[1] 25
[1] 25
[1] 26
[1] 25
[1] 24
[1] 24
[1] 23
[1] 24
[1] 23
[1] 24
[1] 24
[1] 24
[1] 24
[1] 24
[1] 23
[1] 22
[1] 23
[1] 24
[1] 25
[1] 26
[1] 27
[1] 27
[1] 28
[1] 28
[1] 29
[1] 28
[1] 28
[1] 28
[1] 28
[1] 27
[1] 26

[1] 26
[1] 26
[1] 27
[1] 26
[1] 27
[1] 28
[1] 29
[1] 29
[1] 30
[1] 29
[1] 29
[1] 29
[1] 28
[1] 27
[1] 27
[1] 28
[1] 28
[1] 27
[1] 27
[1] 27
[1] 28
[1] 29
[1] 29
[1] 30
[1] 31
[1] 30
[1] 29
[1] 30
[1] 29
[1] 30
[1] 29
[1] 28
[1] 27
[1] 27
[1] 27
[1] 27
[1] 26
[1] 26
[1] 26
[1] 25
[1] 26
[1] 25
[1] 25
[1] 26
[1] 26
[1] 25
[1] 26

[1] 26
[1] 25
[1] 25
[1] 25
[1] 25
[1] 24
[1] 24
[1] 25
[1] 24
[1] 25
[1] 26
[1] 25
[1] 26
[1] 25
[1] 26
[1] 26
[1] 27
[1] 26
[1] 25
[1] 25
[1] 25
[1] 25
[1] 24
[1] 25
[1] 24
[1] 23
[1] 22
[1] 23
[1] 22
[1] 21
[1] 21
[1] 22
[1] 22
[1] 23
[1] 23
[1] 23
[1] 22
[1] 23
[1] 22
[1] 22
[1] 22
[1] 22
[1] 23
[1] 24
[1] 24
[1] 24
[1] 24
[1] 25
[1] 26

[1] 26
[1] 26
[1] 26
[1] 27
[1] 28
[1] 29
[1] 28
[1] 28
[1] 29
[1] 28
[1] 27
[1] 27
[1] 27
[1] 26
[1] 25
[1] 25
[1] 26
[1] 25
[1] 24
[1] 25
[1] 24
[1] 24
[1] 23
[1] 24
[1] 23
[1] 24
[1] 23
[1] 23
[1] 22
[1] 21
[1] 21
[1] 20
[1] 19
[1] 18
[1] 19
[1] 19
[1] 18
[1] 17
[1] 17
[1] 17
[1] 16
[1] 15
[1] 14
[1] 13
[1] 14
[1] 15
[1] 16
[1] 16

[1] 17
[1] 18
[1] 18
[1] 17
[1] 18
[1] 18
[1] 19
[1] 20
[1] 21
[1] 21
[1] 21
[1] 20
[1] 21
[1] 22
[1] 21
[1] 21
[1] 20
[1] 19
[1] 19
[1] 19
[1] 19
[1] 20
[1] 21
[1] 22
[1] 23
[1] 24
[1] 23
[1] 23
[1] 24
[1] 25
[1] 25
[1] 26
[1] 26
[1] 26
[1] 25
[1] 24
[1] 23
[1] 23
[1] 22
[1] 21
[1] 22
[1] 23
[1] 23
[1] 24
[1] 25
[1] 24
[1] 24
[1] 23

[1] 23
[1] 23
[1] 22
[1] 23
[1] 24
[1] 25
[1] 26
[1] 27
[1] 28
[1] 28
[1] 28
[1] 27
[1] 27
[1] 28
[1] 28
[1] 28
[1] 29
[1] 29
[1] 28
[1] 29
[1] 28
[1] 28
[1] 29
[1] 30
[1] 30
[1] 29
[1] 29
[1] 30
[1] 31
[1] 31
[1] 30
[1] 31
[1] 30
[1] 29
[1] 28
[1] 28
[1] 29
[1] 29
[1] 29
[1] 28
[1] 27
[1] 28
[1] 29
[1] 28
[1] 29
[1] 30
[1] 29
[1] 28

[1] 28
[1] 28
[1] 27
[1] 28
[1] 29
[1] 30
[1] 30
[1] 29
[1] 30
[1] 29
[1] 30
[1] 31
[1] 30
[1] 31
[1] 32
[1] 31
[1] 32
[1] 32
[1] 32
[1] 33
[1] 32
[1] 32
[1] 32
[1] 32
[1] 33
[1] 33
[1] 33
[1] 34
[1] 34
[1] 33
[1] 32
[1] 31
[1] 32
[1] 32
[1] 33
[1] 32
[1] 32
[1] 32
[1] 32
[1] 31
[1] 30
[1] 31
[1] 31
[1] 30
[1] 30
[1] 31
[1] 30
[1] 30
[1] 29
[1] 29

[1] 28
[1] 29
[1] 30
[1] 31
[1] 30
[1] 31
[1] 32
[1] 31
[1] 32
[1] 31
[1] 30
[1] 30
[1] 30
[1] 31
[1] 32
[1] 33
[1] 32
[1] 32
[1] 33
[1] 33
[1] 34
[1] 34
[1] 34
[1] 33
[1] 34
[1] 33
[1] 33
[1] 33
[1] 33
[1] 32
[1] 33
[1] 32
[1] 32
[1] 32
[1] 32
[1] 32
[1] 31
[1] 31
[1] 32
[1] 32
[1] 32
[1] 31
[1] 32
[1] 31
[1] 31
[1] 32
[1] 31
[1] 32
[1] 33

[1] 33
[1] 32
[1] 32
[1] 33
[1] 32
[1] 31
[1] 32
[1] 32
[1] 31
[1] 31
[1] 31
[1] 30
[1] 31
[1] 30
[1] 31
[1] 31
[1] 31
[1] 30
[1] 29
[1] 29
[1] 30
[1] 30
[1] 29
[1] 30
[1] 30
[1] 29
[1] 30
[1] 29
[1] 28
[1] 29
[1] 29
[1] 28
[1] 27
[1] 26
[1] 27
[1] 28
[1] 27
[1] 27
[1] 27
[1] 28
[1] 29
[1] 29
[1] 30
[1] 31
[1] 30
[1] 30
[1] 29
[1] 29

[1] 28
[1] 29
[1] 28
[1] 29
[1] 29
[1] 30
[1] 31
[1] 32
[1] 33
[1] 34
[1] 34
[1] 33
[1] 32
[1] 32
[1] 32
[1] 31
[1] 32
[1] 31
[1] 32
[1] 31
[1] 32
[1] 32
[1] 33
[1] 34
[1] 34
[1] 35
[1] 34
[1] 35
[1] 35
[1] 36
[1] 37
[1] 38
[1] 38
[1] 38
[1] 39
[1] 38
[1] 39
[1] 40
[1] 40
[1] 40
[1] 41
[1] 41
[1] 41
[1] 41
[1] 41
[1] 40
[1] 39
[1] 38

[1] 38
[1] 37
[1] 37
[1] 38
[1] 38
[1] 37
[1] 38
[1] 38
[1] 37
[1] 37
[1] 37
[1] 38
[1] 38
[1] 39
[1] 39
[1] 39
[1] 40
[1] 39
[1] 38
[1] 37
[1] 38
[1] 37
[1] 37
[1] 36
[1] 35
[1] 34
[1] 35
[1] 35
[1] 36
[1] 37
[1] 37
[1] 38
[1] 38
[1] 37
[1] 38
[1] 39
[1] 40
[1] 40
[1] 41
[1] 40
[1] 41
[1] 40
[1] 39
[1] 40
[1] 39
[1] 38
[1] 37
[1] 38

[1] 37
[1] 38
[1] 37
[1] 38
[1] 39
[1] 40
[1] 39
[1] 38
[1] 37
[1] 36
[1] 37
[1] 37
[1] 36
[1] 37
[1] 36
[1] 37
[1] 37
[1] 37
[1] 38
[1] 37
[1] 38
[1] 38
[1] 39
[1] 38
[1] 39
[1] 40
[1] 39
[1] 40
[1] 39
[1] 38
[1] 38
[1] 37
[1] 36
[1] 37
[1] 38
[1] 37
[1] 36
[1] 35
[1] 34
[1] 35
[1] 34
[1] 33
[1] 33
[1] 33
[1] 32
[1] 32
[1] 33
[1] 33

[1] 32
[1] 33
[1] 33
[1] 34
[1] 33
[1] 33
[1] 34
[1] 34
[1] 34
[1] 35
[1] 34
[1] 33
[1] 32
[1] 32
[1] 31
[1] 30
[1] 31
[1] 30
[1] 31
[1] 30
[1] 30
[1] 29
[1] 29
[1] 29
[1] 30
[1] 30
[1] 29
[1] 30
[1] 29
[1] 28
[1] 28
[1] 28
[1] 27
[1] 28
[1] 27
[1] 27
[1] 27
[1] 28
[1] 27
[1] 27
[1] 26
[1] 26
[1] 26
[1] 25
[1] 25
[1] 26
[1] 25
[1] 25
[1] 26

[1] 27
[1] 27
[1] 26
[1] 27
[1] 28
[1] 28
[1] 27
[1] 26
[1] 26
[1] 25
[1] 25
[1] 24
[1] 24
[1] 25
[1] 25
[1] 26
[1] 27
[1] 28
[1] 28
[1] 28
[1] 28
[1] 27
[1] 27
[1] 28
[1] 28
[1] 27
[1] 27
[1] 28
[1] 29
[1] 30
[1] 29
[1] 29
[1] 28
[1] 29
[1] 28
[1] 28
[1] 29
[1] 28
[1] 27
[1] 27
[1] 28
[1] 27
[1] 27
[1] 27
[1] 28
[1] 28
[1] 29
[1] 30

[1] 29
[1] 30
[1] 29
[1] 29
[1] 29
[1] 30
[1] 30
[1] 30
[1] 29
[1] 30
[1] 29
[1] 30
[1] 30
[1] 29
[1] 28
[1] 28
[1] 29
[1] 29
[1] 30
[1] 31
[1] 32
[1] 31
[1] 30
[1] 30
[1] 29
[1] 30
[1] 31
[1] 31
[1] 30
[1] 29
[1] 28
[1] 27
[1] 28
[1] 28
[1] 28
[1] 28
[1] 27
[1] 26
[1] 25
[1] 24
[1] 23
[1] 22
[1] 21
[1] 21
[1] 21
[1] 21
[1] 21
[1] 21

[1] 20
[1] 20
[1] 19
[1] 18
[1] 17
[1] 17
[1] 18
[1] 18
[1] 18
[1] 19
[1] 20
[1] 21
[1] 22
[1] 21
[1] 22
[1] 23
[1] 22
[1] 22
[1] 23
[1] 24
[1] 25
[1] 26
[1] 25
[1] 24
[1] 23
[1] 24
[1] 23
[1] 23
[1] 23
[1] 24
[1] 24
[1] 24
[1] 24
[1] 23
[1] 23
[1] 23
[1] 24
[1] 24
[1] 24
[1] 24
[1] 23
[1] 24
[1] 24
[1] 23
[1] 24
[1] 24
[1] 23
[1] 24
[1] 25
[1] 24
[1] 24
[1] 24

[1] 25
[1] 26
[1] 26
[1] 27
[1] 28
[1] 27
[1] 28
[1] 29
[1] 30
[1] 31
[1] 30
[1] 29
[1] 30
[1] 29
[1] 29
[1] 28
[1] 29
[1] 28
[1] 29
[1] 28
[1] 28
[1] 28
[1] 29
[1] 30
[1] 31
[1] 31
[1] 30
[1] 29
[1] 28
[1] 28
[1] 28
[1] 29
[1] 28
[1] 29
[1] 28
[1] 27
[1] 27
[1] 28
[1] 27
[1] 27
[1] 26
[1] 25
[1] 25
[1] 25
[1] 26
[1] 25
[1] 25
[1] 25
[1] 25
[1] 25

[1] 26
[1] 25
[1] 25
[1] 25
[1] 26
[1] 25
[1] 24
[1] 24
[1] 23
[1] 24
[1] 24
[1] 25
[1] 25
[1] 25
[1] 25
[1] 25
[1] 24
[1] 25
[1] 24
[1] 25
[1] 24
[1] 25
[1] 26
[1] 27
[1] 27
[1] 28
[1] 27
[1] 27
[1] 26
[1] 25
[1] 24
[1] 23
[1] 22
[1] 22
[1] 23
[1] 22
[1] 21
[1] 21
[1] 22
[1] 21
[1] 20
[1] 21
[1] 22
[1] 22
[1] 22
[1] 21
[1] 22
[1] 21

[1] 21
[1] 21
[1] 21
[1] 20
[1] 21
[1] 20
[1] 21
[1] 21
[1] 22
[1] 23
[1] 24
[1] 24
[1] 23
[1] 22
[1] 22
[1] 23
[1] 22
[1] 21
[1] 20
[1] 19
[1] 18
[1] 17
[1] 17
[1] 18
[1] 18
[1] 17
[1] 18
[1] 18
[1] 17
[1] 17
[1] 18
[1] 17
[1] 18
[1] 19
[1] 18
[1] 19
[1] 20
[1] 19
[1] 20
[1] 19
[1] 20
[1] 21
[1] 22
[1] 22
[1] 23
[1] 23
[1] 24
[1] 25

[1] 24
[1] 23
[1] 23
[1] 23
[1] 24
[1] 25
[1] 26
[1] 26
[1] 26
[1] 27
[1] 27
[1] 28
[1] 27
[1] 27
[1] 27
[1] 28
[1] 28
[1] 28
[1] 28
[1] 29
[1] 28
[1] 27
[1] 28
[1] 27
[1] 26
[1] 25
[1] 25
[1] 26
[1] 25
[1] 25
[1] 25
[1] 25
[1] 26
[1] 25
[1] 24
[1] 23
[1] 22
[1] 23
[1] 22
[1] 22
[1] 23
[1] 24
[1] 24
[1] 24
[1] 25
[1] 24
[1] 23
[1] 22
[1] 21
[1] 21

[1] 21
[1] 22
[1] 21
[1] 22
[1] 23
[1] 22
[1] 21
[1] 21
[1] 22
[1] 21
[1] 21
[1] 22
[1] 21
[1] 20
[1] 19
[1] 19
[1] 20
[1] 21
[1] 22
[1] 21
[1] 21
[1] 22
[1] 22
[1] 22
[1] 22
[1] 23
[1] 22
[1] 22
[1] 23
[1] 22
[1] 21
[1] 20
[1] 21
[1] 20
[1] 20
[1] 20
[1] 21
[1] 21
[1] 20
[1] 21
[1] 20
[1] 20
[1] 21
[1] 21
[1] 21
[1] 20
[1] 21
[1] 21
[1] 20
[1] 21
[1] 21

[1] 22
[1] 21
[1] 22
[1] 23
[1] 23
[1] 24
[1] 24
[1] 24
[1] 23
[1] 23
[1] 22
[1] 22
[1] 22
[1] 21
[1] 22
[1] 21
[1] 20
[1] 21
[1] 22
[1] 23
[1] 22
[1] 23
[1] 24
[1] 24
[1] 23
[1] 23
[1] 23
[1] 24
[1] 25
[1] 24
[1] 25
[1] 25
[1] 24
[1] 23
[1] 22
[1] 23
[1] 23
[1] 24
[1] 24
[1] 23
[1] 23
[1] 23
[1] 24
[1] 24
[1] 23
[1] 22
[1] 21
[1] 22

[1] 22
[1] 22
[1] 23
[1] 22
[1] 21
[1] 20
[1] 20
[1] 20
[1] 20
[1] 19
[1] 20
[1] 21
[1] 20
[1] 20
[1] 20
[1] 20
[1] 21
[1] 22
[1] 21
[1] 22
[1] 23
[1] 22
[1] 22
[1] 21
[1] 22
[1] 22
[1] 21
[1] 22
[1] 21
[1] 21
[1] 22
[1] 22
[1] 23
[1] 22
[1] 22
[1] 23
[1] 23
[1] 23
[1] 22
[1] 21
[1] 21
[1] 22
[1] 22
[1] 21
[1] 20
[1] 19
[1] 20
[1] 21

[1] 22
[1] 21
[1] 21
[1] 21
[1] 22
[1] 21
[1] 22
[1] 23
[1] 22
[1] 21
[1] 22
[1] 22
[1] 21
[1] 22
[1] 23
[1] 23
[1] 24
[1] 25
[1] 26
[1] 26
[1] 25
[1] 25
[1] 25
[1] 26
[1] 25
[1] 24
[1] 23
[1] 24
[1] 23
[1] 22
[1] 22
[1] 21
[1] 22
[1] 21
[1] 21
[1] 22
[1] 22
[1] 22
[1] 22
[1] 21
[1] 22
[1] 21
[1] 21
[1] 22
[1] 21
[1] 22
[1] 22
[1] 22
[1] 21

[1] 22
[1] 23
[1] 23
[1] 22
[1] 21
[1] 22
[1] 23
[1] 23
[1] 22
[1] 22
[1] 21
[1] 20
[1] 20
[1] 21
[1] 21
[1] 21
[1] 21
[1] 22
[1] 23
[1] 22
[1] 22
[1] 21
[1] 21
[1] 20
[1] 20
[1] 21
[1] 20
[1] 21
[1] 20
[1] 19
[1] 18
[1] 18
[1] 18
[1] 18
[1] 17
[1] 16
[1] 16
[1] 17
[1] 16
[1] 17
[1] 16
[1] 17
[1] 17
[1] 17
[1] 18
[1] 19
[1] 19
[1] 18
[1] 19
[1] 20

[1] 21
[1] 21
[1] 21
[1] 22
[1] 23
[1] 23
[1] 23
[1] 24
[1] 24
[1] 23
[1] 23
[1] 22
[1] 21
[1] 22
[1] 23
[1] 24
[1] 24
[1] 24
[1] 23
[1] 24
[1] 24
[1] 23
[1] 23
[1] 22
[1] 21
[1] 21
[1] 20
[1] 20
[1] 20
[1] 20
[1] 19
[1] 20
[1] 20
[1] 20
[1] 20
[1] 19
[1] 18
[1] 18
[1] 17
[1] 16
[1] 15
[1] 15
[1] 15
[1] 15
[1] 16
[1] 15
[1] 15
[1] 15

[1] 15
[1] 15
[1] 16
[1] 15
[1] 16
[1] 16
[1] 15
[1] 16
[1] 17
[1] 17
[1] 18
[1] 19
[1] 18
[1] 17
[1] 17
[1] 18
[1] 19
[1] 20
[1] 19
[1] 18
[1] 17
[1] 17
[1] 16
[1] 17
[1] 18
[1] 19
[1] 20
[1] 21
[1] 20
[1] 19
[1] 19
[1] 20
[1] 19
[1] 19
[1] 18
[1] 18
[1] 18
[1] 19
[1] 20
[1] 20
[1] 21
[1] 22
[1] 23
[1] 24
[1] 25
[1] 24
[1] 23
[1] 24

[1] 25
[1] 24
[1] 25
[1] 25
[1] 25
[1] 25
[1] 24
[1] 24
[1] 24
[1] 24
[1] 23
[1] 22
[1] 23
[1] 22
[1] 22
[1] 22
[1] 21
[1] 22
[1] 23
[1] 22
[1] 22
[1] 22
[1] 21
[1] 20
[1] 19
[1] 20
[1] 19
[1] 18
[1] 18
[1] 18
[1] 18
[1] 17
[1] 18
[1] 17
[1] 17
[1] 16
[1] 16
[1] 17
[1] 17
[1] 18
[1] 17
[1] 16
[1] 17
[1] 16
[1] 15
[1] 14
[1] 15
[1] 15

[1] 14
[1] 13
[1] 12
[1] 12
[1] 13
[1] 13
[1] 12
[1] 13
[1] 13
[1] 14
[1] 13
[1] 13
[1] 13
[1] 13
[1] 12
[1] 13
[1] 13
[1] 12
[1] 12
[1] 12
[1] 12
[1] 11
[1] 12
[1] 13
[1] 14
[1] 15
[1] 15
[1] 16
[1] 17
[1] 17
[1] 16
[1] 15
[1] 15
[1] 16
[1] 17
[1] 17
[1] 16
[1] 17
[1] 18
[1] 19
[1] 20
[1] 21
[1] 22
[1] 23
[1] 24
[1] 23
[1] 23
[1] 23

[1] 24
[1] 24
[1] 23
[1] 22
[1] 23
[1] 23
[1] 23
[1] 22
[1] 23
[1] 23
[1] 23
[1] 22
[1] 21
[1] 21
[1] 21
[1] 20
[1] 20
[1] 19
[1] 19
[1] 18
[1] 19
[1] 18
[1] 18
[1] 18
[1] 18
[1] 18
[1] 19
[1] 18
[1] 18
[1] 18
[1] 19
[1] 19
[1] 19
[1] 19
[1] 19
[1] 19
[1] 18
[1] 17
[1] 16
[1] 16
[1] 15
[1] 16
[1] 17
[1] 18
[1] 19
[1] 19
[1] 18
[1] 18
[1] 17
[1] 17

[1] 16
[1] 17
[1] 18
[1] 18
[1] 17
[1] 16
[1] 15
[1] 15
[1] 14
[1] 15
[1] 16
[1] 15
[1] 14
[1] 13
[1] 14
[1] 14
[1] 14
[1] 14
[1] 14
[1] 13
[1] 13
[1] 13
[1] 14
[1] 15
[1] 16
[1] 17
[1] 16
[1] 15
[1] 14
[1] 14
[1] 15
[1] 15
[1] 14
[1] 13
[1] 12
[1] 13
[1] 13
[1] 13
[1] 12
[1] 13
[1] 12
[1] 12
[1] 12
[1] 13
[1] 12
[1] 13
[1] 13
[1] 14
[1] 14
[1] 15

[1] 15
[1] 14
[1] 14
[1] 14
[1] 13
[1] 14
[1] 14
[1] 14
[1] 14
[1] 13
[1] 12
[1] 11
[1] 12
[1] 11
[1] 11
[1] 10
[1] 11
[1] 10
[1] 11
[1] 11
[1] 10
[1] 9
[1] 10
[1] 9
[1] 9
[1] 10
[1] 10
[1] 9
[1] 8
[1] 8
[1] 7
[1] 7
[1] 7
[1] 6
[1] 6
[1] 5
[1] 6
[1] 5
[1] 5
[1] 6
[1] 7
[1] 8
[1] 9
[1] 9
[1] 10
[1] 11
[1] 11
[1] 12

[1] 13
[1] 13
[1] 13
[1] 12
[1] 13
[1] 14
[1] 15
[1] 15
[1] 14
[1] 15
[1] 14
[1] 15
[1] 16
[1] 16
[1] 17
[1] 17
[1] 16
[1] 17
[1] 16
[1] 16
[1] 17
[1] 16
[1] 17
[1] 16
[1] 16
[1] 15
[1] 14
[1] 13
[1] 12
[1] 13
[1] 13
[1] 13
[1] 14
[1] 15
[1] 14
[1] 13
[1] 13
[1] 14
[1] 14
[1] 13
[1] 12
[1] 12
[1] 12
[1] 12
[1] 13
[1] 12

[1] 12
[1] 11
[1] 12
[1] 13
[1] 13
[1] 13
[1] 13
[1] 13
[1] 14
[1] 15
[1] 16
[1] 17
[1] 17
[1] 16
[1] 17
[1] 16
[1] 16
[1] 16
[1] 16
[1] 15
[1] 15
[1] 15
[1] 15
[1] 15
[1] 15
[1] 15
[1] 15
[1] 14
[1] 15
[1] 14
[1] 14
[1] 14
[1] 13
[1] 13
[1] 14
[1] 13
[1] 12
[1] 11
[1] 12
[1] 11
[1] 10
[1] 11
[1] 10
[1] 11
[1] 12
[1] 12
[1] 13
[1] 13
[1] 14
[1] 13
[1] 14

[1] 13
[1] 12
[1] 13
[1] 14
[1] 15
[1] 16
[1] 16
[1] 16
[1] 15
[1] 16
[1] 17
[1] 18
[1] 17
[1] 17
[1] 17
[1] 16
[1] 15
[1] 14
[1] 13
[1] 13
[1] 14
[1] 14
[1] 13
[1] 12
[1] 12
[1] 13
[1] 13
[1] 12
[1] 13
[1] 13
[1] 13
[1] 12
[1] 13
[1] 12
[1] 11
[1] 11
[1] 10
[1] 10
[1] 11
[1] 10
[1] 10
[1] 11
[1] 12
[1] 11
[1] 12
[1] 11
[1] 11
[1] 11

[1] 12
[1] 12
[1] 12
[1] 11
[1] 11
[1] 11
[1] 10
[1] 10
[1] 10
[1] 9
[1] 9
[1] 10
[1] 11
[1] 12
[1] 12
[1] 12
[1] 11
[1] 10
[1] 9
[1] 8
[1] 9
[1] 9
[1] 10
[1] 11
[1] 12
[1] 11
[1] 12
[1] 11
[1] 12
[1] 13
[1] 14
[1] 13
[1] 13
[1] 12
[1] 11
[1] 10
[1] 11
[1] 10
[1] 10
[1] 9
[1] 9
[1] 9
[1] 8
[1] 7
[1] 8
[1] 9
[1] 9
[1] 8

[1] 9
[1] 8
[1] 9
[1] 10
[1] 9
[1] 9
[1] 8
[1] 8
[1] 8
[1] 8
[1] 8
[1] 9
[1] 8
[1] 7
[1] 8
[1] 7
[1] 7
[1] 6
[1] 6
[1] 6
[1] 6
[1] 6
[1] 6
[1] 5
[1] 6
[1] 5
[1] 4
[1] 3
[1] 3
[1] 3
[1] 4
[1] 4
[1] 4
[1] 4
[1] 3
[1] 3
[1] 3
[1] 2
[1] 2
[1] 2
[1] 1
[1] 1
[1] 2
[1] 2
[1] 2
[1] 1
[1] 1

3 3. Early Exits using break

- In some cases, it's important to be able to exit a loop "early"
- The break keyword allows us to exit a loop at will

```
In [10]: m <- 5
```

```
while (m > 0) {  
  print(m)  
  m <- m - sample(-2:2, 1)  
  
  if (m > 6) {  
    print("uh, oh... exiting")  
    break  
  }  
}
```

```
[1] 5  
[1] 3  
[1] 1
```