

Программирование на Ruby
для ЛИНГВИСТОВ
a.k.a.
Ruby for Smart Linguists
Basic Ruby (w/o classes)

About

- Создатель: Yukihiro Matsumoto (matz)

- Первая версия в 1995

- Применяется в

консольные инструменты, *прототипирование*

GUI (есть библиотеки tk)

веб программирование Ruby on Rails



killer app

Версии Ruby

- ▶ прекращена поддержка версии 1.8.7
- ▶ текущие версии 1.9.x и 2.0.0

ruby-1.9.2-p290
ruby-1.9.3-p448
ruby-1.9.3-rc1
ruby-2.0.0-p247

- ▶ реализации Ruby

ruby :: MRI/YARV Ruby (The Gold Standard) {1.8.6,1.8.7,1.9.1,1.9.2...}
jruby :: JRuby, Ruby interpreter on the Java Virtual Machine.
rbx :: Rubinius
ree :: Ruby Enterprise Edition, MRI Ruby with several custom patches for performance, stability, and memory.
macruby :: MacRuby, insanely fast, can make real apps (Mac OS X Only).
maglev :: GemStone Ruby, awesome persistent ruby object store.

Осторожно, несовместимость!

- несовместимость между

ruby 1.8.7
ruby 1.9.x (1.9.2, 1.9.3)

good news!
ruby 1.9.x = 2.0.0

- ruby 1.8.7

```
"hello"[0] #=> 104
```

- ruby 1.9.x и 2.0.x

```
"hello"[0] #=> "h"
```

Совет!

решаясь перейти на
новую версию,
читать **ChangeLog**

Полезные утилиты - irb

- irb – интерактивный Ruby, консоль Ruby

```
> irb
```

REPL - read, evaluate, print, loop

- Запустите irb и попробуйте выполнить следующие команды

```
3+6      #=> 9
```

```
9/4      #=> 2
```

```
9.0/4    #=> 2.25
```

```
9.to_f/4 #=> 2.25
```

```
puts "hello " + "world"
```

```
num = 5  
puts num
```

эээ?

метод `to_f` преобразует во float
(число с плавающей точкой)

оператор `puts`
put string

{ набрать quit }

Задание

Задание: в irb, создайте переменную, содержащую строку "hello world"

```
> str = "hello world"
```

выделите из строки первую букву каждого из слов, объедините и распечатайте. Должно получиться "hw"

Решение:

```
str = "hello world"
```

```
puts str[0] + str[6]
```

Полезные утилиты - ri

- ri – (ruby information) консольная справочная система Ruby

```
> ri --help  
> ri --list  
> ri
```

- Выполните команды

```
> ri String  
> ri String#downcase
```

Метод downcase
объекта (экземпляра)
класса String

пример использования **метода объекта**: "Hello".downcase

```
> ri String.new  
> ri String.downcase
```

Метод new
класса String

пример использование **метода класса**: str = String.new

Задания

- Задание: запустите irb и в нем выполните преобразование строки к верхнему регистру. Какой **метод** надо применить к строке? Вставьте его вместо xxx:

```
puts "hello".xxx
```

```
ri String#upcase
```

- многоликий puts. этот метод определен во многих классах

```
> ri puts
```

- Задание: исследуйте отличия puts от print

```
puts "hello"; puts "world"
```

```
$, = ";
```

```
print "hello"; print "world"
```

```
print "hello", "world"
```


Переменные vs. Константы

➤ Переменные (изменяемые) vs константы (неизменяемые)

➤ Правила именования переменных и констант

- буквы [A-Za-z]
- цифры (не может быть первой) [0-9]
- нижнее подчеркивание _

```
name_1 = "Ruby"
```

➤ Переменная не должна начинаться с большой буквы.

➤ Вопрос: с чего может начинаться имя переменной?

Ответ: _[a-z]

Переменные vs. Константы

➤ Константы начинаются с большой буквы.

➤ попробуйте в irb

```
> puts RUBY_VERSION
```

`#=>1.9.2`

`lesson.02/test_stderr.rb`

```
STDOUT.puts  
STDERR.puts
```

➤ Задание: создайте свою константу

```
> ZZZ = 123  
> Qqq = 666
```

и присвойте им другое значение

```
> ZZZ = "reassigned"  
> Qqq += 2
```

oops!

```
(irb):6: warning: already initialized  
constant ZZZ  
=> "reassigned"
```

Константы

➤ Константами считаются имена классов и модулей

- String, Array, Hash
- Enumerable, Comparable
- MyOwnClass, Myownclass, My_own_class

➤ Убедитесь в этом, выполнив команду

```
> ri --classes
```

➤ Вопрос: Чем являются `_var` и `_Var`, переменными или константами?

```
_var = 9  
_Var = 99
```

пэрэмэнными

Типы данных

- ▶ Любой программный объект принадлежит к тому или иному типу

- ▶ Тип определяет

- ▶ допустимые значения и свойства
- ▶ перечень операций, применимых к значениям данного типа

- ▶ Некоторые типы данных

- ▶ численные: Integer, Float, Fixnum (<Integer), Bignum (<Integer), Numeric
- ▶ строковые String
- ▶ логические (булевские = boolean): FalseClass, TrueClass
- ▶ File, IO
- ▶ Symbol
- ▶ Array, Hash

Типы данных - 2

♦ Язык Ruby позволяет задавать свои собственные типы (определять классы) и снабжать их необходимыми свойствами.

- Dictionary
- PartOfSpeechDictionary
- Sentence
- Word
- AnnotatedWord

Типы данных - 3

- Языки делятся на языки с
 - динамической типизацией (shell, awk, ruby, python,...)
 - статической типизацией (C, Java)

- При статической типизации

- тип переменной задается сразу

`int a = 20`

- тип переменной нельзя изменить в процессе работы

`a = "now this is a string"`

- Ruby – язык с динамической типизацией



А в руби?



Аллилуйя!

Пример

- ▶ Выполните скрипт lesson.02/script_2.rb

```
#!/usr/bin/env ruby
```

```
a = 10  
puts a, a.class
```

```
a = "ten"  
puts a, a.class
```

```
a = "10"  
puts a, a.class
```

lesson.02/script_2.rb

метод class позволяет
узнать тип объекта

Задание

➤ Задание: выясните, к какому типу принадлежат следующие значения

3.14 3.14.class #=> Float

"3.14" "3.14".class #=> String, потому что в кавычках

[1, 2, 3] [1, 2, 3].class #=> Array, потому что в квадр. скобках

:Array :Array.class #=> Symbol, потому что начинается с :

1..5 (1..5).class #=> Range, потому что START..END

/[a-z]/ /[a-z]/.class #=> Regexp, потому что в слэшах

Задание

➤ Какой результат выполнения следующих операций?

$20 + 30$ \Rightarrow 50

$"20" + "30"$ \Rightarrow "2030" конкатенация строк

$20 * 3$ \Rightarrow 60 арифметическое умножение

$"20" * 3$ \Rightarrow "202020" String multiplication

$"20" * "3"$ \Rightarrow TypeError: can't convert String into Integer

Присваивание (assignment)

- Оператор `=` служит для присвоения значения переменной

```
num = 42
```

- Параллельное присваивание

```
word, freq, tag = "apple", 42, "noun"
```

```
word, freq, tag = "apple", 42, "noun"
```

```
word = "apple"  
freq = 42  
tag = "noun"
```

- пример:

```
word, tag = "apple_NN".split(/_/)
```

- Исследуйте, какие значения примут переменные:

```
a,b,c = 10,20
```

```
a,b,c = 10,20,30,40
```

Задание

- Задание: задайте две переменные (значение одной “Susan” а другой 25) и выведите текст

“her name is Susan and she is 25 years old”

Подсказка: в скрипте использовать оператор конкатенации строк +

```
#!/usr/bin/env ruby  
  
name, age = "Susan", 25  
  
puts "her name is " + name + " and she is " + age + " years old"  
  
puts "her name is #{name} and she is #{age} years old"
```



`#{...}` интерполяция

Задание

- Решение 2: преобразование типов (привести к типу String)

```
#!/usr/bin/env ruby  
  
name, age = "Susan", 25  
  
puts "her name is " + name + " and she is " + age.to_s + " years old"
```

age.class

==> Fixnum

ri Fixnum#to_s

см. lesson.03/interpolation/test_puts.1.rb

Рюшечки: puts с шаблоном

- ▶ шаблон и позиционная подстановка

```
#!/usr/bin/env ruby
```

```
name, age = "Susan", 25
```

```
template = "her name is %s and she is %s years old"
```

```
puts template % [ name, age ]
```

см. также sudoku

```
> ruby sudoku_solver.rb
```

Оператор условия if

♦ if / then / end

```
if EXPRESSION [; then]
  # если EXPRESSION истинно,
  # то попадаем в эту ветку
  ...
end
```

; перед *then* необязательно

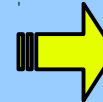
может употребляться в постпозиции:

```
puts "#{a} is a positive number" if a > 0
```

a = 5

if a > 0

puts "#{a} is a positive number"
end



это true

if a > 0; then

puts "#{a} is a positive number"
end

Оператор условия if

♦ if / then / end

```
if EXPRESSION [; then]
  # если EXPRESSION истинно,
  # то попадаем в эту ветку
  ...
end
```

; перед *then* необязательно

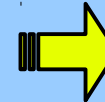
может употребляться в постпозиции:

```
puts "#{a} is a positive number" if a > 0
```

a = 5

if a > 0

puts "#{a} is a positive number"
end



это true

if a > 0; then

puts "#{a} is a positive number"
end

if пошагово

```
a, b = 10, 10
```

```
if a > 0 && a == b  
  puts "hello"  
end
```

```
a, b = 10, 10
```

```
if true  
  puts "hello"  
end
```

```
a, b = 10, 10
```

```
if true && a == b  
  puts "hello"  
end
```

```
a, b = 10, 10
```

```
puts "hello"
```

проверка
на равенство
==

```
a, b = 10, 10
```

```
if true && true  
  puts "hello"  
end
```

"hello"

Оператор условия if

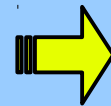
♦ if / then / else / end

```
if EXPRESSION [;then]  
  # сюда если TRUE  
else  
  # сюда если FALSE  
end
```

; перед *then* необязательно

```
a = - 5
```

```
if a > 0
```



это false

```
  puts "#{a} is a positive number"
```

```
else
```

```
  puts "#{a} is not a positive number"
```

```
end
```

Задание

➤ чему равны **a** и **b** после выполнения данного кода?

проверка
на НЕравенство
!=

```
a, b = 10, 10
```

```
if a > 0 && a != b
  b = b - 1
else
  b = b + 1
end
```

```
a, b = 10, 10
```

```
if true && a != b
  b = b - 1
else
  b = b + 1
end
```

```
a, b = 10, 10
```

```
if true && false
  b = b - 1
else
  b = b + 1
end
```

```
a, b = 10, 10
```

```
if false
  b = b - 1
else
  b = b + 1
end
```

```
a, b = 10, 10
```

```
if false
  b = b - 1
else
  b = b + 1
end
```

```
a, b = 10, 10
```

```
if false
  b = b - 1
else
  b = 11
end
```

Оператор условия if

♦ if / then / elsif+ / else / end

; перед *then* необязательно

```
if EXPRESSION1 [; then]
    ...
elsif EXPRESSION2 [; then]
    ...
elsif EXPRESSION3 [; then]
    ...
else
    ...
end
```

ветка else
необязательна

♦ если *EXPRESSION1* равен TRUE, то дальнейшие условия не проверяются

Сопоставление РВ

- Условные операторы, сопоставляющие (matching) строки:

оператор	описание	операнды	ыднарепо
<code>=~</code>	метчит	<code>string =~ regexp</code>	<code>regexp =~ string</code>
<code>!~</code>	не метчит	<code>string !~ regexp</code>	<code>regexp !~ string</code>

Например:

`"paper" =~ /[a-z]/`

`/[0-9]/ =~ "paper"`

```
str = "paper"
```

```
if str !~ /[a-z]/
```

```
  puts "no letters"
```

```
else
```

```
  puts "contains letters"
```

```
end
```

Сопоставление РВ

➤ Что возвращают следующие команды (в irb)?

"paper" =~ /[a-z]/ #=> 0

"Paper" =~ /[a-z]/ #=> 1

"Paper" =~ /[0-9]/ #=> nil

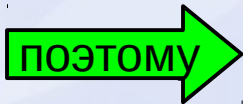
ri String# =~

возвращается позиция начала метча -
позиция первого символа,
который заметило регулярное выражение
(отсчет позиций с 0)

"paper" !~ /[0-9]/ #=> true

Что есть true и что есть false

- ♦ **Любое** выражение или объект в рубли имеет булевское (логическое) значение (true или false)



любое выражение или объект можно использовать в условных конструкциях

```
if "Paper" =~ /[a-z]/  
  ...  
end
```



```
if 1  
  ...  
end
```



```
if true  
  ...  
end
```

- ♦ Вопрос: что произойдет в результате выполнения следующей команды?

```
if 1; then puts "is true"; else puts "is false"; end
```

Задания

► Выясните, какие из следующих значений считаются true в руби?

-5 true

0 true

в AWK false

“paper” true

“” true

в AWK false

true true

отсутствует в AWK

false false

отсутствует в AWK

nil false

отсутствует в AWK

Циклы

- Циклы позволяют выполнить какое-то действие/действия **несколько раз**.
- Сравните, сколько раз выполнится блок (lesson.03/while/test_while_1.rb)

```
a = 2
if a < 5
  b = a ** 2
  print b
end
```

```
#=>4
```

```
a = 2
while a < 5
  b = a ** 2
  print b, ", "
  a += 1
end
```

```
#=> 4, 9, 16
```

- Способы организации циклов в руби:
while (until), for, loop, times, upto, downto, step, each и его братья
- Другие операторы, управляющие циклами:
next, break; *retry*, *redo*

Цикл while

- Цикл while выполняется, пока условие истинно

```
while expression-that-is-TRUE [do]
  # ....
end
```

- Сколько раз выполниться следующий цикл (while/test_while_2.rb)?
Расскажите, как он выполняется:

```
i = j = 0

while i < 5 && j < 5
  puts "i=#{i}, j=#{j}"
  i += 1
  j += i
end

puts ""
```

```
i=0, j=0
i=1, j=1
i=2, j=3
```

Почему цикл не пошел на следующую итерацию?

```
i=3, j=6
```

Цикл while с IO#gets

- Вопрос: объясните, как работает следующий цикл?

например, обрабатывается файл, в котором одна строка "hello"

```
while line = gets      while line = "hello"      while "hello"      while true
  # действия          # ...
  # line.chomp!        end                        # ...
  ...                  end                        # ...
end                    end                        end

```

- Вопрос: В какой момент этот цикл остановится? читать: IO#gets

Ответ: из IO#gets: Returns +nil+ if called at end of file.

- Принудительное завершение цикла: break

```
while true; do
  ...
  break if some-condition
  ...
end

```

Чтение из потока ввода

```
ri IO#gets
```

➤ выполните скрипт `lesson.03/gets/test_gets.1.rb`

➤ Прочитайте скрипт и скажите, то ли выводится, что “хотел” сказать программист.

для сравнения, выполните `lesson.03/gets/test_gets.2.rb`

➤ Исправьте скрипт `test_gets.1.rb`, чтобы он работал аналогично `test_gets.2.rb`

```
ri String#chomp  
ri String#chop  
ri String#strip
```

```
ri String#chomp!  
ri String#chop!  
ri String#strip!
```

Задания

- Задание: напишите скрипт (test_numbers.rb), который просит пользователя ввести целое число и сообщает об этом числе, является ли оно положительным, отрицательным или нулем

```
#!/usr/bin/env ruby

msg = "Enter an integer number"
puts msg

while num = gets
  num = num.chomp.to_i

  # TODO: write your code here that tests the number
  if num ...

    puts msg
  end
end
```

test_numbers.rb

Ответ: lesson.03/test_numbers_done.rb

Задание

- Задание: Будет ли работать следующий скрипт?

```
#!/user/bin/ruby

while line = gets
  line.chomp!

  if line == "quit"
    exit
  elsif line < 0
    puts line + " is a negative number"
  else if line == "0"
    puts line + " is zero"
  elsif
    puts "#{line} is a negative number"
  end
end
```

Задание

➤ Задание: исправьте скрипт `lesson.03/test_numbers_buggy.rb`

в комментариях описано, что он должен делать

см. ответ в `lesson.03/test_numbers_correct.rb`

Задание

- на материале файла `data/words.txt`, подсчитайте скриптом, сколько
 - ★ в файле строк
 - ★ сколько слов, начинающихся с большой буквы
 - ★ сколько слов, начинающихся с маленькой буквы

ожидаемый выход как выход скрипта:

```
lesson.04/simple/count_words.rb
```

Совпадает ли количество слов 1. с суммой 2. и 3. ?

Если нет, то выведите строку/и, которая/ые не была/и подсчитана/ы?

Задание

- ♦ Из файла data/corpus.txt выведите непустые строки длиной меньше 10 токенов.
- ♦ Подсчитайте все непустые строки, пришедшие на вход, и все выведенные строки. Выведите эти счетчики в конце выполнения программы в поток ошибок

Ожидаемый выход как выход скрипта:

lesson.04/simple/short_paragraphs.rb

Начальный скрипт:

lesson.04/simple/short_paragraphs_stub.rb

```
while IO#gets
  String#length
  String#empty?
  String#split
  Array#length
```


Accuracy/Precision/Recall

		Gold	
		True (NP)	False (non-NP)
Auto	Pos. (NP)	tp: NP = NP	fp: NP != non-NP
	Neg. (non-NP)	fn: non-NP != NP	tn: non-NP = non-NP
		Precision	
		Recall	

tp - true positive
 fp - false positive
 fn - false negative
 tn - true negative

Accuracy:

$$(tp + tn) / (tp + tn + fp + fn)$$

Precision:

$$tp / (tp + fp)$$

Recall:

$$tp / (tp + fn)$$

Задание

♦ Задание: на основании файла `corpus_gold_vs_auto.txt` подсчитайте accuracy

ответ: `precision/compute_accuracy.rb`

Задание

- Задание: посчитайте точность распознавания NP.
- Дополнительно: округлите результат до двух знаков после запятой.

начальный скрипт: `precision/compute_precision_stub.rb`

ответ: `precision/compute_precision.rb`

Задание

- Задание: посчитайте посчитайте `recall` распознавания NP.
- Дополнительно: округлите результат до двух знаков после запятой.

ответ: `precision/compute_recall.rb`

- Задание: объедините в один скрипт вычисление всех метрик: `accuracy`, `precision`, `recall`

Задание

♦ Задание: измените скрипт `find_jj_with_jjr.rb` так, чтобы выход имел следующий вид:

NICE JJ --> JJR NICER

(т.е. пять полей разделенных табуляцией)

ответ: `lesson.06/find_jj_with_jjr.2.rb`

Ожидаемый выход в

`lesson.06/find_jj_with_jjr.2.out`

`lesson.07/find_jj_with_jjr.2.out`

Есть ли в выходе это две строки?

FAR JJ	-->	JJR FARTHER
FAR JJ	-->	JJR FURTHER

Задание

♦ Задание: (см. lesson.06/irrverbs/README) Разработайте скрипт, который находит в словаре просао глаголы, имеющие неправильную форму VBD, и выводит найденное в следующем формате:

GIVE	VB	-->	VBD	GAVE
SHED	VB	-->	VBD	SHED

(т.е. пять полей разделенных табуляцией)

Используйте DicTester как источник данных. см. пример выхода DicTester в файле:

lesson.06/irrverbs/dictester.txt

ответ: lesson.07/irrverbs/find_vb_irrvbd.rb

ожидаемый выход: lesson.07/irrverbs/find_vb_irrvbd.out

“Найди отличия”

1. Правильный ли это способ получить форму VB?

```
vb = line.split.first
```

см. файл dict.takeplace.txt

```
“TAKE PLACE classes: VB-134/10”.split  
=> ["TAKE", "PLACE", "classes:", "VB-134/10"]
```

2. Что изменится, если заменить регулярное выражение?

```
/^(.+[^\s])\s+classes:/
```



```
/^(.+)\s+classes:/
```

Работает ли скрипт?

Сравните значения переменной vb в обеих реализациях.

```
puts vb + ">"
```

“Найди отличия”

3. Что если изменить порядок проверок условий?

```
line =~ /VB-/ && line =~ /^(.+)\s+classes:/
```



```
line =~ /^(.+)\s+classes:/ && line =~ /VB-/
```

➤ Чему равно значение переменной `vb` в каждом из случаев?

4. Нужна ли проверка `&& vb` ? Сравните выход скрипта с и без этой проверки

```
if line =~ /VB-.+--> VBD-\d+ (.+)/ && vb
```

см. файл dict.do.txt

➤ paradigm of DO has no VB but has VBD

Массивы (Arrays)

- Arrays = массивы = списки
- Массивы один из базовых типов данных

```
letters = ["a", "b", "c", "d", "e"]
```

- Массив это структура данных, содержащая **ряд** объектов, доступ к которым определен **по индексу**.

- обычная переменная (не массив) имеет **одно** значение

```
age = 25
```

- В руби массивы индексируются начиная с 0.

ключ	значение
0	"a"
1	"b"
2	"c"
3	"d"
4	"e"

Массивы (Arrays)

- Обращение к элементу массива происходит через указание его индекса

```
letters = ["a", "b", "c", "d", "e"]
```

```
puts letters[0]      "a"
```

```
puts letters[3]      "d"
```

- В руби в массиве можно хранить данные разных типов

```
things = [1, "uno", 36.6, ["one", "two"], 1..10]
```

- Вопрос: что хранится в массиве things под индексом 3?

```
puts things[3]      ["one", "two"]      # массив строк
```

Обращение к элементу(ам) массива

- Дан массив

```
letters = ["a", "b", "c", "d", "e"]
```

- По индексу от начала массива

```
letters[1]      => "b"
```

```
letters[1] = 'B'
```

```
ri Array#[]  
ri Array#[]=
```

- По индексу считая с конца массива (нумерация начинается с -1)

```
letters[-1]      => "e"      # последний элемент массива
```

```
letters[-2]      => "d"      # предпоследний элемент массива
```

Задания

- Задание: как еще можно выделить первый/последний элементы массива?

```
ri Array
```

```
ri Array#first  
ri Array#last
```

```
letters.first  
letters.last
```

- letters.second, letters.third, ..., letters.onehundredtwentyfirst ?
- Задание: как выделить несколько элементов массива сразу? Как выделить элементы “b”, “c” и “d”?

```
letters = ["a", "b", "c", "d", "e"]
```

```
letters[1,3]          => ["b", "c", "d"]   # первый, длина
```

```
letters[2..4]         => ["c", "d", "e"]   # диапазон первый..последний
```

Как задать массив

- Перечислить через запятую значения его элементов

```
letters = [ "a", "b", "c", "d", "e" ]    digits = [0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]
```

- Массив **строк** можно задать также таким образом

```
letters = %w{ a b c d e }
```

```
letters = %w( a b c d e )
```

- Преобразованием другого объекта в массив

строки:	"hello".split("")	==> ["h", "e", "l", "l", "o"]
	"hello, world".split	==> ["hello,", "world"]
диапазона:	(1..5).to_a	==> [1, 2, 3, 4, 5]
	('a'..'e').to_a	==> ["a", "b", "c", "d", "e"]

Добавление элементов в массив

- Объявляем массив

```
letters = Array.new
```

синоним: `letters = []`

- Здесь `new` это название метода класса, создающего новый экземпляр массива. Этот метод (*new*) называется *конструктором*.

- Добавление элемента в конец массива при помощи `<<`

```
letters << "a"
```

=> ["a"]

```
letters << "a" << "b" << "c"
```

=> ["a", "a", "b", "c"]

синоним – метод `Array#push`:

```
letters.push "k"
```

```
letters.push("k", "l", "m")
```

```
letters.push "k", "l", "m" # можно без скобок
```

Присвоение значения элементам массива

- Можно назначить значение произвольному элементу массиву

```
letters[10] = 'zzz'
```

Array#[] =

- Задание: какой вид будет иметь массив после выполнения следующих действий

```
things = ['a', 'b']  
things << 'k' << 'l'  
things[10] = 'zzz'
```

Ответ: ["a", "b", "k", "l", nil, nil, nil, nil, nil, nil, "zzz"]

- Задание: проверьте, что произойдет, если выполнить следующие действия

```
words[10] = "hello"
```



сначала массив
надо объявить:
words = []

Присвоение значения элементам массива

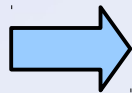
- Используя метод `[]=` можно назначать значение сразу нескольким элементам массива (по аналогии с получением *нескольких* значений через метод `[]`)

```
letters = %w{a b c d e f g h}  
=> ["a", "b", "c", "d", "e", "f", "g", "h"]  
  
letters[1..3] = ["X", "Y", "Z"]  
letters  
=> ["a", "X", "Y", "Z", "e", "f", "g", "h"]
```

```
ri Array#[]=
```

- Что если длина диапазона (в индексе) не совпадает с длиной массива, который присваивается (справа от знака равно)?

```
letters[1..3] = [1,2]
```



```
=> ["a", 1, 2, "e", "f", "g", "h"]
```


Присвоение значения элементам массива

- Какой вид будет иметь массив после следующих действий?

```
numbers = (0...10).to_a
```

```
numbers[2..4] = [ [2, 'dos'], [3, 'tres'] ]
```

=> [0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]

=> [0, 1, [2, "dos"], [3, "tres"], 5, 6, 7, 8, 9]

Итераторы

- Чтобы пробежаться по всем элементам массива

```
letters = %w{ a b c d e f }
```

Array#each

```
letters.each do | val |  
  puts val  
end
```

ЭКВИВАЛЕНТНО

```
letters.each { |val|  
  puts val  
}
```

Array#each_index

```
letters.each_index do | idx |  
  puts "#{idx} = #{letters[idx]}"  
end
```

ЭКВИВАЛЕНТНО

```
letters.each_index { | idx |  
  puts "#{idx} = #{letters[idx]}"  
}
```

- Задание: попробуйте эти вкусные конструкции

Задания

- Задание: выведите элементы этого массива в обратном порядке

```
letters = %w{ a b c d e }
```

ri Array#reverse_each

```
letters = %w{ a b c d e }
```

```
letters.reverse_each do |item|  
  puts item  
end
```

ожидаемый
выход:

```
e  
d  
c  
b  
a
```

```
0 e  
1 d  
2 c  
3 b  
4 a
```

- Задание: и пронумеруйте элементы

bad news: no such thing as
Array#reverse_each_index

Задания

- Задание: как еще можно вывести массив в обратном порядке?

```
letters = %w{ a b c d e }
```

reverse ?

```
letters = %w{ a b c d e }
```

```
letters.reverse.each_with_index {|item, i|  
  puts "#{i} #{item}"  
}
```

0	e
1	d
2	c
3	b
4	a

ожидаемый
выход

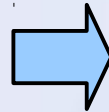
- У массива есть много методов, принимающих блок. Блок выполняется для каждого элемента массива. То есть, имеет место неявное итерирование по массиву.

Цикл for

- Цикл **for** синонимичен **Array#each**

```
letters = %w{a b c d e}
```

```
for i in letters  
  puts i  
end
```



```
a  
b  
c  
d  
e
```

- Страшная тайна: **for** вызывает метод **each**, поэтому **for** можно использовать с любым объектом, для которого определен метод **each**
- Что произойдет, если заменить массив на строку?

```
for i in "hello"  
  puts i  
end
```

```
NoMethodError: undefined method  
`each' for "hello":String
```

Задания

- Задание: Посчитайте длины всех слов в списке words.txt

примерный выход (см. lesson.08/word_lengths/word_lengths_1.out)

```
52 words of length 1  
183 words of length 2  
838 words of length 3  
3300 words of length 4
```

ответ:
lesson.08/word_lengths/word_lengths_1.rb

- Задание: то же самое, что и предыдущее задание, но выведите еще по 10 слов на каждую длину (10 первых встретившихся в списке слов)

примерный выход (см. lesson.08/word_lengths/word_lengths_2.out):

```
1 52, A, B, C, D, E, F, G, H, I, J  
2 183, Ac, Ag, Al, Am, Ar, As, At, Au, Av, Ba  
3 838, A's, AOL, Abe, Ada, Ala, Ali, Amy, Ana, Ann, Apr
```

ответ: lesson.08/word_lengths/word_lengths_2.rb

наш друг ri

➤ ri Array

= Class methods:

`[], new, try_convert`

= Instance methods:

`&, *, +, -, <<, <=>, ==, [], []=, abbrev, assoc, at, bsearch, clear, collect, collect!, combination, compact, compact!, concat, count, cycle, dclone, delete, delete_at, delete_if, drop, drop_while, each, each_index, empty?, eql?, fetch, fill, find_index, first, flatten, flatten!, frozen?, hash, include?, index, initialize_copy, insert, inspect, join, keep_if, last, length, map, map!, pack, permutation, pop, pretty_print, pretty_print_cycle, product, push, rassoc, reject, reject!, repeated_combination, repeated_permutation, replace, reverse, reverse!, reverse_each, rindex, rotate, rotate!, sample, select, select!, shelljoin, shift, shuffle, shuffle!, size, slice, slice!, sort, sort!, sort_by!, take, take_while, to_a, to_ary, to_s, transpose, uniq, uniq!, unshift, values_at, zip, |`

Получение несоседних значений из массива

- Дан массив (см. lesson.09/data)

```
@months = %w[ Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec ]
```

- Загрузите этот массив из файла (выполнить в irb)

```
load 'data'
```

```
@months
```

```
ri Kernel#load
```

@ глобальная переменная

- Попробуйте загрузить таким же образом файл data.2 и доступиться к массиву days, который там определен.

- Задание: выделите одной командой все весенние и два первых осенних месяца, например, по их индексам в массиве

```
["Mar", "Apr", "May", "Sep", "Oct"]
```

```
ri Array#values_at
```

```
@months.values_at(2..4, 8, 9)
```

селекторами могут быть диапазоны или целые числа (положительные или отрицательные)

Методы, оканчивающиеся на ? и !

- Имена методов могут *заканчиваться* на знаки ! и ?

Array#empty?
Array#include?

String#empty?
String#include?

- Вопрос: что это может обозначать? почитайте в ri описание разных методов с ?

описания в ri начинаются с **Returns true if ...**

- Такие методы (предикаты) всегда возвращают булевское **true** или **false**.

[] .empty?

==> true, да массив пуст

%w[a b c].empty?

==> false, нет, массив не пуст

arr = ["one", "two", "three"]

arr.member?('one')

==> true

arr.include?(1)

==> false

Синонимы
Array#member?
Array#include?

Опасные методы

- Знак ! (bang) обозначает, что метод “опасный”. Всегда есть метод без ! и метод с ! есть его “опасный” вариант
- Парные методы объектов класса Array

collect	collect!	map map!
compact	compact!	
flatten	flatten!	
reject	reject!	
reverse	reverse!	
rotate	rotate!	

select	select!
slice	slice!
sort	sort!
sort_by	sort_by!
shuffle	shuffle!
uniq	uniq!

Опасные методы - 2

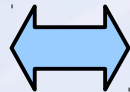
- В такой паре методов метод с ! изменяет *ресивер* (объект, у которого метод вызывается), а метод без ! возвращает другой объект, содержащий изменение:

```
arr = [1, 2, nil, 4]
```

- Сравните (в irb)

```
arr.compact  
#=> [1,2,4]
```

```
arr  
#=> [1, 2, nil, 4]
```



```
arr.compact!  
#=> [1,2,4]
```

```
arr  
#=> [1, 2, 4]
```

методы с ! тоже что-то возвращают

Опасные методы - 3

- ▶ Много других методов -- без ! -- также изменяют ресивер:

Array#delete

Array#push

пример Array#delete см. [lesson.09/find_vb_incomplete_pdg.2.rb](#)

- ▶ Очень распространенное неправильное обобщение: если метод изменяет ресивер, то он должен иметь ! .

Нет, это верно только для парных методов.

String#chomp

String#strip

String#chomp!

String#strip!

Задания

- Мысленно выполните скрипт `lesson.09/test_compact.rb`
- Вопрос: сколько элементов содержит массив `@months` в конце выполнения скрипта?

```
puts @months.length  
#=> 12
```

- Как удалить из массива все `nil`? Сколько элементов содержит сейчас массив `@months`?

```
@months.compact!  
puts @months.size
```

```
@months = @months.compact  
puts @months.length
```

```
Array#delete
```

```
Array#length  
Array#size  
Array#count
```

Строковое представление массива

- Преобразование массива в строку

Array#to_s

ruby1.8.7

```
puts [1,2,3,4].to_s  
#=> 1234  
  
puts [1,2,3,4].inspect  
#=> [1, 2, 3, 4]
```

ruby 1.9.x

```
puts [1, 2, 3, 4].to_s  
#=> [1, 2, 3, 4]  
  
puts [1,2,3,4].inspect  
#=> [1, 2, 3, 4]
```

Строковое представление массива - 2

- Преобразование массива в строку

```
Array#join(sep=$,)
```

\$, – output field separator
по умолчанию равно nil

```
arr = [1,2,3,4]
```

```
puts arr.join          #=> 1234
```

```
puts arr.join(', ')    #=> 1, 2, 3, 4
```

Строковое представление массива - 2

- Преобразование массива в строку

```
Array#join(sep=$,)
```

\$, – output field separator
по умолчанию равно nil

```
arr = [1,2,3,4]
```

```
puts arr.join          #=> 1234
```

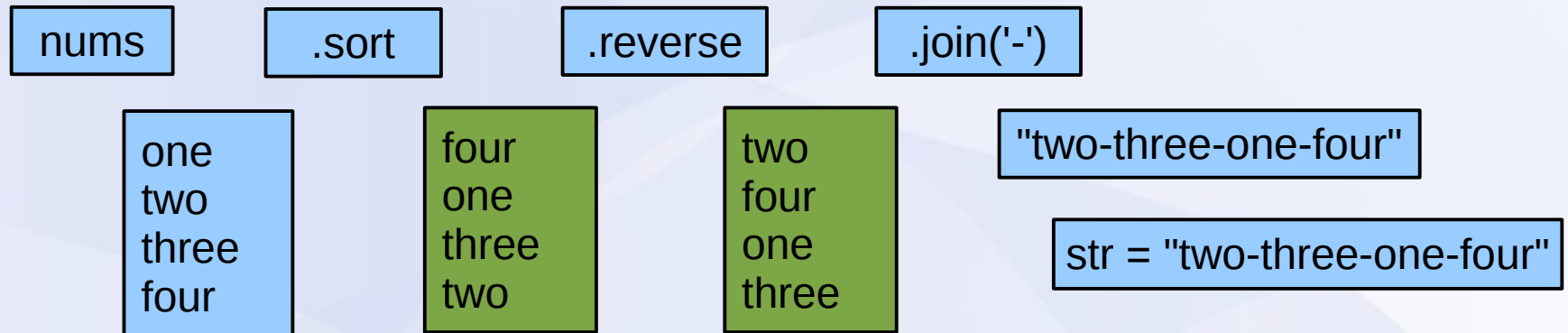
```
puts arr.join(', ')    #=> 1, 2, 3, 4
```


Method chaining

Сцепление методов

```
nums = %w[one two three four]  
str = nums.sort.reverse.join('-')
```

str = "two-three-one-four"



- в процессе выполнения создаются промежуточные временные объекты
- Какой вид имеет массив `nums` после этих манипуляций?

массив `nums` не изменился

Задание

- Замените методы на их опасные варианты. Чему будет равно `str`? Какой вид будет иметь массив `nums` после этих манипуляций?

```
str = nums.sort!.reverse!.join('-')
```

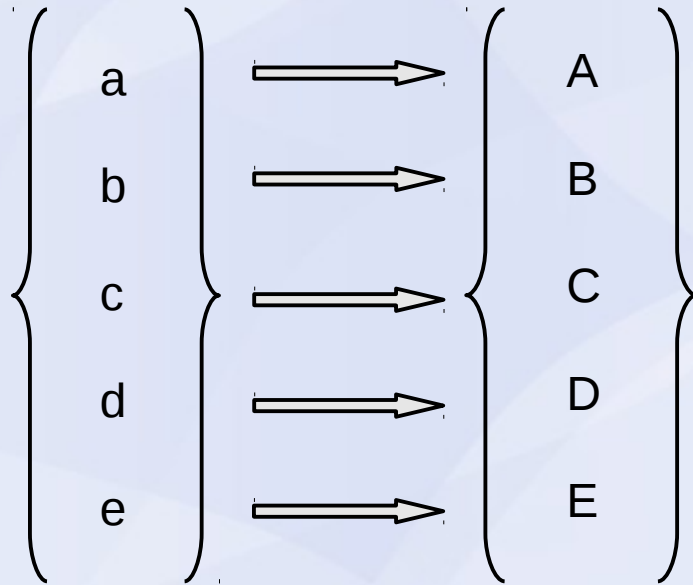
```
str = "two-three-one-four"
```

```
nums = ["two", "three", "one", "four"]
```

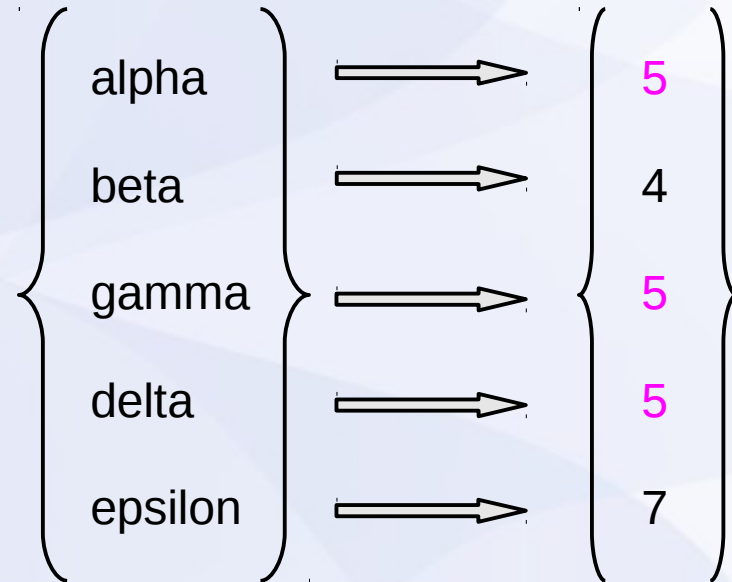
- Здесь `.sort!` и `.reverse!` не создают никаких временных объектов, а изменяют свой ресивер.

Отображение множества

- Отображение множества строчных букв на множество прописных



- Отображение множества слов на их длины



```
chars = %w{a b c d e}
upchars = chars.map do |char|
  char.upcase
end
```

Отображение множества

- Метод map (map!) обходит массив и для каждого элемента выполняет указанные действия, создавая из результата новый массив (или замещая текущий элемент этим результатом)

Синонимы

Array#map
Array#collect

Синонимы

Array#map!
Array#collect!

```
chars = %w{a b c d e}  
upchars = chars.map do |char|  
  char.upcase  
end
```

```
chars = %w{a b c d e}  
chars.map! do |char|  
  char.upcase  
end
```

- Что находится в массивах chars и upchars в обоих случаях?

chars – не изменился
upchars = ["A", "B", "C", "D", "E"]

chars = ["A", "B", "C", "D", "E"]
какой еще upchars? :-)

Array#map (cont'd)

- В блоке может быть больше одного действия.

см. lesson.10/test_map_1.rb

- Результат *последней* операции в блоке является результатом всего блока и именно это значение помещается в новый массив (или замещает прежнее значение, в случае Array#map!).

```
things = %w[ 1 uno 234 dos ]
things.map! do |el|
  if el =~ /\d+$/
    el.to_i
  else
    el.upcase
  end
  "HELLO"
end
```

см. lesson.10/test_map_things.rb

- Что произойдет в результате выполнения этого кода?

things = [1, "UNO", 234, "DOS"]

- Что произойдет, если добавить перед end "HELLO"?

["HELLO", "HELLO", "HELLO", "HELLO"]

Задания

- Измените скрипт lesson.10/test_map_1.rb таким образом, чтобы получить из массива @numbers двумерный массив вот такого вида:

[["uno", "UNO"], ["dos", "DOS"], ["tres", "TRES"], ...]

Ответ: lesson.10/test_map_2.rb

- Найдите максимальную и минимальную длину слов из @numbers

ожидаемый результат:

min: 3
max: 6

Array#min
Array#max

Ответ: lesson.10/test_map_3.rb

Состояние после маппирования:

```
@numbers.map {|item| item.length}  
#=> [3, 3, 4, 6, 5, 4, 5, 4, 5, 4]
```

Задания

- Как иначе получить максимальное и минимальное значения (не используя методы `Array#min` и `Array#max`)?

```
@numbers.map do |item|  
  item.length  
end
```

`#=> [3, 3, 4, 6, 5, 4, 5, 4, 5, 4]`

```
@numbers.map do |item|  
  item.length  
end.sort
```

`#=> [3, 3, 4, 4, 4, 4, 5, 5, 5, 6]`

```
array.first  
array.last  
array[0]  
array[-1]
```

```
min, max = array.values_at(0, -1)
```

Задания

➤ Дано теггированное предложение. Необходимо вывести:

- предложение без тегов
- цепочку тегов (без слов)

Ограничение: нельзя использовать `String#gsub` на всем предложении, но можно использовать его для одного слова.

входной файл: `lesson.10/tagged.txt`

аккуратно преобразовать фразы:

`as_well_RB`

```
Array#split  
Array#index  
Array#rindex  
String#gsub
```

ответ: `lesson.10/untag.rb`

(Домашнее) Задание

- Даны теггированные отношения `r__VerbPhrase`. Необходимо вывести их без тегов.

Изучите структуру `r__VerbPhrase` (используйте метод `inspect`)

Возможно пригодятся:

```
Array#shift  
Array#unshift
```

входной файл: `lesson.10/tagged_relations.txt`

ответ: `lesson.10/untag_relations.rb`

Квантор всеобщности и квантор существования

- Квантор всеобщности – условие, верное для всех элементов множества

Array#all?

#=> true если **все** элементы удовлетворяют условию

#=> false если **хотя бы один** элемент **не** удовлетворяет условию

```
pets = %w{ bat dog cat cow wombat }
```

```
pets.all? do |pet|  
  pet =~ /a/  
end
```

- Все ли слова содержат букву а?

#=> false

- Каким будет результат следующей операции?

```
pets.all? do |pet|  
  pet =~ /[ieaou]/  
end
```

#=> true

Квантор существования

- ♦ Позволяет проверить, есть ли **хотя бы один** элемент, удовлетворяющий данному условию.

Array#any?

#=> true если **хотя бы один** элемент удовлетворяет усл.

#=> false если **ни один** элемент **не** удовлетворяет условию

- ♦ Когда надо выполнить действие, если среди тегов есть хотя бы один глагольный:

```
tags = [ "NN", "VBG", "JJing" ]
```

```
if tags.any? { |tag| tag =~ /^V/ }  
  # do something  
end
```

Как не надо делать

- ▶ Когда надо выполнить действие, если среди тегов есть хотя бы один глагольный:

```
if tags.include?("VB") || tags.include?("VBZ")  
  || tags.include?("VBD") || tags.include?("VBN")  
  || tags.include?("VBG")  
then  
  # do something  
end
```

- ▶ Зачем здесь break?

Чтобы выполнить действие
только один раз

```
tags = [ "NN", "VBG", "JJing" ]  
tags.each do |tag|  
  if tag =~ /^V/  
    # do something  
    # ...  
    break  
  end  
end
```

Проверка на наличие элемента в массиве

```
pets = %w{ bat dog cat cow wombat }  
  
if pets.include?('dog')  
  ...  
end
```

Синонимы
Array#include?
Array#member?

➤ Объясните, почему это тоже работает аналогичным образом

```
if pets.index('dog')  
  # мы здесь  
end
```

```
if pets.index('aircraft')  
  # сюда мы не попадем  
end
```

Array#index(val)

Array#**r**index(val)

➤ возвращает позицию самой левой (первой) встречи val

➤ возвращает позицию самой правой (последней) встречи val

NB: позиция всегда отсчитывается от начала

Проверка на наличие подстроки в строке

- Похожим образом работают одноименные методы в String

```
String#index  
String#rindex
```

- Закончите мысль

```
if "abrakadabra".index("k") ...  
  puts "В этом слове одна буква k"  
end
```

#=> 4



#=> 4

```
if "abrakadabra".index("k") == "abrakadabra".rindex("k")  
  puts "В этом слове одна буква k"  
end
```

- Как проверить, что в слове больше одной буквы b?

заменить == на !=

Задание

- Из файла `lesson.11/searching/text.txt` выведите предложения, содержащие хотя бы одно слово в середине, написанное в Titlecase.

Не используя `String#=~` на все предложение.
Представьте предложение в виде массива слов.

ответ: `lesson.11/finding/select_sent_with_titlecase_inside.rb`

ответ: `lesson.11/finding/select_sent_with_titlecase_inside.2.rb`

`Array#shift`

Selecting element(s)

- ♦ Найти и выбрать из массива элемент(ы), удовлетворяющие некоторому условию?
- ♦ Даны среднемесячные температуры в г. Надым. Как найти первую положительную температуру

temperatures = [-19.6, -18.2, -11.8, -7.6, 1.2, 10.6, 16.0, 12.1, 4.9, -19, -20, -25]

ответ в lesson.11/selecting/first_warm_month_temp.rb

```
temperatures.find {|el| el > 0}
```

`==> 1.2`

Синонимы
Array#find
Array#detect

Selecting element(s) - 2

➤ Чем отличается Array#select от Array#find?

➤ Что вернет следующий код?

```
temperatures = [-19.6, -18.2, -11.8, -7.6, 1.2, 10.6, 16.0, 12.1, 4.9, -19, -20, -25]
```

```
temperatures.select {|temp| temp > 0}
```

```
#=> [1.2, 10.6, 16.0, 12.1, 4.9]
```

то есть, **массив** всех подходящих значений

```
temperatures = [-19.6, -18.2, -11.8, -7.6, 1.2, 10.6, 16.0, 12.1, 4.9, -19, -20, -25]
```

см. также

```
Array#grep
```

Сортировка массива, метод <=>

- Array#sort, Array#sort!

```
words = %w{ pear apple strawberry apple bears }
```

```
words.sort    #=> ["apple", "apple", "bears", "pear", "strawberry"]
```

- Элементы сравниваются между собой при помощи оператора <=> .

```
str <=> other_str
```

=> -1, 0, +1

“spaceship” operator

```
ri '<=>'  
ri 'String#<=>'
```

Возвращаемые -1, 0 или 1 показывают,
где по отношению к other_str сортируется str

- -1 если str сортируется **перед** other_str
- 1 если str сортируется **после** other_str
- 0 если равны

Оператор “космический челнок” <=>

- Что вернут следующие сравнения?

'apple' <=> 'apple' #=> 0

'apple' <=> 'bears' #=> -1 apple сортируется перед bears

'bears' <=> 'apple' #=> 1 bear сортируется после apple

'apples' <=> 'apple' #=> 1

- На метод <=> опираются все другие методы сравнения, определенные в модуле-примеси (mixin) Comparable:

< <= == >= >

Сортировка массива с блоком

♦ методы `sort` и `sort!` могут принимать блок, в котором описана процедура сравнения двух элементов. **блок должен возвращать -1, 0, 1**

♦ `Array#sort` (без блока) эквивалентен следующей команде с блоком

```
arr.sort do |a, b|  
  a <=> b  
end
```

два элемента попадают в переменные `a` и `b`
как взаимно расположить `a` и `b`?
если -1 или 0, то `ab`; если 1, то `ba`

♦ Как отсортировать массив в обратном порядке (от большего к меньшему), не используя `Array#reverse` ?

```
arr.sort do |a, b|  
  b <=> a  
end
```

```
sorted = arr.sort.reverse
```

см. `lesson.11/sorting/test_sort_1.rb`

Задания

- Отсортируйте массив @numbers по длине слов

```
@numbers.sort do |a, b|  
  a.length <=> b.length  
end
```

см. lesson.11/sorting/test_sort_2.rb

- Как этот же массив отсортировать в обратном порядке, от больших длин к меньшим?

```
@numbers.sort do |b, a|  
  a.length <=> b.length  
end
```

см. порядок аргументов в |b, a|

Сортировка по вычисленному значению

- `sort_by`, `sort_by!` производят сортировку по вычисленному значению

```
%w{ three one 1984 }.sort_by {|item|  
  item.length  
}
```

см. `lesson.11/sorting/test_sort_by_1.rb`

```
#=> ["one", "1984", "three"]
```

- Исследуйте, что делает скрипт `lesson.11/sorting/test_sort_by_2.rb`

Ответ: сортирует по согласным буквам

```
["ocho", "cinco", "cuatro", "dos", "diez", "uno", "nueve", "seis", "siete", "tres"]
```

Задания

- Измените test_sort_by_2.rb так, чтобы слова были отсортированы по количеству **гласных** в слове

["dos", "tres", "seis", "diez", "cinco", "uno", "ocho", "siete", "nueve", "cuatro"]

ответ см: lesson.11/sorting/test_sort_by_3.rb

- Отсортируйте массив @trn_numbers по немецким словам

```
@trn_numbers = [  
  [1, "one", "ein"],  
  [2, "two", "zwei"],  
  [3, "three", "drei"],  
  [4, "four", "vier"],  
  [5, "five", "fünf"]  
]
```

см. lesson.11/sorting/test_sort_3.rb
см. lesson.11/sorting/test_sort_by_5.rb

Пользовательские методы

Пользовательские методы

- Программист может задавать свои собственные методы
- Метод это способ сгруппировать код в одном месте
 - возможность абстрагировать от деталей реализации
 - возможность повторного использования (reusability)
 - более читабельный код
 - легче поддерживать
- синонимы: подпрограммы, функции, процедуры

Определение метода и его использование

- Метод должен быть *определен* до его *использования*
- Определение метода

```
def method_name(arg1, arg2....)  
  # команды  
  return ...  
end
```

```
def method_name arg1, arg2....  
  # команды  
  return ...  
end
```

- Использование (вызов) метода (method call):

```
res = method_name(a1, a2)
```

```
res = method_name a1, a2
```

- см. пример использования методов в

lesson.12/methods/extract_random_subcorpus.3.rb
lesson.12/methods/extract_random_subcorpus.4.rb

Аргументы методов

- Имена аргументов это *локальные названия* для внешних (по отношению к методу) переменных и литералов.

```
def unvowel(word)  
    word.delete('ieaou')  
end
```

```
unvowel("hello")
```

```
w = "good bye"  
unvowel(w)
```

{ внутри метода **unvowel** переменная word принимает значение "hello"

{ внутри метода **unvowel** переменная word принимает значение "good bye"

Аргументы методов

- Аргументы передаются позиционно

```
def max_of_three(a, b, c)
  if a > b && a > c
    return a
  elsif a > b && a < c
    return c
  elsif ...
    ...
  end
end

x, y = 1, 20
max_of_three(x, y, 10)
```

при вызове метода происходит

max_of_three(x, y, 10)



max_of_three(1, 20, 10)



def max_of_three(a, b, c)



max_of_three(a=1, b=20, c=10)

Задание

- ♦ Реализуйте метод `max_of_three` иначе.

ОТВЕТ:

`lesson.12/methods/max_of_three.2.rb`

`lesson.12/methods/max_of_three.3.rb`

example of in-place unit testing:

```
puts max_of_three(1, 100, 2) == 100
```

```
puts max_of_three(1, 100, 2, 500_000) == 500000
```

```
==> true
```

```
==> true
```

Передача объектов в метод

- ▶ Объекты, передаваемые в метод через аргументы, передаются
 - ▶ по значению (по копии)
 - ▶ по ссылке
- ▶ Задание: исследуйте скрипт `lesson.12/methods/test_args_2.rb`.
Что произошло со строкой `str` и почему?
 - ▶ Метод `object_id` применяется к любой сущности в руби, возвращая идентификатор этой сущности (объекта) в памяти.
- ▶ Задание: Исследуйте скрипт `lesson.12/methods/test_args_3.rb`.
Изменилось ли значение переменной `i` после вызова метода?
Как можно объяснить, что внутри метода переменная `i` сначала имеет один `object_id` а потом другой?

Это надо знать!

- Простые объекты (числа, true, false, nil) передаются по копии (в руби – при попытке их изменить, делается и изменяется копия).
 - Сложные объекты (String, Array, Hash, etc) передаются по ссылке -- такой объект можно изменить (в том числе по неосторожности).
- Это же отличие можно наблюдать в множественном присваивании:

два разных объекта a и b

```
a = b = 10
```

```
a += 10
```

```
b
```

```
#=> 20
```

```
#=> 10
```

две переменные aa и bb
ссылются на один и тот же
объект

```
aa = bb = [1,2,3]
```

```
aa << 4
```

```
bb
```

```
#=> [1,2,3,4]
```

```
#=> [1,2,3,4]
```

Область видимости переменных

- Область видимости (visibility scope) – фрагмент(ы) программы, где переменная видна (и ее можно использовать)
- Виды переменных
 - ➔ глобальные (\$zzz) – доступны везде: \$stdout, \$stderr, \$1..
 - ➔ локальные (без @ в начале)
 - ➔ **переменные объекта класса** (начинаются с @zzz)
 - ➔ переменные класса (начинаются с @@zzz)
- Метод создает свой собственный *локальный* контекст, переменные внутри метода никак не конфликтуют с переменными вне этого контекста, даже если их имена совпадают.
- Переменные с @ являются “глобальными” для скрипта и видны внутри всех методов, определенных в скрипте

Локальные переменные

- Локальная переменная видна только в локальном контексте

```
def increment(b)  
  b += 1  
end
```

} эта переменная b является локальной
для метода increment

```
b = 10
```

} эта переменная b является локальной
для скрипта (вне методов)

```
puts increment(b)  
puts b
```

#=> 11

#=> 10

- Это разные переменные b, они существуют в разных областях видимости

Переменные с @

- ▶ Переменная объекта класса (@name) видна во всем скрипте

```
def increment  
  @b += 1  
end
```

```
@b = 10
```

```
puts increment  
puts @b
```

```
#=> 11
```

```
#=> 11
```

- ▶ Задание: в скрипте `lesson.12/methods/extract_random_subcorpus.3.rb` сделайте переменную *pct* видимой внутри метода.

ответ: `lesson.12/methods/extract_random_subcorpus.5.rb`

- ◆ Недостаточно заменить *pct* на *@pct*. Когда переменная стала глобальной для скрипта, нет необходимости передавать ее в метод как аргумент.
- ◆ Метод стал менее универсальным.

Return

- Метод может возвращать какое-либо значение. Для этого используется ключевое слово **return**
 - ➔ возвращает указанное значение
 - ➔ и выходит из метода
- В руби при помощи return можно вернуть любое количество любых объектов (руби объединяет их в массив)

```
def useless_method  
  a = 111  
  b = 222  
  return a, b, 42  
end
```

```
x, y, z = useless_method
```



```
x, y, z = 111, 222, 42
```

~~Come back~~ Return

- Что делает этот метод?

```
def longer_word(word1, word2)
  if word1.length > word2.length
    return word1
  end

  return word2

  puts "hello" # this never happens
end
```

- return выходит из метода

- Что будет напечатано?
w = "books"
puts longer_word("book", w)

#=> books

- Чему равно res ?

```
w = "burn"
res = longer_word "book", w
```

res = "burn"

Задания

- Разработайте метод, который принимает массив чисел и возвращает минимальное и максимальное значения.

```
values = [3,2,5,9,1,-7]  
mn, mx = min_max(values)
```

выход:
min = -7
max = 9

ответ `lesson.12/methods/min_max.1.rb`

- Объясните, что вы видите в `lesson.12/methods/min_max.2.rb`?

Задание

- Определите метод `select_by_length`, который из заданного массива выбирает слова заданной длины

```
dict = %w{cat act book teacher Ruby}  
res = select_by_length(dict, 4)
```

Ожидаемый результат:

```
#=> ["book", "Ruby"]
```

ответ: lesson.12/methods/select_by_length.rb

Методы без Return

- Метод не обязательно должен что-либо возвращать
 - ➔ метод изменяет сам объект, переданный ему как аргумент
 - ➔ метод выполняет какое-то действие, возвращаемое значение которого *не важно*

```
def greet(name)
  puts "Hello, #{name}."
end
```

`greet "Zeus"`

`greet('Apollo')`

- В руби метод без явного *return* возвращает результат последней операции!
- Вопрос: будет ли напечатан вопрос про гору Олимп?

```
if greet("Zeus")
  puts "How is the life on the Mount Olympus?"
end
```

не будет, так как
`puts` возвращает `nil`,
а `nil` это `false`

Параметры по умолчанию

- Аргументам метода можно задавать значение по умолчанию

```
Array#join(sep=$,)
```

```
arr = %w{uno dos tres}  
puts arr.join      #=> unodostres  
puts arr.join(', ') #=> uno, dos, tres
```

- Допускается любое количество опциональных аргументов при условии, что они являются *последними* аргументами в методе

```
def strjoin(a, b, c=nil, s=" ")  
  [a,b,c].compact.join(s)  
end
```

```
puts strjoin("aa", "bb", "cc", "\t") #=> aa  bb  cc  
puts strjoin("aa", "bb", "cc") + "!" #=> aa bb cc!  
puts strjoin("aa", "bb") + "!"       #=> aa bb!  
puts strjoin("aa", "bb", "\t") + "!" #=> aa bb \t!
```

- Вопрос: Что напечатают следующие команды?
- Вопрос: как напечатать “aa bb” разделенные табуляцией?

```
puts strjoin("aa", "bb", nil, "\t") #=> "aa  bb"
```


Переменное количество аргументов

- В том случае, если функция должна иметь возможность вызываться с разным количеством элементов, используется * (splat operator)

```
def method_name( *args )  
  # args is an Array  
  # args[0], args[1] ...  
end
```

Использование:

```
method_name(1)  
method_name(1, "aa")  
method_name(1, "aa", x, y)
```

- Задание: разработайте метод *strjoin*, который производит конкатенацию заданных строк в одну через заданный сепаратор, принимая любое число строк для конкатенации в качестве аргументов.

```
puts strjoin("aa", "bb", ",")      #=>aa,bb  
puts strjoin("aa", "bb", "cc", "\t") #=>aa  bb  cc
```

ответ: lesson.13/strjoin.rb

Задание

- Будет ли работать такой код?

```
def strjoin(*args, sep="\t")  
  args.join(sep)  
end
```

см. lesson.13/strjoin.rb

Какой будет результат в случае:

`strjoin("aa", "bb", "cc", "\t")`

`strjoin("aa", "bb", "cc", "dd")`

“\t” и “dd” относятся
к args или к sep?

(и снова) Циклы

- Ранее изученные циклы и методы для итерирования:

while for ... in ... Array#each Array#reverse_each

- По диапазону

```
(3..7).each {|i| puts i}
```

#=>

3
4
5
6
7

- Как вывести числа из диапазона в обратном порядке?

см. lesson.13/loops/test_range_each.rb

Методы upto/downto

- Цикл от одного заданного значения до другого заданного с шагом 1

```
3.upto(7) do |n|  
  puts n  
end
```

#=>

3
4
5
6
7

```
Integer#upto  
String#upto  
Date#upto
```

- downto – от большего к меньшему

```
7.downto(3) do |n|  
  puts n  
end
```

#=>

7
6
5
4
3

см. lesson.13/loops/test_upto.1.rb

пример с Date#upto
lesson.13/loops/test_upto_date.rb

- Исследуйте скрипт lesson.13/loops/test_downto.2.rb. Нужно ли брать в скобки (если да, то зачем):

```
(words.length-3).downto {|i| ...}
```

Метод (который танцует) step

- Что делает метод step?

см. lesson.13/loops/test_step_1.rb

```
1.step(20, 3) do |n|  
  print n.to_s + '  
end
```

#=> 1 4 7 10 13 16 19

перебор значений с шагом 3

- Задание: измените test_step_1.rb так, чтобы было выведена следующая последовательность (в обратном порядке):

20 17 14 11 8 5 2

```
1.step(20, -3) do |n|  
  print n.to_s + '  
end
```

ответ в lesson.13/loops/test_step_2.rb:

Метод step

- Метод step определен для классов Range, Numeric, Date

ri step

ri Numeric

- Почему метод upto определен для (под)класса Integer, а метод step для родительского (супер)класса Numeric?

3.14.upto(9.8) { |n| block }

Integer < Numeric

Numeric < Object

Неясно, какое должно быть следующее число за 3.14 – 3.141 или 3.15

Задание

- Реализуйте метод сортирующий массив чисел по алгоритму сортировки вставкой. Метод должен принимать на вход один аргумент - массив чисел – и возвращать *новый массив*, в котором эти числа отсортированы в восходящем порядке.

```
insert_sort [9,7,9,1,5,-3] #=> [-3,1,5,7,9,9]
```

Array#insert

начальный скрипт: lesson.13/insert_sort/insert_sort_to_new_stub.rb

ответ: lesson.13/insert_sort/insert_sort_to_new.rb

взять очередной элемент из массива	положить в подходящее место в новом массиве
[9, 7, 9, 1, 5, -3]	[9]
[9, 7, 9, 1, 5, -3]	[7, 9]
[9, 7, 9, 1, 5, -3]	[7, 9, 9]
[9, 7, 9, 1, 5, -3]	[1, 7, 9, 9]
[9, 7, 9, 1, 5, -3]	[1, 5, 7, 9, 9]
[9, 7, 9, 1, 5, -3]	[-3, 1, 5, 7, 9, 9]

Задание

- ♦ Реализуйте метод, производящий сортировку массива чисел на месте (in place - переупорядочивается сам массив непосредственно). Используйте алгоритм сортировки вставкой.

Алгоритм и псевдокод:

http://ru.wikipedia.org/wiki/Сортировка_вставкой

начальный скрипт: lesson.13/insert_sort/insert_sort_in_place_stub.rb

ответ: lesson.13/insert_sort/insert_sort_in_place.rb

Модули

everything you always wanted to know
but were afraid to ask

Модуль

➤ Модуль - набор методов, сгруппированных по назначению и вынесенных в отдельный файл

♦ возможность повторного использования в разных скриптах

модуль Math

cos
sin
tan

модуль Church

cross
sin
prayer

♦ помещение метода в модуль позволяет иметь одноименные методы с разной функциональностью

Определение и использование

- Коллекция методов, работающих с теггированным текстом

```
module Syn
```

syn.rb

```
  def self.untag(tagged)
    tagged.gsub(/_[^_\\s]+/, "")
  end
```

```
  def self.unword(tagged)
    ...
  end
```

```
end
```

```
module Syn
```

syn.rb

```
  def Syn.untag(tagged)
    tagged.gsub(/_[^_\\s]+/, "")
  end
```

```
  def Syn.unword(tagged)
    ...
  end
```

```
end
```

- Использование:

```
Syn.untag( 'runs_VBZ' )  #=> "runs"
```

- позже о том, как сделать, чтобы работало вот так:

```
"runs_VBZ".untag
```

Подключение модуля

- Модуль необходимо загрузить (обычно вверху файла)

```
require 'filename'
```

```
ri Kernel#require
```

например:

```
require 'syn.rb'
```

```
ri Kernel#require_relative
```

или без расширения:

```
require 'syn'
```

в этом случае руби будет искать имена
`syn.rb`, `syn.so`, `syn.o`, `syn.dll`

см `lesson.14/modules/test_syn_module.rb`

```
require './syn'
```

не следует задавать относительные пути

```
require_relative 'syn'
```

поиск начнется с текущей директории

Настоящее повторное использование

- Цель: сделать так, чтобы ruby мог найти файл с модулем

```
require "syn"
```

- В каких директориях require ищет файлы?

```
> ruby -e 'puts $:'
```

```
$:  
$LOAD_PATH
```

массив содержит
пути, в которых ищет
require

- Переменная окружения RUBYLIB (добавить в .bashrc)

```
export RUBYLIB=~/.lib:~/rufsl/lib:$RUBYLIB
```

После чего необходимо перезапустить
терминал (сигвин) или выполнить команду

```
> source ~/.bashrc
```

без пробелов
вокруг =

Задание

- ♦ Создайте директорию для собственных модулей (например lib в домашней директории) и настройте сигвин так, чтобы эта директория была в RUBYLIB.

создать директорию:

```
> mkdir ~/lib
```

добавить в .bashrc:

```
export RUBYLIB=~/.lib:$RUBYLIB
```

- ♦ Создайте (в ~/.lib) модуль Syn (можно взять lesson.14/modules/syn.rb) и добавьте в него метод words, который принимает на вход теггированную строку и возвращает все слова (без тегов) как массив.

один из способов решения:
использовать уже существующий
в модуле метод untag

```
def self.words ts
  untag(ts).split
end
```

- ♦ Методы внутри модуля могут вызывать друг друга без явного указания имени модуля в качестве ресивера (т.е. не Syn.untag и просто untag)

Домашнее задание

♦ Реализуйте следующие методы модуля Syn

- ♦ tags принимает через аргумент теггированное предложение, возвращает все теги в виде массива
- ♦ unwdc принимает через аргумент теггированное предложение, возвращает это же предложение, но с объединенными в одно слово компаундами. Все внутренние теги сложных слов начинаются на wdc (wdcEL, wdcSN, wdcSJ, wdcSV, wdcLK)

```
das_ATDNN H_wdcEL -_wdcLK Bomben_wdcEL versuch_NCNSN  
=>  
das_ATDNN H-Bombenversuch_NCNSN
```

- ♦ какие-нибудь другие методы, по желанию

По желанию, разработайте тесткейсы для этого модуля (см. дальше).
Используйте шаблон из `lesson.14/modules/unit_test_stub.rb`

Именованние модулей и файлов

- ♦ имя модуля (и класса) является константой рубли - должно начинаться с большой буквы
- ♦ CamelCase в имени модуля, snake_case в имени файла

имя модуля	имя файла
Syn	syn.rb
MySuperSin	my_super_sin

Модули-примеси (mixin)

- Сравните определения и способы вызова

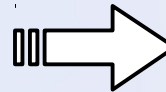
ЭТОТ МОДУЛЬ МОЖНО
ПОДМЕШАТЬ К КЛАССУ

```
module Syn  
  def self.untag  
    ...  
  end  
end
```

```
module Syn  
  def untag  
    ...  
  end  
end
```

нет self

подмешанные методы
становятся собственными
методами объектов



```
class String  
  include Syn  
end
```

подмешивание
к классу String

Использование:

```
Syn.untag("runs_VBZ")
```

```
"runs_VBZ".untag
```

см. [lesson.14/modules/syn_as_mixin.rb](#)

+ и -

- ◆ Плюсы: примеси позволяют легко добавить однотипную функциональность в несколько классов
- ◆ Минусы: примеси загрязняют стандартные классы
 - ◆ Что, если кто-то другой уже добавил в класс `String` метод `untag` с другим поведением?

Вложенные модули

- Структурирование модулей (и классов) в сложной системе

```
module ESE
  module Tagger
    def self.method1
    end
  end

  module Extractor
    def self.method1
    end
  end
end
```

```
module ESE
  module Tagger
    def self.method1
    end
  end
end
```

ese/tagger.rb

```
module ESE
  module Extractor
    def self.method1
    end
  end
end
```

ese/extractor.rb

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ:

ESE::Tagger::method1

fully-qualified name

ESE.Tagger.method1

TDD с использованием Test::Unit

- см Unit::Test в lesson.14/modules/test_quality.rb

```
class TestQuality < Test::Unit::TestCase
```

- Чтение:

http://en.wikibooks.org/wiki/Ruby_Programming/Unit_testing

Задание

- Разработайте модуль Quality согласно тесткейсам, которые заданы в `lesson.14/modules/test_quality.rb`

ответ: `lesson.14/modules/quality.rb`

- По желанию добавьте в модуль что-нибудь свое, например, вычисление F-Measure.
- По желанию добавьте тесткейсы в файл с тестами `test_quality.rb`

Hash

в питоне: Dictionary

Hash

- Хэш (ассоциативный массив) *неупорядоченная (?)* коллекция пар "ключ-значение".
- Ключи в *массиве* (индексы) это целочисленные значения (от 0 и выше).

```
arr_months = [ "January", "February", "March" ]
```

```
arr = []
```

- Ключом в хэше может быть любой объект (строки, числа, символы, массивы...). Ключ должен быть уникальным.

не путать с
%w{ ... }

```
hash_months = {  
  "Jan" => "January",  
  "Feb" => "February",  
  "Mar" => "March"  
}
```

```
hash_months = {  
  1 => "January",  
  2 => "February",  
  3 => "March",  
}
```

```
hsh = {}
```

```
ri Hash#[]
```

```
hash_months["Jan"] #=> "January"
```

```
hash_months[2] #=> "February"
```

- Значением в хэше (как и в массиве) может быть любой объект.

Hash

- Сколько ключей в этом хэше?

```
hash = { 1 => 'one', "1" => 'uno' }
```

`==>2`

```
ri Hash#length
```

- Еще один способ инициализации хэша, появился в ruby 1.9

```
numbers = { one: 'uno', two: 'dos', three: 'tres' }
```

- Какому классу принадлежат ключи хэша numbers?

см. `lesson.15/test_hash_with_colons`

классу `Symbol`

- Исследуйте, будет ли работать это?

```
hash = { 1: 'uno' }
```

```
hash = { "two": "dos" }
```

в обоих случаях
ошибка

Изменение хэша

- Метод []= добавляет или замещает пару ключ-значение

```
hash_months["Apr"] = "April"
```

ri Hash#[]=

```
hash_months ["May"] = "Can"
```

```
hash_months ["May"] = "May" ← останется только эта пара
```

ключи в хэше являются уникальными

- Синоним: метод Hash#store

```
hash_months.store("Jun", "June")
```

```
hash_months.store "Jul", "July"
```

ri Hash#store(key, value)

Вопросы к Хэшу?

- Какой метод позволяет узнать, есть ли в хэше какие-нибудь данные?

Hash#empty?

hash_months.empty? #=>false

- Как узнать, есть ли в хэше некоторый **ключ**?

has_key?(k)

key?(k)

include?(k)

member? (k)

hash_months.key?("Jan")

#=> true

hash_months.key?("January")

#=> false

- Как узнать, есть ли в хэше некоторое **значение**?

Hash#value?(v)

Hash#has_value?(v)

hash_months.value?("January")

#=> true

Получение данных из хэша - 1

- Метод `[]` позволяет получить значение по указанному ключу

```
hash_months["Jan"] #=> "January"
```

ri Hash#[]

- Чтобы получить значения по нескольким ключам?

Hash#values_at

поиск ключа происходит:
1) с учетом регистра
2) с учетом типа
данных

- Что вернет следующая команда?

```
hash_months.values_at "Feb", "apple", "Jan"
```

```
#=> ["February", nil, "January"]
```

см. lesson.15/test_values_at

массив значений (nil, если ключа нет) в порядке, соответствующем порядку аргументов при вызове Hash#values_at

- Исследуйте скрипт lesson.15/test_values_at.2

Получение данных из хэша - 2

- ▶ Как получить список всех ключей, которые есть в хэше?

проверьте ваши идеи в irb используя данные из файла loadme

```
load 'loadme'  
@months.keys
```

```
Hash#keys
```

- ▶ в руби 1.8 порядок элементов в хэше неопределен

```
#=> ["Jul", "Apr", "Jan", "Feb", "Mar", "Jun", "May", ...] ← массив!
```

- ▶ в руби 1.9 – в порядке добавления элементов в хэш

```
#=> ["Jan", "Feb", "Mar", "Apr", "May", "Jun", "Jul", ...] ← массив!
```

Получение данных из хэша - 3

- ♦ Вопрос: как получить *все* значения, хранимые в хэше

Hash#values

@months.values

- ♦ в руби 1.9

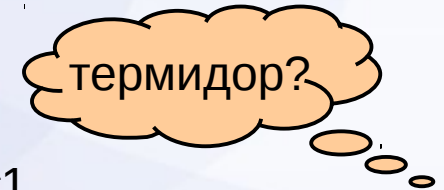
#=> ["January", "February", "March", "April", "May", "June", "July"]

- ♦ Значения в возвращаемом массиве упорядочены по тем же правилам, что и ключи (то есть, нет порядка в 1.8 и в порядке добавления в 1.9)

Значение по умолчанию - 1

- Обращение к несуществующему ключу возвращает nil

```
hash_months ['term'] #=> nil
```



- Проблемная ситуация?

```
counts = {}  
counts['apple'] += 1
```

решение #1

```
counts = {}  
counts ['apple'] ||= 0  
counts ['apple'] += 1
```

- Решение #2 – метод Hash#default=

```
counts = {}  
counts.default = 0  
  
counts['apple'] += 1  
counts['grapes'] += 1
```

```
ri Hash#default=  
ri Hash#default
```

Значение по умолчанию - 2

- Решение #3 – в момент инициализации можно указать значение по умолчанию

```
counts = Hash.new(0)

counts['apple'] += 1
counts['barmeley'] += 1
```

```
ri Hash.new
```

- Что будет напечатано в двух случаях?

```
data = Hash.new("hello")

puts data[9]
data[9].upcase!

puts data['ten']
```



это единственный объект, он
присваивается всем новым ключам

```
#=> "hello"
```

```
#=> "HELLO"
```

Мантра о новом дефолтном объекте

- При обращении к несуществующему ключу, будет создаваться пара

ключ => новый массив

```
hash = Hash.new { |h,k|  
  h[k] = []  
}
```

многоязычный словарь:

```
words = Hash.new { |h,k| h[k] = []}  
  
words['apple'] << 'Apfel' << 'manzana'  
words['butterfly'] << 'Schmetterling' << ...
```


Итерирование по хэшу

- ♦ Хэш – **неупорядоченная (?)** коллекция.
 - в руби 1.8 – неупорядоченная
 - в руби 1.9 – упорядоченная в порядке добавления
- ♦ Какие есть итераторы в хэшах?

```
Hash#each  
Hash#each_pair  
  
Hash#each_key  
Hash#each_value
```

возвращает пару ключ-значение

```
hash_months.each do |abbr, full|  
  puts "#{abbr} means #{full}"  
end
```

- ♦ Будет ли это работать? одна переменная вместо двух для ключа и значения?

```
hash_months.each { |a|  
  puts a.inspect  
}
```

#=> ["Jan", "January"]

Задания

- Есть ли какие-либо отличия в работе между следующими командами?

```
hash_months.each_key do | abbr |  
  puts abbr  
end
```

```
hash_months.keys.each do | abbr |  
  puts abbr  
end
```

Задание

- Разработайте скрипт, который находит в списке data/words.txt палиндромы и вольвограммы. Игнорируйте слова длины 1.

палиндром: civic

вольвограмма: stun ↔ nuts

ожидаемый выход: find_palindromes.out

(в lesson.15/tasks)

ответ: find_palindromes.rb

- Сделайте вторую реализацию этого скрипта, но с использованием массива вместо хэша.

ответ: find_palindromes_over_array.rb

Сравните время выполнения двух скриптов

```
> time -p find_palindromes.rb ...
```

```
> time -p find_palindromes_over_array.rb ...
```

Хэши быстрее!

Задание

- ♦ Разработайте скрипт, который находит в списке слов data/words.txt анаграммы заданного слова (кроме самого заданного слова). Слово задается как аргумент при вызове скрипта. Скрипт должен игнорировать различия в регистре (cat и Act нужно считать анаграммами) но выводить слова в первоначальном регистре.

примеры запуска и файлы с ожидаемым выходом:

```
> find_anagrams_of Reward    # см. find_anagrams_of.Reward  
> find_anagrams_of resist    # см. find_anagrams_of.resist
```

начальный скрипт: find_anagrams_of_stub (в lesson.15/tasks)

ответ: find_anagrams_of

Домашнее задание

- Разработайте скрипт, который найдет в файле data/words.txt все анаграммы и выведет каждую группу слов в одну строку через табуляцию. Игнорируйте регистр написания при поиске анаграмм, но выводите слова в исходном регистре

```
whiter      \t wither \t writhe  
woodworm    \t wormwood
```

ожидаемый выход: find_all_anagrams.out

(в lesson.15/tasks)

ответ: find_all_anagrams

- Дополнительное задание (по желанию):

сделайте так, чтобы не считались анаграммами такие группы, где *все слова* суть разные регистровые написания одного слова, например:

```
Workman     \t workman
```

ожидаемый выход: find_all_anagrams.2.out

ответ: find_all_anagrams.2

Массив ARGV

- Массив ARGV содержит все аргументы, с которыми вызывается скрипт, в том же порядке, в каком они указаны в командной строке.

```
> find_anagrams_of reward filename1 filename2
```

то массив ARGV содержит следующие **строки**

```
["reward", "filename1", "filename2"]
```

- Важно: "reward" не является файлом, поэтому попытка его читать вызовет ошибку

см. `lesson.16/test_argv.sh`

```
./test_argv:5:in `gets': No such file or directory - reward (Errno::ENOENT)
```

ARGV.shift

- Аргументы не-файлы нужно удалить из массива ARGV

```
query = ARGV.shift
```

```
ri Array#shift
```

```
#=> query = "reward"
```

```
#=> ARGV = ["filename1", "filename2"]
```

- Другие возможности:

```
ARGV.delete_at(0)
```

- Почему не будет работать?

```
ARGV = ARGV[1..-1]
```

```
warning: already initialized constant ARGV
```

см. lesson.16/test_argv_2

это два разных массива ARGV

File.readlines

- Метод класса File.readlines позволяет зачитать весь файл целиком в массив.

```
lines = File.readlines(fname)
```

```
ri File.readlines
```

зачитает с разделителем по умолчанию, то есть \n

- см. lesson.16/test_file_readlines

The file shortfile.txt contains the following 4 lines:

```
["warder is a volvogram\n", "\n", "deified is a palindrom\n", "\n"]
```

- Задание: попробуйте указать в скрипте test_file_readlines в качестве разделителя пустую строку ""

```
File.readlines(fname, "")
```

The file shortfile.txt contains the following 2 lines:

```
["warder is a volvogram\n\n", "deified is a palindrom\n\n"]
```

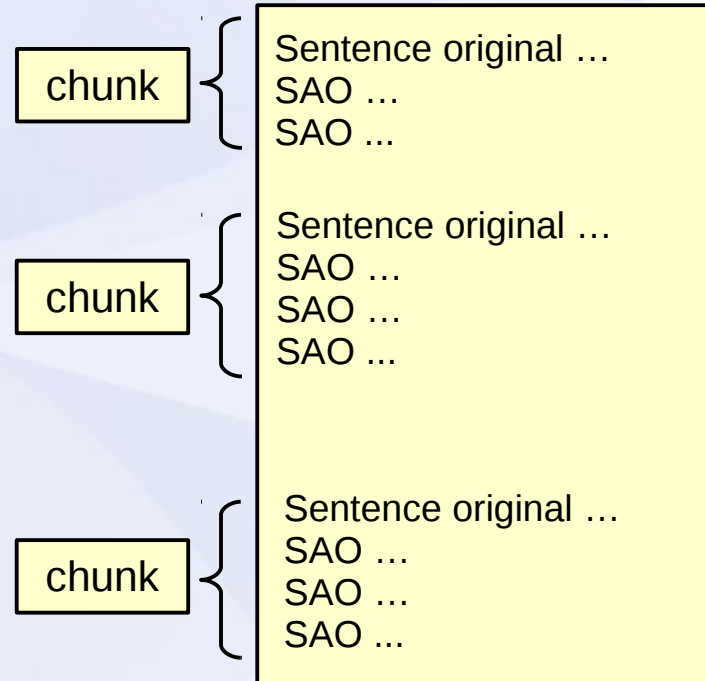

Чтение текста блоками

- Разделитель “” позволяет читать файл фрагментами, разделенными как минимум одной пустой строкой.

```
chunks = File.readlines(fname, “”)
```

- Это так же справедливо для IO#gets

```
while chunk = gets(“”)  
  ...  
end
```



- Блок текста *chunk* является одной строкой, с \n внутри

Инициализация Хэша из Массива

- Хэши быстрее массивов => лучше использовать хэши
- Массив массивов вида:

```
[ [k1, v1], [k2, v2], [k3, v3] ... ]
```

можно интерпретировать как массив пар ключ-значение и преобразовать в ХЭШ:

```
keys_and_values = [[1, 'one'], [2, 'two'], [3, 'san']]  
h = Hash[ keys_and_values ]
```

```
ri Hash.[]
```

```
#=> {1=>"one", 2=>"two", 3=>"san"}
```

см. [lesson.16/test_hash_from_array](#)

Преобразование хэша в массив

- “Обратная” операция

```
h = {1=>"one", 2=>"two", 3=>"san"}
```

```
h.to_a
```

```
ri Hash#to_a
```

```
#=> [[1, 'one'], [2, 'two'], [3, 'san']]
```

- Преобразование в массив происходит при сортировке хэша

Сортировка хэша

- ▶ Hash#sort, Hash#sort_by – работают как в массивах, потому что оба происходят из модуля-примеси Enumerable, общего для Array и Hash
- ▶ Эти методы возвращают **массив**, потому что хэш не считается *упорядоченной* структурой данных.
- ▶ Выполните скрипт lesson.17/hashsort/test_sort_1.rb

```
[ ["0", "zero"], ["1", "one"], ["10", "ten"], ["11", "eleven"], ["12", "twelve"],  
  ["2", "two"], .... ]
```

```
@eng_numerals.sort.class #=> Array
```

- ▶ Вопрос: по какому принципу были упорядочены элементы хэша?

Ответ: в порядке увеличения (строкового) значения ключей

“0” < “1” < “10” < “11” < “12” < “2”

Сортировка хэша с блоком

- Метод Hash#sort применяет вот такой блок по умолчанию:

```
hash.sort do |a, b|  
  a <=> b  
end
```

```
["0", "zero"] <=> ["10", "ten"]
```

```
hash = {  
  "0" => "zero",  
  "1" => "one",  
  "2" => "two"  
}
```

```
hash.to_a.sort do |a, b|  
  a <=> b  
end
```

- Выполните и проанализируйте скрипт hashsort/test_sort_2.rb

фрагмент вывода:

```
a=["12", "twelve"]  
b=["5", "five"]  
result of comparison: -1
```

35 сравнений для
сортировки 13 элементов

```
[..., ["12", "twelve"], ["2", "two"], ["3", "three"], ["4", "four"], ["5", "five"], ...]
```

Задания

- Измените test_sort_2.rb так, чтобы хэш был отсортирован в *нисходящем* порядке по *численному* значению ключа.

ожидаемый выход:

```
[["12", "twelve"], ["11", "eleven"], ["10", "ten"], ["9", "nine"], ["8", "eight"],  
["7", "seven"], ["6", "six"], ["5", "five"], ["4", "four"], ["3", "three"],  
["2", "two"], ["1", "one"], ["0", "zero"]]
```

ответ: hashsort/test_sort_3.rb

- Отсортируйте хэш @numerals (задан в файле data) по испанским числительным в порядке возрастания (в алфавитном порядке).

ожидаемый выход:

```
[["0", ["zero", "ceero"]], ["5", ["five", "cinco"]], ["4", ["four", "cuatro"]], ["10", ["ten",  
"diez"]], ["12", ["twelve", "doce"]], ["2", ["two", "dos"]], ["9", ["nine", "nueve"]], ...]
```

ответ: hashsort/test_sort_4.rb

Sort!ировка хэша

- Вопрос: почему нет методов *Hash#sort!* и *Hash#sort_by!* ?
- Ответ: метод *Hash#sort* меняет сущность объекта: результат сортировки -- объект класса *Array*, а не *Hash*.

Сортировка Hash#sort_by

- Метод Hash#sort_by позволяет избавиться от явного сравнения элементов (и оператора <=>).
- Вместо <=>, достаточно сделать так, чтобы блок возвращал то значение, по которому необходимо произвести сортировку.

```
@eng_numerals.sort_by do |key, val|  
  key.to_i  
end
```

см. hashsort/test_sort_5.rb

```
@eng_numerals = {  
  "0" => "zero",  
  "1" => "one",  
  "2" => "two",  
  "3" => "three",  
  "11" => "eleven"  
}
```

```
[["0", "zero"], ["1", "one"], ["2", "two"], ["3", "three"], ["4", "four"], ["5", "five"],  
["6", "six"], ["7", "seven"], ["8", "eight"], ["9", "nine"], ["10", "ten"], ["11",  
"eleven"], ["12", "twelve"]]
```

- Вопрос: как изменить порядок сортировки на нисходящий?

```
-key.to_i
```


Задание

♦ Отсортируйте хэш @numerals (задан в файле data) по *обратному* чтению английских числительных (в порядке возрастания). Используйте Hash#sort_by

ожидаемый выход:

```
[["3", ["three", "tres"]], ["9", ["nine", "nueve"]], ["1", ["one", "uno"]], ["5", ["five", "cinco"]], ["12", ["twelve", "doce"]], ["10", ["ten", "diez"]], ["11", ["eleven", "once"]], ["7", ["seven", "siete"]], ["0", ["zero", "cero"]], ["2", ["two", "dos"]], ["4", ["four", "cuatro"]], ["8", ["eight", "ocho"]], ["6", ["six", "seis"]]]
```

так как: ee < eni < eno < evi ...

ответ: hashsort/test_sort_6.rb

Метод Hash#sort_by_value

- Такого метода нет
- Но его можно реализовать!

```
class Hash
  def sort_by_value
    self.sort_by { |k,v| v }
  end
end
```

- Использование (см. hashsort/test_sort_7.rb):

```
puts @eng_numerals.sort_by_value
```

```
[["8", "eight"], ["11", "eleven"], ["5", "five"], ["4", "four"], ["9", "nine"], ["1", "one"],  
["7", "seven"], ["6", "six"], ["10", "ten"], ["3", "three"], ["12", "twelve"], ["2", "two"],  
["0", "zero"]]
```

Задание cmpsort

Полная формулировка в [lesson.17/cmpsort/README](#)

- ♦ Необходимо разработать скрипт (`cmp_ccs_sort_by_tagseq`), который переупорядочивает разницу по CCSplitter-y/MainWordExtractor-y так, чтобы ее было удобно тестировать:
 - ★ CCSplitter опирается на теги входной цепочки => сгруппировать записи разницы по входной цепочке
 - ★ Есть более частотные явления, есть менее частотные. Эту информацию можно учитывать, решая, что тестировать и что нет.

Входной файл:

английский: `cmp_ccsplitter_1.out`

немецкий: `german/cmp_ccsplitter_1.out`

Ожидаемый выход в: `sorted`

Ответ: `cmp_ccs_sort_by_tagseq`

Задание find_words

полное и пошаговое описание в `lesson.16/find_words/README`

- ♦ Разработать скрипт, который находит в текстовых файлах указанные слова (или фразы) и выводит их в формате

слово \tab позиция_в_предложении \tab предложение

- ★ Если указана опция `-i` или `--ignore-case`, то поиск осуществляется без учета регистра и вывод имеет вид:

СЛОВО \tab позиция_в_предложении \tab предложение

- ★ Об опции `-t` или `--output-totals` читайте в README

- ★ Файл со словами/фразами для поиска передается как первый аргумент в командной строке. Все остальные аргументы считаются текстовыми файлами, в которых происходит поиск.

```
> find_words queries.txt ../../data/corpus.tok.txt
```

- ★ Задание необходимо выполнять пошагово, как описано в README

CRF

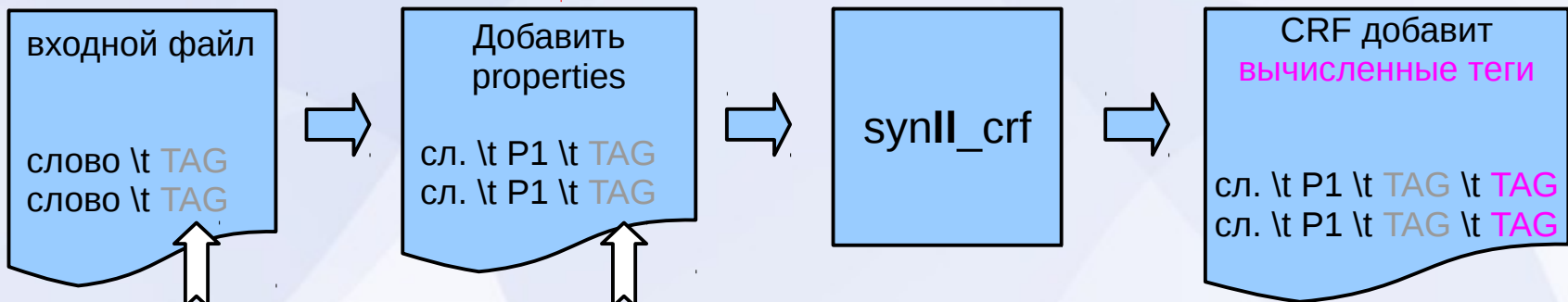
ВАЖНИSSIMO

при назначении properties нельзя
опираться на эталонный тег

➤ тренировка



➤ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ



здесь теги не нужны – synll_crf их не использует
но умеет их игнорировать

config file

Contest: textspacer/пробелизатор

- Реализовать при помощи CRF и других известных и неизвестных механизмов вставку пробелов в текст на русском языке, из которого были удалены пробелы.

для решения задачи не требуется **полностью токенизировать** текст (т.е. отделять знаки препинания), достаточно получить обычный книжный текст.

все материалы в `lesson.22/text_spacer`

о работе с UTF-8 см. дальше, в разделе Strings

вместо больших файлов `train.txt` и `test.txt` (которые необходимо использовать для тренировки и тестирования рабочей модели CRF) для разработки вспомогательных скриптов нужно использовать файлы `train_short.txt` и `test_short.txt`

Изучить `test_short.txt` и `train_short.txt`

textspacer: выбор таргета

♦ Таргет должен быть таким, чтобы он позволял выполнить задачу - вставить пробелы. Теги должны сообщать, как вставляется пробел(ы) относительно данного символа.

♦ Таргет #1

SL	space on the l eft hand side
SR	space on the r ight hand side
SB	space on b oth sides

♦ Таргет #2

SI	i nitial symbol
SM	m iddle symbol
SL	l ast symbol
SW	s ymbol is word

♦ Задание: заполните необходимые секции в конфигурационном файле `crf_text_spacer_stub.cfg`

описание: <http://syn-proc5/wiki/crf/>

textspaser: подготовка корпусов - 1

♦ Требования к формату вытекают из того, что

1. реальные данные приходят в том виде, как дано в **тестировочном** корпусе – исходим из тестировочного корпуса

i. **минимальной** единицей входа для CRF является **один СИМВОЛ**

ii. в тексте есть **параграфы** – нужно (?) их сохранить

iii. *именно для этой задачи, также необходимо сохранить первоначальное количество пустых строк между параграфами*

2. тренировочный и тестировочный корпуса должны быть в одном формате, но надо учесть, что:

i. если в тестировочном корпусе присутствует эталонный тег, то synll_crf его игнорирует.

ii. если в тестировочном корпусе тега нет, то строка должна заканчиваться на табуляцию (проверено на данных с одним полем)

textspaser: подготовка корпусов - 2

3. формат, понятный утилитам `syn{ll,b}_crf`

как в `assign_properties`

слово \tab тег

слово \tab тег

[между параграфами – одна или более пустых строк]

слово \tab тег

слово \tab тег

i. лишние пустые строки игнорируются

ii. при выводе в `synll_crf`, между записями вставляется **только одна** пустая строка

противоречие с п. 1-iii

Решение: использовать механизм `–skip-line`, чтобы протянуть пустые строки через `synll_crf`

textspaser: подготовка корпусов - 3

➤ Необходимые действия

	train.txt	test.txt
1. вертикализировать	да	да
✶ 2. добавить теги	да	нет (невозможно)
3. удалить пробелы	да	нет/да (пробелов там нет)
4. замаскировать пустые строки	нет/да	да

➤ Отличия невелики – стоит сделать один скрипт для обоих корпусов

- Вопрос: стоит ли ввести опцию, для различения видов корпусов или реализовать угадывание в скрипте?

Дихлордиметилтрихлорметилметан!



Первая строка в корпусе

textspaser: подготовка корпусов - 4

- ♦ Задание: реализуйте скрипт `verticalize`, преобразующий исходные файлы `train.txt` и `test.txt` в необходимый формат. Сделайте опцию для добавления тегов. Убедитесь, что работает опция `--label-empty-lines`.

п4 таблицы (маскировка пустых строк) уже реализована через опцию `--label-empty-lines`, по которой вместо пустых строк исходного файла вставляется строка `###EMPTYLINE`.

начальный скрипт: `verticalize_stub`
возможная реализация: `verticalize`

Ожидаемый выход:

```
test_short.txt -> test_short.vert  
train_short.txt -> train_short.vert
```

textspaser: конфигурирование CRF

- ▶ Сам по себе символ уже является property, и из него можно создать ряд фич
- ▶ Общий вид шаблона для **униграммных** фич

```
UG \tab NAME \tab LINENUM, FIELDNUM [\tab LINENUM, FIELDNUM]
```

где:

LINENUM = 0 указывает на текущую строку

LINENUM > 0 указывает на последующие строки

LINENUM < 0 указывает на предшествующие строки

current character text

UG CW 0,0

previous character text

UG PW -1,0

previous character combined with the current character

UG PCW -1,0 0,0

	CW	PW	PCW
К	К	#	#К
Н	Н	К	КН
И	И	Н	НИ
Г	Г ...		
а	а ...		

textspacer: конфигурирование

♦ Задание: добавьте шаблоны для генерации следующих фич

- current character
- previous character
- next character
- previous character + current character
- current character + next character
- previous character + current character + next character

♦ Вопрос: какие значения должны иметь переменные

STR_WORD_FIELDS_COUNT = 1
INT_WORD_FIELDS_COUNT = 0

Потому что в файле, идущем на вход synb_crf, только одно поле (кроме тега) и оно строковое

♦ Задание: включите бинарную фичу, которая бы использовались соседние теги.

ответ: crf_text_spacer.crf

textspacer: назначение других properties

- Если нужны дополнительные свойства, то их можно добавить в файл, который идет на вход утилитам CRF

```
слово \tab PROP1 \tab PROP2 \tab тер  
слово \tab PROP1 \tab PROP2 \tab тер
```

- ❖ Важно: Количество полей должно во всех строках совпадать!
- При этом в конфигурационном файле необходимо:
 - Изменить значения переменных

```
STR_WORD_FIELDS_COUNT  
INT_WORD_FIELDS_COUNT
```
 - Добавить шаблоны для преобразования новых свойств в фичи
- Задание: используйте скрипт **assign_properties**, чтобы добавить как отдельное свойство текст символа в нижнем регистре.

см. дальше, как работать с регистром в UTF-8

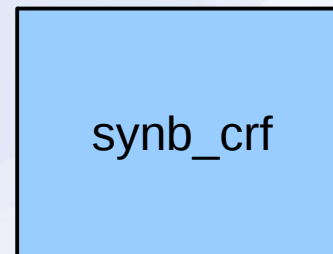
textspaser: тренировка модели

- Исходник корпуса (статичен)

К	SI
н	SM
и	SM
г	SM
а	SL

- Обогащен доп. propertyями (изменяется)

К	P1	SI
н	P1	SM
и	P1	SM
г	P1	SM
а	P1	SL



- Как запускать:

```
cat train.vert |  
assign_properties |  
synb_crf --bin=model.bin --min-feat=2 --config=crf_text_spacer.cfg
```

Скрипт `assign_properties` не нужен, если дополнительные property не используются

`train_crf`

- Пример промежуточной информации, выводимой `synb_crf`: `synb_crf.log`
Exit code of training procedure: 1 – это хорошо

textspacer: keep your stuff under control

♦ Используйте git для хранения версий нужных файлов: *assign_properties*, *crf_text_spacer.cfg*

♦ чтобы создать репозиторий в текущей директории

```
git init .
```

♦ чтобы добавить к проекту файлы

```
git add file1 file2...
```

♦ чтобы закомитить в *локальный* репозиторий

```
git commit -m "message"
```

♦ пушить в *удаленный* репозиторий не надо (его нет, но можно настроить удаленный репозиторий)

textspaser: применение в боевых условиях

- Чтобы использовать модель для теггирования:

```
cat train.vert | assign_properties | synll_crf --bin=model.bin --stat
```

Файл `train.vert` содержит эталонные теги, опция `--stat` позволяет получить цифры по качеству работы теггера, сравнивая эталонные и вычисленные теги.

- Опция `--skip-line=XXX` позволяет пропустить через утилиту некоторую строку и получить ее в неизмененном виде в выдаче.

По условию соревнования в выдаче необходимо сохранить пустые строки между параграфами, которые были замаскированы при помощи метки `#!#EMPTYLINE`.

```
cat test.vert | assign_properties |  
synll_crf --bin=model.bin --skip-line='#!#EMPTYLINE'
```

textspaser: вставка пробелов

- ♦ Задание: разработайте скрипт, вставляющий пробелы в текст согласно тега, вычисленной моделью.

Скрипт должен уметь принимать данные с любым количеством полей:

```
restore_spaces.1.in  
restore_spaces.2.in
```

Ожидаемых выход для обоих входных файлов одинаковый:

```
restore_spaces.all.out
```

Скрипт должен распознавать метку `###EMPTYLINE` и вставлять вместо нее пустую строку. Эта логика уже реализована.

Начальный скрипт: `restore_spaces_stub`

Возможная реализация: `restore_spaces`

Congratulations! You have completed the quest.
Now you can submit the test.txt file with restored spaces to the contest by
copying it into predefined directory.

String

строковый класс

Charset

- ♦ Вначале было Слово и было оно класса String.
- ♦ Но еще раньше были числа.
- ♦ Любому символу из кодовой страницы соответствует число, в однобайтной кодировке это число в диапазоне 0..255

<http://en.wikipedia.org/wiki/Windows-1251> кириллическая

<http://en.wikipedia.org/wiki/Windows-1252> латинская

- ♦ Символы с кодами 0..127 одинаковые. Это 7-битное ASCII
- ♦ Верхняя часть таблицы - языкозависимая.

код 196	Windows-1251	Д
	Windows-1252	Ä

Порядок символов и локаль

- Локаль влияет на порядок сортировки символов

unsorted

A
b
B
a
Ö
á

C

A
B
a
b
Ö
á

ru_RU.UTF8

a
A
á
b
B
Ö

файл: lesson.21/chars.txt

- Give it a try

```
> cat chars.txt | LC_ALL=C sort  
> cat chars.txt | sort
```

- Сортировка согласно локали C располагает символы в том порядке, в каком они расположены в кодовой таблице, то есть, в порядке возрастания их кодов.
- Сортировка согласно др. локалей опирается на другой порядок расположения символов.

Символ <--> Код

- Преобразование символа в код и наоборот.

String#ord

"A".ord ==> 65

"a".ord ==> 97

Integer#chr

65.chr ==> "A"

97.chr ==> "a"

- Вопрос: какой код имеют символы пробел, табуляция, \n, \r и пустая строка?

" ".ord ==> 32

"\t".ord ==> 9

"\n".ord ==> 10

"\r".ord ==> 13

"".ord



пустая строка
не является символом

- Вопрос: какой код имеет символ Ö и в какой кодировке его видит Руби?

"Ö".ord ==> 214, как в windows-1252

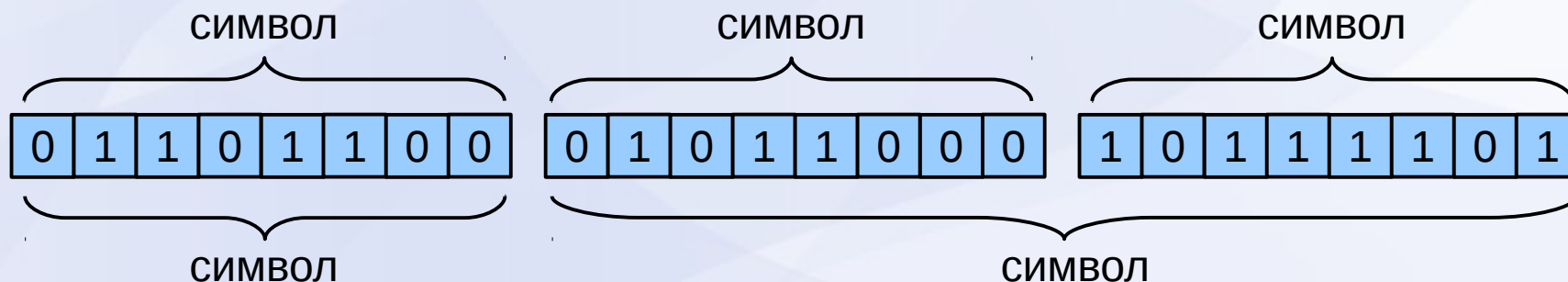
"Ö".encoding ==> #<Encoding:UTF-8>

ri String#encoding

UTF-8

♦ Однобайтные vs. многобайтные кодировки

♦ однобайтные кодировки: 1 байт = 1 символ



♦ Многобайтные кодировки: 1+ байт (октетов) = 1 символ

♦ Исследуйте, как работает скрипт `lesson.22/unicode/test_russian_utf8` без установленной внешней кодировки и с ней

```
Encoding::default_external = 'UTF-8'
```

Разное разбиение,
разная длина символов

```
> test_russian_utf8 test_russian_utf8.txt
```


Преобразование регистра в UTF-8

- Исследуйте скрипт `unicode/test_russian_utf8_2` с `@use_mb_chars=true|false`
`> test_russian_utf8_2 test_russian_utf8.txt` • Регистр не преобразуется!

- Регистровые преобразования не поддерживаются в ядре языка

- потому что регистровые преобразования зависят от локали

В турецком:	$I \Leftrightarrow I$	dotted/undotted i
i с точкой и без	$i \Leftrightarrow i$	http://en.wikipedia.org/wiki/Turkish_alphabet

- некоторые преобразования не биективны (не взаимно-однозначны)

в немецком: $\text{ß} \Rightarrow \text{SS}$, но не всякое $\text{SS} \Rightarrow \text{ß}$

- может быть, есть языки, в которых прописные выглядят как строчные. То есть, нельзя однозначно приписать символу свойство lowercase или uppercase

Преобразование регистра: решение

- Использовать библиотеки
 - механизм Multibyte из ActiveSupport

```
shell> gem install active_support i18n
```

установка

```
require 'active_support/lazy_load_hooks'  
require 'active_support/core_ext/string'
```

may not be necessary

```
'ящерица'.mb_chars.upcase.to_s
```

==> "ЯЩЕРИЦА"

- gem (пакет) unicode_utils (<http://unicode-utils.rubyforge.org/>)

```
shell> gem install unicode_utils
```

```
require 'unicode_utils'
```

```
UnicodeUtils.upcase('ящерица')
```

==> "ЯЩЕРИЦ"

Установка гемов простыми смертными

- По умолчанию пакетный менеджер gem устанавливает пакеты в системные директории (/usr/)

- в линуксе это может сделать только суперпользователь

- Чтобы установить в HOME:

```
> gem1.9.1 install --user-install active_support i18n
```

- настроить окружение (.bashrc) и перестартовать терминал

```
if which ruby >/dev/null && which gem >/dev/null; then  
  PATH="$(ruby -rubygems -e 'puts Gem.user_dir')/bin:$PATH"  
fi
```

~/.bashrc

- эта команда добавляет в переменную PATH новый путь

```
>echo $(ruby -rubygems -e 'puts Gem.user_dir'  
#=> /home/krot/.gem/ruby/1.9.1
```

Неожиданный String#[]

см. lesson.23/test_getting_chars

Класс Ю

ВЫЗОВ ВНЕШНИХ КОМАНД

Механизмы запуска внешних команд

- ▶ выполнение внешних команд/пайпов внутри скрипта на Руби
- ▶ выбор конкретного механизма зависит от потребностей
 - ▶ нужен только STDOUT или также и STDERR или оба потока, раздельно?
 - ▶ как много данных выдает запускаемая команда?
 - ▶ нужно ли вычитывать данные, когда процесс еще выполняется, или можно дождаться, когда команда отработает полностью?
 - ▶ нужны ли коды возврата выполняемых команд?
 - ▶ нужна ли возможность контролировать (напр. убить) запущенный процесс?

`...`

system()

IO.popen

IO.pipe

IO.select

Kernel#exec

Kernel#fork

(Бесполезный) `exec`

- `exec` - создает новый процесс для выполняемой внешней команды и *замещает* им текущий

```
exec "ls -l | wc -l"
```

см. [lesson.23/test_exec](#)

- выполнять можно как одиночную команду, так и их последовательность или конвейер
- Если выполнить эту команду в `irb`, то произойдет выход из `irb`-а
- Команда `exec` есть и в `shell/bash`

Kernel#system()

- ♦ `system` -- как и `exec`, но команды выполняются в subshell-е. Как и в случае с `exec`, нет возможности получить данные, выведенные командой на STDOUT.

```
system "ls -l | wc -l"
```

см. lesson.23/test_system

```
system(cmd) есть и в AWK
```

- ♦ плюсы:

- ♦ можно использовать в условиях, так как `system` возвращает true, если команда была выполнена успешно.
- ♦ автоматически устанавливается переменная `$?` (объект класса `Process::Status`), содержащая информацию о последней выполненной внешней команде.

```
ri Process::Status
```

- ♦ Отличия `$?` в баше и в руби

- ♦ в баше в этой переменной число - код возврата, любая команда устанавливает `$?`
- ♦ в руби `$?` это объект `Process::Status`, устанавливается вследствие выполнения только команды `system()`, ``...`` и др.

Backticks (`)

- ▶ Backticks (`) -- выполняет внешнюю команду и возвращает ее STDOUT. Устанавливает \$?

```
today = `date`
```

```
#=> "Thu Jan 32 12:20:61 UTC 2034"
```

см. lesson.23/test_backticks

- ▶ Надо знать:

- ◆ нет возможности многократно давать данные на STDIN
- ◆ нельзя использовать как пайп
- ◆ возвращается сразу весь STDOUT
- ◆ можно использовать интерполяцию #{ ... }

- ▶ Удобно использовать для разовых действий

```
ts = `echo Der Tisch steht da | TextTagger`
```

```
ri Kernel#`
```

также и в баше:

```
now=`date`  
echo $now
```

см. lesson.23/test_backticks_2

Команда %x{ ... }

- Встроенная команда %x{ ... }. Работает аналогично Kernel#`

```
%x{ echo tags macht | syn_ldb --output-data }
```

см. lesson.23/test_x

```
#=> macht VLPI2P VLPI3S VLPM2P NCFSN NCFSG NCFSD NCFSA
```

- Можно использовать любой парный знак препинания { } [] () <>

◆ не путать с %w{ ... } для задания массивов строк

- Просто пример:
(с интерполяцией)

```
if lang == "Japanese"  
  cmd = "echo #{text} | syn_rs2ts_jap"  
else  
  cmd = "echo #{text} | TextTagger"  
end  
  
res = %x[ #{cmd} ]
```

IO.popen

♦ IO.popen - выполняет команду в дочернем процессе. Команда работает как пайп: в нее можно писать и читать одновременно.

♦ Изучите скрипт test_popen_1

```
cmd = IO.popen("./rev", "w+")  
cmd.puts "hello"  
cmd.gets  
cmd.close
```

```
ri IO.popen  
ri IO.puts  
ri IO.gets  
ri IO.flush
```

♦ Неизбежное зло - буферизация. Данные накапливаются в буфере, вместо того, чтобы быть распечатанными на STDOUT

♦ Задание: исследуйте, что произойдет, если в скрипте rev убрать строку:

```
STDOUT.flush
```

♦ Многие утилиты просао имеют опцию --flush для принудительного сброса буфера --> данные выводятся сразу.

Don't break my pipe

- Задание: Исследуйте скрипт `test_popen_2`. Что происходит, если раскомментировать команду `exit` в скрипте `repeat`?

```
./test_popen_2:9:in `write': Broken pipe (Errno::EPIPE)  
from ./test_popen_2:9:in `puts'  
from ./test_popen_2:9:in `<main>'
```

попытка дать данные на вход команде, которая уже завершилась,

- Хорошим тоном считается закрывать явно открытые объекты IO

```
IO#close
```

IO.popen с блоком

- аргументом блока становится созданный объект класса IO

- Что напечатает эта команда?

Ответ: сегодняшнюю дату

```
IO.popen("date") { |io|  
  puts io.gets  
}
```

- Эта команда аналогична

```
puts `date`
```

```
io = IO.popen("date")  
puts io.gets  
io.close
```

- Блочная форма не требует явно закрывать созданный объект IO. Он закрывается сам, когда блок заканчивается.

IO.popen с блоком

- Вопрос: что напечатает следующая команда и сколько будет напечатано строк?

```
IO.popen("ls -l") do |cmd|  
  puts cmd.gets  
end
```

см lesson.23/test_popen_3

Ответ: одну строку (IO#gets читает только одну строку).

- см. lesson.23/test_popen_4, вариант написания lesson.23/test_popen_2

Режимы открывания файлов

➤ Сравните синтаксис:

```
cmd = IO.popen("date")
```

DEFAULT: mode="r"

```
cmd = IO.popen("./rev", "w+")
```

mode="w+"

➤ Второй аргумент это IO open mode, задает режим на чтение или на запись/дописывание. Также влияет на то, произойдет ли ошибка, если файла/команды нет.

r	открывает на чтение, ругается, если файла нет
r+	открывает на чтение и запись

см. `lesson.23/test_popen_5`. Сравните режимы "r" или "r+" в `File.new`

No such file or directory - file_that_never_existed_5 (Errno::ENOENT) 198

Режимы открывания файла

w открывает на запись, truncates to zero length, создает новый файл, если файл не существовал

w+ открывает на чтение и запись

см. lesson.23/test_popen_6: File.new и режим "w"

`gets': not opened for reading (IOError)

➤ Вопрос: что, надо сделать, чтобы ошибка пропала?

Ответ: использовать режим w+

a и a+ аналогично w и w+, но не обнуляет файл, а дописывает в конец

➤ Задание: исследуйте, какие из режимов открытия пайпа будут работать?

используйте скрипт: lesson.23/test_open_7_stub

ответ: lesson.23/test_open_7

Tip of the day: используйте универсальный режим w+

Открытие файла с указанием кодировки

- Из `File.new`

```
File.new(filename, mode="r" [, opt])
```

`opt` – это хэш

- Параметр `opt` может использоваться, чтобы задавать кодировки (внешнюю и внутреннюю), тип данных (текстовый/бинарный) и даже символ перевода строки

```
file = File.new(fname, "r",  
  external_encoding: 'UTF-8',  
  internal_encoding: 'Windows-1251')
```

Или еще короче

```
File.new(fname, "r:UTF-8:Windows-1251")
```

Данные зачитываются в utf-8, преобразуются в windows-1251, внутри скрипта манипулируются и выводятся в windows-1251

см. lesson.23/test_file_new_enc

Задание переменных окружения (ruby 2.0)

- Из `ri IO.popen`

```
IO.popen( [env,] cmd, mode="r" [, opt] )
```

- Команду можно запустить, установив ей окружение через параметр **env**, который представляет из себя **Hash**

```
env = { 'LDBPATH' => '/path/to/ldb-English' }  
tagger = IO.popen(env, "TextTagger", "w+")  
  
tagger.puts "The book is interesting"  
tagger.flush
```

- Демо на другом примере
см. [lesson.24/test_open_9](#)

- Команда может быть дана с опциями
 - в форме одной строки

```
tagger = IO.popen(env, "TextTagger --flush --social", "w+")
```

- в форме массива (имя команды и опции – все отдельные элементы)

```
tagger = IO.popen(env, [ "TextTagger", "--flush", "--social" ], "w+")
```

Задание переменных окружения в 1.9+

- Из `ri IO.popen`

```
IO.popen( cmd, mode="r" [, opt] )
```

- В ruby 1.9 отдельного параметра **env** нет, он является частью параметра **cmd**, который в этом случае задается как массив **Array**

```
IO.popen( [ { 'LDBPATH' => '/path/to/bin/ldb' }, "TextTagger" ], "w+")
```

то же, но пошагово

```
env = { 'LDBPATH' => '/path/to/bin/ldb' }  
cmd = [ env, "TextTagger", "--flush", "--hmm-tagger" ]  
tagger = IO.popen(cmd, "w+")
```

NB! имя команды и
опции даются как
отдельные элементы
массива

- Демо на другом примере см. `lesson.23/test_open_9`

Еще один пример (ruby 1.9 и 2.0)

♦ Итого, чтобы запустить команду с опциями

см. lesson.24/test_popen_10_extractor
см. lesson.24/test_popen_11_pipe

♦ вся команда с опциями может быть задана одной строкой

```
cmd = "EXTester2 --relations=r__VerbPhrase --line --separate-sentences"
```

```
extractor = IO.popen(cmd, "w+")
```

работает также для пайпов

♦ вся команда с опциями может быть задана массивом

```
cmd = ["EXTester2", "--relations=r__VerbPhrase", "--line", "--separate-sentences"]
```

```
extractor = IO.popen(cmd, "w+")
```

не работает для пайпов

♦ способ через массив позволяет дополнительно установить переменные окружения (в виде хэша)

```
env = {....}
```

```
cmd = [env, "EXTester2", "--relations=r__VerbPhrase", "--line", '--flush']
```

```
extractor = IO.popen(cmd, "w+")
```

не работает для пайпов

How to IO#gets

- ♦ Как читать выход команды, если неизвестно, сколько строк она возвращает на единицу входа?

```
cmd.puts "hello"  
line = cmd.gets
```

здесь все предсказуемо:
одна строка входа → одна строка выхода

- ♦ см. lesson.24/clever_echo

выводит каждую зачитанную строку столько раз, сколько символов в строке, завершая вывод пустой строкой

- ♦ Задание: исследуйте, что происходит, если выполнить скрипт lesson.24/test_popen_8_hangs, использующий внутри пайп с clever_echo

```
> test_popen_8_hangs words.txt
```

Ответ: скрипт зависает на попытке читать в цикле (gets) то, что *clever_echo* печатает в ответ на **первую** строку ввода.

How to IO#gets

- Задание: решите проблему, обозначенную в lesson.24/test_popen_8_hangs

Ответ: lesson.24/test_popen_8

- Необходимо найти признак, указывающий на окончание вывода:

- некоторые утилиты просао завершают вывод пустой строкой;

- многие утилиты просао поддерживают опцию **--skip-line**

через **--skip-line** можно передать утилите какую-нибудь строку-маркер, и потом вылавливать эту строку в выходе этой утилиты

```
( echo "Want a (sugary) cookie?"; echo "ENDOFSENTENCE";  
echo "Yes, please" ) | TextTagger --skip-line=ENDOFSENTENCE
```

ВЫХОД:

Want_VB	a_AT	cookie_NN	?_?	} 1-to-2
sugary_JJ				
ENDOFSENTENCE				
Yes_UH	,_	please_VB		

см. также
echo -e "a \n b"

Задание

♦ Выясните, можно ли использовать `IO#read`, чтобы читать данные из команды, запущенной при помощи `IO.popen`

используйте `ri` и, например, скрипт `lesson.24/clever_echo`

Ответ: из `ri IO#read`:

If length is omitted or is nil, it reads until EOF...

состояние EOF (end-of-file) наступает, когда пайп закрывается

Новое поколение выбирает Open3/Open4

- Библиотеки open3 и open4 позволяют более гибко контролировать stdout/stderr/stdin

```
ri Open3.popen3
```

- open4 распространяется в виде гема. Чтобы установить

```
gem search -r open4  
gem install open4
```

Использование:

```
require 'open4'  
Open4.popen4(...)
```

Regex & MatchData

Вспомнить все

- ▶ Регулярные выражения (РВ) можно метчить двумя способами

- ▶ Используя метод `String#=~` или `Regexp#=~`

```
str =~ re  
re =~ str
```

`#=>` возвращается число или `nil`

- ▶ Используя метод `String#match` или `Regexp#match`

```
str.match re  
re.match str
```

`#=>` возвращается объект класса `MatchData`

- ▶ Объект класса `MatchData` инкапсулирует информацию о метче.

Вспомнить еще больше

- Объясните, как работают эти условные конструкции

```
if /l*o/.match("hello")  
  # are we here?  
end
```

```
if "hello" =~ /l*o/  
  # are we here?  
end
```

- Будет ли работать вот такое условие? Чем будет равна переменная md?

```
if md = "hello".match(/l*o/  
  # are we here?  
end
```

будет работать, т.к. md не nil
md объект класса MatchData

```
if md = "hello" =~ /l*o/  
  # are we here?  
end
```

будет работать, т.к. md не nil
md объект класса Fixnum, =2

см. [lesson.25/match_data/test_match_data_1](#)

Получение последнего метча

- Даже если не захватывать MatchData в отдельную переменную, есть возможность получить результат последнего метча:

см. lesson.25/match_data/test_match_data_2

- после метча Руби устанавливает ряд **глобальных переменных**, которые доступны до следующей операции match, например, \$~, \$1, \$2 и др.

```
"hello, world" =~ /(l*o),\s(lw+)/  
puts $1  
puts $2
```

```
==> llo  
==> world
```

```
$~ – MatchData  
$1 – первая скобка  
$2 – вторая скобка
```

- Regexp.last_match -- хранит экземпляр MatchData, результат последней операции {String,Regexp}#match.

Этот же объект хранится в переменной \$~

- Если последующий метч был неуспешным, автоматические глобальные переменные сбрасываются в nil.

см. lesson.25/match_data/test_match_data_6

#чтоонетак!

- ✦ Вызов `match` внутри метода не изменяет внешнее (по отношению к методу) состояние глобальных переменных, устанавливаемых `match`.

см. `lesson.25/match_data/test_match_data_7`

- другие же глобальные переменные могут быть изменены внутри метода, так что вне метода будет видно новое значение.

Задания

- ♦ Выясните, что содержится в `Regexp.last_match` в скрипте

`lesson.25/match_data/test_match_data_3`

```
str = "Hello, World"  
str =~ /[[:punct:]]/ && str =~ /[[:upper:]]/
```

Результат какой из двух операций `String# =~` будет доступен через `Regexp.last_match`?

Ответ: второй, будет замечена прописная H

- ♦ Выясните, что содержится в `Regexp.last_match` в скрипте

`lesson.25/match_data/test_match_data_4`

```
str = "Hello, World"  
str =~ /[[:punct:]]/ || str =~ /[[:upper:]]/
```

Ответ: первой, будет замечен знак пунктуации

Задания

- Исследуйте скрипт `lesson.25/match_data/test_match_data_5`. Как изменится результат, если убрать круглые скобки вокруг операций присваивания?

без скобок, результат будет равносильно

```
md1 = md2 = str.match(/[[[:upper:]]/)
```

как будто бы скобки были расставлены следующим образом

```
md1 = ( str.match(/[[[:punct:]]/)  
      && ( md2 = str.match(/[[[:upper:]]/) ) )
```

Буквальное значение метасимволов

- Чтобы заметить метасимволы буквально, их необходимо экранировать при помощи обратной дроби или обрамляя каждый символ скобками:

метасимволы: . ? * () [] ^ - | \

- можно сразу записывать РВ с экранированными символами:

```
"5 a.m." =~ /a\.m\./  
"5 a.m." =~ /a[.]m[.] /
```

#=> 2

```
"5 aamm" =~ /a\.m\./  
"5 aamm" =~ /a[.]m[.] /
```

#=> nil

```
"5 a.m." =~ /a.m./  
"5 aamm" =~ /a.m./
```

#=> 2

- можно использовать специальный метод

Regexp.escape

```
str = '. ? * ( ) [ ] ^ - | \\  
puts str
```

```
puts Regexp.escape(str)
```

обратную дробь надо экранировать при вводе!

⇒ . ? * () [] ^ - | \

⇒ \. \? * \(\) \[\] \^ \- \| \\

Задания

- ♦ Какие символы будут экранированы методом Regexp.escape в строке

str = "he:.llo!" #=> he:\.llo!

- ♦ Изучите скрипты:

- ♦ lesson.25/test_safe_match_1

- ♦ lesson.25/test_safe_match_2 – о строках в " и в "" и обратных дробях

```
re = /#{Regexp.escape(str)}/
```

- интерполяция внутри // возможна
- применять Regexp.escape необходимо к **строке**, а не к регулярному выражению

- ♦ lesson.25/find_words_with_regexp/find_words_with_regexp

```
queries = [ "Dec.", "U.S. Research Group" ]
```

```
str = queries.map do |query|  
  Regexp.escape(query)  
end.join('|')
```

#=> "Dec\.|U\.S\.\ Research\ Group"

До и после

- MatchData позволяет получить доступ к фрагментам строки

```
str = "X_NN provides_VBZ a_AT flexible_JJ and_CC powerful_JJ Y_NN for_IN Z_NN"
```

```
md = str.match /\w+_JJ[RT]? \w+_CC \w+_JJ[RT]?/
```

```
> md.pre_match    #=> "X_NN provides_VBZ a_AT "
```

```
> md.post_match   #=> " Y_NN for_IN Z_NN"
```

- Объект класса MatchData ведет себя как массив, под индексом 0 находится замеченная подстрока:

```
> md[0]          #=> "flexible_JJ and_CC powerful_JJ"
```

- Синонимичные глобальные переменные:

```
$`  то же, что и MatchData#pre_match  
$'  то же, что и MatchData#post_match  
$&  то же, что и MatchData#[0]
```

- см. `lesson.25/test_finding_all_matches_with_post_match`

др. реализации этой задачи: `lesson.25/test_finding_all_matches`
`lesson.25/test_finding_all_matches_with_scan`

Accessing backreferences

- ♦ Как достать то, что было замечено скобками (backreference)

MatchData#captures	==> array
MatchData#to_a	==> array
MatchData#[]	

str = "X_NN provides_VBZ a_AT flexible_JJ and_CC powerful_JJ Y_NN for_IN Z_NN"

```
md = str.match /((\w+)_JJ[RT]?) (\w+)_CC ((\w+)_JJ[RT]?) /
```

см. match_data/test_captures

- ♦ Глобальные переменные \$1, \$2 ... \$N также позволяют получить подстроки, замеченные отдельными скобками
- ♦ Вопрос: что содержит глобальная переменная \$0?

Ответ: имя скрипта, \$0 не имеет отношения к MatchData

submatch offsets

- Следующие методы позволяют получить номера позиций в строке, где начинается/заканчивается подстрока, замеченная скобкой.

MatchData#begin(n)	==> Fixnum
MatchData#end(n)	==> Fixnum
MatchData#offset(n)	==> [Fixnum, Fixnum]

где n это номер скобки

и n=0 соответствует всему метчу

см. [lesson.25/match_data/test_offsets](#)

- Вопрос: укажите оффсеты (начала и конца) всей замеченной подстроки (на основании скрипта test_offsets)

Ответ: [23, 53]

заменив на 0.upto(md.length-1)

==> parenthesis #0: 'flexible_JJ and_CC powerful_JJ', starts at 23, ends at 53, offset [23, 53]

- Расскажите алгоритм, реализованный в скрипте

см. [lesson.25/test_finding_all_matches](#)

Задание

- Реализуйте функциональность поиска всех метчей в строке в виде одного метода `all_matches`, который возвращает массив объектов `MatchData`. Поместите этот метод в модуль `Syn` (файл `syn.rb`), так чтобы его можно было использовать вот таким способом:

```
require 'syn' # или require 'syn_stub'  
...  
matches = Syn.all_matches(str, regexp)
```

начальный скрипт (с тестами): `lesson.25/syn_stub.rb`

ответ: `lesson.25/syn.rb`

- Чтобы выполнить тесты, необходимо запустить скрипт вот так:

```
> ruby syn.rb  
> ruby syn_stub.rb
```

`__FILE__` – имя файла, содержащего данный код.

`$0` – самый первый аргумент в командной строке, то есть, имя скрипта

```
if __FILE__ == $0  
  # ...  
end
```

Памятка начинающего криптографа

- ♦ Глобальные переменные, которые устанавливает `Regexp#match`

<code>\$~</code>	содержит последний установленный объект <code>MatchData</code> , = <code>Regexp.last_match</code>
<code>\$&</code>	заметченная строка целиком, = <code>MatchData#[0]</code>
<code>\$`</code>	подстрока левее заметченной, = <code>MatchData#pre_match</code>
<code>\$'</code>	подстрока правее заметченной, = <code>MatchData#post_match</code>
<code>\$1, \$2...</code>	подстрока, заметченная скобкой под указанным номером, = <code>MatchData#[1]</code> , <code>MatchData[2]</code> , ...
<code>\$+</code>	подстрока, заметченная последней скобкой, = <code>MatchData#[-1]</code>

Именованные скобки

- Скобкам внутри РВ можно давать имена

(?<name>regexp)

(?<masha>\w+)

str = "Apocalypse starts **Feb. 30, 2014**, don't be late"

md = str.match /(?<month>\w+[.]) (?<date>\d+), (?<year>\d+)/

- MatchData ведет себя не только как Array, но и как Hash

```
puts md[:month]      #=> "Feb."  
puts md[:date].to_i  #=> 30  
puts md[:year].to_i  #=> 2014
```

см. также [lesson.25/match_data/test_named_groups_1](#)

Именованные скобки - 2

➤ Использовать именованные скобки удобно, чтобы избежать ошибок в счете скобок.

➤ В какую скобку попадает год в следующем РВ?

```
str = "Apocalypse starts Feb. 30, 2014, don't be late"
```

```
months = "((Jan|Feb|Mar|Apr|Jun|Jul|Aug|Sept?|Oct|Nov|Dec)[.]|May)"
```

```
md = str.match /({months})( \d+)?, (\d+)/
```

см. [lesson.25/match_data/test_named_groups_2](#)

Non-capturing parenthesis

- ▶ Незахватывающие скобки (не попадают в captures)

`(?:regex)`

lesson.25/match_data/test_named_groups_2
lesson.29/test_noncapturing_parens_1

"the 10 apples"

`str.match(/(\w+)(\d+)? (\w+)/)` => `["the", " 10", "apples"]`

`str.match(/(\w+)(?: \d+)? (\w+)/)` => `["the", "apples"]`

- ▶ Задание: исследуйте состав captures, если `str = "the apples"`

"the apples"

`str.match(/(\w+)(\d+)? (\w+)/)` => `["the", nil, "apples"]`

`str.match(/(\w+)(?: \d+)? (\w+)/)` => `["the", "apples"]`

Опции/модификаторы в РВ

➤ буквы m i x o

```
/re/i  
/re/im
```

/re/i Ignore case

/re/m Treat a newline as a character matched by .

/re/x Ignore whitespace and comments in the pattern

/re/o Perform #{} interpolation only once

➤ Назовите все известные способы заметить одну букву латинского алфавита (plain ascii) в любом регистре

/[A-Za-z]/

/[A-Z]/i

/[a-z]/i

/[[:alpha:]]/ или /\w/

/[[:upper:]]/i

/[[:lower:]]/i

Опция /i

- ▶ Работает ли опция /i для символов из latin-1?

см. lesson.29/test_diacritics



- ▶ Задание: на базе скрипта test_diacritics исследуйте
 - ◆ включают ли символьные классы [:upper:] [:lower:] [:alpha:] символы с диакритиками?
 - ◆ работает ли опция /i для символьных классов

Ответ: да. кроме немецкой буквы ß, которая попадает только в класс lower

Опции для отдельных скобок

- Опции `m` и `i` могут применяться к отдельным скобкам внутри одного РВ

```
/(?i:re1)re2/  
/(?im:re1)re2/
```

- Какие из фраз будут замечены следующим РВ?

`/(?i:the) apple/`

- the apple
- The apple
- THE apple
- the Apple

Regex#to_s

- Что же показывает Regex#to_s?

```
puts /[A-Z]/i
```

#=> (?i-mx:[A-Z])

```
(?i-mx: ... )
```

- Включение и выключение опций:

```
(?on-off: ... )
```

- Какое из РВ будет метчить без учета регистра?

```
(?m-ix: ... )
```

```
(?mi-x: ... )
```



Комментарии в РВ

➤ Два способа сделать РВ понятнее

➤ Способ 1

(?#comment)

Например, РВ для описания времени в формате ЧЧ:ММ

```
/(?#hours)([01][0-9]|2[0-4]):(?#minutes)([0-5][0-9])/
```

см. [lesson.29/test_comments_1](#)

Комментарии в РВ - 2

- Способ 2 – опция /x позволяет
 - ◆ записывать РВ на нескольких строках
 - ◆ вставлять комментарии в конце строк

РВ для описания времени в формате ЧЧ:ММ:СС

```
/^([01][0-9]|2[0-4])  # hours
:([0-5][0-9])        # minutes
:([0-5][0-9])        # seconds
$/x
```

см. lesson.29/test_comments_2

- NB: пробельные символы и комментарии (начинающиеся с #) игнорируются
- Задание: измените РВ (в режиме /x) для времени так, чтобы допускались пробелы вокруг двоеточия, что есть, чтобы метчились

10:45
10 : 45

начальный скрипт: lesson.29/test_comments_3_stub
ответ: lesson.29/test_comments_3

Опция /m

- Метасимвол . метчит любой символ кроме \n

```
str = "the apples  
and pears"
```

С опцией /m метасимвол . будет включать \n

```
str.match(/.+/)
```

метчит the apples

```
str.match(/.+/m)
```

метчит все строку

см lesson.29/test_dot_with_m

Якоря ^ \$ vs. \A \Z

Из документации ri Regexp

^	Matches beginning of line
\$	Matches end of line
\A	Matches beginning of string .
\Z	Matches end of string . If string ends with a newline, it matches just before newline

Сколько здесь lines и сколько здесь strings? попробуйте следующие случаи

```
str = "spring  
has  
come"
```

str.match(/^./)	#=> s
str.match(/^./, 2)	#=> h
str.match(/^./, 8)	#=> c

str.match(/\A./)	#=> s
str.match(/\A./, 2)	#=> nil

Ответ: здесь 3 lines и одна string. line это то, что разделено символом \n

Якоря \$ vs. \Z

- Что заметчат следующие РВ

```
str = "spring  
has  
come"
```

```
str.match(/.$/)    #=> g  
str.match(/.$/,6)  #=> s  
str.match(/.\Z/)   #=> e
```

- Анатомия строки с точки зрения Руби

```
\A^spring$\n  
^has$\n  
^come$\Z\n
```

Задание

- ♦ Исследуйте, как влияет на якоря опция /m

```
str = "spring  
has  
come"
```

```
str.match(/^./)    #=> spring  
str.match(/^A./)   #=> spring  
str.match(/^./m)   #=> все от начала до конца  
str.match(/^A./m)  #=> все от начала до конца
```

```
str.match(/^./, 2)  #=> has  
str.match(/^./m, 2) #=> nil  
str.match(/^A./, 2) #=> nil  
str.match(/^A./m, 2) #=> nil
```

Предположение: в режиме /m якорь ^ ведет себя как \A

(продолжение)

```
str = "spring  
has  
come"
```

```
str.match(/.+$/ )      #=> spring  
str.match(/.+$/m)      #=> вся строка  
str.match(/.+$/, 6)     #=> has  
str.match(/.+$/m, 6)    #=> \nhas\ncome
```

```
str.match(/.+\\Z/)      #=> come  
str.match(/.+\\Z/m)     #=> вся строка  
str.match(/.+\\Z/, 6)    #=> come  
str.match(/.+\\Z/m, 6)   #> \nhas\ncome
```

Regex.union

- объединяет данные шаблоны в одну *дизъюнкцию*

```
Regex.union(ptrn1, ptrn2,...)
Regex.union([ptrn1, ptrn2,...])    #=> /ptrn1|ptrn2/
```

- Шаблоны могут быть заданы в форме объектов String или Regex
 - если String, то к ней применяется `Regex.escape`
 - если `Regex`, то используется как есть

```
Regex.union "d.gs", /d.cks?/i    #=> /d\.gs|(?i-mx:d.cks?)/
```

см. [lesson.31/regex/test_regex_union](#)

- Какие из приведенных строк заметит это РВ?

❖ "dogs"	❖ superduck
❖ "d.gs"	❖ superdUck
❖ "hotd.gs"	❖ superdUCk
❖ 'd\.gs'	

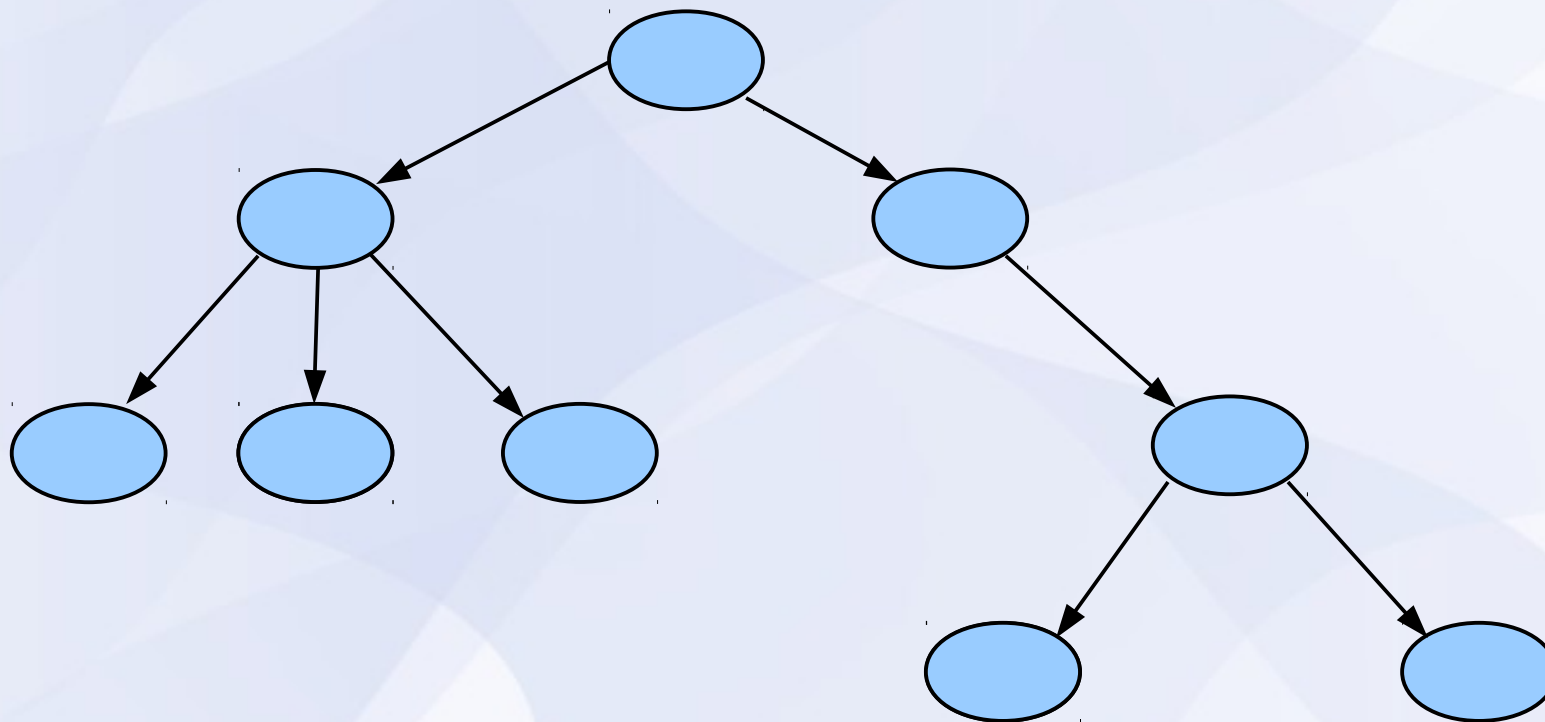
Потому что опция `i` ?
Нет, потому что `/./` !

Рекурсия

- * чтобы понять рекурсию, нужно понять рекурсию
- * разделяй и властвуй!

Рекурсивные структуры данных

- ♦ Дерево: родитель -> дочерние узлы, дочерние узлы в свою очередь являются родительскими для других узлов



В математике

♦ Функция может быть задана рекурсивно, при помощи так называемой *рекуррентной формулы*.

- ♦ функция задана для некоторого начального значения a (*base case*)
- ♦ если функция задана для некоторого значения k , большего a , то она задана также для значения $k+1$ (*inductive step*). Проще говоря, каждый элемент последовательности задан через предыдущий/ие элемент/ы этой последовательности.

$$f(n) = a^n \quad \text{для } n \geq 0$$

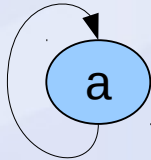
$$f(0) = 1$$

$$f(k+1) = a * f(k)$$

$k \rightarrow n$	$f(k) = a^k$ напр. 2^5	результат на этом шаге
0	$f(0) = 1$	1
1	$f(1) = f(0+1) = a * f(0)$	$2 * 1 = 2$
2	$f(2) = f(1+1) = a * f(1)$	$2 * 2 = 4$
3	$f(3) = f(2+1) = a * f(2)$	$2 * 4 = 8$
4	$f(4) = f(3+1) = a * f(3)$	$2 * 8 = 16$
5	$f(5) = f(4+1) = a * f(4)$	$2 * 16 = 32$

В программировании

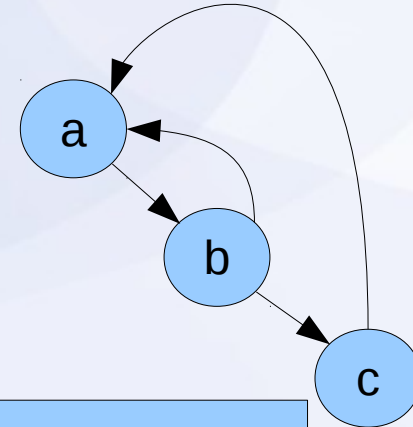
➤ Рекурсивная процедура - процедура, *прямо или косвенно* вызывающая саму себя.



```
def a(arg)
  ...
  a(modified_arg)
  ...
end
```

Разделяй и властвуй:

задача разбивается на **более маленькие задачи**, которые могут быть решены **тем же самым способом** (вызовом того же самого метода). Общее решение **выводится из решений** частей.



```
def a(arg)
  ...
  b(modified_arg)
end

def b(arg)
  ...
  a(modified_arg)
end
```


Forward/Backward recursion

♦ прямая рекурсия:

см. recursion/power_forward_rec

- ♦ начинаем с базового случая
- ♦ решив более простой случай задачи длины N, переходим к решению задачи длины N+1
- ♦ останавливаемся, когда достигнуто нужное N

♦ прямая рекурсия выглядит как замена цикла: есть подобие итерационной переменной (k) с начальным и конечным значением

♦ обратная рекурсия:

- ♦ начинаем с решения задачи длины N
- ♦ и принимаем, что задача для N-1 уже решена
- ♦ когда N-1 приходит к базовому случаю, останавливаемся

cool!

$$f(n) = a^n \quad \text{для } n \geq 0 \quad \left\{ \begin{array}{l} f(0) = 1 \\ f(k) = a * f(k-1) \end{array} \right.$$

Трассировка рекурсии

→ см. recursion/power_rec

$$f(n) = a^n \quad \text{для } n \geq 0 \quad \left\{ \begin{array}{l} f(0) = 1 \\ f(k) = a * f(k-1) \end{array} \right.$$

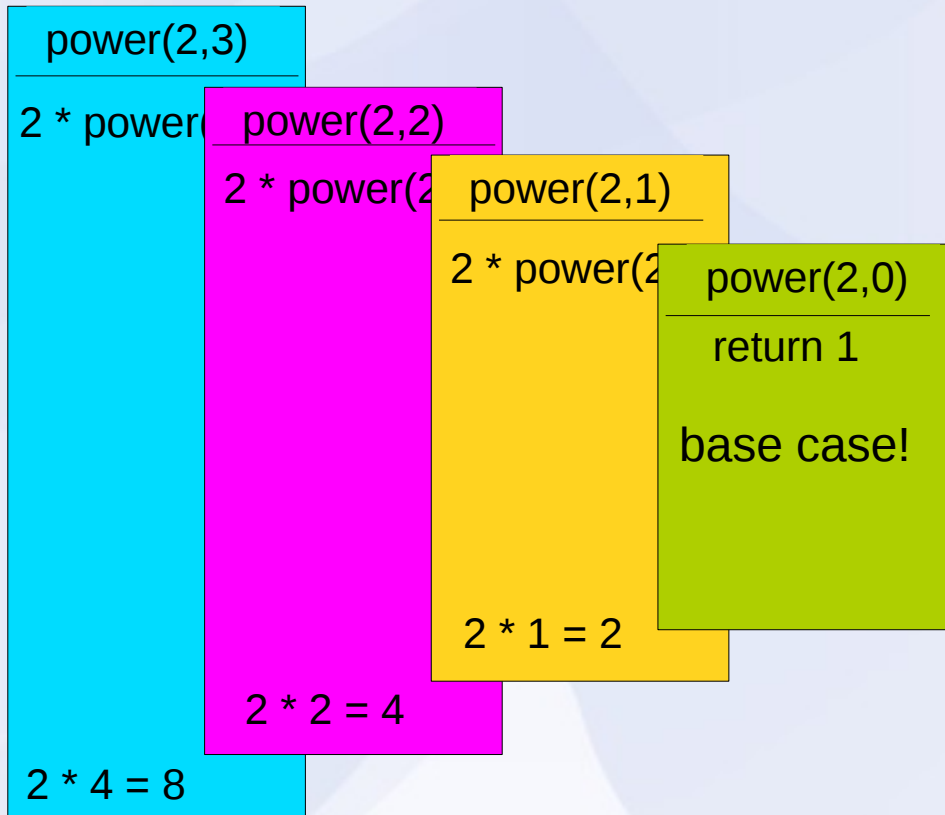
```
def power a, n
  if n == 0
    return 1
  else
    return a * power(a, n-1)
  end
end
puts power(2,5) #=> 32
```

“ждущее” значение

№ шага	аргументы	“ждущее” значение	результат вложенного вызова метода	результат шага
1	power(2,5)	2	16	32
2	power(2,4)	2	8	16
3	power(2,3)	2	4	8
4	power(2,2)	2	2	4
5	power(2,1)	2	1	2
6	power(2,0)	-	-	1

Call Stack

♦ call stack (стэк вызовов) – механизм реализации вложенных/рекурсивных вызовов в программе. Стэк хранит адрес возврата (куда должно вернуться управление по окончании выполняемой процедуры).



```
def power a, n
  if n == 0
    return 1
  else
    return a * power(a, n-1)
  end
end
puts power(2,3) #=> 8
```



Call stack

- ▶ Количество вызовов называется глубиной рекурсии
- ▶ При большой глубине рекурсии может произойти переполнение стека ВЫЗОВОВ.

```
def forever(n)  
  forever(n)  
end
```

SystemStackError: stack level too deep

- ▶ Рекурсия - дорогая операция, на каждый вызов расходуется
 - ▶ время
 - ▶ память

Base case(s)

- ♦ base case (также граничное условие) – простейшая форма подзадачи, для решения которой не требуется рекурсивный вызов
- ♦ Подходит ли для задачи вычисления a^n для $n \geq 0$ такой base case?

```
if n == 1  
  return a  
end
```

не подходит. не рассмотрен случай $n = 0$

```
if n == 0  
  return 1  
elsif n == 1  
  return a  
end
```

подходит.

мораль: базовых случаев может быть много

- ♦ Для строк/массивов базовым случаем часто является строка/массив длины ноль

Несколько/разные рекурсивные вызовы

- ♦ http://en.wikipedia.org/wiki/Collatz_conjecture
- ♦ для любого положительного числа
 - ♦ If the number is even, divide it by two.
 - ♦ If the number is odd, triple it and add one.
- This process will eventually reach the number 1, regardless of which positive integer is chosen initially.

```
def collatz n
  if n == 1
    1
  elsif n.even?
    collatz n/2
  else
    collatz 3*n+1
  end
end
```

Мораль: рекурсивных вызовов может быть несколько и они могут быть разными.

см. [lesson.31/recursion/collatz_conjecture](#)

Задания

- ♦ Разработайте рекурсивную реализацию переворота строки. Заполните таблицу трассировки для примера:

reverse("bamboo") #=> oobmab

- ♦ Base case? строку длины 0 не надо перворачивать
- ♦ Индукция? *отделить* первый символ и *присоединить* его в конец *перевернутого* остатка («остаток» – строка без первого символа)

Ответ: recursion/reverse_string

reverse("bamboo")	b	oobma	oobmab
reverse("amboo")	a	oobm	oobma
reverse("mboo")	m	oob	oobm
reverse("boo")	b	oo	oob
reverse("oo")	o	o	oo
reverse("o")	o	""	o
reverse("")	-	-	""

Задания

- Реализуйте метод, вычисляющий факториал заданного неотрицательного числа

$$n! = 1 * 2 * 3 \dots n$$

$$5! = 1 * 2 * 3 * 4 * 5 = 120$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{факториал}(0) = 1 \\ \text{факториал}(k+1) = (k+1) * \text{факториал}(k) \end{array} \right.$$

Ответ: `lesson.31/recursion/factorial`

Задания

- Разработайте метод, (рекурсивно) вычисляющий сумму всех элементов массива.

Начальный скрипт: `lesson.31/recursion/array_sum_stub`

Ответ: `lesson.31/recursion/array_sum`

- Разработайте метод, (рекурсивно) вычисляющий сумму N первых элементов массива (N передается как аргумент) .

```
nums = [1,10,1,4,5]
```

```
array_sum(nums, 4)
```

```
array_sum(nums, 2)
```

```
array_sum(nums, 10)
```

Ответ: `lesson.31/recursion/array_sum_n_first`

```
#=> 16
```

```
#=> 11
```

```
#=> 21
```

- Сравните данные реализации `array_sum` и `array_sum_n_first`. Какое из решений лучше использует память?
- Переделайте `array_sum` так, чтобы не создавались лишние экземпляры массивов для каждого рекурсивного вызова.

Хвостовая рекурсия

- Хвостовая рекурсия (tail recursion) - такой способ задания рекурсивной процедуры, при котором рекурсивный вызов является *последним и единственным* действием процедуры.

обычная рекурсия

```
def power(base, exp)
  if exp == 0
    1
  else
    base * power(base, exp-1)
  end
end
```

хвостовая рекурсия

```
def power(base, exp, accum=1)
  if exp == 0
    accum
  else
    power(base, exp-1, accum*base)
  end
end
```

- Вычисленное промежуточное значение помещается в переменную-аккумулятор (любого типа!).
- Умные интерпретаторы и компиляторы преобразуют хвостовую рекурсию в итерацию (циклическое выполнение), что дает экономию памяти и времени (не создается стек вызовов).

Трассировка хвостовой рекурсии

```
def power(base, exp, accum=1)
  if exp == 0
    accum
  else
    power(base, exp-1, accum*base)
  end
end
```

> power(2,5) #=> 32

№ шага	аргументы	“ждущее” значение	результат вложенного вызова метода	результат шага
1	power(2,5, 1)	-	32	32
2	power(2,4, 2)	-	32	32
3	power(2,3, 4)	-	32	32
4	power(2,2, 8)	-	32	32
5	power(2,1, 16)	-	32	32
6	power(2,0, 32)	-	-	32

Задание

- Реализуйте вычисление факториала в виде хвостовой рекурсии

ответ: [lesson.32/recursion/factorial_tailrec](#)

- Реализуйте процедуру переворота строки в виде хвостовой рекурсии

ответ: [lesson.34/recursion/reverse_string_tailrec](#)

```
def reverse(str, res="")
  if str.empty?
    res
  else
    reverse(str[0..-2], res << str[-1,1])
  end
end
```

№ шага	аргументы	“ждущее” значение	рез-т. вложенного вызова метода	результат шага
1	reverse(“bamboo”, “”)	-	oobmab	oobmab
2	reverse(“bambo”, “o”)	-	oobmab	oobmab
3	reverse(“bamb”, “oo”)	-	oobmab	oobmab
4	reverse(“bam”, “oob”)	-	oobmab	oobmab
5	reverse(“ba”, “oobm”)	-	oobmab	oobmab
6	reverse(“b”, “oobma”)	-	oobmab	oobmab
7	reverse(“”, “oobmab”)	-	-	oobmab

Задания

- ♦ Попросите вашего тюленя реализовать метод, проверяющий, является ли данная строка палиндромом. Используйте любой вид рекурсии.

> palindrome?(«civic») #=> true

ответ: lesson.32/recursion/palindrome
слова для тестирования: palindrome.in

Intuition:

- ♦ если первая и последняя буквы совпадают
- ♦ и внутренняя часть тоже является палиндромом
- ♦ то все слово является палиндромом

civic

c ... c

ivi

Это и есть индуктивный шаг.

- ♦ Сформулируйте базис рекурсии:

- ★ для какой строки задачу не нужно уменьшать, а можно сразу принять решение?
- ★ является ли палиндромом пустая строка? **да**
- ★ является ли палиндромом строка, состоящая из одного символа? **да**
- ★ является ли палиндромом строка, состоящая из двух символов?

не простейший случай,
но можно использовать как один из базисов рекурсии

Задание (cont'd)

- ♦ Заполните таблицу трассировки функции `palindrome?` на примере слов `civic` и `trust`

```
def palindrome? str
  if str.length < 2
    true
  else
    str.match /^(.)(.*)$/
    head, body, tail = $~.captures
    head == tail && palindrome?(body)
  end
end
```

<code>reverse("civic")</code>	true (так как c = c)	true	true
<code>reverse("ivi")</code>	true (так как i = i)	true	true
<code>reverse("v")</code>	true (basecase)	-	true

<code>reverse("trust")</code>	true (так как t = t)	false	false
<code>reverse("rus")</code>	false (так как r != s)	-	false
<code>reverse("u")</code>	этого вызова не происходит		

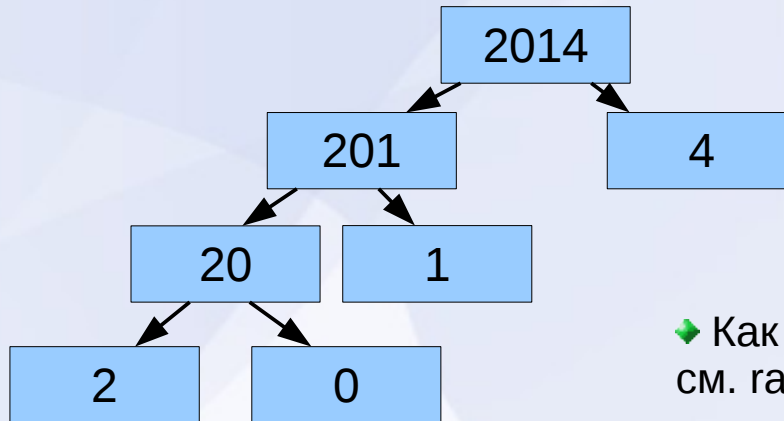
Задание

- ▶ Разработайте метод, вычисляющий сумму цифр данного целого неотрицательного числа. Причем, с числом необходимо обращаться именно как с числом, не преобразовывая его к строке или другому типу данных

`sum_digits(2014) #=> 7`, т.к. $2+0+1+4 = 7$

ответ: `lesson.32/recursion/sum_digits`

- ▶ Intuition: сумма цифр числа 2014 это значение последнего разряда 4 плюс сумма цифр числа 201.



- ▶ Как получить значение последнего разряда?
см. `radix_sort`

Взаимная рекурсия

♦ Разработайте методы `even?` и `odd?`, определяющие, является ли заданное неотрицательное число четным или нечетным. Правила определения четности/нечетности:

- ♦ число является четным, если предшественник числа - нечетное число
- ♦ число является нечетным, если оно не является четным
- ♦ число 0 является четным

начальный скрипт: `lesson.32/recursion/odd_or_even_stub`

ответ: `lesson.32/recursion/odd_or_even`

Задание

♦ Является ли следующий способ определения четности/нечетности целых неотрицательных чисел правильным? Приведите примеры, подтверждающие вашу точку зрения.

```
def even? n
  if n == 0
    return true
  else
    return odd? n-1
  end
end

def odd? n
  if n == 1
    return true
  else
    return even? n-1
  end
end
```

см. [lesson.32/recursion/odd_or_even_2](#)

Задание – G.C.D.

♦ Реализуйте следующий алгоритм (алгоритм Евклида, 3 век дл н.э.) нахождения наибольшего общего делителя (НОД, greatest common divisor) неотрицательных целых чисел x и y .

♦ если x делится без остатка на y , то y и есть НОД -- (базис рекурсии)

$$x = k*y + 0$$

♦ в противном случае, НОД чисел x и y равен НОД делителю чисел y и остатка от деления x на y

$$x = k*y + r, \text{ где } r > 0, \text{ надо искать НОД чисел } y \text{ и } r$$

http://en.wikipedia.org/wiki/Euclidean_algorithm

ответ: [lesson.32/recursion/euclid_gcd](http://en.wikipedia.org/wiki/Euclidean_algorithm#lesson.32/recursion/euclid_gcd)

В следующих сериях

- фибоначчи и популяционная биология на примере кроликов
- memoization без `r`
- взаимная рекурсия
- и снова палиндромы

Заголовок