

01. Desenvolver uma expressão lambda que calcule a área total de um cilindro de altura h e de raio r por meio da fórmula $2 * \pi * (h + r) * r$.

```
(λh.(λr.2 * π * (h + r) * r))
```

02. Qual o resultado da execução da expressão lambda $(\lambda x.\lambda y.\lambda z.x - (z + y)) 9 2 3$

```
(λx.λy.λz.x - (z + y)) 9 2 3
= (λx.λy.λz.x - (z + y)) 9 2 3 // [9/x] trocar x por 9
= (λy.λz.9 - (z + y)) 2 3 // [2/y] trocar y por 2
= (λz.9 - (z + 2)) 3 // [3/z] trocar z por 3
= 9 - (3 + 2)
= 9 - 5
= 4
```

03. Qual o resultado da execução da expressão lambda $((\lambda f.\lambda x.\lambda y.(x)(y)f)p)q)r$

```
((λf.λx.λy.(x)(y)f)p)q)r
= (λf.λx.λy.x y f) p q r // simplificar os parênteses
= (λf.λx.λy.x y f) p q r // [p/f] trocar f por p
= (λx.λy.x y p) q r // [q/x] trocar x por q
= (λy.q y p) r // [r/y] trocar y por r
= q r p
```

04. Implemente uma função recursiva, conforme as definições recursivas de Bird, que apresente o n -ésimo termo da sequência $y_{k+1} = k + 2y_k$, sendo $k = 1, 2, 3, \dots, n$ e $y_1 = 1$.

```
serie = λk.(k = 1 → 1, k + 2 * serie(k - 1))
```

05. Apresente a função recursiva parcial de Kleene que apresente o n -ésimo termo da sequência $y_{k+1} = k + 2y_k$, sendo $k = 1, 2, 3, \dots, n$ e $y_1 = 1$, utilizando as funções básicas apresentadas a seguir. Apresente também a execução da função $serie(3)$.

```
add(x, y) = λx.λy.x + y // função adição
mul(x, y) = λx.λy.x * y // função multiplicação
proj22 = λ(x, y).y // função projeção do 2º componente
```

```
serie(1) = 1
serie(y + 1) = add(y + 1, proj22(y + 1, mul(2, proj22(y + 1, serie(y)))))
```

```
serie(3)
= add(3, proj22(3, mul(2, proj22(3, serie(2)))))
= add(3, proj22(3, mul(2, proj22(3, add(2, proj22(2, mul(2, proj22(2, serie(1))))))))
= add(3, proj22(3, mul(2, proj22(3, add(2, proj22(2, mul(2, proj22(2, 1))))))))
= add(3, proj22(3, mul(2, proj22(3, add(2, proj22(2, mul(2, 1))))))))
= add(3, proj22(3, mul(2, proj22(3, add(2, proj22(2, 2)))))
= add(3, proj22(3, mul(2, proj22(3, add(2, 2)))))
= add(3, proj22(3, mul(2, proj22(3, 4)))
= add(3, proj22(3, mul(2, 4)))
= add(3, proj22(3, 8))
= add(3, 8)
= 11
```