

# Esercizi sul lambda calcolo

$\alpha$ -conversione,  $\beta$ -riduzione, forme normali,  
manipolazione sintattica

*Tutorato di Fondamenti di Informatica*

*xx/xx/2024*

**Martin Gibilterra**

Università di Catania

✉ [martingibilterra@gmail.com](mailto:martingibilterra@gmail.com)

🐙 [github.com/w8floosh](https://github.com/w8floosh)

🌐 [linkedin.com/in/w8floosh](https://www.linkedin.com/in/w8floosh)

## Esercizi sulle alpha-conversioni

# Esercizio 1

Effettuare l' $\alpha$ -conversione dei seguenti  $\lambda$ -termini trovando almeno due termini  $\alpha$ -convertibili al termine in esame:

1.  $x(\lambda x.zx)(\lambda yz.zyx)$
2.  $x(\lambda x.yy)(\lambda z.yz)$
3.  $(\lambda f.fx(f(\lambda x.gx(fx))))$
4.  $xy(x(\lambda z.y)(\lambda y.zzy))xy$

## Esercizio 2

Indicare quali tra queste sono  $\alpha$ -conversioni corrette e spiegare perché le altre non sono corrette.

$$1. (\lambda x.zx)(\lambda z.x(x(z))) \xrightarrow[\alpha]{[y/z]} (\lambda x.yx)(\lambda y.x(x(y)))$$

$$2. x(\lambda x.yx)(\lambda z.yz) \xrightarrow[\alpha]{[y/x]} y(\lambda x.yx)(\lambda z.yz)$$

$$3. (\lambda f.fx(f(\lambda x.gx(fx)))) \xrightarrow[\alpha]{[x/c]} (\lambda f.fc(f(\lambda c.gc(fc))))$$

$$4. xy(x(\lambda t.y)(\lambda y.zzy))xy \xrightarrow[\alpha]{[y/x]} xx(x(\lambda t.x)(\lambda x.zzx))xx$$

## Esercizi sulle beta-riduzioni

# Esercizio 1

Dati i seguenti  $\lambda$ -termini,  $\beta$ -ridurre ciascuno di essi utilizzando la strategia di riduzione call-by-name, descrivendo tutti i passi di  $\beta$ -riduzione in maniera formale evidenziando il  $\beta$ -redex considerato ad ogni passo.

1.  $(\lambda x.x)((\lambda y.y)(\lambda z.z))$
2.  $x(\lambda x.yy)(\lambda z.yz)$
3.  $(\lambda f.fx(f(x)))(\lambda z.zz)$
4.  $xy(\lambda z.y(\lambda q.zq))xy$
5.  $(\lambda abc.a)(\lambda abc.b)(\lambda abc.c)$

# Esercizio 1

## Esempio

$$\begin{array}{ccc} \frac{(\lambda x.x)((\lambda y.y)(\lambda z.z))}{\beta} & \xrightarrow{\beta} & \frac{(\lambda y.y)(\lambda z.z)}{\beta} \quad \lambda x.x[(\lambda y.y)(\lambda z.z)/x] \\ & \xrightarrow{\beta} & \lambda z.z \quad \lambda y.y[\lambda z.z/y] \end{array}$$

## Esercizio 2

Dati i seguenti  $\lambda$ -termini,  $\beta$ -ridurre ciascuno di essi utilizzando la strategia di riduzione call-by-value, descrivendo tutti i passi di  $\beta$ -riduzione in maniera formale.

1.  $(\lambda c.ccc)(\lambda f.fc(fc))$
2.  $(\lambda xy.zzy)(\lambda y.zy)(\lambda y.b(yb))$
3.  $(\lambda xz.xxzx)xy$
4.  $f(\lambda abf.f(b(a)))(\lambda z.ffbz)$



# Esercizi di manipolazione sintattica dei lambda-termini

# Esercizio 1

Dati i seguenti  $\lambda$ -termini, riscriverli con la parentesizzazione più completa possibile, utilizzando anche la curryficazione.

1.  $xyz(\lambda xy.xyyypq)\lambda z.z(yyz)$
2.  $(\lambda xy.zzy)(\lambda y.zy)(\lambda y.b(yb)bbrx)$
3.  $(\lambda bh.bbbbbbbbh)xybh$
4.  $abf(\lambda abf.fba)fba(\lambda z.ffbz)$
5.  $\lambda abc.abcabcabca(bc)abc$