

Δημιουργία αντιμεταθετικών διαγραμμάτων

Τάσσος Δήμου

19 Οκτωβρίου 2019

Πολλές φορές παρουσιάζεται η ανάγκη δημιουργίας αντιμεταθετικών διαγραμμάτων για την προβολή σχέσεων ανάμεσα σε σύνολα, κατηγορίες ή άλλες οντότητες. Εδώ θα χρησιμοποιήσουμε το πακέτο `tikz-cd` που, όπως είναι φανερό, στηρίζεται στο γνωστό `tikz`. Το πακέτο `tikz-cd` μπορεί να φορτωθεί με δύο τρόπους. Με τον πρώτο τρόπο απλά θα πληκτρολογήσουμε στο προοίμιο

```
\usepackage{tikz-cd}
```

Με τον δεύτερο τρόπο θα φορτώσουμε το πακέτο `tikz` και μετά τη βιβλιοθήκη `cd` με τις ακόλουθες εντολές:

```
\usepackage{tikz}
\usetikzlibrary{cd}
```

1 Οι βασικές εντολές του πακέτου

Αρχικά εργαζόμαστε στο περιβάλλον `tikzcd`, το οποίο περικλείεται από τις εντολές:

```
\begin{tikzcd}[παράμετροι]
.....
\end{tikzcd}
```

Οτιδήποτε γράφουμε μέσα στο περιβάλλον `tikzcd` είναι σε κατάσταση μαθηματικών (`math mode`), επομένως γράφουμε τους μαθηματικούς τύπους χωρίς `$` ή `\[\]`.

Το περιβάλλον `tikzcd` ταιριάζει στη δομή του με το γνωστό `tabular`. Το προαιρετικό όρισμα *παράμετροι* δέχεται τις παραμέτρους, οι οποίες μορφοποιούν το διάγραμμα. Τα βέλη (που είναι το βασικό εργαλείο του περιβάλλοντος `tikzcd`) δημιουργούνται με τις ακόλουθες (ταυτόσημες) εντολές:

```
\arrow[\textit{παράμετροι}] ή
\ar[\textit{παράμετροι}]
```

Στη θέση του προαιρετικού ορίσματος βάζουμε τις επιλογές μας χωρισμένες με κόμμα. Ποιές είναι οι επιλογές αυτές; Πρώτα ας δούμε τις παραμέτρους που καθορίζουν τον προσανατολισμό των βελών¹.

r (ight)	κατεύθυνση προς τα δεξιά
l (eft)	κατεύθυνση προς τα αριστερά
d (own)	κατεύθυνση προς τα κάτω
u (p)	κατεύθυνση προς τα πάνω
dr	κατεύθυνση προς κάτω δεξιά
ur	κατεύθυνση προς πάνω δεξιά

Πίνακας 1: Κατευθύνσεις των βελών

¹Με ανάλογο τρόπο ορίζουμε κάτω αριστερά (`dl`) ή πάνω αριστερά (`ul`)

1.1 Δομή διαγράμματος ίδια με το περιβάλλον tabular

Όπως ήδη αναφέραμε η δομή του περιβάλλοντος tikzcd είναι παρόμοια με αυτή του tabular. Ας αναλύσουμε με κάποια παραδείγματα τον τρόπο με τον οποίο δημιουργούμε ένα αντιμεταθετικό διάγραμμα, τηρώντας τη δομή ενός πίνακα. Ας υποθέσουμε ότι θέλουμε να φτιάξουμε ένα βέλος από το **A** στο **B**. Στην περίπτωση αυτήν έχουμε έναν πίνακα με 1 γραμμή και 2 στήλες, όπου τα A και B καταλαμβάνουν τη θέση των κελιών c_{11} και c_{12} . Δηλαδή:

A	B
---	---

Ας δούμε τώρα πώς δομούμε το περιβάλλον tikzcd:

```
\begin{tikzcd}[]
A \ar[r] & B
\end{tikzcd}
```

θα πάρουμε:

$$A \longrightarrow B$$

Θα εργαστούμε τώρα σε δύο επίπεδα, δηλαδή θα δημιουργήσουμε έναν διάγραμμα που αντιστοιχεί σε πίνακα με 2 γραμμές και 1 στήλη, δηλαδή:

A
B

Η αντίστοιχη δομή του περιβάλλοντος tikzcd θα είναι:

```
\begin{tikzcd}[]
A \ar[d] \\
B
\end{tikzcd}
```

και θα πάρουμε το διάγραμμα:

$$\begin{array}{c} A \\ \downarrow \\ B \end{array}$$

Στα επόμενα παραδείγματα εργαζόμαστε σε ανάλογες δομές.

	<pre>\begin{tikzcd}[column sep=large] & A & \\ B \arrow[dr] & \arrow[dl] & \\ & B \arrow[rr] & \arrow[rr] & C \end{tikzcd}</pre>
--	--

Εργαζόμαστε ως να έχουμε έναν πίνακα με 2 γραμμές και 3 στήλες, δηλαδή έναν πίνακα της μορφής:

c_{11}	c_{12}	c_{13}
c_{21}	c_{22}	c_{23}

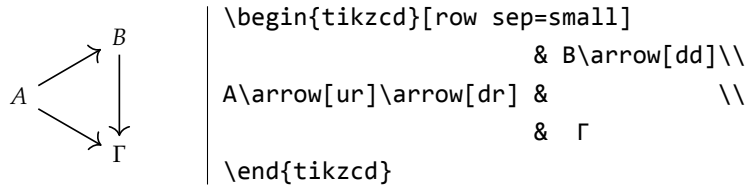
Το A τοποθετείται στο κελί c_{12} , οπότε στην πρώτη γραμμή θα έχουμε κενά τα κελιά c_{11} και c_{13} , δηλαδή γράφουμε:

```
&A\arrow[dr]\arrow[dl] & \\\
```

Στη δεύτερη γραμμή έχουμε το B στο κελί c_{21} και το Γ στο κελί c_{23} . Επειδή ανάμεσα στα δύο στοιχεία παρεμβάλλεται κενό κελί, γράφουμε `rr`, δηλαδή βέλος προς τα δεξιά αλλά «διπλάσιου» μήκους. Γράφουμε λοιπόν:

$$B \xrightarrow{rr} \Gamma$$

Ας προχωρήσουμε σε ένα άλλο παράδειγμα:



Γράφουμε τον αντίστοιχο πίνακα:

	B
A	
	Γ

1.2 Προσθέτουμε ετικέτες στα βέλη

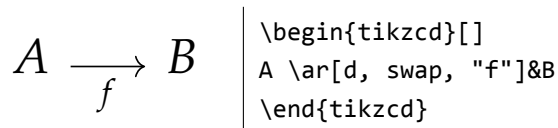
Στα βέλη μπορούμε να προσθέσουμε ετικέτα πάνω ή κάτω ή αριστερά ή δεξιά από αυτό. Η εισαγωγή ετικέτας γίνεται με τη σύνταξη:

$$\xrightarrow[r]{\text{ετικέτα}}$$

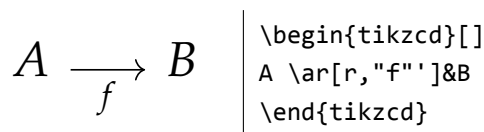
Με άλλα λόγια, η ετικέτα μπαίνει σε εισαγωγικά. Αν θέλουμε να αλλάξουμε τη θέση της ως προς το βέλος (πάνω ή κάτω ή αριστερά ή δεξιά), τότε γράφουμε

$$\xrightarrow[r]{\text{ετικέτα}} \text{ ή } \xrightarrow[r, \text{swap}]{\text{ετικέτα}}$$

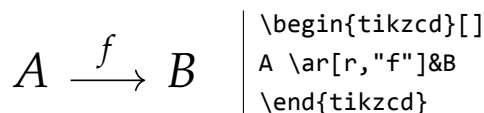
Ας δούμε τα επόμενα παραδείγματα:



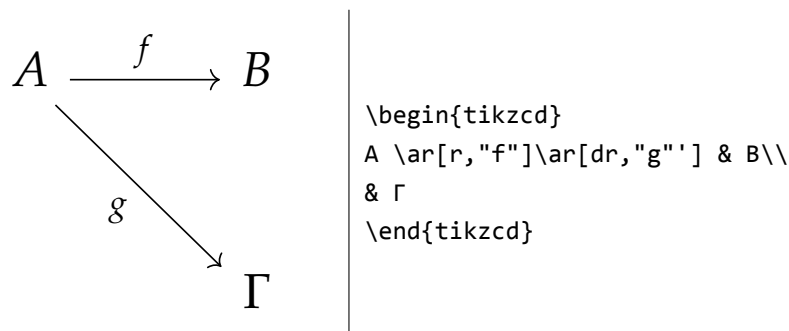
όμοια



Αν εισαγάγουμε την ετικέτα με εισαγωγικά, δηλαδή "ετικέτα" τότε θα πάρουμε:



Στο επόμενο παράδειγμα έχουμε:



Το περιβάλλον `tikzcd` ισοδυναμεί στη δομή με πίνακα 2×2 , δηλαδή με τον πίνακα:

c_{11}	c_{12}
c_{21}	c_{22}

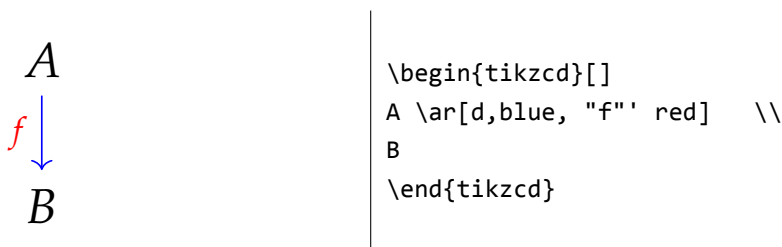
με τα στοιχεία μας τοποθετημένα ως εξής:

A	B
	Γ

Οι ετικέτες, που μπαίνουν στα βέλη-στα παραδείγματά μας είναι τα ονόματα των συναρτήσεων-, εισάγονται σε εισαγωγικά δηλαδή ως "f" και "g".

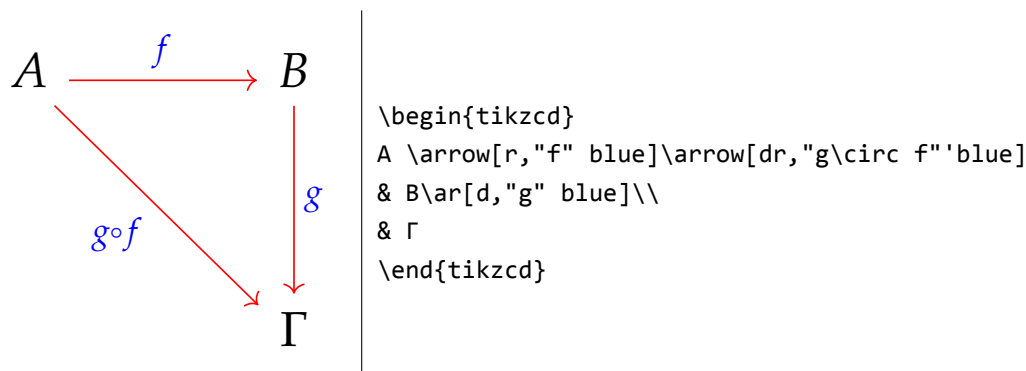
1.3 Προσθέτουμε χρώμα στις ετικέτες και στα βέλη

Για να προσθέσουμε χρώμα στα βέλη γράφουμε το χρώμα ανάμεσα σε κόμματα. Αν θέλουμε να χρωματίσουμε την ετικέτα, αρκεί μετά την εισαγωγή της να γράψουμε το χρώμα χωρίς κόμμα. Για παράδειγμα:



Παρατηρούμε ότι για το βέλος γράψαμε το όνομα του χρώματος, μετά την κατεύθυνση και ανάμεσα σε κόμματα. Όσον αφορά το χρώμα της ετικέτας γράψαμε αμέσως μετά την ετικέτα **χωρίς κόμμα** το χρώμα.

Ας προχωρήσουμε τώρα σε ένα παράδειγμα ενός συνηθισμένου διαγράμματος σύνθεσης συναρτήσεων.



Η αντίστοιχη δομή πίνακα είναι η:

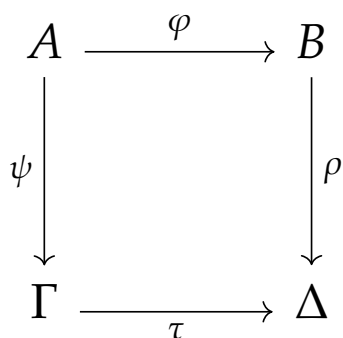
A	B
	Γ

Επομένως γράφουμε

```
A \arrow[r,"\mathbf f" blue]\arrow[dr,"\mathbf{g \circ f}" blue]& B \arrow[d,"g" blue] \\\
```

Το πρώτο βέλος ξεκινά από το A προς τα δεξιά και καταλήγει στο B. Από το A επίσης ξεκινά ένα βέλος προς τα κάτω δεξιά και καταλήγει στο Γ. Πληκτρολογήσαμε λοιπόν το `\arrow[dr, "g \circ f" blue]`. Αφού από το B ξεκινά βέλος προς το Γ (κάτω) έχουμε στο δεύτερο κελί της πρώτης γραμμής το B, τυπώνουμε `\arrow[d, "g" blue]`. Τις ονομασίες των συναρτήσεων τις εισαγάγαμε ως ετικέτες (labels), ώστε να εμφανιστούν από την έξω μεριά των βελών. Μπορούμε, αντί να γράφουμε, για παράδειγμα, `\arrow[r, "f"]` να γράψουμε `\arrow[r, swap, "f"]`

Στο επόμενο παράδειγμα θα παρουσιάσουμε ένα διάγραμμα με τέσσερα βέλη.



```

\begin{tikzcd}
A \arrow[r,"\varphi"] \arrow[d,"\psi"] & B \arrow[d,"\rho"] \\
\Gamma \arrow[r,"\tau"] & \Delta
\end{tikzcd}

```

Η αντίστοιχη δομή πίνακα είναι η:

A	B
Γ	Δ

Στην πρώτη γραμμή έχουμε το A από το οποίο ξεκινούν δύο βέλη, ένα δεξιά (προς το B) και ένα κάτω (προς το Γ). Άρα στο κελί c_{11} θα γράψουμε:

```
A \arrow[r,"\varphi"] \arrow[d,"\psi"]
```

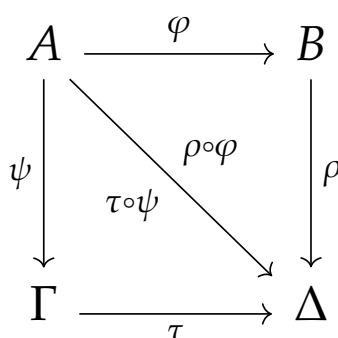
Στο κελί c_{12} θα είναι το B, από το οποίο ξεκινά ένα βέλος προς τα κάτω (στο Δ). Αλλάζουμε γραμμή με διπλή αντιπλάγια και θα έχουμε:

```
& B \arrow[d,"\rho"] \\\
```

Στο κελί c_{21} θα είναι το Γ από το οποίο ξεκινά ένα βέλος προς τα δεξιά (στο Δ). Έχουμε λοιπόν:

```
\Gamma \arrow[r,"\tau"]
```

Στο κελί c_{22} θα είναι το Δ, δηλαδή & Δ. Μπορούμε να επεκτείνουμε το προηγούμενο διάγραμμα συνδέοντας τα A και Δ με βέλος. Έτσι θα γίνει:



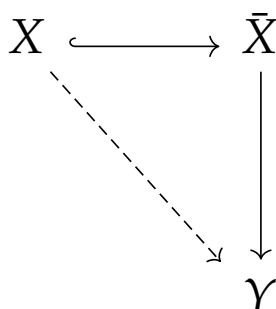
```

\begin{math}
\begin{tikzcd}
A \arrow[r,"\varphi"] \arrow[d,"\psi"] & B \arrow[d,"\rho"] \\
\Gamma \arrow[r,"\tau"] & \Delta
\end{tikzcd}
\end{math}

```

2 Πιο σύνθετα διαγράμματα με διάφορα βέλη

Όπως γνωρίζουμε, για τις πολλαπλές ανάγκες συμβολισμού, παρουσιάζονται βέλη διαφόρων μορφών και στον πίνακα 2 αναφέρουμε μερικά από αυτά. Ας δούμε μερικά παραδείγματα με χρήση διαφόρων βελών.



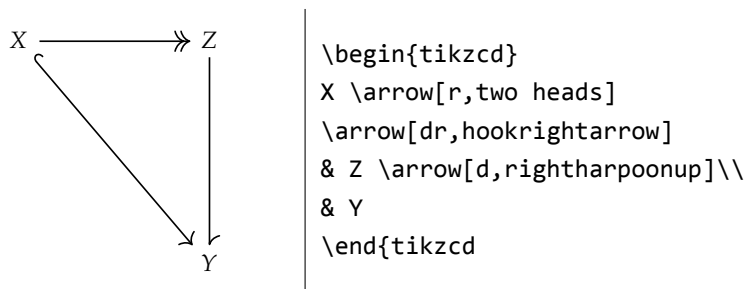
```

\begin{tikzcd}
X \arrow[r, hook] & \bar{X} \\
\arrow[dr, dashrightarrow] & \downarrow \\
& & Y
\end{tikzcd}

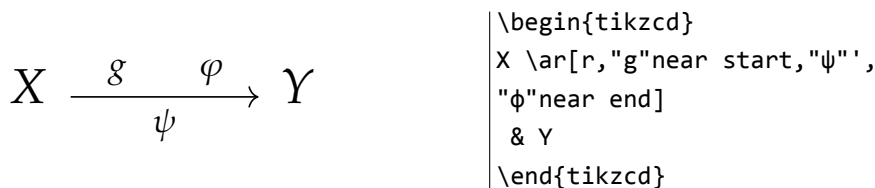
```

<code>X\arrow[r,maps to]&Y</code>	$X \xrightarrow{\quad} Y$
<code>X\arrow[r,maps from]&Y</code>	$X \xleftarrow{\quad} Y$
<code>X\arrow[r,Mapsto]&Y</code>	$X \xRightarrow{\quad} Y$
<code>X\arrow[r,Mapsfrom]&Y</code>	$X \xleftarrow{\quad} Y$
<code>X\arrow[r,hook]&Y</code>	$X \hookrightarrow Y$
<code>X\arrow[r,hook']&Y</code>	$X \hookrightarrow Y$
<code>X\arrow[r,hookrightarrow]&Y</code>	$X \hookrightarrow Y$
<code>X\arrow[r,hookleftarrow]&Y</code>	$X \hookleftarrow Y$
<code>X\arrow[r,dashed]&Y</code>	$X \dashrightarrow Y$
<code>X\arrow[r,dashrightarrow]&Y</code>	$X \dashrightarrow Y$
<code>X\arrow[r,dashleftarrow]&Y</code>	$X \dashleftarrow Y$
<code>X\arrow[r,rightarrowtail]&Y</code>	$X \rightarrowtail Y$
<code>X\arrow[r,leftarrowtail]&Y</code>	$X \leftarrowtail Y$
<code>X\arrow[r,rightsquigarrow]&Y</code>	$X \rightsquigarrow Y$
<code>X\arrow[r,leftsquigarrow]&Y</code>	$X \leftsquigarrow Y$
<code>X\arrow[r,leftrightsquigarrow]&Y</code>	$X \leftrightsquigarrow Y$
<code>X\arrow[r,two heads]&Y</code>	$X \twoheadrightarrow Y$
<code>X\arrow[r,twoheadrightarrow]&Y</code>	$X \twoheadrightarrow Y$
<code>X\arrow[r,twoheadleftarrow]&Y</code>	$X \twoheadleftarrow Y$
<code>X\arrow[r,rightharpoonup]&Y</code>	$X \rightharpoonup Y$
<code>X\arrow[r,leftharpoonup]&Y</code>	$X \leftharpoonup Y$
<code>X\arrow[r,rightharpoondown]&Y</code>	$X \rightharpoondown Y$
<code>X\arrow[r,leftharpoondown]&Y</code>	$X \leftharpoondown Y$

Πίνακας 2: Βέλη με διάφορες μορφές



Στο επόμενο παράδειγμα παρουσιάζουμε τη δυνατότητα του tikzcd να βάζει δύο ετικέτες πάνω σε ένα βέλος, στην αρχή του και το τέλος του.



Παρατηρείστε τις παραμέτρους `near start` και `near end`, που τοποθετούν τις ετικέτες στην αρχή και το τέλος αντίστοιχα του βέλους.

Ας προχωρήσουμε σε ένα άλλο παράδειγμα. Πληκτρολογούμε τον κώδικα:

```
\begin{tikzcd}
```

```
X \arrow[r,dashed,"g"]\arrow[d, "p"]& Y\arrow[r,dashed,"g'"]\arrow[d,"q"]& Z\arrow[d, "r"] \\
A\arrow[r,dashed,swap,"f"]& B\arrow[r,dashed,"f'"]& C \\
\end{tikzcd}
```

και θα πάρουμε:

$$\begin{array}{ccccc}
 X & \xrightarrow{\text{dashed } g} & Y & \xrightarrow{\text{dashed } g'} & Z \\
 \downarrow p & & \downarrow q & & \downarrow r \\
 A & \xrightarrow{\text{dashed } f} & B & \xrightarrow{\text{dashed } f'} & C
 \end{array}$$

Στο παράδειγμα αυτό, η δομή του περιβάλλοντος `tikzcd` είναι ίδια με έναν πίνακα 2x3, δηλαδή της μορφής:

X	Y	Z
A	B	C

Ένα ακόμη πιο σύνθετο παράδειγμα, για να δούμε τις δυνατότητες του πακέτου. Πληκτρολογούμε τον κώδικα:

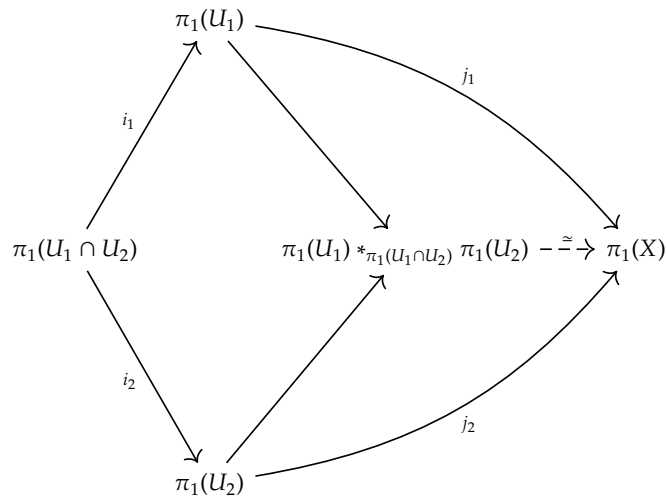
```
\begin{tikzcd}[column sep=tiny]
& \pi_1(U_1) \ar[dr] \ar[dr, "j_1", bend left=20]
& \\
& [1.5em] \\
\pi_1(U_1 \cap U_2) \ar[ur, "i_1"] \ar[dr, "i_2"]
& \\
& \pi_1(U_1) \ast_{\pi_1(U_1 \cap U_2)} \pi_1(U_2) \ar[r, dashed, "\simeq"]
& \pi_1(X) \\
& \pi_1(U_2) \ar[ur] \ar[urr, "j_2", bend right=20]
& \\
& \\
\end{tikzcd}
```

Η αντίστοιχη δομή πίνακα θα είναι:

	$\pi_1(U_1)$		
$\pi_1(U_1 \cap U_2)$		$\pi_1(U_1) *_{\pi_1(U_1 \cap U_2)} \pi_1(U_2)$	$\pi_1(X)$
	$\pi_1(U_2)$		

και θα πάρουμε το επόμενο διάγραμμα²:

²Το παράδειγμα αυτό είναι δανεισμένο από την τεκμηρίωση του πακέτου



3 Εναλλακτικές εντολές για τα βέλη

Όπως έχουμε δει μέχρι τώρα οι εντολές με τις οποίες σχεδιάζουμε βέλη είναι δύο `\arrow` ή `\ar`, στις οποίες προσθέτουμε μέσα σε αγκύλη τις προαιρετικές παραμέτρους `r`, `l`, `d`, `u`. Μπορούμε να συνοψίσουμε παραπέρα τις εντολές, ως εξής:

`\rar[παράμετροι,"ετικέτα"]` αντί της `\ar[r]`

`\lar[παράμετροι,"ετικέτα"]` αντί της `\ar[l]`

Με ανάλογο τρόπο σχηματίζονται:

`\dar[παράμετροι,"ετικέτα"]`

`\uar[παράμετροι,"ετικέτα"]`

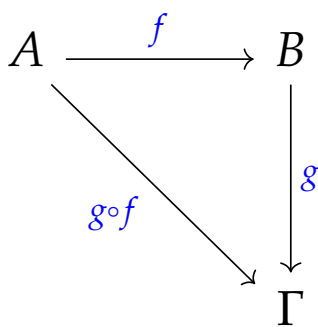
`\drrar[παράμετροι,"ετικέτα"]`

`\urrrar[παράμετροι,"ετικέτα"]`

`\dlar[παράμετροι,"ετικέτα"]`

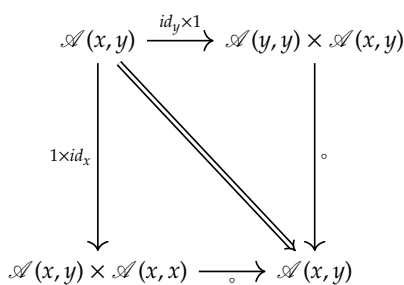
`\ular[παράμετροι,"ετικέτα"]`

Για παράδειγμα:



```
\begin{math}
\begin{tikzcd}
A \rar["f" blue] \drar["g \circ f" blue] \\
B \dar["g" blue] \\
\Gamma
\end{tikzcd}
\end{math}
```

Ας δούμε ένα άλλο παράδειγμα:



```
\begin{tikzcd}[column sep=tiny]
\mathcal{A}(x,y) \rar["id_y \times 1"] \\
\mathcal{A}(y,y) \times \mathcal{A}(x,y) \dar["1 \times id_x"] \arrow[dr, Rightarrow] \\
\mathcal{A}(x,y) \times \mathcal{A}(x,x) \dar["\circ"] \\
\mathcal{A}(x,y) \rar[swap, "\circ"] & \mathcal{A}(x,y)
\end{tikzcd}
```

4 Ρύθμιση της μορφής των διαγραμμάτων

Υπάρχουν ρυθμίσεις που αφορούν όλο το έγγραφο μας (global) και αυτές που μπαίνουν, ως προαιρετικά ορίσματα μέσα στις αγκύλες, που ακολουθούν τις εντολές `tikzcd` και `arrow`. Οι καθολικές ρυθμίσεις εισάγονται στο προοίμιο του εγγράφου μας με την εντολή

```
\tikzset{παράμετροι}
```

Για παράδειγμα, αν βάλουμε στο προοίμιο τις καθολικές ρυθμίσεις

```
\tikzcdset{row sep/normal=2.5cm}
\tikzcdset{column sep/normal=2.5cm}
```

θα έχουμε τις αποστάσεις γραμμών και στηλών του περιβάλλοντος `tikzcd`, σε όλο το έγγραφο, ίσες με 2.5 cm. Αν θέλουμε μια εφαρμογή τους σε συγκεκριμένο διάγραμμα (τοπικά), τότε θα βάλουμε αυτές τις επιλογές μετά το `tikzcd`, ως εξής:

```
\begin{tikzcd}[column sep=2.5cm]
```

Στην ενότητα 5.1 θα αναφερθούμε αναλυτικότερα σε αυτές.

4.1 Καμπυλωμένα βέλη

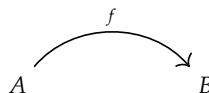
Αρκετές είναι οι περιπτώσεις που θέλουμε να κατασκευάσουμε σε ένα διάγραμμα καμπυλωμένα βέλη. Η παράμετρος που καθορίζει την καμπυλότητα και τη φορά της είναι η

```
\bend κατεύθυνση = γωνία
```

Για παράδειγμα πληκτρολογούμε:

```
\begin{tikzcd}[column sep=2cm]
A\arrow[r,bend left=50,"f"]&B
\end{tikzcd}
```

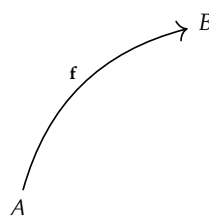
και θα πάρουμε:



Αντίστοιχα πληκτρολογούμε:

```
\begin{tikzcd}[column sep=2cm]
&B \\
A\arrow[ur,bend left=30,"\mathbf{f}"]&
\end{tikzcd}
```

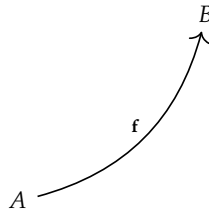
και θα πάρουμε:



Στο προηγούμενο παράδειγμα η παράμετρος `bend left` δίνει ένα καμπυλωμένο βέλος με τα κοίλα προς τα κάτω και το 30 δηλώνει το μέτρο της γωνίας κατά την οποία καμπυλώνεται το βέλος. Με ανάλογο τρόπο, αντικαθιστώντας στον παραπάνω κώδικα το `bend left=30` με το `bend right=30` θα έχουμε:

```
\begin{tikzcd}[column sep=2cm]
& B \\
A \arrow[ur,bend right=30, "\mathbf{f}"] & \\
\end{tikzcd}
```

και



Σχόλιο 4.1. Στην περίπτωση `bend right` έχουμε καμπυλωμένο βέλος με τα κοίλα προς τα πάνω.

5 Άλλες επιλογές

Έχουμε ήδη αναφέρει τις καθολικές και τοπικές ρυθμίσεις, που μπορούμε να κάνουμε σε ένα έγγραφο με αντι-μεταθετικά διαγράμματα. Εδώ θα προχωρήσουμε σε μια παράθεση των δυνατοτήτων του πακέτου με αντίστοιχα παραδείγματα.

5.1 Γενικές επιλογές

Αρχίζουμε με τα διάφορα `styl`, τα οποία προστίθενται στις επιλογές του περιβάλλοντος `tikzcd`.

5.1.1 Ρυθμίσεις αποστάσεων γραμμών και στηλών

Το εξ ορισμού `styl` είναι το:

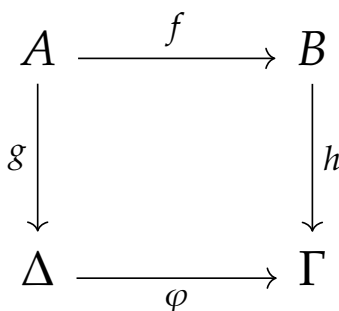
```
row sep=normal
column sep=normal
baseline=opt
```

Η επιλογή `baseline=opt` τοποθετεί στη σωστή θέση την αρίθμηση της εξίσωσης. Οι επιλογές `row sep=τιμή` και `column sep=τιμή` ρυθμίζουν, όπως ήδη έχουμε αναφέρει, τις αποστάσεις γραμμών και στηλών του διαγράμματος.

Η παράμετρος `τιμή` παίρνει τις προκαθορισμένες τιμές:

<code>tiny</code>	<code>small</code>	<code>scriptsize</code>	<code>normal</code>	<code>large</code>	<code>huge</code>
0.6 em	1.2 em	1.8 em	2.4 em	3.6 em	4.8 em

Ας δούμε το επόμενο παράδειγμα:

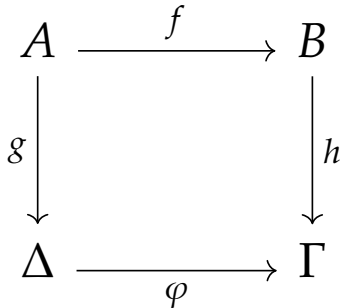


```
\begin{tikzcd}[column sep=large,row sep=large]
A \rar["f"] \dar["g"] & B \dar["h"] \\
\Delta \rar["\phi"] & \Gamma \\
\end{tikzcd}
```

5.2 Πρόσθετες επιλογές

Θα αναφέρουμε τώρα μερικές από τις επιλογές που διαθέτει το πακέτο.

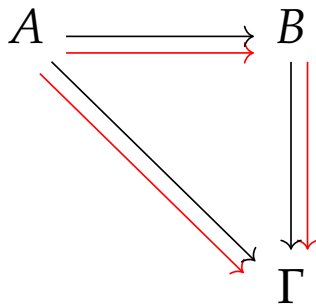
Μπορούμε, αντί να δώσουμε την κατεύθυνση του βέλους με τις επιλογές `r`, `l`, `d`, `u`, να δηλώσουμε το κελί εκκίνησης με την παράμετρο `from=κελί i-j`. Αντίστοιχα το κελί που καταλήγει το βέλος με την παράμετρο `to=κελί k-m`. Ας δούμε πώς λειτουργούν αυτές οι παράμετροι, όταν εφαρμοστούν στο προηγούμενο παράδειγμα.



```
\begin{tikzcd}[column sep=large,row sep=large]
A \ar[from=1-1, to=1-2,"f"]
\ar[from=1-1,to=2-1,"g"]
& B \ar[from=1-2,to=2-2,"h"] \\
\Delta \ar[from=2-1,to=2-2,"φ"] & \Gamma
\end{tikzcd}
```

5.2.1 Μετατοπίσεις των βελών

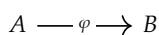
Μπορούμε να μετατοπίζουμε βέλη με την παράμετρο `shift left=` ή αντίστοιχα `shift right=`. Για παράδειγμα:



```
\begin{tikzcd}
A \arrow[r, shift right=0.3em,red]\arrow[r]
\arrow[dr,shift right=0.3em,red]\ar[dr]
& B \ar[d,shift left=0.3em, red]\ar[d] \\
& \Gamma
\end{tikzcd}
```

5.2.2 Επιλογές για τις ετικέτες

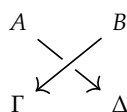
Η παράμετρος `description` είναι χρήσιμη για να παρεμβάλει στο βέλος μια ετικέτα. Για παράδειγμα:



```
\begin{tikzcd}[column sep=large]
A \arrow[r,"φ" description]& B
\end{tikzcd}
```

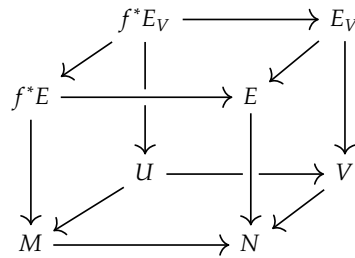
6 Διαγράμματα στο χώρο

Με την παράμετρο `crossing over` ένα τμήμα του βέλους είναι κενό, δηλαδή έχει το χρώμα του φόντου, ενώ το άλλο βέλος, με το οποίο διασταυρώνεται είναι πλήρες. Έτσι δίνεται η εντύπωση το ότι το ένα βέλος είναι πάνω από το άλλο. Για παράδειγμα:



```
\begin{tikzcd}
A \arrow[dr]
& B \ar[dl, crossing over] \\
\Gamma & \Delta
\end{tikzcd}
```

Ένα ακόμη παράδειγμα:



με κώδικα:

```
\begin{tikzcd}[row sep=scriptsize, column sep=scriptsize]
& f^* E_V \arrow[d] \arrow[rr] & E_V \\
f^* E \arrow[rr, crossing over] \arrow[d] & & E \\
& U \arrow[d] \arrow[rr] & V \\
M \arrow[rr] & & N \arrow[from=uu, crossing over]
\end{tikzcd}
```

7 Ένα αξιόπιστο πακέτο

Το πακέτο `tikz-cd` του Augusto Stoffel στηρίζεται πάνω στο καταξιωμένο σχεδιαστικό πακέτο TikZ, το οποίο εξελίσσεται συνεχώς δίνοντας ολοκληρωμένες λύσεις στις σχεδιαστικές ανάγκες και καλύπτει πλήρως όλο το φάσμα των επιστημών. Στα πλαίσια της παρουσίασης διαφόρων υπο-πακέτων του, δηλαδή πακέτων που έχουν ως βάση το TikZ, προσπαθήσαμε να παρουσιάσουμε και αναλύσουμε τη λογική του `tikz-cd`. Φυσικά δεν καλύψαμε όλες τις δυνατότητές του, παρά μόνο τις πιο σημαντικές.