

# **Σχέση δύναμης Laplace με την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος**

Κατασκευάζουμε το κύκλωμα που φαίνεται στη φωτογραφία και το οποίο περιλαμβάνει:

- Τροφοδοτικό
- Διακόπτη
- Αμπερόμετρο
- Αιωρούμενο πηνίο

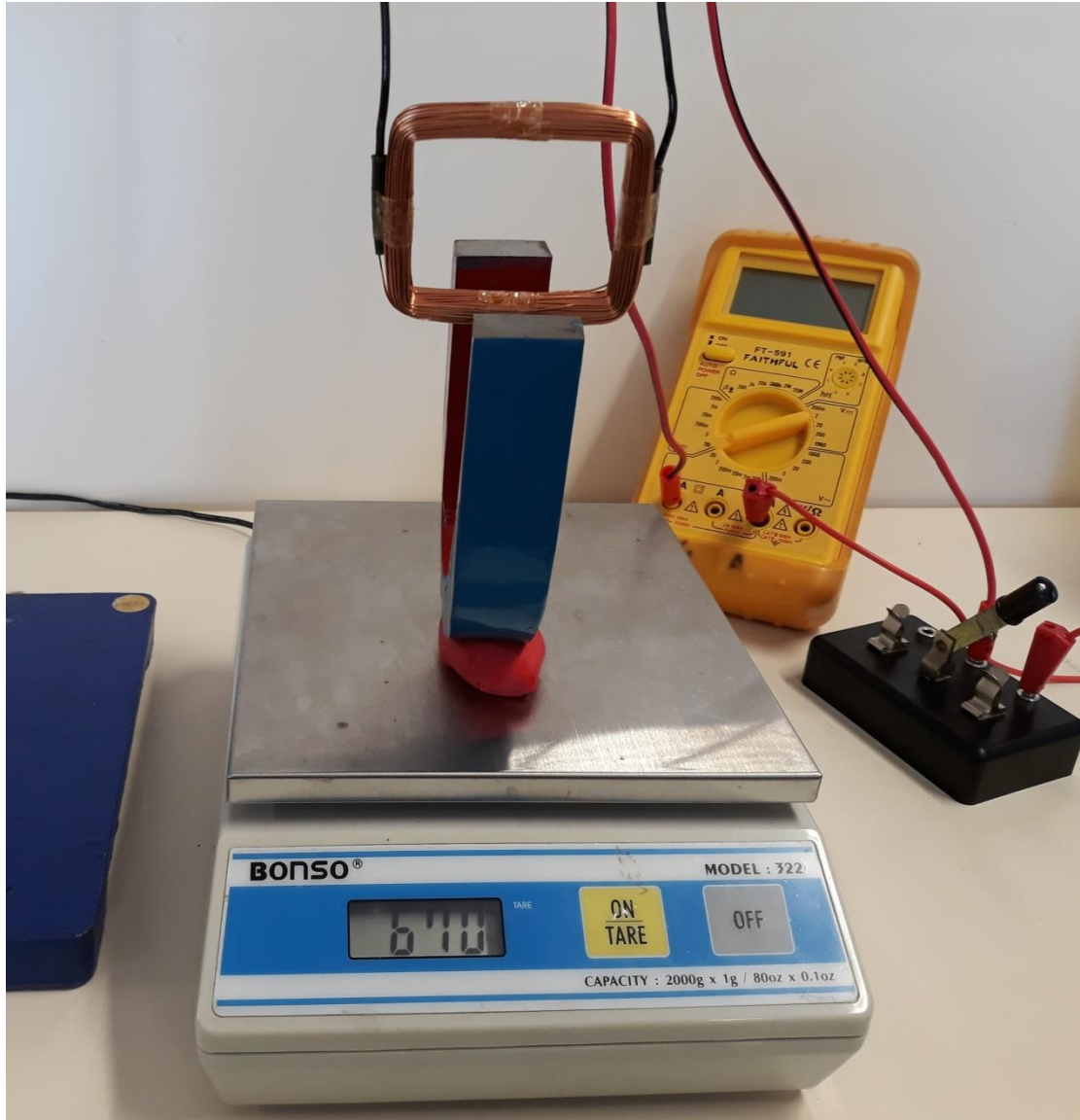


Στερεώνουμε έναν **πεταλοειδή μαγνήτη** επάνω σε μια ζυγαριά με τη βοήθεια λίγης πλαστελίνης ώστε οι πόλοι του να κοιτάνε προς τα πάνω.

Το **αιωρούμενο πηνίο** που είναι στερεωμένο στον ορθοστάτη βρίσκεται σε τέτοια θέση, ώστε το κάτω οριζόντιο τμήμα του να είναι μόλις ανάμεσα στους πόλους του πεταλοειδή μαγνήτη και **κάθετα στις δυναμικές γραμμές** που ως γνωστόν είναι ευθείες γραμμές που ξεκινούν από τον θετικό πόλο και καταλήγουν στον αρνητικό πόλο του μαγνήτη.



Με ανοιχτό τον διακόπτη του κυκλώματος, ώστε να μη διαρρέεται από ρεύμα, μετράμε με την ζυγαριά την **μάζα** του μαγνήτη και της πλαστελίνης συνολικά.



$m = 0,670 \text{ kg}$

Υπολογίζουμε το **βάρος του μαγνήτη**

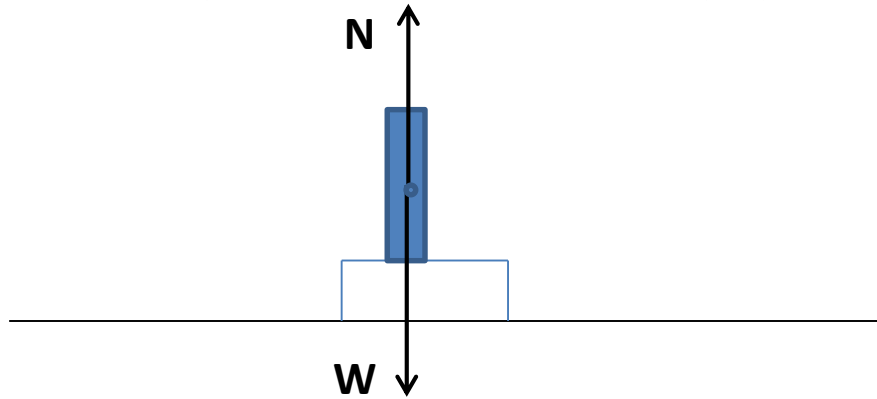
$$w = 0,670 \cdot 9,81$$

$$w = 6,573 \text{ N}$$

$$w = m \cdot g$$

όπου  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Σχεδιάζουμε τις δυνάμεις που ασκούνται στον μαγνήτη:



Η δύναμη που ασκεί η ζυγαριά στον μαγνήτη είναι η  $N$ , ως αντίδραση στη δύναμη που δέχεται από αυτόν και που, σε κατάσταση ισορροπίας είναι ίση με το βάρος του.

Άρα, με την **ζυγαριά υπολογίζουμε την αντίδραση  $N$**  στο σώμα που βρίσκεται επάνω σε αυτήν.

Βέβαια, στην ζυγαριά διαβάζουμε την 'βαρυτική' μάζα του σώματος, την οποία πολλαπλασιάζοντας με το  $g$  την μετατρέπουμε σε δύναμη.

## Κλείνουμε τον διακόπτη

Ρυθμίζουμε την τάση του τροφοδοτικού, έτσι ώστε το **ρεύμα** να γίνεται διαδοχικά: 0,5 1 1,5 και 2 A.

Συγχρόνως καταγράφουμε τις **ενδείξεις της ζυγαριάς ( $m^*$ )** στον **πίνακα 1**

$m^*$  : σύμβολο για την ένδειξη της ζυγαριάς, η οποία αντιστοιχεί σε μια φαινομενική μάζα. Όμως, πολλαπλασιάζοντάς της με το g, βρίσκουμε την υπαρκτή κάθετη αντίδραση N από την ζυγαριά στον μαγνήτη.

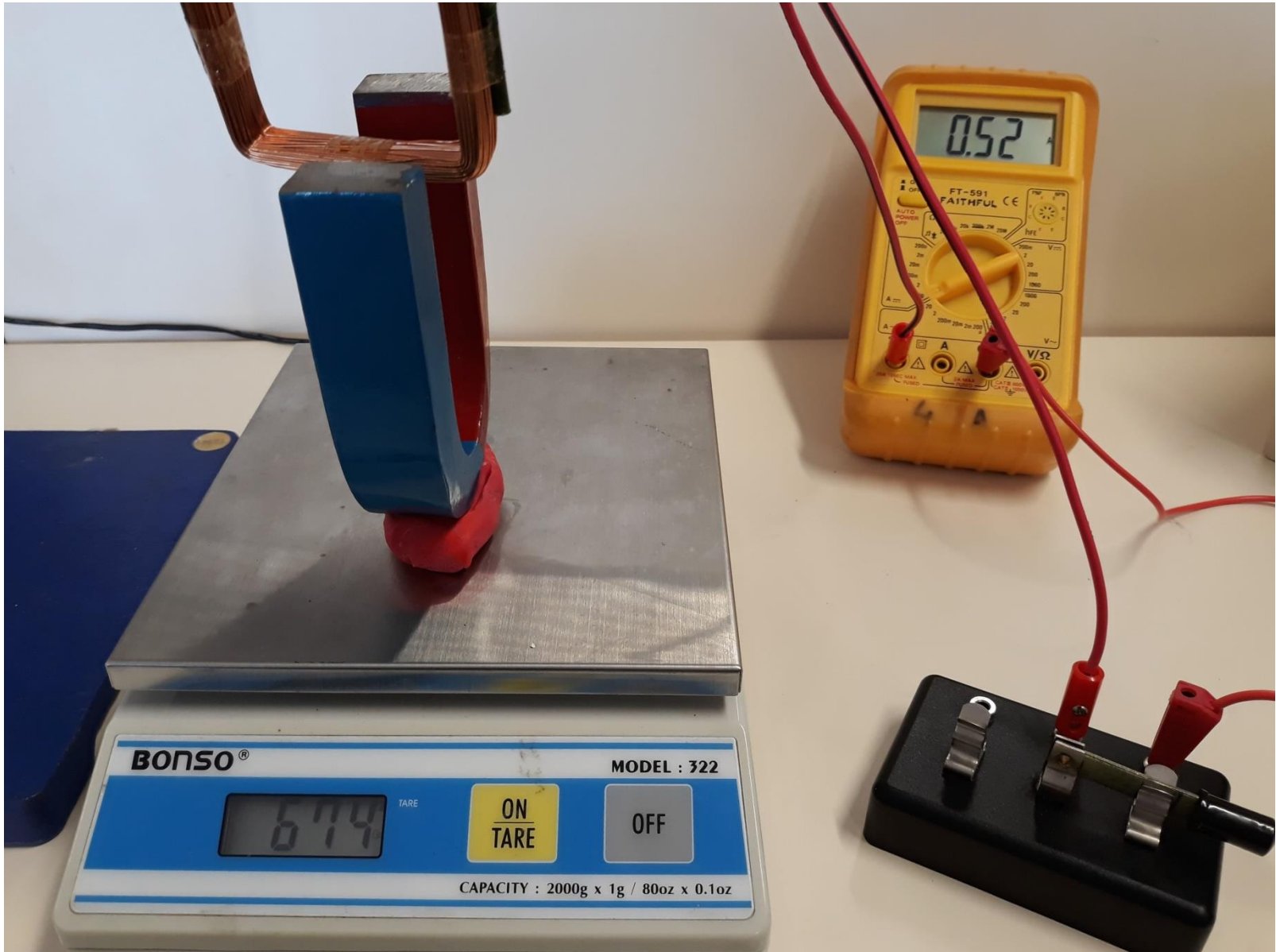
Η εξήγηση θα δοθεί στο τέλος κάθε σειράς μετρήσεων.

*(Επίσης, στο εξής, όταν θα λέμε 'μάζα του μαγνήτη', θα εννοούμε 'μάζα μαγνήτη και πλαστελίνης')*



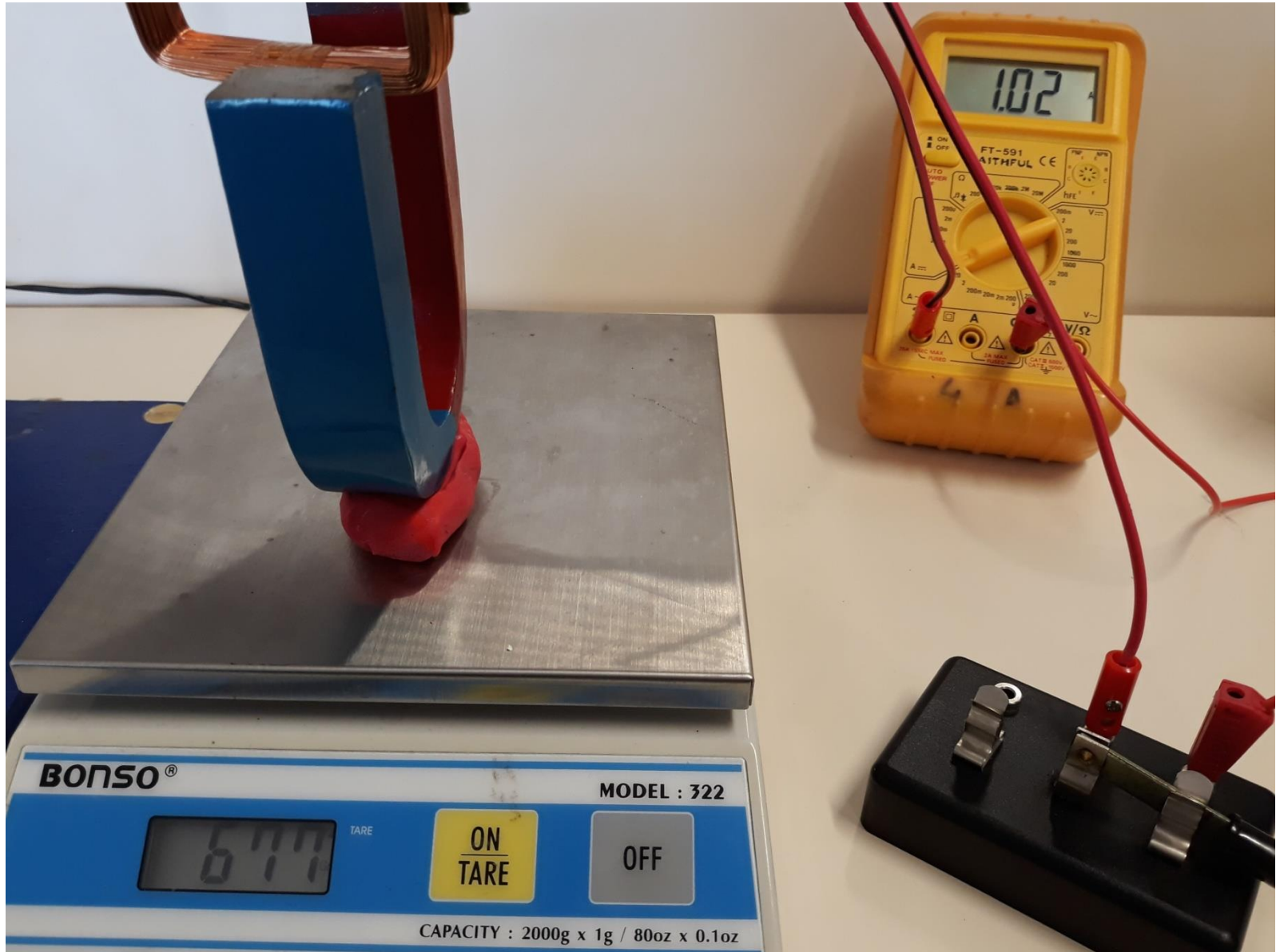
$I = \dots\dots\dots A$

$m^* = \dots\dots\dots kg$



$I = \dots\dots\dots$  A

$m^* = \dots\dots\dots$  kg





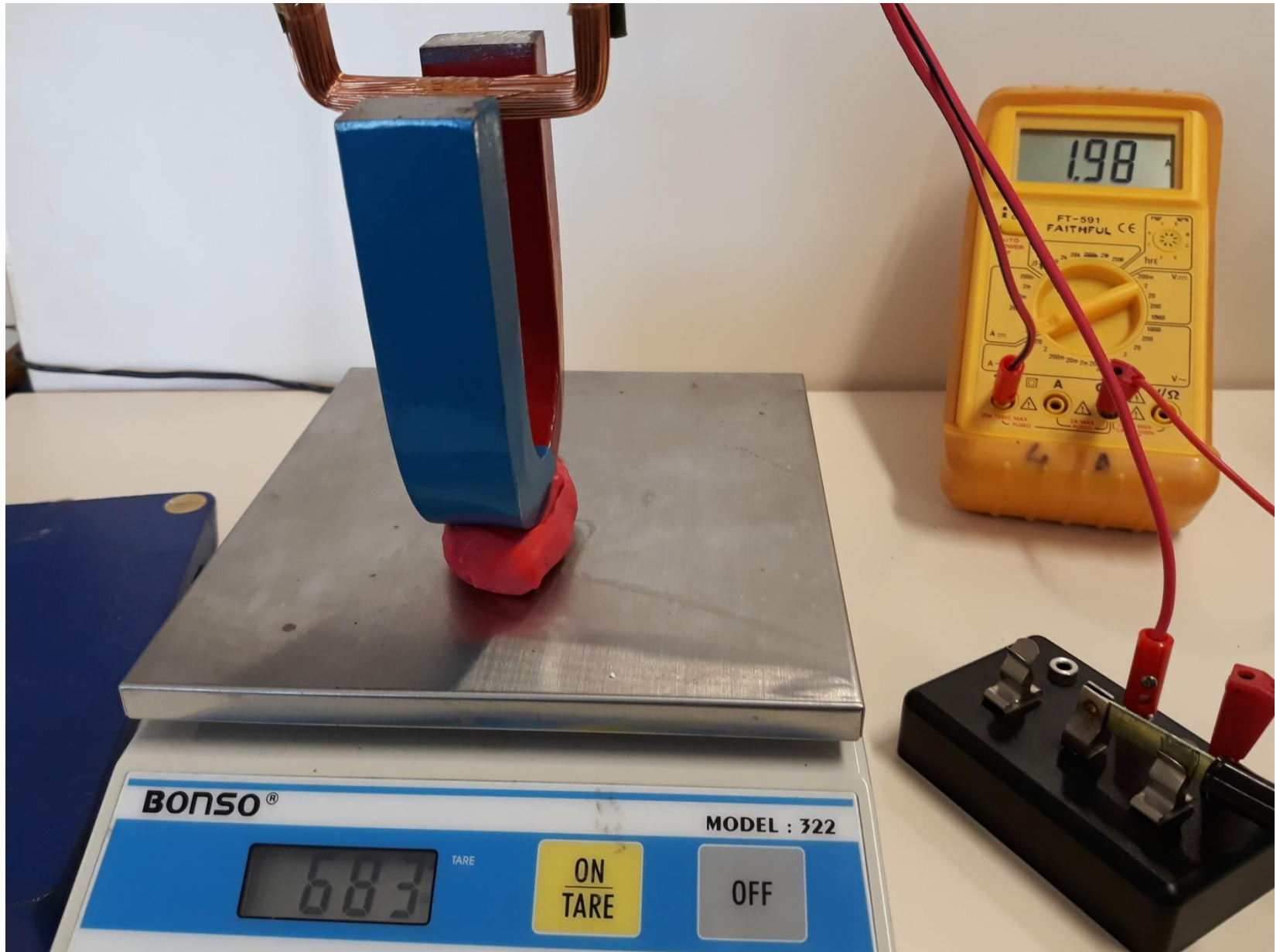
$I = \dots\dots\dots \text{ A}$

$m^* = \dots\dots\dots \text{ kg}$



$I = \dots\dots\dots A$

$m^* = \dots\dots\dots kg$



Έχουμε υπολογίσει το **βάρος του μαγνήτη**  
 $w = 6,573 \text{ N}$

Αυτό αντιστοιχεί σε **μάζα μαγνήτη**  
 $m = 0,670 \text{ kg}$

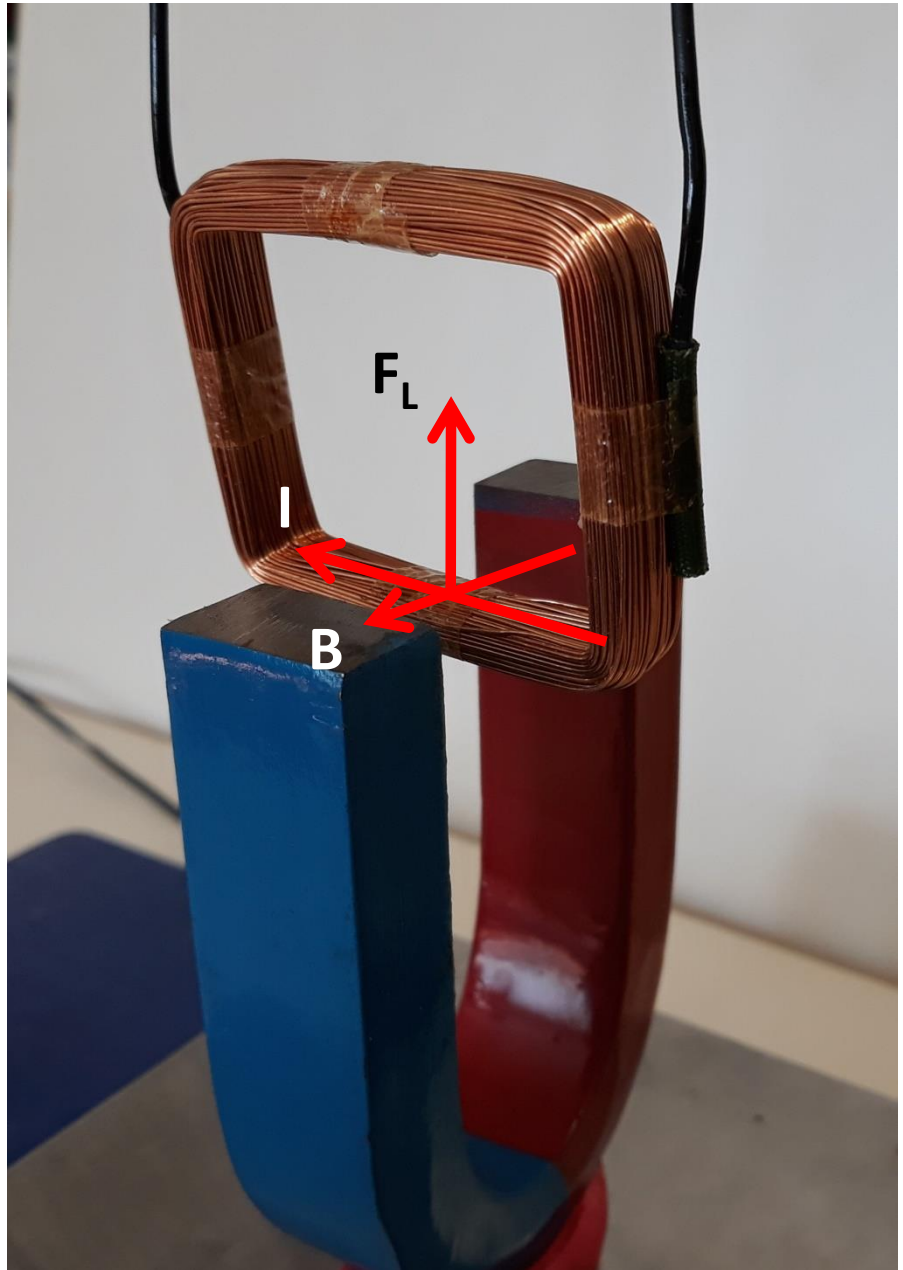
Παρατηρούμε ότι στις προηγούμενες μετρήσεις **οι ενδείξεις της ζυγαριάς είναι μεγαλύτερες** από την μάζα του μαγνήτη.

Αυτό σημαίνει ότι και η **δύναμη  $N$**  που δέχεται ο μαγνήτης από την ζυγαριά είναι **μεγαλύτερη** από όταν ο διακόπτης ήταν ανοιχτός.

## Εξήγηση

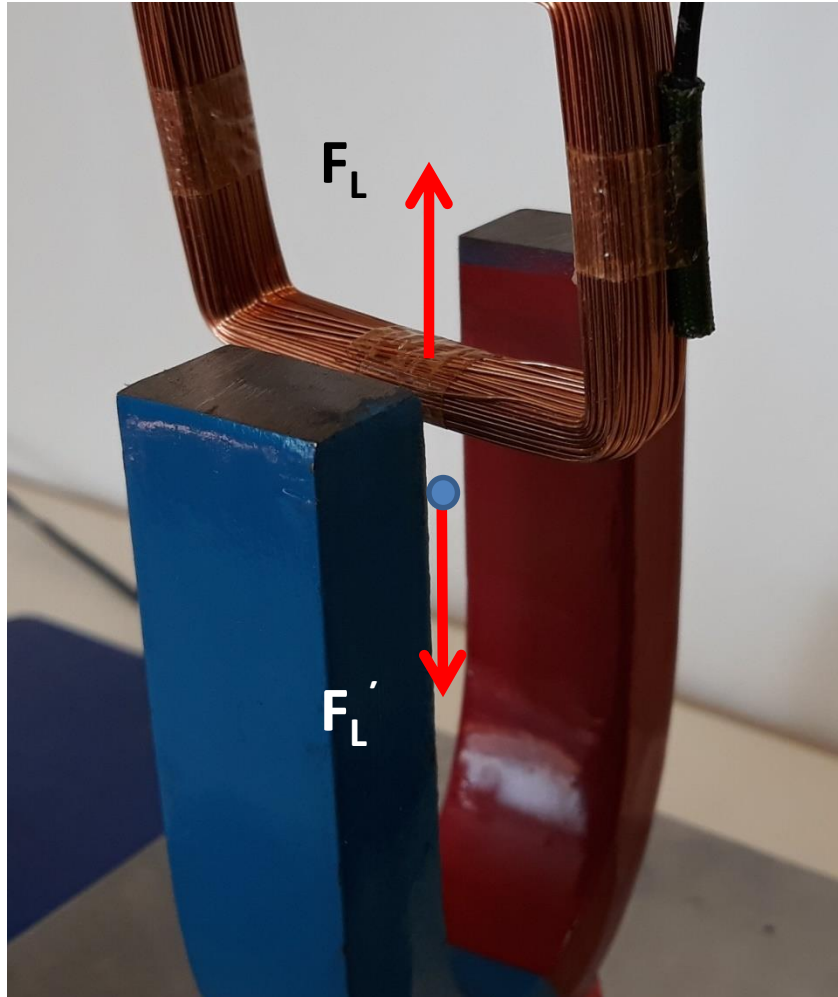
Τα σύρματα της κάτω πλευράς του πλαισίου διαρρέονται από ρεύμα με φορά όπως φαίνεται στο σχήμα.

Αυτό συνεπάγεται μια **δύναμη Laplace** που ασκείται στην κάτω πλευρά του πλαισίου **προς τα πάνω**.



Όταν η δύναμη  $F_L$  ασκείται στην κάτω πλευρά του πλαισίου προς τα πάνω, στο **κέντρο βάρους του πεταλοειδούς μαγνήτη** ασκείται ίση και αντίθετη δύναμη ως **αντίδραση**, η  $F_L'$

(Αλληλεπίδραση των μαγνητικών πεδίων: μαγνήτη και αγωγών της κάτω πλευράς του πλαισίου).





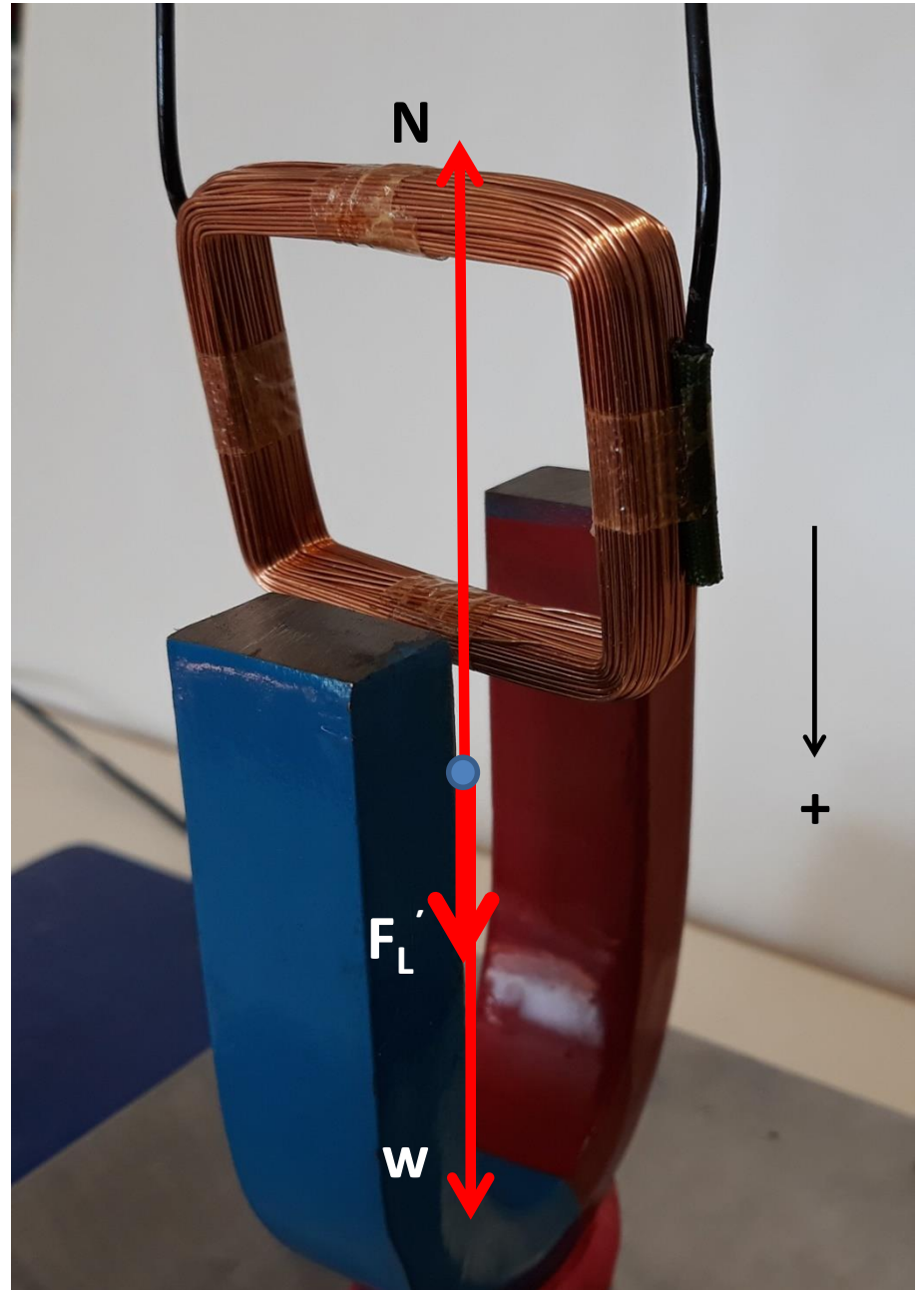
Στην περίπτωση αυτή, **όλες οι δυνάμεις** που ασκούνται στο (κέντρο βάρους) του **μαγνήτη** είναι αυτές που φαίνονται στο διπλανό σχήμα.

Επειδή ο μαγνήτης ισορροπεί:

$$w + F_L' = N$$

Και την δύναμη Laplace την υπολογίζουμε με τη σχέση:

$$F_L = F_L' = (N - w)$$





**Πίνακας 1**

<b>I (A)</b>	<b>m* (kg)</b>	<b>N = m*·g (N)</b>	<b>w (N)</b>	<b>F<sub>L</sub> = N - w (N)</b>

**Γραφική παράσταση (F<sub>L</sub> - I) 1**



## Αλλάζουμε την πολικότητα από το τροφοδοτικό.

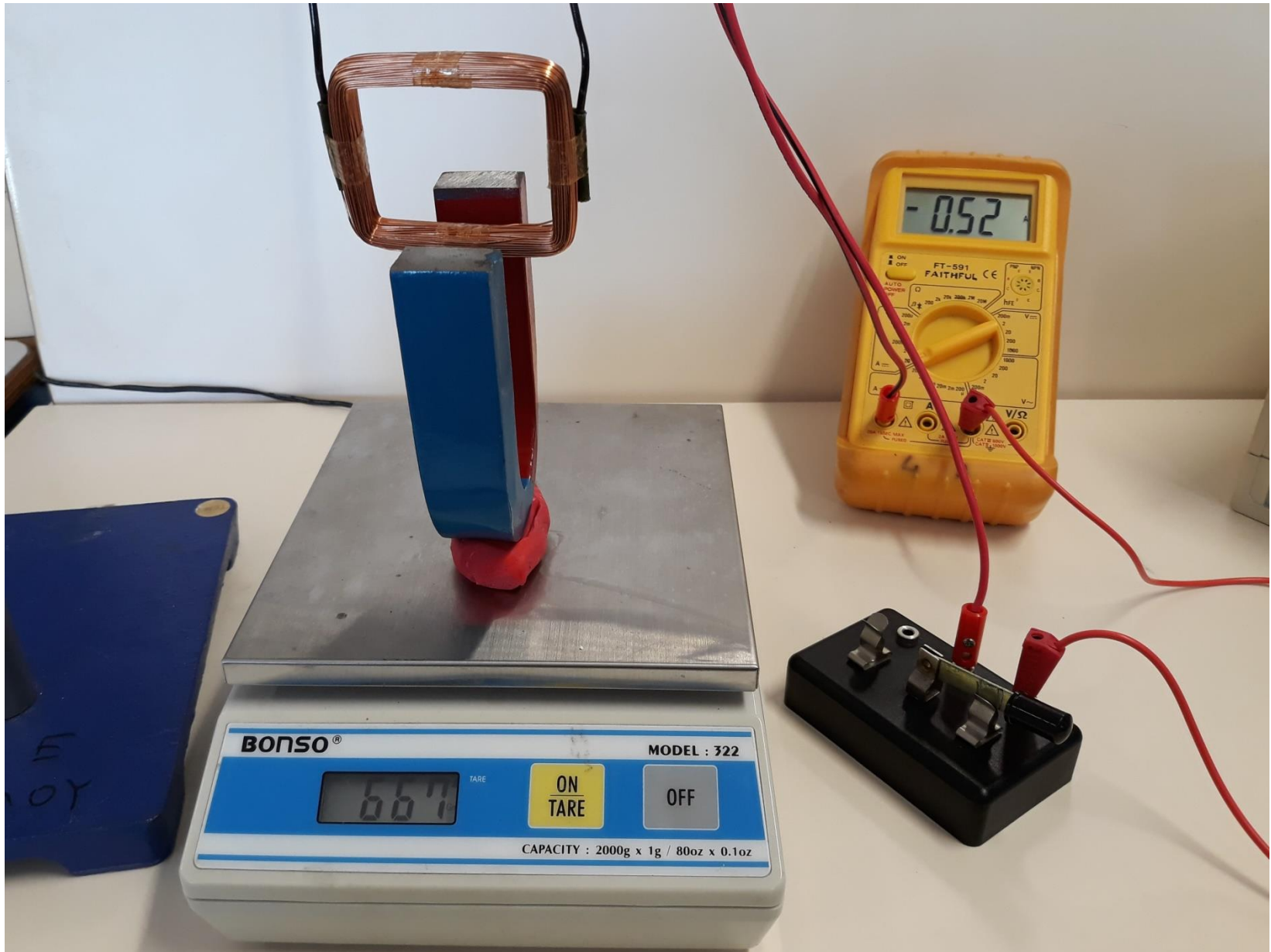
Επαναλαμβάνουμε τις μετρήσεις και τις σημειώνουμε στον **πίνακα 2**.

Η ένταση του ρεύματος θα έχει τώρα **πρόσημο (-)** αλλά εδώ θα σημειώνουμε την απόλυτη τιμή της.



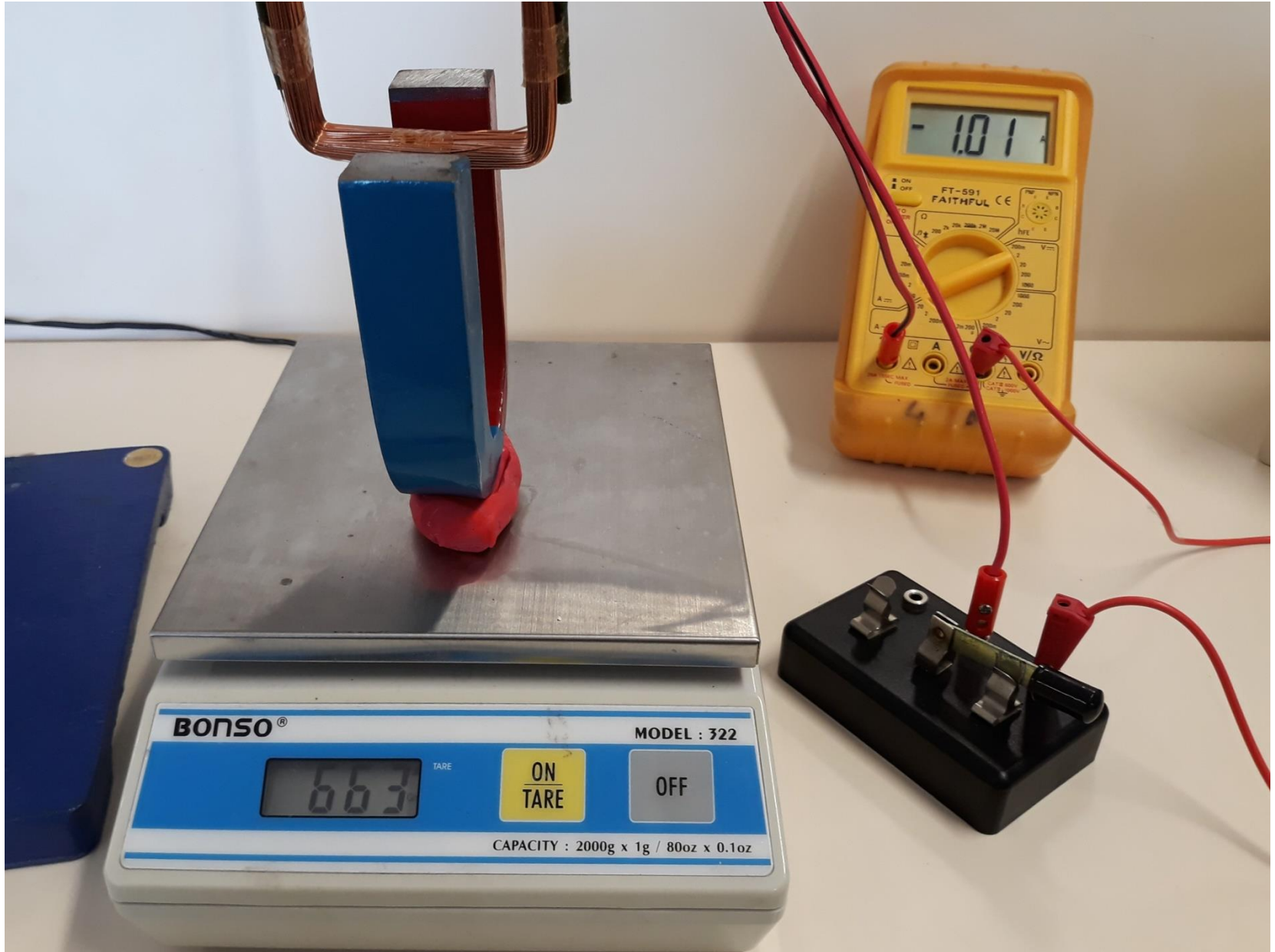
$I = \dots\dots\dots A$

$m^* = \dots\dots\dots kg$



$I = \dots\dots\dots$  A

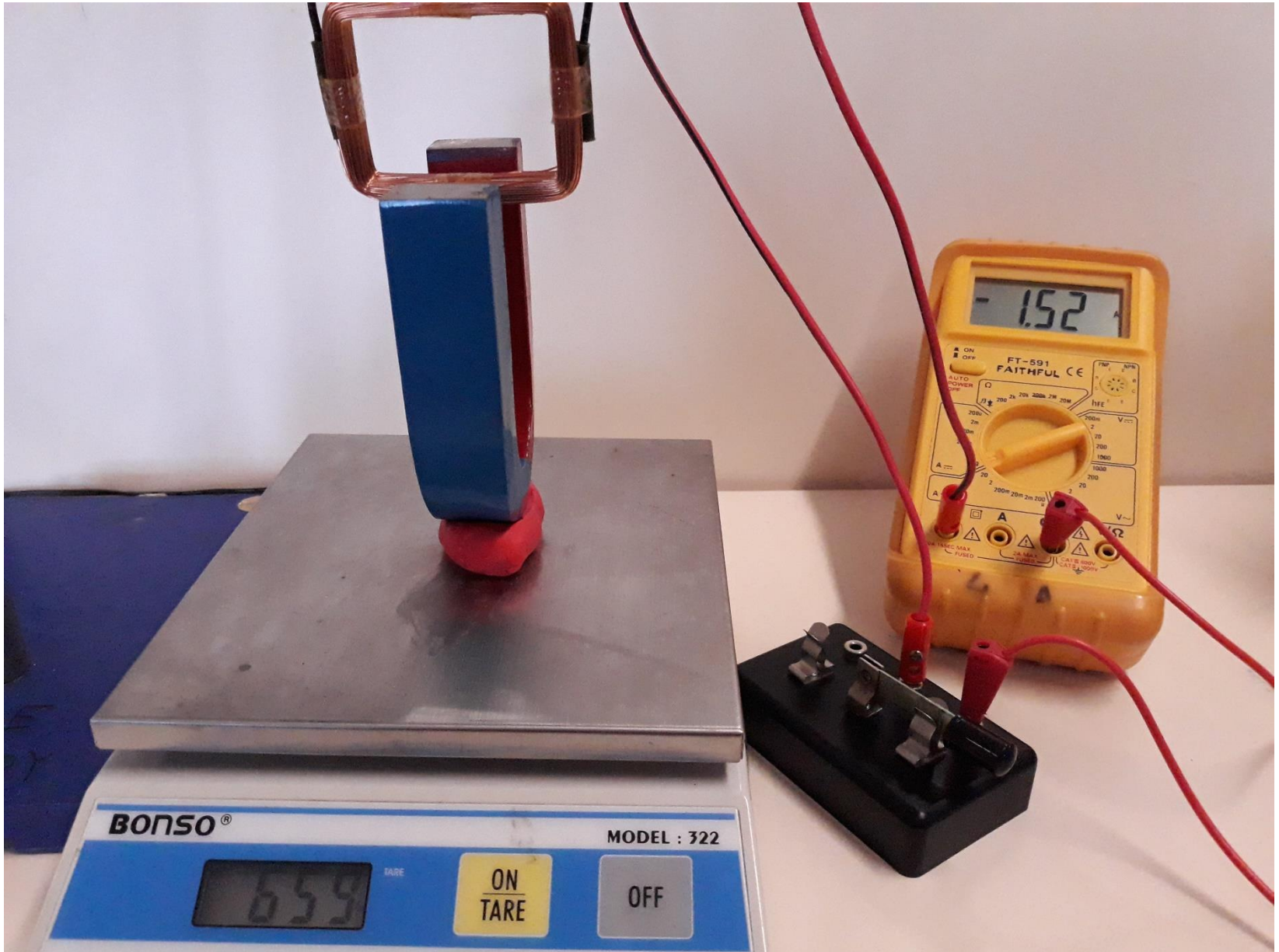
$m^* = \dots\dots\dots$  kg





$I = \dots\dots\dots$  A

$m^* = \dots\dots\dots$  kg





$I = \dots\dots\dots A$

$m^* = \dots\dots\dots \text{kg}$



Έχουμε υπολογίσει το βάρος του μαγνήτη  
 $w = 6,573 \text{ N}$

Αυτό αντιστοιχεί σε μάζα μαγνήτη  
 $m = 0,670 \text{ kg}$

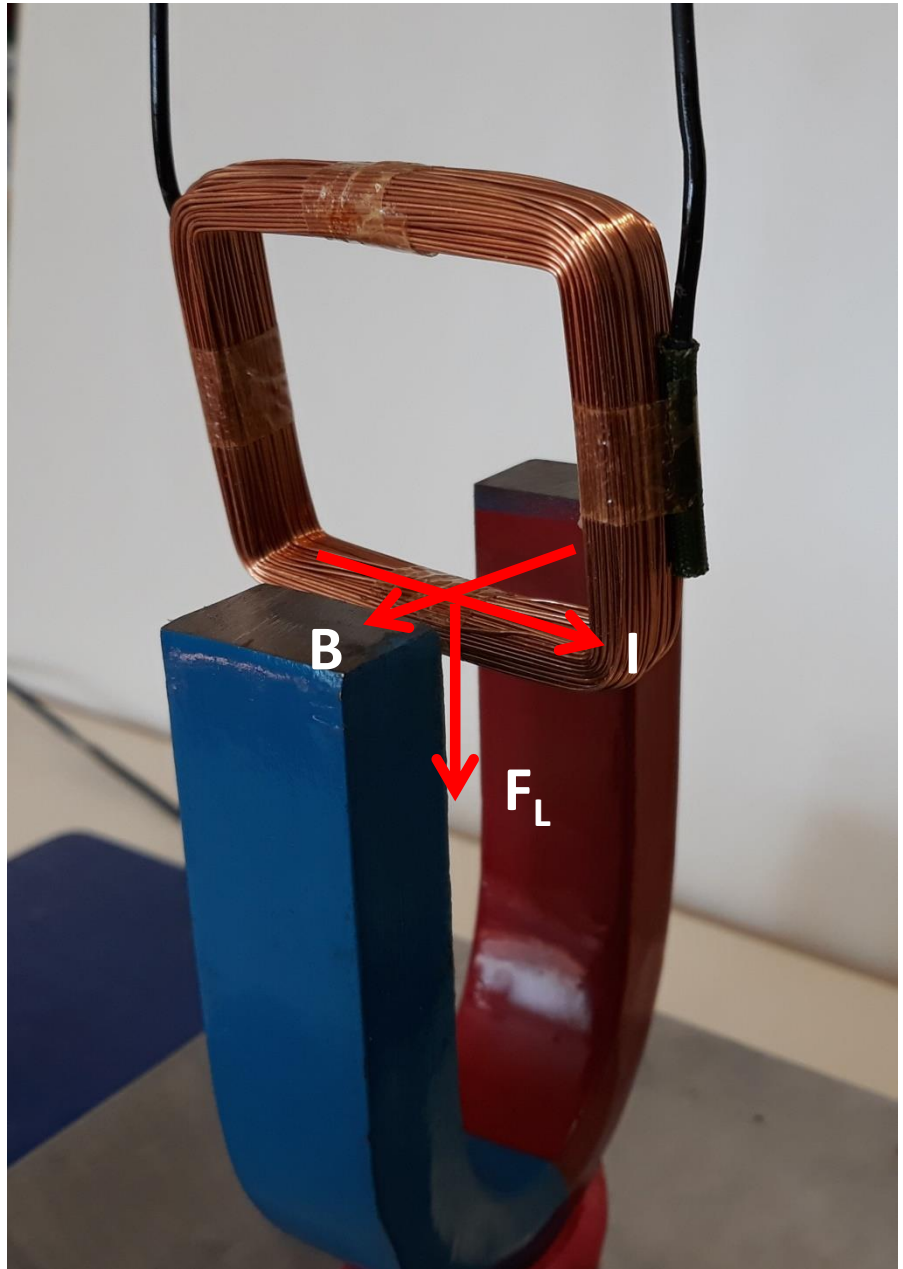
Παρατηρούμε ότι στις προηγούμενες μετρήσεις **οι ενδείξεις της ζυγαριάς είναι μικρότερες** από αυτή που αντιστοιχεί στο βάρος του μαγνήτη.

Αυτό σημαίνει ότι και η **δύναμη N** που δέχεται ο μαγνήτης από την ζυγαριά είναι **μικρότερη** από όταν ο διακόπτης ήταν ανοιχτός.

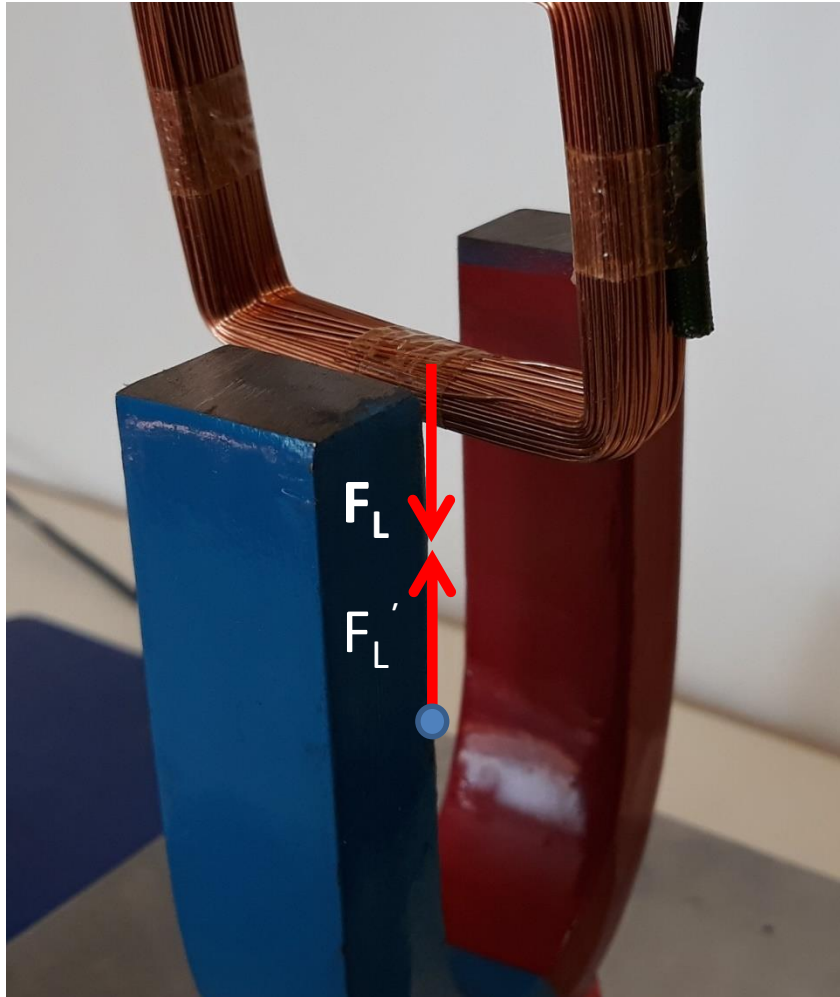
### Εξήγηση

Τα σύρματα της κάτω πλευράς του πλαισίου διαρρέονται από ρεύμα με φορά όπως φαίνεται στο σχήμα.

Αυτό συνεπάγεται μια **δύναμη Laplace** που ασκείται στην πλευρά του πλαισίου προς τα κάτω.



Όταν η δύναμη  $F_L$  ασκείται στην κάτω πλευρά του πλαισίου προς τα κάτω, στο κέντρο βάρους του πεταλοειδούς μαγνήτη ασκείται ίση και αντίθετη δύναμη ως αντίδραση, η  $F_L'$



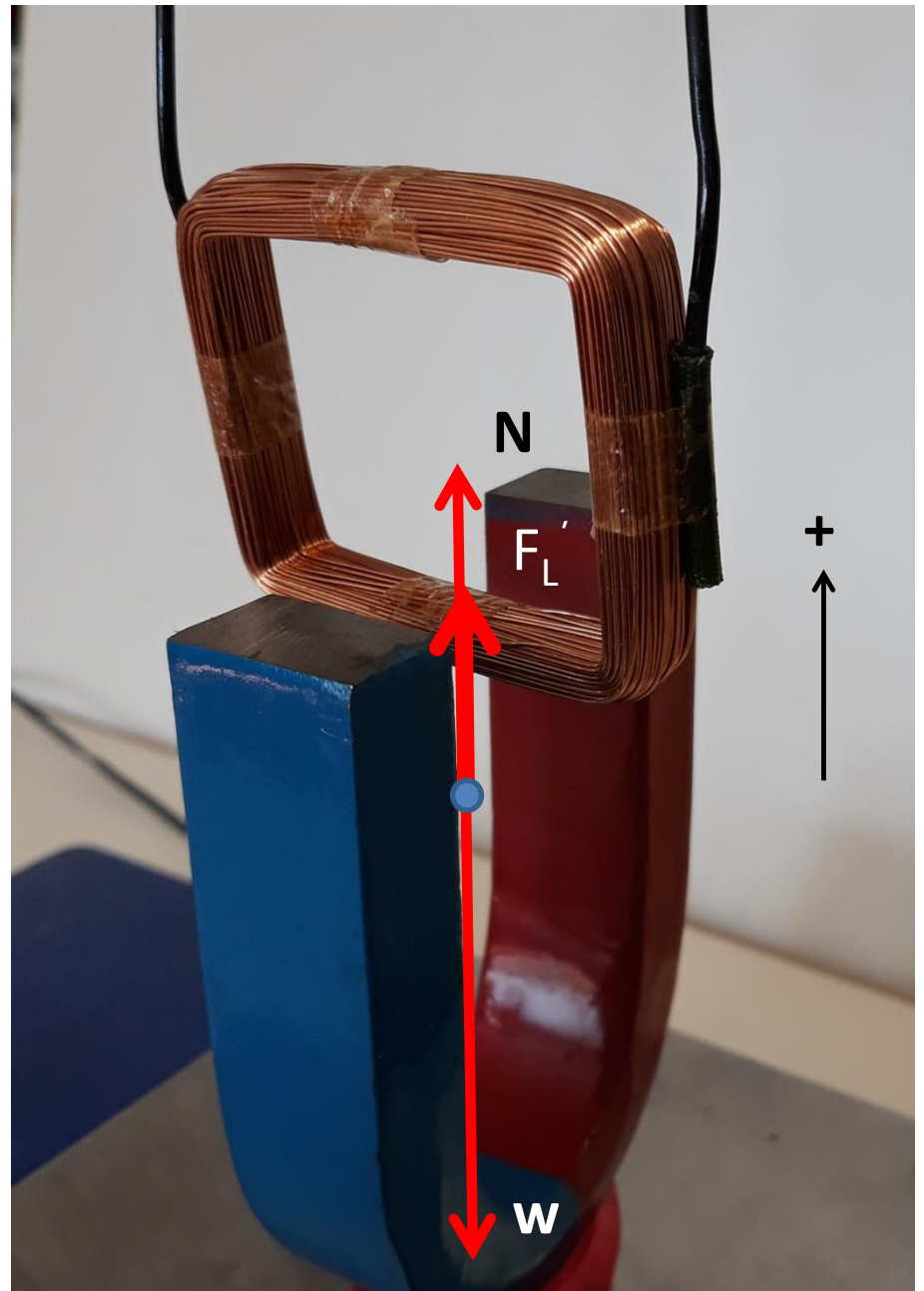
Στην περίπτωση αυτή, **όλες οι δυνάμεις** που ασκούνται στο (κέντρο βάρους) του **μαγνήτη** είναι αυτές που φαίνονται στο διπλανό σχήμα.

Επειδή ο μαγνήτης ισορροπεί:

$$N + F_L' = w$$

Και την δύναμη Laplace την υπολογίζουμε με τη σχέση:

$$F_L = F_L' = (w - N)$$



**Πίνακας 2**

<b>I (A)</b>	<b>m* (kg)</b>	<b>N = m*·g (N)</b>	<b>w (N)</b>	<b>F<sub>L</sub> = w - N (N)</b>

**Γραφική παράσταση (F<sub>L</sub> - I) 2**

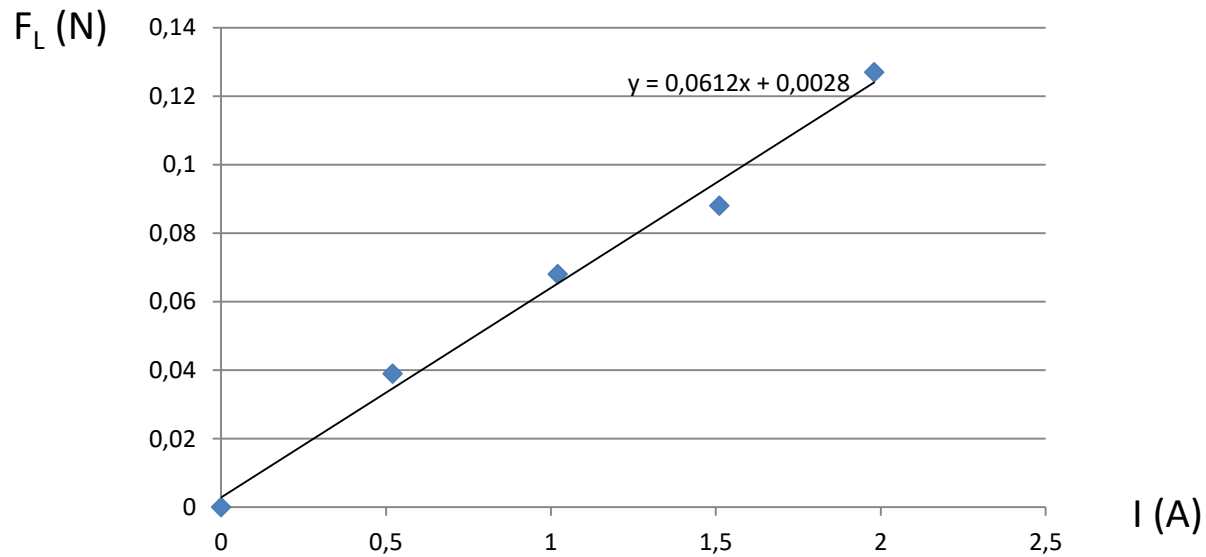




# Μετρήσεις Επεξεργασία

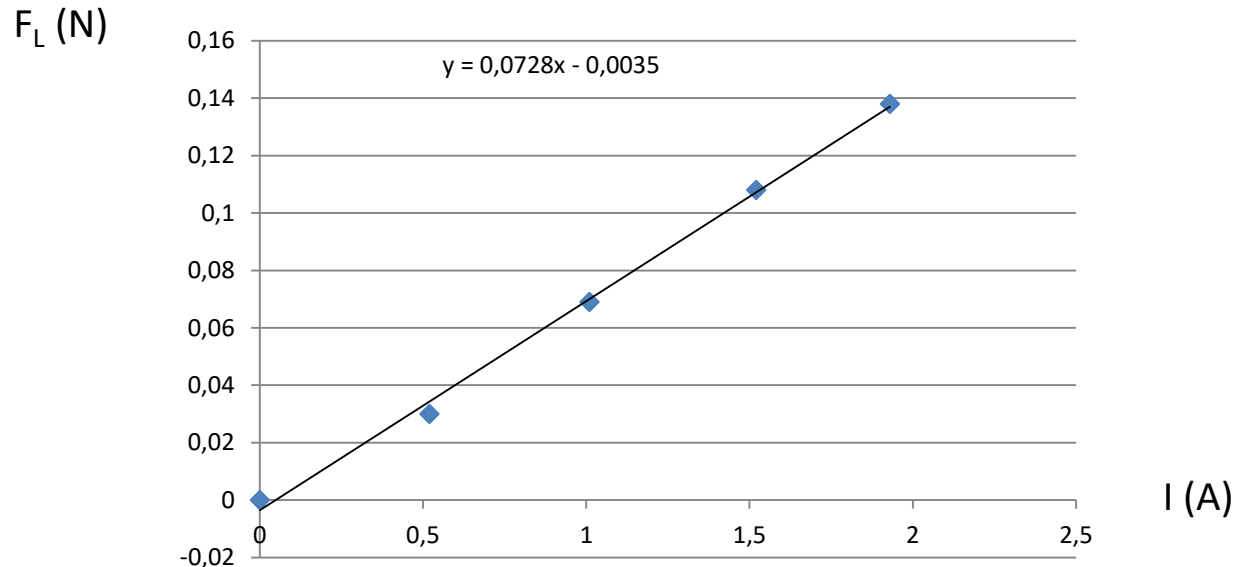
## Πίνακας 1

I (A)	m* (kg)	N = m*·g (N)	w (N)	F <sub>L</sub> = N – w (N)
0,00	0,670	6,573	6,573	0,000
0,52	0,674	6,612	6,573	0,039
1,02	0,677	6,641	6,573	0,068
1,51	0,679	6,661	6,573	0,088
1,98	0,683	6,700	6,573	0,127



## Πίνακας 2

I (A)	m* (kg)	N = m*·g (N)	w (N)	F <sub>L</sub> = w - N (N)
0,00	0,670	6,573	6,573	0,000
0,52	0,667	6,543	6,573	0,030
1,01	0,663	6,504	6,573	0,069
1,52	0,659	6,465	6,573	0,108
1,93	0,656	6,435	6,573	0,138



Παρατηρούμε ότι το **μέτρο της δύναμης Laplace** που ασκείται σε αγωγό (ή σε πολλούς αγωγούς, όπως στην πλευρά ενός πλαισίου) είναι **ανάλογο με το μέτρο της έντασης του ρεύματος** το οποίο τον διαρρέει.

(Η αλλαγή της φοράς του ρεύματος συνεπάγεται αλλαγή της φοράς της δύναμης Laplace).

$$F_L = (B \cdot I \cdot L) \cdot K, \quad \text{όπου } K \text{ ο αριθμός σπειρών του πλαισίου}$$

Η κλίση της ευθείας στα διαγράμματα ισούται με  $(B \cdot L \cdot K)$

Όπου  $B$ : η ένταση του μαγνητικού πεδίου του μαγνήτη

$L$ : το μήκος των αγωγών

$K$ : ο αριθμός των αγωγών του πλαισίου

*(Η άσκηση έγινε με βάση φύλλο εργασίας του Χρ. Στογιάννου, που αποτελεί προσαρμογή από αντίστοιχη άσκηση του ΕΚΦΕ Κέρκυρας)*

# ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΟ ΕΚΦΕ ΑΧΑΡΝΩΝ



I (A)	m* (kg)	N = m*.g (N)	w (N)	$F_L = w - N$
				(N)
0	0,671	6,583	6,58	0,00
0,5	0,668	6,553	6,58	0,03
1	0,665	6,524	6,58	0,06
1,5	0,662	6,494	6,58	0,09
1,9	0,658	6,455	6,58	0,13

$$F_L = f(I)$$

