



Ε.Κ.Φ.Ε. Αγ. Αναργύρων - Εργαστηριακές Ασκήσεις Α΄ Γυμνασίου  
**3<sup>ο</sup> ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

**ΜΕΤΡΗΣΗ ΜΑΖΑΣ**

Εκτιμήσεις μαθητών:

- 1) Εάν κατά τη γνώμη σας, στις παρακάτω προτάσεις, η υπογραμμισμένη λέξη είναι **ΦΥΣΙΚΟ ΜΕΓΕΘΟΣ** σημειώστε **Σ** (Σωστό), ειδάλλως σημειώστε **Λ** (Λάθος):
- Το βάρος είναι ίδιο με τη μάζα: .....
  - Τα αέρια δεν έχουν μάζα.....
  - Όσο πιο μεγάλο μέγεθος έχουν τα σώματα τόσο **πιο μεγάλη** είναι η μάζα τους.....
  - Η ένδειξη της ζυγαριάς μας δείχνει το **βάρος** μας: .....
  - Τα σώματα στο διάστημα δεν έχουν μάζα: .....

**2) 1<sup>ο</sup> Πείραμα**

**Υλικά Πειράματος**

- Καλαμάκι
- Ένα αλουμινένιο κουτάκι αναψυκτικού άδειο.
- Ένα αλουμινένιο κουτάκι αναψυκτικού γεμάτο (εναλλακτικά το γεμίζω με νερό).

**Εκτέλεση πειράματος**

- Τοποθετούμε τα δύο κουτάκια πάνω στον πάγκο (θρανίο ή τραπέζι), σε κάποια απόσταση μεταξύ τους.
  - Προσπαθώ να υπολογίσω ποιο από τα δύο κουτάκια έχει την μεγαλύτερη μάζα. Προτείνετε ένα τρόπο χωρίς να τα σηκώσετε από τον πάγκο, και χωρίς να κοιτάξετε μέσα τους: .....
- Δοκιμάστε να σπρώξετε τα κουτάκια φυσώντας αέρα με το καλαμάκι, χωρίς να τα αγγίξετε. Περιγράψτε τι παρατηρείτε και τι συμπεραίνετε: .....
- Επαληθεύστε ότι βρήκατε το βαρύτερο κουτάκι ( αυτό που είναι γεμάτο) σηκώνοντας τα κουτάκια με τα χέρια σας.

**3) 2<sup>ο</sup> Πείραμα**

**Υλικά Πειράματος**

- Ένα υποδεκάμετρο (χάρακας) τουλάχιστον 30 cm.
- Μερικά κέρματα του ενός λεπτού (περίπου 5 κέρματα).
- Μερικά κέρματα των δύο λεπτών (περίπου 4 κέρματα).
- Μια γόμα (σβηστήρα).
- Μια ξύστρα.
- Έναν υπολογιστή τσέπης (κομπιουτεράκι)
- Σελοτέιπ.
- Ένα πρισματικό (όχι κυλινδρικό) στυλό διαρκείας ή μολύβι.





**Ε.Κ.Φ.Ε. Αγ. Αναργύρων - Εργαστηριακές Ασκήσεις Α΄ Γυμνασίου**

**4) Εκτέλεση πειράματος**

- Τοποθετούμε το υποδεκάμετρο, κάθετα, πάνω στο στυλό, στηρίζοντάς το στην μέση του. Το σταθεροποιούμε με λίγο σελοτέιπ.
- Το υποδεκάμετρο πρέπει να είναι ακίνητο παράλληλα στον πάγκο. Στο ένα άκρο του τοποθετούμε την ξύστρα. Στο άλλο άκρο του αρχίζουμε να στοιβάζουμε διαδοχικά κέρματα (αρχίζουμε με κέρματα του ενός λεπτού).
- Συνεχίζουμε έως ότου καταφέρουμε να επανέλθει ο χάρακας στην αρχική του οριζόντια θέση ή μόλις να γύρει προς την μεριά των κερμάτων.
  - Στην περίπτωση που δεν πέτυχα **ισορροπία** σημειώνω τον αριθμό των κερμάτων του ενός λεπτού, που χρησιμοποίησα μέχρι να ισορροπήσει το υποδεκάμετρο. Αν χρησιμοποίησα και κέρματα των δυο λεπτών σημειώνω τον αριθμό τους (ΠΙΝΑΚΑΣ 1).
  - Στην περίπτωση που **δεν** πέτυχα ισορροπία αλλά το υποδεκάμετρο έγειρε προς τα κέρματα, σημειώνω πόσα κέρματα είχα λίγο αμέσως πριν γύρει και πόσα αμέσως μετά που έγειρε (ΠΙΝΑΚΑΣ 2- ΠΙΝΑΚΑΣ 3).
- Υπολογίζω την αντίστοιχη συνολική μάζα των κερμάτων, γνωρίζοντας τη μάζα του κάθε κέρματος.
- Αν κατάφερα να έχω ισορροπία, τότε η μάζα της ξύστρας είναι ίση με την μάζα που υπολόγισα.
- Αν το υποδεκάμετρο έγειρε προς τα κέρματα, τότε η μάζα της ξύστρας είναι ίση με την **μέση τιμή** της μάζας των κερμάτων αμέσως **πριν** την ισορροπία και της μάζας των κερμάτων αμέσως **μετά** την ισορροπία.
- Επαναλαμβάνω το πείραμα με την γόμα.

**5) ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ α΄ μέρος**

Μάζα κέρματος 1 λεπτού **2,30 gr**

Μάζα κέρματος 2 λεπτών **3,06 gr**

**• Περίπτωση ισορροπίας ΠΙΝΑΚΑΣ 1**

Αριθμός κερμάτων 1 λεπτού Μάζα κερμάτων 1 λεπτού (gr)

Αριθμός κερμάτων 2 λεπτών Μάζα κερμάτων 2 λεπτών (gr)

Συνολική μάζα (gr)

**Μάζα ξύστρας = .....gr**

**• Περίπτωση μη ισορροπίας**

*Πριν να γύρει προς τα κέρματα ΠΙΝΑΚΑΣ 2*

Αριθμός κερμάτων 1 λεπτού Μάζα κερμάτων 1 λεπτού (gr)

Αριθμός κερμάτων 2 λεπτών Μάζα κερμάτων 2 λεπτών (gr)

Συνολική μάζα 1 (gr)

*Αμέσως μετά την κλίση προς τα κέρματα ΠΙΝΑΚΑΣ 2*

Αριθμός κερμάτων 1 λεπτού Μάζα κερμάτων 1 λεπτού (gr)

Αριθμός κερμάτων 2 λεπτών Μάζα κερμάτων 2 λεπτών (gr)

Συνολική μάζα 2 (gr)

**Μάζα ξύστρας =** 



 .....gr



**Ε.Κ.Φ.Ε. Αγ. Αναργύρων - Εργαστηριακές Ασκήσεις Α΄ Γυμνασίου**  
**6) ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ β' μέρος**

Μάζα κέρματος 1 λεπτού 2,30 gr  
Μάζα κέρματος 2 λεπτών 3,06 gr

• **Περίπτωση ισορροπίας ΠΙΝΑΚΑΣ 1**

Αριθμός κερμάτων 1 λεπτού Μάζα κερμάτων 1 λεπτού (gr)  
Αριθμός κερμάτων 2 λεπτών Μάζα κερμάτων 2 λεπτών (gr)  
Συνολική μάζα (gr)

**Μάζα γόμας = .....gr**

• **Περίπτωση μη ισορροπίας**

*Πριν να γύρει προς τα κέρματα ΠΙΝΑΚΑΣ 2*

Αριθμός κερμάτων 1 λεπτού Μάζα κερμάτων 1 λεπτού (gr)  
Αριθμός κερμάτων 2 λεπτών Μάζα κερμάτων 2 λεπτών (gr)  
Συνολική μάζα 1 (gr)

*Αμέσως μετά την κλίση προς τα κέρματα ΠΙΝΑΚΑΣ 2*

Αριθμός κερμάτων 1 λεπτού Μάζα κερμάτων 1 λεπτού (gr)  
Αριθμός κερμάτων 2 λεπτών Μάζα κερμάτων 2 λεπτών (gr)  
Συνολική μάζα 2 (gr)

**Μάζα γόμας =** ~~????????????????~~ ή ~~??~~ ~~??????~~ + ~~????????????????~~ ή ~~??~~ ~~????~~  
~~??~~

~~??~~ = .....gr

7) Ο καθηγητής σας μετρά την μάζα της ξύστρας και της γόμας. Συγκρίνετε τις μετρήσεις που σας είτε με τα αποτελέσματα που βρήκατε και σχολιάστε τα με τους συμμαθητές.



## Απαντήσεις και σχόλια φυλλαδίων

### ➤ Το βάρος και η μάζα

Η διδασκαλία της έννοιας *μάζα* στη Δευτεροβάθμια εκπαίδευση – και όχι μόνο στην ελληνική - περιβάλλεται από αξιοσημείωτη σύγχυση, σε κάποιο βαθμό δικαιολογημένη. Η σύγχυση χρονολογείται από τη δημοσίευση των *Principia* του Newton και οφείλεται στους τρεις εννοιολογικούς μανδύες με τους οποίους ενδύεται η λέξη *μάζα* στο πλαίσιο της κλασικής φυσικής: στον ορισμό I των *Principia* η μάζα ορίζεται ως «ποσότητα της ύλης», στο δεύτερο νόμο της κίνησης εμφανίζεται ως «μέτρο της αδράνειας», ενώ στο νόμο της παγκόσμιας έλξης ως υπεύθυνη για την αμοιβαία βαρυτική έλξη μεταξύ των σωμάτων. Προηγουμένως, μέσα από περιγραφές διαδοχικών πειραμάτων, τα οποία ισχυρίζεται ότι πραγματοποίησε ο ίδιος, ο Newton προσπαθεί επίμονα ( *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* στην αγγλική μετάφραση του Andrew Motte αναθεωρημένη από τον Florian Cajori, Book I, experiments by pendulums) να αναδείξει την αναλογία της προς το βάρος. Η επιμονή του οφείλεται στο ότι εκτιμά ότι ο πιο «βολικός» τρόπος για τη μέτρησή της αυτός με τον ζυγό.

Κατά τη διδασκαλία μας η αναφορά στην αναλογία μάζας και βάρους και η χρήση για τη μέτρηση του ζυγού έχει σοβαρότατο μειονέκτημα. Επιτείνει την εννοιακή σύγχυση των διδασκομένων ότι η μάζα και το βάρος είναι κάτι παρόμοιο, όπως έχει καταδειχθεί από σχετικές έρευνες σε διάφορα εκπαιδευτικά συστήματα. Και όσο δεν επιμένουμε στην αδρανειακή πτυχή της έννοιας – η οποία είναι και η βασική – θα πληρώνουμε το σχετικό «τίμημα».

Ωστόσο για τη διδασκαλία στην Α΄ Γυμνασίου το πιο αποτελεσματικό είναι η μέτρηση να γίνεται με ζυγό, όπως εξάλλου κάνουν και οι χημικοί σε κάθε περίπτωση για τη μέτρησή της χωρίς να μας διαφεύγει ότι

- ο α. Ο βασικός στόχος της διδασκαλίας στην Α΄ Γυμνασίου οφείλει να είναι η ΕΞΟΙΚΕΙΩΣΗ των διδασκομένων με τις τρεις πτυχές της έννοιας
- ο β. Η μύηση στην έννοια μάζα θα συνεχιστεί και κατά τα επόμενα με σκοπό να εμπλουτίζεται .

### ➤ Ο «αόρατος» αέρας. Έχει μάζα; Έχει βάρος;

Ορισμένα από τα σώματα του «Κόσμου» είναι αόρατα. Ανάμεσά τους, το διασημότερο φάντασμα της Βιόσφαιρας, είναι το σώμα «αέρας», ο μεγάλος πρωταγωνιστής. Όταν φυσάει, «κάτι πάντων συμβαίνει» και μας κάνει να υποψιαζόμαστε για την παρουσία κάποιου «φαντάσματος», αλλά μόνο όταν φυσάει. Ωστόσο, ακόμα κι αν δεν φυσάει ο αέρας στέλνει μηνύματα που μας κάνουν να πιστεύουμε ότι υπάρχει, αόρατος και αιγιματικός.



Ο διδάσκων αναφέρεται στον «αόρατο» αέρα και μοιράζει φύλλα εργασίας με ερωτήματα για τη μάζα του αέρα που βρίσκεται στη σχολική αίθουσα.

Αφού καταγράψουν τις απαντήσεις στα δύο πρώτα ερωτήματα, ο διδάσκων ζητεί να υπολογίσουν τον όγκο μιας αίθουσας με διαστάσεις τις οποίες παρουσιάζει χρησιμοποιώντας ακέραιους που να είναι «εύκολοι» για τον πολλαπλασιασμό. Οι τιμές λόγου χάρη 7 m x 5 m x 4 m. Οδηγούν σχετικά εύκολα στο 140 m<sup>3</sup>.



## Ε.Κ.Φ.Ε. Αγ. Αναργύρων - Εργαστηριακές Ασκήσεις Α΄ Γυμνασίου

Μετά τον υπολογισμό του «πόσα κυβικά είναι η αίθουσα» πληροφορεί τους μαθητές ότι οι μετρήσεις έχουν δείξει πώς ότι ένα λίτρο αέρα έχει μάζα 1,3 g ή ότι ένα κυβικό μέτρο αέρα έχει μάζα 1,3 kg.

### ➤ Η μάζα και ο όγκος.

Η διδασκαλία αλλά και η ιδιαίτερη σημασία της έννοιας « όγκος σώματος» υποτιμάται σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης. Ένα κιλό σίδηρο κι ένα κιλό βαμβάκι. Από τη μια το σίδηρο, από την άλλη το βαμβάκι. Οι συναντήσεις τους όχι και τόσο συχνές, εκτός αν

κάποιος – σπάνια ο μπαμπάς – σιδερώνει το πουκάμισο και

τα πουκάμισο είναι βαμβακερό. Ποιο ζυγίζει περισσότερο «ένα κιλό σίδηρο ή ένα κιλό μπαμπάκι; » Είναι μια από τις ερωτήσεις που μας έκαναν όταν ήμασταν μικρά παιδιά και συνεχίζουμε να την κάνουμε σε μικρά παιδιά τώρα που έχουμε μεγαλώσει. Αυτό που συμβαίνει είναι ότι ένα κιλό σίδηρο έχει την ίδια **μάζα** και το ίδιο βάρος με ένα κιλό βαμβάκι, αλλά είναι πιο «ογκώδες». Ο **όγκος** του είναι μεγαλύτερος λένε οι φυσικοί. Όταν τα αντικείμενα είναι συμπαγή στερεά λέγοντας ότι «το ένα είναι μεγαλύτερο από το άλλο», εννοούμε ότι «έχει μεγαλύτερο όγκο».



### ➤ Να μετρήσουμε τη μάζα με ζυγό.



Η διδασκαλία εστιάζει στη μία από τις διαπιστώσεις εκείνη που έδειξε ότι το σώμα που αντιστέκεται περισσότερο είναι και το πιο βαρύ και παρουσιάζεται χωρίς απόδειξη η **ΑΝΑΛΟΓΙΑ** «η μάζα κάθε σώματος είναι ανάλογη με το βάρος του». Αν το βάρος ενός σώματος A είναι τριπλάσιο από το βάρος ενός άλλου σώματος και η μάζα του A θα είναι τριπλάσια από τη μάζα του B. Μπορούμε συνεπώς να συγκρίνουμε τις μάζες δύο σωμάτων με το να τα ζυγίσουμε. **Όργανο για τη μέτρηση της μάζας ο ζυγός του εργαστηρίου βαθμολογημένος σε μονάδες μάζας.** Προς το παρόν η έννοια βάρος περιορίζεται στην εμπειρία-μνήμη για

το ότι ορισμένα αντικείμενα είναι πιο βαριά από άλλα και στην καθημερινή εμπειρία του ζυγίζω. ○ Η εμπειρία. Εκτίμηση και στη συνέχεια μέτρηση. Διεργασίες μεταγνώσης. Στο σχολικό εργαστήριο ή και μέσα στην τάξη. Ο διδάσκων ζητά από όλους τους μαθητές να σηκώσουν με το ένα χέρι το βιβλίο Φυσικής. Τους ζητά να εκτιμήσουν το βάρος του. Αναθέτει σε δύο μαθητές να ζυγίσουν το βιβλίο με εργαστηριακό ζυγό και να ανακοινώσουν το αποτέλεσμα. Καλεί όλους τους μαθητές να καταγράψουν την τιμή αυτή και να σχολιάσουν τη διαφορά ανάμεσα στις εκτιμήσεις τους και σε αυτό που έδωσε η μέτρηση.

#### Διεργασίες μεταγνώσης.

Μια μονάδα μέτρησης για όλους τους λαούς. Εκτός από

το «Ελευθερία, Ισότητα, Αδελφότητα» η Γαλλική Επανάσταση «πρόσφερε» και μονάδες μέτρησης για όλους τους λαούς. Οι Γάλλοι, όταν είχε επικρατήσει η Επανάσταση, αφού πρότειναν την μονάδα «ένα μέτρο», προχώρησαν και σε πρόταση για **μία μονάδα μάζας**. Θα μπορούσαμε να



φανταστούμε ότι έφτιαξαν έναν κύβο με πλευρά 10 cm, τον όγκο του τον ονόμασαν «ένα λίτρο», τον γέμισαν με νερό και πρότειναν ότι η μάζα του νερού όγκου ενός λίτρου θα λέγεται «ένα κιλογράμμο», ένα χιλιόγραμμο, ένα κιλό.

Το ένα χιλιόγραμμο συμβολίζεται με "1 kg". Ένα κιλό είναι η μάζα του νερού σε φιάλη του ενός λίτρου. Το ένα χιλιοστό του χιλιογράμμου είναι το ένα γραμμάριο. Συμβολίζεται με "1 g".

Χρήστος Γεωργόπουλος – Φυσικός MSc Σελ. [5]



## Ε.Κ.Φ.Ε. Αγ. Αναργύρων - Εργαστηριακές Ασκήσεις Α΄ Γυμνασίου

### ➤ Ένα σύμβολο για τη μάζα.

Το σύμβολο που έχει επικρατήσει για τη μάζα είναι το "m". Αν ένα σώμα έχει μάζα 120 γραμμαρίων γράφουμε  $m = 120 \text{ g}$ .

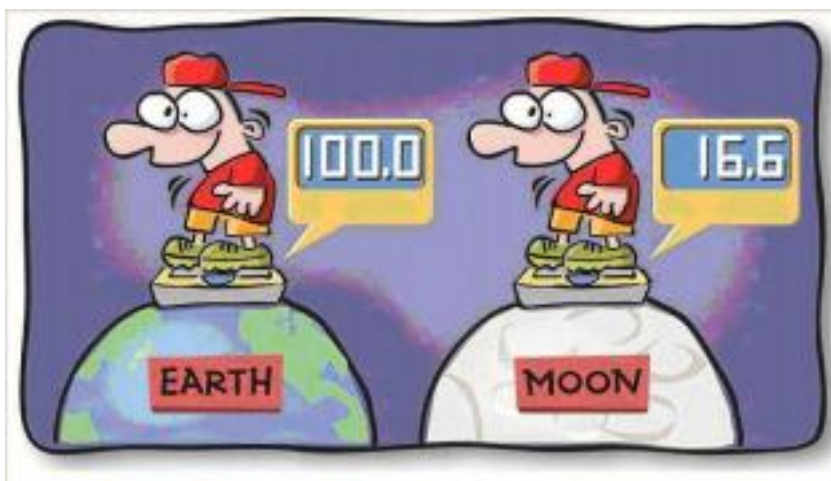
### ➤ Η μάζα και το βάρος στο διάστημα.

Η μάζα και το βάρος ενός υλικού σώματος μοιάζουν, χωρίς όμως να είναι το ίδιο.

Η μάζα είναι η ποσότητα της ύλης που περιέχεται σε ένα σώμα και είναι σταθερή όπου και να βρίσκεται το σώμα. Το βάρος είναι η δύναμη με την οποία η γη έλκει προς το κέντρο της τα σώματα και αλλάζει όταν αλλάζει και η απόστασή του σώματος από το κέντρο της γης. Το βάρος ενός σώματος εξαρτάται από το υψόμετρο μιας περιοχής. Όσο αυξάνεται το ύψος ενός σώματος από την επιφάνεια της Γης, τόσο ελαττώνεται το βάρος του. Ένας άνθρωπος έχει διαφορετικό βάρος πάνω στη Γη και διαφορετικό σε έναν άλλο πλανήτη μακριά από τη Γη.

Δηλαδή η μάζα π.

χ. ενός  
αστροναύτη είναι  
ίδια και στη γη και  
στο διάστημα, ενώ  
το βάρος του είναι  
πολύ  
μικρότερο στο  
διάστημα. Στη  
σελήνη  
συγκεκριμένα είναι  
έξι  
φορές μικρότερο  
από ότι στη  
γη!! Το ίδιο  
συμβαίνει και με  
το βάρος ενός σώματος  
στην κορυφή ενός ψηλού  
βουνού(είναι μικρότερο από  
ότι στην επιφάνεια της  
θάλασσας,  
γιατί έχει μεγαλώσει η  
απόσταση από το κέντρο της  
γης).



Ενδιαφέρουσα προσομοίωση:

<http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/6203?locale=el>

### ➤ Η εργαστηριακή εμπειρία και το «τρίπτυχο».

Κάθε μαθητής και κάθε μαθήτρια καλείται να επινοήσει έναν τρόπο ώστε να βρει ποιο είναι το

γεμάτο χωρίς να κοιτάξει «μέσα» σε κάθε κουτί

Μια ιδέα είναι «να σπρώξει» ο διδασκόμενος το κάθε κουτί με το χέρι ώστε να διαπιστώσει ποιο αντιστέκεται περισσότερο ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑΚΗ ΕΜΠΕΙΡΙΑ . Το γεμάτο κουτί είναι εκείνο που αντιστέκεται περισσότερο σε ένα σπρώξιμο .

Αφού διαπιστωθεί ότι το κουτί Α είναι το γεμάτο, καλείται ο διδασκόμενος να εκτιμήσει ποιο από τα δύο είναι βαρύτερο μέσα από ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑΚΗ ΕΜΠΕΙΡΙΑ, πιάνοντας κάθε κουτί από κάτω ώστε να στηρίζεται στο χέρι του, δοκιμάζοντας να το σηκώσει έστω και λίγο. Επιβεβαιώνεται εμπειρικά ότι «το γεμάτο κουτί είναι εκείνο που αντιστέκεται περισσότερο σε ένα σπρώξιμο»

### Η ανάγνωση των εμπειρικών δεδομένων. Το «τρίπτυχο»

- α. Η αντίσταση- δυσφορία στη μετακίνηση είναι – γενικώς – για κάθε σώμα διαφορετική  
β. Το σώμα που εκδηλώνει μεγαλύτερη δυσφορία έχει και μεγαλύτερο βάρος

Χρήστος Γεωργόπουλος – Φυσικός MSc Σελ. [6]



### **Ε.Κ.Φ.Ε. Αγ. Αναργύρων - Εργαστηριακές Ασκήσεις Α΄ Γυμνασίου**

γ. Το σώμα που εκδηλώνει μεγαλύτερη δυσφορία εμπεριέχει και περισσότερο υλικό.

#### **Το τρίπτυχο:**

#### **1. ΑΝΤΙΣΤΕΚΕΤΑΙ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΟ**

#### **2. ΕΙΝΑΙ ΒΑΡΥΤΕΡΟ**

#### **3. ΕΧΕΙ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΟ ΥΛΙΚΟ**

είναι στο επίκεντρο της διδασκαλίας και **επαναλαμβάνονται οι αναφορές σε αυτό** σε όλη τη διάρκεια της διδασκαλίας.

Ο διδάσκων εστιάζει στο τρίπτυχο και , σε κάποιο βαθμό , γενικεύει

α. Η αντίσταση- δυσφορία που εκδηλώνει ένα σώμα σε κάθε απόπειρα για τη μετακίνησή του περιγράφεται από τη Φυσική με την έννοια «μάζα του σώματος»

β. Η μάζα κάθε σώματος είναι ανάλογη προς το βάρος του. Ένα σώμα με διπλάσιο βάρος από ένα άλλο, έχει και διπλάσια μάζα.

γ. Ένα σώμα με μεγαλύτερη μάζα από ένα άλλο εμπεριέχει και περισσότερη ύλη.



- Η εμπειρία «όσα παίρνει ο άνεμος» εμπεριέχει το μειονέκτημα ότι παρεμβαίνει και η τιμή του συντελεστή στατικής τριβής.

- Οι μαθητές καλούνται να επιχειρήσουν να κινήσουν τα κουτάκια, φυσώντας χωρίς ή με το καλάμάκι. Διαπιστώνεται ότι το ένα κουτάκι εκδηλώνει μεγαλύτερη δυσφορία από το άλλο στην επιδιωκόμενη μετακίνησή της. Διαπιστώνεται επίσης – κρατώντας τα κουτάκια ένα σε κάθε χέρι - ότι το κουτί που εκδηλώνει μεγαλύτερη δυσφορία είναι και το βαρύτερο.



### **➤ Το πείραμα μέτρησης της μάζας.**

Σε πολλά σχολικά εργαστήρια ο ζυγός έχει ακρίβεια 1 gr.

## Ασκήσεις ανατροφοδότησης για τους μαθητές/τριες

<http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/6168>

### **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- Κασσέτας, Α. Διδασκαλία Φυσικής στην Α΄ Γυμνασίου, Η μέτρηση της μάζας. • Καλκάνης, Γ. Η Φυσική με πειράματα Α΄ Γυμνασίου. Διόφαντος.2013
- Μάζες νομισμάτων <http://euro.raddos.de/pages/muenze.php?eusprache=gr&euland=>

Χρήστος Γεωργόπουλος – Φυσικός MSc Σελ. [7]