

# ΔΙΔΑΚΤΙΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟ

## 1. Τίτλος

Εισαγωγή στην έννοια της πυκνότητας ενός υλικού. Μέτρηση της πυκνότητας.

Θα γίνουν δύο σειρές μετρήσεων. Μία στο (πραγματικό) εργαστήριο (συνοδευόμενη από το αντίστοιχο φύλλο εργασίας) και μία στο «εικονικό εργαστήριο» (συνοδευόμενη από το αντίστοιχο φύλλο εργασίας). Στη δεύτερη περίπτωση θα χρησιμοποιηθεί και μια προσομοίωση με τον τίτλο [densitylab](#) (προσομοίωση φτιαγμένη με το easy java simulation, από το φυσικό [Θανάση Γεράγγελο](#)).

## 2. Εμπλεκόμενες γνωστικές περιοχές

Φυσική της Β΄ Γυμνασίου, κεφάλαιο 1: Εισαγωγή, ενότητα 1,3: Τα φυσικά μεγέθη και οι μετρήσεις τους, υποενότητα: παράγωγα μεγέθη, πυκνότητα και μέτρηση της πυκνότητας. Επίσης: Χημεία της Β΄ Γυμνασίου, Γενική ενότητα 1: Εισαγωγή στη Χημεία, υποενότητα 1,3: φυσικές ιδιότητες των υλικών, πυκνότητα.

## 3. Γνώσεις και αντιλήψεις των μαθητών

### α) Προαπαιτούμενες γνώσεις και δεξιότητες:

Οι μαθητές γνωρίζουν ήδη, από προηγούμενα μαθήματα, για τα φυσικά μεγέθη του μήκους και της μάζας και για τον τρόπο μέτρησής τους καθώς και για τις μονάδες μέτρησής τους. Γνωρίζουν πως μπορούν να βρουν τον όγκο (παράγωγο μέγεθος) ενός κύβου με ακμή  $a$ . Έχουν έρθει επίσης σε μια πρώτη επαφή με τα σφάλματα που αναπόφευκτα υπεισέρχονται σε κάθε πειραματική μέτρηση. Με το παρόν διδακτικό σενάριο οι μαθητές εισάγονται στην έννοια της πυκνότητας ενός υλικού και στη διαδικασία πειραματικής μέτρησής της.

### β) Εναλλακτικές ιδέες των μαθητών και δυσκολίες στη διδασκαλία.

Οι μαθητές συνήθως στην πλειονότητά τους συγχέουν την έννοια της πυκνότητας με την έννοια της ποσότητας. Έτσι στην ερώτηση τι σχέση έχει η πυκνότητα μισού κομματιού κιμωλίας με την πυκνότητα του αρχικού ολόκληρου κομματιού, οι περισσότεροι απαντούν ότι είναι η μισή. Επίσης

στην ερώτηση ποιο είναι πυκνότερο, το νερό ή το λάδι, οι περισσότεροι απαντούν το λάδι, έχοντας στο νου τους ότι το λάδι είναι πιο «πυκνότερο» από το νερό.

#### 4. Στόχοι

Με τη διδακτική παρέμβαση του συγκεκριμένου σεναρίου επιδιώκονται, σύμφωνα με το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών (ΑΠΣ), οι στόχοι:

Οι μαθητές διαπιστώνουν ότι κάθε υλικό χαρακτηρίζεται (ανάμεσα σε άλλα) και από ένα (παράγωγο) φυσικό μέγεθος που ονομάζεται πυκνότητα.

Περιγράφουν τον τρόπο με τον οποίο μπορούμε να μετρήσουμε την πυκνότητα ενός σώματος.

Μετρούν την μάζα και τον όγκο ενός σώματος και βρίσκουν την πυκνότητά του.

Υπολογίζουν τη μάζα που έχει ένας συγκεκριμένος όγκος από κάποιο υλικό γνωστής πυκνότητας καθώς επίσης και τον όγκο που καταλαμβάνει μια ορισμένη ποσότητα υλικού γνωστής πυκνότητας.

Επιλέγουν (με τη βοήθεια ενός πίνακα που αναφέρει κάποια μέταλλα και τις αντίστοιχες πυκνότητές τους) το μέταλλο από το οποίο είναι φτιαγμένο ένα αγαλματίδιο, ζυγίζοντάς το και ογκομετρώντας το.

#### 5. Λογισμικό – συνδυασμός λογισμικών

Θα χρησιμοποιηθεί μία προσομοίωση με τον τίτλο densitylab (προσομοίωση φτιαγμένη με το easy java simulations, από τον φυσικό Θανάση Γεράγγελο).

Η παιδαγωγική αξία του συγκεκριμένου λογισμικού έγκειται στο ότι αποτελεί μια εναλλακτική λύση στην έλλειψη εργαστηριακού υλικού. Μέσω πολλαπλών αναπαραστάσεων παρέχει τη δυνατότητα διεξαγωγής ενός μεγάλου αριθμού μετρήσεων από τους ίδιους τους μαθητές, κάτι που θα ήταν εξαιρετικά χρονοβόρο σε ένα πραγματικό πείραμα μέσα στο εργαστήριο.

#### 6. Διάρκεια

Για την υλοποίηση του συγκεκριμένου σεναρίου προβλέπονται δύο διδακτικές ώρες.

## 7. Οργάνωση τάξης και απαιτούμενη υλικοτεχνική υποδομή

Το σενάριο θα πραγματοποιηθεί στην αίθουσα του εργαστηρίου των φυσικών επιστημών, το οποίο διαθέτει έναν υπολογιστή και ένα βιντεοπροβολέα. [Στο πρώτο φύλλο εργασίας](#) (την πρώτη διδακτική ώρα), οι μαθητές θα πάρουν μετρήσεις στο εργαστήριο (πραγματικό πείραμα). Στο δεύτερο φύλλο εργασίας (δεύτερη διδακτική ώρα) θα εκτελέσουν μετρήσεις μέσω του [«εικονικού» πειράματος](#). Θα είναι χωρισμένοι σε ομάδες των 4 ατόμων. Μια ομάδα σε κάθε ένα από τα βήματα του σεναρίου, θα χρησιμοποιεί τον ηλεκτρονικό υπολογιστή, ενώ οι υπόλοιποι θα παρακολουθούν και θα καταγράφουν τις μετρήσεις από τον βιντεοπροβολέα. Σε κάθε ομάδα θα έχει δοθεί φωτοτυπημένο το φύλλο εργασίας, μαζί με οδηγίες για την εκτέλεση των προσομοιώσεων.

## 8. Περιγραφή και αιτιολόγηση του σεναρίου

Στον πυρήνα της διδασκαλίας βρίσκονται τα δύο φύλλα εργασίας.

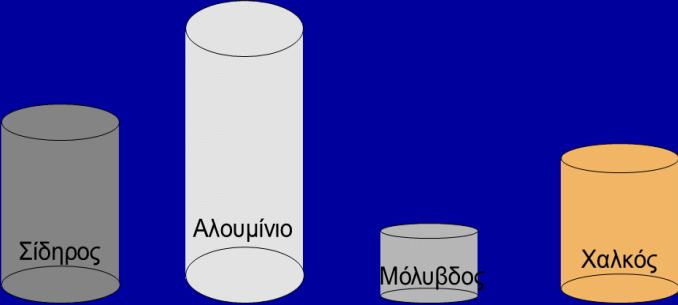
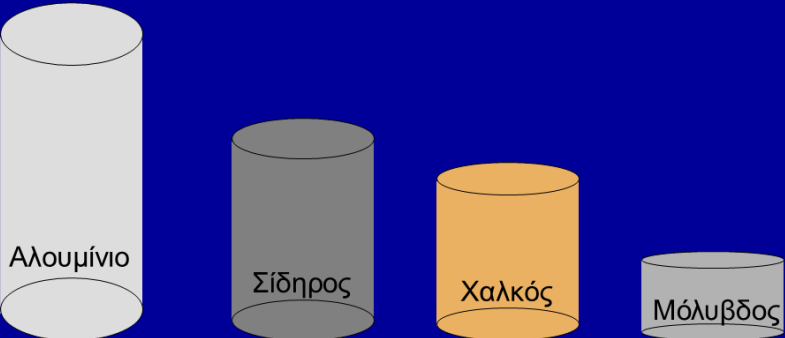
Το πρώτο φύλλο εργασίας αφορά το πραγματικό πείραμα (στο εργαστήριο, διάρκειας μίας διδακτικής ώρας), ενώ το δεύτερο αφορά το εικονικό πείραμα μέσω της προσομοίωσης.

Χρησιμοποιείται το μοντέλο της ανακαλυπτικής μάθησης –παρατήρηση, υπόθεση, πείραμα, γενίκευση – το οποίο σε συνδυασμό με τις «ιδέες των μαθητών» οδηγεί στο επικοδομητικό μοντέλο που αποδέχεται ότι η γνώση κατασκευάζεται από τον ίδιο το μαθητή, καθώς αυτός αλληλεπιδρά με το περιβάλλον. Κατά την αλληλεπίδραση μαθητών, αναπτύσσονται ικανότητες επικοινωνίας και συνεργασίας μεταξύ τους.

## ΠΡΩΤΟ ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Όνοματεπώνυμο:.....

Ομάδα..... Ημερομηνία: .....

Φ1	 <p><b>Μπορείτε να κατατάξετε τους κυλίνδρους σε σειρά σύμφωνα με τον όγκο τους;</b></p>
Φ2	 <p><b>Μπορείτε να κατατάξετε τους κυλίνδρους σε σειρά σύμφωνα με τη μάζα τους;</b></p>

Απαντήστε στα δύο παραπάνω ερωτήματα:

Φωτογραφία:

Φ1.....

.....

Φ2.....

.....

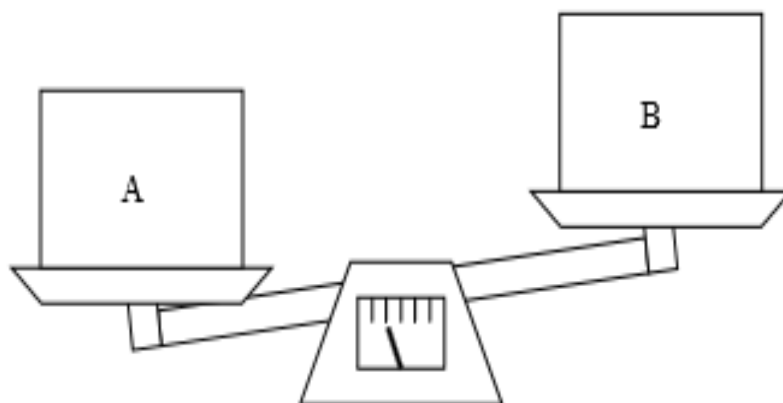
### ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Κατά την εκτέλεση της μέτρησης στο εργαστήριο θα χρειαστούμε τα παρακάτω όργανα και υλικά:

Σειρά κύβων και κυλίνδρων	
Σταθμά	
Ζυγός	

<p>Διαστημόμετρο (βερνιέρος)</p>	
<p>Κατάλληλη ογκομετρική φιάλη με χρωματιστό νερό</p>	

1. Στο παρακάτω σχήμα εμφανίζεται ένας ζυγός που ισορροπεί :



α) Τι μπορείτε να πείτε για τους όγκους των δύο σωμάτων;

Οι όγκοι των σωμάτων είναι:

i) Ίσοι                    ii) Διαφορετικοί                    iii) Δεν μπορούμε να απαντήσουμε

(Επιλέξτε την απάντηση που θεωρείτε σωστή).

**β)** Τι μπορείτε να πείτε για τις μάζες των δύο σωμάτων;

Οι μάζες των σωμάτων είναι:

- i) Ίσες                      ii) Το σώμα Α έχει μεγαλύτερη μάζα                      iii) Δεν μπορούμε να απαντήσουμε  
iv) Το σώμα Β έχει μεγαλύτερη μάζα

(Επιλέξτε την απάντηση που θεωρείτε σωστή).

**2.** Από το κουτί με τη σειρά κύβων και κυλίνδρων επιλέγουμε τον κύβο από **Αλουμίνιο** (Αργίλιο Al) και τον κύβο από **Μολύβι** (Μόλυβδος Pb).

Τοποθετούμε τους δύο κύβους στη ζυγαριά. Παρατηρούμε ότι η ζυγαριά γέρνει προς τη μεριά του μολυβένιου κύβου. Συμπεραίνουμε ότι ο μολυβένιος κύβος είναι βαρύτερος. Με τη βοήθεια των σταθμών ζυγίζουμε τους δύο κύβους και καταγράφουμε τις μετρήσεις μας στον παρακάτω πίνακα:

Υλικό κύβου	Μάζα (g)
Αλουμίνιο (Al)	
Μόλυβδος(Pb)	

**3.** Με την βοήθεια του διαστημόμετρου (βερνιέρου) μετράμε την ακμή κάθε κύβου. Καταγράφουμε τις μετρήσεις μας:

Υλικό κύβου	Ακμή (cm)
Αλουμίνιο (Al)	
Μόλυβδος(Pb)	

**4.** Από τα μαθηματικά γνωρίζουμε ότι ο όγκος ενός κύβου δίνεται από την ακμή του υψωμένη στην τρίτη δύναμη. Δηλαδή:  $V = a^3$ . Βρίσκουμε τον όγκο των δύο κύβων:

Υλικό κύβου	Όγκος (cm <sup>3</sup> )
Αλουμίνιο (Al)	
Μόλυβδος(Pb)	

**5.** Καταγράφουμε μαζί όλες τις μετρήσεις που αφορούν τους δύο κύβους:

Υλικό κύβου	Μάζα (g)	Όγκος (cm <sup>3</sup> )	Πηλίκο μάζας προς όγκο (g/cm <sup>3</sup> )
Αλουμίνιο (Al)			
Μόλυβδος (Pb)			

Το φυσικό μέγεθος που προκύπτει από το **πηλίκο της μάζας του υλικού προς τον όγκο του** το ονομάζουμε **πυκνότητα** και το μετράμε σε γραμμάρια ανά κυβικό εκατοστό ή σε κιλά ανά κυβικό μέτρο. Στη συγκεκριμένη μέτρησή μας βρήκαμε στην ουσία το πόσο ζυγίζει το ένα κυβικό εκατοστό μολυβιού ή αλουμινίου, βρήκαμε δηλαδή την πυκνότητά τους.

6. Πάρτε τους δύο κυλίνδρους, από χαλκό (Cu) σίδηρο (Fe). Ζυγίστε τους και ογκομετρήστε τους εμβαπτίζοντάς τους στην ογκομετρική φιάλη. Καταγράψτε και επεξεργαστείτε τις μετρήσεις σας:

Υλικό κυλίνδρου	Μάζα (g)	Όγκος (ml ή $\text{cm}^3$ )	Πυκνότητα ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )
Σίδηρος			
Χαλκός			

### ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΓΕΝΙΚΕΥΣΕΙΣ

Συναντήσατε δυσκολίες σε κάποιο από τα βήματα του πειράματος;

ΝΑΙ

ΟΧΙ

Αν ΝΑΙ σε ποιο ή ποια και πώς τις ξεπεράσατε;

.....  
.....  
.....  
.....

Πως θα απαντούσατε τώρα στα ερωτήματα των δύο φωτογραφιών;

.....  
.....  
.....  
.....

Υπολογίστε τον όγκο που καταλαμβάνει ένα «ατόφιο» χάλκινο αντικείμενο μάζας 200 g.

.....  
.....  
.....  
.....  
.....



## ΔΕΥΤΕΡΟ ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ



### ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΜΕΤΑΛΛΩΝ

Όνοματεπώνυμο:.....

Ομάδα..... Ημερομηνία: .....

#### Εκτέλεση:

Βρίσκουμε το αρχείο: [ejs Density Lab.jar](#), στο φάκελο που το έχουμε αποθηκεύσει. Με διπλό κλικ εμφανίζεται η εφαρμογή (πρόκειται για προσομοίωση στη μορφή: Easy Java Simulation).

#### Περιγραφή:

Στην αρχική οθόνη (όπου είναι προεπιλεγμένο το “μεταλλικοί κύλινδροι”), εμφανίζεται μια ζυγαριά (ζυγός τριπλής φάλαγγας) , ένας ογκομετρικός σωλήνας και μια σειρά από 6 μικρούς κύβους διάφορων μετάλλων.

Πλησιάζοντας τον δείκτη του ποντικιού στην εικόνα του μεγεθυντικού φακού μπορείτε να διαβάσετε καλύτερα την ένδειξη της στάθμης του νερού.

Επίσης πλησιάζοντας τον δείκτη του ποντικιού στην κάτω φάλαγγα της ζυγαριάς, εμφανίζεται μια μεγαλύτερη και πιο ευανάγνωστη κλίμακα για να κάνετε μια πιο ακριβή μέτρηση.

Μπορείτε να “πιάσετε” ένα μεταλλικό κύβο που επιθυμείτε, με αριστερό κλικ πάνω του και κρατώντας πατημένο το πλήκτρο του ποντικιού να το “σύρετε” είτε πάνω από την ζυγαριά (για να βρείτε τη μάζα του), είτε να το αφήσετε πάνω από τον ογκομετρικό κύλινδρο για να μετρήσετε τον όγκο του (ογκομέτρηση).

Με τον ίδιο τρόπο, μπορούμε να βγάλουμε τον κύβο από τον ογκομετρικό κύλινδρο (ή από τη ζυγαριά) και να τον επανατοποθετήσουμε στο “ράφι”.

## ΠΕΙΡΑΜΑ ΠΡΩΤΟ

### A. Επιλέξτε το “κύβοι μετάλλων”

(Σημείωση: ανοίγοντας την εφαρμογή, είναι ήδη προεπιλεγμένο).

Πάνω στο ράφι υπάρχουν κύβοι από έξι διαφορετικά μέταλλα με το χημικό συμβολισμό του κάθε μετάλλου.

**A1.** Συμπληρώστε τα κενά που υπάρχουν παρακάτω δίπλα στο όνομα του κάθε μετάλλου με τα **χημικά σύμβολα** που αναγράφονται σε κάθε κύβο (βλέπε οθόνη). Είναι γραμμένα με την ίδια σειρά (από αριστερά προς τα δεξιά) που είναι τοποθετημένα στο ράφι. Είναι μια καλή ευκαιρία να μάθετε και τα σύμβολα των έξι “διάσημων” αυτών μετάλλων.

- |                              |                   |                 |
|------------------------------|-------------------|-----------------|
| 1. Αργίλιο (αλουμίνιο) ..... | 2. Σίδηρος .....  | 3. Χαλκός ..... |
| 4. Άργυρος .....             | 5. Μόλυβδος ..... | 6. Χρυσός ..... |

Όλοι οι μεταλλικοί κύβοι που βρίσκονται στο ράφι έχουν την ίδια ακμή με μήκος  $a = 2\text{cm}$ .

**A2.** Ποιο **γνωστό τύπο** της γεωμετρίας πρέπει να χρησιμοποιήσετε για να υπολογίσετε τον όγκο των μεταλλικών κύβων; Με χρήση αυτού του τύπου υπολογίστε τον όγκο των κύβων:

$$V = \dots\dots\dots$$

**A3.** Μετρήστε τον όγκο **σιδερένιου** κύβου χρησιμοποιώντας τον ογκομετρικό κύλινδρο.

(Ο όγκος θα προκύψει από τη διαφορά δύο ενδείξεων. Μπορείτε να σκεφτείτε γιατί;)

αρχικός όγκος νερού :

$$V_{\alpha} = \dots\dots\dots$$

Ένδειξη με τον κύβο βυθισμένο :

$$V_{\beta} = \dots\dots\dots$$

Όγκος κύβου :

$$V = V_{\beta} - V_{\alpha} = \dots\dots\dots$$

Είναι ο όγκος που μετρήσατε ίδιος με αυτόν που υπολογίσατε μέσω του γεωμετρικού τύπου;

Επιλέξτε:

ΝΑΙ

ΟΧΙ

**A4.** Μετρήστε τη **μάζα** των κύβων από **σίδηρο**, από **χαλκό** και από **χρυσό** χρησιμοποιώντας τον **ζυγό τριπλής φάλαγγας** και γράψτε το αποτέλεσμα της μέτρησης στον παρακάτω πίνακα 1

**A5.** Μετρήστε με τον ογκομετρικό κύλινδρο τον όγκο και των κύβων από **χαλκό** και από **χρυσό** και γράψτε τις μετρήσεις στον παρακάτω πίνακα 1:

ΠΙΝΑΚΑΣ 1 Μεταλλικοί κύβοι						
Μέταλλο	Al Αλουμίνιο	Fe Σίδηρος	Cu Χαλκός	Ag Άργυρος	Pb Μόλυβδος	Au Χρυσός
Μάζα m γραμμάρια						
Όγκος V κύβου cm <sup>3</sup>						

(Σας δίνεται ο “πλήρης” πίνακας και με τα έξι μέταλλα στη σειρά, ώστε αν θελήσετε να τον συμπληρώσετε και για τα υπόλοιπα μέταλλα, δουλεύοντας στο σπίτι)

## ΠΕΙΡΑΜΑ ΔΕΥΤΕΡΟ

### B. Επιλέξτε το “κύλινδροι μετάλλων”

Κάντε αριστερό κλικ στο μικρό τετραγωνάκι δίπλα στο “κύλινδροι” μετάλλων

Εμφανίζονται λοιπόν έξι κύλινδροι από τα ίδια μέταλλα, όπως ακριβώς και προηγουμένως.

Όλοι οι μεταλλικοί κύλινδροι που βρίσκονται στο ράφι στο ράφι έχουν ακτίνα ίση με **1cm**.

**B1.** Μετρήστε τον **όγκο** του σιδερένιου κυλίνδρου χρησιμοποιώντας τον **ογκομετρικό κύλινδρο**.

(Θα κάνουμε τα ίδια βήματα όπως προηγουμένως με τους κύβους)

αρχικός όγκος νερού :

$V_{\alpha} = \dots\dots\dots$

Ένδειξη με τον κύλινδρο βυθισμένο :

$V_{\beta} = \dots\dots\dots$

Όγκος κυλίνδρου αλουμινίου :

$V = V_{\beta} - V_{\alpha} =$

**B2.** Μετρήστε με τον **ογκομετρικό** κύλινδρο τον όγκο των κυλίνδρων από **χαλκό** και από **χρυσό** και γράψτε το αποτέλεσμα στον παρακάτω πίνακα 2

ΠΙΝΑΚΑΣ 2 Μεταλλικοί κύλινδροι						
Μέταλλο	Al αλουμίνιο	Fe Σίδηρος	Cu Χαλκός	Ag Άργυρος	Pb Μόλυβδος	Au Χρυσός
Μάζα m g						
Όγκος V κυλίνδρου cm <sup>3</sup>						

**B3.** Μετρήστε τη **μάζα** των κυλίνδρων (**σιδήρου**, **χαλκού** και **χρυσού**) χρησιμοποιώντας τον ζυγό τριπλής φάλαγγας και γράψτε το αποτέλεσμα στον παραπάνω πίνακα 2

Βλέποντας τώρα με μια πρώτη ματιά τα δεδομένα του πίνακα 1 και του πίνακα 2, μάλλον είναι δύσκολο να βγάλετε κάποιο συμπέρασμα πχ για τον κύβο από χρυσό και για τον κύλινδρο από το ίδιο μέταλλο. Τι θα γινόταν όμως αν βρίσκατε πόσο ζυγίζει ένα cm<sup>3</sup> του σιδερένιου κύβου και ένα cm<sup>3</sup> του σιδερένιου κυλίνδρου; Πως μπορείτε να το βρείτε; **Διαιρώντας την μάζα με τον αντίστοιχο όγκο.** Το πηλίκο λοιπόν που θα βρείτε τότε το ονομάζουμε **πυκνότητα** του υλικού (στην περίπτωση μας του σιδήρου). Βρείτε λοιπόν τις πυκνότητες και των δύο άλλων μετάλλων για τα οποία πήρατε προηγουμένως μετρήσεις. Επιστρέφοντας λοιπόν στους πίνακες 1 και 2 συμπληρώστε την τελευταία σειρά με τις πυκνότητες των μετάλλων που υπολογίσατε).

Κανονικά πρέπει να βρείτε την ίδια τιμή για τον κύβο και τον κύλινδρο από το ίδιο υλικό. Πάντως μια (πιθανή) “μικρή” διαφορά μπορεί να εξηγηθεί μέσα από τα σφάλματα μέτρησης (τα οποία πάντοτε εμφανίζονται στις πειραματικές μας μετρήσεις). Σε περίπτωση λοιπόν που βρήκατε δύο διαφορετικές τιμές (που διαφέρουν λίγο μεταξύ τους πχ 7,7 gr/cm<sup>3</sup> και 7,9 gr/cm<sup>3</sup> για τον σίδηρο) μια καλή ιδέα είναι να χρησιμοποιήσετε το “μέσο όρο”.

Γράψτε λοιπόν τις πυκνότητες των μετάλλων που μετρήσατε:

### ΚΥΒΟΙ

Πυκνότητα Σιδήρου:  $\rho_{\text{Fe}} = \dots\dots\dots$

Πυκνότητα Χαλκού:  $\rho_{\text{Cu}} = \dots\dots\dots$

Πυκνότητα Χρυσού:  $\rho_{\text{Au}} = \dots\dots\dots$

### ΚΥΛΙΝΔΡΟΙ

Πυκνότητα Σιδήρου:  $\rho_{\text{Fe}} = \dots\dots\dots$

Πυκνότητα Χαλκού:  $\rho_{\text{Cu}} = \dots\dots\dots$

Πυκνότητα Χρυσού:  $\rho_{\text{Au}} = \dots\dots\dots$

### ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ

Πυκνότητα Σιδήρου:  $\rho_{\text{Fe}} = \dots\dots\dots$

Πυκνότητα Χαλκού:  $\rho_{\text{Cu}} = \dots\dots\dots$

Πυκνότητα Χρυσού:  $\rho_{\text{Au}} = \dots\dots\dots$

**ΕΡΩΤΗΣΗ:** Ας υποθέσουμε τώρα ότι μας δίνει κάποιος ένα αγαλματίδιο και ισχυρίζεται ότι αποτελείται από “ατόφιο” χρυσάφι. Μπορούμε να διαπιστώσουμε αν λέει αλήθεια; Σκεφτείτε και περιγράψτε ένα πείραμα με το οποίο θα επιβεβαιώσετε ή θα απορρίψετε τον ισχυρισμό του; Γράψτε πολύ συνοπτικά την άποψή σας:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**Γ. Επιλέξτε το “μεταλλικά αντικείμενα”**

Το **τρίτο αγαλματίδιο** μοιάζει να είναι από **χρυσό**. Είναι όμως από **ατόφιο χρυσάφι**;

Βρείτε την πυκνότητα του αγαλματίδιου. Συγκρίνατε την τιμή που βρήκατε με την πυκνότητα του χρυσού που βρήκατε προηγουμένως.

Τι παρατηρείτε;

.....  
.....  
.....

Είναι το αγαλματίδιο από ατόφιο χρυσάφι;

ΝΑΙ

ΟΧΙ

**ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΓΕΝΙΚΕΥΣΕΙΣ**

Συναντήσατε δυσκολίες σε κάποιο από τα βήματα του φύλλου εργασίας;

ΝΑΙ

ΟΧΙ

Αν ΝΑΙ σε ποιο ή ποια και πώς τις ξεπεράσατε;

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Πως θα απαντούσατε τώρα στο ερώτημα για το πώς μπορούμε να αποφανθούμε αν το αγαλματίδιο είναι (ή όχι) από «ατόφιο» χρυσάφι;

.....  
.....  
.....  
.....

Υπολογίστε η μάζα που έχει ένα «ατόφιο» χρυσό «κυβάκι» με ακμή 4cm.

.....

.....

.....

.....

.....

Παρατηρείστε την παρακάτω εικόνα. Τα διάφορα χρωματιστά υγρά δεν αναμιγνύονται. Τι μπορείτε να πείτε για τις πυκνότητές τους;



.....

.....

.....

.....

.....

.....



## ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. [Παρουσίαση σε PowerPoint για την πυκνότητα](#), του φυσικού **Θανάση Γεράγγελου**.
2. Φύλλο εργασίας για πραγματικό πείραμα [στην πυκνότητα αντικειμένων σε σχήμα κύβου](#), του φυσικού **Σαράντου Οικονομίδη**.
3. [Προσομοίωση](#) (Easy Java Simulation) για τη διδασκαλία και την μελέτη της πυκνότητας, του φυσικού **Θανάση Γεράγγελου**.
4. Σημειώσεις με οδηγίες για τον τρόπο συγγραφής ενός διδακτικού σεναρίου, του φυσικού και επιμορφωτή Β' επιπέδου **Γιώργου Τουντουλίδη**.

ΑΘΗΝΑ, ΟΚΤΩΒΡΗΣ 2013

ΦΙΟΡΕΝΤΙΝΟΣ ΓΙΑΝΝΗΣ