

## Open Schools Journal for Open Science

Τόμ. 6, Αρ. 1 (2023)

Open Schools Journal for Open Science - Special Issue -Πρακτικά του «3ου Μαθητικού Συνεδρίου Έρευνας και Επιστήμης»



### Ένα φθινό πικνόμετρο για ώρα ανάγκης

Βαλαμιά - Τριανταφύλλου Εμμέλεια, Δημήτρης Αποστολίδης, Κλαίρη Αχιλλέως, Νικόλαος Δίντσιος, Σταύρος Παπαδόπουλος

doi: [10.12681/osj.32458](https://doi.org/10.12681/osj.32458)

Copyright © 2023, Βαλαμιά - Τριανταφύλλου Εμμέλεια, Δημήτρης Αποστολίδης, Κλαίρη Αχιλλέως, Νικόλαος Δίντσιος, Σταύρος Παπαδόπουλος



Άδεια χρήσης [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

### Βιβλιογραφική αναφορά:

Εμμέλεια Β. .- Τ., Αποστολίδης Δ., Αχιλλέως Κ., Δίντσιος Ν., & Παπαδόπουλος Σ. (2023). Ένα φθινό πικνόμετρο για ώρα ανάγκης. *Open Schools Journal for Open Science*, 6(1). <https://doi.org/10.12681/osj.32458>



# Ένα φθινό πυκνόμετρο για ώρα ανάγκης

(Φυσική, Προφορική παρουσίαση)

**Βαλαμή - Τριανταφύλλου Εμμέλεια<sup>1</sup>, Αποστολίδης Δημήτρης<sup>2</sup>**

1ο Πρότυπο Λύκειο Θεσσαλονίκης «Μανόλης Ανδρόνικος»

<sup>1</sup>[emme.vals.04@gmail.com](mailto:emme.vals.04@gmail.com), <sup>2</sup>[jimapostolidis473@gmail.com](mailto:jimapostolidis473@gmail.com)

**Επιβλέποντες καθηγητές/τριες**

**Κλαίρη Αχιλλέως<sup>1</sup>, Σταύρος Παπαδόπουλος<sup>2</sup>, Νικόλαος Δίντσιος<sup>3</sup>**

<sup>1,2</sup> Δρ. Φυσικοί ΠΕ04.01, 1<sup>ο</sup> Πρότυπο Λύκειο Θεσσαλονίκης «Μανόλης Ανδρόνικος»

<sup>3</sup> Δρ. Φυσικός ΠΕ04.01, Πειραματικό Λύκειο Πανεπιστημίου Μακεδονίας

<sup>1</sup>[cachilleosa@gmail.com](mailto:cachilleosa@gmail.com), <sup>2</sup>[stpapado@sch.gr](mailto:stpapado@sch.gr), <sup>3</sup>[nikos.dintsios@gmail.com](mailto:nikos.dintsios@gmail.com)

## Περίληψη

Με τον όρο δημιουργικά πειράματα εννοούμε εκείνα τα πειράματα που επινοούνται από τους μαθητές για να δώσουν απάντηση σε κάποιο ερευνητικό ερώτημα που τους τίθεται μέσω κάποιου σεναρίου. Σε αυτά χρησιμοποιούνται καθημερινά υλικά. Το ερώτημα που μας τέθηκε μέσω κατάλληλου σεναρίου ήταν αν μπορούμε με φθινό υλικά να κατασκευάσουμε και να βαθμονομήσουμε ένα πυκνόμετρο. Η λειτουργία ενός πυκνόμετρου βασίζεται στην Αρχή του Αρχιμήδη. Τα υγρά αναφοράς για την βαθμονόμηση ήταν γνωστά. Χρησιμοποιώντας την Αρχή του Αρχιμήδη και γνωρίζοντας την κλίμακα μέτρησης, σχεδιάσαμε, κατασκευάσαμε, βαθμονομήσαμε και χρησιμοποιήσαμε ένα πυκνόμετρο με καθημερινά υλικά πολύ χαμηλού κόστους. Ακόμα και με δεδομένο ότι η τρισδιάστατη σχεδίαση και εκτύπωση είναι πλέον μέσα στη ζωή μας, προσπαθήσαμε να σχεδιάσουμε και να εκτυπώσουμε ένα πυκνόμετρο σε 3D-εκτυπωτή, χρησιμοποιώντας το ελεύθερο πρόγραμμα 3D σχεδίασης Tinkercad. Διενεργώντας πειράματα με απλά υλικά και με δημιουργικό τρόπο, κατασκευάσαμε και μελετήσαμε την συμπεριφορά δύο φθινών πυκνόμετρων και εκτιμήσαμε την αβεβαιότητα στις μετρήσεις.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Πυκνόμετρα, Υγρόμετρα, Αρχή του Αρχιμήδη, 3D σχεδίαση-εκτύπωση.

## Εισαγωγή

Είναι γνωστό πως τα πειράματα αποτελούν σημαντικό παράγοντα των φυσικών επιστημών.

Στην εργασία που θα παρουσιάσουμε, θα εστιάσουμε σε ένα δημιουργικό πείραμα. Τα δημιουργικά πειράματα παρουσιάζουν πολλά πλεονεκτήματα γιατί εφοδιάζουν

το μαθητή με γνώσεις διερεύνησης των φαινομένων, αυξάνουν την ερευνητική του ικανότητα αλλά και τις πειραματικές του δεξιότητες, καθώς επίσης προσφέρουν σημαντικές εμπειρίες. Με τον τρόπο αυτό, η φυσική μετατρέπεται από μάθημα τάξης και «ασκήσεων επί χάρτου» σε μάθημα στο οποίο κύριο ρόλο παίζει η παρατήρηση, η υπόθεση, η διερεύνηση, ο πειραματισμός.

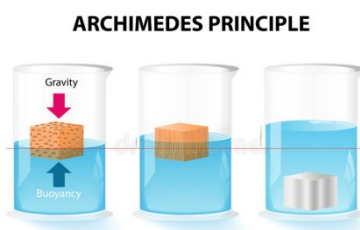
Ο Αρχιμήδης μελέτησε την πλεύση των σωμάτων και διατύπωσε τη γνωστή αρχή του Αρχιμήδη (N. Αντωνίου et al, Αθήνα 2020) σύμφωνα με την οποία: Όσο μεγαλύτερη είναι η πυκνότητα ενός υγρού, τόσο μεγαλύτερη είναι και η άνωση που ασκείται σε ένα σώμα που αφήνεται να βυθιστεί σε αυτό.



<https://sites.google.com/site/epheureseis/inventors/archimedes>

**Σχήμα 1:** Αρχιμήδης (287-212 π.Χ.)

Στο σχήμα 2 φαίνεται εικονικά η πειραματική διατύπωση της αρχής αυτής. Σε ένα δοχείο με συγκεκριμένο νερό αφήνονται ελεύθερα τρία σώματα διαφορετικής πυκνότητας. Σε κάθε μία περίπτωση το αποτέλεσμα είναι διαφορετικό.

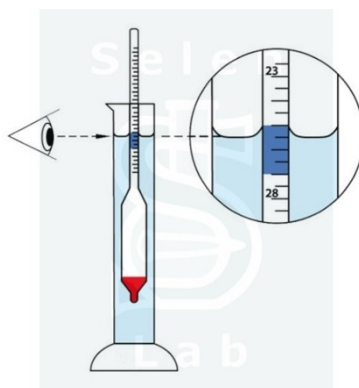


<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fgr.dreamstime>

**Σχήμα 2:** Πειραματική διατύπωση της αρχής του Αρχιμήδη

Το πυκνόμετρο (ή αλλιώς υδρόμετρο) είναι ένα όργανο χρήσιμο για τη μέτρηση της πυκνότητας των υγρών. Η λειτουργία του βασίζεται στην Αρχή του Αρχιμήδη. Αποτελείται από ένα γυάλινο βαθμονομημένο κυλινδρικό σωλήνα ο οποίος στο ένα άκρο του, που έχει σχήμα καπούλας, φέρει μεταλλικά σφαιρίδια (σκάγια) συγκεκριμένης μάζας. Για την πραγματοποίηση της μέτρησης, το πυκνόμετρο

αφήνεται με προσοχή, να επιπλεύσει μέσα στο προς μέτρηση υγρό. Η τιμή της πυκνότητας αντιστοιχεί στη χαραγή μέχρι την οποία βυθίζεται (Σχήμα 3).



[http://www.selenlab.gr/eshop/index.php?id\\_product=147&controller=product&id\\_lang=2](http://www.selenlab.gr/eshop/index.php?id_product=147&controller=product&id_lang=2)

Σχήμα 3: Πυκνόμετρο

### Σφάλματα μέτρησης

Σε κάθε πειραματική διαδικασία υπάρχουν «σφάλματα μέτρησης». Κανένα πείραμα δε μπορεί να είναι απόλυτα ακριβές. Η διαφορά του αποτελέσματος της μέτρησης από τη πραγματική τιμή που έχει το μέγεθος ονομάζεται σφάλμα μέτρησης, ή αβεβαιότητα (Βλάχος et al, 2007)

Τα σφάλματα αυτά οφείλονται σε τρεις παράγοντες:

- A. Στη μέθοδο της μέτρησης
- B. Στην ατέλεια των οργάνων
- Γ. Στον παρατηρητή

### Το Ερευνητικό ερώτημα

Το ερευνητικό ερώτημα που μας τίθεται μέσω του σεναρίου είναι αν μπορούμε να διαπιστώσουμε ποια από τα ποτά (κρασί-μπύρα) που έχουμε στη διάθεση μας είναι νοθευμένα και ποια είναι γνήσια. Το σενάριο που δόθηκε για το συγκεκριμένο δημιουργικό πείραμα ήταν το εξής: «Το πυκνόμετρο όμως δεν είναι ένα συνηθισμένο εργαλείο που το έχει ο καθένας στο σπίτι του και όταν το χρειαστεί κάποιος δεν μπορεί να το βρει εύκολα αν είναι Κυριακή ή αν δεν ξέρει σε ποιο ειδικό κατάστημα πρέπει να πάει. Είναι λοιπόν πολύ δύσκολο για την παρέα των νεαρών φοιτητών που ετοιμάζουν ένα παρτάκι για τους φίλους τους, το Σάββατο το βράδυ, να βρουν πυκνόμετρα για να διαπιστώσουν αν κάποιος έχει νοθεύσει τα χύμα ποτά που αγόρασαν. Έχουν σοβαρούς λόγους να πιστεύουν ότι κάποιος έβαλε χέρι στα ποτά τους καθώς «οι πλάκες» άλλοτε σοβαρές και άλλοτε μικρής σημασίας έχουν γίνει “must” στην παρέα τους, από ότι φαίνεται. Τι τους έκανε να σκεφτούν κάτι τέτοιο; Ε! Τα μπουκάλια έχουν μετακινηθεί από τη θέση τους και κάποια ίχνη βρωμιάς υπάρχουν στο εξωτερικό τους, κάτι που δεν συνέβαινε όταν τα αγόρασαν. Και είναι σίγουροι γι’ αυτό, το βλέπουν όμως τελευταία στιγμή. Πρέπει λοιπόν επειγόντως να κατασκευάσουν ένα πυκνόμετρο με υλικά που έχουν στο σπίτι για να ελέγξουν τα υγρά τους...».

ΥΓΡΟ	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ(g/cm <sup>3</sup> )
Νερό (αναφοράς)	1
Γάλα	1.045
Μπύρα	1.02- 1.075
Κρασί	0.95
Μπλε οινόπνευμα (αναφοράς)	0.81

**Πίνακας 1:** Πυκνότητα διαφόρων Υγρών

Εμείς για να βοηθήσουμε τους νεαρούς φοιτητές πρέπει να κατασκευάσουμε ένα πυκνόμετρο με τα υλικά που μας δίνονται ή άλλα καθημερινά υλικά που έχουμε στο σπίτι ώστε να μετρήσουμε την πυκνότητα των υγρών που βρίσκονται στα ποτηράκια 1-6; Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τις πληροφορίες από τον πίνακα 1 ώστε να βαθμονομήσουμε το πυκνόμετρο μας αλλά και να ταυτοποιήσουμε τα υγρά και να αποφανθούμε αν είναι γνήσια ή νοθευμένα.

## Πειραματική διαδικασία

### Τα Υλικά

Προτεινόμενα υλικά για το πείραμα	
1. Πλαστικά ποτήρια	5. Πλαστικά σταγονόμετρα
2. Καλαμάκια καφέ και καλαμάκια γρανίτας	6. Υγρά γνωστής πυκνότητας ( υγρά αναφοράς) Νερό (αναφοράς) $d= 1\text{cm}^3/\text{gr}$ Μπλε οινόπνευμα (αναφοράς) $d=0.80\text{cm}^3/\text{gr}$
3. Πλαστικά χωνιά κουζίνας	7. Άμμος
4. Πλαστελίνη	8. Έξι δοχεία με υγρά άγνωστης πυκνότητας (1,2,3,4,5,6)

**Πίνακας 2:** Υλικά του δημιουργικού πειράματος

Αξιολογώντας τα υλικά που δόθηκαν, καταλήξαμε πως θα κατασκευάσουμε το πυκνόμετρό μας: Τοποθετήσαμε στην άκρη από ένα καλαμάκι μία ποσότητα πλαστελίνης συγκεκριμένης μάζας. Η μάζα προσδιορίστηκε με δοκιμές. Τοποθετούσαμε το πυκνόμετρο μας μέσα στα υγρά αναφοράς μέχρι να πετύχουμε το πυκνόμετρο να πλέει μέσα σε αυτά αλλά και η θέση του να είναι κατακόρυφη.



Σχήμα 4: Τα υλικά μας

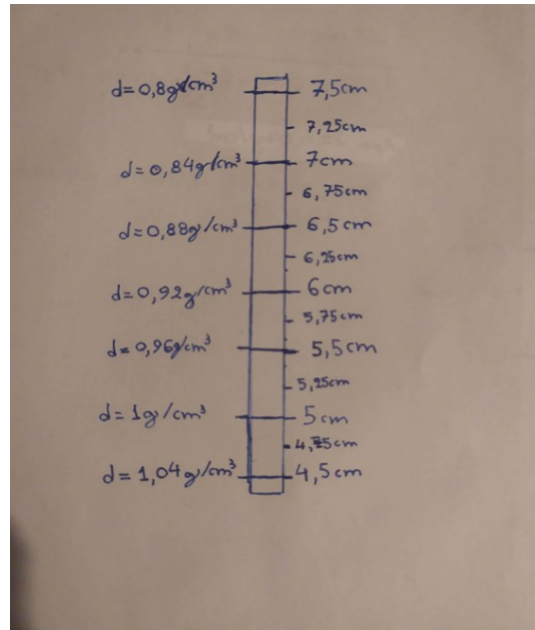
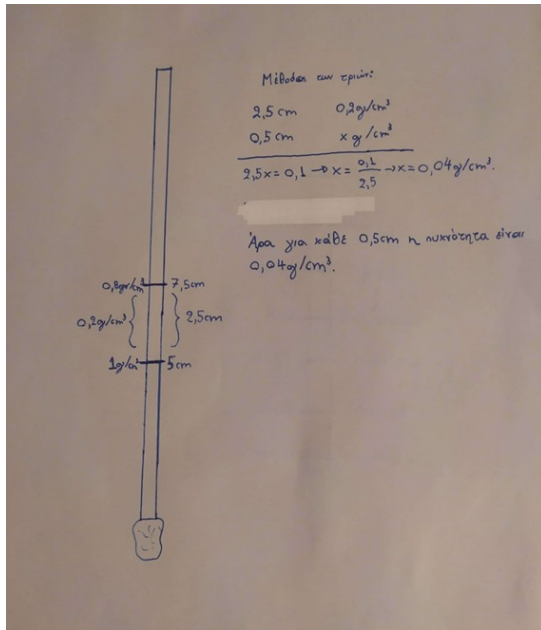
### Το πείραμα

Αφού κατασκευάσαμε το πυκνόμετρο τοποθετήσαμε σε ίδια δοχεία τα διαφορετικά υγρά που είχαμε δηλαδή το λευκόκρασί, τη μπύρα, και τα δύο υγρά αναφοράς νερό και οινόπνευμα. Αρχικά τοποθετήσαμε το πυκνόμετρο στα υγρά αναφοράς μας (νερού =  $1000\text{Kg}/\text{m}^3$ , δοιν.=  $800\text{Kg}/\text{m}^3$ ) και σημειώσαμε κάθε φορά το σημείο στο οποίο αντιστοιχούσε η στάθμη του υγρού (Σχήματα 5,6). Έπειτα, με τη βοήθεια ενός χάρακα μετρήσαμε την απόσταση μεταξύ των δύο ενδείξεων. Την χωρίσαμε σε πέντε ίσα μέρη, ώστε να βαθμονομήσουμε το πυκνόμετρό μας ( Σχήμα 7) Στο σχήμα 8 φαίνεται η περιοχή μετρήσεων στο βαθμονομημένο πυκνόμετρό μας ενώ στο σχήμα 9 φαίνεται μεγέθυνση της κλίμακας του βαθμονομημένου πυκνομέτρου.



Σχήματα 5,6,7:Βαθμονόμηση του πυκνομέτρου με τα υγρά αναφοράς.

Έχοντας βαθμονομημένο πυκνόμετρο το τοποθετήσαμε διαδοχικά στη μπύρα και στο κρασί. Σημειώσαμε με ανεξίτηλο μαρκαδόρο πάνω στο πυκνόμετρο πού βρίσκεται η στάθμη του κάθε υγρού( μπύρας και κρασιού).



Σχήματα 8-9: Βαθμονόμηση πυκνόμετρου- Δημιουργία κλίμακας.

### Μετρήσεις-Πειραματικά αποτελέσματα

Χρησιμοποιώντας τη κλίμακα που δημιουργήσαμε παρατηρούμε ότι η μύρα βρίσκεται σε x=4.5cm επομένως η πυκνότητά της είναι  $d=1.04 \text{ g/cm}^3$ . Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία:  $d=1.020-1,048 \text{ g/cm}^3$  (<http://www.beer.gr/articles/558-howtobrew2/>) άρα η μύρα είναι καθαρή. Το κρασί βρισκόταν στο x=5.5cm άρα η πυκνότητά του ήταν  $d= 0.96 \text{ g/cm}^3$ .

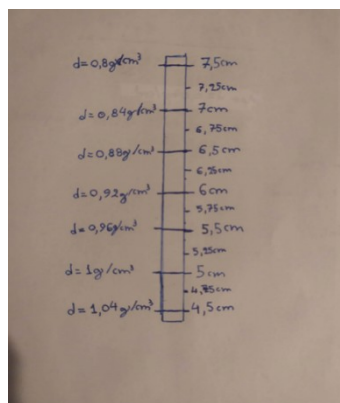


Σχήματα 10-11: Το βαθμονομημένο πυκνόμετρο βυθίζεται σε μύρα και κρασί.

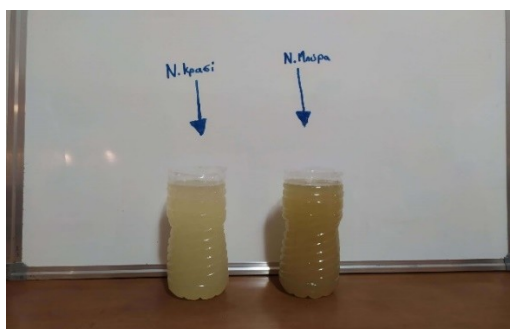
Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία:  $d=0.99-0,996 \text{ g/cm}^3$  (<http://oinoagari.blogspot.com/2008/03/blog-post.html>) άρα το κρασί που πιστεύαμε ότι είναι καθαρό δεν είναι.

Ύστερα τοποθετήσαμε το πυκνόμετρο διαδοχικά σε δύο δοχεία με «νοθευμένα» κατά τη γνώμη μας υγρά (σχήμα 14), κρασί και μύρα. Το κρασί δείχνει τιμή στο πυκνόμετρο x=6.7cm συνεπώς και η πυκνότητά του είναι περίπου  $d= 0,86 \text{ g/cm}^3$ .

Άρα είναι νοθευμένο. Η «νοθευμένη» μπίρα δείχνει νέα τιμή στον χάρακα  $x = 6\text{cm}$ . Άρα η πυκνότητα είναι  $d = 0.92\text{g/cm}^3$ . Άρα είναι νοθευμένη.



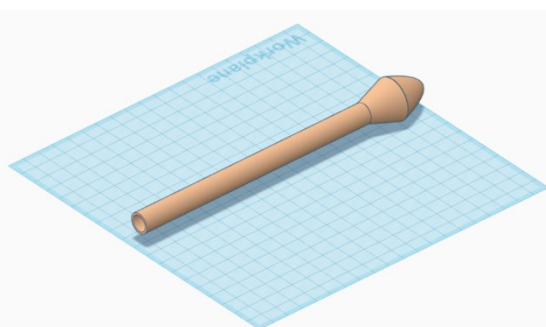
Σχήματα 12,13: Υπολογισμός πυκνότητας μπίρας και κρασιού.



Σχήμα 14: Τα νοθευμένα ποτά.

### Ένα πυκνόμετρο από τρισδιάστατο εκτυπωτή

Στη συνέχεια και αφού ολοκληρώσαμε την έρευνα μας για τον προσδιορισμό των νοθευμένων ποτών σχεδιάσαμε στο ελεύθερο πρόγραμμα τρισδιάστατης σχεδίασης Tinkercad, ένα πυκνόμετρο (Σχήμα 14). Το πυκνόμετρο εκτυπώθηκε σε 3d εκτυπωτή στο Εργαστήριο Διδακτικής της Φυσικής και Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας του ΑΠΘ.



Σχήμα 15: Το πυκνόμετρο όπως σχεδιάστηκε στο Tinkercad.

### Συμπεράσματα-συζήτηση

Μέσω της πραγματοποίησης της έρευνας μας διαπιστώσαμε ότι μπορούμε να κατασκευάσουμε ένα πυκνόμετρο με καθημερινά πολύ μικρού κόστους υλικά ώστε αυτό να μας φανεί χρήσιμο σε ώρα ανάγκης. Μπορούμε λοιπόν εύκολα να υπολογίσουμε την πυκνότητα οποιονδήποτε υγρών (αρκεί να έχουμε τουλάχιστον 2

υγρά αναφοράς, γνωστής πυκνότητας) κάτι το οποίο μπορεί να μας χρειαστεί οποτεδήποτε, και να συμπεραίνουμε αν, για παράδειγμα, το ποτό μας είναι νοθευμένο. Επιπρόσθετα είναι εφικτό να εκτυπωθεί από τρισδιάστατο εκτυπωτή πυκνόμετρο χαμηλού κόστους, το οποίο μετά τη κατάλληλη βαθμονόμηση μπορεί να αποδειχτεί χρήσιμο και το οποίο έχει το πλεονέκτημα να είναι ανθεκτικό στο χρόνο. Η έρευνα μας πρέπει να συνεχιστεί με τη βαθμονόμηση του νέου μας πυκνομέτρου ( τρισδιάστατης εκτύπωσης) και να επαναλάβουμε τις μετρήσεις μας ώστε να διαπιστώσουμε αν υπάρχει ταύτιση στις μετρήσεις και στα συμπεράσματα μας. Γενικότερα τα δημιουργικά πειράματα, βοηθούν τους μαθητές, να κατανοήσουν καλύτερα τις αρχές της φυσικής. Καθιστούν το μάθημα της Φυσικής δημιουργικό και διαδραστικό καθώς οι ίδιοι είμαστε οι ερευνητές. Ο ρόλος αυτός μας βοηθά να αναπτύξουμε σχέσεις συνεργασίας και ομαδικότητας αλλά κυρίως βοηθά στην ανάπτυξη των δημιουργικών μας ικανοτήτων και της κριτικής μας σκέψης.

### **Ευχαριστίες**

Ευχαριστούμε τους επιβλέποντες καθηγητές μας, κ.κ Αχιλλέως Κλαίρη, Σταύρο Παπαδόπουλο και Νικόλαο Δίντσιο, για την δυνατότητα που μας έδωσαν να συμμετέχουμε τόσο στο συνέδριο, όσο και στο να ασχοληθούμε με το συγκεκριμένο δημιουργικό πείραμα. Τους ευχαριστούμε πολύ για την συνεχή βοήθεια και υποστήριξη που μας προσέφεραν, και για την καθοδήγησή τους στα πειράματα και στη συγγραφή της εργασίας. Ευχαριστούμε ιδιαίτερα τον κύριο Χαρίτων Πολάτογλου, Καθηγητή του Τμήματος Φυσικής του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης και Πρόεδρο του Επιστημονικού Εποπτικού μας Συμβουλίου, για την συνεχή υποστήριξη του αλλά και για την εκτύπωση του πυκνομέτρου. Ευχαριστούμε τον Διευθυντή μας κ. Κωνσταντίνο Κεραμιδά για την διαρκή υποστήριξη που μας προσφέρει.

### **Βιβλιογραφία**

Ν. Αντωνίου, Π. Δημητριάδης, Κ. Καμπούρης, Κ. Παπαμιχάλης, Λ. Παπασίμπα Φυσική Β Γυμνασίου, Υ.ΠΑΙ.Θ- Ι.Ε.Π. Εκδόσεις Διόφαντος, Αθήνα 2020, σελ.76-81

Βλάχος Ι, Γραμματικάκης Ι, Καραπαναγιώτης Β., Κόκκοτας Π., Περιστερόπουλος Π., Τιμοθέου Γ. Εργαστηριακός Οδηγός Φυσικής Α Λυκείου, Ο.Ε.Δ.Β, Αθήνα 2007, σελ.31-32

<https://sites.google.com/site/epheureseis/inventors/archimedes>

<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fgr.dreamstime>

[http://www.selenlab.gr/eshop/index.php?id\\_product=147&controller=product&id\\_lang=2](http://www.selenlab.gr/eshop/index.php?id_product=147&controller=product&id_lang=2)

<http://oinoagapi.blogspot.com/2008/03/blog-post.html>

<http://www.beer.gr/articles/558-howtobrew2/>