

ΣΕΝΑΡΙΟ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΦΥΣΙΚΗΣ: Η ΑΝΩΣΗ ΣΤΑ ΥΓΡΑ

ΤΑΞΗ: Β΄ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

A. ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ

Σκοπός του σεναρίου είναι η εργαστηριακή μελέτη της δύναμης της Άνωσης.

B. ΣΤΟΧΟΙ

1). Γνωστικοί στόχοι

Μετά το τέλος της διδασκαλίας οι μαθητές θα πρέπει να είναι ικανοί να:

- Να περιγράφουν πότε εμφανίζεται η δύναμη της άνωσης, πού οφείλεται, καθώς και τα χαρακτηριστικά της.
- Να μετρούν την άνωση με τη βοήθεια δυναμόμετρου.
- Να αναφέρουν τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται (ή δεν εξαρτάται) η άνωση.
- Να διατυπώνουν και να εξηγούν την Αρχή του Αρχιμήδη.
- Να εφαρμόζουν τα συμπεράσματα σε απλές εφαρμογές και παραδείγματα.

2). Παιδαγωγικοί στόχοι

- Να εξοικειωθούν οι μαθητές με την ομαδοσυνεργατική μέθοδο μάθησης.
- Να αποκτήσουν δεξιότητες σχετικά με την προετοιμασία και την εκτέλεση πειραμάτων και να ασκηθούν στη χρήση οργάνων και συσκευών του εργαστηρίου.
- Να ασκηθούν στην επιστημονική μέθοδο εργασίας (παρατήρηση - υπόθεση - πείραμα - συμπέρασμα).
- Να εξοικειωθούν με τη χρήση των ΤΠΕ στη διδασκαλία και να μπορούν να μελετούν φαινόμενα σε εικονικό εργαστήριο, με τη βοήθεια προσομοιώσεων.
- Να συνδέσουν το αντικείμενο της διδασκαλίας με την ιστορία των Φυσικών Επιστημών από την αρχαιότητα, καθώς θα βρουν πληροφορίες για τον Αρχιμήδη και θα εκτελέσουν ένα πείραμα-αναπαράσταση πιθανού πειράματος του Αρχιμήδη.

3). Ανάπτυξη Δεξιοτήτων

▪ Συναισθηματικών:

Οι μαθητές εμπλέκονται ενεργά στη συζήτηση και συμμετέχουν στην μαθησιακή διαδικασία. Έτσι σε ευχάριστο κλίμα και σε ενθαρρυντικό περιβάλλον αποκτούν μεγαλύτερο ενδιαφέρον για μάθηση. Για την εκτέλεση των πειραμάτων, εκτός από όργανα του εργαστηρίου, χρησιμοποιούν επιπλέον απλά υλικά όπως πλαστελίνη διαφόρων χρωμάτων, αυτοσχέδιο ζυγό από κρεμάστρα, κερύ και κατασκευάζουν ότι χρειάζεται συμμετέχοντας στον σχεδιασμό των πειραμάτων. Έτσι τα πειράματα γίνονται πιο προσिता και ευχάριστα και αυξάνεται το ενδιαφέρον των μαθητών για την εκτέλεση και την επιτυχία τους.

▪ Κοινωνικών:

Οι μαθητές ενθαρρύνονται να διατυπώνουν ελεύθερα τη γνώμη τους και τις ιδέες τους και παρουσιάζουν στην ολομέλεια της τάξης τις απαντήσεις στις εργασίες. Έτσι αυξάνεται η αυτοπεποίθησή τους.

Καθώς εργάζονται σε ομάδες, καλλιεργούν επικοινωνιακές δεξιότητες, εκφράζουν τις απόψεις τους, αποδέχονται τις απόψεις των άλλων και αναπτύσσουν αισθήματα κοινής ευθύνης και αλληλοϋποστήριξης. Αυξάνεται έτσι η αυτοεκτίμηση και η κοινωνικοποίηση του κάθε ατόμου μέσα στην ομάδα.

▪ **Μεταγνωστικών:**

Οι μαθητές αναστοχάζονται και αξιολογούν όσα διδάχθηκαν, συγκρίνουν τις αρχικές τους ιδέες με τις νέες γνώσεις. Αναπτύσσουν έτσι την κριτική τους ικανότητα και μαθαίνουν να εφαρμόζουν τις νέες γνώσεις στο μέλλον, ώστε να εξηγούν φαινόμενα γύρω τους και απλά πειράματα-εφαρμογές. Εφαρμόζουν τις νέες γνώσεις σε εργασία που δίνεται στο σπίτι.

Γ. ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ

1. Ακολουθώντας την **εποικοδομητική μέθοδο** διδασκαλίας, γίνεται προσπάθεια ώστε:
 - Αρχικά να προκληθεί το ενδιαφέρον των μαθητών και να γίνει **προσανατολισμός** στο θέμα μελέτης, με ερωτήσεις σχετικές με καταστάσεις από την καθημερινή ζωή.
 - Κατόπιν ζητείται από τους μαθητές να εκφράσουν τις απόψεις τους, ώστε να **αναδειχθούν οι ιδέες** τους.
 - Στη συνέχεια, σε κάθε δραστηριότητα πειραματίζονται, ελέγχουν, αλλάζουν πιθανόν κάποιες απόψεις, εισάγονται νέες γνώσεις και γίνεται **αναδόμηση των ιδεών**.
 - Κατόπιν **εφαρμόζουν** σε παραδείγματα τις νέες γνώσεις.
 - Τέλος γίνεται **ανασκόπηση** της όλης πορείας και συζήτηση για ερωτήματα όπως αυτά που τέθηκαν στην αρχή της διδασκαλίας.
2. Σε κάθε δραστηριότητα ακολουθούνται τα στάδια της επιστημονικής μεθόδου δηλαδή: **παρατήρηση – υπόθεση – πείραμα – συμπέρασμα.**

Δ. ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ

- 1). **Χώρος διδασκαλίας και απαιτούμενη υλικοτεχνική υποδομή**
 Το μάθημα γίνεται στο εργαστήριο Φυσικών Επιστημών.
 Χρησιμοποιούνται:
 - i. Όργανα και υλικά για την εκτέλεση απλών πειραμάτων.
 - ii. Λογισμικό προσομοίωσης με εικονικό εργαστήριο για την άνωση (Phet-Colorado), το οποίο προβάλλεται με τη βοήθεια ενός υπολογιστή και ενός βιντεοπροβολέα.
- 2). **Τρόπος εργασίας**
 - Οι μαθητές χωρίζονται σε ομάδες των 4-5 ατόμων. Σε συνεργασία οι μαθητές κάθε ομάδας εργάζονται και εκτελούν τα πειράματα, σύμφωνα με τις οδηγίες των φύλλων εργασίας. Συμπληρώνουν τα φύλλα εργασίας και κάθε ομάδα ανακοινώνει τα συμπεράσματά της, γίνεται σύγκριση και συζήτηση στην τάξη.
 - Συμμετέχουν στην προετοιμασία των πειραμάτων και χρησιμοποιώντας πλαστελίνη διαφόρων χρωμάτων και άλλα απλά υλικά, κατασκευάζουν ότι χρειάζονται. Γίνεται κάποια προετοιμασία προηγουμένως για την προμήθεια υλικών και τις κατασκευές.
 - Με την ολοκλήρωση του σεναρίου δίνεται φύλλο εργασίας με ερωτήσεις για το σπίτι.
- 3). **Εκτιμώμενη διάρκεια**
 3-4 διδακτικές ώρες για την εφαρμογή των τριών φύλλων εργασίας.

Ε. ΣΥΜΒΑΤΟΤΗΤΑ ΜΕ ΤΟ ΑΝΑΛΥΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ

Στη Φυσική Β΄ Γ/σίου προβλέπεται η διδασκαλία της ενότητας “Άνωση – Αρχή του Αρχιμήδη”. Η έννοια της πλευσης παρουσιάζεται περιληπτικά στο σενάριο, ώστε να γίνουν κατανοητά κάποια απλά φαινόμενα.

ΣΤ. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΥΛΛΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

1^ο Φύλλο Εργασίας: Η Άνωση στα υγρά – Μέτρηση της άνωσης

1^η δραστηριότητα: Υπαρξη της άνωσης

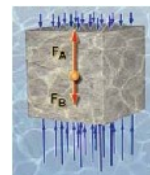
Στην 1^η δραστηριότητα αρχικά τίθενται κάποιες ερωτήσεις σχετικά με καταστάσεις γνωστές στους μαθητές από την καθημερινή ζωή (για παράδειγμα ποια δύναμη κρατά τα πλοία στην επιφάνεια της θάλασσας), ώστε να προβληματιστούν και να δώσουν πιθανές ερμηνείες.

Κατόπιν ακολουθώντας τις οδηγίες εκτελούν ένα απλό πείραμα (προσπαθούν να βυθίσουν στο νερό ένα μπαλόνι ή ένα πλαστικό ποτηράκι) και γράφουν τι παρατηρούν. Με συζήτηση οδηγούνται στο συμπέρασμα ότι το υγρό ασκεί δύναμη σε σώμα που βυθίζεται σε αυτό και το ωθεί προς τα πάνω, την οποία ονομάζουμε **άνωση**.

Αυτή η δραστηριότητα χρησιμοποιείται ως **αφόρμηση**, με σκοπό να προκαλέσει το ενδιαφέρον των μαθητών για το θέμα που θα μελετήσουν.

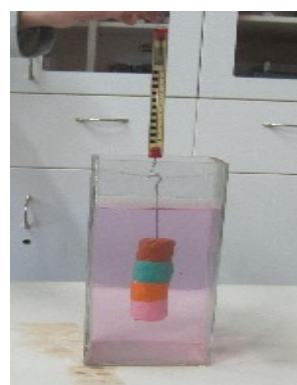
2^η δραστηριότητα: Πού οφείλεται η άνωση;

Στην 2^η δραστηριότητα αρχικά προσπαθούν να δώσουν κάποια απάντηση στην ερώτηση “πού οφείλεται η άνωση”. Κατόπιν παρακολουθούν την προσομοίωση στην διεύθυνση που προτείνεται, <http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/1629>. Συνδέουν την άνωση με τις δυνάμεις που οφείλονται στην υδροστατική πίεση και διατυπώνουν το συμπέρασμα ότι είναι η συνισταμένη τους.



3^η δραστηριότητα: Μέτρηση της άνωσης με δυναμόμετρο

Στην 3^η δραστηριότητα, αφού προβληματιστούν για τον τρόπο μέτρησης της άνωσης, εκτελούν όλες οι ομάδες το πείραμα σύμφωνα με τις οδηγίες, όπως φαίνεται στις εικόνες. Μετρούν την άνωση που δέχεται ένας κύλινδρος από πλαστελίνη και σύρμα, που κατασκευάζει η κάθε ομάδα. Καταλήγουν σε συμπέρασμα ότι μπορούμε απλά με ένα δυναμόμετρο να μετρήσουμε το βάρος του σώματος (στον αέρα), το “φαινομενικό” βάρος του σώματος στο υγρό και με αφαίρεση να υπολογίσουμε την άνωση, δηλαδή $A = w - w_{\phi}$



2^ο Φύλλο Εργασίας: Μελέτη της άνωσης με το εργαστήριο προσομοίωσης της άνωσης (Phet-Colorado)

1^η δραστηριότητα: Παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η άνωση

Στην 1^η δραστηριότητα, αρχικά τίθεται μια ερώτηση ώστε οι μαθητές να προβλέψουν από ποιους παράγοντες πιστεύουν ότι εξαρτάται η άνωση. Αναδεικνύονται έτσι οι ιδέες των μαθητών, οι οποίοι συνήθως απαντούν ότι:

- τα βαρύτερα σώματα δέχονται μεγαλύτερη άνωση,
- όσο πιο βαθιά βυθίζεται ένα σώμα τόσο μεγαλύτερη άνωση δέχεται,
- αν αλλάξει το σχήμα του βυθισμένου σώματος αλλάζει και η άνωση κλπ

Κατόπιν με τη βοήθεια ενός υπολογιστή και ενός βιντεοπροβολέα προβάλλεται το λογισμικό προσομοίωσης του **Εργαστηρίου της άνωσης**, του Πανεπιστημίου Colorado, στη διεύθυνση file:///C:/DOCUME~1/8C80~1/LOCALS~1/Temp/phet-buoyancy/buoyancy_el.html.

Κάθε ομάδα αναλαμβάνει να χειριστεί τον υπολογιστή και να εκτελέσει ένα από τα εικονικά πειράματα, σύμφωνα με τις οδηγίες του φύλλου εργασίας. Στα πέντε πειράματα που εκτελούν εξετάζουν αν η άνωση εξαρτάται από το **βάθος**, το **βάρος** του σώματος, την **πυκνότητα του υγρού**, το **σχήμα** του σώματος, τον **όγκο του βυθισμένου σώματος**.



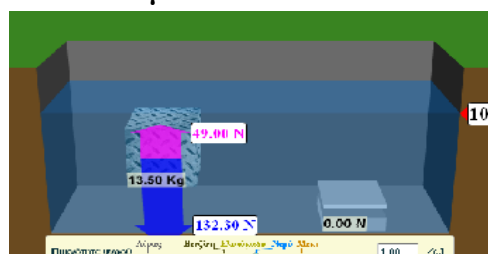
Κατόπιν εκτελούν το πείραμα με τον κύλινδρο πλαστελίνης για να ελέγξουν πώς μεταβάλλεται η άνωση σε σχέση με τον **βυθισμένο όγκο του σώματος**. Ο κύλινδρος αποτελείται από τέσσερα διαφορετικά χρώματα πλαστελίνης ίσης μάζας, κατασκευασμένος έτσι ώστε όλα τα χρώματα να έχουν ίδιο ύψος. Οπότε βυθίζοντας κάθε χρώμα, βυθίζουν τον κύλινδρο κατά το 1/4, τα 2/4, τα 3/4, τα 4/4 του όγκου του.

2^η δραστηριότητα: Πλεύση - Συνθήκη Πλεύσης

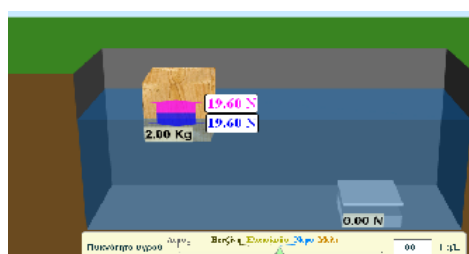
Στην 2^η δραστηριότητα οι μαθητές προσπαθούν αρχικά να εξηγήσουν γιατί κάποια σώματα όταν βυθιστούν σε υγρό βυθίζονται, ενώ άλλα κινούνται προς την επιφάνεια και επιπλέουν.

Κατόπιν εκτελούν δύο εικονικά πειράματα και παρατηρούν τη συμπεριφορά δύο σωμάτων ίδιου όγκου, το ένα από ξύλο και το άλλο από αλουμίνιο. Παρατηρούν και συγκρίνουν το βάρος και την άνωση κάθε σώματος και ακολουθώντας τις οδηγίες συμπεραίνουν πότε βυθίζονται και πότε αναδύονται στην επιφάνεια. Τέλος διατυπώνουν τη “συνθήκη πλεύσης”.

Αλουμίνιο



Ξύλο



Τέλος, δίνεται σαν εργασία για το σπίτι να βρουν πληροφορίες για τον **Αρχιμήδη** και το έργο του σχετικά με την άνωση, που θα συζητηθούν την επόμενη διδακτική ώρα.

3^ο Φύλλο Εργασίας: Αρχή του Αρχιμήδη - Πειράματα-Εφαρμογές

1^η δραστηριότητα: Αρχή του Αρχιμήδη

Στην **1^η δραστηριότητα**, χρησιμοποιούν τον κύλινδρο πλαστελίνης. Μετρούν αρχικά με το δυναμόμετρο την άνωση που δέχεται ο κύλινδρος. Κατόπιν συγκεντρώνουν το νερό που εκτοπίζεται όταν το σώμα βυθίζεται ολόκληρο και μετρούν το βάρος του, όπως φαίνεται στις εικόνες, δηλαδή αφαιρούν από το βάρος δοχείου-νερού το βάρος του δοχείου. Συγκρίνουν τις δύο τιμές και καταλήγουν στη διατύπωση της Αρχής του Αρχιμήδη: $A = W_{\text{υγρ. εκτ.}}$.

Με υπολογισμούς και λαμβάνοντας υπόψη ότι “ο όγκος του βυθισμένου σώματος ισούται με τον όγκο του εκτοπιζόμενου υγρού”, δίνεται ο τύπος της άνωσης $A = \rho_{\text{υγρ.}} \cdot g \cdot V_{\text{βυθ. σώμ.}}$.



2^η δραστηριότητα: Πειράματα - εφαρμογές

Στην **2^η δραστηριότητα** οι μαθητές εφαρμόζουν τα συμπεράσματα στα οποία κατέληξαν και προσπαθούν να εξηγήσουν δύο πειράματα.

1^ο πείραμα: Αναπαράσταση πειράματος που πιθανόν έκανε ο Αρχιμήδης για να ελέγξει την καθαρότητα του χρυσού στέμματος του βασιλιά Ιέρωνα Β΄ (3^{ος} π.Χ. αιώνας)

(Οι μαθητές θα παρουσιάσουν πληροφορίες για τον Αρχιμήδη και το έργο του όπως τους έχει ζητηθεί)

Υλικά

Πλαστελίνη	Κερί	Σχοινί
Ζυγός	Δοχεία με νερό	

Εκτέλεση

Οι μαθητές κατασκευάζουν ένα στεφάνι από πλαστελίνη και ένα κομμάτι κερί. Το κερί θερμαίνεται, έτσι ώστε εύκολα να λυγίσει σε κύκλο πάνω στον οποίο πλάθεται η πλαστελίνη.



Ζυγίζουν το στέμμα και ζυγίζουν και ένα κομμάτι καθαρής πλαστελίνης ίσης μάζας. (Στο συγκεκριμένο πείραμα $m = 140 \text{ g}$)



Στον αυτοσχέδιο ζυγό (από κρεμάστρα) σύγκριση με ίσους βραχίονες κρεμούν με σχοινιά το στέμμα πλαστελίνης και την καθαρή πλαστελίνη και παρατηρούν ότι ισορροπεί, δηλαδή οι μάζες (και τα βάρη) είναι ίσα, όπως είχαν ελέγξει με τον ηλεκτρονικό ζυγό.

Κατόπιν βυθίζουν στο νερό και τα δύο σώματα και παρατηρούν ότι τώρα ο ζυγός γέρνει προς τη μεριά της καθαής πλαστελίνης.



Ερμηνεία

Με βάση τα προηγούμενα συμπεράσματα, προσπαθούν να δώσουν την εξήγηση και καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι το στεφάνι δέχεται μεγαλύτερη άνωση και έτσι φαίνεται ελαφρύτερο από την καθαρή πλαστελίνη, άρα ο όγκος του είναι μεγαλύτερος. Επομένως το στεφάνι δεν είναι καθαρή πλαστελίνη, αλλά περιέχει υλικό μικρότερης πυκνότητας. Πράγματι στο πείραμά μας το υλικό αυτό είναι το **κερί**.

Από τον τύπο πυκνότητα = μάζα / όγκος ($\rho = m / V$) μπορούμε να υπολογίσουμε την πυκνότητα.

Οι πυκνότητες των υλικών στο συγκεκριμένο πείραμα είναι:

$\rho_{\text{πλαστελίνης}} = 1,6\text{g/cm}^3$, $\rho_{\text{κεριού}} = 0,85\text{g/cm}^3$, $\rho_{\text{στεφανιού}} = 1,46\text{g/cm}^3$

[Ιστορικά στοιχεία σχετικά με το πρόβλημα του στέμματος, που θα συζητηθούν μαζί με τις πληροφορίες που θα βρουν οι μαθητές για τον Αρχιμήδη και το έργο του

Ο Αρχιμήδης μελετώντας σχετικά τα σώματα που βυθίζονται στο νερό, βρήκε καθώς ήταν στη μπανιέρα του, ότι **ο όγκος του υγρού που εκτοπίζεται, ισούται με τον όγκο του βυθισμένου σώματος**. Σύμφωνα με την παράδοση, ενθουσιάστηκε και βγήκε γυμνός στους δρόμους των Συρακουσών φωνάζοντας “**ΕΥΡΗΚΑ - ΕΥΡΗΚΑ!**”

Το πρόβλημα που προσπαθούσε να επιλύσει, ήταν σχετικό με το στέμμα του βασιλιά των Συρακουσών Ιέρωνα Β'. Σύμφωνα με τον Βιτρούβιο, ο βασιλιάς είχε δώσει χρυσό σε ένα χρυσοχόο να του φτιάξει ένα στέμμα. Πράγματι το στέμμα φτιάχτηκε και είχε ίδιο βάρος με το βάρος του χρυσού που ο βασιλιάς είχε δώσει. Όμως ο βασιλιάς είχε αμφιβολίες, μήπως ο χρυσοχόος είχε αντικαταστήσει μια ποσότητα του χρυσού με κάποιο άλλο μέταλλο φθηνότερο, όπως το ασήμι.

Έτσι ζήτησε από τον Αρχιμήδη να εξετάσει το στέμμα, χωρίς να το καταστρέψει. Ο Αρχιμήδης ζήτησε να του δώσει ποσότητα καθαρού χρυσού με βάρος ίσο με το βάρος του στέμματος. Μελετώντας το πρόβλημα διατύπωσε συμπεράσματα σχετικά με την άνωση, την πυκνότητα, το ειδικό βάρος των σωμάτων. Δεν είναι σίγουρο ποια ακριβώς πειράματα έκανε ο Αρχιμήδης, καθώς η ιστορία του χρυσού στέμματος δεν εμφανίζεται στα γνωστά έργα του Αρχιμήδη, έτσι υπάρχουν διαφορετικές εκδοχές, όπως:

1ο πείραμα του Αρχιμήδη

Χρησιμοποίησε αυτό που ανακάλυψε στη μπανιέρα του, δηλαδή ο όγκος του υγρού που εκτοπίζεται, ισούται με τον όγκο του βυθισμένου σώματος.

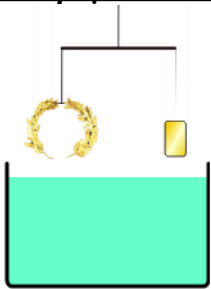
Οπότε βύθισε το στέμμα σε γεμάτο δοχείο με νερό και συγκέντρωσε το νερό που χύθηκε. Κατόπιν έκανε το ίδιο με τον καθαρό χρυσό. Ζυγίζοντας τις δύο ποσότητες νερού, βρήκε ότι η ποσότητα που εκτοπίστηκε από το στέμμα ήταν μεγαλύτερη, οπότε **ο όγκος του στέμματος ήταν μεγαλύτερος από τον όγκο του καθαρού χρυσού.**

Αυτό σήμαινε ότι ο χρυσοχόος είχε αφαιρέσει μια ποσότητα χρυσού και την αντικατέστησε με ίσου βάρους ποσότητα από άλλο μέταλλο, μάλλον **άργυρο** (ασήμι). Αυτό όμως είχε με μικρότερη πυκνότητα, οπότε χρησιμοποίησε περισσότερο όγκο, έτσι το στέμμα είχε τελικά μεγαλύτερο όγκο και εκτόπισε περισσότερο νερό. Έτσι ο Αρχιμήδης απέδειξε την απάτη του χρυσοχόου.

Μια παρόμοια εκδοχή περιγράφεται από τον Ρωμαίο συγγραφέα **Βιτρούβιο** (1ος π.Χ.).

Οι πυκνότητες των μετάλλων είναι: $\rho_{\text{χρυσού}} = 19,3 \text{ g/cm}^3$ και $\rho_{\text{αργύρου}} = 10,5 \text{ g/cm}^3$

2ο πείραμα του Αρχιμήδη



Χρησιμοποίησε την ιδέα της **άνωσης**. Σε έναν ζυγό σύγκρισης με ίσους βραχίονες κρέμασε το στέμμα στη μία πλευρά και τον καθαρό χρυσό στην άλλη. Ο ζυγός προφανώς ισορροπούσε. Κατόπιν βύθισε όλο το σύστημα στη μπανιέρα. Εάν το στέμμα ήταν από καθαρό χρυσό ο ζυγός θα συνέχιζε να ισορροπεί.

Ο ζυγός όμως έγερνε προς την πλευρά του καθαρού χρυσού. Αυτό σήμαινε ότι το στέμμα είχε προσμείξει άλλο ελαφρότερο μέταλλο με μικρότερη πυκνότητα, μάλλον **άργυρο** (ασήμι). Οπότε είχε χρησιμοποιηθεί περισσότερος όγκος, ώστε τελικά το στέμμα να έχει το ίδιο βάρος με την ποσότητα του καθαρού χρυσού. Όμως ο όγκος του στέμματος έγινε μεγαλύτερος από τον όγκο του καθαρού χρυσού.

Έτσι η άνωση που δεχόταν το στέμμα ήταν μεγαλύτερη, εφόσον **η άνωση είναι ανάλογη με τον όγκο του βυθισμένου σώματος**, άρα φαινόταν ελαφρύτερο στο νερό και τελικά ο ζυγός έγερνε προς τον καθαρό χρυσό. Έτσι ο Αρχιμήδης απέδειξε την απάτη του χρυσοχόου.

Αυτή η εκδοχή ίσως είναι πιθανότερη, καθώς αξιοποιούσε την ιδέα της **άνωσης**. Ο **Γαλιλαίος** αναφέρει αυτή την εκδοχή σαν πιθανή.]

2^ο πείραμα: Δύτης του Καρτέσιου

Υλικά

Ένα μεγάλο πλαστικό μπουκάλι, γεμάτο νερό
Ένας μικρός δοκιμαστικός σωλήνας

Εκτέλεση

Η κάθε ομάδα κατασκευάζει τον “Δύτη του Καρτέσιου”. Γεμίζουν μέχρι τη μέση με νερό τον δοκιμαστικό σωλήνα και τον αναποδογυρίζουν στο γεμάτο μπουκάλι, προσέχοντας να μη χυθεί το νερό από τον δοκιμαστικό σωλήνα. Συμπληρώνουν με νερό το μπουκάλι και το κλείνουν με το πάμα του.

Παρατηρούν ότι καθώς πιέζουν το μπουκάλι ο δοκιμαστικός σωλήνας κατεβαίνει, καθώς το αφήνουν ανεβαίνει.



Ερμηνεία

Συμπεραίνουν ότι όταν πιέζουν το μπουκάλι, αυξάνεται η πίεση σε όλη την έκταση του υγρού, σύμφωνα με την αρχή του Pascal. Έτσι ανεβαίνει η στάθμη του νερού στον δοκιμαστικό σωλήνα και μειώνεται ο όγκος του εγκλωβισμένου αέρα στον σωλήνα. Οπότε μειώνεται η άνωση η οποία είναι ανάλογη με τον όγκο του αέρα μέσα στον δοκιμαστικό σωλήνα και το σώμα βυθίζεται, γιατί η άνωση γίνεται **μικρότερη** από το βάρος του.

Όταν σταματούν να πιέζουν, μεγαλώνει ο όγκος του αέρα στον δοκιμαστικό σωλήνα, μεγαλώνει η άνωση και το σώμα ανεβαίνει, γιατί η άνωση γίνεται **μεγαλύτερη** από το βάρος του. Ρυθμίζοντας την πίεση, ο σωλήνας ισορροπεί περίπου στη μέση, οπότε η άνωση έχει **ίσο μέτρο** με το βάρος.

Με αυτό τον τρόπο για παράδειγμα, μπορούν τα ψάρια να βυθίζονται στο νερό ή να αναδύονται, ρυθμίζοντας τον όγκο ενός αερόσακου που έχουν στο σώμα τους και αυξομειώνοντας έτσι την άνωση που δέχονται.

(Οι **εικόνες** προέρχονται από φωτογραφίες των πειραμάτων κατά την εφαρμογή των φύλλων εργασίας στην τάξη, τη σχολική χρονιά 2014-15).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ -ΠΗΓΕΣ

- Σχολικό βιβλίο Φυσικής Β΄ Γυμνασίου
- Εργαστηριακός Οδηγός Φυσικής Β΄ Γυμνασίου
- Υλικό επιμόρφωσης στις ΤΠΕ Β΄ επιπέδου (Γενικό – Ειδικό μέρος)
- <http://users.sch.gr/>
- <http://el.wikipedia.org/wiki/Αρχιμήδης>

1^ο ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ: Η Άνωση στα υγρά – Μέτρηση της άνωσης

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1^η: Υπαρξη της άνωσης

Παρατήρηση - Υπόθεση

Έχετε αναρωτηθεί;

- i. Ποια δύναμη διατηρεί το σώμα σας στην επιφάνεια της θάλασσας όταν κολυμπάτε;
- ii. Ποια δύναμη κρατά τα πλοία στην επιφάνεια της θάλασσας;
- iii. Γιατί δεν μπορείτε να βυθίσετε μια μπάλα ή ένα μπαλόνι στο νερό;
- iv. Σηκώνετε πιο εύκολα μια πέτρα όταν είναι βυθισμένη μέσα στο νερό ή έξω από αυτό;
- v. Γιατί επιπλέετε πιο εύκολα στη θάλασσα από ότι σε μια πισίνα με γλυκό νερό;

Συζητήστε με την ομάδα σας και γράψτε τις απόψεις σας.

.....

.....

.....

Πείραμα

Υλικά: Δοχείο με νερό, πλαστικό ποτήρι, μπαλόνι.

Κρατήστε ένα άδειο πλαστικό ποτήρι από το πάνω μέρος και με το κάτω μέρος προσπαθήστε να το βυθίσετε σε ένα δοχείο με νερό.

Προσπαθήστε επίσης να βυθίσετε ένα φουσκωμένο μπαλόνι στο νερό.

Τι διαπιστώνετε;

.....

.....

Συμπέρασμα

Κάθε υγρό ασκεί στα σώματα που βυθίζονται σε αυτό, που τα ωθεί προς τα πάνω.

Αυτή η δύναμη ονομάζεται

(Ασκείται επίσης όταν τα σώματα βρίσκονται μέσα σε αέρια).

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2^η: Πού οφείλεται η άνωση;

Στην διεύθυνση <http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/1629> παρατηρήστε τις δυνάμεις που δέχεται ένα σώμα βυθισμένο στο νερό. Ποιο είναι το αποτέλεσμα αυτών των δυνάμεων;

Συμπέρασμα

.....

.....

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 3^η : Μέτρηση της άνωσης με δυναμόμετρο

Παρατήρηση - υπόθεση

Πώς μπορούμε να μετρήσουμε την άνωση που δέχεται ένα σώμα όταν βυθίζεται σε ένα υγρό;

Πείραμα

Υλικά: Δυναμόμετρο, δοχείο με νερό, ένας κύλινδρος πλαστελίνης.

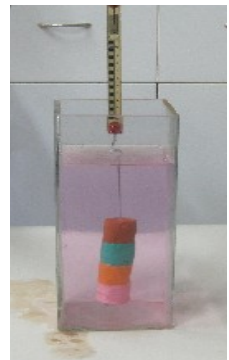
i).

Κρεμάστε τον κύλινδρο πλαστελίνης στο δυναμόμετρο και περιμένετε να ισορροπήσει. Η δύναμη που ασκεί το δυναμόμετρο στο σώμα ισούται με το βάρος του σώματος, άρα η ένδειξη του δυναμόμετρου δείχνει το βάρος w του σώματος. Γράψτε το βάρος w του σώματος στον πίνακα στο τέλος της δραστηριότητας.



ii).

Κατόπιν βυθίστε τον κύλινδρο ολόκληρο κάτω στο νερό, χωρίς να τον ξεκρεμάσετε από το δυναμόμετρο. Παρατηρήστε την ένδειξη του δυναμόμετρου w_ϕ . Το σώμα φαίνεται τώρα να είναι **ελαφρύτερο** ή **βαρύτερο**; Γράψτε στον πίνακα το “φαινομενικό” βάρος w_ϕ του σώματος. Σχεδιάστε στο σχήμα τις δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα.



Εφαρμόστε τη συνθήκη ισορροπίας:

$$F_{ολ} = 0, \text{ άρα } \dots \text{ άρα : } \mathbf{A} = \mathbf{w} - \mathbf{w}_\phi$$

Με τη βοήθεια του παραπάνω τύπου υπολογίστε την άνωση και συμπληρώστε τον πίνακα.

Ένδειξη δυναμόμετρου έξω από το νερό βάρος σώματος w (N)	Ένδειξη δυναμόμετρου μέσα στο νερό w_ϕ (N)	Άνωση A (N)

Συμπέρασμα

i). Ένα σώμα βυθισμένο σε υγρό (ή σε αέριο), δέχεται δύναμη από το υγρό κατακόρυφη με φορά προς τα Αυτή η δύναμη λέγεται

Η άνωση είναι η συνισταμένη δύναμη όλων των δυνάμεων που δέχεται το σώμα λόγω της υδροστατικής πίεσης.

ii). Το μέτρο της άνωσης μπορεί να υπολογιστεί από τις ενδείξεις του από το οποίο κρεμούμε το σώμα μέσα και έξω από το νερό. Δηλαδή:

$$\mathbf{Ανωση} = (\text{Ένδειξη δυναμ. έξω από το νερό } \mathbf{w}) - (\text{Ένδειξη δυναμ. μέσα στο νερό } \mathbf{w}_\phi) \text{ ή}$$

$$\mathbf{Ανωση} = \text{Βάρος σώματος} - \text{Φαινομενικό βάρος σώματος}$$

Επομένως προκύπτει:
$$\mathbf{A} = \mathbf{w} - \mathbf{w}_\phi$$

2^ο ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ: Μελέτη της άνωσης με το εργαστήριο προσομοίωσης της άνωσης (Phet-Colorado)

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1^η : Παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η άνωση

A. Πρόβλεψη - Υπόθεση

Από ποιους παράγοντες πιστεύετε ότι εξαρτάται η άνωση που ασκείται στα σώματα που βυθίζονται σε ένα υγρό; Πότε νομίζετε είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη;

.....

.....

B. Εκτέλεση πειραμάτων - Επιβεβαίωση

Με τη βοήθεια της προσομοίωσης του **Εργαστηρίου της άνωσης**, του Πανεπιστημίου Colorado, να ελέγξετε αν εξαρτάται η άνωση από κάποιους παράγοντες.

Για να εμφανίσετε την προσομοίωση του εργαστηρίου πατήστε στον σύνδεσμο:

file:///C:/DOCUME~1/8C80~1/LOCALS~1/Temp/phet-buoyancy/buoyancy_el.html



1). Εξαρτάται η άνωση από το βάθος στο οποίο είναι βυθισμένο (ολόκληρο) το σώμα μέσα στο υγρό;

Πείραμα

Επιλέξτε ένα σώμα πχ **τούβλο**. Στο υπόμνημα **Εμφάνιση δυνάμεων** επιλέξτε να εμφανίζονται **Βαρύτητα-Άνωση-Μάζες-Τιμές δυνάμεων**.

Βυθίστε το σώμα ολόκληρο μέσα στο νερό και σημειώστε την τιμή της άνωσης. Μετακινήστε το σώμα πιο βαθιά και σημειώστε την τιμή της άνωσης. Τι παρατηρείτε;

	Άνωση A (N)
Μικρό βάθος	
Μεγάλο βάθος	

Συμπέρασμα

.....

.....

- 2). Εξαρτάται η άνοση από το βάρος των σωμάτων που βυθίζονται;
(σώματα από διαφορετικό υλικό, δηλαδή με διαφορετική πυκνότητα)

Πείραμα

Επιλέξτε σώματα ίδιου σχήματος και ίδιου όγκου ($V=5L$), αλλά διαφορετικού βάρους πχ **φελιζόλ**, **ξύλο** και **αλουμίνιο**.

Σημειώστε την τιμή του βάρους κάθε σώματος. Βυθίστε κάθε σώμα ολόκληρο μέσα στο νερό και σημειώστε την τιμή της άνοσης. Τι παρατηρείτε;

Σώμα	Βάρος w (N)	Άνοση A (N)
Ξύλο όγκου 5 L		
Αλουμίνιο όγκου 5 L		
Φελιζόλ όγκου 5L		

Συμπέρασμα

- 3). Εξαρτάται η άνοση από το είδος του υγρού (πυκνότητα υγρού) στο οποίο βυθίζονται τα σώματα;

Πείραμα

Επιλέξτε ένα σώμα πχ αλουμίνιο, όγκου $V=5L$. Βυθίστε το σώμα ολόκληρο διαδοχικά σε διαφορετικά υγρά όπως **βενζίνη**, **ελαιόλαδο**, **νερό**, **μέλι**.

Σημειώστε στον πίνακα την πυκνότητα κάθε υγρού και την τιμή της άνοσης για κάθε υγρό.

Τι παρατηρείτε;

Υγρό	Πυκνότητα ρ (Kg/L)	Άνοση A (N)
Βενζίνη		
Ελαιόλαδο		
Νερό		
Μέλι		

Συμπέρασμα

- 4). Εξαρτάται η άνοση από το σχήμα του σώματος;

Πείραμα (με ένα κομμάτι πλαστελίνης)

Δώστε στην πλαστελίνη το σχήμα σφαίρας και μετρήστε την άνοση που δέχεται μέσα στο νερό, με τη βοήθεια δυναμόμετρου. Κατόπιν δώστε σχήμα κυλίνδρου στην πλαστελίνη και μετρήστε πάλι την άνοση. Τι παρατηρείτε; (Επιλέξτε).

Είναι: **Ίδια** **Διαφορετική**

5). Εξαρτάται η άνωση από τον όγκο του σώματος που είναι βυθισμένος στο υγρό;

Πείραμα 1^ο (με την προσομοίωση)

Επιλέξτε ένα σώμα πχ ξύλο, όγκου $V=5L$. Βυθίστε το σώμα στο νερό, διαδοχικά κατά το $\frac{1}{4}$ (περίπου) του όγκου του, το $\frac{1}{2}$ του όγκου του, τα $\frac{3}{4}$ του όγκου του και τέλος κατά τα $\frac{4}{4}$ του όγκου του (ολόκληρο βυθισμένο). Μεταβάλλεται η άνωση καθώς το σώμα βυθίζεται περισσότερο στο νερό; Επιλέξτε: **ΝΑΙ** **ΟΧΙ**

Πείραμα 2^ο (με τον κύλινδρο πλαστελίνης)

Να κάνετε το πείραμα χρησιμοποιώντας τον κύλινδρο πλαστελίνης. Υπολογίστε την άνωση σε κάθε περίπτωση σύμφωνα με τη σχέση $A = w - w\phi$ και σημειώστε στον πίνακα τις τιμές.

Όγκος σώματος βυθισμένος	Άνωση A (N)
1/4 όγκου	
2/4 όγκου	
3/4 όγκου	
4/4 όγκου	



Χρησιμοποιώντας τις τιμές του πίνακα σχεδιάστε τη γραφική παράσταση της άνωσης σε συνάρτηση με τον όγκο του βυθισμένου σώματος.

A(N)



Συμπέρασμα

Η άνωση εξαρτάται από τον του βυθισμένου σώματος.

Η γραφική παράσταση της άνωσης σε συνάρτηση με τον όγκο που βυθίζεται είναι μια γραμμή που διέρχεται από την των αξόνων. Επομένως η άνωση είναι με τον όγκο του σώματος που βυθίζεται.

Γ. Συμπέρασμα

Παράγοντες	Σωστό	Λάθος
Η άνωση εξαρτάται από το βάθος στο οποίο βρίσκεται βυθισμένο (ολόκληρο) το σώμα		
Η άνωση εξαρτάται από το βάρος του βυθισμένου σώματος		
Η άνωση εξαρτάται από το είδος του υγρού (πυκνότητα)		
Η άνωση εξαρτάται από τον όγκο του βυθισμένου σώματος		
Η άνωση εξαρτάται από το σχήμα του σώματος		

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2^η : Πλεύση - Συνθήκη Πλεύσης

A. Πρόβλεψη - Υπόθεση

Παρατηρήσατε ήδη ότι κάποια σώματα όταν τα βυθίζουμε στο νερό και τα αφήνουμε ελεύθερα κινούνται προς την επιφάνεια, ενώ άλλα προς τον πυθμένα. Πώς εξηγείται η διαφορετική συμπεριφορά;

B. Πείραμα: Στην προσομοίωση του **Εργαστηρίου της άνωσης:**

1). Επιλέξτε ένα σώμα από **αλουμίνιο** όγκου $V=5L$, βυθίστε το ολόκληρο στο νερό και συγκρίνετε τις τιμές της άνωσης και του βάρους, τι παρατηρείτε; Επιλέξτε:

- i). $A > w$ ii). $A < w$ iii). $A = w$

Κατόπιν αφήστε το σώμα ελεύθερο. Τι παρατηρείτε;

2). Επιλέξτε ένα σώμα από **ξύλο** όγκου $V=5L$, βυθίστε το ολόκληρο στο νερό και συγκρίνετε τις τιμές της άνωσης και του βάρους, τι παρατηρείτε; Επιλέξτε:

- i). $A > w$ ii). $A < w$ iii). $A = w$

Κατόπιν αφήστε το σώμα ελεύθερο. Τι παρατηρείτε;

Όταν το σώμα ισορροπήσει συγκρίνετε τις τιμές της άνωσης και του βάρους. Επιλέξτε:

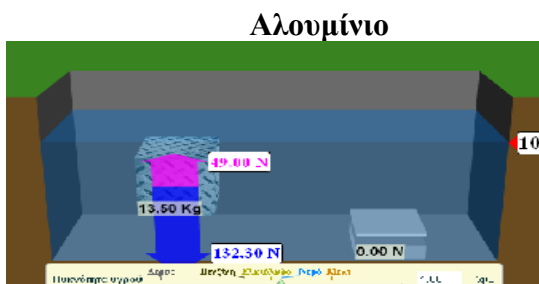
- i). $A > w$ ii). $A < w$ iii). $A = w$

Γ. Συμπέρασμα

α). Όταν η άνωση που δέχεται ένα σώμα βυθισμένο ολόκληρο σε υγρό είναι από το βάρος του σώματος, τότε το σώμα βυθίζεται στο υγρό. (Εικόνα 1)

β). Όταν η άνωση που δέχεται ένα σώμα βυθισμένο ολόκληρο σε υγρό είναι από το βάρος του σώματος, τότε το σώμα κινείται προς την επιφάνεια του υγρού.

Όταν το σώμα ισορροπήσει και επιπλέει τότε η άνωση είναι με το βάρος, δηλαδή ισχύει (Συνθήκη πλεύσης). (Εικόνα 2)



Εικόνα 1



Εικόνα 2

Εργασία

Να βρείτε πληροφορίες για τον **Αρχιμήδη** και το έργο του σχετικά με την άνωση και το πρόβλημα που προσπαθούσε να επιλύσει όταν διατύπωσε τον νόμο της άνωσης.

(πχ <http://el.wikipedia.org/wiki/Αρχιμήδης>)

3^ο ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ: Αρχή του Αρχιμήδη - Πειράματα Εφαρμογές

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1^η: Αρχή του Αρχιμήδη

Παρατήρηση - υπόθεση

Πώς μπορούμε να συνοψίσουμε τα συμπεράσματα από τα πειράματα σχετικά με την άνωση;
Ο Αρχιμήδης συγκέντρωσε όλες τις παρατηρήσεις σχετικά με την άνωση που δέχεται ένα σώμα όταν βυθίζεται σε υγρό, σε μια πρόταση που είναι γνωστή ως “**Αρχή του Αρχιμήδη**”.

Πείραμα

Υλικά: Δυναμόμετρο, κύλινδρος πλαστελίνης, δοχείο με νερό, μεγαλύτερο άδειο δοχείο, άδειο δοχείο που μπορεί να κρεμαστεί από το δυναμόμετρο.

- i). Με τη βοήθεια ενός δυναμόμετρου και χρησιμοποιώντας την σχέση $A = w - w_{\phi}$ μετρήστε την άνωση που δέχεται ο κύλινδρος πλαστελίνης όταν βυθίζεται ολόκληρος στο νερό. Γράψτε την τιμή στον πίνακα.
- ii). Κατόπιν βυθίστε ολόκληρο τον κύλινδρο πλαστελίνης σε ένα δοχείο γεμάτο νερό και συγκεντρώστε το νερό που εκτοπίζεται στο μεγαλύτερο δοχείο. Μετρήστε το βάρος του υγρού που συγκεντρώσατε (όπως στις εικόνες). Γράψτε την τιμή στον πίνακα.



Άνωση A	Βάρος υγρού που εκτοπίζεται $w_{\text{υγρ.εκτ.}}$

Τι παρατηρείτε;

Συμπέρασμα

Αρχή του Αρχιμήδη: $A = w_{\text{υγρού που εκτοπίζεται}}$

Με υπολογισμούς προκύπτει για την άνωση η σχέση:

Άνωση = (πυκνότητα υγρού) · (επιτάχυνση της βαρύτητας) · (όγκος βυθισμένου σώματος)

$$\text{ή} \quad A = \rho_{\text{υγρού}} \cdot g \cdot V_{\text{βυθισμένου σώματος}}$$

δηλαδή η άνωση είναι ανάλογη με την του υγρού, την επιτάχυνση βαρύτητας και τον όγκο του σώματος.

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2^η: Πειράματα - εφαρμογές

Πείραμα 1^ο: Αναπαράσταση πειράματος του Αρχιμήδη για να ελέγξει την καθαρότητα του χρυσού στέμματος του βασιλιά Ιέρωνα Β' (3^{ος} π.Χ.αιώνας)

Υλικά: Αυτοσχέδιος ζυγός σύγκρισης (από κρεμάστρα), στέμμα πλαστελίνης (ένα μέρος της πλαστελίνης έχει αντικατασταθεί με κερί), κομμάτι πλαστελίνης ίσης μάζας με το στέμμα, δοχεία με νερό.

Κρεμάστε το στέμμα πλαστελίνης και το κομμάτι πλαστελίνης στον ζυγό σύγκρισης με ίσους βραχίονες (εικόνα 1). Οι μάζες των δύο σωμάτων είναι ίσες και ο ζυγός ισορροπεί.

Βυθίστε και τα δύο σώματα στο νερό (εικόνα 2). Τι παρατηρείτε;



Εικόνα 1



Εικόνα 2

Εξήγηση

Συζητήστε στην ομάδα σας και εξηγήστε το φαινόμενο:

- Συγκρίνετε τις ανώσεις που δέχονται τα δύο σώματα και τον όγκο τους.
- Τι μπορείτε να πείτε για το υλικό του στεφανιού;
- Συσχετίζοντας το πείραμα και τις πληροφορίες που βρήκατε, συζητήστε για τον τρόπο που ο Αρχιμήδης απέδειξε ότι το χρυσό στέμμα του βασιλιά ήταν τελικά νοθευμένο με άλλο μέταλλο.

Πείραμα 2^ο: Δύτης του Καρτέσιου

Υλικά: Ένα μεγάλο πλαστικό μπουκάλι γεμάτο νερό, ένας μικρός δοκιμαστικός σωλήνας.

Γεμίστε περίπου μέχρι τη μέση με νερό τον δοκιμαστικό σωλήνα και αναποδογυρίστε τον στο γεμάτο μπουκάλι, προσέχοντας να μη χυθεί το νερό από τον δοκιμαστικό σωλήνα. Συμπληρώστε με νερό και κλείστε με το πόμα του το μπουκάλι. Πιέστε το μπουκάλι, τι παρατηρείτε; Σταματήστε να πιέζετε το μπουκάλι, τι



παρατηρείτε;

Εξήγηση

Συζητήστε στην ομάδα σας και εξηγήστε το φαινόμενο: