



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά
μαθήματα ΠΠ

Εισαγωγή στις Φυσικές Επιστήμες και την Επιστημονική Καλλιέργεια I

Ενότητα 3^η: Ιδιότητες της ύλης: Στερεά/Υγρά/Αέρια

Δημήτρης Κολιόπουλος

Σχολή Ανθρωπιστικών & Κοινωνικών Επιστημών

Τμήμα Επιστημών της Εκπαίδευσης και της Αγωγής στην
Προσχολική Ηλικία

Σκοπός ενότητας



Εικόνα 1

Να προσεγγίσουν οι φοιτήτριες/τές βασικές έννοιες της Φυσικής που σχετίζονται με τις ιδιότητες των στερεών, υγρών και αερίων σωμάτων και την αλληλεπίδρασή τους



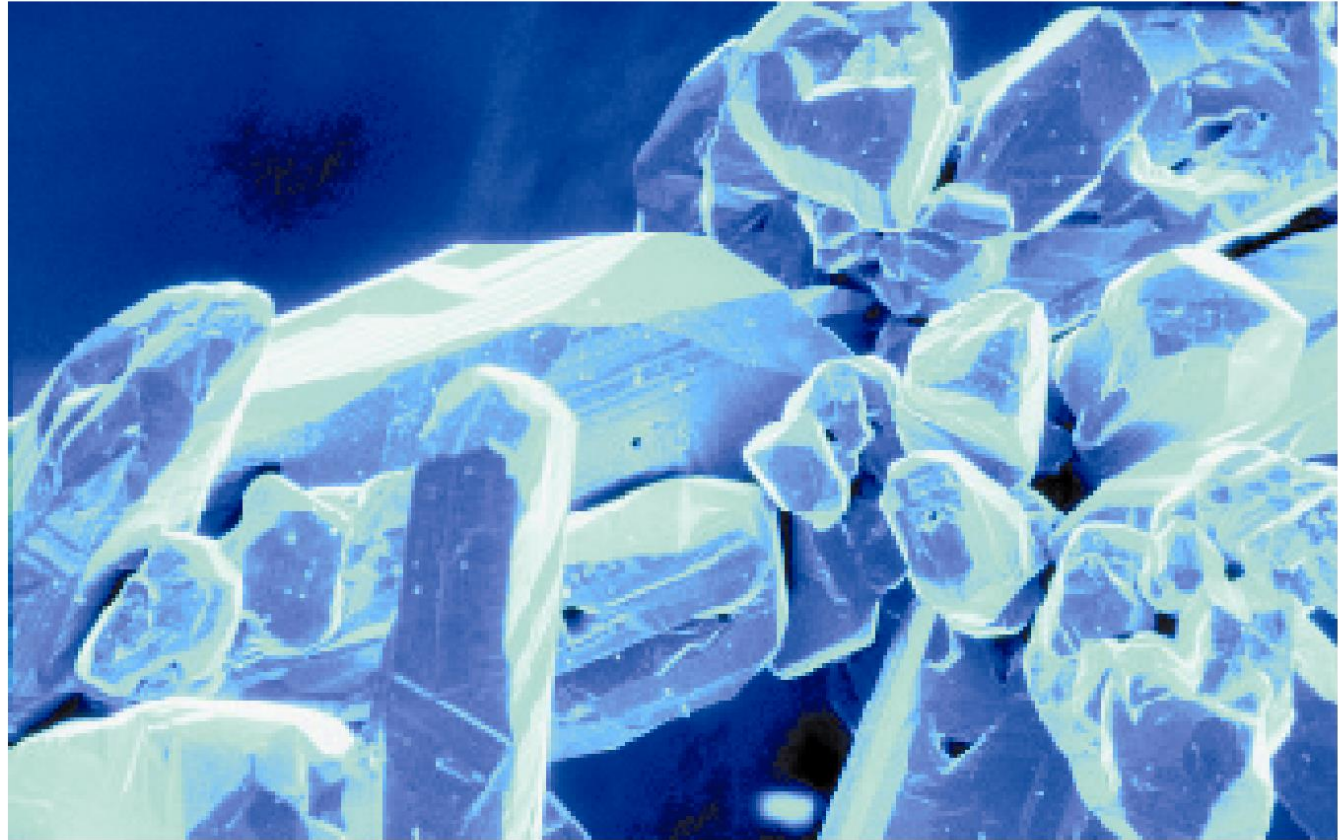
Περιεχόμενα ενότητας

- Ιδιότητες της ύλης: Στερεά
- Ιδιότητες της ύλης: Αλληλεπίδραση στερεών – υγρών
- Ιδιότητες της ύλης: Αέρια



Ιδιότητες της ύλης: Στερεά

ΕΙΚΟΝΑ 12.2 Κρύσταλλοι αργύρου.



Εικόνα 2



**Ποιο έχει μεγαλύτερο βάρος; Ένα
καντάρι σίδηρο ή ένα καντάρι
μπαμπάκι;**



Έννοιες παρεμφερείς της έννοιας του βάρους

Βάρος	Μάζα	Ειδικό βάρος	Πυκνότητα
Χαρακτηρίζει μια αλληλεπίδραση	Χαρακτηρίζει ένα αντικείμενο	Χαρακτηρίζει το υλικό από το οποίο αποτελείται το αντικείμενο σε συγκεκριμένες συνθήκες αλληλεπίδρασης	Χαρακτηρίζει το υλικό από το οποίο αποτελείται το αντικείμενο
Αλλάζει όταν αλλάζει η αλληλεπίδραση	Δεν αλλάζει όταν αλλάζει η αλληλεπίδραση	Αλλάζει όταν αλλάζει η αλληλεπίδραση	Φυσική σταθερά
Δυναμόμετρο	Ζυγαριά	Έμμεση μέτρηση (ειδ. βάρος = Βάρος/Όγκος)	✓ Έμμεση μέτρηση (πυκνότητα = Μάζα/Όγκος) ✓ Πυκνόμετρο
1 Nt	1 Kgr	1 Nt/m ³	1 Kgr /m ³ ή 1 gr/ml



Βάρος, όγκος, πυκνότητα



ΕΙΚΟΝΑ 12.4 Όταν ο όγκος του ψωμιού ελαττώνεται, η πυκνότητά του αυξάνεται.

Εικόνα 3



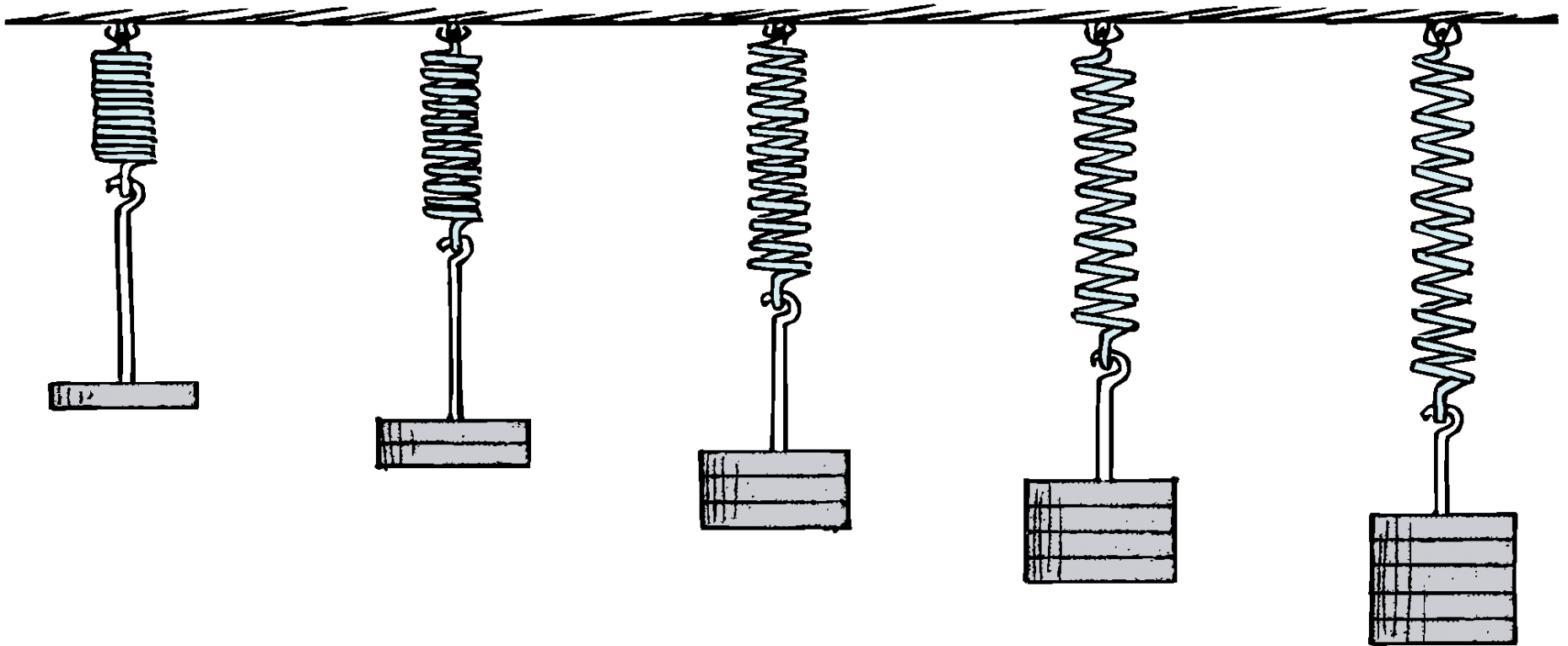
Πως φτιάχνεται ένα δυναμόμετρο;



Εικόνα 4



Η ελαστικότητα των στερεών (1/2)



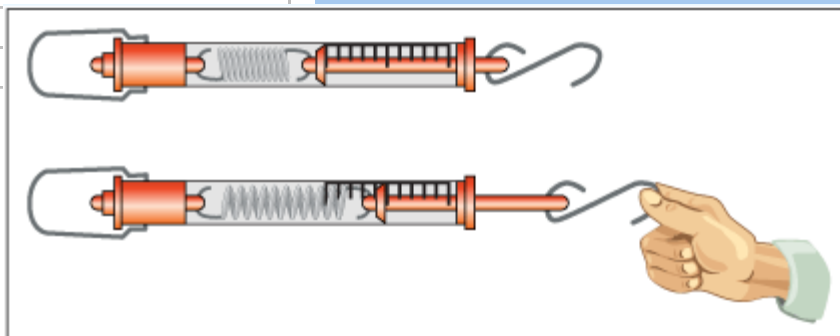
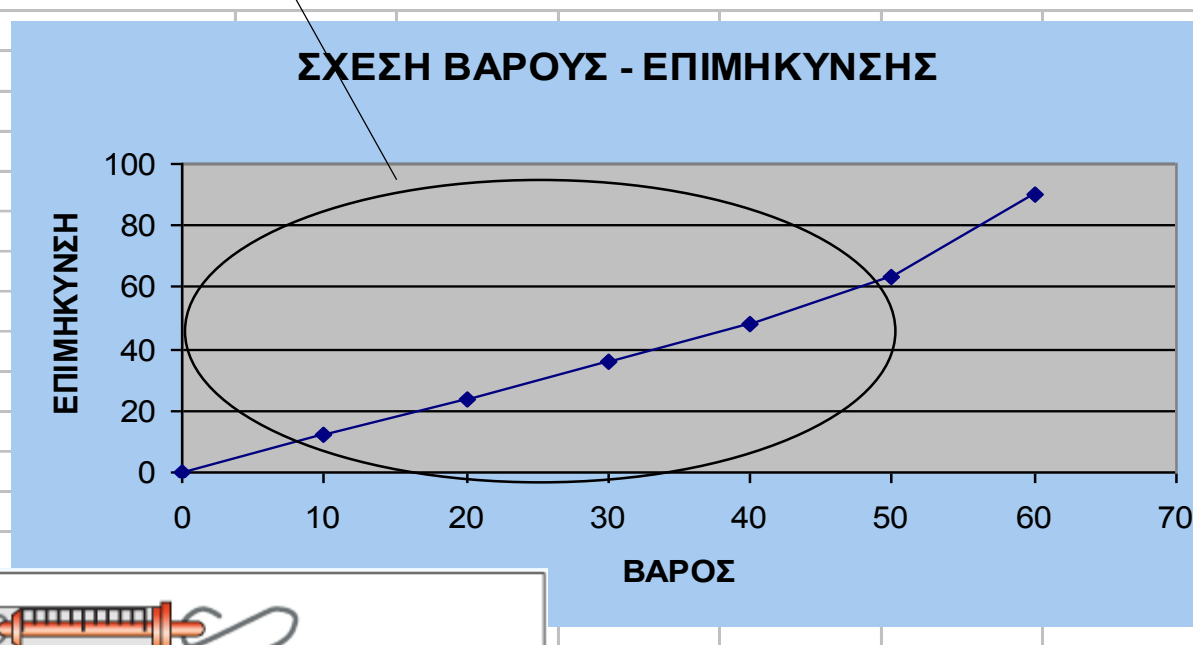
ΕΙΚΟΝΑ 12.6 Η επιμήκυνση του ελατηρίου είναι ευθέως ανάλογη της εφαρμοζόμενης δύναμης (νόμος του Χουκ). Όταν διπλασιάζεται το αναρτώμενο βάρος, το ελατήριο υφίσταται τη διπλάσια επιμήκυνση.



Η ελαστικότητα των στερεών (2/2)

Κατασκευή δυναμόμετρου

ΒΑΡΟΣ (ρ)	ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ (cm)
0	0
10	12
20	24
30	36
40	48
50	63
60	90



Εικόνα 6



Ερωτήσεις (Στερεά) (1/2)

- Όταν μια φρατζόλα ψωμιού συμπιέζεται τα παθαίνει ο όγκος της; Η μάζα της; Η πυκνότητά της;
 - Ο όγκος της μειώνεται γιατί καταλαμβάνει μικρότερο χώρο. Η μάζα της παραμένει η ίδια γιατί η ποσότητα ύλης έχει παραμείνει η ίδια. Η πυκνότητά της γίνεται μεγαλύτερη αφού η ίδια ποσότητα ύλης καταλαμβάνει μικρότερο όγκο (αυτό φαίνεται και από τη σχέση πυκνότητα = Μάζα/Όγκος).
- Τι έχει μεγαλύτερη πυκνότητα, μια βαριά ράβδος από ατόφιο χρυσό ή ένα δαχτυλίδι από ατόφιο χρυσό; Αιτιολογείτε την απάντησή σας.
 - Η πυκνότητα δεν χαρακτηρίζει τα σώματα αλλά το υλικό από το οποίο είναι φτιαγμένα. Συνεπώς και η ράβδος και το δαχτυλίδι έχουν την ίδια πυκνότητα αφού είναι κατασκευασμένα από χρυσό.

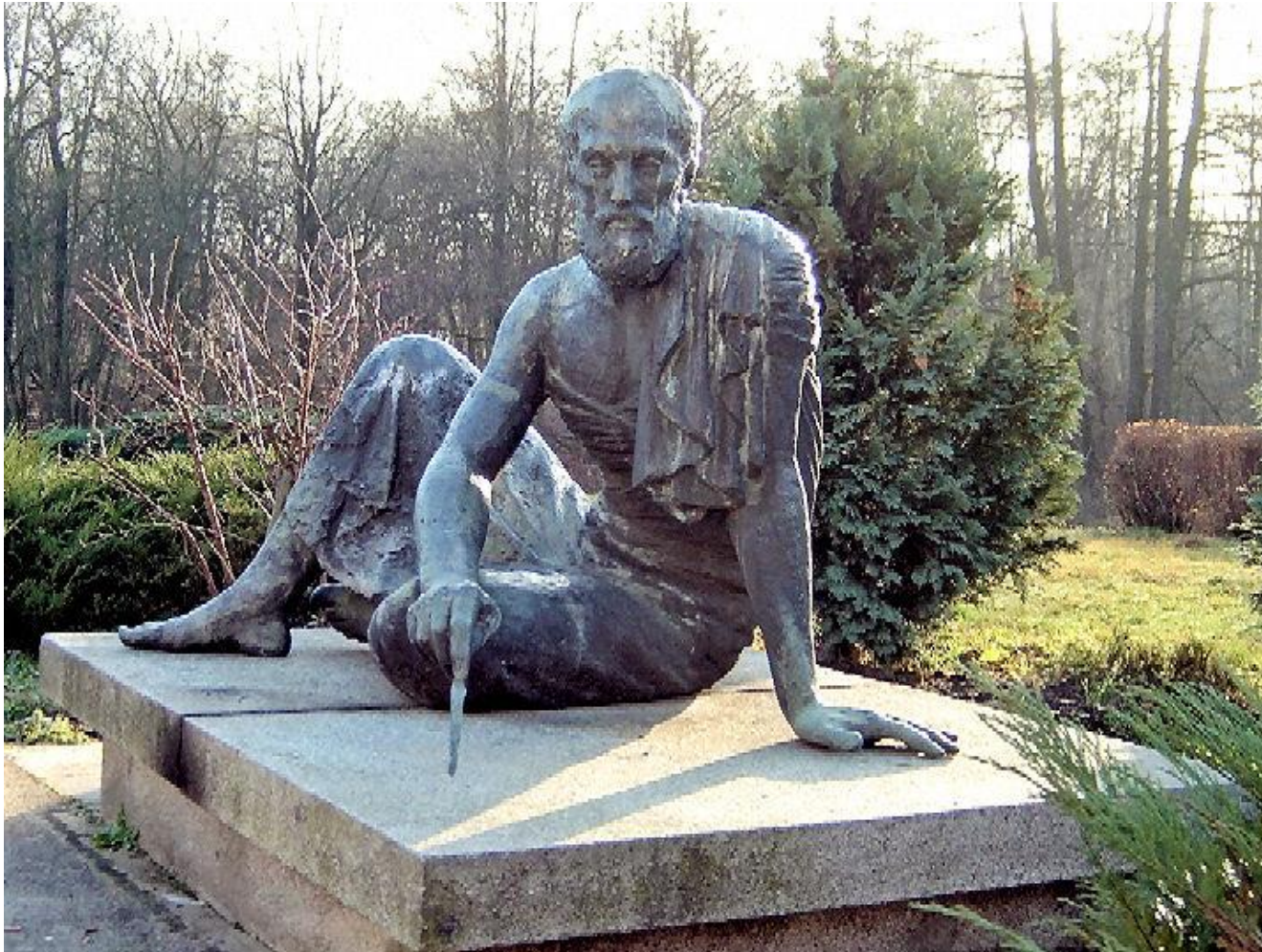


Ερωτήσεις (Στερεά) (2/2)

- Γιατί λέμε ότι ένα ελατήριο είναι ελαστικό;
 - Δείτε τις διαφάνειες 8, 9 και τις Σημειώσεις
- Τι δηλώνει το όριο ελαστικότητας για ένα συγκεκριμένο αντικείμενο; Αν ένα αντικείμενο μάζας 1 Kgr επιμηκύνει ένα ελατήριο κατά 2 cm όταν αναρτάται σε αυτό, κατά πόσο θα επιμηκυνθεί το ελατήριο αν αναρτήσουμε σε αυτό φορτίο μάζας 3 Kgr;
 - Το όριο ελαστικότητας για ένα συγκεκριμένο αντικείμενο (πχ, ελατήριο) είναι η επιμήκυνση εκείνη πάνω από την οποία τα συγκεκριμένο σώμα παραμορφώνεται μόνιμα.
 - 6 cm



Ιδιότητες της ύλης: Στερεά/Υγρό



Εικόνα 7



Ποια σώματα βυθίζονται και ποια επιπλέουν: Τι λέει η εμπειρία;

Μια μικρή πέτρα βυθίζεται
αλλά ένα μεγάλο πλοίο όχι.
Γιατί;



Εικόνα 8



Η μπανιέρα του Αρχιμήδη



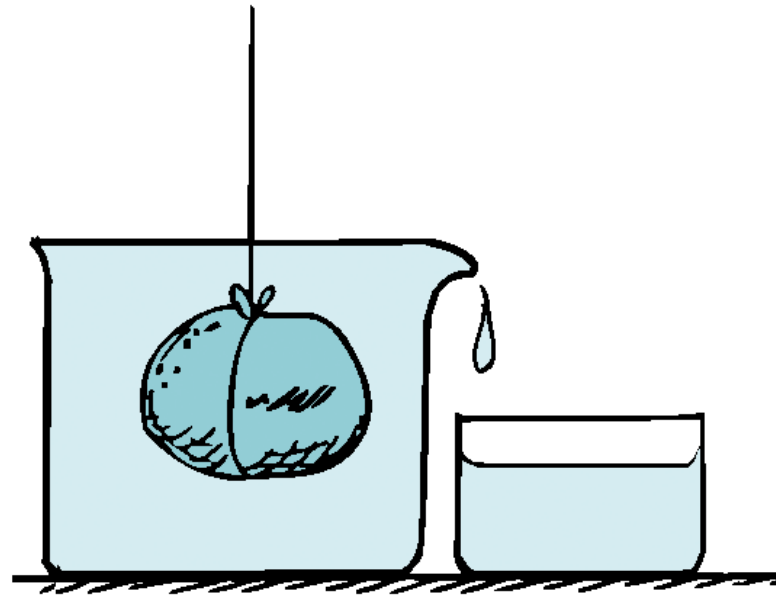
Εικόνα 9

Η αρχή του Αρχιμήδη

Ταινία με πρωταγωνιστές παλαιούς ηθοποιούς του Εθνικού Θεάτρου



Άνωση (1/6)



ΕΙΚΟΝΑ 13.9 Όταν μια πέτρα βυθίζεται στο νερό, εκτοπίζει νερό με όγκο ίσο με τον δικό της.

Εικόνα 10



Άνωση (2/6)



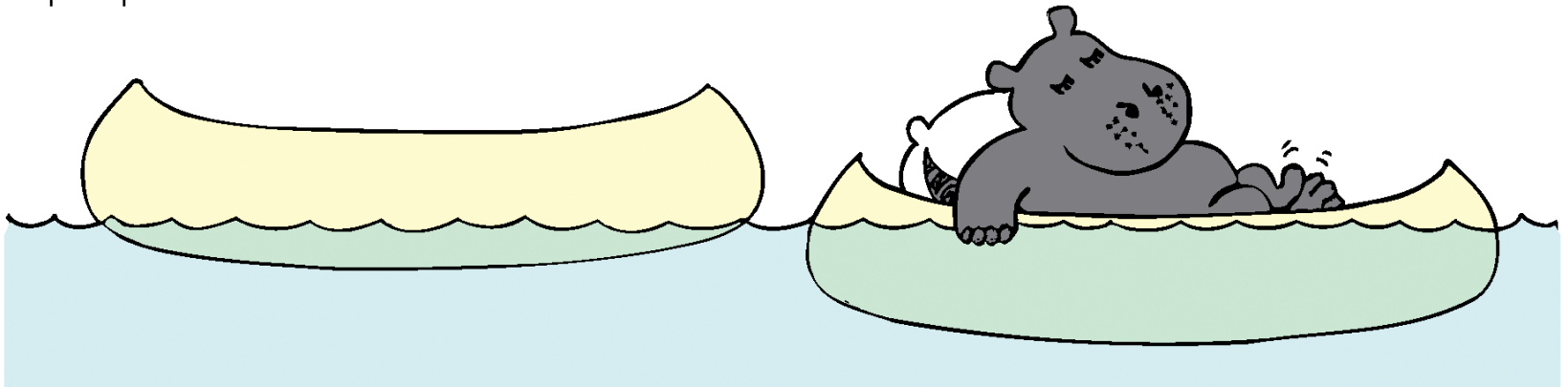
ΕΙΚΟΝΑ 13.10 Η ανύψωση της στάθμης του νερού είναι η ίδια με αυτήν που θα είχαμε αν, αντί να βάλουμε την πέτρα στο δοχείο, χύναμε μέσα σε αυτό νερό με όγκο ίσο με τον όγκο της πέτρας.

Εικόνα 11



Άνωση (3/6)

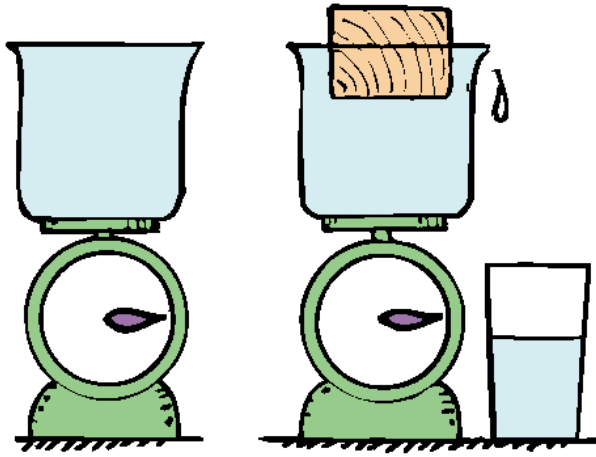
ΕΙΚΟΝΑ 13.16 Το βάρος ενός αντικειμένου που επιπλέει ισούται με το βάρος του νερού που εκτοπίζει το βυθισμένο τμήμα του.



Εικόνα 12



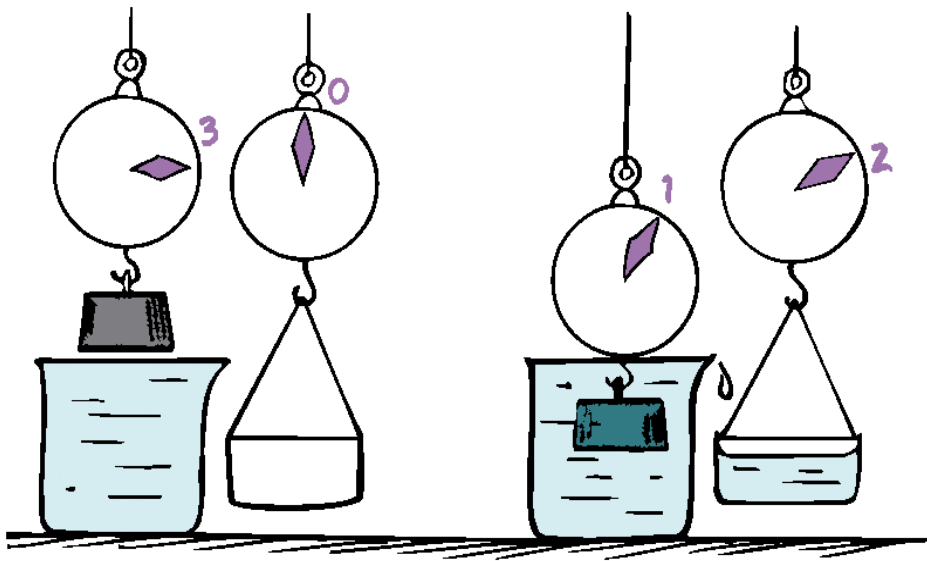
Άνωση (4/6)



ΕΙΚΟΝΑ 13.17 Ένα αντικείμενο που επιπλέει εκτοπίζει ρευστό βάρους ίσου με το δικό του βάρος.



Άνωση (5/6)



Εικόνα 14

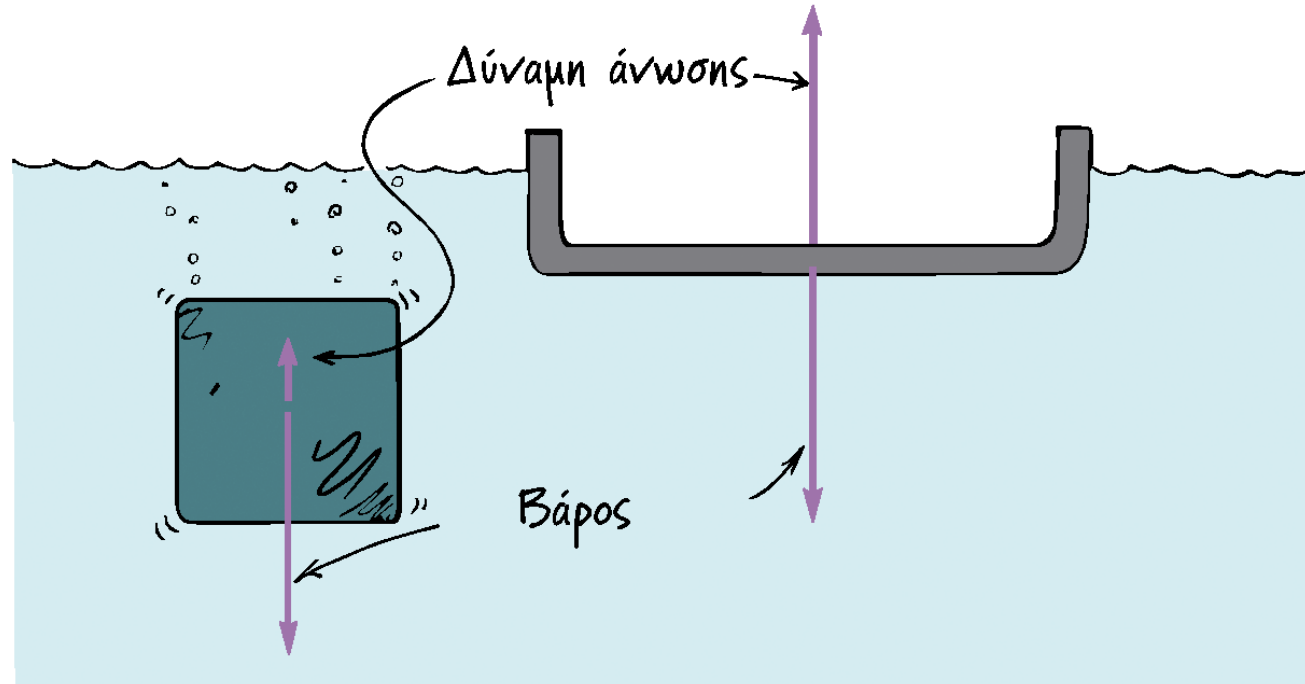
ΕΙΚΟΝΑ 13.12 Ένα σώμα ζυγίζει περισσότερο στον αέρα απ' ό,τι στο νερό. Όταν το βαρίδι της εικόνας, που έχει βάρος 3 N στον αέρα, είναι βυθισμένο στο νερό, φαίνεται να ζυγίζει μόνο 1 N. Το βάρος που «χάνεται», 2 N, ισούται με το βάρος του εκτοπιζόμενου νερού, που ισούται με τη δύναμη της άνωσης.

Άνωση = Βάρος του νερού που εκτοπίζει το βυθισμένο σώμα



Άνωση (6/6)

ΕΙΚΟΝΑ 13.15 Ένας σιδερένιος κύβος βυθίζεται, ενώ μια σιδερένια λεκάνη που αποτελείται από την ίδια ποσότητα υλικού επιπλέει.



Εικόνα 15

Η άνωση εξαρτάται από τον όγκο του βυθισμένου μέρους του σώματος



Από ποιους παράγοντες εξαρτάται το μέτρο της δύναμης της άνωσης;

Δείτε αυτό και προσπαθήστε να το εξηγήσετε



Εικόνα 16

Η άνωση εξαρτάται από την **πυκνότητα του υγρού** μέσα στο οποίο είναι βυθισμένο το σώμα



Κριτήρια βύθισης και πλεύσης των ομογενών σωμάτων

Με βάση την έννοια 'Ανωση'(*)	Με βάση την έννοια 'Πυκνότητα'
Αν $A > B$, τότε το σώμα επιπλέει	Αν $\rho_{\text{υγρού}} > \rho_{\text{σώματος}}$ τότε το σώμα επιπλέει
Αν $A = B$ τότε το σώμα αιωρείται μέσα στο υγρό	Αν $\rho_{\text{υγρού}} = \rho_{\text{σώματος}}$ τότε το σώμα αιωρείται μέσα στο υγρό
Αν $A < B$ τότε το σώμα βυθίζεται	Αν $\rho_{\text{υγρού}} < \rho_{\text{σώματος}}$ τότε το σώμα βυθίζεται

(*) Το κριτήριο ισχύει για ένα ομογενές σώμα εξ' ολοκλήρου βυθισμένο στο υγρό



Ερωτήσεις (Στερεά/Υγρά) (1)

- Πόση είναι η άνωση που ασκείται σε ένα βυθισμένο σώμα σε σχέση με το βάρος του εκτοπιζομένου υγρού;
 - Η άνωση που ασκείται σε ένα βυθισμένο σώμα είναι ίση με το βάρος του εκτοπιζομένου υγρού (Αρχή του Αρχιμήδη)
- Αν ένα δοχείο ενός λίτρου (lt) είναι βυθισμένο κατά το ήμισυ στο νερό, πόσος είναι ο όγκος του εκτοπιζομένου νερού; Πόση είναι στην περίπτωση αυτή η δύναμη της άνωσης στο δοχείο;
 - Ο όγκος του εκτοπιζόμενου νερού είναι ίσος με τον όγκο του βυθισμένου μέρους του δοχείου. Άρα είναι 0,5 lt. Η άνωση είναι ίση με το βάρος του νερού που εκτοπίζει ο όγκος του βυθισμένου μέρους του δοχείου.

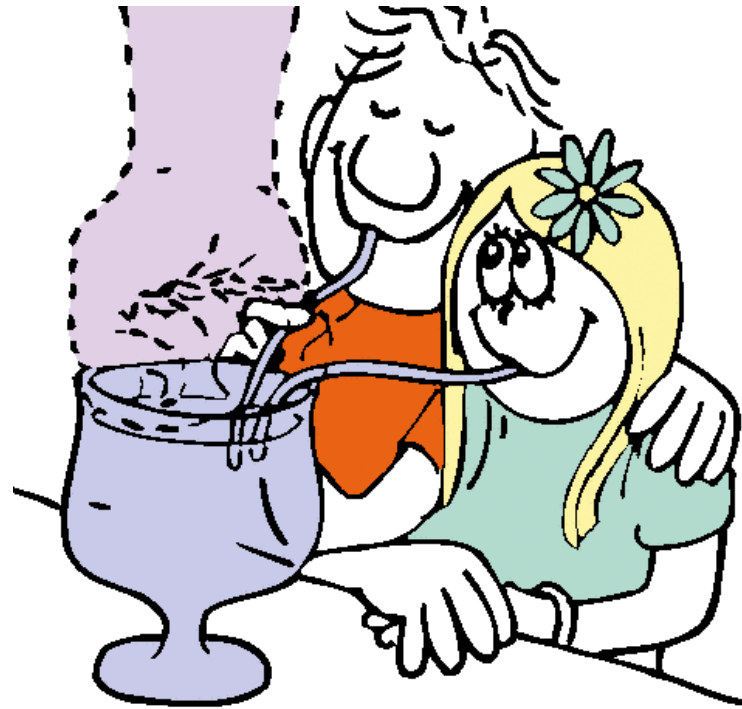


Ερωτήσεις (Στερεά/Υγρά) (2)

- Ένα κομμάτι αλουμίνιο όγκου 10cm^3 τοποθετείται σε ένα ποτήρι γεμάτο νερό μέχρι τα χείλη. Το ποτήρι ξεχειλίζει. Κάνουμε το ίδιο σε ένα άλλο ποτήρι με ένα κομμάτι μόλυβδο όγκου 10cm^3 . Το κομμάτι του μόλυβδου εκτοπίζει μεγαλύτερη, μικρότερη ή την ίδια ποσότητα νερού; Γιατί;
 - Το κομμάτι του μόλυβδου εκτοπίζει ίση ποσότητα νερού με αυτή που εκτοπίζει το κομμάτι αλουμινίου αφού και στις δύο περιπτώσεις ο όγκος του εντοπιζόμενου νερού είναι ίδιος (10cm^3). Ο όγκος του εντοπιζόμενου νερού είναι ίδιος διότι σε κάθε περίπτωση είναι ίσος με τον όγκο του βυθισμένου μέρους (δηλαδή ολόκληρων) των κομματιών αλουμινίου και μολύβδου.



Ιδιότητες της ύλης



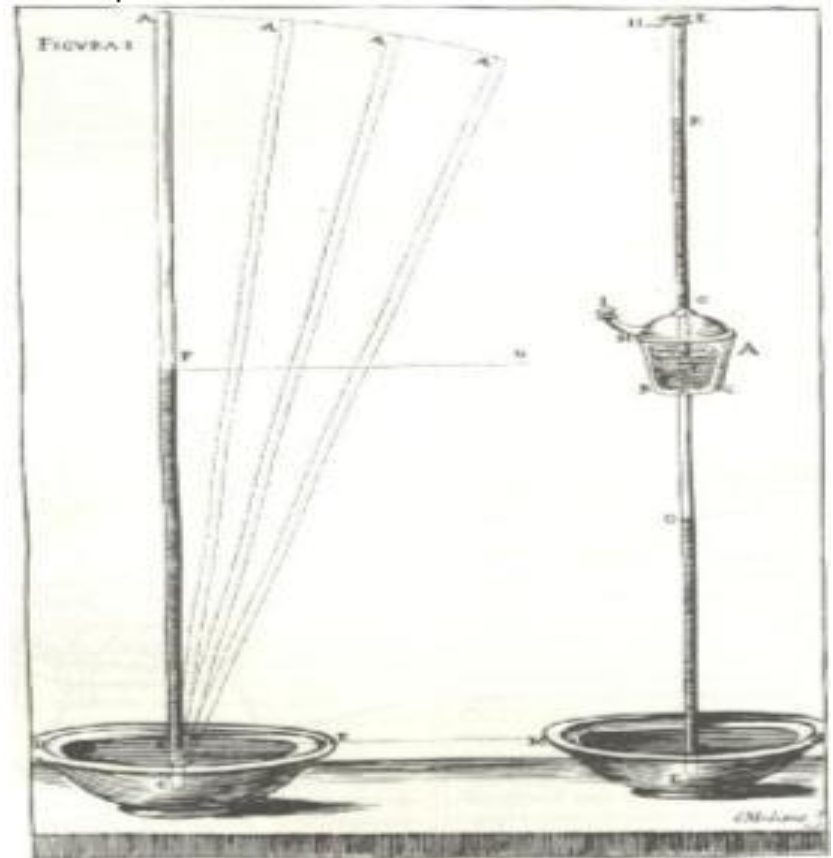
Εικόνα 17



Η εξήγηση του Torricelli για την ατμοσφαιρική πίεση (1)



Εικόνα 18

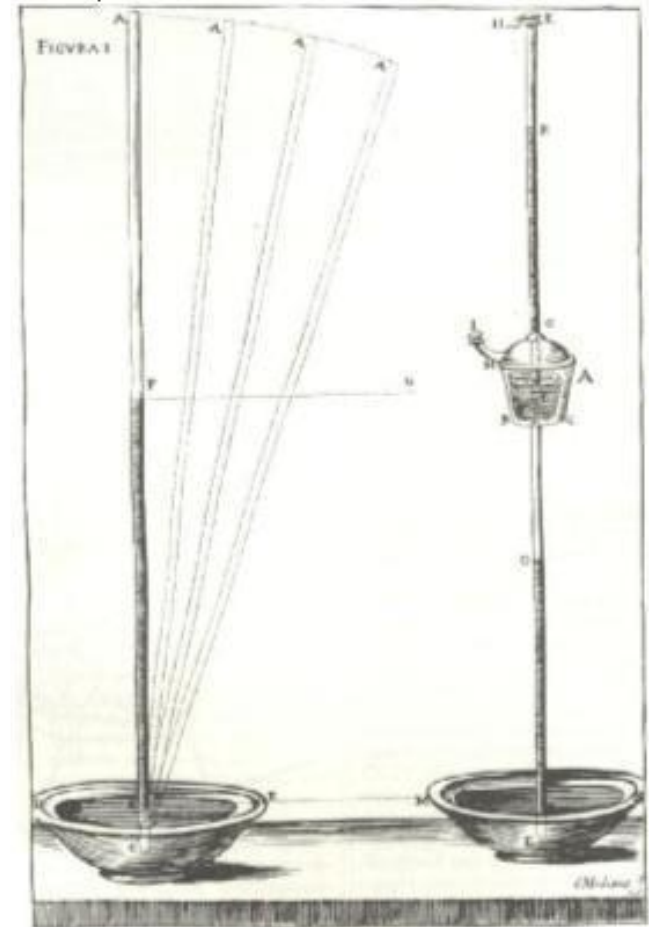


Εικόνα 19



Η εξήγηση του Torricceli για την ατμοσφαιρική πίεση (2)

- **ΥΠΟΘΕΣΗ:** Η Γη ολόκληρη «κλυμπάει» μέσα σε ωκεανό από αέρα ο οποίος εξαιτίας του βάρους του προκαλεί πίεση στην επιφάνεια της γης. Η πίεση στην επιφάνεια του νερού θα πρέπει να είναι το **αίτιο** το οποίο **υποβαστάζει** μια στήλη υγρού υδραργύρου περίπου 76 εκατοστών.
- **ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ / ΕΠΙΒΕΒΑΙΩΣΗ ΥΠΟΘΕΣΗΣ:** Με μια απλή και έξυπνη στη σύλληψη διάταξη, η υπόθεσή του επιβεβαιώνεται. Ο υδράργυρος επίμονα στέκεται σε **ύψος 76 εκατοστών** περίπου από την επιφάνεια του υδραργύρου της λεκάνης, ακόμα κι αν ο σωλήνας βρίσκεται σε κλίση.



Εικόνα 20



Η εξήγηση του Torricelli για την ατμοσφαιρική πίεση (3)

- **Η ΑΝΤΙΠΑΛΗ ΙΔΕΑ:** Οι αντίπαλοι του **δεν πείθονται** ότι η στήλη υδραργύρου στηρίζεται λόγω της δύναμης του αέρα (ατμοσφαιρική πίεση). Θεωρούν ότι η «φύση απεχθάνεται (σχεδόν) το κενό» και γι' αυτό καλύπτεται ο χώρος από τον υδράργυρο.
- **ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ PASCAL:** Αν η πίεση του αέρα είναι πράγματι το αίτιο για την ανύψωση του υδραργύρου στο βαρομετρικό σωλήνα του Torricelli, τότε σε ένα **ορισμένο υψόμετρο** ο υδράργυρος θα στεκόταν σε ύψος **μικρότερο** από 76 εκατοστά.
- **ΕΠΙΒΕΒΑΙΩΣΗ ΤΗΣ ΥΠΟΘΕΣΗΣ:** Τα δεδομένα από το πείραμα δικαιώνουν τον Torricelli και δίνουν το τελειωτικό χτύπημα στο δόγμα «η φύση απεχθάνεται το κενό».



Το πείραμα του Pascal

Ο Pascal για να επιβεβαιώσει τις ιδέες του Torricelli επαναλαμβάνει το πείραμά του σε μεγάλο υψόμετρο.

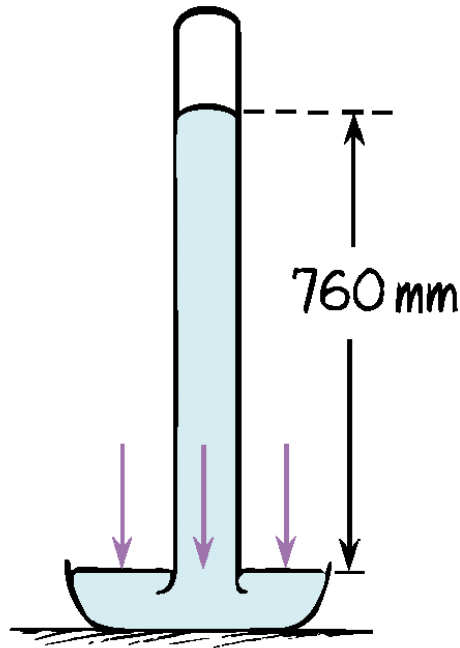


Εικόνα 21

Ποια ιδέα ακριβώς ήθελε να επιβεβαιώσει;
Ποια ακριβώς παρατήρηση θα επιβεβαίωνε τις ιδέες του Torricelli;



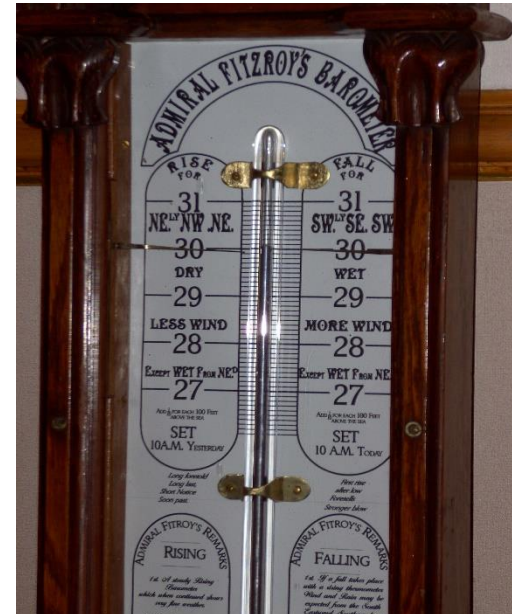
Το βαρόμετρο



ΕΙΚΟΝΑ 14.7 Ένα απλό υδραργυρικό βαρόμετρο.

Υδραργυρικό βαρόμετρο
(αριστερά)

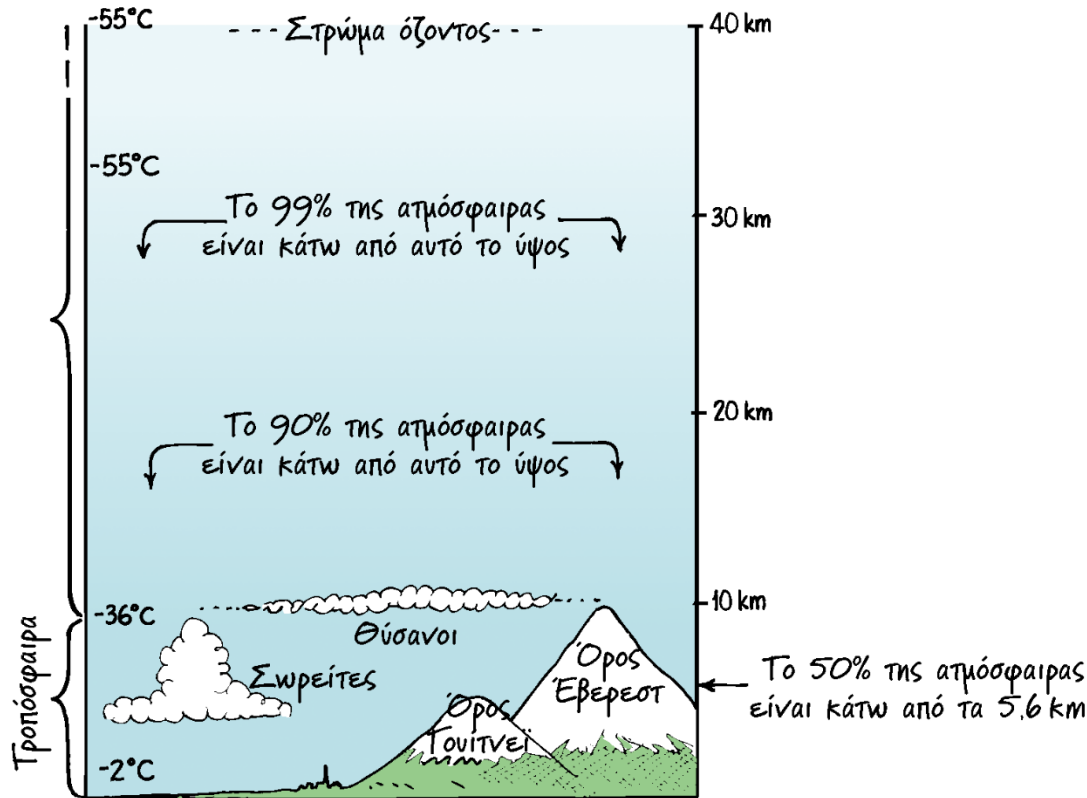
Μεταλλικό βαρόμετρο (δεξιά)



Εικόνα 23



Η ελάττωση της ατμοσφαιρικής πίεσης σε συνάρτηση με το ύψος



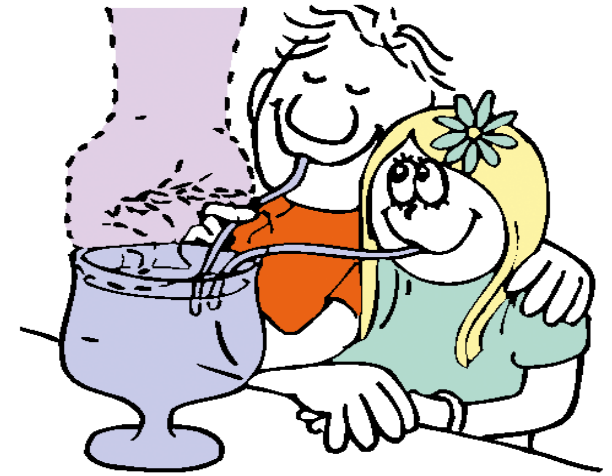
ΕΙΚΟΝΑ 14.1 Η ατμόσφαιρα της Γης. Ο αέρας είναι πιο συμπιεσμένος στη στάθμη της θάλασσας απ' ό,τι στα μεγαλύτερα υψόμετρα. Όπως ένας τεράστιος σωρός από φτερά, ο αέρας στον «πυθμένα» συμπιέζεται περισσότερο από τον αέρα στην κορυφή.

Εικόνα 24

Άνωση = Βάρος του νερού που εκτοπίζει το βυθισμένο σώμα



Περιοχές με διαφορετική πίεση



Όχι, γιατί στην σελήνη δεν υπάρχει ατμόσφαιρα και συνεπώς ούτε ατμοσφαιρική πίεση.

ΕΙΚΟΝΑ 14.8 Αν θέλουμε να κυριολεκτούμε, τα παιδιά της εικόνας δεν ρουφάνε τη σόδα προς τα πάνω με το καλαμάκι, αλλά ελαττώνουν την πίεση μέσα σε αυτό, επιτρέποντας έτσι στο βάρος της ατμόσφαιρας να πιέσει το υγρό προς τα πάνω μέσα στο καλαμάκι. Θα μπορούσαν να πουν σόδα με τον τρόπο αυτόν στη Σελήνη;

Εικόνα 25



Γιατί φουσκώνει το μπαλόνι μέσα στο δοχείο από το οποίο αφαιρούμε αέρα;



Εικόνα 26

Η πίεση του αέρα που βρίσκεται μέσα στην στο δοχείο μειώνεται αφού αφαιρείται ο αέρας. Η πίεση όμως του αέρα που βρίσκεται μέσα στο μπαλόνι παραμένει η ίδια (είναι δηλαδή μεγαλύτερη από την πίεση του αέρα που βρίσκεται μέσα στην αντλία κενού. Συνεπώς ο αέρας μέσα στο μπαλόνι τείνει να διασταλεί (το μπαλόνι φουσκώνει).



Ερωτήσεις (Αέρια) (1/2)

- Ποια είναι η αιτία της ατμοσφαιρικής πίεσης;
 - Η ατμοσφαιρική πίεση οφείλεται στο βάρος του αέρα που της ατμόσφαιρας. Ουσιαστικά ζούμε στον πυθμένα ενός ωκεανού από αέρα.
- Σε ποιο ύψος από τη στάθμη της θάλασσας πρέπει να ανεβείτε για να έχετε από κάτω τη μισή ατμόσφαιρα;
 - Δείτε τη διαφάνεια 32.
- Όταν πίνετε ένα υγρό με καλαμάκι, το υγρό αναρροφάται ή ωθείται προς τα πάνω; Τι είναι αυτό που το ωθεί; Αιτιολογείστε την απάντησή σας.
 - Δείτε τη διαφάνεια 33.



Ερωτήσεις (Αέρια) (2/2)

- Τι θα συνέβαινε στα αντικείμενα ενός αεροπλάνου που πετά σε ύψος 10 Km αν παρ' ελπίδα άνοιγε μια τρύπα σε αυτό;
 - Η πίεση μέσα στο αεροπλάνο διατηρείται σταθερή (όση δηλαδή είναι η ατμοσφαιρική πίεση στο επίπεδο της θάλασσας) ώστε οι επιβάτες να αισθάνονται άνετα. Αντιθέτως η πίεση του αέρα εκτός αεροπλάνου είναι πολύ μικρότερη (δείτε και τη διαφάνεια 30). Αν άνοιγε μια τρύπα τότε η διαφορά εσωτερικής και εσωτερικής πίεσης θα δημιουργούσε δυνάμεις οι οποίες θα έσπρωχνα τα εντός του αεροπλάνου αντικείμενα προς τα έξω.



Τέλος Ενότητας



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Σημειώματα



Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση **1.00**.



Σημείωμα Αναφοράς

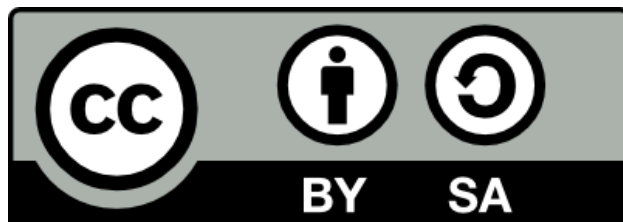
Copyright Πανεπιστήμιο Πατρών, Σχολή Κοινωνικών και Ανθρωπιστικών Επιστημών, Τμήμα Επιστημών της Εκπαίδευσης και της Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία, Δημήτρης Κολιόπουλος, «Εισαγωγή στις Φυσικές Επιστήμες και την Επιστημονική Καλλιέργεια Ι» Έκδοση: 1.0. Πάτρα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:

<https://eclass.upatras.gr/courses/PN1431/>



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



1] <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Σύμφωνα με αυτήν την άδεια ο δικαιούχος σας δίνει το δικαίωμα να:

Μοιραστείτε — αντιγράψετε και αναδιανέμετε το υλικό

Προσαρμόστε — αναμείξτε, τροποποιήστε και δημιουργήστε πάνω στο υλικό για κάθε σκοπό

Υπό τους ακόλουθους όρους:

Αναφορά Δημιουργού — Θα πρέπει να καταχωρίσετε αναφορά στο δημιουργό, με σύνδεσμο της άδειας

Παρόμοια Διανομή — Αν αναμείξτε, τροποποιήσετε, ή δημιουργήσετε πάνω στο υλικό, πρέπει να διανείμετε τις δικές σας συνεισφορές υπό την ίδια άδεια όπως και το πρωτότυπο

Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (1/4)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνα 1: <http://jurnallaporan.blogspot.gr/2011/01/kenapa-gunung-es-bisa-mengambang.html>

Εικόνα 2: Hewitt, P. (2004). *Οι έννοιες της φυσικής*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.

Εικόνα 3: Hewitt, P. (2004). *Οι έννοιες της φυσικής*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.

Εικόνα 4: <http://irwinscienceeducation.com/?q=product/precision-dynamometer-01-n>

Εικόνα 5: Hewitt, P. (2004). *Οι έννοιες της φυσικής*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.

Εικόνα 6:

http://www.teamstraus.com/SchoolDaysBorder_files/Class%20Events/force%20meter.gif



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (2/4)

Εικόνα 7: Αρχιμήδης

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%81%CF%87%CE%B9%CE%BC%CE%AE%CE%B4%CE%B7%CF%82>

Σημείωμα χρήσης: CC BY-SA 3.0

Εικόνα 8: https://en.wikipedia.org/wiki/Cruise_ship

Σημείωμα χρήσης: CC BY-SA 3.0

Εικόνα 9: Αρχιμήδης

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Archimedes1.jpg>

Σημείωμα χρήσης: CC BY-SA 3.0

Εικόνες 10-15: Hewitt, P. (2004). *Οι έννοιες της φυσικής*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (3/4)

Εικόνα 16: Νεκρά Θάλασσα

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dead_Sea_21.jpg

Σημείωμα χρήσης: CC BY-SA 3.0

Εικόνα 17: Hewitt, P. (2004). *Οι έννοιες της φυσικής*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.

Εικόνες 18-20: Torricelli

<http://www.eduportal.gr/peiramatikh-methodos-dapontes/>

Εικόνα 21: Πείραμα Pascal

<http://www.eduportal.gr/peiramatikh-methodos-dapontes/>



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (4/4)

Εικόνα 22: Hewitt, P. (2004). *Οι έννοιες της φυσικής*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.

Εικόνα 23:

<http://www.meteormetrics.com/fitzroyrestoration.htm>

Εικόνα 24: Hewitt, P. (2004). *Οι έννοιες της φυσικής*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.

Εικόνα 25: Hewitt, P. (2004). *Οι έννοιες της φυσικής*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.

Εικόνα 26: Αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του διδάσκοντα Δ. Κολιόπουλου

