

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΠΙΕΣΗ

Τα πειράματα της ενότητας αυτής παρουσιάζονται ταξινομημένα σε δυο ομάδες. Στην πρώτη ομάδα παρουσιάζονται φαινόμενα που παρατηρούνται τη στιγμή της ισότητας των πιέσεων, ανεξάρτητα αν έχει προηγηθεί ή όχι μια φάση υπερπίεσης. Στη δεύτερη ομάδα παρουσιάζονται φαινόμενα που οφείλονται στην αρχική διαφορά μεταξύ της ατμοσφαιρικής πίεσης και της υποπίεσης που υπάρχει σε ένα χώρο. Εδώ τα φαινόμενα παρατηρούνται στη φάση που υπάρχει αυτή η διαφορά πιέσεων. Η υποπίεση, στα πειράματα που παρουσιάζονται εδώ, προκαλείται α) αφαιρώντας αέρα από τον χώρο β) με αύξηση του όγκου που καταλαμβάνει μια συγκεκριμένη ποσότητα αέρα και γ) με θέρμανση του αέρα που καταλαμβάνει ένα ανοιχτό συγκεκριμένο χώρο (ή/και αντικατάσταση αυτού του αέρα από υδρατμούς) και στη συνέχεια, αφού απομονωθεί ο χώρος αυτός από το περιβάλλον του, με ψύξη. Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα πειράματα κάθε ομάδας.

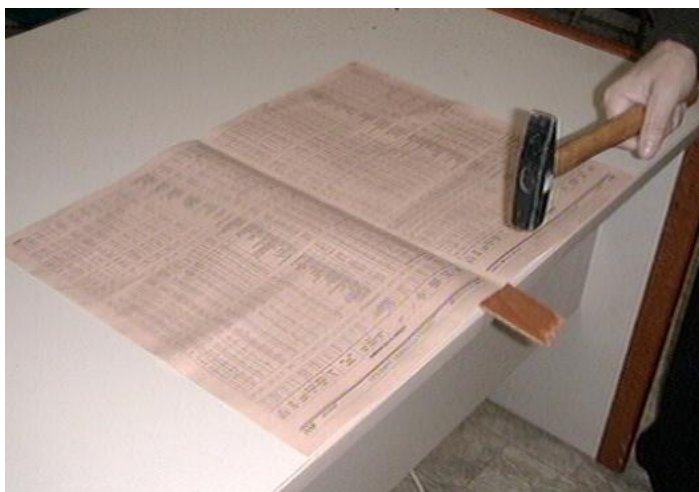
1^η Ομάδα: τα φαινόμενα παρατηρούνται τη στιγμή της ισότητας των πιέσεων

α) Φαινόμενα που εξηγούνται με μόνη την ύπαρξη της ατμοσφαιρικής πίεσης

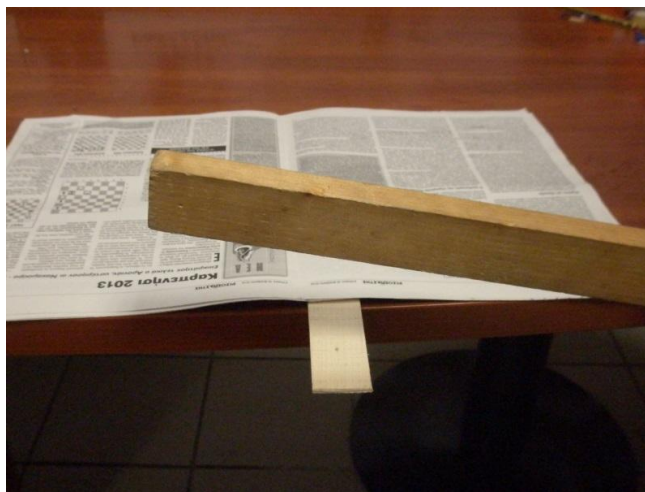
Πείραμα 1: Όταν μια σελίδα εφημερίδας αντέχει περισσότερο από ένα σανίδι.

Τι χρειάζεσαι: Μια λεπτή και στενή λωρίδα ξύλου (διαστάσεων π.χ.: μήκος 40 εκατοστά του μέτρου (cm), πλάτος 3-5 εκατοστά του μέτρου (cm), πάχος 3-4 χιλιοστά του μέτρου (mm), μια εφημερίδα, ένα σφυρί, τραπέζι.

Τι θα κάνεις: Τοποθέτησε το ξύλο πάνω στο τραπέζι έτσι ώστε 15-20cm να είναι έξω από το τραπέζι. Στρώσε 2-3 διπλά φύλλα της εφημερίδας (το ένα πάνω στο άλλο) στο τραπέζι πάνω από το ξύλο, προσεχτικά ώστε να υπάρχει όσο το δυνατό λιγότερος αέρας ανάμεσα στην εφημερίδα και στο τραπέζι. «Στρώσε» με τα χέρια σου την εφημερίδα ώστε να φύγει, όσο το δυνατό, ο αέρας κάτω από αυτήν (στη φωτογραφία 14β δεν έχει γίνει αυτό με επιτυχία, το ξύλο θα σπάσει αλλά στη συνέχεια θα συρθεί έξω από την εφημερίδα. Στη φωτογραφία 14α θα μείνει κάτω από την εφημερίδα). Χτύπα με το σφυρί δυνατά και απότομα το μέρος του ξύλου που είναι έξω από το τραπέζι, φωτογραφία 14.



Φωτογραφία 14α



Φωτογραφία 14β

Τι θα δεις: Το ξύλο σπάζει, η εφημερίδα μένει στη θέση της.

Ερμηνεία: Το φύλλο της εφημερίδας δεν πετάγεται προς τα πάνω. Η ατμοσφαιρική πίεση ισούται με $10 \frac{N}{cm^2}$, δηλ. λόγω αυτής σε κάθε τετραγωνικό εκατοστό της εφημερίδας ασκείται δύναμη 10N. Το φύλλο της εφημερίδας στη φωτογραφία 14 έχει διαστάσεις 50cm x 40 cm περίπου, και άρα η ασκούμενη από την ατμόσφαιρα δύναμη σε όλο το φύλλο της εφημερίδας, ιδεατά θα μπορούσε να, είναι 20.000N δηλ. ίση με το βάρος σώματος 2000Kg (2 τόνους).

Σημειώσεις: **1)** Κατάλληλο είναι το λεπτό ξύλο (όχι πεπιεσμένο χαρτόνι) που μπαίνει στο πίσω μέρος επίπλων όπως ντουλάπες, βιβλιοθήκες, κτλ. Μπορείς να μαζέψεις από λαϊκές αγορές ξύλα από τελάρα λευκής που πετούν οι έμποροι φρούτων **2)** Φρόντισε να είσαι σε τέτοια θέση όταν κάνεις το πείραμα ώστε να μην μπορεί να πεταχτεί τίποτε προς τους μαθητές σου. **3)** Αν δυσκολεύεσαι να κτυπήσεις το ξύλο με το κεφάλι του σφυριού μπορείς να χρησιμοποιήσεις πιο άνετα το στείλιारी του σφυριού ή ένα κομμάτι ξύλου που μπορείς να το πιάσεις καλά, π.χ. διαστάσεων 2,5 x 5 x 50 Cm. Η χρήση του ξύλου έχει το πλεονέκτημα ότι το κατεβάζεις απότομα χωρίς να σημαδεύεις το λεπτό σανίδι.

Πείραμα 2: Το αναποδογυρισμένο γεμάτο με νερό μπουκάλι που δε χύνεται.

Τι χρειάζεσαι: Ένα ποτήρι, ένα μεγάλο γυάλινο (ή από σκληρό πλαστικό) μπουκάλι νερού, νερό.



Φωτογραφία 15

Τι θα κάνεις: Τοποθέτησε ένα άδειο ποτήρι όρθιο με το στόμιό του προς τα πάνω. Γέμισε το μπουκάλι με νερό και αναποδογύρισέ το πάνω στο ποτήρι ώστε το στόμιο του μπουκαλιού να είναι μέσα στο ποτήρι. Κράτησε το μπουκάλι σε αυτή τη θέση, βλέπε φωτογραφία 15.

Τι θα δεις: Αρχικά χύνεται λίγο νερό από το μπουκάλι στο ποτήρι και όταν το στόμιο του μπουκαλιού βρεθεί μέσα στο νερό, τότε το νερό σταματάει να χύνεται από το μπουκάλι στο ποτήρι.

Ερμηνεία: Η ατμοσφαιρική πίεση εξισορροπεί την πίεση που οφείλεται στο νερό που βρίσκεται μέσα στο μπουκάλι και στον εγκλωβισμένο μέσα στο μπουκάλι αέρα. Σημειώνουμε ότι το μεγαλύτερο μέρος της πίεσης μέσα στο μπουκάλι οφείλεται στον εγκλωβισμένο στο μπουκάλι αέρα. Η ατμοσφαιρική πίεση είναι κανονικά ίση 1033 cm στήλης νερού (76 cm στήλης υδραργύρου).

Παρατήρηση: Αν χρησιμοποιήσεις πλαστικό μπουκάλι με μαλακά τοιχώματα υπάρχει κίνδυνος να παραμορφωθεί όταν το αναποδογυρίσεις και να αποτύχει το πείραμα.

Πείραμα 3: Το αναποδογυρισμένο γεμάτο με νερό ποτήρι που δε χύνεται.

Τι χρειάζεσαι: Ένα ποτήρι, το 1/4 από ένα φύλλο χαρτιού φωτοτυπίας (ή καλύτερα ένα λεπτό χαρτόνι αντίστοιχου μεγέθους), νερό, μια λεκάνη.

Τι θα κάνεις: Γέμισε το ποτήρι με νερό. Γέμισέ το σιγά και προσεχτικά μέχρι να δεις την επιφάνεια του νερού να είναι πάνω από τα χείλη του ποτηριού. Πίεσε απαλά με την παλάμη το χαρτί πάνω στην επιφάνεια του νερού και κρατώντας εκεί την παλάμη σου αναποδογύρισε το ποτήρι πάνω από την λεκάνη, φωτογραφία 16.



Φωτογραφία 16

Πάρε το χέρι σου (η λεκάνη χρειάζεται για την περίπτωση αποτυχίας ώστε να μη γεμίσεις τον τόπο νερά)

Τι θα δεις: Το φύλλο του χαρτιού δεν φεύγει από τα χείλη του ποτηριού και έτσι το νερό δε χύνεται.

Ερμηνεία: Λόγω της ατμοσφαιρικής πίεσης προκαλείται δύναμη στην εξωτερική επιφάνεια του χαρτιού η οποία συγκρατεί το νερό και το χαρτί.

Σημειώσεις. 1) Προσοχή: Το χαρτί να είναι τελείως επίπεδο, σε διαφορετική περίπτωση περνάει αέρας μεταξύ του χαρτιού και της επιφάνειας του νερού με συνέπεια το νερό να χύνεται. Χαρτί που χρησιμοποιήθηκε ήδη στο πείραμα μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα αν χρησιμοποιηθεί και δεύτερη φορά (ελέγχεις αν έχει παραμορφώσεις, αν «ζάρωσε» από το βρέξιμο) **2)** Το χαρτί να μην έχει πολύ μεγαλύτερες διαστάσεις από τις απαιτούμενες να καλύψουν καλά το στόμιο του ποτηριού, σε διαφορετική περίπτωση το χαρτί λυγίζει από το βάρος του και υπάρχει περίπτωση να μπει αέρας ανάμεσα στο χαρτί και την επιφάνεια του νερού. **3)** Μπορείς στην αρχή να δείξεις ότι με άδειο το ποτήρι το χαρτί φεύγει από το στόμιο του ποτηριού όταν το αναποδογυρίσεις, ενώ δεν φεύγει όταν το ποτήρι είναι γεμάτο με νερό.

β) έχει προηγηθεί μια φάση υπερπίεσης

Πείραμα 1: Το αναποδογυρισμένο μισογεμάτο με νερό ποτήρι που δε χύνεται.

Μπορείς να κάνεις το προηγούμενο πείραμα έχοντας όμως τώρα βάλει στο ποτήρι νερό μέχρι τη μέση ή και πολύ λιγότερο. Όταν βάλεις το χαρτί στο στόμιο του ποτηριού θα υπάρχει αέρας και από τη μέσα και από την έξω πλευρά του χαρτιού με πίεση ίση με την ατμοσφαιρική. Έτσι αρχικά, όταν με τη βοήθεια της παλάμης σου, γυρίσεις το ποτήρι: στην εσωτερική επιφάνεια του χαρτιού η πίεση, η οποία οφείλεται στο νερό που περιέχει το ποτήρι και στον εγκλωβισμένο στο ποτήρι αέρα, είναι μεγαλύτερη από την πίεση έξω από το ποτήρι, η οποία οφείλεται στον ατμοσφαιρικό αέρα. Αφήνεις να τρέξουν μερικές σταγόνες νερού έξω από το ποτήρι, οπότε ο αέρας μέσα στο ποτήρι απλώνεται σε μεγαλύτερο χώρο και η πίεσή του γίνεται μικρότερη από την

ατμοσφαιρική. Αν απομακρύνεις το χέρι σου το νερό δεν χύνεται. Στην ισορροπία η πίεση μέσα στο ποτήρι, η οποία οφείλεται στο νερό που περιέχει το ποτήρι και στον εγκλωβισμένο στο ποτήρι αέρα, προκαλεί στο χαρτί δύναμη προς τα κάτω (αυξημένη κατά το βάρος του χαρτιού) ίση με την δύναμη που προκαλεί στην εξωτερική επιφάνεια του χαρτιού, προς τα πάνω, η ατμοσφαιρική πίεση, φωτογραφία 17.

Σημείωση: το πείραμα με το μισογεμάτο ποτήρι είναι λίγο πιο δύσκολο από το αντίστοιχο με το γεμάτο ποτήρι, πρέπει να κρατήσεις αρχικά το χαρτί με την παλάμη σου και να αφήσεις να φύγει λίγο νερό μέχρι να αποκατασταθεί η ισορροπία. Προφανώς και αν φύγει λίγο περισσότερο νερό πάλι το χαρτί ισορροπεί. Γιατί;



Φωτογραφία 17

Άσκηση: Μπορείς, για το ποτήρι και το νερό που έχεις, να βρεις πόσα ml νερού πρέπει να αφήσεις να χυθούν για να «κρατηθεί» το χαρτί στη θέση του;

Πείραμα 2: Ο κλέφτης του νερού.

Τι χρειάζεσαι: Ένα πλαστικό μπουκάλι του μισού λίτρου από αναψυκτικό, μια πλαστική λεκάνη π.χ. λεκάνη μπουγάδας, νερό, ένα μεσαίου μεγέθους καρφί, ένα γκαζάκι.

Τι θα κάνεις: Κρατάς το καρφί από τη μεριά του «κεφαλιού» του με ένα χαρτί (για να μην κάψεις τα δάχτυλά σου) και το ζεσταίνεις στη φλόγα από το γκαζάκι. Ακουμπώντας την ζεσταμένη μύτη του καρφιού στο πλευρικό τοίχωμα του μπουκαλιού άνοιξε 4 τρύπες, γύρω - γύρω και κοντά στον πάτο, βλέπε φωτογραφία 18, όλες στο ίδιο ύψος. Γέμισε τη λεκάνη με νερό. Κράτησε για λίγο το μπουκάλι όρθιο μέσα στη λεκάνη έτσι ώστε να ακουμπάει στον πάτο της λεκάνης. Τι θα συμβεί, όταν το βγάλεις από το νερό; Γιατί; Κράτα πάλι για λίγη ώρα το μπουκάλι όρθιο μέσα στο νερό της λεκάνης. Στη συνέχεια κλείσε το καλά με το καπάκι του και βγάλε το από τη λεκάνη.

Τι θα δεις: Όταν βγάλεις από το νερό το μπουκάλι, κλεισμένο καλά με το καπάκι του, από τις τρύπες του μπουκαλιού τρέχει λίγο νερό στην αρχή και μετά σταματά. (Αν συνεχίσει να τρέχει νερό από τις τρύπες, ξεβίδωσε το καπάκι του μπουκαλιού, γέμισε το μπουκάλι με νερό μέχρι πάνω και βίδωσε γρήγορα πάλι το καπάκι.

Τώρα θα τρέξει λίγο νερό από τις τρύπες και θα σταματήσει. Γιατί;)

Ερμηνεία: Αρχικά όταν κλείσει το καπάκι ο αέρας που υπάρχει μέσα στο μπουκάλι έχει πίεση ίση με την ατμοσφαιρική. Έτσι στην επιφάνεια μιας τρύπας η πίεση μέσα στο μπουκάλι (η οποία οφείλεται στο νερό που περιέχει το μπουκάλι και στον εγκλωβισμένο στο μπουκάλι αέρα) είναι μεγαλύτερη από την πίεση έξω από το μπουκάλι (η οποία οφείλεται στον ατμοσφαιρικό αέρα). Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να τρέξει λίγο νερό έξω από το μπουκάλι, οπότε ο εγκλωβισμένος μέσα στο μπουκάλι αέρας απλώνεται σε μεγαλύτερο χώρο και η πίεσή του ελαττώνεται. Αρκεί να χυθεί λίγο νερό από το μπουκάλι για να μεταβληθεί, ώστε να φτάσει στην κατάλληλη τιμή η πίεση του εγκλωβισμένου αέρα.

Τελικά όταν η πίεση μέσα στο μπουκάλι γίνει ίση με την πίεση έξω από το μπουκάλι το νερό σταματά να χύνεται.



Φωτογραφία 18

Σημείωση: 1) Μπορείς να ανοίξεις πολύ εύκολα τρύπες στο μπουκάλι, αν, αφού ζεστάνεις το καρφί, στη φλόγα από ένα γκαζάκι, το πιάσεις με μια πένσα (με μονωτικό στις λαβές της) και το πιέσεις, κάθετα προς το τοίχωμα, εκεί που θέλεις να ανοίξεις την τρύπα, φωτογραφία 18. **2)** Αν χρησιμοποιήσεις μεγάλο μπουκάλι, π.χ. μπουκάλι αναψυκτικού των 1,5 λίτρων, με σχετικά λίγο νερό υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να αποτύχεις. Γιατί; **3)** Μπορείς, για το μπουκάλι και το νερό που έχεις, να βρεις πόσα ml νερού (σταγόνες) θα χυθούν μέχρι να σταματήσει το νερό να χύνεται; **4)** Μπορείς αντί να κάνεις τις τρύπες στο παλιό τοίχωμα να τις κάνεις στον πυθμένα του μπουκαλιού.

Παρατήρηση: Αντίστοιχη συσκευή ήταν γνωστή στους αρχαίους Έλληνες ως “ο κλέφτης του νερού” και το σχετικό πρόβλημα θα διατυπωνόταν ως εξής: “Πώς μπορούμε να κλέψουμε νερό με τρύπιο δοχείο;”

2^η Ομάδα: παρουσιάζονται φαινόμενα που οφείλονται στη διαφορά μεταξύ της ατμοσφαιρικής πίεσης και της υποπίεσης που αρχικά υπάρχει σε ένα χώρο.

α) Αρχική δημιουργία υποπίεσης με αφαίρεση μέρους του αέρα που καταλαμβάνει το χώρο.

Πείραμα 1: Πώς (δεν) πίνουμε νερό με καλαμάκι;

Τι χρειάζεσαι: ένα καθαρό, σχετικά μικρό, γυάλινο μπουκάλι, ένα καλαμάκι, καθαρό νερό, πλαστελίνη.

Τι θα κάνεις: Γέμισε το μπουκάλι με καθαρό νερό, πέρασε από το λαιμό του μπουκαλιού ένα καλαμάκι και στη συνέχεια ζήτησε από ένα μαθητή σου να προσπαθήσει να πει ρουφώντας συνέχεια. Μετά από αυτό γέμισε πάλι το μπουκάλι με καθαρό, πόσιμο, νερό και πέρασε από το λαιμό του μπουκαλιού ένα καλαμάκι. Στη συνέχεια κλείσε το λαιμό του μπουκαλιού αεροστεγώς με πλαστελίνη. Ζήτησε από τον ίδιο μαθητή να προσπαθήσει να πει, ρουφώντας συνέχεια.

Τι θα δεις: Τη δεύτερη φορά δεν μπορεί να πει παρόλο που ρουφάει. Τι θα συμβεί αν αφαιρεθεί η πλαστελίνη; Γιατί;

Ερμηνεία για το πώς πίνουμε νερό με καλαμάκι: Ρουφάμε τον αέρα (μέρος του) από το καλαμάκι, αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία μέσα σε αυτό πίεσης μικρότερης από την ατμοσφαιρική. Η διαφορά πίεσης μέσα και έξω από το καλαμάκι, δηλ. στην επιφάνεια του υγρού (όπου έχουμε ατμοσφαιρική πίεση), δημιουργεί δύναμη που οδηγεί το υγρό στο στόμα μας. Αν κλείσουμε αεροστεγώς το μπουκάλι τι συμβαίνει με την πίεση στην επιφάνεια του νερού, μέσα στο μπουκάλι; Γιατί αρχικά μπορούμε να πιούμε λίγο νερό;

Σημειώσεις: 1) Πρέπει όποιος κάνει το πείραμα να προσπαθήσει να πίνει συνεχώς και όχι να σταματά, να παίρνει το στόμα του από το καλαμάκι και μετά να ξαναρουφάει. Με αυτό τον τρόπο είναι δυνατό να πίνει με μικρές γουλιές, λόγω της πίεσης που αρχικά ασκεί ο εγκλωβισμένος στο μπουκάλι αέρας. **2)** Μπορείς να κάνεις το πείραμα, με καλά αποτελέσματα, χρησιμοποιώντας ένα μικρό πλαστικό μπουκάλι νερού (0,5l). Ανοίγεις μια μικρή τρύπα στο καπάκι του από όπου περνάς ένα καλαμάκι. Κλείνεις από το έξω μέρος τα κενά από την τρύπα (ανάμεσα στο καλαμάκι και το υπόλοιπο καπάκι) με πλαστελίνη. Γέμισε το μπουκάλι και προσπάθησε να πεις. (το σκληρό μικρό πλαστικό μπουκάλι είναι δύσκολο να παραμορφωθεί, άρα δεν πίνεις. Πριν το δοκιμάσεις με τους μαθητές σου βεβαιώσου ότι πλαστικό μπουκάλι που έχεις δεν παραμορφώνεται όταν ρουφάς. Αν παραμορφώνεται αναζήτησε άλλο με σκληρότερα τοιχώματα ή χρησιμοποίησε γυάλινο μπουκάλι.)

Παρατήρηση: Αν χρησιμοποιήσεις χάρτινο κουτί από χυμό, τα τοιχώματα του χάρτινου κουτιού υποχωρούν με το ρούφηγμα. Η υποχώρηση αποδίδεται από το μαθητή στο ρούφηγμα και όχι στην ύπαρξη του ατμοσφαιρικού αέρα και την πίεση που αυτός δημιουργεί.

Πείραμα 2: Βεντούζα σε λείες και τραχιές επιφάνειες

Τι χρειάζεσαι: Μια πλαστική βεντούζα από αυτές που χρησιμοποιούν να κολλάνε κουκλάκια ή σκίαστρα στα πλαϊνά τζάμια των αυτοκινήτων, φωτογραφία 19α. Μπορείς να χρησιμοποιήσεις και μεγαλύτερες βεντούζες, αυτές που χρησιμοποιούμε για ξεβούλωμα του νεροχύτη, φωτογραφία 19β.

Τι θα κάνεις: Πίεσε την βεντούζα σε διάφορες επιφάνειες λιγότερο ή περισσότερο λείες π.χ. τζάμια, επιφάνεια γραφείου, μάρμαρα, τοίχους, φωτογραφίες 16α, 16β. Προσπάθησε να την πάρεις. Τι παρατηρείς. Πότε τραβάς με μεγαλύτερη δύναμη για να την “ξεκολλήσεις”; Πώς μπορείς να την κάνεις να “ξεκολλήσει” πολύ εύκολα;



Φωτογραφία 19α

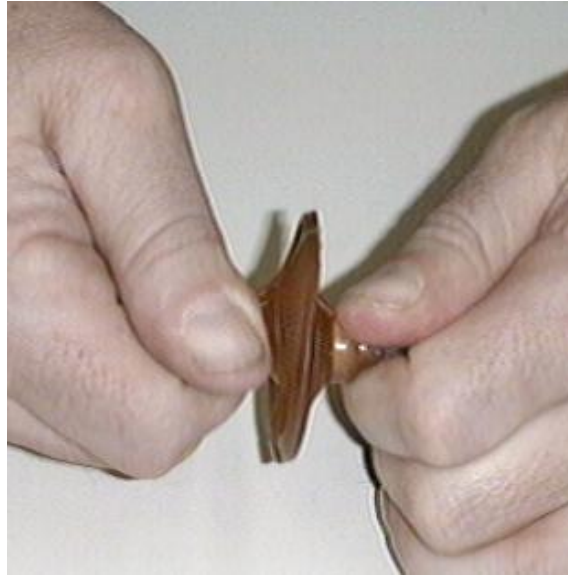


Φωτογραφία 19β

Τι θα δεις: Η βεντούζα “κολλάει” στις λείες επιφάνειες, όπου και χρειάζεται μεγαλύτερη δύναμη για να την τραβήξεις από ότι στις λιγότερο λείες. Στις τραχιές επιφάνειες δεν “κολλάει”.

Ερμηνεία: Όταν πατάς προς τα κάτω την επιφάνεια της βεντούζας ο αέρας (ή έστω μέρος του) που είναι ανάμεσα στη βεντούζα και στην επιφάνεια φεύγει και εκεί υπάρχει υποπίεση. Πάνω από τη βεντούζα υπάρχει ατμοσφαιρική πίεση. Αποτέλεσμα της διαφοράς πιέσεων στις δυο πλευρές του τοιχώματος της βεντούζας είναι η άσκηση δύναμης.

Κάνε κάτι ακόμη: 1) Με δυο βεντούζες μπορείς να φτιάξεις κάτι ανάλογο με τα ημισφαίρια του Μαγδεμβούργου, φωτογραφία 19γ. **ΠΡΟΣΟΧΗ:** Αν οι μαθητές προσπαθήσουν να αποκολλήσουν τις βεντούζες, αυτές της φωτογραφίας 19β, χρειάζεται προσοχή να μη χτυπήσουν ή πέσουν κάτω όταν τις αποκολλήσουν.



Φωτογραφία 19γ

2) Προσπάθησε με δυο βεντούζες σαν αυτές της φωτογραφίας 19β να σηκώσεις ένα τραπέζοθρανίο. Ρίξε λίγο νερό στην επιφάνεια ενός τραπέζοθρανίου πριν τοποθετήσεις τις βεντούζες. Γιατί;



Φωτογραφία 19δ

Υπάρχουν ειδικές βεντούζες για την μεταφορά και τοποθέτηση μεγάλων υάλινων επιφανειών, φωτογραφία 19δ.

Ομάδα 2β) Αρχική δημιουργία υποπίεσης με αύξηση του όγκου.

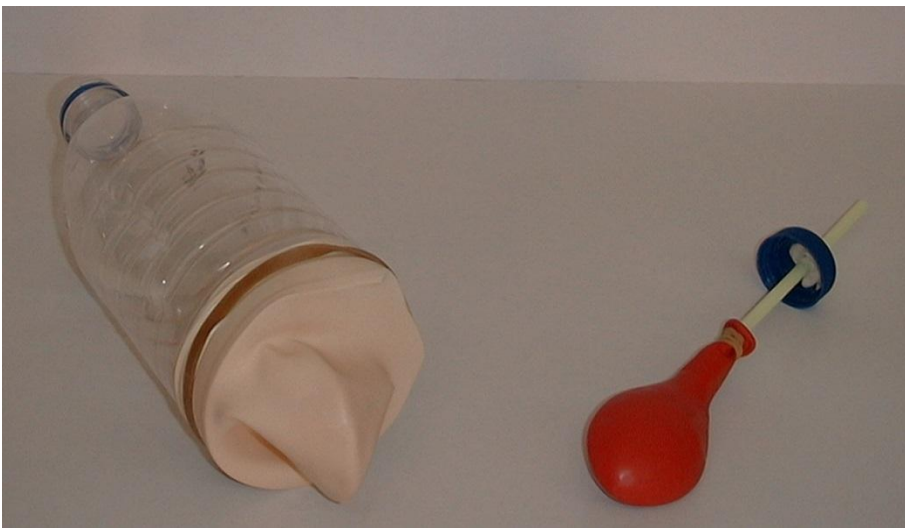
Πείραμα 1: Πώς αναπνέουμε.

Τι χρειάζεσαι: Ένα μεγάλο πλαστικό μπουκάλι από νερό με το καπάκι του, ένα καλαμάκι, ένα μικρό μπαλόνι, ένα μεγάλο μπαλόνι ή πλαστικό γάντι μιας χρήσης, λαστιχάκια, πλαστελίνη, ένα μαχαίρι.

Τι θα κάνεις: Κόψε το πλαστικό μπουκάλι σε δυο μέρη περίπου ίσα, και κράτα το πάνω μισό. Κάνε, με ένα

ζεσταμένο καρφί, μια τρύπα στο καπάκι ώστε να περνάει σφιχτά το καλαμάκι. Πέρασε το καλαμάκι μέσα από την τρύπα. Βάλε την άκρη από το καλαμάκι, που είναι στο εσωτερικό του καπακιού, μέσα στο λαιμό του μικρού μπαλονιού. Χρησιμοποίησε ένα μια κλωστή ή ένα λαστιχάκι για να σφίξεις το λαιμό του μπαλονιού πάνω στο καλαμάκι, φωτογραφία 20α. Για να είσαι σίγουρος ότι δεν έχεις «στραγγαλίσει» το καλαμάκι φύσηξε από την άλλη άκρη του άκρη και βεβαιώσου ότι το μπαλόνι φουσκώνει. Βίδωσε το καπάκι στο μπουκάλι ώστε το μπαλόνι να είναι μέσα στο μπουκάλι. Κόψε το άλλο μπαλόνι (πρέπει να είναι σχετικά μεγάλο), πέτα το μέρος που έχει το λαιμό του και με το άλλο μέρος κλείσε το ανοιχτό κάτω μέρος του μπουκαλιού. Πέρασε ένα πλατύ λαστιχάκι, για να κρατήσεις το κομμάτι του μπαλονιού στη θέση του, φωτογραφία 20α. Έχεις έτσι κλείσει το κάτω μέρος του μπουκαλιού με μια ελαστική μεμβράνη. Πιο εύκολα θα το πετύχεις αν χρησιμοποιήσεις αντί για το μπαλόνι το γάντι μιας χρήσης. Τράβηξε προς τα κάτω την ελαστική μεμβράνη και μετά πίεσε την προς τα πάνω, φωτογραφία 20β.

Τι θα δεις: Όταν τραβάς προς τα κάτω την ελαστική μεμβράνη, το μπαλόνι μέσα στο μπουκάλι φουσκώνει. Όταν την πιέζεις προς τα πάνω, το μπαλόνι ξεφουσκώνει.



Φωτογραφία 20α



Φωτογραφία 20β

Ερμηνεία: Όταν τραβάς την ελαστική μεμβράνη προς τα κάτω, τότε μέσα στο μπουκάλι δημιουργείται υποπίεση διότι ο αέρας που υπάρχει εκεί απλώνεται σε μεγαλύτερο χώρο. Στο εσωτερικό του κόκκινου μπαλονιού υπάρχει πάντα πίεση ίση με την ατμοσφαιρική, αφού το κόκκινο μπαλόνι μέσα από το καλαμάκι συνδέεται πάντα με τον εξωτερικό χώρο. Αυτή η διαφορά πιέσεων έχει ως αποτέλεσμα να μπει αέρας στο κόκκινο μπαλόνι, έτσι αυτό φουσκώνει μέχρις ότου η πίεση μέσα και έξω από αυτό (δηλ. μέσα στο μπουκάλι) να γίνει ίδι-

α. Όταν πιέζεις την ελαστική μεμβράνη προς τα πάνω, τότε μέσα στο μπουκάλι δημιουργείται υπερπίεση διότι ο αέρας που υπάρχει εκεί περιορίζεται σε μικρότερο χώρο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να βγει αέρας από το κόκκινο μπαλόνι, έτσι αυτό ξεφουσκώνει μέχρις ότου η πίεση μέσα σε αυτό και έξω από αυτό (δηλ. μέσα στο μπουκάλι) να γίνει ίδια. (Για απλοποίηση δεν παίρνουμε υπόψη ελαστικές τάσεις της μεμβράνης).

Σημειώσεις: **1)** Για καλύτερα αποτελέσματα πρέπει το μπαλόνι που έχεις βάλει μέσα στο μπουκάλι, να το έχεις προηγουμένως κρατήσει για λίγο φουσκωμένο ώστε να έχει “μαλακώσει”. **2)** Το μπαλόνι που θα χρησιμοποιήσεις για να κλείσεις το κάτω μέρος του μπουκαλιού πρέπει να είναι αρκετά μεγάλο έτσι ώστε η ελαστική μεμβράνη που θα φτιάξεις με αυτό να μπαίνει σχετικά εύκολα στο κάτω μέρος του μπουκαλιού. Αν μπαίνει πολύ σφιχτά τότε τα τοιχώματα του μπουκαλιού παραμορφώνονται και επιπλέον η μεμβράνη δεν μένει στη θέση της. Τέλος έχεις το πλεονέκτημα να μπορείς να κινείς τη μεμβράνη προς τα πάνω ή προς τα κάτω σε μεγάλες σχετικά διαδρομές πετυχαίνοντας έτσι εντονότερο αποτέλεσμα. **3)** Σημαντικό είναι να μη μπορεί να μπει αέρας στο χώρο μεταξύ του εσωτερικού μπαλονιού και του μπουκαλιού (γιατί;). Για να μη μπαίνει αέρας από την τρύπα του καπακιού, από όπου πέρασε το καλαμάκι, γύρισε το καπάκι από το μέσα μέρος του και ρίξε εκεί ρευστή κόλλα, ώστε να κλείσουν τα κενά που μπορεί να υπάρχουν ανάμεσα στο καλαμάκι και στο πλαστικό ή χρησιμοποίησε λίγη πλαστελίνη για να κλείσεις τυχόν υπάρχουσες τρύπες ανάμεσα στο καλαμάκι και στα τοιχώματα της τρύπας. **4)** Μπορείς να χρησιμοποιήσεις μπουκάλι νερού με κυκλικές αυλακώσεις στο τοίχωμά του, οπότε δε χρειάζεται λαστιχάκι για να στερεώσεις το κάτω μπαλόνι. **5) Το κάτω μεγάλο μπαλόνι μπορεί να αντικατασταθεί με μια μικρή πλαστική σακούλα (από αυτές στις οποίες βάζουμε σάντουιτς), βλέπε στο επόμενο πείραμα. Ακόμα καλύτερα μπορείς να χρησιμοποιήσεις ένα γάντι μια χρήσης.**

Παρατήρηση: Η κίνηση της ελαστικής μεμβράνης πάνω - κάτω αντιστοιχεί στην κίνηση του διαφράγματος.

Κάνε κάτι ακόμη: Βύθισε τη μύτη μια σύριγγας στο νερό. (**ΠΡΟΣΟΧΗ:** Να αγοράσεις καινούργια σύριγγα και να πετάξεις αμέσως σε ασφαλές μέρος τη βελόνα της. Μη χρησιμοποιήσεις ποτέ σύριγγα που έχει χρησιμοποιηθεί για οποιοδήποτε φάρμακο). Τράβα το έμβολο προς τα πίσω. Η σύριγγα γεμίζει. Μπορείς να το εξηγήσεις;

Πείραμα 2: Η σακούλα που δε φεύγει από τη θέση της.

Τι χρειάζεσαι: Ένα μεγάλο πλαστικό μπουκάλι από νερό με το καπάκι του, ένα μαχαίρι, ένα λαστιχάκι, μια νάλιλον σακούλα (μικρή, από αυτές στις οποίες βάζουμε σάντουιτς).

Τι θα κάνεις: Κόψε το πλαστικό μπουκάλι σε δυο μέρη περίπου ίσα. Κράτα το πάνω μέρος. Με ξεβιδωμένο το καπάκι του βάλε την πλαστική σακούλα μέσα στο μπουκάλι ώστε τα τοιχώματά της να εφάπτονται με τα τοιχώματα του μπουκαλιού. Γύρισε τα χείλη της σακούλας ώστε να βρεθούν στην έξω μεριά των τοιχωμάτων του μπουκαλιού και στήριξέ τα στο μπουκάλι με το λαστιχάκι όπως βλέπεις στις φωτογραφίες 21α και 21β. Βίδωσε τώρα το καπάκι του μπουκαλιού στη θέση του. Πιάσε με το χέρι σου τη σακούλα και τράβηξέ την, για να τη βγάλεις από το μπουκάλι.

Τι θα δεις: Όταν τραβάς προς τα κάτω τη σακούλα, αυτή δε βγαίνει από το μπουκάλι.

Ερμηνεία: Όταν τραβάς τη σακούλα προς τα κάτω, μέσα στο μπουκάλι δημιουργείται υποπίεση διότι ο αέρας που υπάρχει εκεί απλώνεται σε μεγαλύτερο χώρο. Η διαφορά πιέσεων ανάμεσα στο μέσα και το έξω μέρος της σακούλας οδηγεί σε εμφάνιση δύναμης που αντιστέκεται στη κίνηση της σακούλας προς τα έξω.



Φωτογραφία 21α



Φωτογραφία 21β

Σημείωση: 1) Αν σε αυτή τη θέση ξεβιδώσεις το καπάκι του μπουκαλιού, η σακούλα βγαίνει χωρίς δυσκολία. Για να βλέπουν οι μαθητές σου ότι ασκείς δύναμη στη σακούλα δέσε από το λαιμό του μπουκαλιού, φωτογραφία 21α, ένα γεμάτο μπουκάλι με νερό και σήκωσε το κομμένο μπουκάλι τραβώντας από την σακούλα. Το γεμάτο μπουκάλι ανεβαίνει χωρίς η σακούλα να βγαίνει από το κομμένο μπουκάλι. Αν το πείραμα δεν πετυχαίνει από κάπου μπαίνει αέρας στο κομμένο μπουκάλι, συνήθως έχει τρυπήσει η σακούλα. **2)** Μπορείς, όπως και στο προηγούμενο πείραμα, να χρησιμοποιήσεις αντί για την πλαστική σακούλα ένα γάντι μια χρήσης.

Ομάδα 2γ) Αρχική δημιουργία υποπίεσης με θέρμανση του αέρα που καταλαμβάνει ένα συγκεκριμένο χώρο (ή/και αντικατάσταση του αέρα από υδρατμούς) και στη συνέχεια, αφού απομονωθεί ο χώρος αυτός από το περιβάλλον του, με ψύξη.

Πείραμα 1: Το τσαλάκωμα του αλουμινένιου κουτιού.

Τι χρειάζεσαι: ένα αλουμινένιο κουτί αναψυκτικού ή μπύρας, νερό, ένα πιάτο, γκαζάκι για θέρμανση.

Τι θα κάνεις: Ρίξε λίγο νερό στο κουτί, 2-3 κουταλιές, και τοποθέτησέ το στο αναμμένο γκαζάκι. Αφού το νερό βράσει για λίγο και αρχίσουν να βγαίνουν από το άνοιγμά του υδρατμοί, πιάσε το κουτί με ένα πανί και βάλε το κατακόρυφα με το στόμιο προς τα κάτω, σε ένα πιάτο με κρύο νερό. Πίεσε ελαφρά τον πάτο του κουτιού προς το κάτω με τη βοήθεια του πανιού, ώστε τα χείλη του να εφαρμόζουν καλά στον πάτο του πιάτου, φωτογραφία 22α.

Τι θα δεις: Το αλουμινένιο κουτί τσαλακώνεται, φωτογραφία 22β.

Ερμηνεία: Ο ατμός του νερού βγαίνοντας διώχνει τον αέρα από το κουτί, το οποίο μένει γεμάτο ατμούς (ή και λίγο ζεστό αέρα). Όταν ο ατμός (ή και ο αέρας που μπορεί να παρέμεινε) κρυώσει, η πίεση στο εσωτερικό του κουτιού ελαττώνεται. Η διαφορά πίεσης μέσα και έξω από το κουτί οδηγεί στην άσκηση δύναμης στα τοιχώματα του κουτιού, με αποτέλεσμα την παραμόρφωσή του.



Φωτογραφία 22α



Φωτογραφία 22β

Σημειώσεις: 1) Υπάρχει περίπτωση, αν το τοίχωμα του κουτιού είναι ανθεκτικό, να μην τσαλακωθεί το κουτί αλλά να "ρουφήξει" νερό. Η διαφορά πίεσης μέσα και έξω από το κουτί οδηγεί στην άσκηση δύναμης στο νερό, η οποία και το αναγκάζει να μπει στο κουτί. Μπορείς με τους μαθητές σου να μετρήσεις την ποσότητα του νερού που αρχικά έβαλες στο κουτί και το νερό που τελικά θα βρείτε στο κουτί. Υπάρχει μεγαλύτερη πιθανότητα να τσαλακωθεί το κουτί όταν το νερό είναι πολύ κρύο (π.χ. πρόσθεσε παγάκια στο νερό του πιάτου). 2) Το κουτί παραμορφώνεται σίγουρα και εντυπωσιακά αν αντί να το βάλεις σε πιάτο το βάλεις με τον ίδιο τρόπο δηλ. με το στόμιο προς τα κάτω σε μια λεκάνη με νερό. Σαν λεκάνη μπορείς να χρησιμοποιήσεις και το κάτω μισό από ένα κομμένο μπουκάλι μεγάλου αναψυκτικού. Η διάταξη αυτή δεν απαιτεί να σπρώξεις τον κουτί προς τα κάτω, απλά το ρίχνεις με το άνοιγμα προς τα κάτω στο νερό. Τα αποτελέσματα είναι έντονα διότι οι ατμοί κρύνουν γρήγορα. 3) Θυμήσου να σβήσεις το γκαζάκι πριν πιάσεις το κουτί με το πανί. Σε διαφορετική περίπτωση μπορεί να πάρει φωτιά το πανί. 4) Κλασική έκδοση του πειράματος ήταν με δοχεία (τενεκέδες) λαδιού των 17 λίτρων, τα οποία είχαν βιδωτό καπάκι. Μέσα στο δοχείο, χωρίς το βιδωτό καπάκι του, έμπαινε ένα ποτήρι νερού και το δοχείο θερμαινόταν. Όταν άρχιζαν να βγαίνουν υδρατμοί, ο δάσκαλος βίδωνε το καπάκι και άφηνε το δοχείο να κρυώσει. Εδώ η μόνη δυνατότητα ήταν η σύνθλιψη του δοχείου. Το πείραμα μπορεί να γίνει και χωρίς νερό: Ζεσταίνεις άδειο και ανοιχτό το δοχείο, οπότε ο αέρας που υπάρχει μέσα σε αυτό, διαστέλλεται και ένα μέρος του βγαίνει έξω. Στη συνέχεια βιδώνεις το καπάκι στο δοχείο και αφήνεις το δοχείο να κρυώσει, οπότε τελικά μέσα στο δοχείο υπάρχει πίεση μικρότερη από την ατμοσφαιρική, με αποτέλεσμα τη σύνθλιψη του δοχείου.

Πείραμα 2: Το μπουκάλι που ρουφάει αυγά.

Τι χρειάζεσαι: ένα γυάλινο μπουκάλι με πλατύ στόμιο π.χ. μπουκάλι από κέτσαπ, από χυμό ρόδι, (στη φωτογραφία είναι από γάλα της Αμερικάνικης Γεωργικής Σχολής) ένα ηλεκτρικό μάτι ή γκαζάκι, ένα μπρίκι, νερό,

ένα αυγό σχετικά μικρό (κατηγορίας 53-63 γραμμάρια).

Τι θα κάνεις: Βράσε το αυγό ώστε να γίνει σφιχτό. Ξεφλούδισε το αυγό. Γέμισε το μπουκάλι με νερό και βάλε το να ζεσταθεί. Όταν το νερό αρχίσει να βράζει, ρίξε ένα μέρος του μέσα στο μπουκάλι και κούνησε το μπουκάλι σαν να το ξεπλένεις. Χύσε το νερό. Επανάλαβε το ίδιο, γρήγορα μια δυο φορές ακόμη. Ακούμπησε στο τραπέζι το μπουκάλι όρθιο με το στόμιό του προς τα πάνω. Βάλε το αυγό πάνω στο στόμιο, φωτογραφία 23α. Παρατήρησε τι θα συμβεί.

Τι θα δεις: Το αυγό σιγά-σιγά ρουφιάται από το μπουκάλι, φωτογραφία 23β, και τελικά μπαίνει σε αυτό, φωτογραφία 23γ.



Φωτογραφία 23α



Φωτογραφία 23β



Φωτογραφία 23γ

Ερμηνεία: Ο αέρας του μπουκαλιού ζεσταίνεται διαστέλλεται και μέρος του φεύγει από το μπουκάλι. Επίσης είναι δυνατό και μέρος του αέρα να έχει αντικατασταθεί από ατμούς του νερού. Η πίεση μέσα στο μπουκάλι, αφού αυτό είναι ανοιχτό, είναι ίση με την ατμοσφαιρική. Όταν τοποθετηθεί το αυγό στο στόμιο του μπουκαλιού ο χώρος αυτός απομονώνεται. Όταν ο αέρας και οι ατμοί μέσα στο μπουκάλι ψυχθούν η πίεση στο εσωτερικό του μπουκαλιού ελαττώνεται. Η διαφορά πίεσης μέσα και έξω από το μπουκάλι οδηγεί στην εμφάνιση δύναμης με αποτέλεσμα το αυγό να μπει στο μπουκάλι.

Σημειώσεις: **1)** Το παραπάνω πείραμα συναντιέται στη βιβλιογραφία σε μορφή όπου για να ζεστάνουμε τον αέρα του μπουκαλιού ανάβουμε ένα βρεγμένο με οινόπνευμα βαμβάκι και το ρίχνουμε μέσα στο μπουκάλι. Αυτό έχει πέρα από τον κίνδυνο της φωτιάς και τον κίνδυνο να σπάσει το μπουκάλι και να προκληθεί ατύχημα. **ΝΑ ΤΟ ΑΠΟΦΥΓΕΤΕ.** **2)** Όταν ξεφλουδίζεις το αυγό πρόσεχε να μην το «πληγώσεις» δηλ. να μην αφαιρέσεις κάποιο μέρος από το ασπράδι. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε αποτυχία διότι μπορεί το κενό να αφήνει τον αέρα να μπαίνει στο μπουκάλι όταν κλείσεις με το αυγό το στόμιο του μπουκαλιού. **3)** Παρόμοιο τρόπο, με θέρμανση του εσωτερικού ενός ποτηριού με βαμβάκι βρεγμένο με οινόπνευμα, χρησιμοποιούσαν οι άνθρωποι παλιότερα για «βεντούζες» όταν ήταν κρυωμένοι. **3)** το αποτέλεσμα είναι πιο εντυπωσιακό αν το αυγό δεν είναι πολύ βρασμένο, στην περίπτωση αυτή έχει μια ελαστικότητα και κάτω από τις πιεστικές δυνάμεις γίνεται πιο «στενόμακρο» και περνάει εύκολα στο μπουκάλι. Το ίδιο πείραμα μπορεί να λειτουργήσει ως αυτόματος «μπανανοκαθαριστής». Αλήθεια πώς;

ΠΡΟΣΟΧΗ: Να μην κάνεις στα παιδιά πειράματα με φλόγες και οινόπνευμα. Πρόσεχε, αν κάποτε χρειαστείς να ανάψεις βαμβάκι βρεγμένο με οινόπνευμα, μήπως είναι και τα χέρια σου βρεγμένα με οινόπνευμα, η μήπως το μπουκάλι με το οινόπνευμα είναι κοντά στη φλόγα. Πρόσεχε τη φωτιά και ευαισθητοποιείσαι και τους μαθητές σου σε αυτό. Επειδή και η φλόγα μέσα στην αίθουσα είναι επικίνδυνη καλό είναι να μη χρησιμοποιείς γκαζάκι όπου δεν είναι αναγκαίο, ιδίως αν χειρίζονται τα όργανα τα παιδιά, αλλά ένα μικρό ηλεκτρικό μάτι ή ηλεκτρικό βραστήρα.

Εντυπωσιακό: Και τώρα πώς βγαίνει το αυγό;

Αν το αυγό δεν έχει διαλυθεί γυρίζεις το μπουκάλι με το στόμιο προς τα κάτω και το κουνάς ώστε το αυγό να κλείσει το στόμιο του μπουκαλιού, από το μέσα μέρος. Αν το κλείσει αεροστεγώς μπορείς στέλνοντας ζεστό αέρα από ένα πιστολάκι στα τοιχώματα του μπουκαλιού να αναγκάζεις το αυγό να βγει από το μπουκάλι. Υπάρχει βέβαια και άλλος τρόπος, ποιός;