

Η δύναμη, το βάρος και το ζύγισμα.

Σε ένα κυλινδρικό δοχείο βάρους w_1 περιέχεται νερό μάζας m .

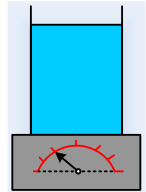
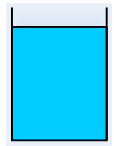
i) Η δύναμη που ασκεί το νερό στη βάση του δοχείου έχει μέτρο F_1 , όπου :

$$\alpha) F_1 < mg, \quad \beta) F_1 = mg, \quad \gamma) F_1 > mg$$

ii) Τοποθετούμε το δοχείο αυτό πάνω σε μια ζυγαριά. Για την ένδειξη της ζυγαριάς F_2 , ισχύει:

$$\alpha) F_2 < w_1 + mg, \quad \beta) F_2 = w_1 + mg, \quad \gamma) F_2 > w_1 + mg$$

Τα παραπάνω πραγματοποιούνται μέσα στην ατμόσφαιρα.



Απάντηση:

i) Σωστή απάντηση είναι η γ). Η δύναμη F_1 , που ασκεί το νερό στη βάση του δοχείου, είναι μεγαλύτερη από το βάρος του νερού. Γιατί;

Η πίεση στον πυθμένα του δοχείου, είναι:

$$p = p_{at} + \rho gh$$

όπου h το ύψος της στήλης του νερού. Αλλά τότε η δύναμη που ασκεί το νερό στον πυθμένα, έχει μέτρο:

$$F_1 = pA = p_{at}A + \rho ghA = p_{at}A + \rho gV = p_{at}A + mg > mg$$

ii) Η ένδειξη της ζυγαριάς θα είναι ίση με το άθροισμα $w_1 + mg$, συνεπώς σωστή απάντηση είναι η β).

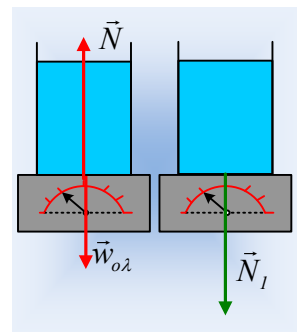
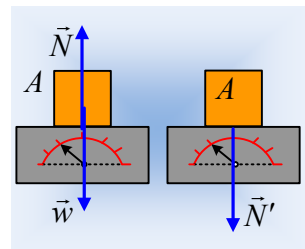
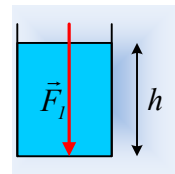
Ας δούμε αρχικά τι δείχνει μια ζυγαριά, όταν πάνω της τοποθετήσουμε ένα σώμα A , όπως στο σχήμα. Το σώμα ισορροπεί με την επίδραση του βάρους και της δύναμης στήριξης (κάθετη αντίδραση N από την ζυγαριά). Οπότε:

$$\vec{w} + \vec{N} = 0 \quad \text{ή για τα μέτρα τους, } N = w.$$

Αλλά τότε το σώμα A , ασκεί στη ζυγαριά την αντίδραση της N , την N' με το ίδιο μέτρο και αυτή την δύναμη, δείχνει η ζυγαριά. Η ένδειξη δηλαδή της ζυγαριάς είναι ίση με τη δύναμη που δέχεται από το σώμα A .

Έτσι όταν τοποθετήσουμε πάνω στη ζυγαριά το δοχείο με το νερό, το οποίο έχει συνολικό βάρος (σαν ένα σύστημα) $w_1 + mg$, τότε:

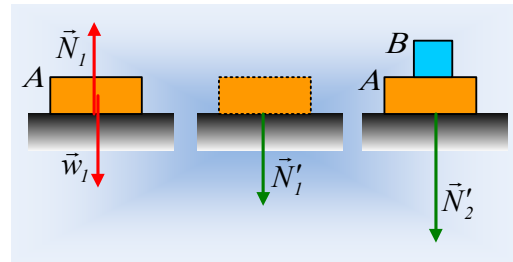
Το ποτήρι θα δεχτεί μια δύναμη προς τα πάνω μέτρου $N = w_1 + mg$ και θα ασκήσει την αντίδρασή της, μέτρου $N_1 = w_1 + mg$ στη ζυγαριά. Αυτή τη δύναμη θα «μετρήσει» και η ζυγαριά.



Παρατηρήσεις:

- 1) Η δύναμη F_1 που υπολογίσαμε παραπάνω, είναι μεγαλύτερη από το βάρος mg του νερού εξαιτίας της ατμόσφαιρας. Μήπως λοιπόν θα ήταν σωστό να λέγαμε ότι το νερό ασκεί στον πυθμένα δύναμη ίσου μέτρου με το βάρος mg , αφού η επιπλέον δύναμη οφείλεται στην ατμόσφαιρα και όχι στο νερό;

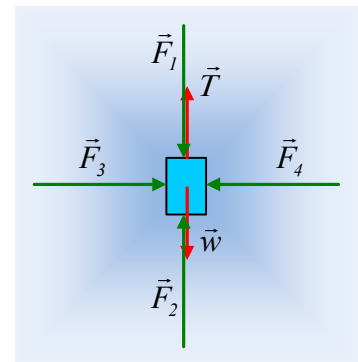
Ας δούμε το διπλανό σχήμα. Το σώμα A βρίσκεται στο οριζόντιο επίπεδο και ασκεί σε αυτό κατακόρυφη δύναμη μέτρου $N_1' = N_1 = w_1$. Αν πάνω του τοποθετήσουμε το σώμα B, τότε η δύναμη που το A σώμα ασκεί στο επίπεδο είναι η N_2' και όχι η N_1' . Για το μέτρο της προφανώς ισχύει $N_2' = w_1 + w_2$. Το μέτρο της ασκούμενης δύναμης αυξήθηκε και αιτία βέβαια είναι η τοποθέτηση του σώματος B, αλλά στο ερώτημα, πόση δύναμη ασκεί το σώμα A στο επίπεδο, η απάντηση δεν είναι N_1' , αλλά N_2' !



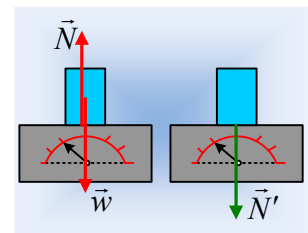
- 2) Γιατί τότε στο 2^ο ερώτημα δεν υπολογίστηκε η δύναμη που ασκείται από το νερό στη βάση του δοχείου, αλλά πήραμε μόνο το βάρος του νερού;

- i) Ας αλλάξουμε ζυγαριά! Ας κρεμάσουμε το σώμα B με ένα νήμα. Αν το σώμα ισορροπεί, ποιες δυνάμεις δέχεται και πόση είναι η τάση του νήματος;

Στο διπλανό σχήμα έχουν σχεδιαστεί οι δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα B, όπου οι F_1, F_2, F_3 και F_4 ασκούνται λόγω ατμοσφαιρικής πίεσης. Προφανώς $F_1 = F_2 = p_{at} \cdot A$, οπότε από την ισορροπία του σώματος παίρνουμε $T = w = mg$. Δεν παίζει δηλαδή κανένα ρόλο η ύπαρξη της ατμόσφαιρας στην τάση του νήματος που χρειάζεται για ισορροπεί το σώμα.



- ii) Αν το σώμα B τοποθετηθεί πάνω στη ζυγαριά, θα έχουμε την ίδια εικόνα, που απλά η δύναμη στήριξης παίρνει τώρα τη θέση της τάσης του νήματος. Αλλά τότε $N = mg$ και η δύναμη που δέχεται η ζυγαριά, η $N' = mg$ δεν θα αλλάξει λόγω ατμόσφαιρας.

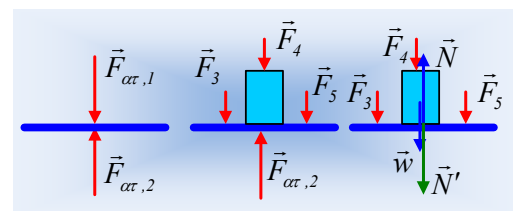


- iii) Ερώτημα: Μα υπάρχει αέρας μεταξύ σώματος και ζυγαριάς για να ασκείται κατακόρυφη δύναμη λόγω ατμοσφαιρικής πίεσης, η αντίστοιχη με την F_2 ;

Απάντηση: Ναι υπάρχει αέρας και ασκείται κατακόρυφη δύναμη, λόγω ατμοσφαιρικής πίεσης μέτρου $F_2 = p_{at} \cdot A$.

- iv) Και αν βάλουμε μια βεντούζα και αφαιρέσουμε τον αέρα;

Τότε ας δούμε την πάνω επιφάνεια της ζυγαριάς. Ας την φανταστούμε ότι είναι μια δερμάτινη αβαρής μεμβράνη. Χωρίς σώμα πάνω της ισορροπεί, δεχόμενη τις δυνάμεις του πρώτου σχήματος, λόγω ατμοσφαιρικής πίεσης, όπου για τα μέτρα τους ισχύει $F_{at,1} = F_{at,2} = p_{at} \cdot A_{\mu}$.



Ας τοποθετήσουμε πάνω της ένα σώμα, αφαιρώντας τον αέρα μεταξύ του σώματος και της μεμβράνης, τότε η δύναμη F_4 ασκείται στο σώμα, ενώ στη μεμβράνη ασκούνται οι F_3 και F_5 από την ατμόσφαιρα και η N' από το σώμα. Για τις δυνάμεις από την ατμόσφαιρα στο πάνω μέρος της μεμβράνης ισχύει:

$$F_{ατ,1}=F_3+F_4+F_5$$

Από την ισορροπία του σώματος παίρνουμε:

$$N=w+F_4=N'$$

Οπότε η συνολική δύναμη που δέχεται η μεμβράνη εξαιτίας της τοποθέτησης του σώματος είναι:

$$\Sigma F=F_3+N'+F_5-F_{ατ,2}=F_3+w+F_4+F_5-F_{ατ,2}=w+F_{ατ,1}-F_{ατ,2}=w$$

Συνεπώς και η ένδειξη της ζυγαριάς θα έχει τιμή ίση με το βάρος του σώματος, χωρίς να αλλάζει κάτι εξαιτίας ατμοσφαιρικής πίεσης...

dmargaris@gmail.com