

Το βάρο με τις μύγες και ο 3ος Νόμος Newton

Ένα κλειστό γυάλινο κυλινδρικό δοχείο, μάζας $M = 200g$, ισορροπεί ακίνητο πάνω στον οριζόντιο δίσκο ευαίσθητης ζυγαριάς, βαθμολογημένης σε N . Η ένδειξη της ζυγαριάς είναι $1,96 N$.

- i) Ποια δύναμη μετράει η ζυγαριά;
- ii) Ποια είναι η επιτάχυνση της βαρύτητας στον τόπο που γίνεται το πείραμα;
- iii) Αν μέσα στο δοχείο βρίσκεται κλεισμένη μια (μάλλον μεταλλαγμένη) μύγα μάζας $m = 1g$, κάποια στιγμή που η μύγα αιωρείται και ισορροπεί,
 - iiiia) ποιο είναι το μέτρο της δύναμης που ασκείται στον αέρα του δοχείου, από τα φτερά της μύγας;
 - iiiib) η ένδειξη της ζυγαριάς είναι
 - α) ίση με $1,96N$
 - β) μικρότερη από $1,96N$
 - γ) μεγαλύτερη από $1,96N$
- iv) Αν μέσα στο δοχείο βρίσκονται 100 μύγες, που πετάνε προς τυχαίες διευθύνσεις, η ένδειξη της ζυγαριάς είναι
 - α) ίση με $1,96N$
 - β) μικρότερη από $1,96N$
 - γ) μεγαλύτερη από $1,96N$

Απάντηση

i) Στο δοχείο ασκείται το βάρος του $\vec{B}$ και η αντίδραση $\vec{N}$ του δίσκου της ζυγαριάς (σχήμα 1). Μια κλασσική ζυγαριά με ελατήριο, που λειτουργεί με βάση το νόμο Hooke, μετράει ως «βάρος», τη δύναμη που μορφώνει το ελατήριό της. Από την ισορροπία του δίσκου $\vec{F} = \vec{B} \Leftrightarrow F_{ελ} = N \Leftrightarrow \epsilon_{ελ} = \dots$, δηλαδή μετράει την «δράση» $\vec{F}$, η οποία φυσικά έχει το ίδιο μέτρο με την αντίδραση $\vec{N}$. Αυτή την ένδειξη λαμβάνουμε ως «Βάρος».



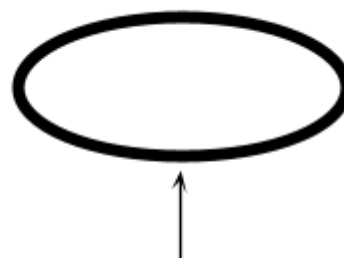
σχήμα 1

ii) Από την ισορροπία του δοχείου έχουμε

$$\Sigma \vec{F} = 0 \Leftrightarrow N - B = 0$$

$$\Leftrightarrow N = Mg \Leftrightarrow g = \frac{N}{M}$$

$$\Leftrightarrow g = \frac{1,96}{0,2} \Leftrightarrow g = 9,8 m/s^2$$



σχήμα 2

iii)

iiiia) Η μύγα ισορροπεί, άρα η δύναμη $\vec{A}$, που ασκείται στα φτερά της μύγας από τον αέρα του δοχείου, εξουδετερώνει το βάρος της (σχήμα 2), δηλαδή



$$\Sigma \vec{F} = 0 \Leftrightarrow A - B_{\mu} = 0 \Leftrightarrow$$

$$A = 9,8 \cdot 10^{-3} N$$

Σύμφωνα με τον 3ο Νόμο Newton και τα φτερά θα ασκούν στον αέρα του δοχείου την αντίδραση $\vec{A}'$ με φορά προς τον πυθμένα. Προφανώς $A' = 9,8 \cdot 10^{-3} N$

iiib) Η κίνηση των φτερών της μύγας δημιουργεί ένα ρεύμα - στην ουσία κύματα - αέρα, που κινείται προς τον πυθμένα, συγκρούεται με αυτόν και άρα ασκεί δύναμη $\vec{F}$ μέτρου $F = 9,8 \cdot 10^{-3} N$, με φορά προς τα κάτω. Η ανισότητα οφείλεται στο ότι το κύμα μπορεί

να εξασθενήσει μέχρι να φτάσει στον πυθμένα.

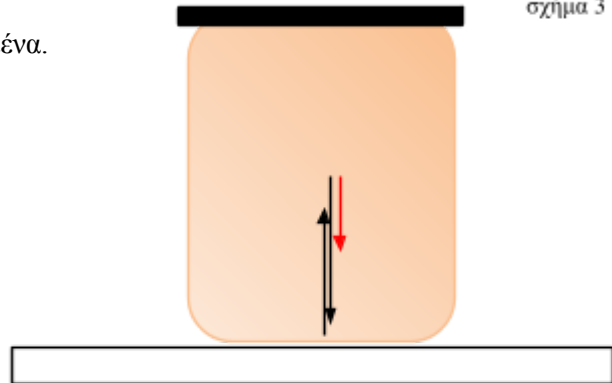
Στην ισορροπία του δοχείου πάνω στο δίσκο της ζυγαριάς, όπως φαίνεται και στο σχήμα 3, θα πρέπει να

προσθέσουμε τώρα και τη δύναμη $\vec{F}$

$$\Sigma \vec{F} = 0 \Leftrightarrow N - B - F = 0$$

$$\Leftrightarrow N = B + F \Leftrightarrow N = 1,9698 \Leftrightarrow$$

$$N > B \Leftrightarrow N > 1,96 N$$



δηλαδή

σωστή απάντηση → γ

iv) Και στην περίπτωση αυτή, δημιουργούνται ρεύματα αέρα, που ασκούν δυνάμεις στον

πυθμένα, με αποτέλεσμα η ένδειξη της ζυγαριάς να είναι

$$\Sigma \vec{F} = 0 \Leftrightarrow N - B - 100F = 0 \Leftrightarrow$$

$$N = B + 100F \Leftrightarrow N = 2,94 N \Leftrightarrow$$

$$N > B \Leftrightarrow N > 1,96 N$$

Δηλαδή

σωστή απάντηση → γ**Σχόλια**

α) Όταν μια μύγα επιταχύνεται κατακόρυφα ή τη στιγμή μιας προσγείωσης ή απογείωσης από τον πυθμένα κ.λ.π., μια τρομερά ευαίσθητη ζυγαριά μπορεί να έδειχνε διακυμάνσεις στην ένδειξη. Όσο ο αριθμός των μυγών αυξάνεται αυτές οι διακυμάνσεις γίνονται αμελητέες.

β) Μια άλλη εξήγηση στο ερώτημα iiib, είναι από τον Γιάννη Κυριακόπουλο:

Το σύστημα δοχείο-μύγες αέρας δέχεται εξωτερικές δυνάμεις.

Βάρος δοχείου, Βάρος μυγών, Δύναμη N , Αμελητέα άνωση, Αμελητέο βάρος περιεχόμενου αέρα.

Το κέντρο μάζας του είναι ακίνητο λόγω τυχειότητας. Έτσι η συνισταμένη των εξωτερικών δυνάμεων είναι μηδέν. Δηλαδή η N έχει μέτρο όσο το άθροισμα των μέτρων των δύο βαρών.

γ) Ένα βίντεο

[If You Fly a Drone in a Closed Box on a Scale, Will the Box Weigh Less?—Mind-Blowing Experiment!](#)

Ανδρέας Ριζόπουλος