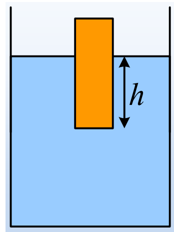
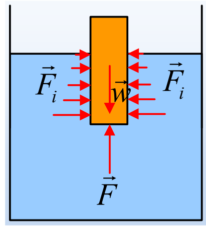
Η δύναμη από το υγρό.

Ένα ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο βάρους w=10N ηρεμεί βυθισμένο σε νερό, όπως στο σχήμα. Αν το εμβαδόν της βάσης είναι $A=100cm^2$, να βρεθεί πόσο είναι το βυθισμένο ύψος h, αν η πυκνότητα του νερού είναι $\rho=1.000kg/m^3$ και $g=10m/s^2$.



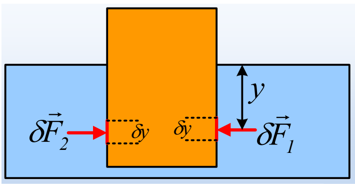
Απάντηση:

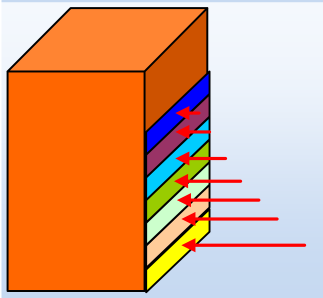
Στο σώμα ασκούνται οι δυνάμεις που φαίνονται στο διπλανό σχήμα, από το νερό.

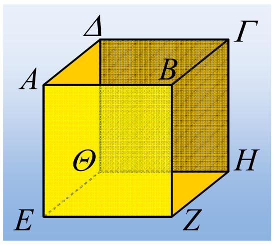


Στην βάση, ασκείται κατακόρυφη δύναμη με φορά προς τα πάνω, μέτρου:

$$F = p \cdot A = \rho g h \cdot A$$







Εξάλλου, αν εστιάσουμε σε μια λεπτή λωρίδα δy εμβαδού δA, η οποία βρίσκεται σε βάθος y, στην κατακόρυφη δεξιά έδρα του παραλληλεπιπέδου. Αυτή δέχεται κάθετη δύναμη μέτρου $\delta F_1 = p \cdot \delta A = \rho g y \cdot \delta A$. Αλλά και στην αντίστοιχη λωρίδα της αριστερής έδρας ασκείται επίσης μια κάθετη δύναμη του ίδιου μέτρου, συνεπώς η συνισταμένη των δF_1 και δF_2 είναι μηδενική. Αλλά αυτό θα ισχύει και σε κάθε τέτοια οριζόντια λωρίδα της κατακόρυφης δεξιάς έδρας και την αντίστοιχη συμμετρική της αριστεράς έδρας. Συνεπώς η συνολική δύναμη που ασκείται στις δυο αυτές έδρες, είναι μηδενική.

Το ίδιο συμβαίνει όμως και με τις έδρες ΑΒΖΗ και ΔΓΗΘ (μπρος και πίσω), οπότε τελικά η συνισταμένη όλων των δυνάμεων που ασκούνται στο σώμα, είναι η δύναμη F που ασκείται στη βάση ΕΖΗΘ, την οποία παραπάνω υπολογίσαμε ίση με:

$$F = p \cdot A = \rho g h \cdot A$$

Όπως το παραλληλεπίπεδο ισορροπεί, οπότε:

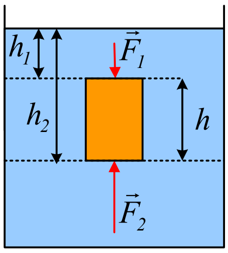
$\Sigma F=0 \rightarrow F-w=0$ ή

$$F = p \cdot A = \rho g h \cdot A = w \rightarrow h = \frac{w}{\rho g A} \rightarrow$$

$$h = \frac{10}{1000 \cdot 10 \cdot 100 \cdot 10^{-4}} m = 0{,}1m$$

Λίγη περισσότερη θεωρία:

Με την ίδια λογική, ένα σώμα που βρίσκεται βυθισμένο πλήρως σε υγρό, όπως στο παρακάτω σχήμα, δέχεται συνισταμένη δύναμη, κατακόρυφη, με φορά προς τα πάνω, με μέτρο:



$$\Sigma F = F_2 - F_1 = p_2 \cdot A - p_1 \cdot A = (\rho g h_2 - \rho g h_1) \cdot A = \rho g h A \rightarrow$$

$$\Sigma F = \rho g V$$

Όπου V ο όγκος του σώματος, συνεπώς και ο όγκος του νερού που εκτοπίζεται από το υγρό. Αλλά τότε αυτή η συνισταμένη είναι ίση με το βάρος του εκτοπιζόμενου υγρού, αφού $w_{υγ}$=mg=ρVg= ρgV και ονομάζεται ***Άνωση***.

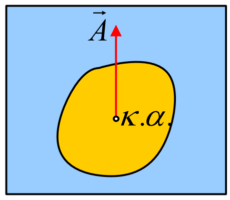
Έχουμε δηλαδή, ότι:

«Άνωση ονομάζουμε τη δύναμη που δέχεται ένα σώμα, όταν βυθίζεται σε υγρό. Η δύναμη αυτή είναι κατακόρυφη, με φορά προς τα πάνω και μέτρο ίσο με το βάρος του εκτοπιζόμενου υγρού:

$$A = \rho g V = \varepsilon_\upsilon V_{\beta\upsilon\theta}$$

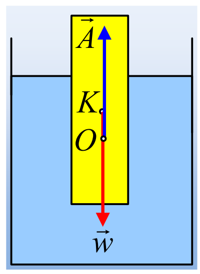
Όπου ε_υ το ειδικό βάρος του υγρού και $V_{\beta\upsilon\theta}$ ο όγκος του σώματος που είναι βυθισμένος.»

Αφού η άνωση είναι ίση με το βάρος του εκτοπισμένου υγρού, ο φορέας της θα περνά και από το κέντρο βάρους (το κέντρο μάζας) του εκτοπισμένου υγρού.



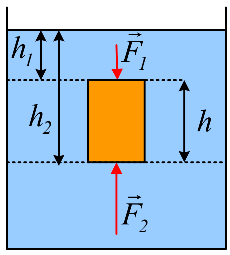
Το σημείο αυτό ονομάζεται ***κέντρο άνωσης***.

Αλλά ας δούμε και την περίπτωση που ένα ομογενές κυλινδρικό σώμα ισορροπεί, βυθισμένο εν μέρει σε ένα υγρό. Στο διπλανό σχήμα, έχει σχεδιαστεί το βάρος και το κέντρο μάζας (κέντρο βάρους) Κ, καθώς και η άνωση και το κέντρο άνωσης Ο.



Σχόλιο:

Στην παραπάνω μελέτη, δεν λάβαμε υπόψη την ατμοσφαιρικά πίεση, αφού αυτή δεν παίζει κάποιο ρόλο στο θέμα της άνωσης. Πράγματι, ας υποθέσουμε ότι όλα αυτά συμβαίνουν, ενώ υπάρχει και πίεση εξαιτίας της ατμόσφαιρας $p_{ατ}$. Ας έρθουμε στο διπλανό σχήμα:



$$\Sigma F = F_2 - F_1 = p_2 \cdot A - p_1 \cdot A = \left(p_{\alpha\tau} + \rho g h_2\right) \cdot A - \left(p_{\alpha\tau} + \rho g h_1\right) \cdot A = \rho g h A \rightarrow$$

$$\Sigma F = \rho g V$$

dmargaris@gmail.com