4.5 Άνωση - Αρχή του Αρχιμήδη - 4.6 Πλεύση

Έχεις προσπαθήσει ποτέ να πιέσεις μια μπάλα προς τα κάτω στο νερό; Θα παρατήρησες ότι το νερό την σπρώχνει προς τα επάνω και μάλιστα, αυτή η δύναμη που της ασκεί είναι ακόμα μεγαλύτερη, αν την βυθίσεις ολόκληρη. Όταν όμως αφήσεις την μπάλα στην επιφάνεια, ή ακόμα και ένα παγάκι, τότε αυτά επιπλέουν.

Τι είναι αυτό που τα κάνει να επιπλέουν; **Ποια δύναμη τα σπρώχνει προς την επιφάνεια του νερού** ενώ “βαρύτερα” σώματα όπως πέτρες βυθίζονται στον πυθμένα;

Πώς γίνεται αυτή η δύναμη που κρατά ακόμα και τα πιο βαριά πλοία στην επιφάνεια της θάλασσας να έχει σχέση με τις αρχές της πίεσης που μελετήσαμε νωρίτερα;

Ας το μελετήσουμε με ένα ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο, το οποίο είναι ολόκληρο βυθισμένο σε υγρό πυκνότητας ρ. Η πάνω και η κάτω βάση του έχουν διαστάσεις α x α, ενώ έχει ύψος h. Η **πάνω επιφάνεια** του βρίσκεται σε βάθος**hA**ενώ η **κάτω**σε μεγαλύτερο βάθος **hB**.



**Στο σώμα ασκούνται δυνάμεις σε όλες τις επιφάνειες που είναι σε επαφή με το νερό**, κάποιες κατακόρυφες και κάποιες οριζόντιες. Και αφού η υδροστατική πίεση εξαρτάται από το βάθος, αντίστοιχα και τα μέτρα αυτών των δυνάμεων θα εξαρτώνται από το βάθος.

Πρόσεξε λοιπόν το εξής:**Οι δυνάμεις FA και FB έχουν αντίθετες κατευθύνσεις,**αλλά ασκούνται σε επιφάνειες που βρίσκονται σε διαφορετικά βάθη, επομένως **έχουν διαφορετικά μέτρα**. Ωστόσο, οι**δυνάμεις FΓ και FΔ έχουν αντίθετες κατευθύνσεις** αλλά ασκούνται σε απέναντι επιφάνειες που βρίσκονται ακριβώς στο ίδιο βάθος! Έτσι **έχουν και ίσα μέτρα, είναι δηλαδή αντίθετες δυνάμεις.**

Αυτό σημαίνει ότι **η συνισταμένη δύναμη αυτών των δύο είναι μηδέν,** δηλαδή **αλληλοαναιρούνται.** Τελικά, οι μόνες δυνάμεις που έχουν κάποιο αποτέλεσμα στο σώμα και μας ενδιαφέρουν, είναι οι δύο κατακόρυφες FA και FB , και μπορούμε να τις υπολογίσουμε χρησιμοποιώντας το νόμο της υδροστατικής πίεσης.

Η **υδροστατική πίεση στην επιφάνεια Α** είναι **pA= ρ∙g∙hA** , στην **επιφάνεια Β** είναι **pB= ρ∙g∙hB**, ενώ η πάνω και η κάτω βάση του σώματος έχουν κάθε μία **εμβαδόν α∙α = α2.**

Για την πίεση ισχύει ότι:



Λύνοντας λοιπόν χιαστί, βρίσκουμε εύκολα ότι:

**Κάθετη δύναμη = πίεση × εμβαδόν επιφάνειας**

Μπορούμε δηλαδή να υπολογίσουμε τις δυνάμεις FAκαι FB πολλαπλασιάζοντας σε κάθε περίπτωση την πίεση που δέχεται η επιφάνεια (τα pAκαι pBπου βρήκαμε) με το εμβαδόν της (δηλαδή το α2).

Τότε οι δυνάμεις που ασκούνται από το υγρό σε αυτές τις επιφάνειες είναι αντίστοιχα:

**FA= ρ∙g∙hA∙α2** και **FΒ= ρ∙g∙hΒ∙α2**με την **FB να έχει μεγαλύτερο μέτρο, καθώς hB>hA.**

Η δύναμη λοιπόν που ασκείται στην κάτω επιφάνεια προς τα πάνω, υπερισχύει της δύναμης που ασκείται στην πάνω επιφάνεια προς τα κάτω. **Η συνισταμένη αυτών των δύο δυνάμεων έχει φορά προς τα πάνω και ονομάζεται άνωση.**

**Ασκείται από τα υγρά σε κάθε σώμα που βυθίζεται μέσα σε αυτά, ενώ εμφανίζεται ακόμα και στα αέρια**, παράδειγμα σε ένα μπαλόνι που περιέχει Ήλιο, το οποίο και σπρώχνεται προς τα πάνω.

 Στο παράδειγμα που μελετάμε, έχει μέτρο ίσο με:

Α = Fολ= FB-FA= ρ∙g∙hΒ∙α2-ρ∙g∙hA∙α2= ρ∙g∙α2∙(hB-hA)

Βέβαια, η διαφορά hB-hA , όπως φαίνεται από το σχήμα, είναι ίση με το ύψος του ορθογωνίου παραλληλεπιπέδου, δηλαδή ίση με h.

Έτσι, έχουμε ότι:

**Α = ρ∙g∙α2∙h**

Αφού πρόκειται για ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο, ο όγκος του υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας το μήκος, το πλάτος και το ύψος του, δηλαδή ως V = α∙α∙h = α2∙h

Καταλήγουμε λοιπόν στην σχέση για την άνωση:

**A = ρ∙g∙V, όπου:**

* **ρ, η πυκνότητα του υγρού**
* **g, η επιτάχυνση της βαρύτητας**
* **V, ο όγκος του σώματος που βυθίζεται**

Αυτό που βρήκαμε, δεν είναι παρά **η σχέση της αρχής του Αρχιμήδη**, την οποία διατύπωσε συγκεντρώνοντας τις παρατηρήσεις από τα πειράματα του:

**Τα υγρά ασκούν δύναμη σε κάθε σώμα που βυθίζεται μέσα σε αυτά. Η δύναμη αυτή ονομάζεται άνωση, είναι κατακόρυφη, με φορά προς τα πάνω και το μέτρο της ισούται με το βάρος του υγρού που εκτοπίζεται από το σώμα.**

Το δεύτερο μέρος αυτής της διατύπωσης είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρον!

Καθώς το σώμα βυθίζεται στο υγρό, εκτοπίζει έναν συγκεκριμένο όγκο του, όπως ακριβώς όταν βάζουμε παγάκια σε ένα αναψυκτικό, το ποτήρι μας κινδυνεύει να ξεχειλίσει. Ο όγκος του υγρού που εκτοπίζεται είναι ίσος με τον όγκο του σώματος που βυθίζεται.

Αφού ισχύει από τον ορισμό της πυκνότητας ότι , δηλαδή m = ρ∙V, τότε η σχέση που υπολογίσαμε για την άνωση μπορεί να πάρει την μορφή:

**Α = ρυγρού∙g∙V = mυγρού∙g = wυγρού**

Δηλαδή, όπως διατύπωσε και **ο Αρχιμήδης, το μέτρο της άνωσης ισούται με το βάρος του υγρού που εκτοπίζεται από το σώμα.**

**Πλεύση**

Tο γεγονός ότι σε ένα σώμα ασκείται άνωση, δε σημαίνει ότι αυτό πάντα θα επιπλέει. Όπως είδαμε και πριν, μία πέτρα βυθίζεται στον πυθμένα της θάλασσας, αλλά μία μπάλα θαλάσσης ή ακόμα και ένα πλοίο επιπλέουν!

Η άνωση δεν είναι η μόνη δύναμη που ασκείται σε ένα σώμα, όταν αυτό βρίσκεται μέσα σε ένα υγρό! Πάντα υπάρχει και μία ακόμη κατακόρυφη δύναμη: **το βάρος του**.

Θα ισχύει ότι **Α = ρυγρού∙g∙V**

Αντίστοιχα, γνωρίζουμε ότι για το βάρος του σώματος που βυθίζουμε ισχύει ότι **w = mσωμ..g = ρσωμ.∙V∙g**

Το μόνο που μπορεί να διαφέρει μεταξύ των δύο δυνάμεων, είναι η πυκνότητα του υγρού και η πυκνότητα του σώματος:

* Αν **ρσωμ. =ρυγρού** **τότε**αντίστοιχα **w=A** και το σώμα μένει **ακίνητο**, βυθισμένο μέσα στο υγρό.
* Αν**ρσωμ. >ρυγρού** **τότε w>A** και το σώμα **βυθίζεται προς τον πυθμένα**. Για παράδειγμα οι άγκυρες έχουν μεγάλες πυκνότητες, ώστε να βυθίζονται και να συγκρατούν τα πλοία.
* Αν**ρσωμ. <ρυγρούτότε w<Α** και το σώμα **κινείται προς την ελεύθερη επιφάνεια του υγρού όπου και ισορροπεί.**Για παράδειγμα ένα σωσίβιο έχει μικρή μάζα και σχετικά μεγάλη επιφάνεια, οπότε καταλήγει να επιπλέει.

**Η συνθήκη ρυγρού∙g∙Vβυθισμένου τμήματος = mσώματος∙g**

**ονομάζεται και συνθήκη πλεύσης.**

Παράδειγμα εφαρμογής της αρχής του Αρχιμήδη σε άσκηση:

**1. Μία πέτρα έχει βάρος w = 8N και πυκνότητα ρπ = 4000****. Την βυθίζουμε σε νερό, η πυκνότητα του οποίου είναι ρν= 1000****. Δίνεται ότι**.

**α. Πόσος είναι ο όγκος της;**

**β. Πόση είναι η άνωση που θα δεχτεί από το νερό;**

**γ. Η πέτρα θα ισορροπήσει εκεί που την αφήνουμε, θα κινηθεί προς την ελεύθερη επιφάνεια του νερού ή θα κινηθεί προς τον πυθμένα του;**

**α.** Αφού το βάρος της είναι w = 8N και γενικότερα ισχύει ότι w = m∙g, τότε:



Επιπλέον, αφού γνωρίζουμε την πυκνότητα της, και ισχύει ότι  δηλαδή έχουμε ότι:



Αυτός ο όγκος, αντιστοιχεί τόσο στην βυθισμένη πέτρα όσο και στο νερό που εκτόπισε.

**β.**Σύμφωνα με την αρχή του Αρχιμήδη, Α = ρν∙g∙V = 1000∙10∙2∙10-4= 2∙104∙10-4= 2N.

**γ.** Μπορούμε να το δούμε με δύο τρόπους. Αφενός, ισχύει ότι ρ>ρv, δηλαδή η πυκνότητα της πέτρας είναι μεγαλύτερη της πυκνότητας του υγρού στο οποίο έχει βυθιστεί. Αυτό σημαίνει ότι θα κινηθεί κατακόρυφα προς τον πυθμένα.

Αφετέρου, μπορούμε να υπολογίσουμε τη συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται στο σώμα.

Αφού w>A η συνισταμένη των δύο δυνάμεων έχει κατεύθυνση προς τον πυθμένα και μέτρο.

Fολ= 8Ν-2Ν = 6Ν. Συνεπώς, η πέτρα θα συνεχίσει να βυθίζεται.

**Σύνοψη:**

* **Σύμφωνα με την αρχή του Αρχιμήδη, τα υγρά ασκούν δύναμη σε κάθε σώμα που βυθίζεται μέσα σε αυτά. Η δύναμη αυτή ονομάζεται άνωση, είναι κατακόρυφη, με φορά προς τα πάνω και το μέτρο της ισούται με το βάρος του υγρού που εκτοπίζεται από το σώμα.**
* **Για να υπολογίσουμε την άνωση, χρησιμοποιούμε τη γενική σχέση A = ρ∙g∙V.**
* **Ανάλογα με τη σχέση μεταξύ της πυκνότητας του υγρού ρυγρού και της πυκνότητας του σώματος που βυθίζεται ρσωμ. , το σώμα μπορεί να μένει ακίνητο και βυθισμένο μέσα στο υγρό, να βυθίζεται προς τον πυθμένα ή να κινείται προς την ελεύθερη επιφάνεια του υγρού όπου θα ισορροπήσει.**
* **Στην τελευταία μάλιστα περίπτωση, η αντίστοιχη συνθήκη**

**W = A’  ονομάζεται και συνθήκη πλεύσης.**