

## 13ο Μάθημα

### ΠΙΕΣΗ ΠΟΥ ΑΣΚΟΥΝ ΤΑ ΣΤΕΡΕΑ

*Η δύναμη μπορεί να είναι μεγάλη, αλλά η πίεση μικρή*

Με το μάθημα αυτό, αρχίζουμε τη μελέτη μιας σημαντικής έννοιας, της πίεσης, που υπεισέρχεται σε πάρα πολλές περιπτώσεις της καθημερινής μας ζωής. Η πρόγνωση των καιρικών συνθηκών εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις μεταβολές της πίεσης του ατμοσφαιρικού αέρα (της ατμοσφαιρικής πίεσης). Τα πολυόροφα κτίρια του σύγχρονου κόσμου θεμελιώνονται με τέτοιο τρόπο ώστε το βάρος τους να κατανέμεται στις στήλες του μπετόν και να μην υπάρξει βύθιση ή κλίση τους. Κι εδώ υπεισέρχεται η πίεση. Τα τεράστια φράγματα έχουν μελετηθεί και κατασκευαστεί ώστε να μπορούν να συγκρατούν τεράστιες ποσότητες νερού και να δέχονται τεράστιες πιέσεις. Πιέσεις ασκούν και δέχονται τα στερεά, τα υγρά και τα αέρια σώματα. Στο μάθημα αυτό θα μελετήσουμε την πίεση στα στερεά.

### Η πίεση στην καθημερινή μας ζωή



Σύγκρινε τις παρακάτω φράσεις:

- 1) Πιέστε στο πάνω δεξιά μέρος για να ανοίξει το κουτί.
  - 2) Ο γιατρός τού μέτρησε την πίεση (εννοείται την πίεση του αίματος).
  - 3) Οι γονείς της την πίεζαν να γίνει αρχιτέκτων.
  - 4) Τα εργατικά σωματεία ασκούν πιέσεις στην κυβέρνηση.
  - 5) Απλώστε την κόλλα και στις δύο επιφάνειες που θέλετε να κολλήσετε και κατόπιν συμπιέστε τις δύο επιφάνειες για 1 λεπτό.
- Τι κοινό και τι διαφορές βρίσκεις στη χρήση των όρων “πίεση” και “πιέζω”; Σε ποιες περιπτώσεις νομίζεις ότι έχουμε την πίεση της φυσικής;

### Πίεση και δύναμη: Για να υπάρχει πίεση πρέπει να υπάρχει δύναμη ή δυνάμεις

Από το 9ο Μάθημα ξέρουμε ότι μια δύναμη μπορεί να κάνει ένα ακίνητο σώμα να κινηθεί ή ένα κινούμενο σώμα να ..... πιο γρήγορα ή πιο αργά. Στην περίπτωση αυτή λέμε ότι η δύναμη άλλαξε την..... κατάσταση του σώματος. Μια δύναμη μπορεί ακόμη να προκαλέσει ..... ενός σώματος.

Τοποθέτησε πάνω στο ένα χέρι σου μια σβήστρα και με ένα ή

**Η έννοια  
της δύναμης**

περισσότερα δάχτυλα του άλλου χεριού σου άσκησε όση δύναμη μπορείς πάνω στη σβήστρα. Αν αντί της σβήστρας έβαζες μια καρφίτσα με τη μύτη της κάθετα στο δέρμα σου, σίγουρα δεν θα δεχόσουν να ασκήσεις κάθετα πάνω στην καρφίτσα όση δύναμη άσκησες προηγουμένως στη σβήστρα. Ενώ λοιπόν οι δυνάμεις είναι ίδιες και στις δύο περιπτώσεις, το αποτέλεσμα είναι πολύ διαφορετικό. Τι είναι εκείνο που προκαλεί το διαφορετικό αποτέλεσμα;

.....  
 .....

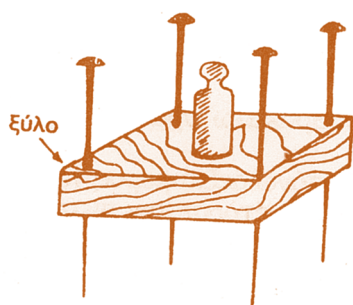
Για να ξεχωρίζουμε τις δύο διαφορετικές περιπτώσεις, θα εισαγάγουμε την έννοια της πίεσης. Η πίεση που θα ασκούνταν μέσω της καρφίτσας στο δέρμα μας είναι πολύ ..... από την πίεση που ασκείται στο δέρμα μας μέσω της σβήστρας, παρόλον που οι δύο ασκούμενες δυνάμεις είναι περίπου οι ίδιες.

Πίεση λοιπόν και δύναμη έχουν σχέση μεταξύ τους: έτσι, για να υπάρχει πίεση πρέπει να ασκείται δύναμη ή δυνάμεις. Βασικά όμως η πίεση και η δύναμη είναι διαφορετικές έννοιες και φυσικά μεγέθη. Σημείωσε ότι χρησιμοποιούμε παρόμοια ορολογία για την πίεση όπως και για τη δύναμη. Έτσι λέμε ότι ένα σώμα ασκεί σ' ένα άλλο μια δύναμη, αλλά και ότι το ένα ασκεί στο άλλο μια πίεση.

**Πίεση και δύναμη  
 σχετίζονται αλλά  
 και διαφέρουν  
 μεταξύ τους**

### **Η πίεση που ασκεί ένα στερεό σώμα στην επιφάνεια επαφής του με άλλο στερεό σώμα**

#### **Πείραμα**



Τρυπήστε τις τέσσερις άκρες μιας λεπτής ορθογώνιας σανίδας με μεγάλα καρφιά, όπως φαίνεται στο σχήμα. Κατόπιν, τοποθετήστε τη σανίδα με τις αιχμές των καρφιών πάνω σ' ένα στρώμα από πηλό ή πλαστελίνη και πάνω στη σανίδα βάλτε ένα τούβλο. Μετρήστε πόσο διεισδυσαν μέσα στην πλαστελίνη οι μύτες των καρφιών.

.....  
 .....

Επαναλάβετε το πείραμα τρεις φορές, τοποθετώντας πάνω στη σανίδα (α) δύο, (β) τρία και (γ) τέσσερα τούβλα. Τι παρατηρείτε;

.....  
 .....

Στη συνέχεια τοποθετήστε τη σανίδα έτσι ώστε τα κεφάλια των καρφιών να ακουμπούν στο στρώμα πλαστελίνης και ξανακάνετε τα πειράματα με ένα, δύο, τρία και τέσσερα τούβλα. Τι παρατηρείτε;

.....  
 .....

Από τι εξαρτάται το βάθος της διείσδυσης των καρφιών; (Εξαρτάται από δύο παράγοντες, ποιους;)

.....  
 .....

Πώς μεταβάλλεται το βάθος διείσδυσεως όταν κρατάμε σταθερή την επιφάνεια επαφής, ενώ αλλάζουμε το βάρος (δηλ. τη δύναμη) που ασκείται πάνω στη σανίδα;

.....  
 .....

Πώς μεταβάλλεται το βάθος διείσδυσεως όταν κρατάμε σταθερό το βάρος που ασκείται πάνω στη σανίδα, ενώ αλλάζουμε την επιφάνεια επαφής;

.....  
 .....



Τα μεγάλα φορτηγά αυτοκίνητα έχουν διπλά και φαρδιά λάστιχα. Για ποιο λόγο;

Πρέπει επομένως να εισαγάγουμε ένα καινούριο μέγεθος που να εξαρτάται από την ..... που ..... σε μια επιφάνεια και από το ..... της επιφάνειας. Στην περίπτωση του παραπάνω πειράματος, όσο πιο μεγάλο είναι το καινούριο μέγεθος, τόσο μεγαλύτερο είναι το βάθος διείσδυσεως. Στο καινούριο μέγεθος δίνουμε το όνομα **πίεση**.

Από τα παραπάνω, είναι φανερό ότι:

- Η πίεση μεταβάλλεται ανάλογα (είναι όπως λέμε ανάλογη) με ..... Εξάλλου, η πίεση μεταβάλλεται .....ανάλογα (είναι όπως λέμε ..... ανάλογη) με .....

Από τα μαθηματικά ξέρουμε ότι τα ανάλογα ποσά έχουν σταθερό ....., ενώ τα αντιστρόφως ανάλογα ποσά έχουν σταθερό .....

Στο σημείο αυτό, θα εξετάσουμε τι ρόλο παίζει η κατεύθυνση του διανύσματος της δύναμης.

(α) Κατευθύνοντας ένα δάχτυλό σου (τον δείκτη) κάθετα προς την παλάμη του άλλου χεριού σου, να ασκήσεις τη μεγαλύτερη δύναμη που μπορείς.

(β) Τοποθετώντας έπειτα τον δείκτη παράλληλα προς την παλάμη (και ακουμπώντας σ' αυτήν) να ασκήσεις δύναμη με διεύθυνση παράλληλη προς το δάχτυλο.

**Ρόλος της κατεύθυνσης του διανύσματος της δύναμης**

(γ) Τέλος, κατευθύνοντας τον δείκτη λοξά ως προς την παλάμη, να ασκήσεις και πάλι όση δύναμη μπορείς, με την κατεύθυνση του δείκτη, ήτοι πλάγια προς την παλάμη.

Να συγκρίνεις τις πιέσεις που δέχθηκε η παλάμη σου στις τρεις παραπάνω περιπτώσεις.

.....  
.....

Τα αποτελέσματα των παραπάνω πειραμάτων μάς οδηγούν στο να λαμβάνουμε υπόψη για την πίεση που ασκείται στην επιφάνεια ενός στερεού σώματος τη δύναμη που ασκείται ΚΑΘΕΤΑ στην επιφάνεια. Είναι φανερό ότι στην περίπτωση που η δύναμη έχει διεύθυνση παράλληλη προς την επιφάνεια, η ασκούμενη στην επιφάνεια πίεση είναι ..... Εξάλλου, όταν η δύναμη ασκείται με κατεύθυνση πλάγια προς την επιφάνεια, τότε η πίεση είναι ..... από την περίπτωση που η ίδια δύναμη ασκείται κάθετα στην επιφάνεια. Στην τελευταία περίπτωση, μόνο ένα μέρος του μεγέθους της δύναμης μετράει στον καθορισμό του μεγέθους της πίεσης. Το μέρος αυτό είναι τόσο πιο μικρό, όσο περισσότερο αποκλίνει η διεύθυνση της δύναμης από την κάθετο προς την επιφάνεια.

Θα εξετάσουμε τώρα την έννοια του λόγου της ασκούμενης δύναμης κάθετα πάνω σε μια επιφάνεια διά του εμβαδού της επιφάνειας: Ας μη δώσουμε κάποιο συγκεκριμένο όνομα σ' αυτόν τον λόγο αυτή τη στιγμή, αλλά ας τον πούμε “νέο μέγεθος”:

“νέο μέγεθος” = δύναμη/εμβαδό επιφάνειας

Με τι ισούται η δύναμη; (με τι ισούται ο διαιρετέος στη διαίρεση;)

δύναμη = (1)

Με τι ισούται το εμβαδό της επιφάνειας; (με τι ισούται ο διαιρέτης στη διαίρεση;)

εμβαδό επιφάνειας = (2)

Αν στην περίπτωση (1) κρατήσουμε τη δύναμη σταθερή, τότε και το γινόμενο του “νέου μεγέθους” επί το εμβαδό της επιφάνειας είναι σταθερό. Το “νέο μέγεθος” δηλαδή και το εμβαδό της επιφάνειας έχουν σταθερό .....

Αν στην περίπτωση (2) κρατήσουμε το εμβαδό σταθερό, τότε και ο λόγος της δύναμης προς το “νέο μέγεθος” είναι

**Για την πίεση,  
λαμβάνουμε υπόψη  
τη δύναμη που ασκείται  
κάθετα στην επιφάνεια**

**Η έννοια του λόγου  
κάθετη δύναμη προς  
εμβαδό επιφάνειας**

σταθερός. Η δύναμη δηλαδή και το “νέο μέγεθος” έχουν σταθερό.....

Σύμφωνα με τους παραπάνω συλλογισμούς, είμαστε δικαιολογημένοι να δεχθούμε ότι το “νέο μέγεθος” είναι η πίεση;

**Από τι εξαρτάται η πίεση**

• Η **πίεση** που ασκεί ένα στερεό σώμα σε ένα άλλο στερεό σώμα εξαρτάται από την κάθετη ..... που ασκεί το πρώτο σώμα στο δεύτερο και από το ..... της επιφάνειας επαφής τους.

**Ορισμός της πίεσης**

• Η πίεση ορίζεται ως το πηλίκο της ασκούμενης κάθετης δύναμης διά του εμβαδού της επιφάνειας στην οποία ασκείται:

$$\text{πίεση} = \text{κάθετη δύναμη} / \text{εμβαδό επιφάνειας}$$

• Ποια είναι η έννοια του πηλίκου αυτού;

Η πίεση εκφράζει τη ..... (που ασκείται ..... σε μια .....), ανά μονάδα εμβαδού επιφανείας.

Στην πίεση (στα αγγλικά: pressure) δίνεται το σύμβολο *p*.

**Να έχεις υπόψη σου**

Το δεδομένο ότι στον καθορισμό του μεγέθους της πίεσης παίζει ρόλο μόνο η κάθετη δύναμη σε μια επιφάνεια (ή στην περίπτωση μια πλάγιας δύναμης μόνο ένα μέρος του μεγέθους της) μάς οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η πίεση ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ διανυσματικό μέγεθος, αλλά μονόμετρο μέγεθος. Επομένως, η πίεση χαρακτηρίζεται μόνο από το ..... της και όχι από .....

**Η μονάδα της πίεσης στο σύστημα SI**

Για να φτιάξεις μια μονάδα για την πίεση, αρκεί να πάρεις οποιαδήποτε μονάδα δύναμης, και να τη διαιρέσεις με οποιαδήποτε μονάδα επιφάνειας. Ποια είναι η μονάδα πίεσεως στο διεθνές σύστημα μονάδων, SI; .....

Η διεθνής μονάδα πίεσεως ονομάζεται 1 pascal, από το όνομα του Γάλλου επιστήμονα του 15ου αιώνα Blaise Pascal. Τα δύο πρώτα γράμματα του ονόματος Pascal, αποτελούν το σύμβολο της μονάδας της πίεσης Pa.

**1 Pa = 1N/1m<sup>2</sup>**

$$1 \text{ Pa} = (1 \text{ .....} / 1 \text{ .....}) = 1 ( \text{ .....} / \text{ .....} )$$

Επειδή το μέγεθος πίεσης 1 Pa είναι μικρό, συνήθως χρησιμοποιούμε πολλαπλάσια του Pa, π.χ. 1 kPa = ..... Pa. Χρησιμοποιούμε ακόμη και τη μονάδα 1N/1cm<sup>2</sup>. Αφού 1 m<sup>2</sup> = ..... cm<sup>2</sup>, θα έχουμε ότι 1N/1cm<sup>2</sup> = ..... Pa = ..... kPa.

### ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΣΕ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Τι είναι εκείνο που κάνει απαραίτητο ένα νέο φυσικό μέγεθος, την πίεση;
2. Ποια είναι η σχέση ανάμεσα στην πίεση και στη δύναμη που ασκεί ένα στερεό σε ένα άλλο στερεό;
3. Ποιος ο ρόλος του εμβαδού της επιφάνειας πάνω στην οποία ασκείται κάθετα μια δύναμη ως προς την πίεση που ασκείται πάνω στην επιφάνεια αυτή;
4. Ποιος ο ρόλος στο μέγεθος της πίεσης (που ασκείται σε μια επιφάνεια) της διεύθυνσης της δύναμης σε σχέση με την επιφάνεια; (Να διακρίνεις τρεις περιπτώσεις διεύθυνσης της δύναμης: κάθετη, παράλληλη και πλάγια προς την επιφάνεια.)
5. Πώς μεταβάλλεται (από μαθηματική άποψη) η πίεση σε σχέση με την κάθετη δύναμη που προκαλεί την πίεση;
6. Πώς μεταβάλλεται (από μαθηματική άποψη) η πίεση σε σχέση με το εμβαδό της επιφάνειας πάνω στην οποία ασκείται κάθετα η δύναμη που προκαλεί την πίεση;
7. Συνολικά, από τι εξαρτάται η πίεση που ασκεί ένα στερεό σώμα σε ένα άλλο στερεό σώμα;
8. Ποια είναι η μαθηματική σχέση που ορίζει την πίεση που ασκεί ένα στερεό σώμα σε ένα άλλο στερεό σώμα;
9. Τι μέγεθος είναι η πίεση μονόμετρο ή διανυσματικό και γιατί;
10. Ποια η μονάδα πίεσεως στο διεθνές σύστημα μονάδων (SI) και πώς προκύπτει αυτή η μονάδα;
11. Πώς μπορεί να περιγραφεί με λόγια ο παραπάνω μαθηματικός ορισμός της πίεσης; Με άλλα λόγια, τι εννοούμε όταν λέμε ότι ένα σώμα ασκεί πίεση 5 Pa (5 πασκάλ) σε ένα άλλο σώμα;

### Για να γνωρίσεις περισσότερα, να σκεφθείς και να καταλάβεις γιατί

1. Να εξηγήσεις γιατί όταν κρατάμε ένα βαρύ δέμα που είναι δεμένο με λεπτό νήμα ή σύρμα, το νήμα θα πληγώσει το χέρι μας.
2. Γιατί οι σκιέρ χρησιμοποιούν ειδικά χιονοπέδιλα που έχουν μεγάλη επιφάνεια επαφής με το χιόνι;
3. Ποιος νομίζετε ότι ασκεί μεγαλύτερη πίεση στο έδαφος, ένας ελέφαντας ή μια κυρία που στηρίζεται σε λεπτά τακούνια;
4. Να εκτιμήσεις πόση είναι η πίεση που ασκεί ένα χαρτονόμισμα π.χ. των 10 ευρώ πάνω σ' ένα τραπέζι. Τι συμπέρασμα βγάζεις για την πίεση 1 Pa; Είναι μεγάλη ή μικρή;
5. Ένας πατινέρ έχει βάρος 700 N. Πόση πίεση ασκεί στον πάγο, αν η επιφάνεια επαφής που έχει κάθε λάμα των πατινιών του είναι 9 cm<sup>2</sup>;
6. Τα δύο μπροστινά λάστιχα ενός αυτοκινήτου είναι φουσκωμένα με πίεση 13 N/cm<sup>2</sup>, ενώ τα δύο πίσω με πίεση 15 N/cm<sup>2</sup>. Κάθε λάστιχο ακουμπά στο έδαφος με μια τετραγωνική επιφάνεια επαφής, πλευράς 10 cm. Πόση δύναμη ασκεί το αυτοκίνητο σε κάθε μπροστινό λάστιχο και πόση σε κάθε πίσω λάστιχο; Ποιο είναι το βάρος του αυτοκινήτου;

