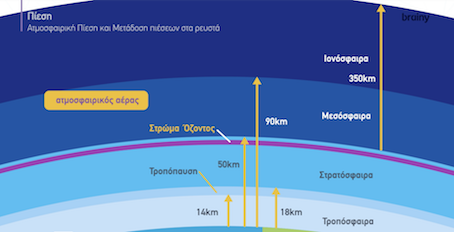
4.3 Ατμοσφαιρική πίεση -4.4 Μετάδοση των πιέσεων στα ρευστά - Αρχή του Πασκάλ

Όταν πίνουμε χυμό από ένα χάρτινο κουτί, παρατηρούμε ένα ιδιαίτερα περίεργο φαινόμενο. Καθώς ρουφάμε αρχικά τον αέρα μέσα στο καλαμάκι και στη συνέχεια το χυμό από το κουτί, τα τοιχώματά του τσαλακώνονται προς τα μέσα.

Γιατί ανεβαίνει ο χυμός στο καλαμάκι;

Γιατί τσαλακώνονται τα τοιχώματα του δοχείου προς τα μέσα;

Ο λόγος είναι η **ατμοσφαιρική πίεση**, **δηλαδή η πίεση που ασκεί ο αέρας γύρω μας.**



Η **ατμόσφαιρα της Γης**είναι **ένας βαθύς “ωκεανός”**,**"βάθους" περίπου 400Km,** που την περιβάλλει ολόκληρη. **Αποτελείται**από **διάφορα αέρια,**όπως το άζωτο και το οξυγόνο, και ονομάζεται **ατμοσφαιρικός αέρας.**

Λόγω της **μεγάλης μάζας του**, ο **ατμοσφαιρικός αέρας λειτουργεί ως ρευστό και ασκεί δύναμη σε κάθε τι που βρίσκεται μέσα του**. Όλα είναι «βυθισμένα» μέσα στον αέριο αυτό ωκεανό, οπότε, η δύναμη που τους ασκεί είναι ομοιόμορφη σε όλη τους την επιφάνεια.

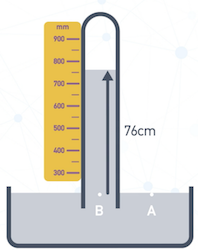
**Όσο ψηλότερα βρισκόμαστε στην γήινη ατμόσφαιρα**, όσο πιο πολλά χιλιόμετρα απέχουμε από το έδαφος, **τόσο μικρότερη είναι η ατμοσφαιρική πίεση που δεχόμαστε**, αφού τόσο μικρότερη είναι η μάζα αέρα που βρίσκεται από πάνω μας. Έτσι, **η μεγαλύτερη τιμή της ατμοσφαιρικής πίεσης βρίσκεται στην επιφάνεια της θάλασσας**και είναι 100000Pa ή αλλιώς 100kPa. Αυτή η πίεση ονομάζεται **πίεση μίας ατμόσφαιρας,**δηλαδή:

**1atm = 100kPa**

**Πώς μετράμε την ατμοσφαιρική πίεση;**

Ο πρώτος που μέτρησε την ατμοσφαιρική πίεση ήταν **ο Τορικέλι,** που ήταν μαθητής του Γαλιλαίου.

Χρησιμοποιώντας μία διάταξη όπως η παρακάτω, δηλαδή ένα σε δοχείο με υδράργυρο και έναν βαθμονομημένο σωλήνα, **το 1643 μέτρησε ότι το ύψος της στήλης του υδραργύρου μέσα στον σωλήνα έφτασε περίπου στα 76 cm.**



Γιατί άραγε να ανεβαίνει η στήλη τόσο ψηλά; Αφού ο σωλήνας συγκοινωνεί με το δοχείο, θα ισχύει για τα σημεία Α και Β ότι:

**pB= pA**

Το σημείο Α βρίσκεται την ελεύθερη επιφάνεια του υδραργύρου, επομένως η μόνη πίεση που δέχεται είναι η ατμοσφαιρική:

**pA= patm**

Αυτή λοιπόν η δύναμη που, λόγω της ατμοσφαιρικής πίεσης, ασκείται στην ελεύθερη επιφάνεια του υδραργύρου, συγκρατεί και την στήλη του υδραργύρου σε αυτό το ύψος. Μέσα στον σωλήνα όμως, δεν υπάρχει αέρας, δηλαδή πάνω από τον υδράργυρο υπάρχει κενό. Έτσι στο σημείο Β δεν ασκείται ατμοσφαιρική πίεση, παρά μόνο η υδροστατική πίεση λόγω της στήλης υδραργύρου από πάνω του:

**pB= pυδρ.**

Τελικά, λόγω της ισότητας ισχύει ότι **patm= pυδρ.= ρυδρ.∙g∙h**

Τα **όργανα** που **μετρούν την ατμοσφαιρική πίεση** χρησιμοποιώντας αυτή την αρχή λέγονται **βαρόμετρα**. Όταν για παράδειγμα η στήλη έχει ύψος 76cm ή 760mm, λέμε πως **η ατμοσφαιρική πίεση είναι ίση με 760mmHg** (χιλιοστά υδραργύρου).

Για μία τέτοια μέτρηση h = 760mm = 760∙10-3m = 76∙10-2m, γνωρίζοντας την πυκνότητα του υδραργύρου μπορούμε να βρούμε την αντίστοιχη ατμοσφαιρική πίεση σε Pa. Αν η πυκνότητα του υδραργύρου είναι ρυδρ.= 13600https://app.brainy.gr/uploads/editor/2639.PNG και χρησιμοποιώντας την τιμή g = 9,8https://app.brainy.gr/uploads/editor/2729.PNG για μεγαλύτερη ακρίβεια, έχουμε ότι:

p =ρυδρ.∙g∙h = 13600∙9,8∙76∙10-2= 101293Pa

**Τι συμβαίνει όταν πίνουμε με ένα καλαμάκι;**

Όταν προσπαθούμε να πιούμε από ένα ποτήρι που έχει χυμό με το καλαμάκι, τότε αρχικά αναρροφούμε τον αέρα και στην συνέχεια το υγρό εισέρχεται στο στόμα μας. Την ώρα που αφαιρείται ο αέρας, μειώνεται η ατμοσφαιρική πίεση μέσα στο καλαμάκι, με αποτέλεσμα να τείνει να δημιουργηθεί κενό.

Ο ατμοσφαιρικός αέρας όμως δεν "αφήνει" να υπάρξει κενό, αφού η ατμοσφαιρική πίεση που ασκείται στην ελεύθερη επιφάνεια του χυμού στο ποτήρι, σπρώχνει το υγρό προς τα κάτω. Έτσι το υγρό ανεβαίνει όλο και πιο ψηλά στο καλαμάκι και καλύπτεται ο κενός χώρος.

Μελετώντας στη συνέχεια το χάρτινο κουτί με χυμό, βλέπουμε πως στα τοιχώματα του η υδροστατική πίεση από μέσα αρχικά ισορροπεί με την ατμοσφαιρική πίεση από έξω. Με άλλα λόγια, όση πίεση υπάρχει απ' έξω, τόση πίεση υπάρχει και από μέσα στο κουτί.

Καθώς λοιπόν αναρροφούμε, αφαιρούμε αέρα και χυμό από το κουτί. Επειδή όμως μειώνεται ο αέρας στο εσωτερικό και δεν αναπληρώνεται απ' έξω, πάει και πάλι να δημιουργηθεί κενό. Έτσι η ατμοσφαιρική πίεση απ' έξω υπερισχύει και τσαλακώνει το κουτί.

Με παρόμοιο τρόπο, όταν θέλουμε να αποθηκεύσουμε ρούχα, τα τοποθετούμε μέσα σε ειδικές πλαστικές σακούλες μέσα από τις οποίες μπορούμε με σκούπα να αφαιρέσουμε τον αέρα. Η ατμοσφαιρική πίεση μειώνει το μέγεθος της σακούλας και των ρούχων αφού ασκεί παντού γύρω τους δύναμη.

**Παράδειγμα**

**Στην κορυφή ενός βουνού, βρίσκουμε πως το ύψος της στήλης του υδραργύρου στο πείραμα του Τορικέλι είναι h = 50cm. Αν η πυκνότητα του υδραργύρου είναι ρυδρ= 13600**https://app.brainy.gr/uploads/editor/2069.PNG**, η πυκνότητα του νερού είναι ρνερού= 1000**https://app.brainy.gr/uploads/editor/2070.PNG**και g = 10**https://app.brainy.gr/uploads/editor/2839.PNG**:**

**α. Να βρείτε την ατμοσφαιρική πίεση σε εκείνο το σημείο, σε Pa και σε atm.**

**β. Αν αντί για υδράργυρο είχαμε νερό, πόσο θα ήταν το αντίστοιχο ύψος της στήλης του μέσα στο σωλήνα;**

**α.** Έχουμε ότι patm= ρ∙g∙h = 13600∙10∙0.5 = 68000Pa = 68kPa

Για να μετατρέψουμε τα Pa σε atm θυμόμαστε ότι 1atm = 100000Pa οπότε:

https://app.brainy.gr/uploads/editor/2934.PNG

**β.** Ακόμα και αν το βαρόμετρο μας είχε νερό αντί για υδράργυρο, η ατμοσφαιρική πίεση στην κορυφή του βουνού δεν θα άλλαζε, θα ήταν δηλαδή και πάλι patm= 68kPa.

Αυτό που θα άλλαζε είναι η πυκνότητα, ρνερού και το ύψος της στήλης του νερού, h’. Έτσι έχουμε:

patm= ρνερού∙g∙h’ οπότε:

https://app.brainy.gr/uploads/editor/3030.PNG

**Μετάδοση πιέσεων στα ρευστά**

Έχεις δει ποτέ να αλλάζουν ένα σκασμένο λάστιχο αυτοκινήτου; Επειδή το βάρος του αυτοκινήτου είναι πολύ μεγάλο, για να το ανυψώσουμε χρησιμοποιούμε συσκευές που ονομάζονται υδραυλικές αντλίες.

Πώς άραγε λειτουργούν; Πώς μπορούν να πολλαπλασιάζουν τη δύναμη που ασκούμε, ώστε να μπορούμε με ευκολία να σηκώνουμε μεγάλα βάρη;

Σύμφωνα με την **αρχή του** Γάλλου φυσικού Μπλεζ **Πασκάλ**, **κάθε μεταβολή της πίεσης σε οποιοδήποτε σημείο ενός περιορισμένου ρευστού που είναι ακίνητο, προκαλεί ίση μεταβολή της πίεσης σε όλα τα σημεία του.**

Με άλλα λόγια, η πίεση που ασκούμε με το ένα έμβολο στο υγρό της αντλίας (p1) μεταδίδεται αναλλοίωτη στο μεγάλο έμβολο, δηλαδή:

**p2= p1**

Έτσι έχουμε ότι:

https://app.brainy.gr/uploads/editor/3177.PNG

Εφόσον λοιπόν η επιφάνεια του δεύτερου εμβόλου είναι μεγαλύτερη από την επιφάνεια του πρώτου, το κλάσμα https://app.brainy.gr/uploads/editor/3240.PNGθα είναι μεγαλύτερο της μονάδας, και τελικά**η δύναμη F2 θα είναι μεγαλύτερη της δύναμης F1.**

Αν για παράδειγμα ισχύει ότι**Α2 = 2 ∙ Α1,**τότε:

https://app.brainy.gr/uploads/editor/3335.PNG

Τελικά βλέπουμε ότι, **η πίεση παραμένει σταθερή αλλά η δύναμη πολλαπλασιάζεται.** Σε αυτήν ακριβώς την αρχή στηρίζεται η λειτουργία των υδραυλικών φρένων, της υδραυλικής πρέσας αλλά και του υδραυλικού εκσκαφέα.

Χρησιμοποιώντας την αρχή του Πασκάλ, μπορούμε να βγάλουμε και ένα ακόμη συμπέρασμα. Έστω ότι έχουμε δοχείο με ένα υγρό. Στην επιφάνεια του, θα ασκείται ατμοσφαιρική πίεση patm λόγω του αέρα που βρίσκεται από πάνω. Σύμφωνα λοιπόν με την **αρχή του Πασκάλ**, **αυτή η πίεση μεταδίδεται σε όλα τα σημεία του υγρού.**

Έτσι, σε ένα σημείο μέσα στο υγρό, σε βάθος h, **η συνολική πίεση θα είναι το άθροισμα της ατμοσφαιρικής και της υδροστατικής.**Δηλαδή:

**pολική = pατμοσφαιρική+ρ·g·h**

**Παράδειγμα εφαρμογής της αρχής του Πασκάλ σε υδραυλικές αντλίες:**

**Το σχήμα που φαίνεται απεικονίζει μία απλή υδραυλική αντλία.**



**α. Πόση είναι η πίεση στο σημείο Α;**

**β. Πόση είναι η πίεση στο σημείο Β;**

**γ. Πόση είναι η δύναμη στο σημείο Β;**

**α.** Αν FA είναι η δύναμη που ασκείται στο έμβολο Α και ΑΑ το εμβαδόν της επιφάνειάς του, τότε όπως γνωρίζουμε η πίεση που του ασκείται είναι:

https://app.brainy.gr/uploads/editor/3534.PNG

**β.** Σύμφωνα με την αρχή του Πασκάλ, η πίεση στο σημείο Β είναι ίση με την πίεση στο σημείο Α, δηλαδή:

pB= pA= 200Pa

**γ.**Εφόσον:

https://app.brainy.gr/uploads/editor/3635.PNG

Τότε:  
 FB= pB∙AB= 200∙0,5 = 100N

Βλέπουμε λοιπόν ότι αφού το εμβαδόν της επιφάνειας του εμβόλου Β είναι πενταπλάσιο από το εμβαδόν της επιφάνειας του εμβόλου Α, αντίστοιχα η δύναμη στο έμβολο Β είναι πενταπλάσια της δύναμης στο έμβολο Α. Δηλαδή **η δύναμη πολλαπλασιάστηκε.**

**Συνοπτικά:**

* Η **ατμόσφαιρα της Γης αποτελείται από διάφορα αέρια**, όπως το άζωτο και το οξυγόνο, και **ονομάζεται ατμοσφαιρικός αέρας**.
* Λόγω της μεγάλης μάζας του, **ο ατμοσφαιρικός αέρας λειτουργεί ως ρευστό και ασκεί δύναμη σε κάθε τι που βρίσκεται μέσα του και η πίεση που ασκεί ονομάζεται ατμοσφαιρική πίεση**.
* H**μεγαλύτερη τιμή της ατμοσφαιρικής πίεσης βρίσκεται στην επιφάνεια της θάλασσας** και είναι 100000Pa ή αλλιώς 100kPa. Αυτή**η πίεση ονομάζεται πίεση μίας ατμόσφαιρας**.
* Τα **όργανα που μετρούν την ατμοσφαιρική πίεση λέγονται βαρόμετρα**. Για να ερμηνεύσουμε τις μετρήσεις τους χρησιμοποιούμε τη σχέση:   
  **patm= pυδρ= ρυδρ∙g∙h**
* Τόσο ο τρόπος που πίνουμε με ένα καλαμάκι, όσο και το πώς τσαλακώνεται ένα κουτί χυμού όταν ρουφάμε, οφείλονται στην ατμοσφαιρική πίεση.
* Σύμφωνα με την **αρχή του Πασκάλ, κάθε μεταβολή της πίεσης σε οποιοδήποτε σημείο ενός περιορισμένου ρευστού που είναι ακίνητο, προκαλεί ίση μεταβολή της πίεσης σε όλα τα σημεία του.**
* Με βάση την **αρχή του Πασκάλ, σε συσκευές** όπως η υδραυλική αντλία ή τα υδραυλικά φρένα, **η πίεση μπορεί να παραμένει σταθερή αλλά η δύναμη που ασκούμε να πολλαπλασιάζεται.**
* **Η ατμοσφαιρική πίεση που ασκείται στην ελεύθερη επιφάνεια ενός υγρού, μεταφέρεται σε όλα τα σημεία του. Έτσι, σε κάποιο βάθος h εντός του υγρού ισχύει ότι:  
   pολική= pατμοσφαιρική+ ρ·g·h**