

## Δυο τρία σχόλια σε εργασία που αναφέρεται στα ρευστά

Σε γνωστό site Φυσικών ξεκίνησα να διαβάζω την εργασία «Δυναμική Ρευστών» ενός πολύ καλού συνάδελφου.

Από την πρώτη κιόλας σελίδα της εν λόγω εργασίας, η ανησυχία μου για τον τρόπο με τον οποίο γινόταν η αναπαράγωση και κατάθεση στοιχείων (γνώση) και συνεπώς για τον τρόπο που θα παρουσιάζονταν τα ρευστά στις επόμενες σελίδες ήταν μεγάλη. Τόσο, που ένιωσα επιτακτική την ανάγκη να διακόψω τη μελέτη και να καταθέσω αμέσως τους προβληματισμούς μου ή καλύτερα τις ενστάσεις μου προς κάθε κατεύθυνση.

.....

Στην πρώτη λοιπόν σελίδα της εν λόγω εργασίας δίνονται ως εισαγωγή στα ρευστά, οι παρακάτω αποτυπώσεις

### 1η αποτύπωση περί ρευστών

**«Ορισμός ρευστού. Με τον όρο ρευστό χαρακτηρίζεται μια οποιαδήποτε ουσία που παρουσιάζει ροή δηλ. έχει την ιδιότητα (δυνατότητα) να ρέει...»**

### Απάντηση

Σε κάθε γνωστικό πεδίο, πόσο μάλλον στη «Φυσική», δεν είναι δυνατό να ορίζουμε κάτι μέσω του οριστέου.

Αν βάσει του παραπάνω ορισμού «Ρευστό είναι αυτό που έχει την ιδιότητα (δυνατότητα) να ρέει», τότε ήχος είναι αυτό που έχει την ιδιότητα (δυνατότητα) να ηχεί, φως είναι αυτό που έχει την ιδιότητα να φωτίζει, πέτρα είναι αυτό που έχει την ιδιότητα να πετρίζει και να μας σπάει το κεφάλι..... και ... και ας μη συνεχίσω γιατί νομίζω είναι προφανές πόσο «αδύναμοι» θα ήταν οι ορισμοί της Φυσικής αν είχαν τη δομή που υιοθετήθηκε στον παραπάνω «ορισμό» των ρευστών.

Πιθανή ένσταση ότι ο παραπάνω ορισμός (ή έστω και τα παρακάτω που θα καταλογίσω), αναφέρεται σε κάποιο σχολικό βιβλίο ή στο τάδε και τάδε πανεπιστημιακό σύγγραμμα δε δικαιολογεί την υιοθέτησή του, γιατί ως Φυσικοί πρέπει κάθε φορά να βρίσκουμε τη δύναμη να απορρίπτουμε την α-νοησία από όπου και να προέρχεται.

Δεν εννοώ να μη διδάξουμε όσα μας υποχρεώνει το σχολικό. Εννοώ ότι θα πρέπει σε αυτή την περίπτωση να ξέρουμε έστω τί διδάσκουμε.

Όταν θελήσουμε να πάμε σε ορισμό Φυσικής, αρχικά θα πρέπει να εξασφαλίσουμε την αυστηρή σημασία τουλάχιστον των τεχνικών λέξεων που θα χρησιμοποιήσουμε.

Κεφάλαιο 3.

Δυναμική Ρευστών

### 3. Δυναμική Ρευστών

**Ορισμός ρευστού<sup>1</sup>.** Με τον όρο **ρευστό** χαρακτηρίζεται μια οποιαδήποτε ουσία που παρουσιάζει ροή δηλ. έχει την ιδιότητα (δυνατότητα) να ρέει. Τα υγρά ρέουν και λαμβάνουν το σχήμα του δοχείου, στο οποίο τοποθετούνται, έχοντας σταθερό όγκο. Τα αέρια δεν έχουν σταθερό όγκο και καταλαμβάνουν εξ ολοκλήρου τον όγκο του δοχείου, στο οποίο βρίσκονται.

Η διάκριση των ρευστών σε υγρά και αέρια βασίζεται στη σταθερότητα του όγκου τους (για ορισμένη θερμοκρασία). Τα υγρά είναι πρακτικά **ασυμπίεστα**, έχουν δηλαδή σταθερό όγκο, ανεξάρτητο από την πίεση. Αντίθετα τα αέρια είναι **συμπιεστά** δηλ. μεταβάλλουν τον όγκο τους σε αντίστοιχες μεταβολές της πίεσης. Αυτό σημαίνει ότι ο όγκος τους εξαρτάται από την πίεσή τους.

#### Στοιχείο ρευστού ή ρευστό σωματίδιο.

Ένα μικρό κομμάτι του ρευστού, αποτελείται από μόρια, τα οποία κινούνται προς όλες τις κατευθύνσεις. Θεωρώντας το ρευστό ως συνεχές μέσο, **ορίζουμε ως στοιχείο ή σωματίδιο ρευστού μια στοιχειώδη (πολύ μικρή) ποσότητα του ρευστού**. Το στοιχείο ρευστού δεν είναι σωματίδιο του μικρόκοσμου, δεν είναι λόγω χάρη μόριο, αλλά το αντίστοιχο "υλικό σημείο" στη μηχανική ρευστών.

Ο όγκος του στοιχείου ρευστού για αέρια ή υγρά σε πίεση περίπου 1 atm είναι  $\Delta V_0 \approx 10^{-9} \text{ m}^3$  και περιέχει περίπου  $N=3,44 \cdot 10^{10}$  μόρια. Επομένως, η πυκνότητα σε κάθε σημείο του ρευστού ορίζεται ως

$$\rho = \lim_{\Delta V \rightarrow 0} \frac{\Delta m}{\Delta V},$$

όπου  $\Delta V$  ο όγκος που περικλείει το συγκεκριμένο σημείο και  $\Delta m$  η μάζα του ρευστού σε αυτό τον όγκο.

<sup>1</sup> Πιο αυστηρά, Ρευστά (Fluids) ονομάζονται εκείνα τα υλικά σώματα τα οποία παραμορφώνονται συνεχώς υπό την επίδραση διατμητικών τάσεων.



Διατμητική τάση ονομάζεται το πηλίκο της παράλληλης ή εφαπτομενικής δύναμης μέτρου F που εφαρμόζεται σε μια διατομή του υλικού, προς την επιφάνεια της διατομής A. Δηλαδή η διατμητική τάση είναι η τάση που είναι παράλληλη στο επίπεδο της διατομής.  $\tau = F/A$ .

Στον παραπάνω ορισμό δηλαδή θα έπρεπε πριν δώσουμε (υιοθετήσουμε) ορισμό ρευστού που να περιέχει τη λέξη «ροή», να είχαμε ορίσει αυστηρά το τί σημαίνει «ροή» στη Φυσική. Τότε μόνο και αφού είχαμε ορίσει αυστηρά τον όρο «ροή», νομιμοποιούμασταν να πάμε σε ορισμό ρευστού που να περιέχει τη λέξη «ροή»... Αλλιώς η λέξη «ροή» δεν έπρεπε να εμπλακεί.

**Η Φυσική δεν είναι δυνατό να αφήσει ούτε μια υπόνοια χαλαρότητας ή ασάφειας και μάλιστα σε ορισμό της.**

Τα λέω αυτά γιατί η χαλαρότητα σε έναν ορισμό είναι ικανή να οδηγήσει τους καθηγητές σε λανθασμένες διδασκαλίες και τους μαθητές σε επικίνδυνες ασυνέπειες. Πράγματι ο προηγούμενος αδύνατος ορισμός των ρευστών έχει ήδη δώσει πολλά αδύνατα σημεία από την πρώτη σελίδα της εργασίας «Δυναμική Ρευστών» του συναδέλφου και βέβαια θα αποτελέσει απειλή για όλες τις επόμενες σελίδες της.

## 2η αποτύπωση περί ρευστών

*«... Η διάκριση των ρευστών σε υγρά και αέρια βασίζεται στη σταθερότητα του όγκου τους (για ορισμένη θερμοκρασία). Τα υγρά είναι πρακτικά **ασυμπίεστα**, έχουν δηλαδή σταθερό όγκο, ανεξάρτητο από την πίεση..... Τα υγρά ρέουν και λαμβάνουν το σχήμα του δοχείου, στο οποίο τοποθετούνται, έχοντας σταθερό όγκο. Τα αέρια δεν έχουν σταθερό όγκο και καταλαμβάνουν εξ ολοκλήρου τον όγκο του δοχείου, στο οποίο βρίσκονται....»*

## Απάντηση

α) Η παραπάνω αποτύπωση μου δημιουργεί παράξενα ερωτηματικά:

- Τα υγρά «λαμβάνουν το σχήμα του δοχείου στο οποίο τοποθετούνται»; Δηλαδή αν ρίξω 20 ml σε ένα άδειο μπουκάλι λεμονάδας του 1,5 λίτρου, τα 20 ml θα πάρουν το σχήμα του μεγάλου μπουκαλιού και θα γίνουν ένα μικρό μπουκαλάκι λεμονάδας μέσα στο μεγάλο μπουκάλι; Και άμα πλαγιάσω λίγο το μεγάλο μπουκάλι της λεμονάδας, τα 20 ml θα γίνουν ένα πλαγιαστό μικρό μπουκαλάκι ίδιου σχήματος με το μεγάλο; Θα γίνουν δηλαδή ένα άλλο σχήμα που θα είναι ίδιο με το αρχικό που είχαν όταν τα έριξα; Θα αλλάξουν σχήμα ενώ είναι στο ίδιο μπουκάλι που έχει αμετάβλητο σχήμα; Τελικά ποιο είναι «το σχήμα δοχείου» που «λαμβάνουν» τα υγρά;
- Σύμφωνα με την παραπάνω αποτύπωση περί ρευστών, η ιδιότητα το να παίρνει κάποιο υλικό το σχήμα του δοχείου φαίνεται να είναι χαρακτηριστικό μόνο των υγρών!  
Τα αέρια δηλαδή δεν έχουν αυτή την ιδιότητα; Τα αέρια «λαμβάνουν» ή «δε λαμβάνουν» το σχήμα του δοχείου; Αν βάλω αέρα κοπανιστό ή έστω ένα χρωματιστό αέριο (για να το βλέπω καλύτερα) μέσα σε δοχείο τί σχήμα θα «λάβει» ο αέρας ή το χρωματιστό αέριο; Δε θα είναι πάντα το σχήμα του δοχείου και μάλιστα πολύ καλύτερα από τα υγρά;  
Αν όμως και τα αέρια παίρνουν το σχήμα του δοχείου και μάλιστα καλύτερα τότε αυτή η «ιδιότητα» δεν μπορεί να θεωρηθεί ιδιότητα αποκλειστικά των υγρών. Μήπως αυτή η ιδιότητα ταιριάζει πιο καλά στα αέρια;
- Ο όγκος των υγρών είναι σταθερός ή μήπως εξαρτάται και από άλλους παράγοντες όπως για παράδειγμα η θερμοκρασία;

- Τα λεπτόκοκκα υλικά, όπως για παράδειγμα η πολύ λεπτή άμμος, είναι ρευστό ή όχι; Κατακόρυφα τζάμια μετά από δεκάδες χρόνια δείχνουν αύξηση πάχους στο κάτω μέρος. Και τούτο γιατί υπάρχει βραδύτατη ροή του γυαλιού προς τα κάτω. Το στερεό γυαλί λοιπόν είναι ρευστό ή όχι; Τα στερεά είναι ρευστά ή όχι;

β) Βάσει του ορισμού που δόθηκε αρχικά στην **1η αποτύπωση**, «*ρευστά είναι οι ουσίες που έχουν την ιδιότητα να ρέουν*».

Γνωρίζουμε όμως (στη Φυσική) ότι ρευστά είναι και τα υγρά και τα αέρια.

Βάσει λοιπόν του παραπάνω ορισμού θα πρέπει να λέμε ότι και τα υγρά και τα αέρια ρέουν! Δηλαδή θα πρέπει να διδάσκουμε ότι τα αέρια ρέουν.

Όμως ποτέ δε λέμε ότι ο αέρας ρέει... Δηλαδή ποτέ δε χρησιμοποιούμε για τα αέρια τη λέξη «ρέουν» που είναι η πιο βασική λέξη του παραπάνω ορισμού ή αλλιώς η πιο προσδιοριστική λέξη (λέξη-κλειδί) που χρησιμοποιεί ο παραπάνω ορισμός !!!

Εκείνο που θέλω να πω είναι το εξής: Αφού τα υγρά και τα αέρια είναι ρευστά θα πρέπει σε επίπεδο ορισμού να αντιμετωπίζονται με τις ίδιες ακριβώς λέξεις και ιδιαίτερα αν αυτές οι λέξεις είναι καθοριστικές για τον ορισμό.

Αν ο ορισμός των ρευστών είναι επικεντρωμένος στο ότι ρέουν (όπως ο ορισμός που δόθηκε στη **1η αποτύπωση**) και αν τα αέρια είναι ρευστά τότε θα πρέπει να λέμε ότι τα αέρια ρέουν. Όταν θελήσουμε να ορίσουμε τα ρευστά πρέπει να μπορούμε να αποδώσουμε ίδιες λέξεις ορισμού σε όσα υλικά συμπεριλάβουμε στον ορισμό μας. Ίδιες λέξεις σε ίδιο ορισμό και για τα υγρά και για τα αέρια....

Τελικά νομίζω ότι ο παραπάνω ορισμός των ρευστών δε λέει τί είναι τα ρευστά.

Ή αλλιώς ο ορισμός που δόθηκε στην **1η αποτύπωση** και συμπληρώθηκε με την **2η αποτύπωση** ή είναι διάτρητος και πρέπει να εγκαταλειφθεί άμεσα ή πρέπει να επαναδιατυπωθεί.

### **3η αποτύπωση περί ρευστών**

*«...Στοιχείο ρευστού ή ρευστό σωματίδιο. Ένα μικρό κομμάτι του ρευστού, αποτελείται από μόρια, τα οποία κινούνται προς όλες τις κατευθύνσεις. Θεωρώντας το ρευστό ως συνεχές μέσο, ορίζουμε ως στοιχείο ή σωματίδιο ρευστού μια στοιχειώδη (πολύ μικρή) ποσότητα του ρευστού. Το στοιχείο ρευστού δεν είναι σωματίδιο του μικρόκοσμου, δεν είναι λόγου χάρη μόριο, αλλά το αντίστοιχο "υλικό σημείο" στη μηχανική ρευστών.»*

### **Απάντηση**

**α) Η παραπάνω αποτύπωση μου δημιουργεί παράξενα ερωτηματικά. Αριθμώ:**

- Τί σημαίνει μικρό κομμάτι ρευστού; Μικρό κομμάτι σε σχέση με τί; Το ένα κυβικό μέτρο είναι ή όχι μικρό κομμάτι; Το  $1\text{m}^3$  μπροστά στο  $1\text{mm}^3$  ή έστω μπροστά στα  $10\text{Km}^3$  είναι μικρό ή μεγάλο κομμάτι; Τελικά τί σημαίνει «**μικρό κομμάτι ρευστού**» αν δεν υπάρχει σύγκριση!
- Γράφεται παραπάνω ότι τα «**μικρά κομμάτια ρευστού**» αποτελούνται (αποκλειστικά) από μόρια. Συνεπώς οποιοδήποτε υδατικό διάλυμα θεικού οξέος ή δεν είναι ρευστό επειδή περιέχει και ιόντα εκτός από μόρια ή είναι ρευστό αλλά δεν ορίζεται

σε αυτό η έννοια του «ρευστού σωματιδίου» επειδή τα «μικρά κομμάτια» του διαλύματος περιέχουν ιόντα.

Το νερό που πίνουμε και το οποίο περιέχει οξόνια και άλλα ιόντα είναι ρευστό ή όχι;

- iii. Τα «μόρια» στα «μικρά κομμάτια ρευστού» κινούνται προς όλες τις κατευθύνσεις ή μήπως η κάθε κατεύθυνση στατιστικά περιέχει τον ίδιο αριθμό κινούμενων σωματιδίων ή μήπως αυτό συμβαίνει στις κατευθύνσεις των αξόνων x,y,z ή μήπως το παραπάνω χρειάζεται μια άλλη διατύπωση;
- iv. Στο ρευστό επιχειρούμε (μπορούμε) να ορίσουμε σωματίο (ή σωματίδιο;), τη στιγμή που το θεωρούμε συνεχές μέσο; Στα συνεχή μέσα έχει καμιά αξία το σωματίο ή μήπως αξία έχουν η «στοιχειώδης» (απειροστή) μάζα, ο στοιχειώδης (απειροστός) όγκος, πυκνότητα κ.λπ. Τί να το κάνουμε το ρευστό σωματίδιο αφού θα υποχρεωθούμε εκ των πραγμάτων να χρησιμοποιήσουμε απειροστικό λογισμό που θέλει κυρίως συνέχειες;
- v. Η φράση «...**ορίζουμε ως στοιχείο ή σωματίο ρευστού μια στοιχειώδη (πολύ μικρή) ποσότητα του ρευστού**» είναι δυνατό να αποτελεί ορισμό σωματίου ρευστού; Δηλαδή αν πω σε κάποιον Φυσικό ότι έχω μια πολύ μικρή ποσότητα ρευστού τότε ο Φυσικός που με ακούει θα καταλάβει αμέσως ότι έχω ένα σωματίο ρευστού; Κι αν η ποσότητα αυτή του ρευστού είναι λίγο πιο μεγάλη ή λίγο πιο μικρή από τη μικρή που πήρα αρχικά δε θα είναι πια σωματίο; Μα είναι δυνατό τέτοιες ρευστότητες να φιλοδοξούν να πάρουν θέση ορισμού Φυσικής στα ...ρευστά;

**β)** Το ότι «το στοιχείο ρευστού» δεν είναι μόριο, αλλά κάτι μεγαλύτερο έχει ήδη επισημανθεί στην **3η αποτύπωση** όπου αναφέρεται ότι «Ένα μικρό κομμάτι του ρευστού, αποτελείται από μόρια,...».

Εκείνο όμως που **με προβληματίζει αφάνταστα** είναι η φράση ότι «*Το στοιχείο ρευστού ...είναι ... το αντίστοιχο "υλικό σημείο" στη μηχανική ρευστών*» τη στιγμή που λίγο πριν στον ορισμό του απαιτήθηκε από το στοιχείου ρευστού να είναι πολύ ... μικρή ποσότητα συνεχούς μέσου με μόρια που κινούνται προς όλες τις κατευθύνσεις!!!

**Όμως** το υλικό σημείο στη μηχανική του Νεύτωνα δεν είναι απαραίτητα ούτε μικρή ποσότητα μάζας, ούτε μικρών, σχετικά με την καθημερινότητά μας, διαστάσεων, ούτε έχει ή έστω μας απασχολεί η δομή του, ούτε αποτελεί κομμάτι ή απαραίτητη έννοια κάποιου συνεχούς μέσου, ούτε έχει τη μαθηματική μεταχείριση με το στοιχειώδες των ρευστών (για το υλικό σημείο ΠΟΤΕ δε λέμε  $dm$  ή  $dV$  κ.λπ κάτι που κάνουμε κατά κόρο στα συνεχή μέσα).

Τουτέστιν το υλικό σημείο της Φυσικής του Νεύτωνα δεν έχει καμιά σχέση με αυτό που επιχειρήθηκε να οριστεί ως σωματίο ρευστού.

#### 4η αποτύπωση περί ρευστών

«...Ο όγκος του στοιχείου ρευστού για αέρια ή υγρά σε πίεση περίπου 1 atm είναι  $\Delta V_0 \approx 10^{-9} \text{ mm}^3$  και περιέχει περίπου  $N=3,44 \cdot 10^{10}$  μόρια. Επομένως, η πυκνότητα σε κάθε σημείο του ρευστού ορίζεται ως  $\rho = \lim_{\Delta V \rightarrow \Delta V_0} \frac{\Delta m}{\Delta V}$  όπου  $\Delta V$  ο όγκος που περικλείει το συγκεκριμένο σημείο και  $\Delta m$  η μάζα του ρευστού σε αυτό τον όγκο...»

## Απάντηση

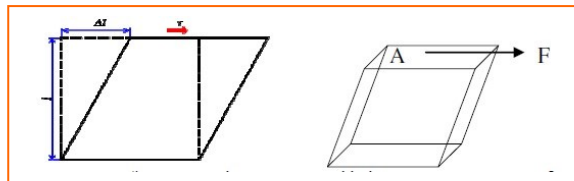
α) Η παραπάνω αποτύπωση μου δημιουργεί παράξενα ερωτηματικά. Αριθμός:

- i. Στη 2η αποτύπωση γράφεται ότι τα υγρά είναι ασυμπίεστα. Αφού όμως είναι ασυμπίεστα εκείνο το  $1 \text{ atm}$  που χρησιμοποιείται παραπάνω για τον ορισμό του όγκου  $\Delta V_0$  του «στοιχείου ρευστού» τί χρειάζεται για τα υγρά;
- ii. Το  $\Delta V_0 \approx 10^{-9} \text{ mm}^3$  είτε είναι στοιχείο υγρού είτε στοιχείο αερίου είναι το ίδιο σε τιμή και περιέχει τον ίδιο αριθμό μορίων;  
Δηλαδή ο ίδιος όγκος  $\Delta V_0 \approx 10^{-9} \text{ mm}^3$  οποιουδήποτε υγρού και οποιουδήποτε αερίου σε ίδια πίεση  $1 \text{ atm}$  περιέχει απαραίτητα  $N=3,44 \cdot 10^{10}$  μόρια;  
Ή για να το πω αλλιώς:  
Όπου βρούμε  $3,44 \cdot 10^{10}$  μόρια σε όγκο  $\Delta V_0 \approx 10^{-9} \text{ mm}^3$  υγρού ή αερίου σε πίεση  $1 \text{ atm}$ , μπορούμε να πούμε ότι αυτό είναι στοιχείο (σωμάτιο, σωματίδιο;) ρευστού;
- iii. Οι συμβολισμοί  $\Delta V$  και το  $\Delta V_0$  που χρησιμοποιούνται στην παραπάνω 4η αποτύπωση περί ρευστών δεν είναι μεταβολές όγκου; Αν ναι, ποιανού όγκου; Αν δεν είναι μεταβολές και είναι, όπως γράφεται, σκέτος όγκος γύρω από κάποιο σημείο, τότε το  $\Delta V$  θα έπρεπε να τείνει στο μηδέν ( $\Delta V \rightarrow 0$ ) και όχι σε κάποια τιμή  $\Delta V_0$ .  
Η απαίτηση  $\Delta V \rightarrow 0$  θα είναι μάλλον ακόμη πιο ισχυρή αν φιλοδοξούμε η μετέπειτα γραφή μας να καταλήξει σε παράγωγο ή γενικότερα να κάνει χρήση εννοιών απειροστικού λογισμού, οπότε το  $\Delta V$  θα γίνει  $dV$ .
- iv. Προβληματίζομαι δηλαδή για το ποιο είναι τελικά το νόημα της γραφής  $\rho = \lim_{\Delta V \rightarrow \Delta V_0} \frac{\Delta m}{\Delta V}$  αφού το  $\Delta V_0$  είναι συγκεκριμένος αριθμός. Σε ένα  $\lim$  τέτοιας μορφής, το  $\Delta V$  πρέπει να τείνει στο 0, αλλιώς η γραφή  $\lim_{\Delta V \rightarrow \Delta V_0} \frac{\Delta m}{\Delta V}$  δείχνει ότι το  $\Delta V$  κακοχρησιμοποιήθηκε δηλώνοντας απλή μεταβλητή που τείνει στην τιμή  $\Delta V_0 \approx 10^{-9} \text{ mm}^3$ .  
Στην περίπτωση αυτή όμως που το  $\Delta V$  είναι απλή μεταβλητή και όχι μεταβολή ή υποψήφιο διαφορικό, θα έπρεπε να γραφεί σκέτο  $V$ !  
Τελικά τί είναι αυτό το  $\lim_{\Delta V \rightarrow \Delta V_0} \frac{\Delta m}{\Delta V}$  το οποίο χρησιμοποιεί μεν έννοιες απειροστικού λογισμού, αλλά έτσι όπως έχει γραφεί δε μπορεί να σταθεί ως παράγωγος συνάρτησης;  
Το  $\lim_{\Delta V \rightarrow \Delta V_0} \frac{\Delta m}{\Delta V}$  είναι ένα λάθος γραφής που θα μεταφέρει σε μετέπειτα χειρισμούς Φυσικής Ρευστών μαθηματικά και εννοιολογικά λάθη!
- v. Και στο κάτω κάτω αφού το  $\Delta V_0 \approx 10^{-9} \text{ mm}^3$  και αφού βάσει ορισμού περιέχει  $N=3,44 \cdot 10^{10}$  ... μόρια τί χρειαζόμαστε το όριο  $\rho = \lim_{\Delta V \rightarrow \Delta V_0} \frac{\Delta m}{\Delta V}$  που δίνει δήθεν την πυκνότητα σε σημείο ρευστού; Γιατί δε γράφουμε κατευθείαν  $\rho = \frac{3,44 \cdot 10^{10} \cdot m_{\text{μορ}}}{10^{-9} \text{ mm}^3}$  όπου  $m_{\text{μορ}}$  η μάζα του ενός μορίου του συγκεκριμένου ρευστού;

## 5η αποτύπωση περί ρευστών

«...Πιο αυστηρά, Ρευστά (Fluids) ονομάζονται εκείνα τα υλικά σώματα τα οποία παραμορφώνονται συνεχώς υπό την επίδραση διατμητικών τάσεων.

Διατμητική τάση ονομάζεται το πηλίκο της παράλληλης ή εφαπτομενικής δύναμης μέτρου  $F$  που εφαρμόζεται σε μια διατομή του υλικού, προς την επιφάνεια της διατομής  $A$ . Δηλαδή η διατμητική τάση είναι η τάση που είναι παράλληλη στο επίπεδο της διατομής.  $\tau = F/A$ .



## Απάντηση

- i. Τί σημαίνει η φράση «...παραμορφώνονται συνεχώς υπό την επίδραση διατμητικών τάσεων...»; Σημαίνει παραμορφώνονται με τρόπο συνεχή; Τη λαμαρίνα δε μπορούμε να την παραμορφώσουμε με συνεχή τρόπο «υπό την επίδραση διατμητικών τάσεων»; Η λαμαρίνα είναι ρευστό; Μήπως τελικά λείπει κάτι και από αυτόν τον πιο «αυστηρό» ορισμό των ρευστών όπου χρησιμοποιούνται διατμητικές τάσεις; Μήπως πρέπει να τον επαναδιατυπώσουμε ώστε να αποκλείσουμε ελαστικά στερεά;
- ii. Στα αέρια που εξετάζουμε στο Λύκειο και όχι μόνο, οι διατμητικές τάσεις υπάρχουν και μεταξύ των διαφόρων «στρωμάτων» τους ή μόνο αναφέρονται ως δυνατότητα της επιφάνειας και άρα μόνο ως εξωτερικές διατμητικές τάσεις; Πού υπάρχουν και από ποιο μηχανισμό ή από ποιες δυνάμεις παράλληλες με ποιες επιφάνειες δημιουργούνται οι διατμητικές τάσεις μεταξύ των εσωτερικών «στρωμάτων» των αερίων; Ενώ διδάσκουμε στα παιδιά (και στον εαυτό μας) ότι τα μόρια των (ιδανικών) αερίων δεν ασκούν δυνάμεις το ένα στο άλλο, τώρα θα πρέπει να ορίσουμε τα ιδανικά ρευστά (υγρά και αέρια) με εσωτερικές διατμητικές τάσεις αερίων, δηλαδή με εσωτερικές δυνάμεις μεταξύ δομικών λίθων αερίων;
- iii. Γράφεται παραπάνω ότι διατμητική τάση είναι η τάση..., τη στιγμή που δεν έχουμε ορίσει τί είναι τάση. Δηλαδή πάλι επιχειρείται ορισμός μέσω του οριστού!!! Αλλά ας το παρακάμψουμε αυτό.  
Τελικά τί είναι η διατμητική τάση ώστε να έχουμε δικαίωμα να την χειριστούμε και ως παράλληλη με επιφάνεια; Είναι διάνυσμα παράλληλο με την επιφάνεια;  
Με άλλα λόγια τί σημαίνει (διατμητική) τάση παράλληλη με επιφάνεια;
- iv. Η επιφάνεια  $A$  στο εσωτερικό των αερίων πώς θα «κοπεί» ώστε να είναι διατομή τάσης; Και οι δυνάμεις που απαιτούνται να ενεργούν πάνω σε αυτή την επιφάνεια από που θα προέλθουν; Στα αέρια ποιος θα εξασφαλίσει εσωτερική δύναμη παράλληλη με διατμητική επιφάνεια; Ή μήπως όλα αφορούν την εξωτερική επιφάνεια των ρευστών; Αλλά ποια εξωτερική επιφάνεια υπάρχει σε ένα αέριο;

Νομίζω ότι δε χρειάζεται να συνεχίσω, αφού με όλα τα παραπάνω είναι ανάγλυφες πλέον οι απόψεις μου, οι οποίες δεν πρέπει να παρθούν ως θυμωμένες «συστάσεις» σε άλλους, αλλά μόνο ως δικιά μου επιλογή, ως δικιά μου προσωπική στάση Φυσικού:

**α)** Οι διατυπώσεις στη Φυσική κυρίως οι εισαγωγικές και οι ορισμοί πρέπει να είναι σχολαστικές, γιατί αλλιώς κινδυνεύει μαθηματικά και εννοιολογικά όχι μόνο ολόκληρο το μετέπειτα κείμενο, αλλά και η συλλογιστική μας ως Φυσικών.

**β)** Βιβλιογραφία μας δεν είναι δυνατό να αποτελέσουν οι ασκήσεις και οι «προβληματισμοί» ατόμων που ασχολούνται με τα ρευστά το ίδιο μικρό χρονικό διάστημα που πιθανώς να ασχολούμαστε και εμείς, λόγω της ξαφνικής ανάγκης ενός νέου σχολικού αναλυτικού προγράμματος.

**γ)** Πρέπει να ξαναψάξουμε τα θέματα Φυσικής που διδάσκουμε. Με τη λάμψη, τη φούρια και την αμφισβήτηση των φοιτητικών μας χρόνων να ξαναβρεθούμε κοντά στα φαινόμενα κάνοντας μόνοι μας ακόμη και τις πιο απλές πράξεις...

Επιχειρώντας έτσι ακόμη και την πιο απλή συλλογιστική συνέπεια, ίσως χρειαστεί να βρούμε το κουράγιο να απορρίψουμε τα γραφόμενα κάποιων ή και όλων των γνωστών πανεπιστημιακών βιβλίων ακόμη και παγκόσμιας εμβέλειας.

**δ)** Πρέπει να επιδιώκουμε αυστηρή κριτική, όσο δύσκολο συναισθηματικά κι αν μας είναι αυτό. Αλλιώς κινδυνεύουμε να κάνουμε πιο επώδυνους τους επόμενους πιθανούς εκτροχιασμούς και τα πιθανά λάθη μας.

Ένας Φυσικός νομίζω ότι έχει ανάγκη την αυστηρή κριτική και μόνο αυτή! Για να αναδείξει και να αξιοποιήσει **και** για χατίρι μας τις δεξιότητές του.

**Πήλιο, Σάββατο 30 Απριλίου 2016**

*Θρασύβουλος Κων. Μαχαίρας  
Φυσικός  
Γενικού Λυκείου Αγριάς Πηλίου*