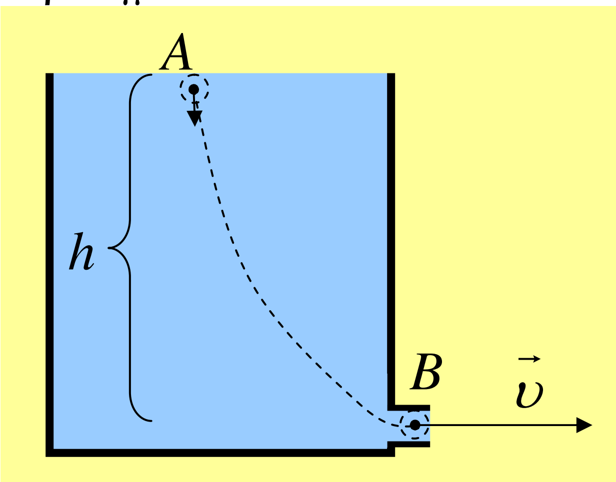
Ένα ταξίδι χρήσιμο, ακόμα κι αν δε γίνει.

-Παιδιά, αν πέσετε από πέντε μέτρα θα φτάσετε με ταχύτητα σχεδόν 36 χιλιόμετρα την ώρα!
-Αν δεν πέσουμε;

Προφανώς δεν θα έχουν την οδυνηρή εμπειρία μιας τέτοιας προσγείωσης. Όμως οι νόμοι της Φυσικής εξακολουθούν να ισχύουν. Δηλαδή ένα σώμα που πέφτει από αυτό το ύψος φτάνει με αυτήν την ταχύτητα περίπου.

Σε ένα ρευστό δεν ξέρουμε πάντοτε αν ένα μαζάκι θα πάει από το σημείο Α στο Β. Αν η ροή είναι στρωτή σε κάθε σημείο του ρευστού αντιστοιχεί μια ταχύτητα. Δηλαδή όποιο μαζάκι βρίσκεται στο σημείο αυτό θα κινείται με την ταχύτητα που αντιστοιχεί στο σημείο.
Πως βρίσκουμε αυτήν την ταχύτητα;
Παίρνουμε ένα μαζάκι σε σημείο γνωστής ταχύτητας. Το «υποχρεώνουμε» να ταξιδέψει μέχρι το σημείο άγνωστης ταχύτητας. Βρίσκουμε (ίσως ενεργειακά) την ταχύτητα που θα πιάσει και αποδίδουμε αυτήν την ταχύτητα στο σημείο αυτό.

Παράδειγμα:



Ποια είναι η ταχύτητα εκροής στο Β;
Θεωρούμε πως ένα μαζάκι πηγαίνει από το Α στο Β. Όσο χρόνο διαρκεί το ταξίδι του, η ροή δεν μεταβάλλεται. Δηλαδή όχι όταν ξεκινάει η ταχύτητα στο Β να είναι 5 m/s και όταν φτάνει να είναι 4 M/s.

Το έργο που προσφέρθηκε στο μαζάκι έγινε μεταβολή της κινητικής του ενέργειας.
Αν θεωρήσουμε γελοία την αρχική του κινητική ενέργεια, τότε έγινε κινητική ενέργεια.
Το έργο είναι άθροισμα δύο έργων. Του έργου του βάρους και του έργου της δύναμης από το ρευστό.
Το δεύτερο είναι $\delta V \cdot (P_A - P_B) = \delta V \cdot (P_{\alpha\tau\mu} - P_{\alpha\tau\mu}) = 0$

Το έργο του βάρους είναι $\delta m \cdot g \cdot h$

Οπότε $\frac{1}{2}\delta m \cdot \upsilon^2 = \delta m \cdot g \cdot h \Rightarrow \upsilon = \sqrt{2g \cdot h}$.

Γνωστό συμπέρασμα, από την μπερνουλική απόδειξη του θεωρήματος Τορικέλι. Ασφαλές συμπέρασμα.
-Μα κύριε αν δεν φτάσει το μαζάκι;
-Θα φτάσει κάποιο άλλο.
-Ναι αλλά, όταν φτάνει το μαζάκι, η στάθμη έχει κατέβει και θα βγει με μικρότερη ταχύτητα.

Σωστή η τελευταία παρατήρηση. Αν η στάθμη διετηρείτο στο ίδιο ύψος δεν θα είχαμε αυτό το πρόβλημα. Φανταζόμαστε λοιπόν ακαριαίο το ταξίδι και βρίσκουμε την ταχύτητα στο Β.
Η ταχύτητα αυτή ας πέσει μετά.
Το ταξιδάκι της μαζούλας είναι χρήσιμο, ακόμα και αν ουδέποτε πραγματοποιηθεί.

Παράδειγμα δεύτερο:

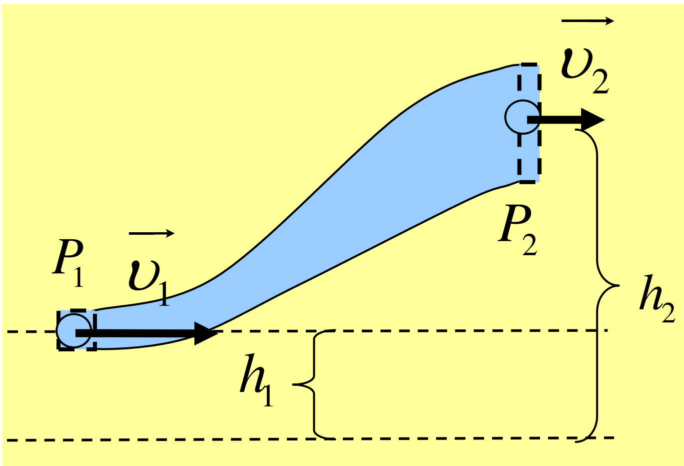
Η μαζούλα πηγαίνει από το 1 στο 2.
Το έργο της δύναμης του νερού: $\delta V \cdot (P_1 - P_2)$.
Αυτό μεταβάλλει την ολική ενέργεια της μαζούλας.
Δηλαδή:

$$\delta V \cdot (P_1 - P_2) = \delta m \cdot g \cdot (h_2 - h_1) + \frac{1}{2}\delta m \cdot \upsilon_2^2 - \frac{1}{2}\delta m \cdot \upsilon_1^2$$

Διαιρώ και …

$$P_1 + \rho \cdot g \cdot h_1 + \frac{1}{2}\rho \cdot \upsilon_1^2 = P_2 + \rho \cdot g \cdot h_2 + \frac{1}{2}\rho \cdot \upsilon_2^2$$

Νάτος ο Μπερνούλης!



Παράδειγμα τρίτο:

Η μαζούλα μας πηγαίνει από το Α στο Β.
Παράγεται απάνω της έργο:

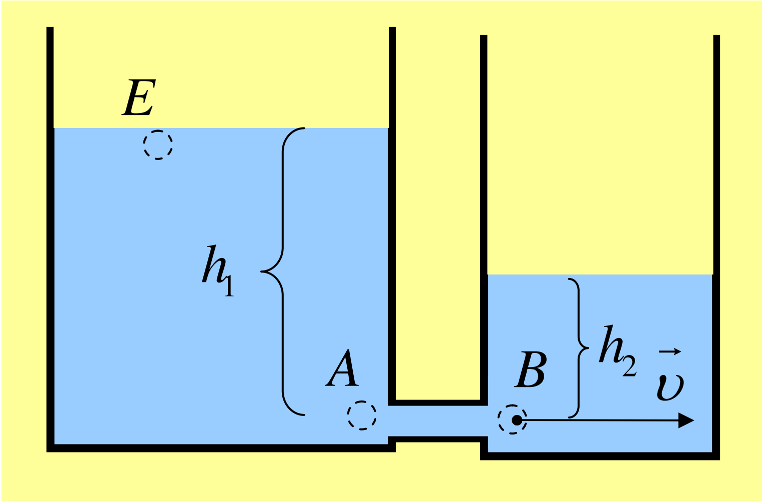
$$\delta V\cdot\left(P_A-P_B\right)=\delta V\cdot\rho\cdot g\cdot\left(h_1-h_2\right)=\delta m\cdot g\cdot\left(h_1-h_2\right)$$

Γίνεται όλο κινητική ενέργεια, δηλαδή:

$$\frac{1}{2}\delta m\cdot\upsilon^2=\delta m\cdot g\cdot\left(h_1-h_2\right)\Rightarrow\upsilon=\sqrt{2g\cdot\left(h_1-h_2\right)}$$

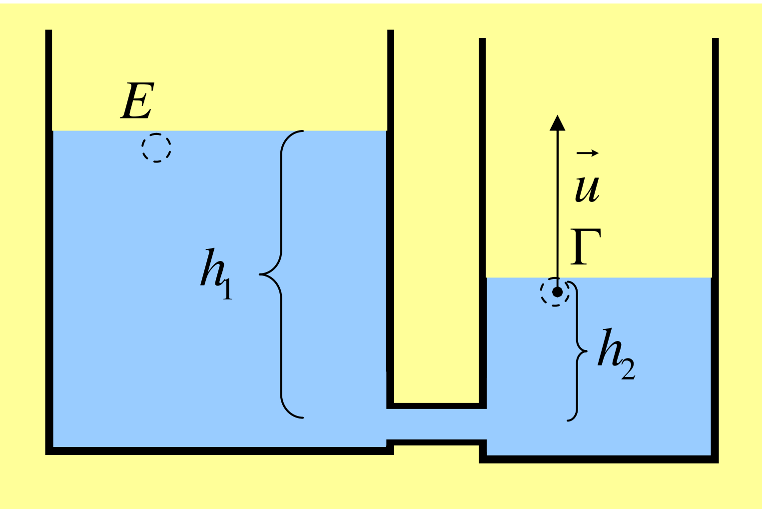
Δεν μας ενδιαφέρει αν όση ώρα ταξιδεύει η μαζούλα αλλάζουν οι στάθμες.
Η ταχύτητα εκροής αυτή είναι.

Θα βγάζαμε την ίδια σχέση αν η μαζούλα ταξίδευε ακαριαία από το Ε στο Β.



Μπορεί το ταξίδι μιας μαζούλας να καθυστερήσει και όταν φτάσει στο Β να έχει πολύ μικρότερη ταχύτητα. Παντελώς αδιάφορον. Με τη μαζούλα θα ασχολούμαστε;
Μη σώσει και φτάσει! Την στιγμή μηδέν αυτή είναι η ταχύτητα εκροής.

Παράδειγμα τέταρτον:



Ας κάνουμε μια υπόθεση.
Η μαζούλα ταξιδεύει από το Ε στο Γ, πρίν αλλάξουν οι στάθμες.
Έστω ότι πισινάρες έχουμε ρε αδερφέ!
Τώρα αυτή θα φτάσει, κάποια άλλη με ανταλλαγή ταχυτήτων, σκοτιστήκαμε.
Επειδή η μαζούλα πηγαίνει από ατμοσφαίρας εις ατμόσφαιραν το έργο από τη δύναμη του νερού μηδέν είναι.
Η ενέργεια διατηρείται.

$$\frac{1}{2}\delta m\cdot u^2+\delta m\cdot g\cdot h_2=\delta m\cdot g\cdot h_1\Rightarrow u=\sqrt{2g\cdot\left(h_1-h_2\right)}$$

Νάτα τα ίδια πάλι!!

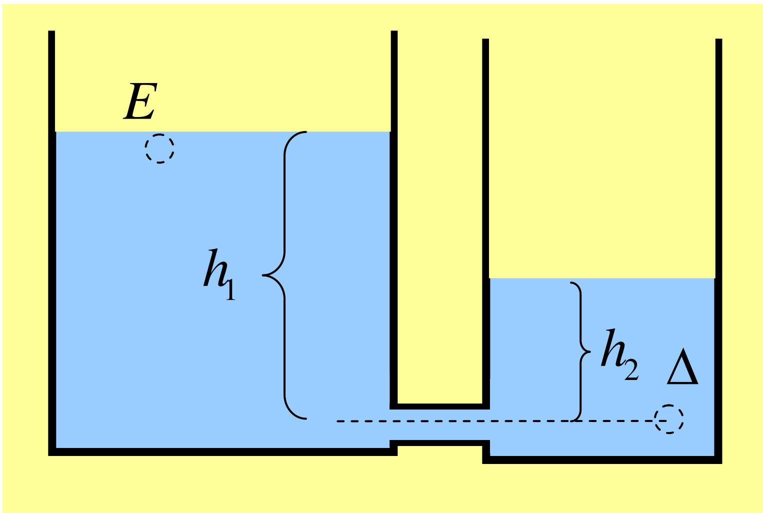
Η ταχύτητα με την οποία φτάνει στην επιφάνεια είναι ίδια με αυτήν που ξεμπούκαρε από τον σωλήνα.
Μεταξύ μας έπρεπε να το περιμένουμε. Νερό είναι η μαζούλα και το βάρος της ίσο με την άνωση.
Επομένως γιατί να αλλάξει ταχύτητα;

Προς Θεού όμως, η ταχύτητα αυτή δεν είναι η ταχύτητα με την οποία κινείται η επιφάνεια του νερού. Είναι μια ταχύτητα άχρηστη πρακτικά. Είναι αυτή που πρέπει να βγάλουμε αν κάποιος μας υποχρεώσει (με το μπιστόλι στον κρόταφο) να Μπερνουλίσωμεν από το Ε στο Γ.

Μπερνουλιές:

-Πάρε Μπερνούλι, ρε γίγαντα, από το Ε στο Δ!
-Αμέσως. Η ταχύτητα στο Δ έχει μηδενιστεί.
-Που το είδες τεράστιε;
-Γνωστό κόλπο πολλάκις χρησιμοποιηθέν σε βιβλία και φυλλάδια.
-Προχώρα!
Και ο γίγας λέει ότι:

$$P_{\alpha\tau\mu}+\rho\cdot g\cdot h_1+\frac{1}{2}\rho\cdot 0^2=P_\Delta+\frac{1}{2}\rho\cdot 0^2$$



Δηλαδή έβγαλε ότι $P_{\Delta} = P_{\alpha\tau\mu} + \rho \cdot g \cdot h_1$ αντί $P_{\Delta} = P_{\alpha\tau\mu} + \rho \cdot g \cdot h_2$

Προφανώς δεν είδε την:

Εκεί φαίνεται πως το νερό συνεχίζει να κινείται μέσα στο νερό.
Ο μηδενισμός ταχύτητας είναι ένα φυλλαδιακόν κόλπο, δυστυχώς σύνηθες.

Θα προτιμούσα ταξίδια μαζακίων στο κεφάλαιο των ρευστών. Θα αποφεύγαμε έτσι όλα τα μεταφυσικά που πλακώσανε με κακές αναγνώσεις του νόμου Bernoulli.
Ο φουκαράς είπε «όπου μεγαλώνει η ταχύτητα πέφτει η πίεση» και εμείς διαβάσαμε «όταν μεγαλώνει η ταχύτητα, πέφτει η πίεση». Όταν δεν μας κόλλαγε κάτι μηδενίζαμε ταχύτητες σε κάποια απόσταση, μειώναμε πιέσεις και γενικώς ασχημονούσαμε.

Τώρα γιατί εδώ βάζαμε πίεση ρ.g.h και στο σημείο 1 και στο σημείο Α, ενώ δεν κάναμε το ίδιο όταν μια φλέβα νερού έμπαινε σε νερό, εμείς ξέρουμε!
Γιατί στο σημείο Β, του πρώτου σχήματός μου βάζαμε πίεση την ατμοσφαιρική, και όχι μικρότερη, εμείς ξέραμε.
Ανυψώσαμε αεροπλάνα και στέγες, φτιάξαμε μεταφυσικούς ψεκαστήρες, αδειάσαμε πισίνες σε δευτερόλεπτα.
Τον εκλάβαμε κάτι ως το F=m.a των ρευστών.