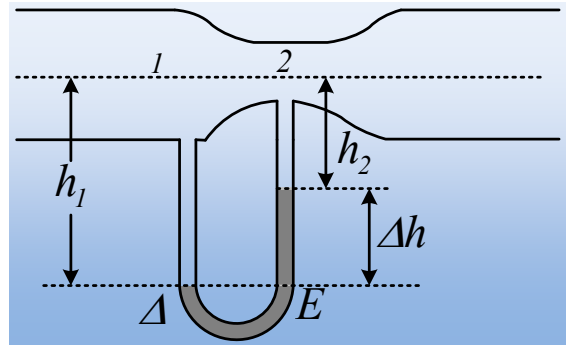


ΕΦΑΡΜΟΓΗ Ροόμετρο Venturi

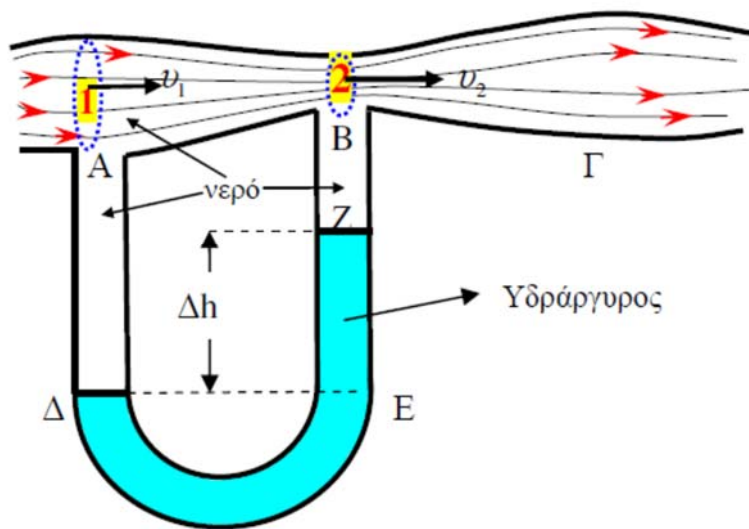
Σε ένα ροόμετρο Venturi, νερό πυκνότητας ρ ρέει στον οριζόντιο σωλήνα με εμβαδόν διατομής A_1 . Στο λαιμό το εμβαδόν της διατομής μειώνεται σε A_2 αντίστοιχα. Το υγρό στο σωλήνα σχήματος U του μανόμετρου είναι υδράργυρος Hg και έχει πυκνότητα $\rho_{\text{υδ}}$. Να δείξετε ότι η παροχή στο σωλήνα ροής δίνεται από τη σχέση:

$$\Pi = A_1 A_2 \sqrt{\frac{2(\rho_{\text{υδ}} - \rho)g\Delta h}{\rho(A_1^2 - A_2^2)}}$$



ΑΠΟΔΕΙΞΗ

Η **υψομετρική διαφορά** που παρουσιάζει ο υδράργυρος **οφείλεται στις διαφορετικές πιέσεις που παρουσιάζει το νερό στις διατομές (1) και (2)**. Από την εξίσωση του Bernoulli προκύπτει ότι στη διατομή (1) η πίεση είναι μεγαλύτερη από ότι στη (2). Έτσι **το νερό στη διατομή (1) πιέζει τον υδράργυρο προς τα κάτω**. Αντίθετα στη διατομή (2), **η πίεση είναι μικρότερη** και έτσι **ο υδράργυρος ανεβαίνει προς τα πάνω**.



Εφαρμόζοντας την εξίσωση του Bernoulli στα σημεία 1 και 2 έχουμε:

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g y_1 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g y_2 \xRightarrow{y_1=y_2} p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 \Rightarrow p_1 - p_2 = \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2)$$

Από την εξίσωση της συνέχειας έχουμε: $A_1 v_1 = A_2 v_2 \Rightarrow v_2 = \frac{A_1 v_1}{A_2}$

Αντικαθιστώντας στην πιο πάνω σχέση έχουμε: $p_1 - p_2 = \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2) \Rightarrow p_1 - p_2 = \frac{1}{2}\rho v_1^2 \left(\frac{A_1^2}{A_2^2} - 1 \right)$

Για τις πιέσεις στα σημεία Δ και Ε έχουμε:

$$p_A = p_E \Rightarrow p_1 + \rho g h_1 = p_2 + \rho g h_2 + \rho_{\nu\delta} g (h_1 - h_2) \Rightarrow$$

$$p_1 - p_2 = \rho_{\nu\delta} g (h_1 - h_2) - \rho g (h_1 - h_2) \Rightarrow$$

$$p_1 - p_2 = \rho_{\nu\delta} g \Delta h - \rho g \Delta h \Rightarrow p_1 - p_2 = (\rho_{\nu\delta} - \rho) g \Delta h$$

Εξισώνοντας τα δεύτερα μέλη στις πιο πάνω σχέσεις έχουμε:

$$\frac{1}{2} \rho v_1^2 \left(\frac{A_1^2}{A_2^2} - 1 \right) = (\rho_{\nu\delta} - \rho) g \Delta h \Rightarrow v_1^2 = \frac{2(\rho_{\nu\delta} - \rho) g \Delta h}{\rho (A_1^2 - A_2^2)} A_2^2 \Rightarrow v_1 = A_2 \sqrt{\frac{2(\rho_{\nu\delta} - \rho) g \Delta h}{\rho (A_1^2 - A_2^2)}}$$

Η παροχή κατά μήκος του σωλήνα νερού είναι σταθερή και δίνεται από τη σχέση:

$$\Pi = A_1 v_1 \Rightarrow \Pi = A_1 A_2 \sqrt{\frac{2(\rho_{\nu\delta} - \rho) g \Delta h}{\rho (A_1^2 - A_2^2)}}$$

ΦΥΛΛΑΔΙΟ 11 ΑΣΚΗΣΕΙΣ στη ροή των ρευστών

1. Στο σχήμα έχουμε μια μόνιμη και στρωτή ροή νερού, το οποίο θεωρούμε ιδανικό ρευστό, εντός ενός οριζόντιου σωλήνα σταθερής διατομής. Στη θέση A έχει συνδεθεί κατακόρυφος λεπτός σωλήνας, στον οποίο το νερό **ανέρχεται** κατά h_1 .

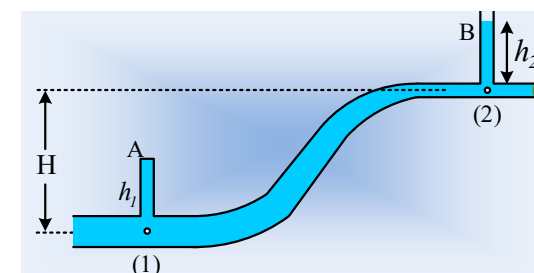
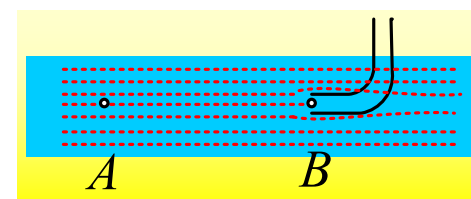
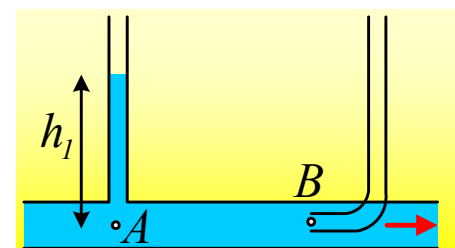
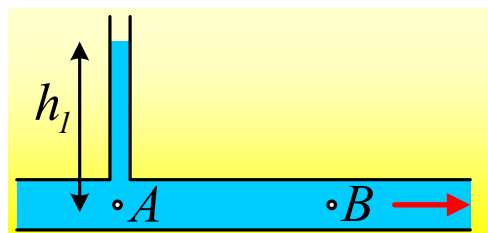
α) Να υπολογίσετε την πίεση του νερού στο σημείο B

β) Παρεμβάλλουμε έναν δεύτερο σωλήνα στη θέση B, όπως στο επόμενο σχήμα. Η ροή **εξακολουθεί** να είναι στρωτή και **μόνιμη**, με την **ίδια παροχή**. Το νερό στον δεύτερο σωλήνα θα ανέβει:

i) στο ίδιο ύψος ii) σε μικρότερο ύψος iii) σε μεγαλύτερο ύψος
σε σχέση με το υγρό στον πρώτο σωλήνα

Υπόδειξη: Η τοποθέτηση του σωλήνα στο σημείο B, έχει ως αποτέλεσμα να τροποποιήσει τη ροή, αφού θα δημιουργήσει **αποκοπή της ροής στο B**, δηλαδή η **ταχύτητα ροής στο B θα μηδενιστεί**: $v_B = 0$

2. Στο σχήμα βλέπετε ένα τμήμα ενός δικτύου ύδρευσης, όπου στα οριζόντια τμήματα έχουμε σωλήνες με σταθερές διατομές $A_1 = 12 \text{ cm}^2$ και $A_2 = 3 \text{ cm}^2$. Οι δυο σωλήνες απέχουν κατακόρυφα κατά $H = 0,8 \text{ m}$, ενώ έχουμε προσαρμόσει πάνω τους δυο λεπτούς κατακόρυφους σωλήνες A και B. Το δεξιό άκρο του λεπτού σωλήνα έχει **κλειστεί με τάπα** και το νερό στον ανοικτό σωλήνα B έχει ανέβει σε ύψος $h_2 = 0,5 \text{ m}$. Ο A σωλήνας είναι κλειστός και **πλήρης** νερού με ύψος $h_1 = 0,4 \text{ m}$.



i) Να υπολογιστεί η δύναμη που ασκεί το υγρό στην τάπα, καθώς και η πίεση στο **άνω μέρος** του σωλήνα A.

Ανοίγουμε την τάπα, οπότε το νερό **εξέρχεται στην ατμόσφαιρα**. Μόλις αποκατασταθεί **μόνιμη ροή**, μπορούμε να γεμίσουμε ένα δοχείο όγκου **2,4L** σε χρόνο **20s**.

ii) Να βρεθεί το ύψος του νερού στον ανοικτό σωλήνα B.

iii) Να υπολογιστεί η ταχύτητα του νερού στο σημείο (1), στο κάτω μέρος του κλειστού σωλήνα A.

iv) Πόση πίεση επικρατεί στο άνω μέρος του σωλήνα A; (η διάμετρος κάθε σωλήνα θεωρείται πολύ μικρή, οπότε **θεωρούμε ότι σε όλα τα σημεία της διατομής κάθε σωλήνα, η πίεση είναι η ίδια**).

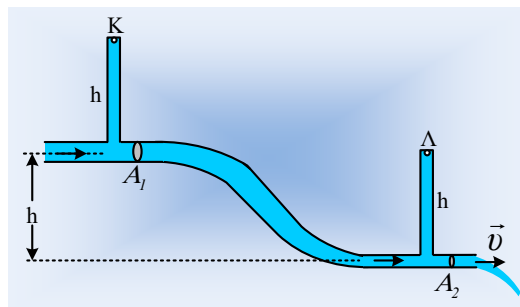
Απαντ: $p_K = p_1 - \rho g h_1 = 108.075 \text{ Pa} - 1.000 \cdot 10 \cdot 0,4 \text{ Pa} = 104.075 \text{ Pa}$.

v) Να εξετάσετε ποιες ακριβώς **ενεργειακές μεταβολές** έχουμε, κατά τη μετάβαση από τη θέση (1) στη θέση (2), ενός μικρού όγκου νερού $\Delta V = 1 \text{ cm}^3$.

Το νερό θεωρείται ιδανικό ρευστό πυκνότητας $\rho = 1.000 \text{ kg/m}^3$, $g = 10 \text{ m/s}^2$, ενώ η ατμοσφαιρική πίεση είναι ίση με $p_{\text{at}} = 10^5 \text{ Pa}$.

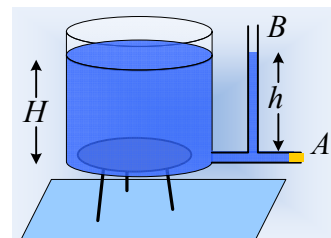
Απαντ: $\Delta K = 7,5 \cdot 10^{-5} \text{ J}$ $\Delta U = 800 \cdot 10^{-5} \text{ J}$ $W_{1 \rightarrow 2} = (p_1 - p_2) \cdot \Delta V = 807,5 \cdot 10^{-5} \text{ J}$

3. Στο σχήμα βλέπετε ένα τμήμα ενός δικτύου ύδρευσης, όπου στα οριζόντια τμήματα έχουμε σωλήνες με σταθερές διατομές A_1 και A_2 , όπου $A_1 = 2A_2$. Οι δυο σωλήνες απέχουν κατακόρυφα κατά h , ενώ πάνω τους έχουμε προσαρμόσει δυο λεπτούς κατακόρυφους σωλήνες, **ύψους h** , κλειστούς στα πάνω άκρα τους, οι οποίοι έχουν γεμίσει με νερό, χωρίς να έχει εγκλωβιστεί αέρας στο εσωτερικό τους.



Αν η **ταχύτητα εκροής** από το δεξιό άκρο του λεπτού σωλήνα, συνδέεται με το ύψος h με την σχέση $3v^2 = 8gh$ όπου g η επιτάχυνση της βαρύτητας, τότε για τις πιέσεις στα σημεία K και Λ, στις πάνω βάσεις των δύο κατακόρυφων σωλήνων ισχύει: i) $p_K > p_\Lambda$, ii) $p_K = p_\Lambda$, iii) $p_K < p_\Lambda$.

4. α. Ένα μεγάλο κυλινδρικό δοχείο περιέχει νερό σε βάθος H , ενώ κοντά στον πυθμένα του είναι συνδεδεμένος οριζόντιος σωλήνας A. Στον σωλήνα αυτό έχει συνδεθεί δεύτερος κατακόρυφος σωλήνας B. Το νερό το θεωρούμε ιδανικό ρευστό

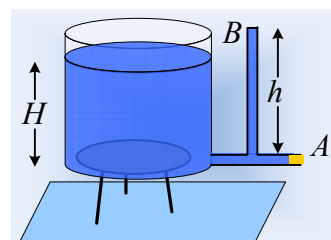


I) Ο σωλήνας A φράσσεται με τάπα, ενώ ο B είναι **ανοικτός**.

Για το **ύψος του νερού** στο σωλήνα B ισχύει: α) $h < H$, β) $h = H$, γ) $h > H$

II) **Ανοίγουμε την τάπα** και αποκαθίσταται μόνιμη και στρωτή ροή. Για το **νέο ύψος** του νερού στο σωλήνα B ισχύει: α) $h = H$, β) $h < H$, γ) $h = 0$

β. Ένα μεγάλο κυλινδρικό δοχείο περιέχει νερό σε βάθος H , ενώ κοντά στον πυθμένα του είναι συνδεδεμένος οριζόντιος σωλήνας A . Στον σωλήνα αυτό έχει συνδεθεί δεύτερος κατακόρυφος σωλήνας B . Ο σωλήνας A φράσσεται με **τάπα**, ενώ ο B είναι **κλειστός** και **γεμάτος** με νερό μέχρι ύψος h , όπου $h > H$.

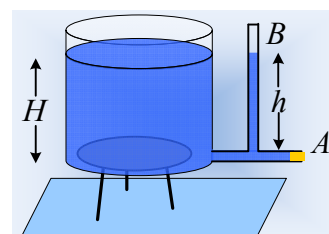


I) Για την τιμή της πίεσης στο **κάτω** μέρος του σωλήνα B , σημείο K ισχύει:

- α) $p_K = \rho g h$, β) $p_K = \rho g H$, γ) $p_K = p_{\text{ατμ}} + \rho g h$, δ) $p_K = p_{\text{ατμ}} + \rho g H$

II) **Ανοίγουμε** την τάπα και αποκαθίσταται **μόνιμη** και στρωτή ροή. Για το **νέο ύψος** του νερού στο σωλήνα B ισχύει: α) $h_1 = h$, β) $h_1 = H$, γ) $h_1 < H$

γ. Ένα μεγάλο κυλινδρικό δοχείο περιέχει νερό σε βάθος H , ενώ κοντά στον πυθμένα του είναι συνδεδεμένος οριζόντιος σωλήνας A . Στον σωλήνα αυτό έχει συνδεθεί δεύτερος κατακόρυφος σωλήνας B .

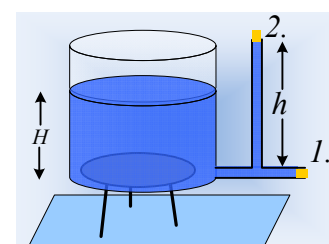


Ο σωλήνας A φράσσεται με **τάπα**, ενώ ο B είναι **κλειστός** έχοντας **εγκλωβισμένη κάποια ποσότητα αέρα** ενώ το νερό έχει **ανέλθει** κατά $h=H$.

I) Να βρεθεί η **πίεση** του εγκλωβισμένου **αέρα**

II) **Ανοίγουμε** την τάπα και αποκαθίσταται **μόνιμη** και στρωτή ροή. Για το **νέο ύψος** του νερού στο σωλήνα B ισχύει: α) $h_1 = h$, β) $h_1 < H$, γ) $h_1 = 0$.

δ. Διαθέτουμε μια μεγάλη κυλινδρική δεξαμενή νερού με βάθος $H=1,25\text{m}$, στο κάτω μέρος της οποίας συνδέεται ένας οριζόντιος σωλήνας διατομής $A=2\text{cm}^2$, ο οποίος **κλείνεται** με την τάπα 1. Στο σωλήνα αυτό έχει συνδεθεί ένας δεύτερος κατακόρυφος σωλήνας, ίδιας διατομής και ύψους $h=2\text{m}$, το πάνω μέρος του οποίου **κλείνεται** με την τάπα 2. Ο κατακόρυφος σωλήνας είναι **γεμάτος** με νερό.



(I) Να υπολογιστούν οι πιέσεις στα σημεία που βρίσκονται οι δυο τάπες. Απ: $p_1=112.500\text{ pa}$, $p_2=92.500\text{ pa}$

(II) **Ανοίγουμε** την τάπα 1, στο άκρο του οριζόντιου σωλήνα και αποκαθίσταται μια **μόνιμη** ροή. Να βρεθεί η πίεση στο σημείο που βρίσκεται η τάπα 2 Απ: $p_2=80.000\text{ pa}$

(III) Ανοίγουμε και την τάπα 2. Μόλις **σταθεροποιηθεί** ξανά η ροή, ποιο το ύψος του νερού στον κατακόρυφο σωλήνα;

5. Σε ένα μεγάλο κατακόρυφο σωλήνα ηρεμούν δύο υγρά, νερό με πυκνότητα $\rho_1=1.000\text{kg/m}^3$ και λάδι πυκνότητας $\rho_2=700\text{kg/m}^3$, όπως στο σχήμα, όπου $h_1=0,8\text{m}$ και $h_2=0,7\text{m}$. Μια τάπα, κλείνει μια οπή του δοχείου, εμβαδού $A=0,4\text{cm}^2$, η οποία βρίσκεται σε ύψος $h=0,2\text{m}$ από την βάση του σωλήνα.

i) Να υπολογιστεί η δύναμη που δέχεται η τάπα από το νερό και η δύναμη την οποία δέχεται από τα τοιχώματα του σωλήνα, θεωρώντας αμελητέο το βάρος της.

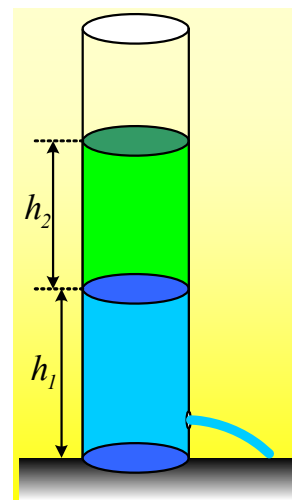
Απ: $F_3=4,436\text{N}-4\text{N}=0,436\text{N}$.

ii) Σε μια στιγμή βγάζουμε την τάπα, οπότε μέσα σε ελάχιστο χρόνο, αποκαθίσταται μια μόνιμη και στρωτή ροή. Να υπολογιστεί η ταχύτητα εκροής, θεωρώντας ότι η διατομή του σωλήνα, είναι πολύ μεγαλύτερη από την διατομή της οπής.

Απ:
$$v_A = v = \sqrt{2 \frac{\rho_2}{\rho_1} g h_2 + 2 g (h_1 - h)}$$

iii) Αν η διατομή του σωλήνα έχει εμβαδόν $A_1=2\text{cm}^2$, να υπολογιστεί ξανά η ταχύτητα εκροής, καθώς και ο ρυθμός με τον οποίο κατεβαίνει η πάνω επιφάνεια του λαδιού.

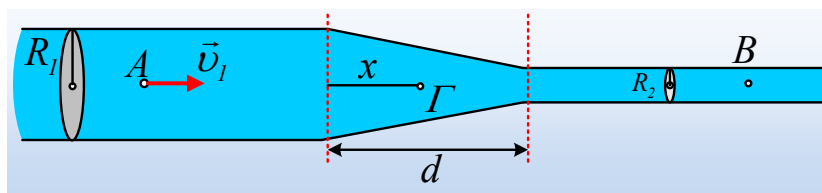
Απ:
$$v_1 = \sqrt{\frac{\rho_2}{12\rho_1} g h_2 + \frac{1}{12} g (h_1 - h)} \quad v_A = 5v_1 = 5 \cdot 0,95\text{m/s} = 4,75\text{m/s}$$



Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g=10\text{m/s}^2$, η ατμοσφαιρική πίεση $p_{\text{at}}=10^5\text{N/m}^2$, ενώ και οι δύο παραπάνω ροές να θεωρηθούν μόνιμες και στρωτές ροές ιδανικού ρευστού.

Παρατήρηση: Η ταχύτητα εκροής του νερού δεν θα παραμένει σταθερή, αλλά θα μειώνεται καθώς θα κατεβαίνει η στάθμη του λαδιού, οπότε γενικά, η ροή δεν θα είναι μόνιμη. Η ζητούμενη ταχύτητα εκροής, είναι αυτή που θα αποκατασταθεί μέσα σε ελάχιστο χρόνο, μόλις απομακρυνθεί η τάπα και την οποία για ένα μικρό διάστημα μπορούμε να θεωρήσουμε σταθερή.

6. Ένας οριζόντιος κυλινδρικός σωλήνας ακτίνας $R_1=8\text{cm}$ παρουσιάζει ένα στένωμα (σχήματος κόλουρου κώνου), καταλήγοντας σε δεύτερο κυλινδρικό σωλήνα ακτίνας $R_2=4\text{cm}$. Στο σύστημα έχουμε μια μόνιμη και στρωτή ροή, όπου η ταχύτητα ροής στο σημείο A είναι $u_1=0,9\text{m/s}$ ενώ η πίεση $p_1=8.000\text{N/m}^2$.

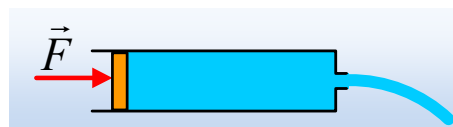


α) Να υπολογιστεί η ταχύτητα ροής καθώς και η πίεση στο σημείο B του στενού σωλήνα

β) Ποια η δύναμη που δέχεται από τα τοιχώματα του δοχείου η ποσότητα του υγρού στον κόλουρο κώνο Απ: $F_{\text{τοιχ}} = 51,2\pi - 3,08\pi - 15,55\pi \Rightarrow F_{\text{τοιχ}} = 32,57\pi = 102,23\text{N}$

Το ρευστό θεωρείται ασυμπίεστο και ιδανικό, έχοντας πυκνότητα $\rho=1.000\text{kg/m}^3$.

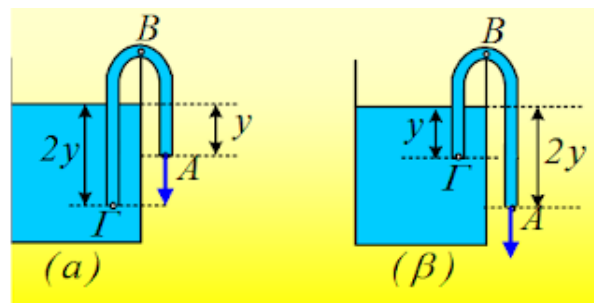
7. Διαθέτουμε μια σύριγγα η οποία περιέχει νερό και κλείνεται με αβαρές έμβολο εμβαδού A, το οποίο μπορεί να κινείται χωρίς τριβές.



Με οριζόντια την σύριγγα, ασκώντας δύναμη F στο έμβολο, αποκαθίσταται μια μόνιμη ροή και το νερό εξέρχεται από το δεξιό άκρο με **σταθερή** ταχύτητα u , δημιουργώντας φλέβα **διατομής ίσης** με A_1 . Το **μέτρο της δύναμης F** , με την οποία σπρώχνεται το έμβολο στη διάρκεια της μόνιμης ροής, συνδέεται με την **ταχύτητα εκροής u** , με την σχέση: α) $F=\lambda u$, β) $F=\lambda u^2$, γ) $F=\lambda u^2+\mu$ όπου λ, μ θετικές σταθερές

Απαντ:
$$F_A = \frac{1}{2} \rho A \left(1 - \frac{A_1^2}{A^2} \right) u^2$$

8. Διαθέτουμε μια δεξαμενή με νερό. Για να αφαιρέσουμε μια ποσότητα νερού από την δεξαμενή, χρησιμοποιούμε έναν ελαστικό σωλήνα σταθερής **διατομής $A=2\text{cm}^2$** , τον οποίο αφού λυγίσουμε, βυθίζουμε το ένα άκρο του Γ κατά **$y=45\text{cm}$** στο νερό. Με αναρρόφηση στο άλλο άκρο A , το οποίο **βρίσκεται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο με το Γ** , πετυχαίνουμε την εκροή του νερού.



i) Να βρεθεί σε πόσο χρονικό διάστημα μπορούμε να γεμίσουμε ένα δοχείο όγκου **12L**, θεωρώντας ότι το **εμβαδόν της επιφάνειας της δεξαμενής**, είναι **πολύ μεγαλύτερο** από το **εμβαδόν της διατομής** του σωλήνα.

ii) Να υπολογιστεί η πίεση στο άκρο Γ και στο ανώτερο σημείο B του σωλήνα, το οποίο απέχει απόσταση **$h=1\text{m}$** από το επίπεδο $A\Gamma$.

iii) Προκειμένου να συντομευτεί το απαιτούμενο χρονικό διάστημα άντλησης του νερού, προτείνεται να χρησιμοποιήσουμε μακρύτερο σωλήνα, σε δυο διαφορετικά ενδεχόμενα. Στο πρώτο, το **βυθιζόμενο τμήμα του σωλήνα είναι $2y$** , στον δεύτερο το άκρο A βρίσκεται κατά y χαμηλότερα του Γ , όπως στα σχήματα.

Ποιον τρόπο θα επιλέγατε και γιατί; Να βρεθεί η πίεση στο άκρο Γ του σωλήνα και για τις δύο αυτές περιπτώσεις.

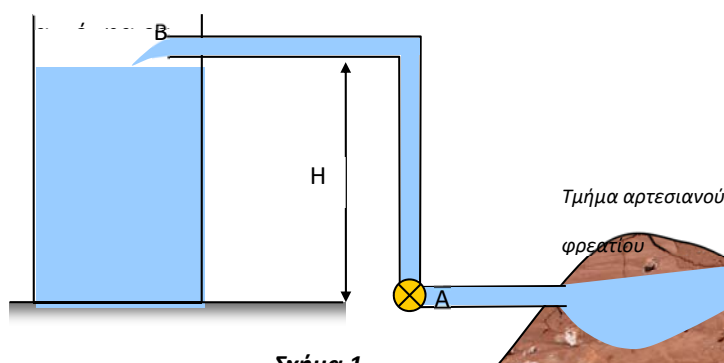
Δίνεται η πυκνότητα του νερού $\rho=1.000\text{kg/m}^3$, η επιτάχυνση της βαρύτητας $g=10\text{m/s}^2$ και η ατμοσφαιρική πίεση $p_{\text{at}}=10^5\text{N/m}^2$, ενώ το νερό, να θεωρηθεί ιδανικό ρευστό και όλες οι ροές μόνιμες και στρωτές.

9. Μία **αντλία** αναρροφά νερό από ένα αρτεσιανό πηγάδι, το νερό του οποίου στο σημείο όπου βρίσκεται η αντλία είναι σταθερά σε πίεση **$p_{\text{εισ}}=2\text{Atm}$** . Η αντλία διοχετεύει με νερό μια δεξαμενή το ύψος της οποίας είναι **$H=15\text{m}$** όπως φαίνεται στο σχήμα

Αν η παροχή της αντλίας είναι

$\Pi=8 \cdot 10^{-3}\text{m}^3/\text{s}$ και το εμβαδό διατομής του σωλήνα που είναι συνδεδεμένος με την αντλία είναι **$A=40\text{cm}^2$** τότε η ισχύς της αντλίας είναι:

α) $P=1216\text{Watt}$ β) $P=416\text{Watt}$ γ) $P=832\text{Watt}$



Δίνεται η πίεση της ατμόσφαιρας $p_{atm}=10^5\text{Pa}$, η πυκνότητα του νερού $\rho_v=10^3\text{kg/m}^3$ και το μέτρο της επιτάχυνσης της βαρύτητας $g=10\text{m/s}^2$.

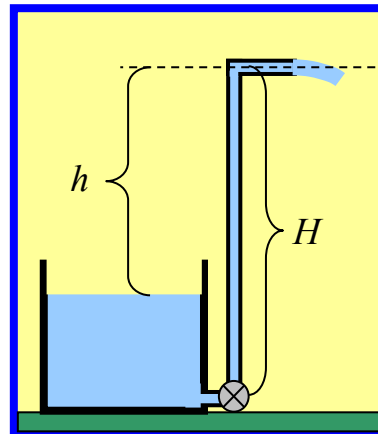
10. Η αντλία του σχήματος ανεβάζει νερό, μέσω σωλήνα διατομής A με σταθερή παροχή Π . Η ισχύς της είναι:

α. $P = \rho \cdot \Pi \cdot g \cdot H$

β. $P = \rho \cdot \Pi \cdot g \cdot h$

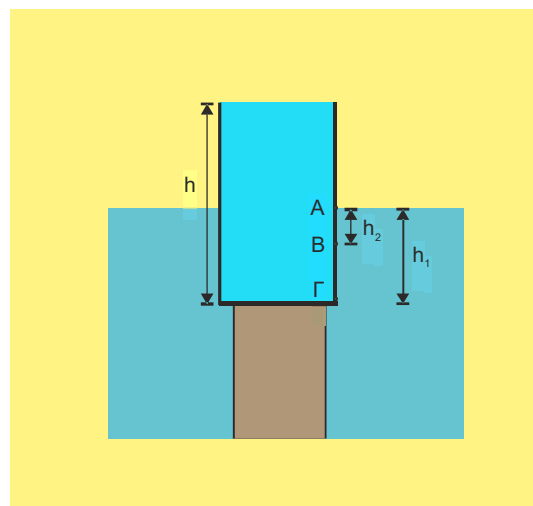
γ. $P = \rho \cdot \Pi \cdot \left(g \cdot H + \frac{1}{2} \cdot \frac{\Pi^2}{A^2} \right)$

δ. $P = \rho \cdot \Pi \cdot \left(g \cdot h + \frac{1}{2} \cdot \frac{\Pi^2}{A^2} \right)$



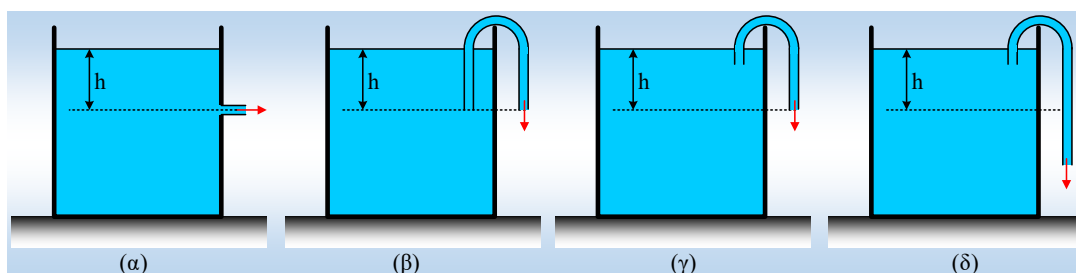
11. Μια ανοιχτή στην ατμόσφαιρα δεξαμενή ύψους h στηρίζεται σε βάση, η οποία είναι στερεωμένη στον πυθμένα λίμνης. Η δεξαμενή είναι γεμάτη νερό και είναι βυθισμένη στη λίμνη κατά h_1 , όπως φαίνεται στο σχήμα. Στο τοίχωμα της δεξαμενής ανοίγουμε τρεις οπές Α, Β, Γ με εμβαδό διατομής πολύ μικρότερο του εμβαδού επιφανείας της δεξαμενής. Η οπή Α βρίσκεται στη διαχωριστική επιφάνεια του νερού της λίμνης με τον ατμοσφαιρικό αέρα. Η οπή Β βρίσκεται σε βάθος h_2 από την επιφάνεια του νερού της λίμνης και η Γ στον πυθμένα της δεξαμενής. Για τα μέτρα των ταχυτήτων εκροής του νερού από τις οπές ισχύει:

α. $v_A < v_B < v_\Gamma$ β. $v_A = v_B = v_\Gamma$ γ. $v_A > v_B > v_\Gamma$



Δίνεται το μέτρο της επιτάχυνσης βαρύτητας g , η πυκνότητα του νερού της δεξαμενής είναι ίση με την πυκνότητα του νερού της λίμνης και η ροή του νερού είναι στρωτή και μόνιμη.

12. Στα παρακάτω σχήματα βλέπουμε 4 τρόπους για εκροή νερού από μια μεγάλη δεξαμενή, όπου ο οριζόντιος σωλήνας στο σχήμα (α) και οι τρεις άλλοι σωλήνες (σιφώνια), όπου η άντληση γίνεται με αναρρόφηση, έχουν ίσες διατομές.



i) Για τις ταχύτητες εκροής στα σχήματα (α) και (β) ισχύει:

1) $u_a < u_b$, 2) $u_a = u_b$, 3) $u_a > u_b$.

ii) Για τις παροχές στα δοχεία (β) και (γ) ισχύει:

1) $\Pi_\beta < \Pi_\gamma$, 2) $\Pi_\beta = \Pi_\gamma$, 3) $\Pi_\beta > \Pi_\gamma$.

iii) Η σύγκριση των ταχυτήτων εκροής μεταξύ των δοχείων (γ) και (δ) μας δίνει:

1) $u_\gamma < u_\delta$, 2) $u_\gamma = u_\delta$, 3) $u_\gamma > u_\delta$.

iv) Να συγκριθούν οι συνολικοί χρόνοι εκροής νερού από τα δοχεία (γ) και (δ).

Θεωρείστε τις ροές ως **μόνιμες** και στρωτές ροές, ενός **ιδανικού** ρευστού.