ΦΥΣΙΚΗ ΟΜΑΔΑΣ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ ΘΕΤΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

4ο ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ – ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

1. β.

2. β.

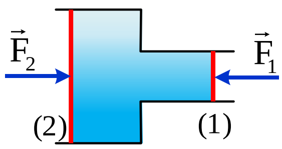
3. γ.

4. α.

5. α-Λ, β-Σ, γ-Λ, δ-Λ, ε-Σ.

ΘΕΜΑ Β

Β1. Σωστή απάντηση είναι η (α).



Τα έμβολα διατηρούνται ακίνητα, άρα για καθένα από αυτά ισχύει $\Sigma\vec{F} = \vec{0}$.
Η πίεση του υγρού είναι ίδια στα σημεία που ασκούνται οι δυνάμεις από το υγρό στα έμβολα, επειδή αυτά βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο.
Στο έμβολο (1) ασκούνται εξωτερικά οι δυνάμεις F_1 + $F_{ατμ}$, και εσωτερικά η δύναμη $p_{υγρ}A_1$.
Επομένως για την ισορροπία του ισχύει:

$$F_1 + F_{ατμ} = p_{υγρ}A_1 \Rightarrow p_{υγρ} = \frac{F_1}{A_1} + \frac{F_{ατμ}}{A_1} \Rightarrow p_{υγρ} = \frac{F_1}{A_1} + p_{ατμ} \quad (1)$$

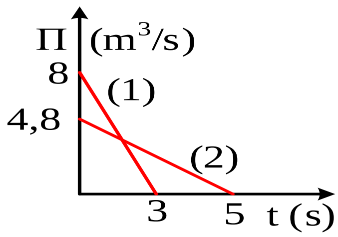
Αντίστοιχα για την ισορροπία του εμβόλου (2) ισχύει:

$$F_2 + F_{ατμ} = p_{υγρ}A_2 \Rightarrow p_{υγρ} = \frac{F_2}{A_2} + \frac{F_{ατμ}}{A_2} \Rightarrow p_{υγρ} = \frac{F_2}{A_2} + p_{ατμ} \quad (2)$$

Από τις σχέσεις (1) και (2) προκύπτει:

$$\frac{F_1}{A_1} + p_{ατμ} = \frac{F_2}{A_2} + p_{ατμ} \Rightarrow \frac{F_2}{A_2} = \frac{F_1}{A_1} \Rightarrow F_2 = 4F_1$$

Β2. Σωστή απάντηση είναι η (β).



Σε ένα διάγραμμα Παροχής- Χρόνου , το σχηματιζόμενο εμβαδό (Π · Δt= ΔV) δηλώνει τον όγκο του υγρού.

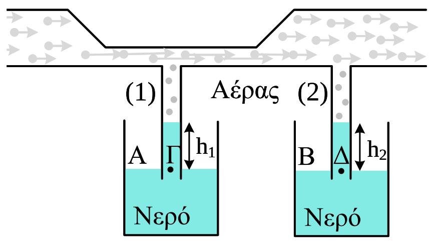
Για το δοχείο (1): V_1 = Εμβαδόν(1) = $\dfrac{3s \cdot 8\frac{m^3}{s}}{2}$ = 12 m^3

Για το δοχείο (2): V_2 = Εμβαδόν(2) = $\dfrac{5s \cdot 4,8\frac{m^3}{s}}{2}$ = 12 m^3

Άρα $V_1 = V_2$.

Β3. Σωστή απάντηση είναι η (α).
Έστω h το βάθος του υγρού πυκνότητας ρ_1 στο δοχείο. Για την αρχική πίεση στον πυθμένα θα ισχύει:
$p_1 = p_{ατμ} + \rho_1 gh$ ή $1{,}2p_{ατμ} = p_{ατμ} + \rho_1 gh$ ή $\rho_1 gh = 0{,}2p_{ατμ}$ (1).
Μετά την αλλαγή του υγρού θα ισχύει:
$p_2 = p_{ατμ} + \rho_2 gh$ ή $p_2 = p_{ατμ} + 2\rho_1 gh \xrightarrow{(1)} p_2 = p_{ατμ} + 2\cdot 0{,}2p_{ατμ}$ ή $p_2 = 1{,}4p_{ατμ}$

Β4. Σωστή απάντηση είναι η (β).
Στις ελεύθερες επιφάνειες των δοχείων Α και Β η πίεση είναι ίση με την ατμοσφαιρική πίεση.



Άρα και για τα σημεία Γ και Δ που βρίσκονται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο ενός υγρού σε ισορροπία θα ισχύει:
$p_Γ = p_Δ = p_{ατμ}$.
Αν με p_1 και p_2 συμβολίσουμε τις πιέσεις του αέρα πάνω από τις στήλες νερού σε κάθε δοχείο, τότε:
$p_Γ = p_1 + \rho g h_1$ και $p_Δ = p_2 + \rho g h_2$, οπότε προκύπτει:

$$p_1 + \rho g h_1 = p_2 + \rho g h_2 \Rightarrow p_1 - p_2 = \rho g\left(h_2 - h_1\right) \qquad (1)$$

Από την εξίσωση συνέχειας στο στένωμα και στο άνοιγμα του σωλήνα αέρα έχουμε:

$Π_1 = Π_2$ ή $A_1 υ_1 = A_2 υ_2$ ή $\dfrac{υ_1}{υ_2} = \dfrac{A_2}{A_1}$ αλλά $A_2 > A_1$ οπότε $υ_1 > υ_2$. (2)

Εφαρμόζουμε την εξίσωση Bernoulli για μία ρευματική γραμμή στα ίδια σημεία και έχουμε:

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho_α υ_1^2 = p_2 + \frac{1}{2}\rho_α υ_2^2 \quad (3)$$

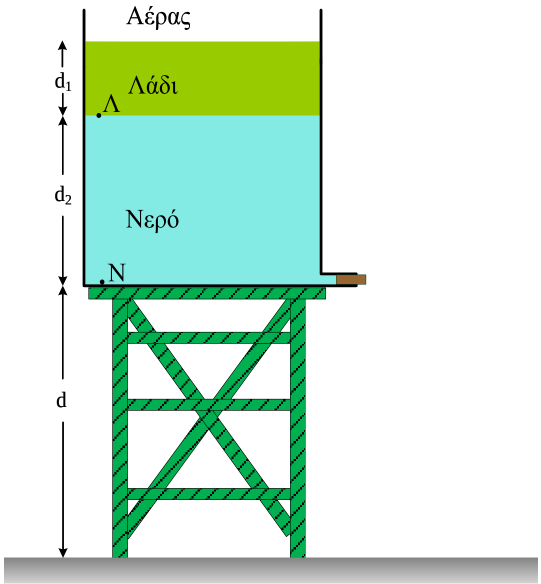
Λόγω της (2), η (3) μας δίνει $p_1 < p_2$ και από την (1) παίρνουμε $h_1 > h_2$.

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Η πίεση στην διαχωριστική επιφάνεια λαδιού – νερού δίνεται από τη σχέση:
$P_Λ = p_{ατμ} + \rho_λ g d_1$ ή

$p_λ = 10^5\ N/m^2 + (800 kg/m^3)\cdot(10 m/s^2)\cdot(0{,}5 m)$ ή

$p_Λ = 1{,}04\cdot 10^5\ N/m^2$.



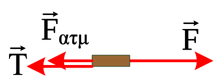
Γ2. Η πίεση στον πυθμένα του δοχείου είναι ίση με:

$p_N = p_Λ + \rho_ν g d_2$ ή $p_ν = 1{,}04\cdot 10^5\ N/m^2 + (1000 kg/m^3)\cdot(10 m/s^2)\cdot(1{,}4 m)$ ή

$p_N = 1{,}18\cdot 10^5\ N/m^2$.

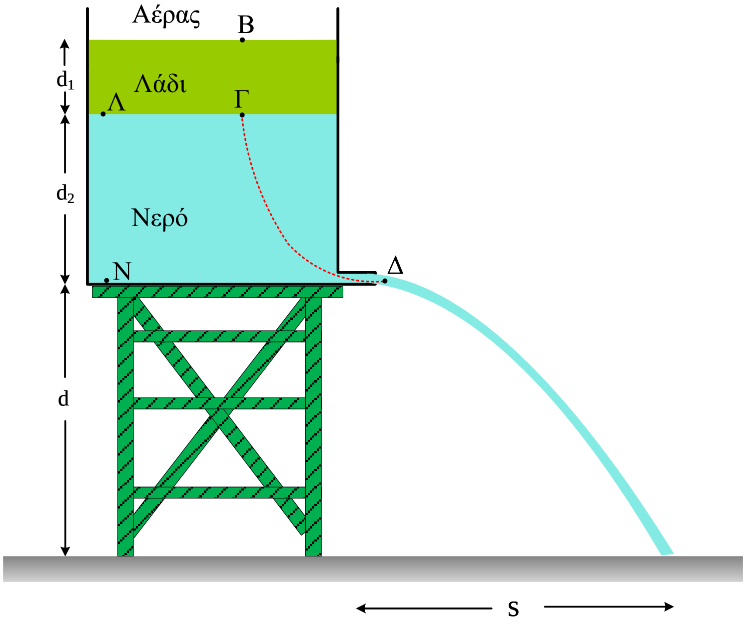
Θεωρώντας πολύ μικρό το εμβαδόν της τάπας μπορούμε να δεχτούμε ότι σε όλα τα σημεία της, επικρατεί η ίδια πίεση, έτσι η δύναμη που δέχεται από τα υγρά έχει μέτρο:

$F = p_N A = (1{,}18\cdot 10^5\ N/m^2)\cdot(2\cdot 10^{-4}\ m^2)$ ή $F = 23{,}6\ N$.



Η διεύθυνση της δύναμης είναι οριζόντια και έχει κατεύθυνση από το εσωτερικό του δοχείου προς το εξωτερικό.

Γ3. Αφαιρώντας την τάπα, το νερό χύνεται με ταχύτητα εκροής μέτρου υ.
Εφαρμόζουμε την εξίσωση Bernoulli κατά μήκος της ρευματικής γραμμής ΓΔ, όπου Γ σημείο της διαχωριστικής επιφάνειας των δύο υγρών και Δ σημείο στην έξοδο του νερού στην ατμόσφαιρα. Θεωρούμε επίπεδο μηδενικής δυναμικής ενέργειας τον πυθμένα του δοχείου.



$$p_\Gamma + \frac{1}{2}\rho_\nu \upsilon_\Gamma^2 + \rho_\nu g d_2 = p_\Delta + \frac{1}{2}\rho_\nu \upsilon_\Delta^2 \qquad (1)$$

Δεχόμενοι ότι το δοχείο έχει πολύ μεγαλύτερη διατομή, από την οπή, μπορούμε να δεχτούμε, ότι η επιφάνεια του λαδιού παραμένει σε σταθερό ύψος, οπότε και η διαχωριστική επιφάνεια των δύο υγρών ηρεμεί , άρα το σημείο Γ έχει ταχύτητα $\upsilon_\Gamma = 0$.

Για την πίεση στο σημείο Γ ισχύει: $p_\Gamma = p_B + \rho_\lambda g d_1$. (2)
Επίσης τα σημεία Β και Δ είναι σε επαφή με την ατμόσφαιρα , άρα $p_\Delta = p_B = p_{\alpha\tau\mu}$
Με αντικατάσταση όλων των παραπάνω στη σχέση (1) παίρνουμε:

$$p_B + \rho_\lambda g d_1 + \rho_\nu g d_2 = p_\Delta + \frac{1}{2}\rho_\nu \upsilon_\Delta^2 \text{ ή } \rho_\lambda g d_1 + \rho_\nu g d_2 = \frac{1}{2}\rho_\nu \upsilon_\Delta^2 \text{ ή } \sqrt{2g(\frac{\rho_\lambda}{\rho_\nu} d_1 + d_2)} = \upsilon_\Delta \text{ ή}$$

$$\upsilon_\Delta = \sqrt{2 \cdot 10\frac{m}{s^2} \cdot \left(\frac{800 kg/m^3}{1000 kg/m^3} \cdot 0,5 + 1,4 m\right)} \text{ ή } \upsilon_\Delta = 6\ m/s.$$

Γ4. Η φλέβα κάνει οριζόντια βολή. Σύμφωνα με την αρχή ανεξαρτησίας των κινήσεων η χρονική διάρκεια της πτώσης, Δt, εξαρτάται από το ύψος εκτόξευσης, d. Το νερό θα φτάσει στο έδαφος μετά από χρονικό διάστημα Δt για το οποίο ισχύει:

$$d = \frac{1}{2} g \Delta t^{\,2}$$

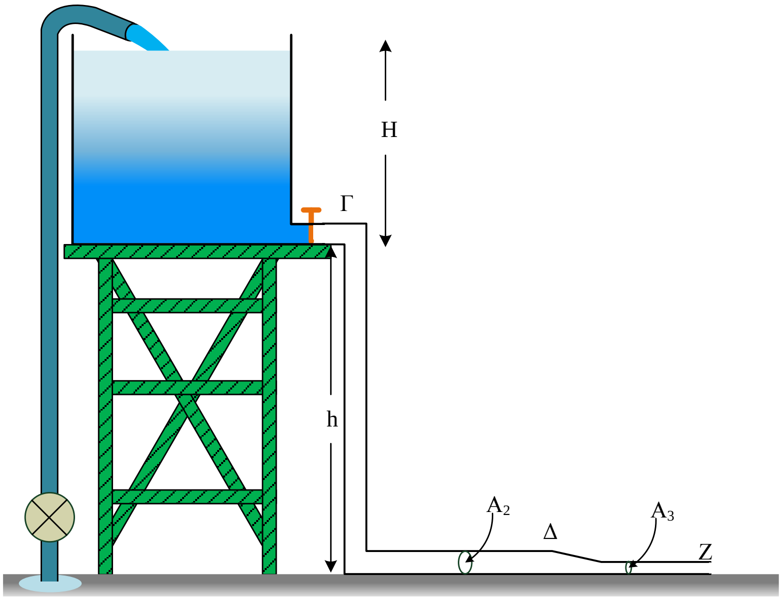
Το χρονικό διάστημα Δt θα βρεθεί από την οριζόντια μετατόπισή της φλέβας, s.

$$s = \upsilon_\Delta \Delta t \quad \text{ή} \quad \Delta t = \frac{s}{\upsilon_\Delta} \quad \text{ή} \quad \Delta t = \frac{3m}{6m/s} \quad \text{ή} \quad \Delta t = 0,5s$$

Το ύψος που d που βρίσκεται η οπή είναι:

$$d = \frac{1}{2} g \Delta t^2 \quad \text{ή} \quad d = \frac{1}{2} \cdot 10 \frac{m}{s^2} \cdot (0,5s)^2 \quad \text{ή} \quad d = 1{,}25\ m.$$

ΘΕΜΑ Δ



α. Η ισχύς της αντλίας είναι ίση με την ενέργεια ανά μονάδα χρόνου που προσφέρει η αντλία στο νερό. Η ενέργεια αυτή έχει ως συνέπεια, το νερό στο ανοικτό άκρο να εμφανίζεται με αυξημένη κινητική και δυναμική ενέργεια σε σχέση με αυτή που είχε στο πηγάδι.

Με $H_{ολ}$ συμβολίζουμε τη διαφορά υψομέτρου μεταξύ της ελεύθερης επιφάνειας του νερού στο πηγάδι και του ανοικτού άκρου του σωλήνα, $H_{ολ} = H_1 + H + h = 7{,}8$ m.

Για την ισχύ της αντλίας έχουμε:

$$P = \frac{dU}{dt} + \frac{dK}{dt} = \frac{d(mgH_{ολ})}{dt} + \frac{d\left(\frac{1}{2}m\upsilon^2\right)}{dt} \Rightarrow P = \frac{dm \cdot gH_{ολ}}{dt} + \frac{1}{2}\frac{dm\ \upsilon^2}{dt} = \frac{\rho dV \cdot gH_{ολ}}{dt} + \frac{1}{2}\frac{\rho dV \cdot \upsilon^2}{dt} \Rightarrow$$

$$P = \rho \Pi (gH_{ολ} + \frac{1}{2}\upsilon^2) = \left(10^3 \frac{kg}{m^3}\right) \cdot \left(2 \cdot 10^{-3} \frac{m^3}{s}\right) \cdot \left(10 \frac{m}{s^2} \cdot 7{,}8m + \frac{1}{2}(2m/s)^2\right) \Rightarrow \quad P = 160W$$

β. Ο όγκος της δεξαμενής είναι: $V = A \cdot H$ ή $V = 5 \cdot 1{,}8\ m^3$ ή $V = 9\ m^3$

Από την παροχή έχουμε: $\Pi = \frac{V}{\Delta t}$ ή $\Delta t = \frac{V}{\Pi}$ ή $\Delta t = \frac{9}{2 \cdot 10^{-3}} s$ ή $\Delta t = 4500 s$ ή

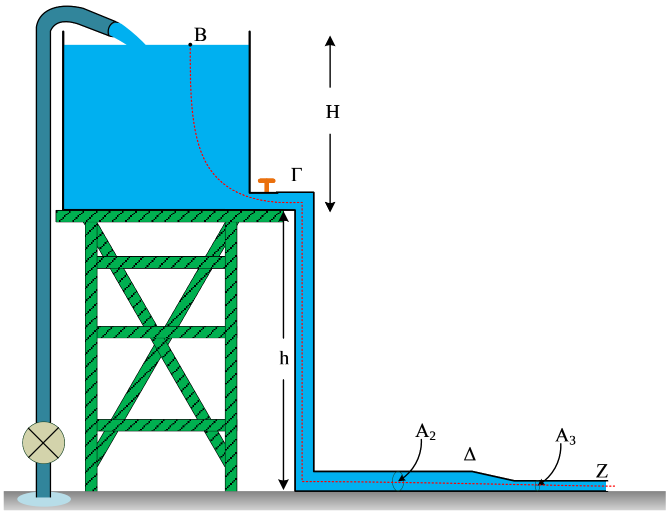
Δt=1h και 15min.

γ. Η κινητική ενέργεια ανά μονάδα όγκου στο σημείο Ζ είναι ίση με : $\frac{K_Z}{\Delta V} = \frac{1}{2}\rho\upsilon_Z^2$

Εφαρμόζουμε την εξίσωση του Bernoulli για μία ρευματική γραμμή από το σημείο Β (επιφάνεια δεξαμενής) μέχρι το σημείο Ζ . Ως επίπεδο μηδενικής δυναμικής ενέργειας θεωρούμε το έδαφος.

$$p_B + \frac{1}{2}\rho\upsilon_B^2 + \rho g(H+h) = p_Z + \frac{1}{2}\rho\upsilon_Z^2 + 0 \qquad (2)$$

Στα σημεία Β, Ζ το νερό είναι σε επαφή με την ατμόσφαιρα, άρα $p_B = p_Z = p_{ατμ}$. Επίσης, η επιφάνεια της δεξαμενής είναι πολύ μεγαλύτερη του ανοίγματος στο σημείο Ζ, άρα μπορούμε να θεωρήσουμε $\upsilon_B = 0$. Οπότε η σχέση (2) μας δίνει:



$$p_{ατμ} + \rho g(H+h) = p_{ατμ} + \frac{1}{2}\rho\upsilon_Z^2 + 0 \Rightarrow \frac{1}{2}\rho\upsilon_Z^2 = \rho g(H+h),\ \text{Άρα,}$$

$$\frac{K_Z}{\Delta V} = \frac{1}{2}\rho\upsilon_Z^2 = \rho g(H+h) = 10^3\frac{kg}{m^3}\cdot 10\frac{m}{s^2}\cdot(1,8m+3,2m) \Rightarrow \frac{K_Z}{\Delta V} = 5\cdot 10^4\frac{J}{m^3}$$

Επίσης για την ταχύτητα υ_Z προκύπτει

$$5\cdot 10^4\frac{J}{m^3} = \frac{1}{2}\rho\upsilon_Z^2 \Rightarrow 5\cdot 10^4\frac{J}{m^3} = \frac{1}{2}\cdot 10^3\frac{kg}{m^3}\cdot\upsilon_Z^2 \Rightarrow \upsilon_Z = 10\frac{m}{s}$$

δ. Από την εξίσωση συνέχειας για τα σημεία Γ και Ζ έχουμε:

$Π_Γ = Π_Z$ ή $A_2\upsilon_Γ = A_3\upsilon_Z$ ή $\upsilon_Γ = \dfrac{A_3\cdot\upsilon_Z}{A_2}$ ή $\upsilon_Γ = \dfrac{2\,cm^2\cdot 10}{4\,cm^2}\dfrac{m}{s}$ ή $\upsilon_Γ = 5$ m/s.

Εφαρμόζουμε την εξίσωση Bernoulli για μία ρευματική γραμμή από το σημείο Β έως το Γ.

$$p_B + \frac{1}{2}\rho\upsilon_B^2 + \rho g(H+h) = p_Γ + \frac{1}{2}\rho\upsilon_Γ^2 + \rho gh \Rightarrow p_{ατμ} + \rho gH = p_Γ + \frac{1}{2}\rho\upsilon_Γ^2 \Rightarrow p_Γ = p_{ατμ} + \rho gH - \frac{1}{2}\rho\upsilon_Γ^2$$

$$p_Γ = 10^5\frac{N}{m^2} + 10^3\frac{kg}{m^3}\cdot 10\frac{m}{s^2}\cdot 1,8m - \frac{1}{2}\cdot 10^3\frac{kg}{m^3}\cdot(5m/s)^2 \Rightarrow p_Γ = 1,055\cdot 10^5\frac{N}{m^2}$$

Η εκπόνηση του διαγωνίσματος έγινε με τη βοήθεια Εθελοντών Εκπαιδευτικών:

Τα θέματα επιμελήθηκε ο **Δουκατζής Βασίλειος** - Φυσικός.

Ο επιστημονικός έλεγχος πραγματοποιήθηκε από τον **Παλόγο Αντώνιο.**