ΦΥΣΙΚΗ ΟΜΑΔΑΣ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ ΘΕΤΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

4ο ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ – ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

1. β.

2. δ.

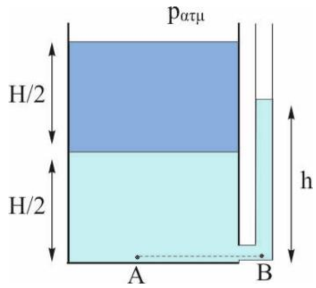
3. δ.

4. β.

5. α-Σ, β-Σ, γ-Λ, δ-Λ, ε-Σ.

ΘΕΜΑ Β

1. Σωστή απάντηση είναι η (α).



Τα σημεία Α και Β βρίσκονται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο ενός υγρού που βρίσκεται σε ισορροπία, άρα έχουν την ίδια ολική πίεση,

$$p_A = p_B \qquad (1)$$

Για την πίεση στο σημείο Α , όποια και αν είναι η διάταξη των υγρών , ισχύει:

$$p_A = p_{υδρ} + p_{ατμ} = \rho_1 g\frac{H}{2} + \rho_2 g\frac{H}{2} + p_{ατμ} \text{ ή } p_A = g\frac{H}{2}(\rho_1+\rho_2) + p_{ατμ} \qquad (2)$$

Για την πίεση στο σημείο Β:

Όταν στο κάτω μέρος του δοχείου και στον σωλήνα υπάρχει το υγρό πυκνότητας ρ_1 , ισχύει:

$$p_{B1} = p_{υδρ} + p_{ατμ} = \rho_1 g h_1 + p_{ατμ} \qquad (3)$$

Όταν στο κάτω μέρος του δοχείου και στον σωλήνα υπάρχει το υγρό πυκνότητας ρ_2 , ισχύει:

$$p_{B2} = p_{υδρ} + p_{ατμ} = \rho_2 g h_2 + p_{ατμ} \qquad (4)$$

Από τις σχέσεις (1), (3) και (4) προκύπτει:

$$p_{B1} = p_{B2} \text{ ή } \rho_1 g h_1 + p_{ατμ} = \rho_2 g h_2 + p_{ατμ} \text{ ή } \rho_1 g h_1 = \rho_2 g h_2$$

Επειδή $\rho_1 > \rho_2$ θα έχουμε $h_2 > h_1$.

Άρα, σωστή απάντηση είναι η (α).

2. Σωστή είναι η απάντηση β.

Από την εξίσωση της συνέχειας προκύπτει ότι η παροχή είναι σταθερή.

$\Pi_1=\Pi_2$ ή $A_1\, \upsilon_1=A_2\, \upsilon_2$ (1)

Το εμβαδό A της διατομής του ποταμού είναι A= d·h . Εφόσον το πλάτος του ποταμού, d, είναι σταθερό, το εμβαδό είναι ανάλογο του βάθους h.

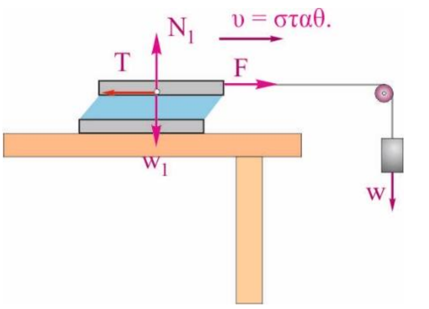
Έτσι, η σχέση (1) γίνεται:

$d\cdot h_1\cdot \upsilon_1=d\cdot h_2\cdot \upsilon_2 \Rightarrow h_1\cdot \upsilon_1= h_2\cdot 2\,\upsilon_1 \Rightarrow h_2= h_1/2$.

3. Σωστή είναι η απάντηση (γ).

Στη διεύθυνση κίνησης της πλάκας ασκούνται δύο οριζόντιες δυνάμεις η F εξαιτίας του βάρους του Σ και η δύναμη της τριβής, $T = n\dfrac{A\upsilon}{\ell}$.

Όσο η F είναι μεγαλύτερη από την T η κίνηση είναι επιταχυνόμενη. Η αύξηση της ταχύτητας προκαλεί αύξηση του μέτρου της T, με αποτέλεσμα κάποια στιγμή τα μέτρα των δυνάμεων να γίνουν ίσα και η ταχύτητα να αποκτήσει οριακή τιμή $\upsilon_{\text{ορ}}$, που είναι ίση με

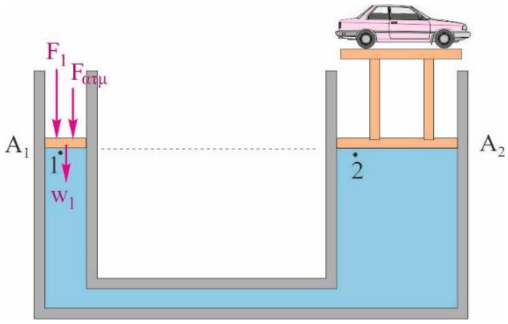


$$F = w = T \quad ή \quad w = n\frac{A\upsilon_{\text{ορ}}}{\ell} \quad ή \quad \upsilon_{\text{ορ}} = \frac{w\ell}{nA}$$

Από την τελευταία σχέση προκύπτει , ότι όταν τοποθετήσουμε μεγαλύτερο βάρος, η πλάκα πάλι αποκτά σταθερή ταχύτητα μεγαλύτερου μέτρου από το $\upsilon_{\text{ορ}}$.

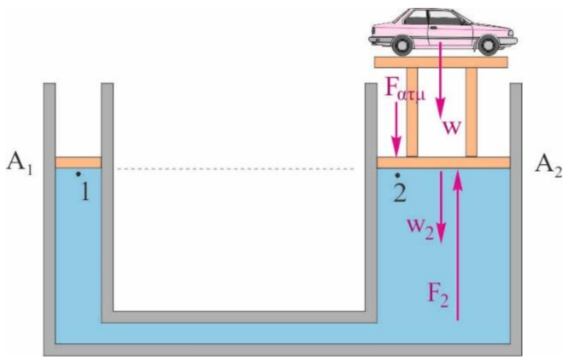
ΘΕΜΑ Γ

1. α) Στο σημείο 1 επικρατεί πίεση που δίνεται από τη σχέση:



$$p_1 = p_{υδρ} + p_{εξωτ} = p_{υδρ} + \frac{F_1}{A_1} + \frac{w_1}{A_1} + p_{ατμ} \quad ή \quad p_1 = 0 + \frac{F_1 + w_1}{A_1} + p_{ατμ}$$

$$p_1 = \frac{98N + 2N}{2 \cdot 10^{-4} m^2} + 10^5 \frac{N}{m^2} \quad ή \quad p_1 = 6 \cdot 10^5 \frac{N}{m^2}$$



β) Τα σημεία 1 και 2 βρίσκονται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο ενός υγρού που ισορροπεί, άρα έχουν την ίδια ολική πίεση,

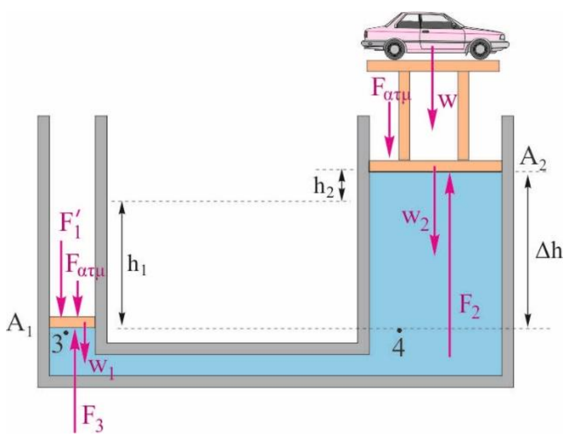
$$p_2 = p_1 = 6 \cdot 10^5 \frac{N}{m^2}$$

Η ύπαρξη πίεσης κάτω από το μεγάλο έμβολο προκαλεί τη δημιουργία κατακόρυφης δύναμης κάθετης στην επιφάνειά του που έχει μέτρο ίσο με

$$F_2 = p_2 A_2 = \left(6 \cdot 10^5 \frac{N}{m^2}\right) \cdot \left(200 \cdot 10^{-4} m^2\right) \Rightarrow F_2 = 12000N .$$

Το έμβολο είναι σε ισορροπία, άρα ΣF=0 ή

$$F_2 - w_2 - p_{ατμ} A_2 - w = 0 \Rightarrow w = F_2 - w_2 - p_{ατμ} A_2 \Rightarrow$$
$$w = 12000N - 100N - \left(10^5 \frac{N}{m^2}\right) \cdot \left(200 \cdot 10^{-4} m^2\right) \Rightarrow w = 9900N$$



2. α) Το υγρό είναι μη συμπιεστό, άρα όγκος υγρού ΔV1 που εκδιώχτηκε από το δοχείο μικρής διατομής είναι ίσος με την αύξηση του όγκου του υγρού ΔV2 στο δοχείο μεγάλης διατομής .

$\Delta V_1 = \Delta V_2$ ή $A_1 h_1 = A_2 h_2 \Rightarrow h_1 = \frac{A_2 h_2}{A_1} = \frac{200 \cdot 10^{-4} m^2}{2 \cdot 10^{-4} m^2} 0{,}1m \Rightarrow h_1 = 10m$

β) Στη νέα θέση ισορροπίας του μεγάλου εμβόλου εξακολουθεί να ισχύει ΣF=0 , χωρίς να έχουν μεταβληθεί οι δυνάμεις που ασκούνται σε αυτό. Άρα η ασκούμενη κατακόρυφη προς τα επάνω δύναμη εξακολουθεί να έχει μέτρο $F_2 = 12000\mathrm{N}$ και η πίεση που επικρατεί στο υγρό που είναι σε επαφή με το έμβολο εξακολουθεί να είναι ίση με $p_2 = 6\cdot 10^5 \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}^2}$.

Τα δύο έμβολα έχουν τώρα διαφορά ύψους $\Delta h = h_1 + h_2 = 10{,}1\mathrm{m}$.

Τα σημεία 3 και 4 βρίσκονται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο ενός υγρού που βρίσκεται σε ισορροπία, άρα έχουν την ίδια πίεση

$$p_3 = p_4$$

Όμως

$$p_4 = p_{υδρ} + p_{εξωτ} = \rho g \Delta h + p_{εξωτ} \quad ή$$

$$p_4 = \left(0{,}8\cdot 10^3 \frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\right)\cdot\left(10\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}\right)\cdot(10{,}1\mathrm{m}) + 6\cdot 10^5 \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}^2} + ή\ p_4 = 6{,}808\cdot 10^5 \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}^2}$$

Άρα στο μικρό έμβολο ασκείται από το υγρό προς τα πάνω κατακόρυφη δύναμη που έχει μέτρο

$$F_3 = p_3 A_1 = \left(6{,}808\cdot 10^5 \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}^2}\right)\cdot\left(2\cdot 10^{-4}\mathrm{m}^2\right) \Rightarrow F_3 = 136{,}16\mathrm{N}$$

Το μικρό έμβολο είναι σε ισορροπία, άρα ΣF=0 ή

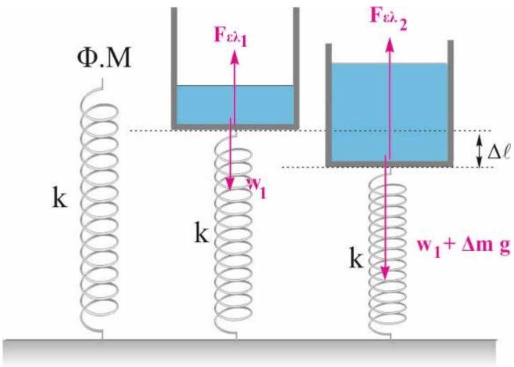
$$F_3 - w_1 - p_{ατμ}A_1 - F_1' = 0 \Rightarrow F_1' = F_3 - w_1 - p_{ατμ}A_1 \Rightarrow$$
$$F_1' = 136{,}16\mathrm{N} - 2\mathrm{N} - \left(10^5 \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}^2}\right)\cdot\left(2\cdot 10^{-4}\mathrm{m}^2\right) \Rightarrow F_1' = 114{,}16\mathrm{N}$$

ΘΕΜΑ Δ

α) Για την αρχική θέση ισορροπίας του εμβόλου ισχύει:

$$\Sigma F_1 = 0 \Rightarrow F_{\varepsilon\lambda 1} - w_1 = 0\,, \qquad (1)$$

όπου με w_1 συμβολίζουμε το βάρος του δοχείου συν το βάρος του νερού που περιέχεται αρχικά στο δοχείο και $F_{\varepsilon\lambda 1}$ την δύναμη που ασκεί αρχικά το ελατήριο στο δοχείο.



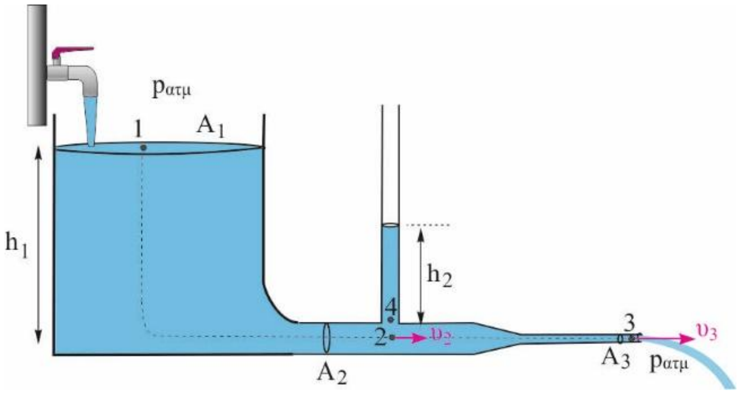
Μετά την προσθήκη στο δοχείο νερού μάζας Δm, για τη νέα θέση ισορροπίας του δοχείου ισχύει:

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow \left(F_{\varepsilon\lambda 1} + k\Delta\ell\right) - \left(w_1 + \Delta m \cdot g\right) = 0 \qquad (2)$$

Από το συνδυασμό των σχέσεων (1) και (2) προκύπτει:

$$k\Delta\ell = \Delta m \cdot g \Rightarrow \Delta m = \frac{k\Delta\ell}{g} = \frac{\left(2000\,N/m\right)\cdot 0{,}1m}{10m/s^2} \Rightarrow \Delta m = 20kg$$

β) $\Pi = \dfrac{\Delta V}{\Delta t} = \dfrac{\Delta m/\rho}{\Delta t} = \dfrac{20kg/\left(10^3 kg/m^3\right)}{10s} \Rightarrow \Pi = 2\cdot 10^{-3}\dfrac{m^3}{s}$



$$\Pi = A_3\upsilon_3 \Rightarrow \upsilon_3 = \frac{\Pi}{A_3} = \frac{2\cdot 10^{-3}\dfrac{m^3}{s}}{2\cdot 10^{-4}m^2} \Rightarrow \upsilon_3 = 10\frac{m}{s}$$

γ) Εφαρμόζουμε την εξίσωση του Bernoulli για μια ρευματική φλέβα που διέρχεται από τα σημεία 2 και 3 του οριζόντιου σωλήνα.

$$\frac{1}{2}\rho\upsilon_2^2 + p_2 = \frac{1}{2}\rho\upsilon_3^2 + p_3 \Rightarrow p_2 = \frac{1}{2}\rho\left(\upsilon_3^2 - \upsilon_2^2\right) + p_3 \qquad (3)$$

Από την εξίσωση της συνέχειας μεταξύ των διατομών A_2 και A_3 προκύπτει:

$$A_2\upsilon_2 = A_3\upsilon_3 \Rightarrow \upsilon_2 = \frac{A_3\upsilon_3}{A_2} = \frac{2\cdot 10^{-4}m^2\cdot 10\frac{m}{s}}{5\cdot 10^{-4}m^2} \Rightarrow \upsilon_2 = 4\frac{m}{s}.$$

Επειδή στο σημείο 3 το νερό εξέρχεται στην ατμόσφαιρα $p_3 = p_{ατμ}$

Με αντικατάσταση στην σχέση (3) παίρνουμε:

$$p_2 = \frac{1}{2}\rho\left(\upsilon_3^2 - \upsilon_2^2\right) + p_3 = \frac{1}{2}10^3\frac{kg}{m^3}\left[(10m/s)^2 - (4m/s)^2\right] + 10^5\frac{N}{m^2} \Rightarrow$$

$$p_2 = 0,42\cdot 10^5\frac{N}{m^2} + 10^5\frac{N}{m^2} \Rightarrow p_2 = 1,42\cdot 10^5\frac{N}{m^2}$$

Τα σημεία 2 και 4 έχουν την ίδια πίεση. Για την πίεση στο σημείο 4 από την υδροστατική έχουμε:

$$p_2 = p_4 = p_{ατμ} + \rho g h_2 \Rightarrow h_2 = \frac{p_2 - p_{ατμ}}{\rho g} = \frac{1,42\cdot 10^5\frac{N}{m^2} - 10^5\frac{N}{m^2}}{10^3\frac{kg}{m^3}\cdot 10\frac{m}{s^2}} \Rightarrow h_2 = 4,2m$$

δ) Εφαρμόζουμε την εξίσωση του Bernoulli για μια ρευματική φλέβα που διέρχεται από τα σημεία 1 και 2. Το σημείο 1 βρίσκεται στην επιφάνεια του υγρού της δεξαμενής και βρίσκεται σε ύψος h_1 πάνω από το σημείο 2.

$$\rho g h_1 + \frac{1}{2}\rho\upsilon_1^2 + p_1 = 0 + \frac{1}{2}\rho\upsilon_2^2 + p_2 \Rightarrow \rho g h_1 = \frac{1}{2}\rho\left(\upsilon_2^2 - \upsilon_1^2\right) + p_2 - p_1 \qquad (4)$$

Το σημείο 1 βρίσκεται στην επιφάνεια του υγρού, που παραμένει σε σταθερό ύψος, άρα $\upsilon_1=0$ και $p_1=p_{ατμ}$

Αντικαθιστώντας στη σχέση (4) παίρνουμε:

$$\rho g h_1 = \frac{1}{2}\rho\upsilon_2^2 + p_2 - p_1 = \frac{1}{2}10^3\frac{kg}{m^3}(4m/s)^2 + 1,42\cdot 10^5\frac{N}{m^2} - 10^5\frac{N}{m^2} \Rightarrow$$

$$\rho g h_1 = 0,5\cdot 10^5\frac{N}{m^2} \Rightarrow h_1 = \frac{0,5\cdot 10^5\frac{N}{m^2}}{10^3\frac{kg}{m^3}\cdot 10\frac{m}{s^2}} \Rightarrow h_1 = 5m$$

Η εκπόνηση του διαγωνίσματος έγινε με τη βοήθεια Εθελοντών Εκπαιδευτικών:

Τα θέματα επιμελήθηκαν οι **Σδρίμας Ιωάννης** και **Ποντικός Ηλίας.**

Ο επιστημονικός έλεγχος πραγματοποιήθηκε από τους **Παλόγο Αντώνιο** και **Στεφανίδη Κωνσταντίνο.**