

Τα αέρια της Β συνεργάζονται με τα ρευστά της Γ;

Στον πυθμένα των λιμνών συχνά παρατηρείται σχηματισμός φυσαλίδων αερίου CH_4 . Έχοντας πυκνότητα μικρότερη από την πυκνότητα του νερού, ανέρχονται προς την επιφάνεια της λίμνης.

i) Ο όγκος αυτών των φυσαλίδων αυξάνεται κατά την άνοδο. Μπορείτε να εξηγήσετε το φαινόμενο;

ii) Ένας δύτες – ερευνητής πήρε κάποιες μετρήσεις. Θερμοκρασία στον πυθμένα $\theta_1 = 17^\circ\text{C}$, θερμοκρασία στην επιφάνεια $\theta_2 = 27^\circ\text{C}$ και ατμοσφαιρική πίεση $p_2 = p_0 = 1 \cdot 10^5 \text{N/m}^2$. Υπολόγισε επίσης ότι ο όγκος μιας φυσαλίδας τετραπλασιάζεται μέχρι την επιφάνεια της λίμνης. Βρήκε έτσι την πίεση κοντά στον πυθμένα. Πόσο;

iii) Θεωρώντας την πυκνότητα του νερού $\rho = 10^3 \text{kg/m}^3$, πόσο λέτε ότι κατάφερε να βρει το βάθος της θάλασσας;

iv) Αν είχε θεωρήσει τη μεταβολή ισόθερμη πόσο % θα ήταν το σφάλμα του;

Θεωρείστε ότι η φυσαλίδα ανεβαίνει αργά ώστε η πίεση και η θερμοκρασία στο εσωτερικό της προλαβαίνει να εξισώνεται με την πίεση του νερού εξωτερικά. Επίσης $g = 10 \text{m/s}^2$.

Απάντηση

i) Σε ορισμένο βάθος η πίεση του νερού, που υπάρχει εξωτερικά της φυσαλίδας, πρέπει να αντισταθμίζεται από την πίεση του αερίου στο εσωτερικό της.

Αν εφαρμόσουμε την καταστατική εξίσωση βρίσκουμε

$$p \cdot V = nRT \Leftrightarrow V = \frac{nRT}{P} \quad (1)$$

Καθώς η φυσαλίδα ανέρχεται,

- ο αριθμός n των mol του αερίου μένει σταθερός, αφού αντιστοιχεί στο αέριο που διέφυγε αρχικά από τη ρωγμή.
- Η θερμοκρασία T αυξάνεται.
- Η πίεση P μειώνεται.

Άρα από την (1) βλέπουμε ότι ο όγκος V αυξάνεται.

ii) Οι απόλυτες θερμοκρασίες του νερού είναι

$$T_1 = 273 + 17 = 290 \text{K}$$

$$T_2 = 273 + 27 = 300 \text{K}$$

Όπως είπαμε ο αριθμός των mol του αερίου μένει σταθερός, δηλαδή

$$n_1 = n_2 \Leftrightarrow \frac{p_1 V_1}{RT_1} = \frac{p_2 V_2}{RT_2} \Leftrightarrow \frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 4V_1}{T_2} \Leftrightarrow \frac{p_1}{T_1} = \frac{4p_2}{T_2} \Leftrightarrow p_1 = 4p_2 \frac{T_1}{T_2}$$

Με αντικατάσταση βρίσκουμε

$$p_1 = 4 \cdot 10^5 \frac{290}{300} = 3,87 \cdot 10^5 \text{ N / m}^2$$

iii) Από το Γυμνάσιο γνωρίζουμε το θεμελιώδη νόμο της υδροστατικής. Από αυτόν βρίσκουμε εύκολα το βάθος.

$$p_1 = p_0 + \rho gh \Leftrightarrow h = \frac{p_1 - p_0}{\rho g} \Leftrightarrow h = \frac{3,87 - 1}{10^3 \cdot 10} \cdot 10^5 \Leftrightarrow h = 28,7 \text{ m}$$

iv) Για την ισόθερμη μεταβολή ισχύει ο νόμος του Boyle

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \Leftrightarrow p_1 = \frac{p_2 V_2}{V_1} \Leftrightarrow p_1 = \frac{10^5 \cdot 4V_1}{V_1} \Leftrightarrow p_1 = 4 \cdot 10^5 \text{ N / m}^2$$

Ποσοστό σφάλματος

$$\sigma = \frac{\Delta p}{p_1} \cdot 100 = \frac{4 - 3,87 \cdot 10^5}{3,87 \cdot 10^5} \cdot 100 = 3,4\%$$

Ανδρέας Ριζόπουλος