

## Φυλλάδιο 1

### Πρόβλημα 1

Εκτιμήστε τον χρόνο μεταξύ συγκρούσεων, για ένα αέριο σε θερμοκρασία δωματίου.

$$\text{Απάντηση} \quad \tau \sim 10^{-11} \text{ sec}$$

### Πρόβλημα 2

Η καταστατική εξίσωση 1gr αερίου, δίνεται από τη σχέση

$$\left( P + \frac{185 \cdot 10^{-6}}{V^2} \right) (V - 5 \cdot 10^{-6}) = 2.2 T, \quad (1)$$

όπου η πίεση  $P$  μετριέται σε  $Pa$ , ο όγκος  $V$  σε  $m^3$  και η θερμοκρασία  $T$  σε  $K$ . Ποιο είναι το αέριο;

$$\text{Απάντηση} \quad He$$

### Πρόβλημα 3

Από το πρόβλημα 2 υπολογίστε

- α) Τον όγκο του αερίου σε κανονικές συνθήκες.
- β) Την ισόθερμη συμπιεστότητα

$$\kappa = -\frac{1}{V} \left( \frac{\partial V}{\partial P} \right)_T. \quad (2)$$

- γ) Το (;;)

$$\beta = \frac{1}{P} \left( \frac{\partial P}{\partial T} \right)_V. \quad (3)$$

- δ) Τον συντελεστή θερμικής διαστολής

$$\alpha = \frac{1}{V} \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_P. \quad (4)$$

Απάντηση

$$\begin{aligned}
 \text{α)} & V = 5,936 \text{ lt} \\
 \text{β)} & \kappa = 0,986 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}^{-1} \\
 \text{γ)} & \beta = 3,661 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1} \\
 \text{δ)} & \alpha = 3,568 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}
 \end{aligned}$$

#### Πρόβλημα 4

Δείξτε ότι ο συντελεστής θερμικής διαστολής  $\alpha$ , η ισόθερμη συμπιεστότητα  $\kappa$  και το ( $;;$ )  $\beta$  συνδέονται με τη σχέση

$$\alpha = P\kappa\beta, \quad (5)$$

όπου  $P$  η πίεση.

#### Πρόβλημα 5

Υπολογίστε το μέτρο της μέσης ταχύτητας των μορίων του  $O_2$  στους  $30^\circ C$ .

Απάντηση  $\bar{v} \simeq 486 \text{ m/s}$

#### Πρόβλημα 6

Ένα μπαλόνι ζυγίζει  $300 \text{ kg}$  όταν είναι άδειο και το γεμίζουμε με αέριο  $He$  το οποίο βρίσκεται σε πίεση  $1 \text{ atm}$  και θερμοκρασία  $20^\circ C$ .

- α) Πόσο πρέπει να ζυγίζει το  $He$
- β) Ποιος πρέπει να είναι ο όγκος του μπαλονιού

έτσι ώστε το μπαλόνι να αιωρείται;

Απάντηση

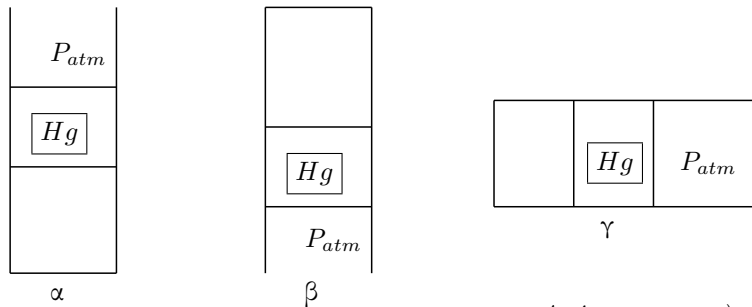
$$\begin{aligned}
 \text{α)} & m_{He} = 48 \text{ kg} \\
 \text{β)} & V_B = 288 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

#### Πρόβλημα 7

Σε ένα κυλινδρικό σωλήνα διατομής  $S$  γεμάτο αέρα, μία ποσότητα υδραργύρου ισορροπεί σε ύψος  $h_1 = 500 \text{ mm}$  από την βάση, όπως φαίνεται στο σχήμα ( $\alpha$ ). Το ύψος της στήλης του υδραργύρου είναι  $h = 100 \text{ mm}$ .

- α) Αν περιστρέψουμε τον κύλινδρο κατά  $180^\circ$  μοίρες (σχήμα ( $\beta$ )) σε ποιο ύψος από τη βάση θα ισορροπήσει η στήλη υδραργύρου;
- β) Σε ποιο ύψος θα ισορροπήσει αν περιστρέψουμε τον κύλινδρο κατά  $90^\circ$  μοίρες (σχήμα ( $\gamma$ ));

Σε όλα τα βήματα θεωρήστε παντού σταθερή θερμοκρασία.



Απάντηση    α)  $h_1 = 650 \text{ mm}$   
                   β)  $h_1 = 566 \text{ mm}$

### Πρόβλημα 8

Αν θεωρήσουμε την θερμοκρασία της ατμόσφαιρας σταθερή και ίση με  $0^\circ\text{C}$ ,

- α) Ποια θα είναι η ατμοσφαιρική πίεση σε υψόμετρο  $h = 4807 \text{ m}$  ;  
 β) Σ αυτό το υψόμετρο σε τι θερμοκρασία βράζει το νερό; Η πίεση στην οποία βράζει το νερό, μεταβάλλεται συναρτήσει της θερμοκρασίας βρασμού, σύμφωνα με τη σχέση

$$P_B = \left( \frac{T_B}{100} \right)^4, \quad (6)$$

όπου η πίεση μετριέται σε  $\text{atm}$  και η θερμοκρασία σε  $^\circ\text{C}$

Απάντηση     $P = 0,55 \text{ atm}$   
                    $T_B = 86^\circ\text{C}$

### Πρόβλημα 9

Θεωρήστε καλώδιο πυκνότητας  $\rho = 9,0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$  και διατομής  $A = 0,85 \text{ mm}^2$ .

- α) Δείξτε ότι για μία απειροστή μεταβολή από μία αρχική κατάσταση ισορροπίας, σε μία τελική κατάσταση ισορροπίας, η αλλαγή στην τάση θα δίνεται από την σχέση

$$dT = -\alpha AY dT + \frac{AY}{L} dL, \quad (7)$$

όπου  $T$  η θερμοκρασία  $L$  το μήκος,  $\alpha$  ο γραμμικός συντελεστής θερμικής διαστολής που δίνεται από τη σχέση

$$\alpha = \frac{1}{L} \left( \frac{\partial L}{\partial T} \right)_T, \quad (8)$$

και  $Y$  το ισόθερμο μέτρο ελαστικότητας του Young, που δίνεται από τη σχέση

$$Y = \frac{L}{A} \left( \frac{\partial T}{\partial L} \right)_T. \quad (9)$$

β) Αν το καλώδιο βρίσκεται στερεωμένο σε δύο σταθερά σημεία που απέχουν  $1,2 \text{ m}$ , κάτω από τάση  $T = 20 \text{ N}$  και θερμοκρασία  $T = 20^\circ \text{C}$ , να βρείτε την τελική τιμή της τάσης, αν η θερμοκρασία μειωθεί στους  $8^\circ \text{C}$ . Δίνονται  $\alpha = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ ,  $Y = 2,0 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$  τα οποία υποθέτουμε σταθερά κατά την μεταβολή, καθώς και την διατομή  $A$ .

γ) Η θεμελιώδης συχνότητα ταλάντωσης μίας χορδής μήκους  $L$ , μάζας  $m$  και τάσης  $T$ , δίνεται από τη σχέση

$$f_1 = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{TL}{m}}. \quad (10)$$

Με τι συχνότητα θα ταλαντώνεται το καλώδιο στους  $20^\circ \text{C}$  και με τι συχνότητα στους  $8^\circ \text{C}$ ;

Απάντηση    β)  $T = 50,6 \text{ N/m}^2$   
                   γ)  $f_1 = 21,3 \text{ Hz}$  ,  $33,8 \text{ Hz}$

### Πρόβλημα 10

Η καταστατική εξίσωση για μία ιδανική ελαστική ουσία, δίνεται από τη σχέση

$$T = KT \left( \frac{L}{L_0} - \left( \frac{L_0}{L} \right)^2 \right), \quad (11)$$

όπου  $T$  η τάση,  $K$  μία σταθερά,  $T$  η θερμοκρασία  $L$  το μήκος και  $L_0$  το μήκος της ουσίας υπό μηδενική τάση, το οποίο είναι συνάρτηση μόνο της θερμοκρασίας.

α) Δείξτε ότι το ισόθερμο μέτρο ελαστικότητας του Young, που δίνεται από τη σχέση

$$Y = \frac{L}{A} \left( \frac{\partial T}{\partial L} \right)_T, \quad (12)$$

όπου  $A$  η διατομή του υλικού, δίνετε από τη σχέση

$$Y = \frac{KT}{A} \left( \frac{L}{L_0} + 2 \left( \frac{L_0}{L} \right)^2 \right). \quad (13)$$

β) Δείξτε ότι ο γραμμικός συντελεστής θερμικής διαστολής

$$\alpha = \frac{1}{L} \left( \frac{\partial L}{\partial T} \right)_T, \quad (14)$$

δίνεται από τη σχέση

$$\alpha = \alpha_0 - \frac{\mathcal{T}}{AYT} = \alpha_0 - \frac{1}{T} \frac{L^3/L_0^3 - 1}{L^3/L_0^3 + 2}, \quad (15)$$

όπου  $\alpha_0$  είναι ο γραμμικός συντελεστής θερμικής διαστολής υπό μηδενική τάση

$$\alpha_0 = \frac{1}{L_0} \frac{dL_0}{dT}. \quad (16)$$