

ΦΥΣΙΚΗ

Β' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΘΕΤΙΚΗ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ

Α' ΤΟΜΟΣ

ΘΟΔΩΡΗΣ ΠΕΝΕΣΗΣ – ΘΟΔΩΡΗΣ ΘΕΟΔΩΡΟΥ – ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΓΙΑΝΝΟΥΛΗΣ

ΦΥΣΙΚΗ

Β΄ ΛΥΚΕΙΟΥ

ΘΕΤΙΚΗ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ

Α΄ ΤΟΜΟΣ

Σειρά: Γενικό Λύκειο – Θετικές Επιστήμες
Φυσική Β΄ Λυκείου *Θετική & Τεχνολογική Κατεύθυνση Α΄ τόμος*
Θοδωρής Πενέσης – Θοδωρής Θεοδώρου – Δημήτρης Γιαννούλης

Υπεύθυνος έκδοσης: *Θοδωρής Πενέσης*
Γλωσσική επιμέλεια: *Καίτη Νικολοπούλου*
Στοιχειοθεσία - Σελιδοποίηση - Γραφήματα: *Διηλεκές*
Σχεδιασμός εξωφύλλου: *Conceptmaniax*

e-mail συγγραφέα: penessistheo@germanosnet.gr

Copyright 2006 ©: «ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΠΟΥΚΑΜΙΣΑΣ», *Θοδωρής Πενέσης – Θοδωρής Θεοδώρου – Δημήτρης Γιαννούλης για την ελληνική γλώσσα σε όλον τον κόσμο*

SET: 960-89409-2-3

ISBN: 960-89409-3-1

Απαγορεύεται η με οποιονδήποτε τρόπο, μέσο και μέθοδο αναδημοσίευση, αναπαραγωγή, μετάφραση, διασκευή, θέση σε κυκλοφορία, παρουσίαση, διανομή και η εν γένει πάσης φύσεως χρήση και εκμετάλλευση του παρόντος έργου στο σύνολό του ή τμηματικά, καθώς και της ολικής αισθητικής εμφάνισης του βιβλίου (στοιχειοθεσίας, σελιδοποίησης κ.τ.λ) και του εξωφύλλου του σύμφωνα με τις διατάξεις της ισχύουσας νομοθεσίας περί προστασίας της πνευματικής ιδιοκτησίας και των συγγενικών δικαιωμάτων περιλαμβανομένων και των σχετικών διεθνών συμβάσεων.



Σωτήρος & Αλκιβιάδου 132, Τ.Κ. 18535 Πειραιάς
Τηλ. 210 4112507 – fax 210 4116752
Web site: <http://www.poukamisas.gr>
e-mail: publications@poukamisas.gr

Κάθε αντίτυπο φέρει την υπογραφή ενός εκ των συγγραφέων

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Με το βιβλίο αυτό απευθυνόμαστε στους μαθητές της Β΄ Τάξης Λυκείου οι οποίοι ακολουθούν τη Θετική και την Τεχνολογική Κατεύθυνση.

Βασική μας επιδίωξη είναι να προσφέρουμε στους μαθητές τη **θεωρητική υποστήριξη για τη βαθύτερη κατανόηση της διδακτέας ύλης του μαθήματος**. Για το σκοπό αυτό, ακολουθώντας το αναλυτικό πρόγραμμα, έχουμε σχεδιάσει τη δομή του βιβλίου με τέτοιο τρόπο ώστε το βιβλίο να αποτελεί **εργαλείο για μια ολοκληρωμένη και αποδοτική μελέτη**.

Ειδικότερα, τα κεφάλαια του βιβλίου διαιρούνται σε θεματικές ενότητες καθεμία από τις οποίες περιλαμβάνει:

- **Πλήρη θεωρία** με επισημάνσεις σε βασικά σημεία
- **Μεθοδολογία και παρατηρήσεις** για την επίλυση των ασκήσεων και των προβλημάτων
- **Βασικές ασκήσεις με λύση και ασκήσεις εμπέδωσης**

Δίνεται έμφαση στον τρόπο σκέψης για την επίλυση κάθε βασικής άσκησης ο οποίος αναπτύσσεται πριν τη λύση.

- **Ερωτήσεις αξιολόγησης** οι οποίες διακρίνονται σε πολλαπλής επιλογής, εναλλακτικής απάντησης, συμπλήρωσης κενού, αντιστοίχισης - σύζευξης και κρίσεως.

Οι ερωτήσεις αξιολόγησης καλύπτουν όλη τη θεωρία του μαθήματος, συμβάλλουν στην αποσαφήνιση δύσκολων σημείων της και βοηθούν στην αφομοίωση της.

- **Ασκήσεις για λύση**
- **Προβλήματα για λύση**
- **Κριτήρια αξιολόγησης** διάρκειας 45 λεπτών και διάρκειας 2 ωρών
- **Απαντήσεις με υποδείξεις λύσεων ή πλήρεις λύσεις** των ασκήσεων εμπέδωσης, των ερωτήσεων αξιολόγησης, των ασκήσεων και των προβλημάτων για λύση καθώς και των κριτηρίων αξιολόγησης.

Ιδιαίτερη βαρύτητα δώσαμε στην **σαφή διατύπωση του λόγου** και στην **επιστημονική ακρίβεια**, λαμβάνοντας υπόψη μας τη βασική ελληνική και ξένη βιβλιογραφία.

Αισιοδοξούμε, με την προσπάθειά μας αυτή, να ανταποκριθούμε στις απαιτήσεις των μαθητών και των συναδέλφων.

Οι συγγραφείς

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος	5
Τυπολόγιο	11
Εισαγωγικό ένθετο	13

ΚΙΝΗΤΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ 1

1-1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Θεωρία	17
--------------	----

1-2 ΝΟΜΟΙ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

Θεωρία	18
Μεθοδολογία	23
Βασικές ασκήσεις και ασκήσεις εμπέδωσης	24
Ερωτήσεις αξιολόγησης	29
Ασκήσεις για λύση	38
Προβλήματα για λύση	41

1-3 ΚΑΤΑΣΤΑΤΙΚΗ ΕΞΙΣΩΣΗ ΤΩΝ ΙΔΑΝΙΚΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

Θεωρία	43
Μεθοδολογία	45
Βασικές ασκήσεις και ασκήσεις εμπέδωσης	46
Ερωτήσεις αξιολόγησης	72
Ασκήσεις για λύση	80
Προβλήματα για λύση	85
1ο Κριτήριο αξιολόγησης	90

1-4 ΚΙΝΗΤΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ

Θεωρία	93
--------------	----

1-5 ΤΑ ΠΡΩΤΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Θεωρία	94
Μεθοδολογία	97
Βασικές ασκήσεις και ασκήσεις εμπέδωσης	99
Ερωτήσεις αξιολόγησης	104
Ασκήσεις για λύση	111
Προβλήματα για λύση	114
2ο Κριτήριο αξιολόγησης	118
3ο Κριτήριο αξιολόγησης (Επαναληπτικό)	120

ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ 2

Τυπολόγιο127

2-1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Θεωρία129

2-2 ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Θεωρία129

2-3 ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Θεωρία130

2-4 ΑΝΤΙΣΤΡΕΠΤΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ

Θεωρία131

Ερωτήσεις αξιολόγησης134

2-5 ΕΡΓΟ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΟ ΑΠΟ ΑΕΡΙΟ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ ΟΓΚΟΥ

Θεωρία137

Μεθοδολογία139

Βασικές ασκήσεις και ασκήσεις εμπέδωσης141

Ερωτήσεις αξιολόγησης143

Ασκήσεις για λύση147

Προβλήματα για λύση149

2-6 ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Θεωρία150

2-7 ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Θεωρία150

Μεθοδολογία153

Βασικές ασκήσεις και ασκήσεις εμπέδωσης154

Ερωτήσεις αξιολόγησης156

Ασκήσεις για λύση165

Προβλήματα για λύση168

2-8 Ο ΠΡΩΤΟΣ ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΝΟΜΟΣ

Θεωρία169

Μεθοδολογία170

Βασικές ασκήσεις και ασκήσεις εμπέδωσης171

Ερωτήσεις αξιολόγησης174

Ασκήσεις για λύση178

Προβλήματα για λύση180

2-9 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΠΡΩΤΟΥ ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΝΟΜΟΥ ΣΕ ΕΙΔΙΚΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ

Θεωρία	183
Μεθοδολογία	188
Βασικές ασκήσεις και ασκήσεις εμπέδωσης	191
Ερωτήσεις αξιολόγησης	201
Ασκήσεις για λύση	213
Προβλήματα για λύση	217

2-10 ΓΡΑΜΜΟΜΟΡΙΑΚΕΣ ΕΙΔΙΚΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΕΣ ΑΕΡΙΩΝ

Θεωρία	222
Μεθοδολογία	226
Βασικές ασκήσεις και ασκήσεις εμπέδωσης	228
Ερωτήσεις αξιολόγησης	237
Ασκήσεις για λύση	242
Προβλήματα για λύση	245
1ο Κριτήριο αξιολόγησης	255

2-11 ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ

Θεωρία	258
Μεθοδολογία	261
Βασικές ασκήσεις και ασκήσεις εμπέδωσης	265
Ερωτήσεις αξιολόγησης	271
Ασκήσεις για λύση	275
Προβλήματα για λύση	279
2ο Κριτήριο αξιολόγησης	288

2-12 Ο ΔΕΥΤΕΡΟΣ ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΝΟΜΟΣ

Θεωρία	290
--------	-----

2-13 Η ΜΗΧΑΝΗ ΤΟΥ CARNOT

Θεωρία	291
Μεθοδολογία	294
Βασικές ασκήσεις και ασκήσεις εμπέδωσης	296
Ερωτήσεις αξιολόγησης	301
Ασκήσεις για λύση	307
Προβλήματα για λύση	309
3ο Κριτήριο αξιολόγησης (Επαναληπτικό)	317

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ ΤΟΥ ΒΙΒΛΙΟΥ	321
--	-----

Κεφάλαιο 1

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΟ ΕΝΘΕΤΟ

1-1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1-2 ΝΟΜΟΙ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

1-3 ΚΑΤΑΣΤΑΤΙΚΗ ΕΞΙΣΩΣΗ ΤΩΝ ΙΔΑΝΙΚΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

1-4 ΚΙΝΗΤΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ

1-5 ΤΑ ΠΡΩΤΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τυπολόγιο

Βασικές εξισώσεις

Πίεση

$$p = \frac{F}{A}$$

όπου F το μέτρο της κάθετης δύναμης και A το εμβαδόν της επιφάνειας

Σχέση απόλυτης θερμοκρασίας και θερμοκρασίας μετρημένης στην κλίμακα Κελσίου

$$T = 273 + \theta$$

Αριθμός γραμμομορίων (mol)

$$n = \frac{N}{N_A}$$

όπου N ο αριθμός των μορίων του αερίου και N_A ο αριθμός των μορίων ενός mol

$$n = \frac{m_{ολ}}{M}$$

όπου $m_{ολ}$ η ολική μάζα του αερίου και M η γραμμομοριακή μάζα του αερίου

$$n = \frac{V}{V_{mol}}$$

όπου V ο όγκος του αερίου και V_{mol} ο γραμμομοριακός όγκος του αερίου

Πρότυπες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας (Συνθήκες s.t.p.)

$$p = 1 \text{ atm} \quad \text{και} \quad \theta = 0^\circ \text{C}$$

Πυκνότητα αερίου

$$\rho = \frac{m_{ολ}}{V}$$

όπου $m_{ολ}$ η ολική μάζα του αερίου και V ο όγκος του αερίου

Οι νόμοι των αερίων

Νόμος του Boyle

$$pV = \text{σταθ.} \quad \text{ή} \quad p_1 V_1 = p_2 V_2$$

(για $n, T = \text{σταθ.}$)

Νόμος του Charles

$$\frac{p}{T} = \text{σταθ.} \quad \text{ή} \quad \frac{p_1}{V_1} = \frac{p_2}{V_2}$$

(για $n, V = \text{σταθ.}$)

Νόμος του Gay-Lussac

$$\frac{V}{T} = \text{σταθ.} \quad \text{ή} \quad \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

(για $n, p = \text{σταθ.}$)

Γενικός νόμος των αερίων

$$\frac{pV}{T} = \text{σταθ.} \quad \text{ή} \quad \frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

(για $n = \text{σταθ.}$)

Καταστατική εξίσωση των ιδανικών αερίων

$$pV = \eta RT \quad (1\eta \text{ μορφή})$$

όπου $R = 8,314 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$ ή $R = 0,082 \text{ L} \cdot \text{atm/mol} \cdot \text{K}$
η σταθερά των ιδανικών αερίων

$$p = \frac{\rho}{M} RT \quad (2\eta \text{ μορφή})$$

όπου ρ η πυκνότητα του αερίου

Κινητική θεωρία

Θεμελιώδης εξίσωση της κινητικής θεωρίας

$$p = \frac{1}{3} N \frac{m\bar{u}^2}{V}$$

όπου N ο αριθμός των μορίων
 m η μάζα κάθε μορίου και
 \bar{u}^2 η μέση τιμή των τετραγώνων
των ταχυτήτων των μορίων του αερίου

Σχέση πίεσης και πυκνότητας του αερίου

$$p = \frac{1}{3} \rho \bar{u}^2$$

Μέση κινητική ενέργεια των μορίων του αερίου

$$\bar{K} = \frac{1}{2} m\bar{u}^2$$

όπου m η μάζα ενός μορίου

Σχέση πίεσης και μέσης κινητικής ενέργειας των μορίων του αερίου

$$p = \frac{2}{3} \frac{N}{V} \left(\frac{1}{2} m\bar{u}^2 \right) \quad \text{ή} \quad p = \frac{2}{3} \frac{N}{V} \bar{K}$$

Καταστατική εξίσωση των ιδανικών αερίων

$$pV = NkT \quad (3\eta \text{ μορφή})$$

όπου $k = \frac{R}{N_A} = 1,381 \cdot 10^{-23} \text{ J}/(\text{μόριο} \cdot \text{K})$
η σταθερά του Boltzmann

Σχέση μέσης κινητικής ενέργειας των μορίων του αερίου και απόλυτης θερμοκρασίας

$$\bar{K} = \frac{3}{2} kT \quad \text{ή} \quad \frac{1}{2} m\bar{u}^2 = \frac{3}{2} kT$$

Ενεργός ταχύτητα των μορίων του αερίου

$$u_{\text{εν}} = \sqrt{\bar{u}^2} \quad \text{ή} \quad u_{\text{εν}} = \sqrt{\frac{3kT}{m}} \quad \text{ή} \quad u_{\text{εν}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΟ ΕΝΘΕΤΟ

ΒΑΣΙΚΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ

Προκειμένου ν' αναπτύξουμε το κεφάλαιο της Κινητικής Θεωρίας, θα ήταν χρήσιμο να εξοικειωθούμε με ορισμένες καινούργιες έννοιες και να υπενθυμίσουμε στοιχεία θεωρίας από τις προηγούμενες τάξεις.

Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

Η πίεση p είναι ένα μονόμετρο φυσικό μέγεθος, το οποίο ορίζεται από το πηλίκο του μέτρου της δύναμης \vec{F} που ασκείται κάθετα και ομοιόμορφα σε μια επιφάνεια, προς το εμβαδόν A αυτής της επιφάνειας. Δηλαδή:

$$p = \frac{F}{A}$$

Η μονάδα πίεσης στο διεθνές σύστημα (S.I.) είναι το 1 Newton ανά τετραγωνικό μέτρο (1 N/m^2) στο οποίο δόθηκε η ονομασία 1 Pascal (Pa).

Άλλες μονάδες πίεσης, οι οποίες χρησιμοποιούνται, είναι:

Η 1 ατμόσφαιρα (1 atm), όπου $1 \text{ atm} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, και το 1 χιλιοστό στήλης υδραργύρου (1 mm Hg), όπου $1 \text{ mm Hg} = 1 \text{ Torr} = (1/760) \text{ atm}$.

Η πίεση των αερίων

Η πίεση, που ασκεί ένα αέριο στα τοιχώματα του δοχείου που το περιέχει, οφείλεται στις δυνάμεις τις οποίες ασκούν τα μόρια του αερίου στα τοιχώματα κατά τη διάρκεια των συγκρούσεών τους με αυτά. Εάν αμελήσουμε τη βαρύτητα, η πίεση σε όλα τα σημεία μέσα στο αέριο είναι η ίδια. Για παράδειγμα, εάν η πίεση του αέρα στο κέντρο του δωματίου μας είναι 1 atm , θα είναι 1 atm και σε οποιαδήποτε γωνία ή άλλο σημείο του δωματίου.

Η συσκευή, η οποία χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της πίεσης των αερίων, ονομάζεται **μανόμετρο**.

Ο νόμος των μερικών πιέσεων του Dalton

Περίπου το 1802, ο Άγγλος φυσικός και χημικός John Dalton διατύπωσε τον νόμο των μερικών πιέσεων των αερίων. Ο νόμος αυτός ορίζει ότι:

Η ολική πίεση ενός μίγματος αερίων, τα οποία δεν αντιδρούν χημικά μεταξύ τους, ισούται με το άθροισμα των μερικών πιέσεων των αερίων που αποτελούν το μίγμα.

Ως μερική πίεση ενός αερίου συστατικού μίγματος ορίζουμε την πίεση την οποία θα είχε το θεωρούμενο αέριο συστατικό εάν καταλάμβανε μόνο του, στην ίδια θερμοκρασία, τον συνολικό όγκο του μίγματος.

Για παράδειγμα, ας θεωρήσουμε ότι έχουμε στη διάθεσή μας δύο δοχεία χωρητικότητας 1 L το καθένα. Το πρώτο δοχείο περιέχει μια ποσότητα αζώτου (N_2) σε πίεση $p_{N_2} = 1,5 \text{ atm}$ και το δεύτερο δοχείο μια ποσότητα υδρογόνου (H_2) σε πίεση $p_{H_2} = 0,5 \text{ atm}$. Εάν αναμίξουμε τα δύο αέρια σε ένα τρίτο δοχείο χωρητικότητας 1 L, τότε η ολική πίεση του αερίου μίγματος θα είναι:

$$p_{\text{μιν}} = p_{N_2} + p_{H_2} \quad \text{ή} \quad p_{\text{μιν}} = 1,5 \text{ atm} + 0,5 \text{ atm} \quad \text{ή} \quad p_{\text{μιν}} = 2 \text{ atm}$$

Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ ΟΓΚΟΥ

Ως όγκο V ορίζουμε τον «χώρο» τον οποίο καταλαμβάνει ένα σώμα στερεό, υγρό ή αέριο.

Τα στερεά και τα υγρά σώματα έχουν καθορισμένο όγκο, ενώ τα αέρια «δανείζονται» τον όγκο του δοχείου που τα περιέχει.

Η μονάδα όγκου στο διεθνές σύστημα (S.I.) είναι το 1 κυβικό μέτρο (1 m^3).

Επίσης, χρησιμοποιείται και το 1 λίτρο (1 L), όπου $1 \text{ L} = 10^{-3} \text{ m}^3$.

ΜΙΑ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΗΣ ΕΝΝΟΙΑΣ «ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ»

Η θερμοκρασία T είναι το φυσικό μέγεθος το οποίο χαρακτηρίζει τη θερμική κατάσταση ενός σώματος. Εκφράζει, δηλαδή, ποσοτικά την αίσθηση του θερμού ή του ψυχρού την οποία αντιλαμβανόμαστε όταν αγγίζουμε ένα αντικείμενο.

Δύο σώματα βρίσκονται σε **θερμική επαφή** όταν μπορούν ν' ανταλλάσσουν ενέργεια μεταξύ τους, χωρίς όμως να παράγει έργο το ένα επάνω στο άλλο. Γνωρίζουμε, από την καθημερινή μας εμπειρία, ότι εάν φέρουμε σε θερμική επαφή δύο σώματα, τα οποία αρχικά έχουν διαφορετική θερμοκρασία, θα αποκτήσουν τελικά, έπειτα από ορισμένο χρονικό διάστημα, μια κοινή ενδιάμεση θερμοκρασία. Τότε λέμε ότι τα δύο σώματα βρίσκονται σε **θερμική ισορροπία**.

Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Το ποσό της ενέργειας το οποίο μεταφέρεται από ένα σώμα σ' ένα άλλο λόγω θερμοκρασιακής διαφοράς και μόνο ονομάζεται θερμότητα.

Για παράδειγμα, εάν ρίξουμε ένα κομμάτι πάγου μέσα σ' ένα δοχείο, το οποίο είναι

γεμάτο με νερό και έχει θερμικώς μονωμένα τοιχώματα (αδιαβατικά), μια ποσότητα ενέργειας μεταβαίνει από το νερό στον πάγο, με αποτέλεσμα ο πάγος να λιώσει και η θερμοκρασία του νερού να ελαττωθεί.

Η μονάδα θερμότητας στο διεθνές σύστημα (S.I.) είναι το 1 Joule (1 J).

Επίσης, ως μονάδα θερμότητας χρησιμοποιείται η μία θερμίδα (το 1 calorie ή συντομογραφικά το 1 cal), όπου $1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$.

Τα θερμόμετρα, οι κλίμακες της θερμοκρασίας και το απόλυτο μηδέν

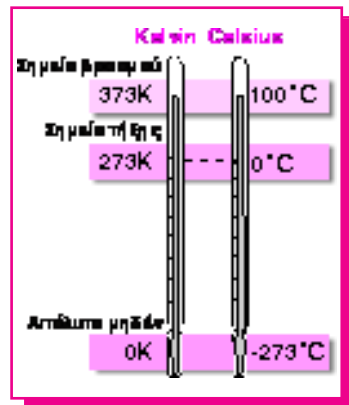
Η μέτρηση της θερμοκρασίας ενός σώματος επιτυγχάνεται με τα **θερμόμετρα**. Η λειτουργία των θερμομέτρων βασίζεται στην αλλαγή των ιδιοτήτων ορισμένων υλικών όταν μεταβάλλεται η θερμοκρασία τους. Σχεδόν όλες οι ουσίες διαστέλλονται όταν αυξάνεται η θερμοκρασία τους, αλλά η μεταβολή αυτή του όγκου δεν γίνεται σε όλες με τον ίδιο τρόπο. Έτσι, το 1848 ο Άγγλος φυσικός Lord Kelvin εισηγήθηκε την **απόλυτη κλίμακα θερμοκρασίας**. Η ελάχιστη θερμοκρασία της κλίμακας Kelvin ονομάζεται **απόλυτο μηδέν** και πιστεύεται ότι είναι το κατώτατο όριο θερμοκρασίας το οποίο ποτέ δεν έχει επιτευχθεί.

Η μονάδα θερμοκρασίας στο διεθνές σύστημα (S.I.) είναι το 1 Kelvin (όχι ο βαθμός Kelvin). Το Kelvin συμβολίζεται με K (όχι με °K).

Εκτός από την κλίμακα Kelvin χρησιμοποιούμε επίσης την κλίμακα Celsius, στην οποία μονάδα θερμοκρασίας είναι ο 1 βαθμός Celsius (1°C), και την κλίμακα Fahrenheit στην οποία μονάδα θερμοκρασίας είναι ο 1 βαθμός Fahrenheit (1°F).

Το απόλυτο μηδέν της κλίμακας Kelvin ισούται με -273°C (βλ. σχήμα 1). Μία μονάδα της κλίμακας Kelvin ισούται με θερμοκρασιακή μεταβολή ίση με 1°C της κλίμακας Celsius. Έτσι, η θερμοκρασία θ στην κλίμακα Celsius αντιστοιχεί σε μια θερμοκρασία T στην κλίμακα Kelvin, για την οποία ισχύει η ακόλουθη σχέση:

$$T = 273 + \theta$$



Σχήμα 1

Για παράδειγμα, η θερμοκρασία που βράζει το καθαρό νερό είναι 373 K, ενώ η θερμοκρασία που λιώνει ο πάγος είναι 273 K.

ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΥΛΗΣ ΙΣΗ ΜΕ ΕΝΑ MOLE (1 MOL)

Ένα mole (ή σύντομα 1 mol) μιας ουσίας ορίζεται εκείνη η ποσότητα ύλης της ουσίας η οποία περιέχει έναν ορισμένο αριθμό διακριτών σωματίων, $N_A = 6,023 \cdot 10^{23}$, ο οποίος ονομάζεται αριθμός Avogadro.

Για παράδειγμα:

1 mol μορίων (1 γραμμομόριο) υδρογόνου (H_2) περιέχει $N_A = 6,023 \cdot 10^{23}$ μόρια.

1 mol ατόμων (1 γραμμάτομο) υδρογόνου (H) περιέχει $N_A = 6,023 \cdot 10^{23}$ άτομα.

1 mol ιόντων (1 γραμμοϊόν) υδρογόνου (H^+) περιέχει $N_A = 6,023 \cdot 10^{23}$ ιόντα.

Έτσι, εάν έχουμε N μόρια από μια ουσία, ο αριθμός n των mol της ουσίας αυτής θα δίνεται από τη σχέση:

$$n = \frac{N}{N_A}$$

Η μάζα ενός mol μορίων μιας ουσίας ισούται με τη γραμμομοριακή μάζα M της ουσίας, δηλαδή ισούται με το μοριακό βάρος της ουσίας σε γραμμάρια.

Για παράδειγμα, 1 mol μορίων νερού (H_2O) ζυγίζει:

$$[2AB_{(H)} + AB_{(O)}]g = (2 \cdot 1 + 16) g = 18 g$$

Εάν m και M είναι η μάζα και η γραμμομοριακή μάζα μιας ουσίας αντίστοιχα, τότε ο αριθμός n των moles της ουσίας θα είναι:

$$n = \frac{m}{M}$$

Ο όγκος τον οποίο καταλαμβάνει ποσότητα ίση με 1 mol οποιουδήποτε αερίου ονομάζεται γραμμομοριακός όγκος και συμβολίζεται με V_{mol} . Έτσι, εάν ένα αέριο καταλαμβάνει όγκο V και έχει γραμμομοριακό όγκο V_{mol} , τότε ο αριθμός n των moles του αερίου θα δίνεται από τον τύπο:

$$n = \frac{V}{V_{mol}}$$

Πρότυπες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας (Συνθήκες s.t.p)

Εάν η πίεση ενός αερίου είναι $p = 1 \text{ atm}$ και η θερμοκρασία του είναι $\theta = 0^\circ C$, τότε θα λέμε ότι το αέριο βρίσκεται σε πρότυπες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας (συνθήκες s.t.p – Standard Temperature, Pressure). Έχει προσδιοριστεί ότι ποσότητα ίση με 1 mol από οποιοδήποτε αέριο, σε συνθήκες s.t.p., καταλαμβάνει όγκο ίσο με $V_{mol} = 22,4 \text{ L}$.

ΚΙΝΗΤΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ 1

1 – 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ύλη είναι καθετί το οποίο χαρακτηρίζεται από μάζα.

Τα υλικά σώματα διακρίνονται, βασικά, σε αέρια, στερεά και υγρά.

Αέρια είναι τα σώματα τα οποία δεν χαρακτηρίζονται από δικό τους σχήμα και όγκο αλλά «δανείζονται» το σχήμα και τον όγκο του δοχείου που τα περιέχει.

Αυτό συμβαίνει διότι, στα αέρια, οι αποστάσεις μεταξύ των μορίων είναι σχετικά μεγάλες και οι δυνάμεις μεταξύ τους πολύ μικρές. Τα μόρια ενός αερίου, το οποίο περιέχεται σ' ένα δοχείο, έχουν σχεδόν πλήρη ελευθερία κίνησης και συγκρούονται διαρκώς μεταξύ τους καθώς και με τα τοιχώματα του δοχείου. Στο χρονικό διάστημα μεταξύ δύο τέτοιων διαδοχικών συγκρούσεων κάθε μόριο του αερίου κινείται ευθύγραμμα και ομαλά με ταχύτητα 1600 Km/h περίπου. Η μέση απόσταση, την οποία διανύει κάθε μόριο του αερίου μεταξύ δύο διαδοχικών συγκρούσεων, ονομάζεται **μέση ελεύθερη διαδρομή** και είναι σχετικά μεγάλη.

Για παράδειγμα, σε πίεση 1 atm και σε θερμοκρασία 0°C, κάθε μόριο αέρα συγκρούεται, κατά μέσο όρο, $5 \cdot 10^9$ φορές το δευτερόλεπτο και η μέση ελεύθερη διαδρομή του είναι $2 \cdot 10^{-7}$ m.

Στερεά είναι τα σώματα τα οποία χαρακτηρίζονται από ορισμένο σχήμα και όγκο.

Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι, στα στερεά, οι αποστάσεις μεταξύ των μορίων είναι μικρές και οι δυνάμεις, οι οποίες αναπτύσσονται μεταξύ τους, είναι ισχυρές. Σε αντίθεση με ό,τι συμβαίνει στα αέρια, τα μόρια των στερεών δεν μετατοπίζονται αλλά ταλαντώνονται γύρω από μια ορισμένη θέση.

Υγρά είναι τα σώματα τα οποία χαρακτηρίζονται από ορισμένο όγκο, αλλά «δανείζονται» το σχήμα τους από το δοχείο που τα περιέχει.

Αυτό συμβαίνει επειδή οι δυνάμεις μεταξύ των μορίων των υγρών είναι σημαντικές, όχι όμως τόσο ισχυρές όσο στα στερεά.

Η μελέτη και κατ' επέκταση η περιγραφή ενός φαινομένου είναι δυνατό να πραγματοποιηθεί είτε μακροσκοπικά είτε μικροσκοπικά.

Μακροσκοπική μελέτη ενός φαινομένου ονομάζεται η μελέτη στην οποία δεν υπεισέρχονται υποθέσεις, θεωρίες ή και μεγέθη, που έχουν σχέση με τη δομή ή τη σύσταση των αντικειμένων, τα οποία συμμετέχουν στο φαινόμενο.

Μικροσκοπική μελέτη ενός φαινομένου ονομάζεται η μελέτη η οποία αναφέρεται στους δομικούς λίθους (άτομα και μόρια) των αντικειμένων, τα οποία συμμετέχουν στο φαινόμενο.

1 - 2 ΝΟΜΟΙ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

Προκειμένου να περιγράψουμε μακροσκοπικά την κατάσταση ενός αερίου, υιοθετούμε κατάλληλες μεταβλητές, όπως η πίεση p , ο όγκος V και η θερμοκρασία T , οι οποίες συνδέονται μεταξύ τους με σχέσεις που προσδιορίστηκαν πειραματικά και αποτελούν τους νόμους των αερίων.

ο ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ BOYLE

Το 1662 ο Ιρλανδός χημικός Robert Boyle διατύπωσε τον ακόλουθο νόμο:

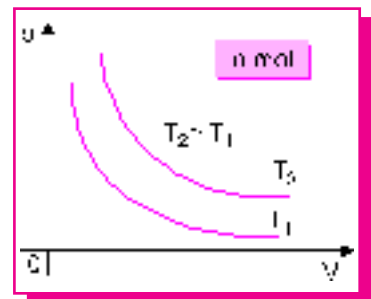
Η πίεση ορισμένης ποσότητας αερίου, του οποίου η θερμοκρασία παραμένει σταθερή, είναι αντιστρόφως ανάλογη με τον όγκο του αερίου.

Μαθηματική διατύπωση του νόμου του Boyle

Έστω ότι ορισμένη ποσότητα αερίου μεταβαίνει από μια κατάσταση A (p_A, V_A, T) σε μια άλλη κατάσταση B (p_B, V_B, T). Η σχέση η οποία περιγράφει τον νόμο του Boyle είναι η ακόλουθη:

$$pV = \text{σταθ.} \quad \text{ή} \quad p_A V_A = p_B V_B \quad (\text{για } T = \text{σταθ.})$$

Η γραφική παράσταση της σχέσης $pV = \text{σταθ.}$ είναι μια ισοσκελής υπερβολή και απεικονίζεται στο διάγραμμα πίεσης (p) - όγκου (V) του σχήματος 1.1. Για μια καθορισμένη ποσότητα αερίου ($n \text{ mol}$) και για διάφορες θερμοκρασίες, η γραφική παράσταση της σχέσης $pV = \text{σταθ.}$ είναι μια οικογένεια ισοσκελών υπερβολών, οι οποίες ονομάζονται ισόθερμες καμπύλες του αερίου. Όσο μακρύτερα βρίσκεται η κορυφή μιας υπερβολής από την αρχή των αξόνων, τόσο μεγαλύτερη είναι και η θερμοκρασία στην οποία αυτή αντιστοιχεί.



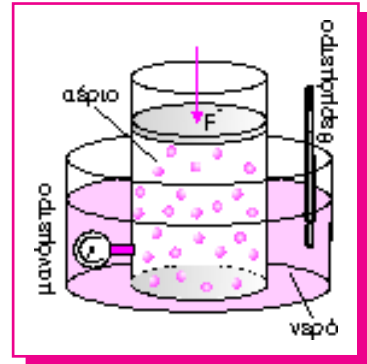
Σχήμα 1.1

Ισόθερμη μεταβολή

Η μεταβολή, κατά τη διάρκεια της οποίας η θερμοκρασία μιας συγκεκριμένης ποσότητας αερίου διατηρείται σταθερή, ονομάζεται ισόθερμη μεταβολή.

Πειραματική επίτευξη μιας ισόθερμης μεταβολής

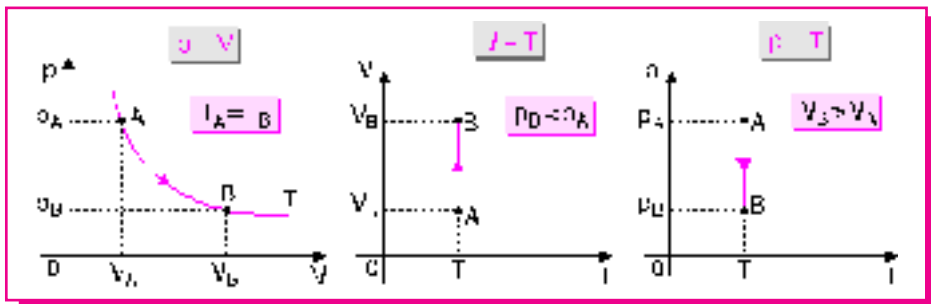
Προκειμένου να μελετήσουμε μια ισόθερμη μεταβολή, χρησιμοποιούμε τη διάταξη του σχήματος 1.2. Το αέριο περιέχεται μέσα σε ογκομετρικό κύλινδρο, ο οποίος φράσσεται με έμβολο και περιβάλλεται από λουτρό με νερό σταθερής θερμοκρασίας. Θεωρούμε τα τοιχώματα του κυλίνδρου ιδανικούς αγωγούς της θερμότητας και την ποσότητα του νερού αρκετή, ώστε να μη μεταβάλλεται η θερμοκρασία του ανταλλάσσοντας θερμότητα με το αέριο. Πιέζοντας πολύ αργά το έμβολο, ο όγκος και η πίεση του αερίου μεταβάλλονται. Η θερμοκρασία του αερίου πρακτικά παραμένει σταθερή, ίση με τη θερμοκρασία του νερού.



Σχήμα 1.2

Γραφικές παραστάσεις μιας ισόθερμης μεταβολής

Θεωρούμε ότι μία ποσότητα αερίου ίση με n mol μεταβαίνει, διατηρώντας σταθερή τη θερμοκρασία της, από μια κατάσταση A (p_A, V_A, T) σε μια άλλη κατάσταση B (p_B, V_B, T) με $V_B > V_A$. Η ισόθερμη αυτή μεταβολή αποδίδεται σε διαγράμματα πίεσης (p) - όγκου (V), όγκου (V) - απόλυτης θερμοκρασίας (T) και πίεσης (p) - απόλυτης θερμοκρασίας (T) στο



Σχήμα 1.3

σχήμα 1.3.

Πώς θα σχεδιάζεις τα προηγούμενα διαγράμματα στην περίπτωση που το αέριο μετέβαινε ισόθερμα από μια κατάσταση A (p_A, V_A, T) σε μια κατάσταση B (p_B, V_B, T) με $V_B < V_A$;

Ο ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ CHARLES

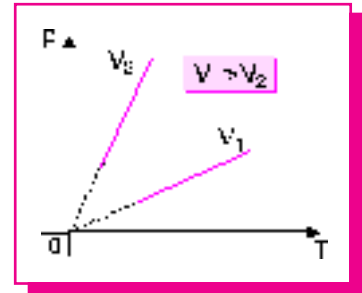
Το 1798 ο Γάλλος φυσικός Jacques Charles διατύπωσε τον ακόλουθο νόμο:

Η πίεση ορισμένης ποσότητας αερίου, του οποίου ο όγκος διατηρείται σταθερός, είναι ανάλογη με την απόλυτη θερμοκρασία του αερίου.

Μαθηματική διατύπωση του νόμου του Charles

Έστω ότι ορισμένη ποσότητα αερίου μεταβαίνει από μια κατάσταση A (p_A, V, T_A) σε μια άλλη κατάσταση B (p_B, V, T_B). Η σχέση η οποία περιγράφει τον νόμο του Charles είναι η ακόλουθη:

$$\frac{p}{T} = \text{σταθ.} \quad \text{ή} \quad \frac{p_A}{T_A} = \frac{p_B}{T_B} \quad (\text{για } V = \text{σταθ.})$$



Σχήμα 1.4

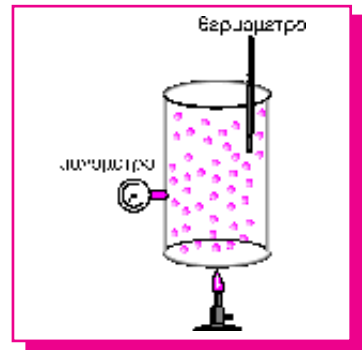
Στο σχήμα 1.4 αποδίδεται γραφικά η μεταβολή της πίεσης του αερίου σε συνάρτηση με την απόλυτη θερμοκρασία του για δύο τιμές του όγκου V_1 και V_2 , με $V_1 > V_2$.

Ισόχωρη μεταβολή

Η μεταβολή, κατά τη διάρκεια της οποίας ο όγκος μιας συγκεκριμένης ποσότητας αερίου διατηρείται σταθερός, ονομάζεται ισόχωρη μεταβολή.

Πειραματική επίτευξη μιας ισόχωρης μεταβολής

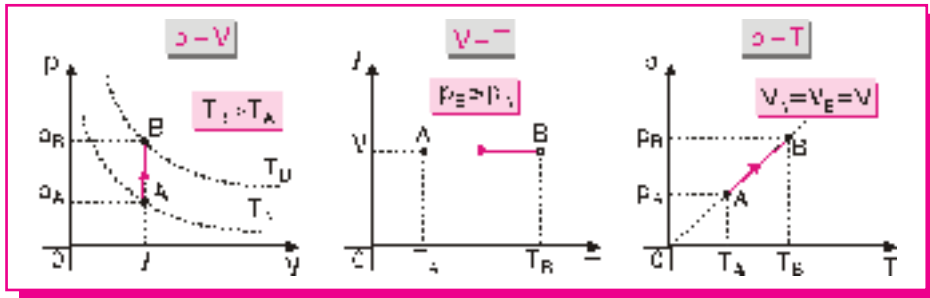
Η διάταξη με τη βοήθεια της οποίας πραγματοποιούμε μια ισόχωρη μεταβολή φαίνεται στο σχήμα 1.5. Το αέριο περιέχεται μέσα σε δοχείο το οποίο θεωρούμε ότι έχει ανένδοτα τοιχώματα, δηλαδή δεν διαστέλλεται με την αύξηση της θερμοκρασίας. Μετρώντας την πίεση του αερίου μ' ένα μανόμετρο παρατηρούμε ότι, καθώς προσφέρουμε στο αέριο, σε αραιά χρονικά διαστήματα, μικρά ποσά θερμότητας, η πίεση του αερίου αυξάνεται ανάλογα με τη θερμοκρασία.



Σχήμα 1.5

Γραφικές παραστάσεις μιας ισόχωρης μεταβολής

Έστω ότι μία ποσότητα αερίου ίση με n mol περιέχεται μέσα σε δοχείο σταθερού όγκου και μεταβαίνει από μια κατάσταση A (p_A, V, T_A) σε μια άλλη κατάσταση B (p_B, V, T_B) με



Σχήμα 1.6

$T_B > T_A$. Η ισόχωρη αυτή μεταβολή αποδίδεται σε διαγράμματα πίεσης (p) - όγκου (V), όγκου (V) - απόλυτης θερμοκρασίας (T) και πίεσης (p) - απόλυτης θερμοκρασίας (T) στο σχήμα 1.6.

Μπορείς να σχεδιάσεις πάλι τα προηγούμενα διαγράμματα στην περίπτωση που το αέριο μεταβαίνει ισόχωρα από μια κατάσταση A (p_A, V, T_A) σε μια κατάσταση B (p_B, V, T_B) με $T_B < T_A$;

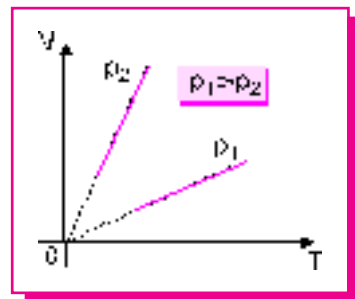
Ο ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ GAY-LUSSAC

Στις αρχές του 1800 ο Γάλλος επιστήμονας Gay-Lussac διατύπωσε τον ακόλουθο νόμο: **Ο όγκος ορισμένης ποσότητας αερίου, του οποίου η πίεση διατηρείται σταθερή, είναι ανάλογος με την απόλυτη θερμοκρασία του αερίου.**

Μαθηματική διατύπωση του νόμου του Gay-Lussac

Εάν A (p, V_A, T_A) και B (p, V_B, T_B) είναι η αρχική και η τελική κατάσταση ορισμένης ποσότητας αερίου, τότε η σχέση η οποία περιγράφει τον νόμο του Gay-Lussac είναι η ακόλουθη:

$$\frac{V}{T} = \text{σταθ.} \quad \text{ή} \quad \frac{V_A}{T_A} = \frac{V_B}{T_B} \quad (\text{για } p = \text{σταθ.})$$



Σχήμα 1.7

Η μεταβολή του όγκου του αερίου σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία, για δύο τιμές της πίεσης p_1 και p_2 με $p_1 > p_2$, αποδίδεται γραφικά στο σχήμα 1.7.

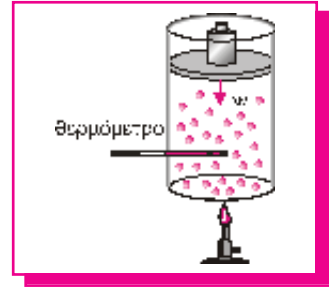
Ισοβαρής μεταβολή

Η μεταβολή, κατά τη διάρκεια της οποίας η πίεση μιας συγκεκριμένης ποσότητας αερίου διατηρείται σταθερή, ονομάζεται ισοβαρής μεταβολή.

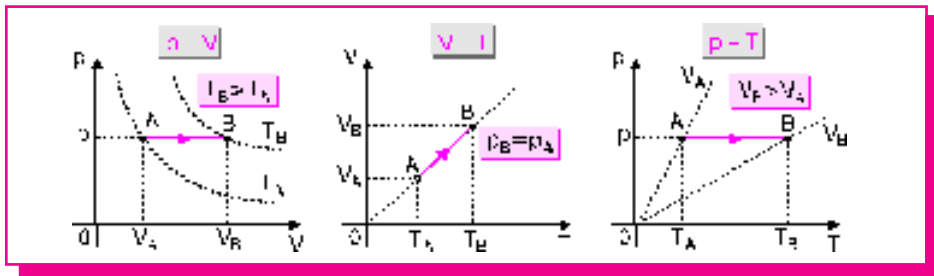
Πειραματική επίτευξη μιας ισοβαρούς μεταβολής

Προκειμένου να μελετήσουμε μια ισοβαρή μεταβολή, χρησιμοποιούμε τη διάταξη που φαίνεται στο σχήμα 1.8. Το αέριο περιέχεται μέσα σε κύλινδρο, ο οποίος φράσσεται μ' ένα έμβολο εμβαδού A . Επάνω στο έμβολο έχουν τοποθετηθεί βαριδία. Το συνολικό βάρος του εμβόλου και των βαριδίων είναι w . Καθώς θερμαίνουμε το αέριο, προσφέροντάς του μικρά ποσά θερμότητας σε αραιά χρονικά διαστήματα, παρατηρούμε ότι αυτό εκτονώνεται. Κατά τη διάρκεια της μεταβολής η πίεση του αερίου διατηρείται σταθερή και είναι ίση με το άθροισμα της ατμοσφαιρικής πίεσης $p_{\text{ατμ}}$ και της πίεσης η οποία οφείλεται στο συνολικό βάρος του εμβόλου και των βαριδίων. Δηλαδή:

$$p = p_{\text{ατμ}} + \frac{w}{A}$$



Σχήμα 1.8



Σχήμα 1.9

Γραφικές παραστάσεις μιας ισοβαρούς μεταβολής

Θεωρούμε ότι μια ποσότητα n mol αερίου μεταβαίνει από μια κατάσταση A (p, V_A, T_A) σε μια άλλη κατάσταση B (p, V_B, T_B) με $V_B > V_A$. Κατά τη διάρκεια της μεταβολής AB η πίεση του αερίου διατηρείται σταθερή. Η ισοβαρής αυτή μεταβολή αποδίδεται σε διαγράμματα πίεσης (p) - όγκου (V), όγκου (V) - απόλυτης θερμοκρασίας (T) και πίεσης (p) - απόλυτης θερμοκρασίας (T) στο σχήμα 1.9.

Τι αλλάζει στα προηγούμενα διαγράμματα εάν είναι $V_B < V_A$;

ΤΟ ΙΔΑΝΙΚΟ ΑΕΡΙΟ

Για τη μακροσκοπική μελέτη ενός αερίου απαιτείται η καταγραφή των μεγεθών τα οποία χαρακτηρίζουν την κατάσταση του αερίου, όπως η πίεση, ο όγκος και η θερμοκρασία του.

Μακροσκοπικά, ιδανικό αέριο θεωρείται αυτό το οποίο υπακούει στους τρεις νόμους των αερίων ανεξάρτητα από τις συνθήκες τις οποίες βρίσκεται.

Τα αέρια των οποίων η συμπεριφορά δεν υπακούει στους νόμους των αερίων ονομάζονται

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

φυσικά ή πραγματικά αέρια. Στη φύση υπάρχουν μόνο πραγματικά αέρια των οποίων η μελέτη προσεγγίζεται από τους τρεις νόμους των αερίων με μικρές ή μεγάλες αποκλίσεις. Συγκεκριμένα, οι νόμοι των αερίων περιγράφουν ικανοποιητικά τη συμπεριφορά των αραιών και θερμών αερίων, δηλαδή των αερίων με μικρή πυκνότητα τα οποία βρίσκονται σε σχετικά υψηλές θερμοκρασίες. Επίσης, οι νόμοι των αερίων ισχύουν με μεγαλύτερη ακρίβεια για τα αέρια των οποίων η δομή είναι απλούστερη. Για τον λόγο αυτό, τα μονοατομικά ή τα διατομικά αέρια προσεγγίζουν περισσότερο από τα πολυατομικά τη συμπεριφορά του ιδανικού αερίου.

ΜΕΤΑΒΟΛΗ		ΠΙΕΣΗ (p)	ΟΓΚΟΣ (V)	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (T)
ΙΣΟΘΕΡΜΗ	ΕΚΤΟΝΩΣΗ	ΜΕΙΩΝΕΤΑΙ $\Delta p < 0$	ΑΥΞΑΝΕΤΑΙ $\Delta V > 0$	ΣΤΑΘΕΡΗ $\Delta T = 0$
	ΣΥΜΠΙΕΣΗ	ΑΥΞΑΝΕΤΑΙ $\Delta p > 0$	ΜΕΙΩΝΕΤΑΙ $\Delta V < 0$	
ΙΣΟΧΩΡΗ	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΑΥΞΑΝΕΤΑΙ $\Delta p > 0$	ΣΤΑΘΕΡΟΣ $\Delta V = 0$	ΑΥΞΑΝΕΤΑΙ $\Delta T > 0$
	ΨΥΞΗ	ΜΕΙΩΝΕΤΑΙ $\Delta p < 0$		ΜΕΙΩΝΕΤΑΙ $\Delta T < 0$
ΙΣΟΒΑΡΗΣ	ΕΚΤΟΝΩΣΗ ή ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΣΤΑΘΕΡΗ $\Delta p = 0$	ΑΥΞΑΝΕΤΑΙ $\Delta V > 0$	ΑΥΞΑΝΕΤΑΙ $\Delta T > 0$
	ΣΥΜΠΙΕΣΗ ή ΨΥΞΗ		ΜΕΙΩΝΕΤΑΙ $\Delta V < 0$	ΜΕΙΩΝΕΤΑΙ $\Delta T < 0$

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Βασικές & εμπέδωσης

1η Βασική άσκηση

ΟΙ ΝΟΜΟΙ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

Εφαρμογή των νόμων των ιδανικών αερίων

Όταν, σε μια άσκηση, ορισμένη ποσότητα αερίου υπόκειται σε ισόθερμη ή ισόχωρη ή ισοβαρή μεταβολή από μια κατάσταση A σε μια άλλη κατάσταση B και ζητείται κάποιο μέγεθος το οποίο χαρακτηρίζει την A ή τη B κατάσταση, τότε:

1. Προσδιορίζουμε το είδος της μεταβολής, στην οποία υπόκειται το αέριο, λαμβάνοντας υπόψη μας τον ακόλουθο πίνακα.

☞ Σκέπτομαι για τη λύση

Η μεταβολή στην οποία υπόκειται ο αέρας είναι ισόθερμη συμπίεση και περιγράφεται από τον νόμο του Boyle.

1η Άσκηση εμπέδωσης

2. Γράφουμε τη μαθηματική εξίσωση που αντιστοιχεί στη μεταβολή την οποία υφίσταται το αέριο.
3. Επιλύουμε την εξίσωση ως προς το ζητούμενο μέγεθος.

Οι πνεύμονες του ανθρώπου εκτελούν τη θεμελιώδη αναπνευστική λειτουργία και η χωρητικότητά τους καθορίζεται από την ηλικία και το ύψος του ανθρώπου.

Κατά την εισπνοή, οι πνεύμονες ενός ενήλικα μετρίου αναστήματος, οι οποίοι έχουν όγκο $V_1 = 6 \text{ L}$, γεμίζουν με αέρα σε πίεση $p_1 = 1 \text{ atm}$. Πριν εκπνεύσει ο άνθρωπος πιέζει τον θώρακά του, μειώνοντας έτσι τη χωρητικότητα των πνευμόνων του κατά $\Delta V = 1,2 \text{ L}$.

Πόση είναι πριν από την εκπνοή η πίεση που ασκεί ο αέρας στους πνεύμονες του ανθρώπου;

Να θεωρήσετε ότι η θερμοκρασία του ατμοσφαιρικού αέρα δεν μεταβάλλεται και ότι η συμπεριφορά του προσεγγίζει αυτήν του ιδανικού αερίου.

☞ Σκέπτομαι για τη λύση

Η μεταβολή του αέρα των ελαστικών είναι ισόχωρη θέρμανση και περιγράφεται με τον νόμο του Charles.

Λύση

Η χωρητικότητα των πνευμόνων του ανθρώπου πριν εκπνεύσει είναι:

$$V_2 = V_1 - \Delta V \quad \text{ή} \quad V_2 = 6\text{L} - 1,2\text{L} \quad \text{ή} \quad V_2 = 4,8\text{L}$$

Εάν p_2 είναι η ζητούμενη πίεση, ισχύει:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \quad \text{ή} \quad p_2 = \frac{p_1 V_1}{V_2} \quad \text{ή} \quad p_2 = \frac{(1 \text{ atm})(6 \text{ L})}{4,8 \text{ L}} \quad \text{ή} \quad p_2 = 1,25 \text{ atm}$$

2η

Άσκηση εμπέδωσης

Ένα κατακόρυφο κυλινδρικό δοχείο περιέχει ιδανικό αέριο και φράσσεται αεροστεγώς στο επάνω ελεύθερο άκρο του με έμβολο. Το έμβολο μπορεί να κινείται χωρίς τριβές. Το αέριο καταλαμβάνει όγκο $V_1 = 4 \text{ L}$ και η πίεση που ασκεί στα τοιχώματα του δοχείου είναι $p_1 = 2 \text{ atm}$. Πιέζουμε αργά το έμβολο με αποτέλεσμα η χωρητικότητα του δοχείου να μειωθεί και η πίεση του αερίου ν' αυξηθεί κατά $1,2 \text{ atm}$. Να υπολογίσετε τον τελικό όγκο V_2 του αερίου.

Να θεωρήσετε ότι η θερμοκρασία του αερίου κατά τη διάρκεια της μεταβολής του διατηρείται σταθερή.

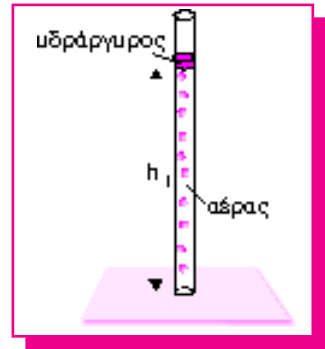
3η

Βασική άσκηση

Στην αρχή ενός ταξιδιού, ο αέρας εντός των ελαστικών ενός αυτοκινήτου βρίσκεται σε πίεση $p_1 = 4 \text{ atm}$ και σε θερμοκρασία $\theta_1 = 27^\circ \text{C}$. Μετά από ένα πολύωρο ταξίδι επάνω σε ζεστό οδόστρωμα, η θερμοκρασία των ελαστικών αυξάνεται κατά 30°C .

Πόση είναι τώρα η πίεση του αέρα στο εσωτερικό των ελαστικών;

Να υποθέσετε ότι ο όγκος των ελαστικών, κατά τη διάρκεια του ταξιδιού, παραμένει σταθερός.



Σχήμα 1.10

Σκέπτομαι για τη λύση

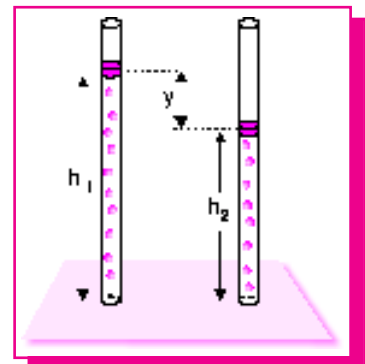
Κατά τη διάρκεια της ψύξης του σωλήνα, η πίεση του αερίου παραμένει σταθερή. Επομένως, η μεταβολή την οποία πραγματοποιεί το αέριο είναι ισοβαρής ψύξη και περιγράφεται από τον νόμο του Gay-Lussac.

Λύση

Στο τέλος του ταξιδιού η θερμοκρασία θ_2 του αέρα των ελαστικών είναι:

$$\theta_2 = \theta_1 + 30^\circ \text{C} \quad \text{ή} \quad \theta_2 = 57^\circ \text{C}$$

Έστω ότι p_2 είναι η ζητούμενη πίεση. Ισχύει:



Σχήμα 1.11

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \quad \text{ή} \quad p_2 = \frac{T_2}{T_1} p_1 \quad \text{ή} \quad p_2 = \frac{(273 + \theta_2)}{(273 + \theta_1)} p_1 \quad \text{ή}$$

$$p_2 = \frac{330\text{K}}{300\text{K}} \cdot 4 \text{ atm} \quad \text{ή} \quad p_2 = 4,4 \text{ atm}$$

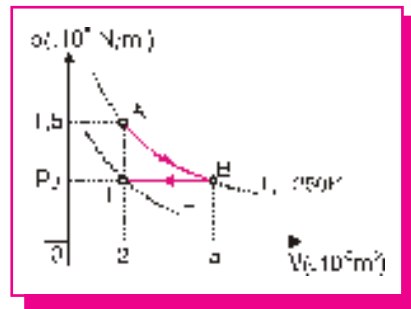
3η Άσκηση εμπέδωσης

Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου περιέχεται σε δοχείο με σταθερά και θερμικώς αγωγή τοιχώματα. Ψύχουμε αργά το δοχείο μέχρι η θερμοκρασία του αερίου να ελαττωθεί κατά $\Delta\theta = 50^\circ\text{C}$ και η πίεση που επικρατεί στο εσωτερικό του δοχείου να ελαττωθεί επίσης κατά 20% σχετικά με την αρχική τιμή της. Να υπολογίσετε την αρχική και την τελική θερμοκρασία του αερίου σε βαθμούς Κελσίου.

4η Βασική άσκηση

Ένας κατακόρυφος λεπτός κυλινδρικός σωλήνας, ο οποίος περιέχει αέριο ήλιο, φράσσεται με μια σταγόνα υδραργύρου, όπως δείχνει το σχήμα 1.10. Το ύψος του σωλήνα που περιέχει το αέριο είναι $h_1 = 15 \text{ cm}$ και η θερμοκρασία του αερίου είναι $\theta_1 = 87^\circ\text{C}$. Πόσο θα μετατοπισθεί η σταγόνα εάν ψύξουμε αργά τον σωλήνα έτσι ώστε η θερμοκρασία του αερίου να ελαττωθεί κατά 72°C ;

Να θεωρήσετε ότι η μεταβολή της θερμοκρασίας δεν επηρεάζει τον όγκο του σωλήνα.



Σχήμα 1.12

Λύση

👁 Σκέπτομαι για τη λύση

- β.** Η πυκνότητα του αερίου στην κατάσταση Γ υπολογίζεται από τον τύπο $\rho_\Gamma = m/V_\Gamma$, όπου V_Γ ο όγκος που καταλαμβάνει το αέριο σε αυτήν την κατάσταση.
- γ.** Θα γράψουμε τη μαθηματική εξίσωση του νόμου που αντιστοιχεί σε κάθε μεταβολή του αερίου και θα λύσουμε ως το ζητούμενο μέγεθος.

απόλυτες θερμοκρασίες T_1 και T_2 πριν και μετά την ψύξη του αερίου είναι αντίστοιχα:

$$T_1 = 273 + \theta_1 \quad \text{ή} \quad T_1 = 360 \text{ K} \quad \text{και}$$

$$T_2 = 273 + \theta_2 \quad \text{ή} \quad T_2 = (273 + 15) \text{ K} \quad \text{ή} \quad T_2 = 288 \text{ K}$$

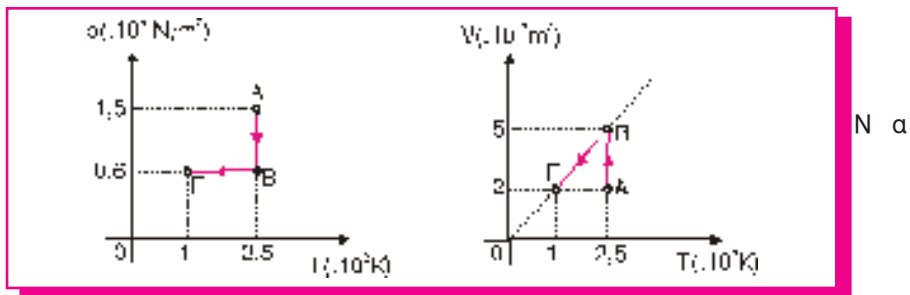
Εάν A είναι το εμβαδόν της βάσης του κυλινδρικού δοχείου και h_2 το ύψος του σωλήνα που περιέχει το αέριο μετά την ψύξη του (βλ. σχήμα 1.11), από τη μαθηματική διατύπωση του νόμου του Gay-Lussac, έχουμε:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad \text{ή} \quad \frac{Ah_1}{T_1} = \frac{Ah_2}{T_2} \quad \text{ή} \quad h_2 = h_1 \frac{T_2}{T_1}$$

$$h_2 = 15 \text{ cm} \frac{288 \text{ K}}{360 \text{ K}} \quad \text{ή} \quad h_2 = 12 \text{ cm}$$

Επομένως, η μετατόπιση y της σταγόνας είναι:

$$y = h_1 - h_2 \quad \text{ή} \quad y = 15 \text{ cm} - 12 \text{ cm} \quad \text{ή} \quad \mathbf{y = 3 \text{ cm}}$$



Σχήμα 1.13

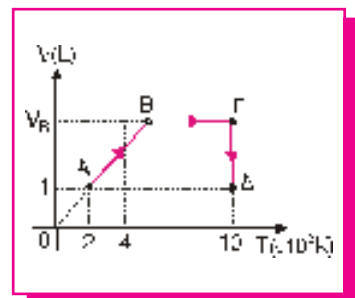
υπολογίστε κατά πόσο πρέπει να αυξηθεί η θερμοκρασία του κυλινδρικού σωλήνα, στον οποίο αναφέρεται η προηγούμενη βασική άσκηση, ώστε η σταγόνα του υδραργύρου να ανέλθει κατά y

4η Άσκηση εμπέδωσης

= 3 cm.

Ποσότητα $m = 0,5 \text{ g}$ ιδανικού αερίου βρίσκεται αρχικά στην κατάσταση A και εκτελεί τη μεταβολή $AB\Gamma$, που παριστάνεται γραφικά στο διάγραμμα πίεσης (p) - όγκου (V) του σχήματος 1.12.

- Να ονομάσετε τις μεταβολές AB και $B\Gamma$.
- Να υπολογίσετε την πυκνότητα ρ_Γ του αερίου στην κατάσταση Γ .
- Πόση είναι η πίεση p_B του αερίου στην



Σχήμα 1.14

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ αξιολόγησης

κατάσταση Β και πόση είναι η απόλυτη θερμοκρασία T_r του αερίου στην κατάσταση Γ;

- δ. Να παραστήσετε γραφικά τη μεταβολή ΑΒΓ του αερίου σε διαγράμματα πίεσης (p) - απόλυτης θερμοκρασίας (T) και όγκου (V) - απόλυτης θερμοκρασίας (T) με βαθμολογημένους άξονες.

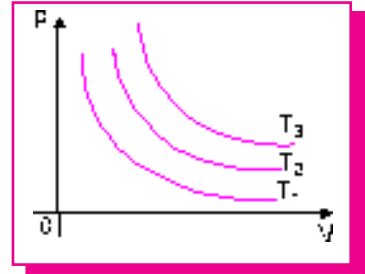
Λύση

α. Η μεταβολή AB είναι ισόθερμη εκτόνωση και η μεταβολή ΒΓ είναι ισοβαρής συμπίεση (ή ισοβαρής ψύξη).

β. Είναι: $\rho_r = \frac{m}{V_r}$ ή $\rho_r = \frac{0,5 \text{ g}}{2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}$ ή $\rho_r = 250 \text{ g/m}^3$

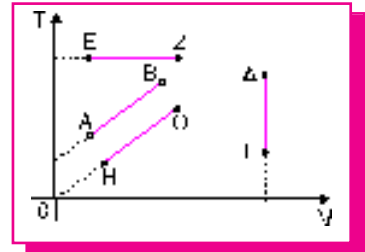
γ. Στη μεταβολή AB ισχύει ο νόμος του Boyle. Δηλαδή:
 $p_A V_A = p_B V_B$ ή $p_B = p_A \frac{V_A}{V_B}$ ή $p_B = 1,5 \cdot 10^5 \frac{2 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 10^{-3}}$
 $p_B = 0,6 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$

Στη μεταβολή ΒΓ ισχύει ο νόμος του Gay-Lussac.
 Έχουμε:
 $\frac{V_B}{T_B} = \frac{V_r}{T_r}$ ή $T_r = T_B \frac{V_r}{V_B}$ ή $T_r = 250 \text{ K} \frac{2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}$
 $T_r = 100 \text{ K}$



Σχήμα 1.15

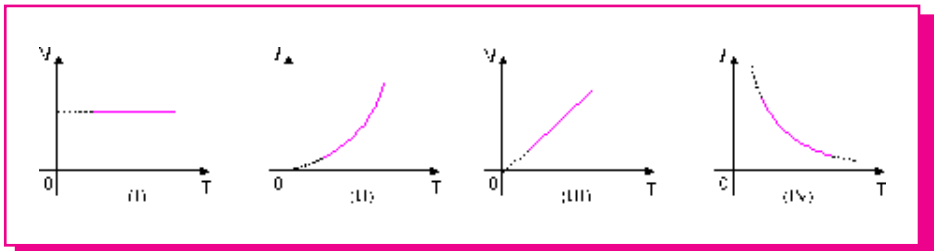
δ. Τα ζητούμενα διαγράμματα φαίνονται στο σχήμα 1.13.



Σχήμα 1.16

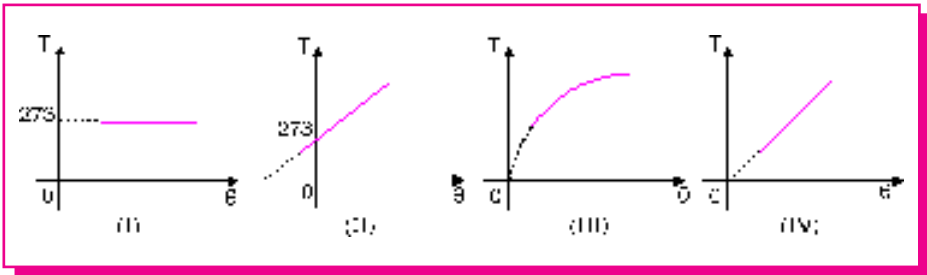
Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου, η οποία βρίσκεται αρχικά στην κατάσταση A, με πίεση $p_A = 0,6 \text{ atm}$ εκτελεί τη μεταβολή ABΓΔ που παριστάνεται γραφικά στο διάγραμμα όγκου (V) - απόλυτης θερμοκρασίας (T) του σχήματος 1.14.

α. Να αναγνωρίσετε το είδος των μεταβολών AB, ΒΓ και ΓΔ.



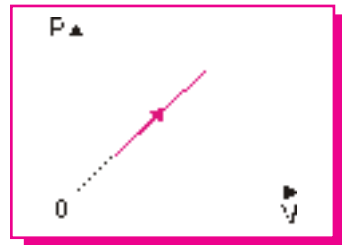
Σχήμα 1.17

- β. Να υπολογίσετε τη μάζα m του αερίου, εάν γνωρίζετε ότι η πυκνότητα του αερίου στην κατάσταση Β είναι $\rho_B = 0,25 \text{ g/L}$.
- γ. Πόση πίεση έχει το αέριο στην κατάσταση Γ και στην κατάσταση Δ;

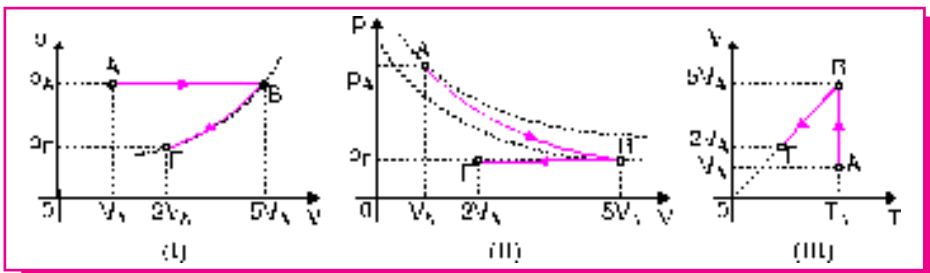


Σχήμα 1.18

- δ. Να παραστήσετε γραφικά τη μεταβολή ΑΒΓΔ του αερίου σε διάγραμμα πίεσης (p) - όγκου (V) με βαθμολογημένους άξονες.



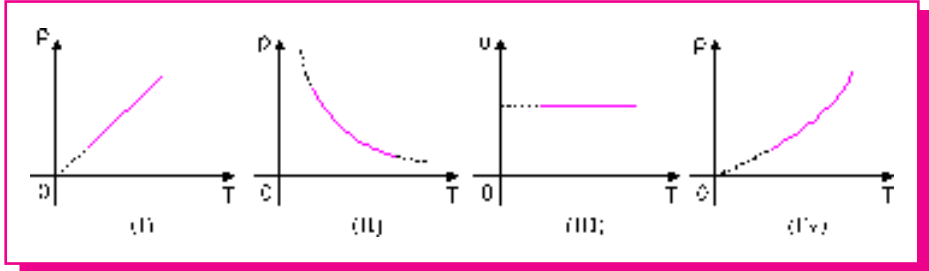
Σχήμα 1.19



Σχήμα 1.20

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

Στις ερωτήσεις 1-15 να επιλέξετε το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.



Σχήμα 1.21

- Ο όγκος ορισμένης ποσότητας ιδανικού αερίου υποδιπλασιάζεται. Εάν κατά τη μεταβολή αυτή η θερμοκρασία του αερίου διατηρείται σταθερή, η πίεση του αερίου:

α. παραμένει σταθερή **β.** τετραπλασιάζεται
γ. διπλασιάζεται **δ.** υποδιπλασιάζεται
- Ένα ιδανικό αέριο υποβάλλεται σε ισοβαρή εκτόνωση μέχρι διπλασιασμού του όγκου του. Εάν η αρχική απόλυτη θερμοκρασία του αερίου ήταν T_1 , η τελική απόλυτη θερμοκρασία του T_2 είναι:

α. $T_2 = T_1$ **β.** $T_2 = 2T_1$ **γ.** $T_2 = \frac{T_1}{2}$ **δ.** $T_2 = 4T_1$
- Η απόλυτη θερμοκρασία ορισμένης μάζας ιδανικού αερίου υποδιπλασιάζεται υπό σταθερό όγκο. Εάν η αρχική πίεση του αερίου ήταν p_1 , η τελική πίεση p_2 του αερίου είναι:

α. $p_2 = \frac{p_1}{2}$ **β.** $p_2 = 2p_1$ **γ.** $p_2 = p_1$ **δ.** $p_2 = \frac{p_1}{4}$
- «Απόλυτο μηδέν» ονομάζουμε τη θερμοκρασία:

α. 0°C **β.** -273 K **γ.** 273 K **δ.** 0 K
- Όταν ορισμένη μάζα ιδανικού αερίου θερμαίνεται υπό σταθερό όγκο, η πυκνότητα του αερίου:

α. αυξάνεται **β.** ελαττώνεται **γ.** παραμένει σταθερή
- Όταν καθορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου θερμαίνεται υπό σταθερή πίεση, η πυκνότητα του αερίου:

α. παραμένει σταθερή **β.** αυξάνεται **γ.** ελαττώνεται
- Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου περιέχεται σε δοχείο με ανένδοτα τοιχώματα. Θερμαίνοντας αργά το δοχείο διπλασιάζουμε την πίεση του αερίου. Εάν η αρχική θερμοκρασία του αερίου ήταν $\theta_1 = 10^\circ\text{C}$, η τελική θερμοκρασία του θ_2 είναι:

- α. $\theta_2 = 293^\circ\text{C}$ β. $\theta_2 = 20^\circ\text{C}$ γ. $\theta_2 = 273^\circ\text{C}$ δ. $\theta_2 = 5^\circ\text{C}$
8. Κυλινδρικό δοχείο όγκου V , του οποίου το επάνω άκρο κλείνεται αεροστεγώς με ευκίνητο έμβολο, περιέχει ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου σε θερμοκρασία 546 K . Ψύχουμε αργά το αέριο, με αποτέλεσμα η θερμοκρασία του να γίνει 273 K . Η μεταβολή του όγκου του αερίου είναι:
- α. $-\frac{V}{2}$ β. V γ. 0 δ. $\frac{V}{2}$
9. Στο σχήμα 1.15 απεικονίζονται τρεις ισόθερμες καμπύλες, οι οποίες αναφέρονται στην ίδια ποσότητα ιδανικού αερίου για τρεις διαφορετικές θερμοκρασίες T_1 , T_2 και T_3 . Για τις θερμοκρασίες T_1 , T_2 και T_3 ισχύει:
- α. $T_1 = T_2 = T_3$
 β. $T_1 < T_2 < T_3$
 γ. $T_1 > T_2 > T_3$
10. Για μια ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου, στο διάγραμμα απόλυτης θερμοκρασίας (T) - όγκου (V) του σχήματος 1.16, ισόθερμη μεταβολή παριστάνει το ευθύγραμμο τμήμα:
- α. AB β. ΓΔ
 γ. ΕΖ δ. ΗΘ
11. Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου υφίσταται μια μεταβολή, κατά τη διάρκεια της οποίας το πηλίκο του όγκου προς την απόλυτη θερμοκρασία του αερίου διατηρείται σταθερό ($V/T = \text{σταθ.}$). Το διάγραμμα του σχήματος 1.17 που περιγράφει τη μεταβολή του αερίου είναι το:
- α. I β. II γ. III δ. IV

15. Σε μια ισόχωρη μεταβολή ορισμένης ποσότητας ιδανικού αερίου, το διάγραμμα του σχήματος 1.21, το οποίο αποδίδει τη μεταβολή της πυκνότητας ρ του αερίου σε συνάρτηση με την απόλυτη θερμοκρασία T του αερίου, είναι το:

α. I β. II γ. III

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΑΠΟ

16. Να λανθασμένη (Σ) ή

Η γραφική παράσταση της μεταβολής ορισμένης ποσότητας ιδανικού αερίου είναι ευθεία γραμμή, η οποία διέρχεται από την αρχή των αξόνων (Σ) ή του αερίου (Λ).

- α. p - απόλυτης θερμοκρασίας (T) - απόλυτης θερμοκρασίας (T) - απόλυτης θερμοκρασίας (T) - απόλυτης θερμοκρασίας (T) - απόλυτης θερμοκρασίας (T)
- β. p - απόλυτης θερμοκρασίας (T) - απόλυτης θερμοκρασίας (T) - απόλυτης θερμοκρασίας (T) - απόλυτης θερμοκρασίας (T) - απόλυτης θερμοκρασίας (T)
- γ. p - απόλυτης θερμοκρασίας (T) - απόλυτης θερμοκρασίας (T) - απόλυτης θερμοκρασίας (T) - απόλυτης θερμοκρασίας (T) - απόλυτης θερμοκρασίας (T)
- δ. p - απόλυτης θερμοκρασίας (T) - απόλυτης θερμοκρασίας (T) - απόλυτης θερμοκρασίας (T) - απόλυτης θερμοκρασίας (T) - απόλυτης θερμοκρασίας (T)

17. Να λανθασμένη (Σ) ή
-
- Η μεταβολή ορισμένης ποσότητας ιδανικού αερίου από την αρχική κατάσταση στην τελική κατάσταση, όταν για την πίεση p και τον όγκο V ισχύει ο νόμος των αερίων $p_A V_A = p_B V_B$ (Σ) ή (Λ).

- α. κατά τη διάρκεια της μεταβολής ισχύει $p = c$, όπου c μια θετική σταθερά
- β. κατά τη διάρκεια της μεταβολής ισχύει $p = \frac{c}{V}$, όπου c μια θετική σταθερά
- γ. κατά τη διάρκεια της μεταβολής ισχύει $\frac{p}{c} = V$, όπου c μια θετική σταθερά
- δ. κατά τη διάρκεια της μεταβολής ισχύει $pV^2 = c$, όπου c μια θετική σταθερά

18. Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις προτάσεις που αφορούν την παραπάνω μεταβολή (Σ) ή λανθασμένη (Λ).

- Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου υφίσταται ισόχωρη μεταβολή.
- α. Το πηλίκο της πίεσης προς την απόλυτη θερμοκρασία έχει σταθερή τιμή μόνο στην αρχική και τελική κατάσταση του αερίου.
- β. Η γραφική παράσταση της μεταβολής σε διάγραμμα πίεσης (p) - απόλυτης θερμοκρασίας (T) είναι μια ευθεία γραμμή η οποία διέρχεται απ' την αρχή των αξόνων.
- γ. Για την αρχική κατάσταση του αερίου και μια ενδιάμεση κατάσταση κατά τη διάρκεια της μεταβολής του, οι τιμές της πίεσης και της θερμοκρασίας θα μπορούσαν να είναι 2 atm, 400 K, και 0,5 atm, 100 K αντίστοιχα.
- δ. Εάν η πίεση του αερίου διπλασιαστεί, τότε και η θερμοκρασία του μετρημένη στην κλίμακα Κελσίου διπλασιάζεται.

19. Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις προτάσεις που ακολουθούν ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ).

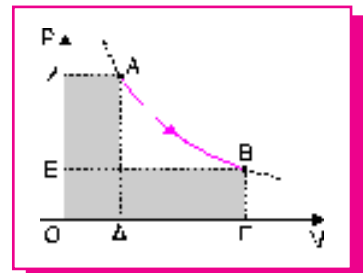
Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου υφίσταται ισοβαρή μεταβολή.

- α. Σε όλη τη διάρκεια της μεταβολής το γινόμενο της πίεσης επί την απόλυτη θερμοκρασία του αερίου παραμένει αμετάβλητο.
- β. Η γραφική παράσταση της μεταβολής σε διάγραμμα όγκου (V) - απόλυτης θερμοκρασίας (T) είναι μια ισοσκελής υπερβολή.
- γ. Για δύο τυχαίες καταστάσεις κατά τη διάρκεια της μεταβολής οι τιμές του όγκου και της θερμοκρασίας του αερίου θα μπορούσαν να είναι 4 L, 296 K και 6 L, 444 K αντίστοιχα.
- δ. Εάν ο όγκος του αερίου διπλασιαστεί, τότε διπλασιάζεται και η απόλυτη θερμοκρασία του.

20. Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις προτάσεις που ακολουθούν ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ).

Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου υφίσταται ισόθερμη μεταβολή.

- α. Σε όλη τη διάρκεια της μεταβολής η θερμοκρασία του αερίου έχει σταθερή τιμή.
- β. Κατά τη διάρκεια της μεταβολής η τιμή της θερμοκρασίας του αερίου μπορεί να μεταβάλλεται, όμως στην αρχική και στην τελική κατάσταση έχει την ίδια τιμή.
- γ. Η γραφική παράσταση της μεταβολής σε διάγραμμα πίεσης (p) - απόλυτης θερμοκρασίας (T) είναι μία ισοσκελής υπερβολή.
- δ. Η γραφική παράσταση της μεταβολής σε διάγραμμα πίεσης (p) - απόλυτης θερμοκρασίας (T) είναι μια ευθεία γραμμή κάθετη στον άξονα της θερμοκρασίας.



Σχήμα 1.22

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΣΗΣ – ΣΥΖΕΥΞΗΣ

21. Να αντιστοιχίσετε κατάλληλα τους νόμους των αερίων που αναγράφονται στη στήλη Α με τις αντίστοιχες μαθηματικές σχέσεις που αναγράφονται στη στήλη Β.

22. Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου υφίσταται τις διαδοχικές μεταβολές που αναγράφονται στη στήλη Α. Στη στήλη Β παριστάνονται τα διαγράμματα των μεταβολών σε άξονες πίεσης (p) - όγκου (V). Να συνδέσετε κατάλληλα τις μεταβολές της στήλης Α με τα διαγράμματα της στήλης Β.

Στήλη Α

1. A→B: ισόχωρη θέρμανση
B→Γ: ισοβαρής ψύξη μέχρι
την αρχική θερμοκρασία

2. A→B: ισόθερμη εκτόνωση
B→Γ: ισόχωρη θέρμανση μέχρι
την αρχική πίεση

3. A→B: ισοβαρής θέρμανση
B→Γ: ισόθερμη συμπίεση μέχρι
τον αρχικό όγκο.

Στήλη Β

α.

β.

γ.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ για πύση

23. Να αντιστοιχίσετε καθεμία από τις γραφικές παραστάσεις της στήλης (A) με μία γραφική παράσταση της στήλης (B).

Στήλη A

1.

2.

3.

δ.

Στήλη B

α.

β.

γ.

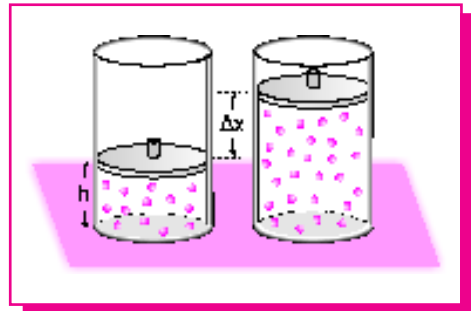


Σχήμα 1.23

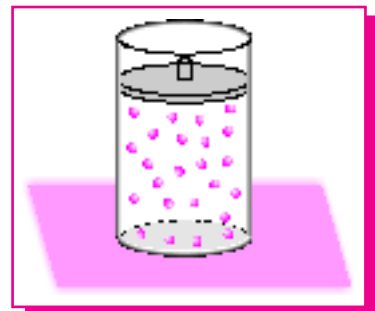
ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗΣ ΚΕΝΟΥ

Στις ερωτήσεις 24-26 που ακολουθούν να συμπληρώσετε τα κενά με τις κατάλληλες λέξεις.

- 24.** Όταν αυξάνεται ο όγκος ενός αερίου, τότε λέμε ότι το αέριο
Εάν η μεταβολή αυτή πραγματοποιείται υπό σταθερή θερμοκρασία, τότε το αέριο υποβάλλεται σε (2 λέξεις)
Εάν η μεταβολή του αερίου γίνεται υπό σταθερή πίεση, τότε το αέριο εκτελεί (2 λέξεις)
- 25.** Όταν ελαττώνεται η θερμοκρασία ενός αερίου, τότε λέμε ότι το αέριο
Όταν η μεταβολή αυτή πραγματοποιείται υπό σταθερή πίεση, τότε η μεταβολή του αερίου χαρακτηρίζεται ως (2 λέξεις)
Εάν η μεταβολή γίνεται υπό σταθερό όγκο, τότε το αέριο εκτελεί (2 λέξεις)
- 26.** Όταν αυξάνεται η θερμοκρασία ενός αερίου, τότε λέμε ότι το αέριο
Εάν η μεταβολή αυτή συμβαίνει υπό σταθερή πίεση, τότε το αέριο υπόκειται σε (2 λέξεις)
Εάν η μεταβολή αυτή πραγματοποιείται υπό σταθερό όγκο, τότε το αέριο υποβάλλεται σε (2 λέξεις)



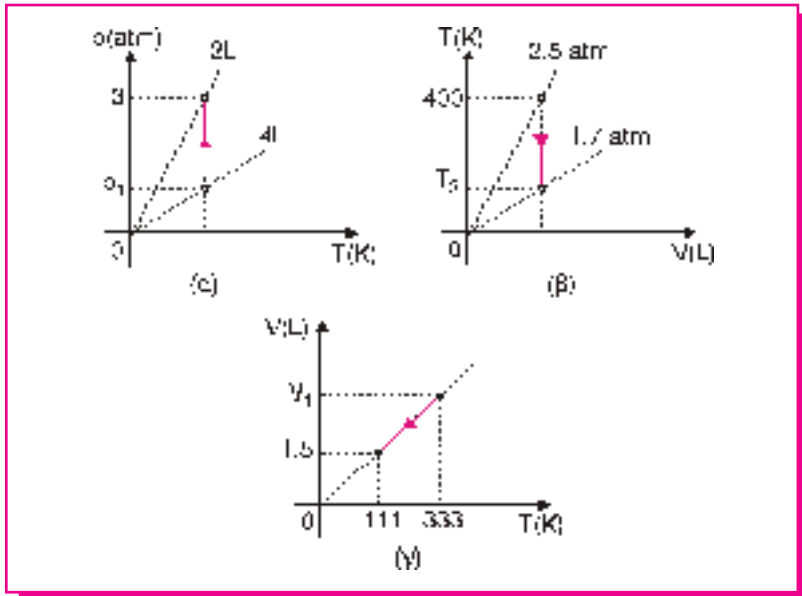
Σχήμα 1.24



Σχήμα 1.25

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΡΙΣΕΩΣ

- 27.** Οι νόμοι των ιδανικών αερίων ισχύουν ανεξάρτητα από την πυκνότητα και τη θερμοκρασία του αερίου.
Η προηγούμενη πρόταση είναι σωστή ή λανθασμένη;
Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
- 28** Στο διάγραμμα του σχήματος 1.22 απεικονίζεται η ισόθερμη μεταβολή AB ορισμένης ποσότητας ιδανικού αερίου. Για τα εμβαδά E_1 και E_2 των ορθογωνίων ΑΔΟΖ και ΒΓΟΕ αντίστοιχα, ισχύει:
- α.** $E_1 > E_2$
 - β.** $E_1 = E_2$
 - γ.** $E_1 < E_2$
- Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.



Σχήμα 1.26

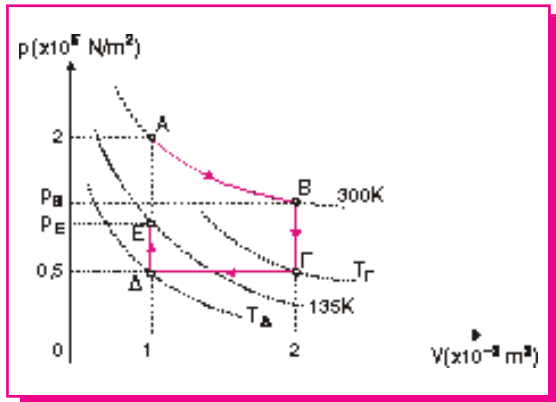
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ για λύση

- 29.** Θερμαίνουμε ένα ανοιχτό δοχείο το οποίο περιέχει αέρα. Η πίεση του αέρα μέσα στο δοχείο:

- α.** αυξάνεται
β. ελαττώνεται
γ. διατηρείται σταθερή

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Να θεωρήσετε ότι ο αέρας συμπεριφέρεται ως ιδανικό αέριο.



Σχήμα 1.27

- 30.** Στην ισοβαρή ψύξη ορισμένης ποσότητας ιδανικού αερίου η πυκνότητα ρ του αερίου:
- α.** δεν μεταβάλλεται **β.** αυξάνεται **γ.** ελαττώνεται
- Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

- 31.** Ο όγκος ορισμένης ποσότητας ιδανικού αερίου υποτετραπλασιάζεται υπό σταθερή θερμοκρασία. Προκειμένου το αέριο να επανέλθει στον αρχικό όγκο του υπό σταθερή πίεση, πρέπει η θερμοκρασία του να:

- α.** τετραπλασιαστεί **β.** υποτετραπλασιαστεί **γ.** διπλασιαστεί

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

- 32.** Ο όγκος ορισμένης ποσότητας ιδανικού αερίου απόλυτης θερμοκρασίας T ελαττώνεται στο μισό υπό σταθερή πίεση και στη συνέχεια διπλασιάζεται η πίεση του αερίου, υπό σταθερό όγκο. Η τελική απόλυτη θερμοκρασία του αερίου είναι:

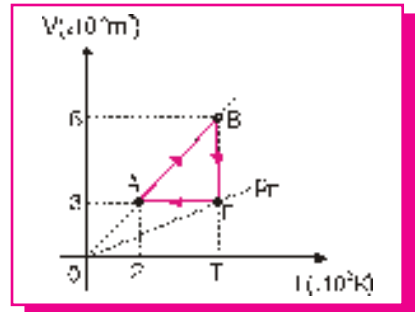
- α.** $2T$ **β.** $\frac{T}{2}$ **γ.** T

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

- 33.** Μία φυσαλίδα, η οποία δημιουργείται στον πυθμένα λίμνης, ανέρχεται και όταν φθάνει στην επιφάνεια έχει τετραπλάσιο όγκο σχετικά με τον όγκο που είχε όταν δημιουργήθηκε. Θεωρώντας τη θερμοκρασία του αέρα που περιέχει η φυσαλίδα σταθερή να υπολογίσετε την πίεση στον πυθμένα της λίμνης.

Δίνεται: Η ατμοσφαιρική πίεση $p_{\text{ατμ}} = 1 \text{ atm}$.

- 34.** Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου βρίσκεται υπό πίεση $p_1 = 3 \text{ atm}$ μέσα σε κυλινδρικό δοχείο όγκου $V_1 = 2 \text{ L}$. Το δοχείο έχει θερμικώς αγωγή τοιχώματα, είναι τοποθετημένο σε δεξαμενή νερού σταθερής θερμοκρασίας T και η μία βάση του φράσσεται στεγανά με ένα ευκίνητο έμβολο.



Σχήμα 1.28

Θερμαίνουμε αργά το δοχείο με αποτέλεσμα το αέριο να εκτονωθεί καταλαμβάνοντας τελικά όγκο $V_2 = 3 \text{ L}$.

- α.** Να χαρακτηρίσετε τη μεταβολή την οποία υπόκειται το αέριο και να αναφέρεται τον νόμο που ισχύει σε αυτήν.
- β.** Πόση είναι η τελική πίεση p_2 του αερίου;
- γ.** Να σχεδιάσετε ποιοτικά τη μεταβολή του αερίου σε διαγράμματα πίεσης (p) - όγκου (V), πίεσης (p) - απόλυτης θερμοκρασίας (T), και όγκου (V) - απόλυτης θερμοκρασίας (T).
- 35.** Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου περιέχεται στο κυλινδρικό δοχείο του σχήματος 1.23. Το δοχείο φράσσεται με ένα ευκίνητο έμβολο εμβαδού $A = 200 \text{ cm}^2$. Τα τοιχώματα του δοχείου είναι διαθερμικά, δηλαδή επιτρέπουν την ανταλλαγή θερμότητας μεταξύ αερίου - νερού. Αρχικά, το αέριο βρίσκεται υπό πίεση $p_1 = 1,2 \text{ atm}$, έχει θερμοκρασία $T = 290 \text{ K}$ και καταλαμβάνει όγκο $V_1 = 1,5 \text{ L}$. Συμπιέζουμε αργά το αέριο μετακινώντας το έμβολο κατά $\Delta x = 5 \text{ cm}$.
- α.** Πόση είναι η ελάττωση του όγκου του αερίου;
- β.** Πόση είναι η τελική πίεση του αερίου;
- γ.** Να απεικονίσετε τη μεταβολή που υπόκειται το αέριο σε διαγράμματα πίεσης (p) - όγκου (V), πίεσης (p) - απόλυτης θερμοκρασίας (T), και όγκου (V) - απόλυτης θερμοκρασίας (T) με βαθμολογημένους άξονες.
- 36.** Η πίεση και η θερμοκρασία μιας ποσότητας ιδανικού αερίου, που περιέχεται σε μεταλλικό δοχείο σταθερού όγκου, είναι $p_1 = 2 \text{ atm}$ και $\theta_1 = 57^\circ \text{C}$ αντίστοιχα. Βυθίζουμε το δοχείο μέσα σε λουτρό νερού θερμοκρασίας $\theta_2 = 90^\circ \text{C}$.
- α.** Κατά πόσο μεταβλήθηκε η πίεση του αερίου;
- β.** Να παραστήσετε γραφικά τη μεταβολή της πίεσης (p) του αερίου σε συνάρτηση με την απόλυτη θερμοκρασία (T) σε βαθμολογημένους άξονες.