

ΣΠΥΡΟΣ ΜΙΧΕΛΗΣ – ΔΙΚΑΙΑ ΜΙΧΕΛΗ

ΧΗΜΕΙΑ

Α΄ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ

Β΄ ΕΚΔΟΣΗ



Θέση υπογραφής δικαιούχων δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας,
εφόσον η υπογραφή προβλέπεται από τη σύμβαση.

Το παρόν έργο πνευματικής ιδιοκτησίας προστατεύεται κατά τις διατάξεις της ελληνικής νομοθεσίας (Ν. 2121/1993 όπως έχει τροποποιηθεί και ισχύει σήμερα) και τις διεθνείς συμβάσεις περί πνευματικής ιδιοκτησίας. Απαγορεύεται απολύτως άνευ γραπτής αδείας του εκδότη η κατά οποιονδήποτε τρόπο ή μέσο (ηλεκτρονικό, μηχανικό ή άλλο) αντιγραφή, φωτοανατύπωση και εν γένει αναπαραγωγή, εκμίσθωση ή δανεισμός, μετάφραση, διασκευή, αναμετάδοση στο κοινό σε οποιαδήποτε μορφή και η εν γένει εκμετάλλευση του συνόλου ή μέρους του έργου.

Εκδόσεις Πατάκη – Εκπαίδευση

Σπύρος Μιχέλης, Δικαία Μιχέλη, Χημεία Α΄ Γενικού Λυκείου

Διορθώσεις: Κώστας Σίμος

Επιστημονική επιμέλεια: Δημήτρης Μπρούμας

Υπεύθυνος έκδοσης: Βαγγέλης Μπακλαβάς

Σελιδοποίηση: Σπύρος Μιχέλης

Copyright© Σ. Πατάκης Α.Ε.Ε.Δ.Ε. (Εκδόσεις Πατάκη), Σπύρος Μιχέλης και Δικαία Μιχέλη,
Αθήνα, 2021, 2022

Η παρούσα Β΄ έκδοση αποτελεί αναθεωρημένη έκδοση του ομώνυμου τόμου που
κυκλοφόρησε από τις Εκδόσεις Πατάκη Ιούλιο του 2021 (με ISBN 978-960-16-9595-2)

Πρώτη έκδοση του παρόντος τόμου από τις Εκδόσεις Πατάκη, Αθήνα, Σεπτέμβριος 2022

Κ.Ε.Τ. Ε192 – Κ.Ε.Π. 588/22

ISBN 978-618-07-0004-6



**ΕΚΔΟΣΕΙΣ
ΠΑΤΑΚΗ**

ΠΑΝΑΓΗ ΤΣΑΛΔΑΡΗ 38, 104 37 ΑΘΗΝΑ, ΤΗΛ.: 210.36.50.000, 210.52.05.600, ΦΑΞ: 210.36.50.069

ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΔΙΑΘΕΣΗ: ΕΜΜ. ΜΠΕΝΑΚΗ 16, 106 78 ΑΘΗΝΑ, ΤΗΛ.: 210.38.31.078

ΥΠΟΚΑΤΑΣΤΗΜΑ: ΚΟΥΡΥΤΣΑΣ (ΤΕΡΜΑ ΠΟΝΤΟΥ – ΠΕΡΙΟΧΗ Β΄ ΚΤΕΟ), 570 09, ΚΑΛΟΧΩΡΙ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ,
Τ.Θ. 1213, ΤΗΛ.: 2310.70.63.54, 2310.70.67.15, ΦΑΞ: 2310.70.63.55

Web site: <http://www.patakis.gr> • e-mail: info@patakis.gr, sales@patakis.gr

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Βασικές έννοιες | 5

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Περιοδικός πίνακας. Δεσμοί | 141

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Οξέα – Βάσεις – Άλατα – Οξείδια | 267

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Στοιχειομετρία | 363

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Οργάνωση επανάληψης με θέματα από την Τράπεζα Θεμάτων &
Επαναληπτικά θέματα | 523

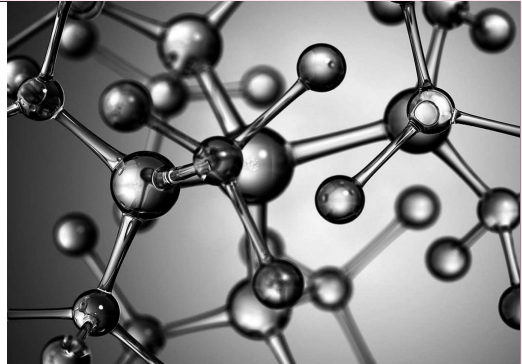
Απαντήσεις-υποδείξεις στις ερωτήσεις και τις ασκήσεις του βιβλίου | 585

Απαντήσεις εφαρμογών, ερωτήσεων επανάληψης
και ασκήσεων-προβλημάτων σχολικού βιβλίου | 705

Πίνακας σχετικών ατομικών μαζών (A_r) | 800

Κεφάλαιο 1

Βασικές έννοιες



Περιεχόμενα κεφαλαίου 1

1.1 Με τι ασχολείται η χημεία – Ποια η σημασία της χημείας στη ζωή μας

1.1.1 Χημεία: η επιστήμη της ύλης και των μεταμορφώσεών της 7

1.2 Γνωρίσματα της ύλης (μάζα, όγκος, πυκνότητα). Μετρήσεις και μονάδες

1.2.1 Μετρήσεις – Μονάδες μέτρησης 9

1.2.2 Το διεθνές σύστημα μονάδων (S.I.) 9

1.2.3 Γνωρίσματα της ύλης 11

1.2.4 Μάζα (m) 11

1.2.5 Όγκος (V) 12

1.2.6 Πυκνότητα (ρ) ενός σώματος 14

Ερωτήσεις θεωρίας με αιτιολόγηση 16

Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, σωστού-λάθους και αντιστοίχισης 20

Ερωτήσεις θεωρίας για αιτιολόγηση 22

Ασκήσεις για λύση 25

1.3 Δομικά σωματίδια της ύλης. Δομή ατόμου. Ατομικός αριθμός. Μαζικός αριθμός. Ισότοπα

1.3.1 Δομικά σωματίδια της ύλης 27

1.3.2 Άτομα – Μόρια 27

1.3.3 Ιόντα 30

1.3.4 Δομή του ατόμου 32

1.3.5 Ατομικός αριθμός – Μαζικός αριθμός – Ισότοπα 34

Ερωτήσεις θεωρίας με αιτιολόγηση 37

Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, σωστού-λάθους και αντιστοίχισης 41

Ερωτήσεις θεωρίας για αιτιολόγηση	45
Ασκήσεις για λύση	50
Διαγώνισμα στην ενότητα 1.3	52
1.4 Καταστάσεις της ύλης. Ιδιότητες της ύλης. Φυσικά και χημικά φαινόμενα	
1.4.1 Καταστάσεις της ύλης	55
1.4.2 Ιδιότητες της ύλης	61
1.4.3 Φυσικά και χημικά φαινόμενα	62
1.5 Ταξινόμηση της ύλης. Διαλύματα. Περιεκτικότητες διαλυμάτων.	
Διαλυτότητα	
1.5.1 Ταξινόμηση της ύλης	65
1.5.2 Καθαρές ουσίες και μείγματα	65
1.5.3 Στοιχεία και χημικές ενώσεις	66
1.5.4 Ομογενή και ετερογενή μείγματα	68
1.5.5 Διαλύματα	69
1.5.6 Περιεκτικότητες διαλυμάτων	72
1.5.7 Εκφράσεις περιεκτικότητας	73
1.5.8 Διαλυτότητα	75
Ερωτήσεις θεωρίας με αιτιολόγηση	79
Ασκήσεις διαλυμάτων	86
Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, σωστού-λάθους και αντιστοίχισης	113
Ερωτήσεις θεωρίας για αιτιολόγηση	118
Ασκήσεις για λύση	123
Διαγώνισμα στην ενότητα 1.5	135
Διαγώνισμα στο κεφάλαιο 1	137



1.1

Με τι ασχολείται η χημεία – Ποια η σημασία της χημείας στη ζωή μας

1.1.1 Χημεία: η επιστήμη της ύλης και των μεταμορφώσεών της

Χημεία είναι η επιστήμη που μελετά:

- α.** τη δομή, τη χημική σύσταση και τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της ύλης (καθορισμένες ουσίες και μείγματα),
- β.** τα χημικά φαινόμενα, δηλαδή τον τρόπο με τον οποίο οι χημικές ουσίες αντιδρούν μεταξύ τους και μετατρέπονται σε νέα, τελικά σώματα.

Οτιδήποτε υπάρχει στη φύση αποτελείται από χημικές ουσίες, οι οποίες βρίσκονται σε μια αδιάκοπη αλληλουχία αντιδράσεων. Το πιο χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ο ανθρώπινος οργανισμός, ο οποίος είναι από μόνος του χημικό εργαστήριο. Η κατανόηση των χημικών φαινομένων που πραγματοποιούνται στον οργανισμό μας επιτρέπει να βελτιώσουμε τη ζωή μας και να αντιμετωπίσουμε τις ασθένειες.

Στα επιτεύγματα της χημείας συγκαταλέγεται η παρασκευή αγαθών, όπως:

- τα φάρμακα,
- τα καύσιμα,
- τα απορρυπαντικά,
- τα λιπάσματα,
- τα καλλυντικά,

και πολλά άλλα ακόμα.

Η παρασκευή αυτών των αγαθών επηρέασε και θα επηρεάζει τη ζωή μας. Αρκετά από αυτά έχουν επιφέρει ριζικές αλλαγές:

- στη διατροφή μας,
- στην ενδυμασία,
- στη θέρμανση,

- στη μεταφορά αγαθών,
- στην ιατρική,

και γενικά στους περισσότερους τομείς της ζωής μας.

Η ανάπτυξη της χημικής επιστήμης, εκτός από τις θετικές, έχει και τις αρνητικές της συνέπειες:

- τα χημικά τοξικά αέρια, που χρησιμοποιούνται στους πολέμους,
 - η μόλυνση του περιβάλλοντος, από τα απόβλητα των εγκαταστάσεων, τα καυσαέρια των αυτοκινήτων κτλ.,
 - η υπερεκμετάλλευση των φυσικών πόρων,
- και αρκετές ακόμα.

Εκείνο που έχει σημασία είναι η στάση του ανθρώπου σε σχέση με τη χρήση των επιτευγμάτων της χημείας, και γενικά των επιστημών. Ο άνθρωπος είναι εκείνος που παρασκευάζει, για παράδειγμα, ένα φάρμακο, και ο άνθρωπος είναι πάλι εκείνος που δίνει την εντολή για τη ρίψη μιας ατομικής βόμβας.

Συμπέρασμα

Η χημεία είναι «βασική επιστήμη» και αποτελεί το υπόβαθρο για να σπουδάσει κάποιος άλλες θετικές επιστήμες, όπως η βιολογία, η ιατρική, η γεωλογία, η γεωπονία, η οικολογία.



1.2

Γνωρίσματα της ύλης (μάζα, όγκος, πυκνότητα). Μετρήσεις και μονάδες

1.2.1 Μετρήσεις – Μονάδες μέτρησης

Για τον προσδιορισμό χαρακτηριστικών γνωρισμάτων της ύλης, όπως είναι η μάζα και ο όγκος, χρησιμοποιούμε ειδικά όργανα. Συγκεκριμένα, η μέτρηση της μάζας ενός σώματος γίνεται με τη χρήση του ζυγού, ενώ του όγκου γίνεται με τη χρήση του ογκομετρικού κυλίνδρου.

Μέτρηση ονομάζεται η σύγκριση ενός μεγέθους με ένα άλλο ομοειδές το οποίο έχουμε ορίσει ως μονάδα μέτρησης. Το αποτέλεσμα της μέτρησης είναι ένας αριθμός που ονομάζεται αριθμητική τιμή. Η ποσοτική έκφραση ενός μεγέθους (όπως η μάζα ενός υλικού σώματος) γίνεται με την αριθμητική τιμή (π.χ. 10) και τη μονάδα μέτρησης (π.χ. kg). Για παράδειγμα το υλικό σώμα μπορεί να έχει μάζα 10 kg ($m = 10 \text{ kg}$).

1.2.2 Το διεθνές σύστημα μονάδων (S.I.)

Για την ενοποίηση του τρόπου μέτρησης των διαφόρων μεγεθών, το 1960 ορίστηκε το διεθνές σύστημα μονάδων (S.I.), το οποίο προβλέπει επτά θεμελιώδη μεγέθη και τις αντίστοιχες μονάδες μέτρησής τους.

Θεμελιώδη μεγέθη και οι μονάδες τους στο S.I. για τη χημεία			
Μέγεθος	Σύμβολο μεγέθους	Ονομασία μονάδας	Σύμβολο μονάδας
Μήκος	l	Μέτρο	m
Μάζα	m	Χιλιόγραμμα	kg
Χρόνος	t	Δευτερόλεπτο	s
Θερμοκρασία	T	Κέλβιν	K
Ποσότητα ύλης	n	Μολ	mol

Τα υπόλοιπα μεγέθη που χρησιμοποιούνται είναι παράγωγα μεγέθη και εκφράζονται με τη βοήθεια των θεμελιωδών μεγεθών.

Παράδειγμα

Ο όγκος (V) είναι παράγωγο μέγεθος και ορίζεται με τη βοήθεια του μήκους (θεμελιώδες μέγεθος). Ισχύει: $V = \text{μήκος} \cdot \text{πλάτος} \cdot \text{ύψος}$. Επομένως, η μονάδα όγκου στο S.I. είναι το κυβικό μέτρο (1 m^3).

Τα πολλαπλάσια και υποπολλαπλάσια των μονάδων που χρησιμοποιούνται παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πολλαπλάσια - Υποπολλαπλάσια μονάδων			
Πρόθεμα	Σύμβολο	Σχέση με τη βασική μονάδα	Παράδειγμα
mega (μεγα)	M	10^6	$1 \text{ Mm} = 10^6 \text{ m}$
kilo (χιλιο)	k	10^3	$1 \text{ km} = 10^3 \text{ m}$
deci (δεκατο)	d	10^{-1}	$1 \text{ dm} = 10^{-1} \text{ m}$
centi (εκατοστο)	c	10^{-2}	$1 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ m}$
milli (χιλιοστο)	m	10^{-3}	$1 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m}$
micro (μικρο)	μ	10^{-6}	$1 \text{ }\mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$
nano (νανο)	n	10^{-9}	$1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$
pico (πικο)	p	10^{-12}	$1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m}$

Παρά την προσπάθεια για τη χρησιμοποίηση μόνο των μονάδων που ορίζονται από το διεθνές σύστημα (S.I.), σε αρκετές περιπτώσεις χρησιμοποιούνται και άλλες μονάδες. Έτσι στη χημεία θα συναντήσουμε τις παρακάτω μονάδες:

- Για την πίεση (p) ενός αερίου, η μονάδα που ορίζεται στο S.I. είναι το Pascal (Pa):

$$1 \text{ Pa} = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

Συνήθως όμως χρησιμοποιούμε ως μονάδα πίεσης την ατμόσφαιρα (atm) ή τα χιλιοστά της στήλης υδραργύρου (mmHg), όπου:

$$1 \text{ atm} = 76 \text{ cmHg} = 760 \text{ mmHg} = 760 \text{ Torr}$$

Ισχύει: $1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$.

- Για την απόλυτη θερμοκρασία (T) η μονάδα που ορίζεται στο S.I. είναι το Κέλβιν (K). Επίσης για τη θερμοκρασία (θ) χρησιμοποιούμε τον βαθμό Κελσίου ($^{\circ}\text{C}$).

Ισχύει: $T = 273 + \theta$.

- Για πολύ μικρά μήκη, όπως η ατομική ακτίνα, το μήκος ενός δεσμού κ.ά., συνήθως συναντάμε το angstrom (Å).

Ισχύει: $1 \text{ \AA} = 10^{-8} \text{ cm} = 10^{-10} \text{ m}$.

1.2.3 Γνωρίσματα της ύλης

Όλα τα αντικείμενα γύρω μας, όπως αυτό το βιβλίο, τα μολύβια μας και όλα γενικά τα πράγματα της φύσης – αλλά και αυτά που γίνονται αντιληπτά με τη βοήθεια των επιστημονικών οργάνων – αποτελούν την ύλη του σύμπαντος. Και όπως είδαμε, χημεία είναι η επιστήμη της σύστασης και της δομής της υλικών, καθώς και των μεταβολών στις οποίες υπόκεινται τα υλικά.

Τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της ύλης είναι η **μάζα (m)** και ο **όγκος (V)**. Επομένως, τα υλικά σώματα έχουν μάζα και καταλαμβάνουν όγκο.

Μάζα και βάρος

Η μάζα (m) και το βάρος (B) είναι δύο διαφορετικά μεγέθη. **Μάζα (m)** είναι η ποσότητα της ύλης που περιέχεται σε ένα σώμα, ενώ **βάρος (B)** είναι η δύναμη (διανυσματικό μέγεθος) με την οποία έλκει η Γη κάθε σώμα προς το κέντρο της, και έχει μέτρο ίσο με $B = mg$.

Σε αντίθεση με τη μάζα, το βάρος δεν είναι σταθερό και εξαρτάται από τη μάζα του σώματος (m) και την επιτάχυνση της βαρύτητας (g). Άρα, στη δεύτερη περίπτωση, το βάρος ενός σώματος μεταβάλλεται με το γεωγραφικό πλάτος και την απόσταση του σώματος από την επιφάνεια της θάλασσας. Για παράδειγμα, ένα σώμα έχει μάζα 1 kg ανεξαρτήτως του αν βρίσκεται στη Γη ή στη Σελήνη, ενώ το ίδιο σώμα έχει μικρότερο βάρος στη Σελήνη.

Σημείωση: Παλαιότερα, στη χημεία οι όροι βάρος και μάζα χρησιμοποιούνταν χωρίς διάκριση και σήμαιναν μάζα. Έτσι λέγαμε ατομικό βάρος αντί ατομική μάζα, ή μείγμα βάρους αντί μείγμα μάζας κτλ.

1.2.4 Μάζα (m)

Μάζα είναι το μέτρο της αντίστασης που παρουσιάζει ένα σώμα ως προς τη μεταβολή της ταχύτητάς του και εκφράζει την ποσότητα της ύλης που περιέχεται στο σώμα.

Επομένως, η μάζα αποτελεί μέτρο της αδράνειας ενός σώματος. Με τον όρο αδράνεια χαρακτηρίζεται η ιδιότητα της ύλης να αντιστέκεται σε κάθε αίτιο που τείνει να μεταβάλλει την κινητική της κατάσταση.

Για ένα δεδομένο αντικείμενο η ποσότητα της ύλης, δηλαδή η μάζα του, παραμένει σταθερή. Αυτό συμβαίνει ακόμα και αν αλλάξει η μορφή του αντικειμένου ή μεταφερθεί αυτό σε άλλο μέρος.

Η μάζα είναι μέγεθος ανεξάρτητο από την πίεση και τη θερμοκρασία.

Μονάδες μάζας

Στο διεθνές σύστημα (S.I.) μονάδα μάζας είναι το 1 kg (χιλιόγραμμα). Στην πράξη χρησιμοποιούμε και πολλαπλάσια ή υποπολλαπλάσια, όπως το 1 g (γραμμάριο), το 1 mg (χιλιοστόγραμμα) κ.ά. Οι μονάδες αυτές συνδέονται μεταξύ τους με τις σχέσεις:

$$1 \text{ tn} = 10^3 \text{ kg}, 1 \text{ g} = 10^{-3} \text{ kg}, 1 \text{ mg} = 10^{-6} \text{ kg} \text{ (μετατροπή σε kg)}$$

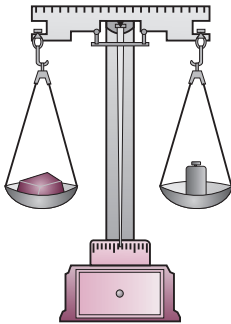
$$1 \text{ kg} = 10^3 \text{ g}, 1 \text{ mg} = 10^{-3} \text{ g}, 1 \mu\text{g} = 10^{-6} \text{ g}, 1 \text{ ng} = 10^{-9} \text{ g} \text{ (μετατροπή σε g)}$$

Η μάζα ενός σώματος είναι βασικό μέγεθος στη χημεία και η μέτρησή της γίνεται με τη βοήθεια ζυγών.

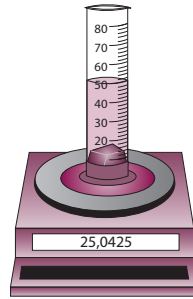
Όργανα μέτρησης μάζας

α. Κλασικός ζυγός. Στον κλασικό ζυγό, αφού τοποθετήσουμε αυτό που θέλουμε να ζυγίσουμε στο αριστερό μέρος του, προσθέτουμε γνωστές μάζες στο δεξιό μέρος του μέχρι ο δείκτης να κεντραριστεί. Τότε τα περιεχόμενα έχουν το ίδιο βάρος και επομένως την ίδια μάζα.

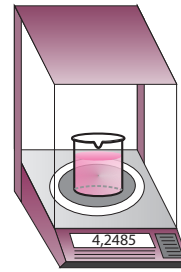
β. Ηλεκτρονικός ζυγός. Στον ηλεκτρονικό ζυγό παίρνουμε την ένδειξη κατευθείαν και με μεγαλύτερη ακρίβεια.



α. Κλασικός ζυγός



β. Ηλεκτρονικοί ζυγοί



1.2.5 Όγκος (V)

Όγκος είναι ο χώρος τον οποίο καταλαμβάνει ένα σώμα σε ορισμένες συνθήκες.

Μονάδες όγκου

Στο διεθνές σύστημα (S.I.) μονάδα όγκου είναι το 1 m^3 (κυβικό μέτρο). Στην πράξη χρησιμοποιούμε συνήθως υποπολλαπλάσια όπως το 1 dm^3 (κυβικό δεκατόμετρο) ή 1 L (λίτρο)

και το 1 cm^3 (κυβικό εκατοστόμετρο) ή 1 mL (χιλιοστόλιτρο) κ.ά. Οι μονάδες αυτές συνδέονται μεταξύ τους με τις σχέσεις:

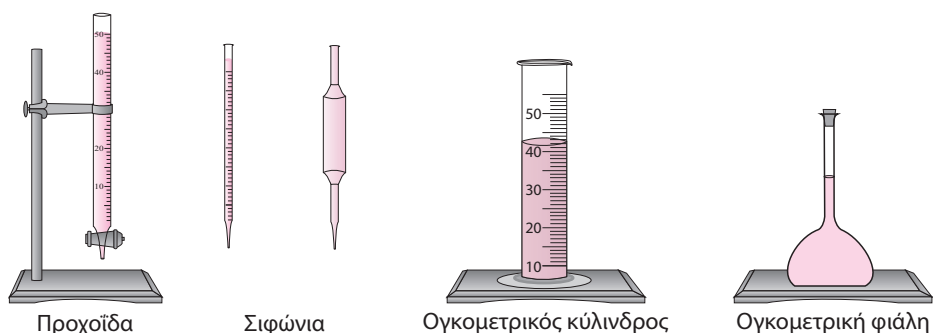
$$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L (dm}^3), 1 \text{ mL (cm}^3) = 10^{-3} \text{ L (dm}^3) \text{ (μετατροπή σε L)}$$

$$1 \text{ m}^3 = 10^6 \text{ mL (cm}^3), 1 \text{ L} = 10^3 \text{ mL (cm}^3) \text{ (μετατροπή σε mL)}$$

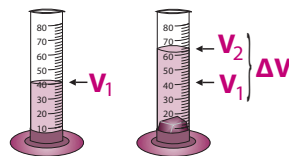
Ο όγκος ενός σώματος είναι βασικό μέγεθος στη χημεία και η μέτρησή του γίνεται με τη βοήθεια κατάλληλων οργάνων, ανάλογα με τη φύση του σώματος.

Όργανα μέτρησης όγκου

α. Όταν πρόκειται για υγρό, η μέτρηση γίνεται απευθείας με κάποιο από τα παρακάτω όργανα (προχοϊδα, σιφώνια, ογκομετρικό κύλινδρο, ογκομετρική φιάλη κ.ά.).



β. Για τη μέτρηση του όγκου ενός στερεού, βυθίζουμε το στερεό σε ορισμένο όγκο νερού (V_1) που βρίσκεται σε ογκομετρικό κύλινδρο, οπότε προκαλείται άνοδος της στάθμης του νερού (V_2). Από τη διαφορά των ενδείξεων πριν (V_1) και μετά (V_2) τη βύθιση του στερεού, υπολογίζουμε τον όγκο του στερεού.



$$V_{\text{στερεού}} = \Delta V = V_{\text{τελικό}} - V_{\text{αρχικό}} = V_2 - V_1$$

Σημείωση: Το λίτρο (L) ορίζεται ως ο όγκος που καταλαμβάνει 1 kg νερού στους 4°C . Το cm^3 και το mL έχουν μικρή διαφορά, αλλά στην πράξη χρησιμοποιούνται αδιάκριτα. Πρακτικά το cm^3 χρησιμοποιείται για τον όγκο των αερίων και το mL για τον όγκο των υγρών. Όμοια ισχύει για το dm^3 και το L.

Ο όγκος ενός σώματος δεν είναι χαρακτηριστικός για το σώμα και εξαρτάται:

1. από τη θερμοκρασία.

Η αύξηση της θερμοκρασίας γενικά προκαλεί αύξηση του όγκου των σωμάτων (στην περίπτωση αυτή λέμε ότι το σώμα διαστέλλεται).

Η ελάττωση της θερμοκρασίας προκαλεί μείωση του όγκου των σωμάτων (στην περίπτωση αυτή λέμε ότι το σώμα συστέλλεται).

2. από την πίεση (για αέρια σώματα).

Η αύξηση της πίεσης σε σταθερή θερμοκρασία προκαλεί μείωση του όγκου των αέριων σωμάτων.

Η μείωση της πίεσης σε σταθερή θερμοκρασία προκαλεί αύξηση του όγκου των αέριων σωμάτων.

Η μεταβολή της πίεσης δε μεταβάλλει τον όγκο των υγρών και των στερεών σωμάτων.

Επομένως, η τιμή του όγκου θα πρέπει να συνοδεύεται από τις συνθήκες μέτρησης. Για τον όγκο των υγρών και των στερεών πρέπει να αναφέρεται η θερμοκρασία μέτρησης, ενώ για τον όγκο των αερίων πρέπει να αναφέρεται η θερμοκρασία και η πίεση που μετρήθηκε ο όγκος.

Σημείωση: Στην περίπτωση του νερού παρατηρείται απόκλιση στο φαινόμενο της διαστολής και της συστολής όταν μεταβάλλεται η θερμοκρασία. Όταν ψύχεται το νερό, ο όγκος συστέλλεται ως τους 4°C. Από τους 4°C έως τους 0°C ο όγκος του νερού διαστέλλεται αντί να συστέλλεται.

1.2.6 Πυκνότητα (ρ) ενός σώματος

Τα δύο παραπάνω μεγέθη, μάζα (m) και όγκος (V), συνδέονται μεταξύ τους με την πυκνότητα (ρ) του σώματος.

Πυκνότητα (ρ) ενός σώματος ονομάζεται το πηλίκο της μάζας (m) του σώματος διά τον όγκο (V) που καταλαμβάνει σε ορισμένες συνθήκες.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Μονάδες πυκνότητας

Στο διεθνές σύστημα (S.I.) μονάδα πυκνότητας είναι το $1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. Στη χημεία πρακτικά χρησιμοποιούμε τις μονάδες $1 \frac{\text{g}}{\text{L}}$ (για αέρια σώματα) και $1 \frac{\text{g}}{\text{mL}}$ (για στερεά και υγρά σώματα). Οι

μονάδες αυτές συνδέονται μεταξύ τους με τις σχέσεις:

$$1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1 \frac{10^3 \text{ g}}{10^3 \text{ L}} = 1 \frac{\text{g}}{\text{L}} = 1 \frac{\text{g}}{10^3 \text{ mL}} = 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{mL}}$$

Εφόσον η πυκνότητα σχετίζεται με τον όγκο του σώματος, η τιμή της εξαρτάται:

1. από τη θερμοκρασία.

Η αύξηση της θερμοκρασίας, γενικά, προκαλεί αύξηση του όγκου του σώματος, άρα μειώνεται η πυκνότητα του σώματος.

Η μείωση της θερμοκρασίας, γενικά, προκαλεί μείωση του όγκου του σώματος, άρα αυξάνεται η πυκνότητα του σώματος.

2. από την πίεση (για αέρια σώματα).

Η αύξηση της πίεσης σε σταθερή θερμοκρασία για ορισμένη μάζα προκαλεί μείωση του όγκου του δοχείου, άρα αυξάνεται η πυκνότητα του αερίου.

Η μείωση της πίεσης σε σταθερή θερμοκρασία για ορισμένη μάζα προκαλεί αύξηση του όγκου του δοχείου, άρα μειώνεται η πυκνότητα του αερίου.

Επομένως, η τιμή της πυκνότητας θα πρέπει να συνοδεύεται από τις συνθήκες μέτρησης. Για την πυκνότητα των υγρών και των στερεών πρέπει να αναφέρεται η θερμοκρασία μέτρησης, ενώ για την πυκνότητα των αερίων πρέπει να αναφέρεται η θερμοκρασία και η πίεση που μετρήθηκε ο όγκος.

Για τον υπολογισμό της πυκνότητας σώματος, αρκεί να γνωρίζουμε τη μάζα του, καθώς επίσης και τον όγκο που καταλαμβάνει η μάζα αυτή σε δεδομένες συνθήκες.

Παράδειγμα

Να υπολογίσετε την πυκνότητα αερίου Α, αν 21 g, σε δεδομένες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης, καταλαμβάνουν όγκο 20 L.

Αντικαθιστούμε στον τύπο της πυκνότητας:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{ή} \quad \rho = \frac{21 \text{ g}}{20 \text{ L}} \quad \text{ή} \quad \rho = 1,05 \frac{\text{g}}{\text{L}}$$

Χρησιμότητα της πυκνότητας

α. Στον υπολογισμό του όγκου δεδομένης μάζας σώματος.

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{ή} \quad V = \frac{m}{\rho}$$

Παράδειγμα

Να υπολογίσετε τον όγκο που καταλαμβάνουν 60 g σώματος Α, αν η πυκνότητά του είναι ίση με $1,2 \frac{\text{g}}{\text{mL}}$.

Εφόσον γνωρίζουμε τη μάζα ($m = 60 \text{ g}$) και την πυκνότητα $\left(\rho = 1,2 \frac{\text{g}}{\text{mL}}\right)$ υπολογίζουμε τον όγκο (V) ως εξής:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{ή} \quad V = \frac{m}{\rho} \quad \text{ή} \quad V = \frac{60 \text{ g}}{1,2 \text{ g/mL}} \quad \text{ή} \quad V = 50 \text{ mL}$$

β. Στον υπολογισμό της μάζας δεδομένου όγκου σώματος.

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{ή} \quad m = \rho \cdot V$$

Παράδειγμα

Να υπολογίσετε τη μάζα 80 mL σώματος Α, με δεδομένο ότι η πυκνότητά του είναι ίση με $1,09 \frac{\text{g}}{\text{mL}}$.

Με ανάλογο τρόπο, αφού ο όγκος ($V = 80 \text{ mL}$) και η πυκνότητα ($\rho = 1,09 \frac{\text{g}}{\text{mL}}$) του σώματος είναι γνωστά, υπολογίζουμε τη μάζα (m) ως εξής:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{ή} \quad m = \rho \cdot V \quad \text{ή} \quad m = 1,09 \frac{\text{g}}{\text{mL}} \cdot 80 \text{ mL} \quad \text{ή} \quad m = 87,2 \text{ g}$$

Σημείωση: Η πυκνότητα συμβολίζεται και με d . Στο βιβλίο χρησιμοποιείται η πρόταση της IUPAC με ρ .

Ερωτήσεις Θεωρίας με αιτιολόγηση

1.2.7 Να αναφέρετε τις βασικές διαφορές μεταξύ μάζας (m) και βάρους (B ή W) ενός σώματος.

Απάντηση

Οι βασικές διαφορές μεταξύ μάζας και βάρους ενός σώματος δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Μάζα (m)	Βάρος (B)
1. Εκφράζει την ποσότητα της ύλης που περιέχεται σε ένα σώμα.	1. Εκφράζει την ελκτική δύναμη που ασκεί η Γη πάνω σε ένα σώμα.
2. Μονάδα μέτρησης: 1 kg.	2. Μονάδα μέτρησης: 1 N.
3. Όργανο μέτρησης: ζυγός.	3. Όργανο μέτρησης: δυναμόμετρο.
4. Είναι σταθερή και δεν εξαρτάται από τον τόπο που βρίσκεται το σώμα.	4. Εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος και το ύψος από την επιφάνεια της θάλασσας.

1.2.8 Πώς μεταβάλλονται η μάζα, ο όγκος και η πυκνότητα ποσότητας αέριας ουσίας Α όταν αυξήσουμε τη θερμοκρασία;

Απάντηση

1. Μάζα (m)

Η μάζα παραμένει σταθερή, αφού εκφράζει την ποσότητα της ύλης που δε μεταβάλλεται.

2. Όγκος (V)

Ο όγκος αυξάνεται (διαστολή του όγκου).

3. Πυκνότητα $\left(\rho = \frac{m}{V}\right)$

Η μάζα (m) παραμένει σταθερή και ο όγκος (V) αυξάνεται, κατά συνέπεια η πυκνότητα (ρ) μειώνεται.

Ασκήσεις

Οι ασκήσεις αναφέρονται: i. σε μετατροπές μονάδων, ii. στον υπολογισμό της πυκνότητας μέσω της μάζας και του όγκου, iii. στον υπολογισμό της μάζας μέσω της πυκνότητας και του όγκου και iv. στον υπολογισμό του όγκου μέσω της πυκνότητας και της μάζας.

Άσκηση 1.2.9

Να γίνουν οι μετατροπές: α. μάζας 2,5 kg σε g. β. μάζας 0,25 mg σε g. γ. όγκου 2,2 m³ σε L. δ. όγκου 240 mL σε L.

Απάντηση

α. Έχουμε $m = 2,5 \text{ kg}$.

Ισχύει $1 \text{ kg} = 10^3 \text{ g}$, άρα θα είναι:

$$m = 2,5 \text{ kg} \quad \text{ή} \quad m = 2,5 \cdot 10^3 \text{ g} \quad \text{ή} \quad m = 2500 \text{ g}$$

β. Έχουμε $m = 0,25 \text{ mg}$.

Ισχύει $1 \text{ mg} = 10^{-3} \text{ g}$, άρα θα είναι:

$$m = 0,25 \text{ mg} \quad \text{ή} \quad m = 0,25 \cdot 10^{-3} \text{ g} \quad \text{ή} \quad m = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ g}$$

γ. Έχουμε $V = 2,2 \text{ m}^3$.

Ισχύει $1 \text{ m}^3 = 10^3 \text{ L}$, άρα θα είναι:

$$V = 2,2 \text{ m}^3 \quad \text{ή} \quad V = 2,2 \cdot 10^3 \text{ L} \quad \text{ή} \quad V = 2200 \text{ L}$$

δ. Έχουμε $V = 240 \text{ mL}$.

Ισχύει $1 \text{ mL} = 10^{-3} \text{ L}$, άρα θα είναι:

$$V = 240 \text{ mL} \quad \text{ή} \quad V = 240 \cdot 10^{-3} \text{ L} \quad \text{ή} \quad V = 0,240 \text{ L}$$

Άσκηση 1.2.10

α. Η ατομική ακτίνα του χαλκού είναι 0,128 nm. Ποια η τιμή της ατομικής ακτίνας του i. σε m, και ii. σε Å;

β. Η μάζα του ατόμου του οξυγόνου είναι ίση με $2,6 \cdot 10^{-23}$ g. Ποια η μάζα του ατόμου του i. σε kg, και ii. σε mg;

γ. Στην ατμόσφαιρα μιας πόλης βρέθηκε ότι περιέχεται διοξείδιο του αζώτου (NO_2) με περιεκτικότητα $150 \mu\text{g NO}_2/\text{cm}^3$ αέρα. Ποια είναι η περιεκτικότητα του διοξειδίου του αζώτου σε i. g/m^3 , ii. g/L , iii. mg/L και iv. g/mL , στις ίδιες συνθήκες;

Απάντηση

α. Έχουμε $r = 0,128 \text{ nm}$.

i. Ισχύει $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$, άρα θα είναι:

$$r = 0,128 \cdot 10^{-9} \text{ m} \quad \text{ή} \quad r = 1,28 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

ii. Ισχύει $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$ ή $1 \text{ m} = 10^{10} \text{ \AA}$, άρα θα είναι:

$$r = 1,28 \cdot 10^{-10} \cdot 10^{10} \quad \text{ή} \quad r = 1,28 \text{ \AA}$$

β. Έχουμε $m = 2,6 \cdot 10^{-23} \text{ g}$.

i. Ισχύει $1 \text{ kg} = 10^3 \text{ g}$ ή $1 \text{ g} = 10^{-3} \text{ kg}$, άρα θα είναι:

$$m = 2,6 \cdot 10^{-23} \cdot 10^{-3} \text{ kg} \quad \text{ή} \quad m = 2,6 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$$

ii. Ισχύει $1 \text{ g} = 10^3 \text{ mg}$, άρα θα είναι:

$$m = 2,6 \cdot 10^{-23} \cdot 10^3 \text{ mg} \quad \text{ή} \quad m = 2,6 \cdot 10^{-20} \text{ mg}$$

γ. Έχουμε περιεκτικότητα $150 \frac{\mu\text{g NO}_2}{\text{cm}^3 \text{ αέρα}}$.

i. Ισχύουν $1 \mu\text{g} = 10^{-6} \text{ g}$ και $1 \text{ m}^3 = 10^6 \text{ cm}^3$ ή $1 \text{ cm}^3 = 10^{-6} \text{ m}^3$, άρα θα είναι:

$$150 \frac{\mu\text{g}}{\text{cm}^3} = 150 \cdot \frac{10^{-6} \text{ g}}{10^{-6} \text{ m}^3} = 150 \frac{\text{g NO}_2}{\text{m}^3 \text{ αέρα}}$$

ii. Ισχύουν $1 \mu\text{g} = 10^{-6} \text{ g}$ και $1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3 = 10^3 \text{ cm}^3$ ή $1 \text{ cm}^3 = 10^{-3} \text{ L}$, άρα θα είναι:

$$150 \frac{\mu\text{g}}{\text{cm}^3} = 150 \cdot \frac{10^{-6} \text{ g}}{10^{-3} \text{ L}} = 150 \cdot 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{L}} = 0,15 \frac{\text{g NO}_2}{\text{L αέρα}}$$

iii. Ισχύουν $1 \mu\text{g} = 10^{-6} \text{ g}$ και $1 \text{ g} = 10^3 \text{ mg}$. Άρα $1 \mu\text{g} = 10^{-3} \text{ mg}$ και $1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3 = 10^3 \text{ cm}^3$ ή $1 \text{ cm}^3 = 10^{-3} \text{ L}$, άρα θα είναι:

$$150 \frac{\mu\text{g}}{\text{cm}^3} = 150 \cdot \frac{10^{-3} \text{ mg}}{10^{-3} \text{ L}} = 150 \frac{\text{mg NO}_2}{\text{L αέρα}}$$

iv. Ισχύουν $1 \mu\text{g} = 10^{-6} \text{ g}$ και $1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ mL}$, άρα θα είναι:

$$150 \frac{\mu\text{g}}{\text{cm}^3} = 150 \cdot \frac{10^{-6} \text{ g}}{1 \text{ mL}} = 1,5 \cdot 10^{-4} \frac{\text{g NO}_2}{\text{mL αέρα}}$$

Άσκηση 1.2.11

0,016 kg αερίου A κατέχουν όγκο 20 L ($\theta = 25^\circ\text{C}$ και $p = 1 \text{ atm}$).

α. Ποια είναι η πυκνότητα (ρ) του αερίου A σε $\frac{\text{g}}{\text{L}}$ στις παραπάνω συνθήκες;

β. Να συγκρίνετε την τιμή της πυκνότητας με:

- i. την πυκνότητα (ρ_1) στους 5°C και πίεση $p = 1 \text{ atm}$,
- ii. την πυκνότητα (ρ_2) στους 45°C και πίεση $p = 1 \text{ atm}$,
- iii. την πυκνότητα (ρ_3) στους 25°C και πίεση $p = 4 \text{ atm}$.

Απάντηση

α. Θέλουμε να υπολογίσουμε την πυκνότητα του αερίου σε g/L. Η πυκνότητα δίνεται από τη σχέση $\left(\rho = \frac{m}{V}\right)$. Αρχικά, θα μετατρέψουμε τη μάζα από kg σε g ως εξής:

$$1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}, \text{ άρα } m = 0,016 \cdot 1000 = 16 \text{ g}$$

Ο όγκος είναι $V = 20 \text{ L}$ (δε χρειάζεται μετατροπή).

Η πυκνότητα του αερίου A στις παραπάνω συνθήκες θα είναι:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{ή} \quad \rho = \frac{16 \text{ g}}{20 \text{ L}} \quad \text{ή} \quad \rho = 0,8 \frac{\text{g}}{\text{L}}$$

β. Η πυκνότητα ενός αερίου (βλ. 1.2.6):

- αυξάνεται με τη μείωση της θερμοκρασίας, αφού προκαλείται μείωση του όγκου ($\theta = 5^\circ\text{C}$ και $p = 1 \text{ atm}$). Η μάζα είναι πάντα σταθερή.
- μειώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας, αφού προκαλείται αύξηση του όγκου ($\theta = 45^\circ\text{C}$ και $p = 1 \text{ atm}$). Η μάζα είναι πάντα σταθερή.
- αυξάνεται με την αύξηση της πίεσης, αφού προκαλείται μείωση του όγκου ($\theta = 25^\circ\text{C}$ και $p = 4 \text{ atm}$). Η μάζα είναι πάντα σταθερή.

Άρα έχουμε: **i.** $\rho_1 > \rho$, **ii.** $\rho_2 < \rho$, **iii.** $\rho_3 > \rho$.

Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, σωστού-λάθους και αντιστοίχισης

1.2.12 α. Μονάδα μέτρησης της πυκνότητας στο S.I. είναι:

i. $1 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}$

ii. $1 \frac{\text{kg}}{\text{L}}$

iii. $1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

iv. $1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

β. Ποιο από τα παρακάτω σώματα έχει τη μικρότερη τιμή πυκνότητας, αν γνωρίζουμε ότι οι ποσότητες που δίνονται καταλαμβάνουν τον ίδιο όγκο ($V = 22,4 \text{ L}$) στους 0°C και πίεση 1 atm ;

i. 28 g N_2

ii. 32 g O_2

iii. 2 g H_2

iv. 17 g NH_3

γ. Η μάζα ενός σώματος εξαρτάται:

i. Από τη θέση του σώματος στον χώρο.

ii. Από το γεωγραφικό πλάτος του τόπου.

iii. Από τη θερμοκρασία.

iv. Από κανένα από τα παραπάνω.

1.2.13 Να αντιστοιχίσετε το μέγεθος της στήλης (I) με το μέτρο της στήλης (II).

	Στήλη (I)		Στήλη (II)
α.	ρ	i.	4 kg
β.	m	ii.	2 dm^3
γ.	T	iii.	1 g/L
δ.	V	iv.	5 cm
ε.	l	v.	2 mmHg
στ.	p	vi.	280 K

1.2.14 Να συμπληρώσετε τα κενά στο παρακάτω κείμενο: Η (ρ) ενός σώματος ορίζεται ως το πηλίκο της..... (...) του σώματος διά το (...) που καταλαμβάνει σε ορισμένες συνθήκες. Όταν

η θερμοκρασία, η πυκνότητα ενός υγρού σώματος αυξάνεται, ενώ όταν αυξηθεί η πίεση, η πυκνότητα ενός αέριου σώματος Η πυκνότητα ενός σώματος μας επιτρέπει να προσδιορίσουμε τη, όταν γνωρίζουμε τον όγκο σύμφωνα με τη σχέση

$$\dots = \dots \cdot \dots$$

1.2.15 Να αντιστοιχίσετε το μέγεθος της στήλης (I) με τη μονάδα μέτρησης της στήλης (II).

	Στήλη (I)		Στήλη (II)
α.	όγκος	i.	1°C
β.	μάζα	ii.	1 g/L
γ.	πίεση	iii.	1 L
δ.	θερμοκρασία	iv.	$1 \mu\text{g}$
ε.	πυκνότητα	v.	1 atm

1.2.16 Για να πάρουμε μια μικρή ποσότητα ορισμένου όγκου ενός υγρού σώματος, που είναι απαραίτητη για ένα πείραμα, χρησιμοποιούμε:

α. Ηλεκτρονικό ζυγό

β. Ογκομετρικό κύλινδρο

γ. Ογκομετρική φιάλη

δ. Σιφώνιο

1.2.17 Η ατομική ακτίνα του νατρίου (Na) είναι ίση με $0,186 \text{ nm}$. Ποια από τις παρακάτω τιμές είναι ίση με την ατομική ακτίνα του νατρίου;

α. $186 \cdot 10^{-10} \text{ m}$

β. $1,86 \text{ \AA}$

γ. $1,86 \cdot 10^{-10} \text{ cm}$

δ. $1,86 \cdot 10^{-12} \text{ mm}$

1.2.18 α. Ένα σώμα X βρέθηκε ότι έχει μάζα 0,240 kg και καταλαμβάνει όγκο 250 mL. Η τιμή της πυκνότητάς του είναι:

- i. 1 g/mL ii. 0,96 kg/L
iii. 0,96 g/L iv. 0,48 g/mL

β. Αν χρησιμοποιήσουμε 0,120 kg από το σώμα X, ποια θα είναι η πυκνότητά του;

1.2.19 Ο χρυσός (Au) έχει πυκνότητα $\rho = 19,3 \frac{\text{g}}{\text{mL}}$. Ομογενής ράβδος χρυσού χωρίζεται σε δύο ίσα κομμάτια A και B. Ποια από τις παρακάτω σχέσεις είναι σωστή;

- α.** $\rho_A = \rho_B = \frac{\rho}{2}$
β. $\rho_A \neq \rho_B$
γ. $\rho_A = \rho_B = \rho$
δ. $\rho_A = \rho_B \neq \rho$

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

1.2.20 Κύβος πάγου εισάγεται σε δοχείο με καθαρό νερό. Ο κύβος επιπλέει στο νερό γιατί:

- α.** έχει μικρότερο όγκο
β. έχει μικρότερη μάζα
γ. έχει μικρότερη πυκνότητα
δ. έχουμε μεγαλύτερη ποσότητα νερού

1.2.21 Από ένα διάλυμα θειικού οξέος παίρνουμε τέσσερις ποσότητες για τέσσερα διαφορετικά πειράματα. Οι ποσότητες που πήραμε είναι:

- i. 0,050 L ii. 80 mL
iii. $1,50 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$ iv. $1,80 \cdot 10^5 \text{ cm}^3$

α. Να διατάξετε τις παραπάνω ποσότητες σε σειρά αυξανόμενης μάζας.
β. Ποια είναι η σχέση των πυκνοτήτων στις ποσότητες που πήραμε;

1.2.22 Να αντιστοιχίσετε τις τιμές της πυκνότητας σε $\frac{\text{g}}{\text{mL}}$ αερίου A της στήλης (I) με τη θερμοκρασία που αναφέρεται στη στήλη (II).

	Στήλη (I)		Στήλη (II)
α.	1,6	i.	320 K
β.	2,5	ii.	223°C
γ.	2,0	iii.	250 K
δ.	3,2	iv.	400 K

Δίνεται ότι οι τιμές των πυκνοτήτων έχουν υπολογιστεί στην ίδια πίεση.

1.2.23 Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες;

- α.** Το βάρος ενός αντικειμένου από χαλκό είναι 25 g.
β. Τα 10 \AA είναι 1 nm.
γ. Οι ατμοί του οινόπνευματος έχουν μικρότερη πυκνότητα από το υγρό οινόπνευμα.
δ. Τα 0,5 kg σιδήρου έχουν διαφορετικό όγκο από τα 0,5 kg χαλκού.
ε. Η πυκνότητα του νερού είναι μεγαλύτερη στους 4°C από την πυκνότητα του νερού στους 2°C.

1.2.24 Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες;

- α.** 10 mL νερού και 10 mL υδατικού διαλύματος νιτρικού οξέος έχουν την ίδια μάζα.
β. 10 kg ράβδου σιδήρου έχουν μικρότερη μάζα όταν μεταφέρονται στη Σελήνη.
γ. Ο ζυγός μάζας δίνει το βάρος ενός σώματος.
δ. Για να μετρήσουμε τον όγκο μεγάλης ποσότητας υδατικού διαλύματος υδροχλωρίου, που χρειαζόμαστε σε ένα πείραμα, θα χρησιμοποιήσουμε σιφώνιο.
ε. Η μάζα του νερού είναι διαφορετική σε διαφορετικές θερμοκρασίες.

1.2.25 Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες;

- α.** 1 mL υδροχλωρίου και 1 mL οινόπνευματος έχουν διαφορετική μάζα.

β. Ο ογκομετρικός κύλινδρος μας δίνει τον όγκο ενός διαλύματος νιτρικού οξέος με ακρίβεια.

γ. Η πυκνότητα είναι θεμελιώδες μέγεθος.

δ. Ο όγκος ενός σώματος είναι παράγωγο μέγεθος.

ε. Όταν η μάζα ενός σώματος είναι ίση αριθμητικά με την τιμή του όγκου του σώματος, τότε η πυκνότητά του είναι ίση με $1 \frac{\text{g}}{\text{mL}}$.

Ερωτήσεις Θεωρίας για αιτιολόγηση

1.2.26 α. Πώς γίνεται η μέτρηση ενός μεγέθους;

β. Τι σημαίνει ότι ένα σώμα έχει μάζα 10 g; Τι εκφράζει το 10 και τι το g;

1.2.27 α. Να δώσετε τις ονομασίες και τα σύμβολα πέντε θεμελιωδών μεγεθών στο S.I. που χρησιμοποιούμε συχνά στη χημεία.

β. Ποιες είναι οι αντίστοιχες μονάδες τους;

1.2.28 α. Να γράψετε τα προθέματα και τα αντίστοιχα σύμβολα που χρησιμοποιούμε για τα πολλαπλάσια και υποπολλαπλάσια των μονάδων.

β. Να δώσετε τη σχέση μεταξύ:

- i.** mm - m
- ii.** kg - μg
- iii.** L - mL
- iv.** nm - m
- v.** pm - cm
- vi.** g - mg

1.2.29 α. Να αναφέρετε τις μονάδες των παρακάτω μεγεθών που συναντάμε στη χημεία και δεν είναι μονάδες στο S.I.:

- i.** πίεση αερίου
- ii.** θερμοκρασία
- iii.** μήκος

β. Να δώσετε τη σχέση μεταξύ:

- i.** atm - cmHg - mmHg
- ii.** °C - K
- iii.** Å - m - nm

1.2.30 α. Ποια μεγέθη ονομάζονται παράγωγα; Να αναφέρετε ένα παράδειγμα παράγωγου μεγέθους που συναντάμε στη χημεία.

β. Δίνονται τα παρακάτω μεγέθη:

- i.** χρόνος
- ii.** όγκος
- iii.** μάζα
- iv.** θερμοκρασία
- v.** πίεση

Να τα ταξινομήσετε σε θεμελιώδη και παράγωγα και να δώσετε τις μονάδες που χρησιμοποιείτε για αυτά στο S.I.

1.2.31 α. Η πυκνότητα ενός καθαρού σώματος είναι $3 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$. Να αντιστοιχίσετε τις μάζες

της στήλης (I) με τους όγκους της στήλης (II).

	Στήλη (I)		Στήλη (II)
α.	36 g	i.	0,2 m ³
β.	600 kg	ii.	3 L
γ.	x mg	iii.	12 cm ³
δ.	9 kg	iv.	5 cm ³

β. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας και να προσδιορίσετε την τιμή των x mg.

1.2.32 α. Τι είναι η ύλη;

β. Βασικά γνωρίσματα της ύλης είναι η μάζα και ο όγκος. Πώς ορίζεται η μάζα και πώς ο όγκος ενός σώματος;

γ. Με ποιον τρόπο μπορείτε να προσδιορίσετε τη μάζα ενός σώματος; Τι μονάδες χρησιμοποιείτε για τη μέτρηση της μάζας;

δ. Με ποιον τρόπο μπορείτε να προσδιορίσετε τον όγκο ενός:

- i. υγρού σώματος;
- ii. στερεού σώματος;

1.2.33 α. Πώς ορίζεται η πυκνότητα ενός σώματος; Να υπολογίσετε την πυκνότητα ενός σώματος A, αν 100 g A καταλαμβάνουν όγκο 80 mL.

β. Πού μας χρησιμεύει η πυκνότητα ενός σώματος; Να γράψετε τους σχετικούς τύπους.

- i. Να υπολογίσετε τη μάζα σε g 60 mL σώματος A με πυκνότητα $1,2 \frac{\text{g}}{\text{mL}}$.
- ii. Να υπολογίσετε τον όγκο, σε mL, που καταλαμβάνουν 144 g σώματος A με πυκνότητα $1,2 \frac{\text{g}}{\text{mL}}$.

1.2.34 α. Η πυκνότητα είναι θεμελιώδες ή παράγωγο μέγεθος; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

β. Ποια είναι η μονάδα της πυκνότητας στο S.I.;

γ. Στη χημεία, πώς δίνεται συνήθως η πυκνότητα:

- i. ενός υγρού σώματος;
- ii. ενός αέριου σώματος;

Να δώσετε ένα δικό σας παράδειγμα.

1.2.35 Ποια όργανα θα χρησιμοποιήσετε για να μετρήσετε:

- α.** τον όγκο ενός διαλύματος;
- β.** τη μάζα ριζισμάτων σιδήρου;
- γ.** την πίεση ενός αερίου;
- δ.** τη θερμοκρασία ενός υγρού;

1.2.36 Οι ατομικές ακτίνες των στοιχείων μαγνήσιο (Mg), πυρίτιο (Si), θείο (S) και χλώριο (Cl) είναι ίσες με $1,17 \text{ \AA}$, $1,16 \cdot 10^{-10} \text{ m}$, $0,104 \text{ nm}$ και $9,9 \cdot 10^{-10} \text{ cm}$ αντίστοιχα. Να διατάξετε τα

παραπάνω άτομα σε σειρά ελαττούμενης ατομικής ακτίνας.

1.2.37 Τα αέρια A, B, Γ και Δ περιέχονται σε ίσα δοχεία V L στις ίδιες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης. Αν έχουν πυκνότητα $\rho_1 = 0,8 \frac{\text{g}}{\text{L}}$,

$$\rho_2 = 1,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, \rho_3 = 900 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} \text{ και } \rho_4 = 0,008 \frac{\text{kg}}{\text{L}}$$

στοιχα, να διατάξετε τα αέρια σε σειρά ελαττούμενης μάζας.

1.2.38 Πολλές φορές στη χημεία χρησιμοποιούνται, χωρίς διάκριση, οι όροι βάρος και μάζα, για ένα σώμα.

α. Είναι σωστή αυτή η χρήση; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

β. Πώς συνδέεται το βάρος ενός σώματος με τη μάζα του σώματος αυτού;

1.2.39 α. Πότε ένα στερεό σώμα επιπλέει σε νερό;

β. Μια ποσότητα πάγου ή μια ποσότητα χαλκού θα επιπλέει στο νερό;

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

1.2.40 Μια ποσότητα πάγου (στερεό H_2O) και μια ποσότητα νερού (υγρό H_2O) έχουν την ίδια μάζα. Να εξηγήσετε γιατί η πυκνότητα του πάγου είναι μικρότερη από την πυκνότητα του υγρού.

1.2.41 Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις, που αφορούν την πυκνότητα, είναι σωστές και ποιες λανθασμένες;

α. Η πυκνότητα ενός σώματος μας επιτρέπει να βρίσκουμε τον όγκο του σώματος αυτού, όταν γνωρίζουμε τη μάζα του.

β. Η πυκνότητα ενός σώματος μας επιτρέπει να βρίσκουμε τη μάζα του, όταν είναι γνωστός ο όγκος του.

γ. Η πυκνότητα του νερού είναι η ίδια στους 20°C και στους 80°C .

δ. Η πυκνότητα ενός αέριου σώματος είναι ανεξάρτητη από τις συνθήκες μέτρησής της.

ε. Η πυκνότητα της αέριας αμμωνίας έχει σταθερή τιμή.

Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

1.2.42 Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες;

α. 1 μg είναι ίσο με 10^{-9} kg.

β. Η πυκνότητα του οινοπνεύματος είναι σταθερή ανεξάρτητα από τη θερμοκρασία που βρίσκεται.

γ. Για τον ακριβή υπολογισμό του όγκου ενός υγρού γύρω στα 100 mL χρησιμοποιούμε το σιφώνιο.

δ. Ένα σώμα μάζας 1 kg έχει όγκο 1 m^3 .

ε. 1 kg χαλκού και 1 kg αργιλίου έχουν τον ίδιο όγκο.

Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

1.2.43 α. Τι σημαίνει ότι η πυκνότητα του υδραργύρου σε ορισμένη θερμοκρασία είναι

ίση με $13,5 \frac{\text{g}}{\text{mL}}$;

β. Ποιο έχει μεγαλύτερη πυκνότητα: 1 kg σιδήρου ή 10 kg αλουμινίου;

γ. Ποιο έχει μεγαλύτερη μάζα: $V \text{ cm}^3$ ξύλου ή $V \text{ cm}^3$ σιδήρου;

Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

1.2.44 Η βενζίνη στους 25°C έχει πυκνότητα $0,85 \frac{\text{g}}{\text{mL}}$. Αν έχετε 2 L βενζίνης στους 25°C

και χρησιμοποιήσετε το 1 L της βενζίνης, τι πυκνότητα θα έχει το 1 L που απέμεινε;

1.2.45 Διαθέτετε:

i. φιάλη χωρίς ένδειξη όγκου,

ii. ζυγό,

iii. νερό $\left(\rho_{\text{νερού}} = 1 \frac{\text{g}}{\text{mL}} \right)$ και

iv. υγρό A με άγνωστη πυκνότητα.

Να περιγράψετε τη διαδικασία με την οποία μπορείτε να προσδιορίσετε την πυκνότητα του υγρού A.

1.2.46 Διαθέτετε έναν κλασικό ζυγό και έναν ογκομετρικό κύλινδρο. Να περιγράψετε τη διαδικασία που θα ακολουθήσετε για να βρείτε την πυκνότητα ενός άγνωστου διαλύματος νιτρικού οξέος (HNO_3).

1.2.47 Σας ζητείται να προσδιορίσετε την πυκνότητα ενός συμπαγούς κύβου από καθαρό χαλκό.

α. Ποια όργανα θα χρησιμοποιήσετε για αυτό τον σκοπό;

β. Να περιγράψετε τη διαδικασία που θα ακολουθήσετε.

Δίνεται ότι $V_{\text{κύβου}} = \alpha^3$.

1.2.48 Πώς μεταβάλλεται η μάζα και ο όγκος ενός υγρού αν:

α. αυξήσουμε τη θερμοκρασία, χωρίς να μεταβληθεί η φυσική του κατάσταση;

β. αυξήσουμε την πίεση;

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

1.2.49 Πώς μεταβάλλεται η μάζα και ο όγκος ενός αερίου A αν:

α. ελαττώσουμε τη θερμοκρασία, χωρίς να μεταβληθεί η φυσική του κατάσταση;

β. ελαττώσουμε την πίεση;

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

1.2.50 Πώς μεταβάλλεται η πυκνότητα ενός σώματος:

α. με τη μεταβολή της θερμοκρασίας;

β. με τη μεταβολή της πίεσης;

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Ασκήσεις για λύση

1.2.51 Η ατομική ακτίνα ενός στοιχείου είναι 4,2 nm. Να υπολογίσετε την τιμή της ατομικής ακτίνας σε:

α. m **β.** cm **γ.** Å

1.2.52 Η μάζα του ατόμου ενός στοιχείου είναι ίση με $1,34 \cdot 10^{-22}$ g. Να υπολογίσετε τη μάζα του ατόμου σε:

α. kg **β.** mg **γ.** μg

1.2.53 α. Ένα κομμάτι ασβεστόλιθου (CaCO₃) έχει μάζα 400 g. Να υπολογίσετε τη μάζα του σε:

i. mg **ii.** μg **iii.** kg

β. Μια ποσότητα αέρα έχει όγκο 1600 mL σε ορισμένες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης. Να υπολογίσετε στις ίδιες συνθήκες τον όγκο του σε:

i. L **ii.** cm³
iii. m³ **iv.** dm³

1.2.54 Η πυκνότητα σώματος Α είναι ίση με $2 \frac{\text{g}}{\text{mL}}$. Να υπολογίσετε την πυκνότητα σε:

α. $\frac{\text{g}}{\text{L}}$ **β.** $\frac{\text{mg}}{\text{mL}}$ **γ.** $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

1.2.55 α. Να υπολογίσετε την πυκνότητα (σε g/mL) των σωμάτων Α, Β και Γ από τα παρακάτω δεδομένα:

- i.** τα 21,6 g Α καταλαμβάνουν όγκο 17,28 mL.
ii. τα 15 kg Β καταλαμβάνουν όγκο 12,5 L.
iii. τα 0,0462 mg σώματος Γ καταλαμβάνουν όγκο 0,042 L.

β. Να υπολογίσετε τη μάζα σε g των σωμάτων Α και Β, όταν έχετε:

i. 48 mL σώματος Α με πυκνότητα ίση με $1,04 \frac{\text{g}}{\text{mL}}$,

ii. 0,06 L σώματος Β με πυκνότητα ίση με $1,4 \frac{\text{g}}{\text{mL}}$.

γ. Να υπολογίσετε τον όγκο σε mL, που καταλαμβάνουν:

i. 24,96 g σώματος Α με πυκνότητα ίση με $1,2 \frac{\text{g}}{\text{mL}}$,

ii. 5,4 g σώματος Β με πυκνότητα ίση με $1,08 \frac{\text{g}}{\text{L}}$.

1.2.56 α. Να υπολογίσετε τη μάζα διαλύματος θειικού οξέος (H₂SO₄) όγκου 150 mL, αν η πυκνότητά του είναι $1,05 \frac{\text{g}}{\text{mL}}$.

β. Να υπολογίσετε τον όγκο 50 g διαλύματος υδροχλωρίου (HCl), πυκνότητας $1,25 \frac{\text{g}}{\text{mL}}$.

1.2.57 Στην ατμόσφαιρα μιας πόλης βρέθηκε ότι περιέχεται μονοξείδιο του αζώτου (NO) με περιεκτικότητα 80 μg NO ανά m³ αέρα. Να υπολογίσετε την περιεκτικότητα του μονοξειδίου του αζώτου σε:

α. $\frac{\text{g}}{\text{mL}}$ **β.** $\frac{\text{mg}}{\text{L}}$ **γ.** $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

1.2.58 Σε ορισμένη περιοχή της Μεσογείου το ύψος των βροχοπτώσεων σε μια ημέρα είναι 5 mm σε έκταση 4 km². Να υπολογίσετε:

α. τον όγκο του νερού σε L,
β. τη μάζα του νερού σε g, αν στις συνθήκες που επικρατούν η πυκνότητα του νερού είναι ίση με $1 \frac{\text{g}}{\text{mL}}$.

1.2.59 Το άτομο ενός στοιχείου έχει ακτίνα ίση με 0,1 nm και μάζα $2 \cdot 10^{-24}$ g. Η πυκνότητα του ατόμου είναι:

α. $150\pi \frac{\text{g}}{\text{m}^3}$ **β.** $150\pi \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

γ. $150 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

δ. $15000\pi \frac{\text{g}}{\text{m}^3}$

Να υποθέσετε ότι το άτομο έχει σφαιρικό σχήμα και $\pi^2 \approx 10$. Δίνεται ότι $V_{\text{σφαιρας}} = \frac{4}{3}\pi R^3$.

1.2.60 Για να προσδιορίσετε την πυκνότητα του πετρελαίου θέρμανσης δίνονται τα εξής:

- α. η μάζα κενής φιάλης μετρήθηκε και βρέθηκε ίση με 520 g,
- β. η μάζα της φιάλης γεμάτη με νερό βρέθηκε ίση με 920 g,
- γ. η μάζα της φιάλης γεμάτη με πετρέλαιο βρέθηκε ίση με 344,4 g.

Αν η πυκνότητα του νερού είναι ίση με $1 \frac{\text{g}}{\text{mL}}$, να προσδιορίσετε την πυκνότητα του πετρελαίου θέρμανσης.

1.2.61 Σε δωμάτιο διαστάσεων 4 m, 5 m και 3 m υπάρχει μπαλόνι όγκου 40 mL γεμάτο με αέριο Α πυκνότητας $1,5 \frac{\text{g}}{\text{L}}$. Το αέριο φεύγει

από το μπαλόνι και στην ίδια θερμοκρασία καταλαμβάνει τον όγκο του δωματίου. Να υπολογίσετε την πυκνότητα του αερίου σε $\frac{\text{g}}{\text{L}}$ στις νέες συνθήκες.

1.2.62 Αντικείμενο από καθαρό μέταλλο έχει σχήμα κύβου με ακμή 0,5 dm. Αν η μάζα του αντικειμένου είναι 0,3125 kg, να υπολογίσετε την πυκνότητα του μετάλλου σε $\frac{\text{g}}{\text{mL}}$.

1.2.63 Σε ένα εργαστηριακό πείραμα χρειάζομαστε ένα κυλινδρικό σύρμα αλουμινίου μάζας 0,8478 g $\left(\rho_{\text{αλουμινίου}} = 2,70 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right)$. Η διάμετρος του σύρματος είναι 0,05 cm. Να υπολογίσετε το μήκος του σύρματος. Δίνεται ότι $V_{\text{κυλινδρου}} = \pi R^2 h$.

1.2.64 Πόσο στοιχίζει η αγορά 200 L πετρελαίου θέρμανσης, αν η τιμή του πετρελαίου είναι 300 ευρώ ανά τόνο; Δίνεται η πυκνότητα του πετρελαίου ίση με $0,82 \frac{\text{g}}{\text{mL}}$.

1.2.65 Σε ογκομετρικό κύλινδρο με διάμετρο βάσης 1 dm περιέχεται υγρό Α. Το ύψος του υγρού Α στον κύλινδρο είναι ίσο με 0,2 m. Με τη βοήθεια ζυγού βρέθηκε η μάζα του υγρού ίση με 1884 g. Από τα παραπάνω στοιχεία να υπολογίσετε την πυκνότητα του υγρού σε $\frac{\text{g}}{\text{mL}}$.

Δίνεται ότι $V_{\text{κυλινδρου}} = \pi R^2 h$.

1.2.66 Ένα κομμάτι μετάλλου μάζας 43,75 g εισάγεται σε κενή φιάλη με χωρητικότητα 50 mL. Βρέθηκε ότι πρέπει να προστεθούν 37,5 g νερού $\left(\rho_{\text{νερού}} = 1 \frac{\text{g}}{\text{mL}} \right)$ για να γεμίσει η φιάλη.

Να υπολογίσετε την πυκνότητα του μετάλλου.

1.2.67 325 g στερεού μετάλλου εισάγονται σε άδεια φιάλη χωρητικότητας 1 L. Για να γεμίσει η φιάλη προστέθηκαν 858 g βενζολίου $\left(\rho_{\text{βενζολίου}} = 0,88 \frac{\text{g}}{\text{mL}} \right)$. Να υπολογίσετε την πυκνότητα του μετάλλου.

1.2.68 α. 113 g ενός αντικειμένου από καθαρό μόλυβδο βυθίστηκαν σε ογκομετρικό κύλινδρο που περιείχε νερό όγκου 160 mL, και η στάθμη του νερού ανήλθε στα 170 mL. Να υπολογίσετε την πυκνότητα του αντικειμένου.

β. Σε τι συμπέρασμα καταλήγετε αν ένα αντικείμενο από μόλυβδο βρέθηκε ότι έχει πυκνότητα 10,3 g/mL;

γ. Τα 113 g αντικειμένου από καθαρό μόλυβδο ή τα 1000 g αντικειμένου από αλουμίνιο έχουν μεγαλύτερη πυκνότητα;