

**4<sup>ο</sup> κεφάλαιο****4.1 Βασικές έννοιες**

Ατομική μονάδα μάζας (amu) ορίζεται ως το  $\frac{1}{12}$  της μάζας του ατόμου του άνθρακα 12 ( $^{12}\text{C}$ ).

Σχετική ατομική μάζα ( $A_r$ ) ή ατομικό βάρος λέγεται ο αριθμός που δείχνει πόσες φορές είναι μεγαλύτερη η μάζα του ατόμου του στοιχείου, από το  $\frac{1}{12}$  της μάζας του ατόμου του άνθρακα 12 ( $^{12}\text{C}$ ).

$$A_r = \frac{m_{\text{ατόμου}}}{\frac{1}{12} m_{\text{ατόμου του } ^{12}\text{C}}}$$

Σχετική μοριακή μάζα ( $M_r$ ) ή μοριακό βάρος λέγεται ο αριθμός που δείχνει πόσες φορές είναι μεγαλύτερη η μάζα του μορίου του στοιχείου ή της χημικής ένωσης από το  $\frac{1}{12}$  της μάζας του ατόμου του άνθρακα 12 ( $^{12}\text{C}$ ).

$$M_r = \frac{m_{\text{μορίου}}}{\frac{1}{12} m_{\text{ατόμου του } ^{12}\text{C}}}$$

Η έννοια του  $M_r$  επεκτείνεται και στις ιοντικές ενώσεις παρότι σε αυτές δεν υπάρχουν μόρια, αλλά ιόντα.

**Το mol μονάδα ποσότητας ουσίας στο S.I. και ορίζεται ως η ποσότητα της ύλης που περιέχει τόσες στοιχειώδεις οντότητες όσες είναι ο αριθμός των ατόμων που υπάρχουν σε 12g του άνθρακα 12 ( $^{12}\text{C}$ ).**

Ο αριθμός των ατόμων που υπάρχουν σε 12g του άνθρακα 12 ( $^{12}\text{C}$ ) λέγεται **αριθμός του Avogadro** και είναι κατά προσέγγιση ίσος με  $6,02 \cdot 10^{23}$ .

$$\text{Δηλαδή } N_A = 6,02 \cdot 10^{23}.$$

**Σχόλιο:**

Ο αριθμός  $N_A$  είναι τεράστιος. Έτσι,  $6,023 \cdot 10^{23}$  σελίδες χαρτιού η μία πάνω στην άλλη δημιουργούν στήλη ύψους ίσου με την απόσταση Γης – Ηλίου επί ένα εκατομμύριο φορές.

Άρα **1mol ατόμων** είναι μια ποσότητα ουσίας που περιέχει  **$N_A$  άτομα**,

**1mol μορίων** είναι μια ποσότητα ουσίας που περιέχει  **$N_A$  μόρια**,

**1mol ιόντων** είναι μια ποσότητα ουσίας που περιέχει  **$N_A$  ιόντα**.

Ο αριθμός Avogadro εκφράζει τον αριθμό των ατόμων οποιουδήποτε στοιχείου που περιέχονται σε μάζα τόσων γραμμαρίων όσο το  $A_r$  του στοιχείου.

Δηλαδή 1 mol ατόμων περιέχει  $N_A$  άτομα και ζυγίζει  $A_r$  (g).

Πχ 1 mol ατόμων αζώτου, περιέχει  $N_A$  άτομα και ζυγίζει όσο το  $A_r$  (σε g) δηλαδή ζυγίζει 14g. (Αφού για το άζωτο  $A_r = 14$ )

Ο αριθμός Avogadro εκφράζει τον αριθμό των μορίων στοιχείου ή χημικής ένωσης που περιέχονται σε μάζα τόσων g όσο το  $M_r$ .

Πχ 1 mol μορίων  $\text{CO}_2$ , περιέχει  $N_A$  μόρια και ζυγίζει όσο το  $M_r$  (σε g) δηλαδή ζυγίζει 44g. ( $M_r = 44$ )

**Υπόθεση Avogadro:** Ίσοι όγκοι αερίων ή ατμών, μετρημένοι στις ίδιες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας, περιέχουν τον ίδιο αριθμό μορίων. Ισχύει και το αντίστροφο, δηλαδή ίσοι αριθμοί μορίων που βρίσκονται στις ίδιες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας καταλαμβάνουν τον ίδιο όγκο.

Με βάση αυτό καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι το **1 mol** οποιουδήποτε αερίου καταλαμβάνει τον ίδιο όγκο, ο οποίος ονομάζεται γραμμομοριακός όγκος:

**Γραμμομοριακός όγκος ( $V_m$ )** ενός αερίου, ονομάζεται ο όγκος που καταλαμβάνει το 1 mol οποιουδήποτε αερίου, σε ορισμένες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης.

Σε πρότυπες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης (STP) δηλαδή

σε θερμοκρασία  $0^\circ\text{C}$  (ή  $273\text{K}$ ) και

πίεση  $1\text{ atm}$  (ή  $760\text{ mmHg}$ ),

ο γραμμομοριακός όγκος των αερίων βρέθηκε πειραματικά ίσος με  $22,4\text{L}$ . **Δηλαδή  $V_m = 22,4\text{L/mol}$  σε STP συνθήκες.**

Υπολογισμός του αριθμού mol χημικής ένωσης ή χημικού στοιχείου:

- i. Αν ξέρουμε τη **μάζα**:  $n = \frac{m}{M_r \text{ g/mol}}$  ( $m$  σε g)
- ii. Αν ξέρουμε τον **όγκο**:  $n = \frac{V}{V_m}$  [ειδικά σε STP:  $n = \frac{V}{22,4}$ ] ( $V$  σε L,  $V_m$  σε L/mol)
- iii. Αν ξέρουμε τον **αριθμό μορίων**:  $n = \frac{N}{N_A}$  ( $N$  σε μόρια,  $N_A$  σε μόρια/mol)

#### 4.2 Καταστατική εξίσωση των (ιδανικών) αερίων

Ορισμένες βασικές ιδιότητες των αερίων είναι ανεξάρτητες της χημικής τους φύσης και μπορούν να περιγραφούν με νόμους, όπως είναι:

**Ο νόμος Boyle:** «Ο όγκος ( $V$ ) που καταλαμβάνει ένα αέριο είναι αντιστρόφως ανάλογος της πίεσης ( $P$ ) που έχει, με την προϋπόθεση ότι ο αριθμός των mol ( $n$ ) και η θερμοκρασία ( $T$ ) του αερίου παραμένουν σταθερά».

$$P \cdot V = \text{σταθερό} \quad \text{όταν } n, T \text{ σταθερά}$$

**Ο νόμος Charles:** «ο όγκος ( $V$ ) που καταλαμβάνει ένα αέριο είναι ανάλογος της απόλυτης θερμοκρασίας ( $T$ ), με την προϋπόθεση ότι ο αριθμός των mol ( $n$ ) και η πίεση ( $P$ ) παραμένουν σταθερά».

$$V \propto T \quad \text{όταν } n, P \text{ σταθερά}$$

**Ο νόμος Gay-Lussac:** «η πίεση ( $P$ ) που ασκεί ένα αέριο είναι ανάλογη της απόλυτης θερμοκρασίας ( $T$ ), όταν ο αριθμός των mol ( $n$ ) και ο όγκος ( $V$ ) είναι σταθερά».

$$P \propto T \quad \text{όταν } n, V \text{ σταθερά}$$

Με συνδυασμό των νόμων:

1. Boyle  $V \propto 1/P$

2. Charles  $V \propto T$

3. Avogadro  $V \propto n$

καταλήγουμε,  $V \propto (1/P)T n$ . Η αναλογία αυτή μπορεί να μετατραπεί σε εξίσωση, αν εισάγουμε μια σταθερά  $R$ :  $V = R (1/P)T n$ . Η σταθερά  $R$  ονομάζεται παγκόσμια σταθερά των αερίων.

Η παραπάνω σχέση, συνήθως γράφεται με τη μορφή:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

Όπου  $n$  τα mol της ουσίας,  
 $P$  η πίεση του αερίου  
 $V$  ο όγκος που καταλαμβάνει το αέριο  
 $T$  απόλυτη θερμοκρασία του αερίου.

Ονομάζεται καταστατική εξίσωση των ιδανικών αερίων. Εμπεριέχει τους τρεις νόμους (Boyle, Charles, Avogadro) και περιγράφει πλήρως τη συμπεριφορά (κατάσταση) ενός αερίου. (Γι' αυτό ονομάζεται καταστατική εξίσωση).

Η **σταθερά**  $R$  υπολογίζεται αν πάρουμε σαν βάση των υπολογισμών μας 1 mol αερίου σε STP συνθήκες. Τότε:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow R = \frac{PV}{nT} = \frac{1 \text{ atm} \cdot 22,4 \text{ L}}{1 \text{ mol} \cdot 273 \text{ K}} = 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

**Ιδανικά [ή τέλεια]** λέγονται τα αέρια που υπακούουν στην καταστατική εξίσωση για οποιεσδήποτε τιμές πίεσης ( $p$ ) και θερμοκρασίας ( $T$ ).

Τα πραγματικά αέρια δεχόμαστε ότι γενικά υπακούουν στην καταστατική εξίσωση των ιδανικών αερίων. [Δεν υπακούουν αν βρίσκονται σε χαμηλές θερμοκρασίες και υψηλές πιέσεις (δηλαδή σε συνθήκες υγροποίησης)].

Η καταστατική εξίσωση ισχύει και για μίγματα αερίων.

Τότε,  $P \cdot V = n_{\text{ολ}} \cdot R \cdot T$ . Όπου  $n_{\text{ολ}}$  τα ολικά mol του μίγματος,  
 $P$  η ολική πίεση των αερίων του μίγματος  
 $V$  ο όγκος που καταλαμβάνει το αέριο μίγμα  
 $T$  απόλυτη θερμοκρασία του αερίου μίγματος.

### Παρατηρήσεις:

- **Απόλυτη θερμοκρασία** ( $T$ ) λέγεται η θερμοκρασία μετρημένη στην κλίμακα Kelvin στην οποία η θερμοκρασία - 273°C χαρακτηρίζεται σαν **απόλυτο μηδέν**. Με τη θερμοκρασία στην κλίμακα Κελσίου συνδέεται με τη σχέση:  **$T = \theta + 273$** .
- Η τιμή της σταθεράς  $R$  είναι ανεξάρτητη από τη φύση του αερίου και τις συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης.
- Δεν χρησιμοποιούμε στις ασκήσεις μονάδες του S.I. Έτσι,
  - ✓ Η πίεση δίνεται συνήθως σε atm (1 atm = 760 mmHg),
  - ✓ ο όγκος δίνεται συνήθως σε L (1 L = 1.000 mL = 0,001 m<sup>3</sup>) και
  - ✓ η θερμοκρασία στις ασκήσεις, δίνεται συνήθως σε βαθμούς Κελσίου.

### Υπολογισμός $M_r$ αερίου με τη βοήθεια της καταστατικής εξίσωσης:

Αν η μάζα του αερίου είναι  $m$  (σε g) και η σχετική μοριακή μάζα του είναι  $M_r$ , τότε

τα mol του αερίου είναι:  $n = \frac{m}{M_r}$

$$\text{οπότε έχουμε: } P \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow P \cdot V = \frac{m}{M_r} \cdot R \cdot T \Rightarrow M_r = \frac{m \cdot R \cdot T}{P \cdot V}$$

**Υπολογισμός της πυκνότητας ( $\rho = \frac{m}{V}$ ) του αερίου με τη βοήθεια της καταστατικής εξίσωσης:**

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow P \cdot V = \frac{m}{M_r} \cdot R \cdot T \Rightarrow P = \frac{m \cdot R \cdot T}{V \cdot M_r}. \text{ Όμως το πηλίκο } \frac{m}{V} \text{ είναι η πυκνότητα του αερίου, άρα: } P = \frac{\rho \cdot R \cdot T}{M_r} \Rightarrow \rho = \frac{P \cdot M_r}{R \cdot T}$$

Η μονάδα πυκνότητας είναι g/L.

#### **4.3 Συγκέντρωση διαλύματος - Αραίωση, ανάμιξη διαλυμάτων**

Η μοριακότητα κατ' όγκο ή συγκέντρωση ή molarity, εκφράζει τα mol της διαλυμένης ουσίας που περιέχονται σε 1 L διαλύματος.

$$\text{Δηλαδή: } c = \frac{n}{V}$$

Όπου  $c$  = η συγκέντρωση του διαλύματος, μονάδα: το  $1 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$  ή 1M

$n$  = ο αριθμός των mol της διαλυμένης ουσίας και

$V$  = ο όγκος του διαλύματος, σε L.

#### **Αραίωση του διαλύματος (ομοίως και για τη συμπύκνωση διαλύματος)**

$$c_1 V_1 = c_2 V_2 \text{ (Νόμος αραίωσης διαλυμάτων)}$$

Όπου  $c_1$  και  $V_1$  η συγκέντρωση και ο όγκος του διαλύματος πριν την αραίωση και  $c_2$  και  $V_2$  η συγκέντρωση και ο όγκος του διαλύματος μετά την αραίωση.

#### **Ανάμιξη διαλυμάτων της ίδιας ουσίας:**

$$c_1 V_1 + c_2 V_2 + \dots = c_{\text{τελ}} V_{\text{τελ}} \text{ (Νόμος ανάμιξης διαλυμάτων της ίδιας διαλυμένης ουσίας)}$$

Όπου  $c_1, c_2$  και  $V_1, V_2$  οι συγκεντρώσεις και οι όγκοι των αρχικών διαλυμάτων και  $c_{\text{τελ}}$  και  $V_{\text{τελ}}$  η συγκέντρωση και ο όγκος του τελικού διαλύματος. (αν  $c_1 > c_2$  τότε  $c_1 > c_{\text{τελ}} > c_2$ )

**Επιλογές θεμάτων 4, από την ΤΘΔΔ 2021-22 του ΙΕΠ (στις 15-3-2022)**

1. (13919) Ένα αναψυκτικό γράφει στην ετικέτα του ότι περιέχει 1,92 % w/v κιτρικό οξύ ( $C_6H_8O_7$ ) ως ρυθμιστή οξύτητας.  
α) Να υπολογίσετε πόσα mol κιτρικού οξέος περιέχονται σε μια συσκευασία αναψυκτικού που έχει όγκο 300 mL (διάλυμα Δ1). [5,76 g άρα 0,03mol]  
β) Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση του αναψυκτικού σε κιτρικό οξύ. [0,1 M]  
γ) Από λάθος υπολογισμό, αφού ζυγίστηκε η απαιτούμενη ποσότητα κιτρικού οξέος, παρασκευάστηκαν 120 L διαλύματος 0,05 M (διάλυμα Δ2). Να υπολογίσετε την επιπλέον ποσότητα (g) του κιτρικού οξέος που πρέπει να προστεθεί ώστε να προκύψει τελικά διάλυμα όγκου 120 L (διάλυμα Δ3), συγκέντρωσης 0,2M. [3456 g]  
Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες:  $Ar(C)=12$ ,  $Ar(O)=16$ ,  $Ar(H)=1$ .  
(μονάδες 9+6+10)
2. (13977) Το υδρόθειο ( $H_2S$ ) είναι ένα επικίνδυνο αέριο, που παράγεται κατά τις εκρήξεις των ηφαιστείων. Διαθέτουμε υδατικό διάλυμα Δ1 με περιεκτικότητα 3,4 % w/v σε  $H_2S$ .  
α) Πόσα g υδρόθειου περιέχονται σε 500 mL διαλύματος Δ1; [17 g]  
β) Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση (c) του διαλύματος Δ1. [1 M]  
γ) Αναμειγνύουμε 400 mL διαλύματος Δ1 με 600 mL διαλύματος Δ2 συγκέντρωσης 0,2 M σε  $H_2S$ . Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση (σε M) του διαλύματος Δ3 που προκύπτει. [0,52M]  
Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες των στοιχείων :  $Ar(H)=1$ ,  $Ar(S)=32$ .  
(μονάδες 8+8+9)
3. (11863) Το  $H_2S$  είναι συχνά το αποτέλεσμα βακτηριακής αποικοδόμησης σε έλη και αποχετεύσεις. Βρίσκεται επίσης στα ηφαιστειακά αέρια στο φυσικό αέριο και στο νερό κάποιων πηγαδιών. Το ανθρώπινο σώμα παράγει μικρές ποσότητες υδροθείου που χρησιμεύουν ως χημικά μηνύματα. Με διαβίβαση 4,48 L αερίου  $H_2S$  (μετρημένα σε STP) σε νερό, προκύπτει διάλυμα Δ1, όγκου 2 L.  
α) Να υπολογιστεί η συγκέντρωση (σε M) του διαλύματος Δ1. [0,1M]  
β) Πόσο όγκο (σε mL) νερού πρέπει να προσθέσουμε σε 1 L του διαλύματος Δ1, ώστε να προκύψει διάλυμα Δ2 με συγκέντρωση 0,05 M. [1000mL]  
γ) Πόσος όγκος (σε L) αερίου  $H_2S$ , μετρημένος σε STP, χρειάζεται να προστεθεί στο διάλυμα Δ1 για να προκύψει διάλυμα Δ3 συγκέντρωσης 0,12 M σε  $H_2S$ ; [0,896L (STP)]  
(μονάδες 7+8+10)
4. (11903) Η καυστική ποτάσα είναι μια ισχυρή βάση με χημικό τύπο KOH. Καταστρέφει το χαρτί, το μετάξι και άλλα οργανικά υλικά. Προκαλεί σοβαρά εγκαύματα στο δέρμα και είναι ιδιαίτερα επικίνδυνη στα μάτια. Κατά το χειρισμό της, πρέπει να φοράμε εργαστηριακά γυαλιά και λαστιχένια γάντια. Χρησιμοποιείται στην παραγωγή υγρών σαπουνιών, ως πρώτη ύλη, και ως χημικό αντιδραστήριο. 112 g KOH διαλύονται στο  $H_2O$  και προκύπτει διάλυμα όγκου 2 L (διάλυμα Δ1).  
α) Να υπολογιστεί η συγκέντρωση (σε M) του διαλύματος Δ1. [1M]  
β) Αραιώνουμε 200 mL διαλύματος Δ1 με 800 mL νερό. Να υπολογιστεί η συγκέντρωση (σε M) του αραιωμένου διαλύματος Δ2. [0,2M]  
γ) Να υπολογισθεί η συγκέντρωση διαλύματος Δ4 που προκύπτει με προσθήκη στο διάλυμα Δ1 ενός υδατικού διαλύματος KOH (διάλυμα Δ3) όγκου 3 L και συγκέντρωσης 2 M. [1,6M]  
Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες:  $Ar(K)=39$ ,  $Ar(O)=16$ ,  $Ar(H)=1$ .  
(μονάδες 7+8+10)

5. (13869) Το φθοριούχο νάτριο ( $\text{NaF}$ ) είναι βασικό συστατικό στις οδοντόκρεμες, αφού συμβάλει στην πρόληψη της τερηδόνας. Το σωληνάριο μιας οδοντόκρεμας αναγράφει ότι το περιεχόμενό του έχει μάζα 50 g και περιεκτικότητα 0,3 % w/w σε  $\text{NaF}$ .
- α) Να προσδιορίσετε την ποσότητα σε g  $\text{NaF}$  που περιέχονται σε ένα σωληνάριο οδοντόκρεμας. [0,15 g]
- β) Η χημικός του εργοστασίου που παράγει την παραπάνω οδοντόκρεμα θέλει να παρασκευάσει 10 L υδατικού διαλύματος  $\text{NaF}$  (διάλυμα Δ1) συγκέντρωσης 1 M. Να προσδιορίσετε πόσα g  $\text{NaF}$  θα χρειαστεί. Δίνονται σχετικές ατομικές μάζες  $\text{Ar}(\text{Na}) = 23$ ,  $\text{Ar}(\text{F}) = 19$ . [420 g]
- γ) Ολόκληρο το διάλυμα Δ1 εισάγεται στο δοχείο παρασκευής της οδοντόπαστας και αναμειγνύεται με τις αναγκαίες ποσότητες από τα άλλα συστατικά που την αποτελούν. Να υπολογίσετε πόσα σωληνάρια της συγκεκριμένης οδοντόπαστας θα παραχθούν από την μάζα που περιέχεται στον δοχείο παρασκευής της οδοντόπαστας. [2800]
- (μονάδες 9+10+6)
6. (14146) Στο εργαστήριο Φυσικών Επιστημών του σχολείου διατίθεται υδατικό διάλυμα υδροξειδίου του ασβεστίου,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , συγκέντρωσης (c) 0,005 M (διάλυμα Δ1).
- α) Να υπολογίσετε την περιεκτικότητα %w/v του διαλύματος Δ1 σε  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . [0,037% w/v]
- β) Μια ομάδα μαθητών χρειάζεται για ένα πείραμα 250 mL υδατικού διαλύματος  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  συγκέντρωσης 0,001 M (διάλυμα Δ2). Να υπολογίσετε τον όγκο (σε mL) του διαλύματος Δ1 που πρέπει να αραιώσουν με νερό, για να παρασκευάσουν το διάλυμα Δ2. [50 mL]
- γ) Σε 500 mL διαλύματος Δ1 θερμοκρασίας 20 °C, προστίθενται 0,4 g  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος. Ακολουθεί επαρκής ανάδευση και προκύπτει το διάλυμα Δ3. Να εξετάσετε αν στο διάλυμα Δ3 θα διαλυθεί όλη η ποσότητα του  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ή αν ένα τμήμα της θα παραμείνει αδιάλυτο. Δίνεται ότι το κορεσμένο διάλυμα  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  σε θερμοκρασία 20 °C, έχει συγκέντρωση 0,012 M (διάλυμα Δ4). [αδιάλυτα 0,141 g].
- δ ! ) Το  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  μπορεί να χρησιμοποιηθεί και στην παρασκευή της αέριας αμμωνίας ( $\text{NH}_3$ ), όταν επιδρά σε διάλυμα  $\text{NH}_4\text{Cl}$ . Να γράψετε τη χημική εξίσωση που περιγράφει αυτή τη χρήση του  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .
- Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες :  $\text{Ar}(\text{Ca}) = 40$ ,  $\text{Ar}(\text{H}) = 1$  και  $\text{Ar}(\text{O}) = 16$ .
- (μονάδες 7+7+8+3)
7. (13958) Ένα από τα βασικά κριτήρια αξιολόγησης της ποιότητας του ελαιολάδου είναι η οξύτητά του, δηλαδή η % w/w περιεκτικότητά του σε ελεύθερα λιπαρά οξέα. Σύμφωνα με τη νομοθεσία το παρθένο ελαιόλαδο χαρακτηρίζεται από 3 ποιότητες:
- εξαιρετικό παρθένο με οξύτητα  $\leq 0,8$ ,  
παρθένο με οξύτητα 0,8 - 2 και  
μειονεκτικό με οξύτητα 2-3.
- Ένας αγρότης παρήγαγε 500 kg λάδι. Η χημική ανάλυση ενός δείγματος λαδιού της παραγωγής του, μάζας 10 g, έδειξε ότι περιέχει 0,15 g λιπαρών οξέων.
- α) Να υπολογίσετε τη μάζα των λιπαρών οξέων που περιέχονται στα 500 kg ελαιόλαδο. [7,5kg]
- β) Να υπολογίσετε την οξύτητα του ελαιολάδου και να το κατατάξετε σε μία από τις παραπάνω κατηγορίες ποιότητας. [1,5 παρθένο]
- Προκειμένου να εκμεταλλευτεί 100 kg ελαιόλαδο με αυξημένη οξύτητα 3,3 που είχε περισσέψει από την παραγωγή προηγούμενης χρονιάς, ο αγρότης σκέφτηκε να τα αναμείξει με 500 kg οξύτητας 1,5 ώστε να προκύψουν 600 kg παρθένο ελαιόλαδο.
- γ) Να υπολογίσετε την οξύτητα του ελαιολάδου (% w/w) που θα προκύψει από την ανάμειξη. [1,8 ή 1,8 % w/w]
- (μονάδες 8+8+9)

8. (13954) Κατά τη διάρκεια ενός πειράματος στο σχολικό εργαστήριο της χημείας, παρασκευάστηκε ένα κορεσμένο διάλυμα NaCl σύμφωνα με την παρακάτω διαδικασία: Ζυγίστηκαν 40 g NaCl και προστέθηκαν σε 100 g νερό. Το μίγμα αναδεύτηκε πολύ καλά για 5 λεπτά. Στη συνέχεια το ετερογενές μίγμα, διηθήθηκε σε προζυγισμένο ηθμό και το διάλυμα συλλέχθηκε σε ποτήρι ζέσεως. Ο όγκος του διαλύματος μετρήθηκε και βρέθηκε 120 mL. Το στερεό NaCl που έμεινε στον ηθμό, ζυγίστηκε μετά από ξήρανση και η μάζα του βρέθηκε 4,9 g. Η θερμοκρασία του εργαστηρίου ήταν σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια των πειραμάτων.

α) Χρησιμοποιώντας τα παραπάνω αποτελέσματα του πειράματος, να υπολογίσετε τη διαλυτότητα του NaCl στη θερμοκρασία του εργαστηρίου. [35,1 g στα 100 g νερού]

β) Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση του κορεσμένου διαλύματος NaCl. [5M]

γ) Ποιος είναι ο όγκος του κορεσμένου διαλύματος που θα χρησιμοποιήσουμε για να παρασκευάσουμε 250 mL διαλύματος Δ1 με συγκέντρωση ίση με το 1/5 της συγκέντρωσης του κορεσμένου διαλύματος NaCl; [50 mL]

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες: (Cl)=35,5, (Na)= 23.

(μονάδες 9+8+8)

9. (14148) Το νιτρικό κάλιο, KNO<sub>3</sub>, είναι λευκό, άοσμο, κρυσταλλικό στερεό, μετρίως διαλυτό στο νερό. Χρησιμοποιείται ως λίπασμα, στην παραγωγή της πυρίτιδας, στα πυροτεχνήματα και ως συντηρητικό τροφίμων στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης με την κωδική ονομασία E252. Για τον υπολογισμό της διαλυτότητας του KNO<sub>3</sub> μία ομάδα μαθητών έκανε στο Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών του σχολείου το παρακάτω πείραμα: Σε θερμοκρασία 20°C και σε ποτήρι ζέσεως που περιείχε 500 g νερό προστέθηκαν, υπό συνεχή ανάδευση, 200 g KNO<sub>3</sub>. Μετά από αρκετή ώρα διαπιστώθηκε ότι έμεινε στον πυθμένα του δοχείου αδιάλυτο στερεό. Στη συνέχεια διαχωρίστηκε με κατάλληλη μέθοδο το αδιάλυτο στερεό από το διάλυμα. Προσδιορίστηκε η μάζα του στερεού και βρέθηκε ίση με 38,4 g και ο όγκος του διαλύματος Δ1 ίσος με V<sub>1</sub> = 550 mL.

α) Να υπολογίσετε, στους 20°C, τη διαλυτότητα του KNO<sub>3</sub> (σε g ανά 100 g H<sub>2</sub>O). [32,32]

β) Να υπολογίσετε, στους 20°C, τη συγκέντρωση του διαλύματος Δ1, με στρογγυλοποίηση στο πρώτο δεκαδικό ψηφίο. [2,9M]

γ) Αν το ίδιο πείραμα γίνει σε θερμοκρασία θ°C, στην οποία η διαλυτότητα του KNO<sub>3</sub> είναι 38,3 g ανά 100 g H<sub>2</sub>O, να εξετάσετε αν θα διαλυθεί ολόκληρη η ποσότητα των 200 g KNO<sub>3</sub> στα 500 g νερού ή αν κάποια ποσότητα KNO<sub>3</sub> θα παραμείνει αδιάλυτη. [Αδιάλυτα 8,5g]

δ) Το νιτρικό κάλιο μπορεί να παρασκευασθεί χημικά από την ανάμιξη διαλυμάτων NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> και KOH. Να γράψετε τη χημική εξίσωση που περιγράφει αυτό τον τρόπο παρασκευής του νιτρικού καλίου.

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες των στοιχείων: Ar(K) = 39, Ar(N) = 14 και Ar(O) = 16.

(μονάδες 8+7+7+3)

10. (14094) Τα ιόντα χλωρίου (Cl<sup>-</sup>), είναι ένα από τα κύρια ανόργανα ανιόντα του νερού. Οι συγκεντρώσεις τους προσδιορίζονται και αναγράφονται πάντοτε στις ετικέτες των εμφιαλωμένων νερών. Όταν ένα νερό έχει υψηλή συγκέντρωση σε ιόντα χλωρίου μπορεί να προκαλέσει διάβρωση σε μεταλλικούς σωλήνες και κατασκευές, και να δημιουργήσει προβλήματα στα φυτά. Συγκεντρώσεις ιόντων χλωρίου μεγαλύτερες από 0,007 M προσδίδουν στο νερό ανιχνεύσιμη γεύση.

α) Σε 500 mL δείγματος νερού από δεξαμενή ύδρευσης βρέθηκε ότι περιέχονται 71 mg = 0,071 g ιόντων χλωρίου (Cl<sup>-</sup>). Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση (c) του νερού σε ιόντα χλωρίου και να εξετάσετε αν το νερό αυτό θα έχει γεύση. [0,004 M, όχι]

Ο προσδιορισμός της περιεκτικότητας ενός δείγματος νερού σε ιόντα χλωρίου βασίζεται στην αντίδραση των ιόντων χλωρίου του δείγματος, με ιόντα αργύρου σύμφωνα με την αντίδραση Cl<sup>-</sup>(aq) + Ag<sup>+</sup>(aq) → AgCl(s) λευκό ίζημα. Για τη μελέτη της περιεκτικότητας

δειγμάτων νερού σε ιόντα χλωρίου χρησιμοποιείται διάλυμα  $\text{AgNO}_3$  συγκέντρωσης 0,05 M (διάλυμα Δ1).

β) Στο εργαστήριο διαθέτουμε ποσότητα διαλύματος  $\text{AgNO}_3$  συγκέντρωσης 0,1 M (διάλυμα Δ2). Να υπολογίσετε τη μάζα (σε g) του  $\text{AgNO}_3$  που περιέχεται σε 50 mL διαλύματος Δ2. [0,85 g]

γ) Να υπολογίσετε πόσο όγκο (σε mL) του διαλύματος Δ2 και πόσο όγκο νερού θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε για να παρασκευάσουμε 250 mL διαλύματος Δ1. [125 mL, 125 mL]

δ) Να εξηγήσετε, γράφοντας τη σχετική χημική εξίσωση και το ορατό αποτέλεσμα της, γιατί στα ατμόπλοια χρησιμοποιούσαν διάλυμα  $\text{AgNO}_3$ , για να διαπιστώσουν εάν υπήρχε εισροή θαλασσινού νερού στο νερό του λέβητα. Δίνεται ότι το νερό του λέβητα, πρακτικά, δεν περιέχει ιόντα χλωρίου και ότι το θαλασσινό νερό έχει συγκέντρωση σε αλάτι ( $\text{NaCl}$ , χλωριούχο νάτριο) 0,6 M. [λευκό ίζημα ή καμία μεταβολή]

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες:  $\text{Ar}(\text{Cl}) = 35,5$ ,  $\text{Ar}(\text{Ag}) = 108$ ,  $\text{Ar}(\text{N}) = 14$  και  $\text{Ar}(\text{O}) = 16$ . (μονάδες 7+7+8+3)

11. (14097) Το γαστρικό υγρό εκκρίνεται από τα τοιχωματικά κύτταρα του βλεννογόνου του στομάχου. Έχει ως βασικό συστατικό το υδροχλώριο ( $\text{HCl}$ ), το οποίο καθιστά το περιβάλλον του στομάχου πολύ όξινο. Η μεγάλη οξύτητα του γαστρικού υγρού θανατώνει τους περισσότερους μικροοργανισμούς, οι οποίοι εισδύουν με την τροφή. Η συγκέντρωση του  $\text{HCl}$  στο γαστρικό υγρό, φυσιολογικά, κυμαίνεται μεταξύ 0,12 M και 0,01 M. Κατά τις εργαστηριακές εξετάσεις ενός ασθενούς συλλέχθηκε γαστρικό υγρό όγκου 20 mL (διάλυμα Δ1), και υπολογίστηκε ότι περιείχε 36,5 mg = 0,0365 g  $\text{HCl}$ .

α) Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση (c) σε  $\text{HCl}$  του γαστρικού υγρού του ασθενούς (διάλυμα Δ1) (μονάδες 5) και να κρίνετε αν βρίσκεται εντός των φυσιολογικών ορίων (μονάδες 2). [0,05M ναι]

β) Όλη η ποσότητα του γαστρικού υγρού (διάλυμα Δ1) αραιώνεται με προσθήκη νερού, σε τελικό όγκο 500 mL (διάλυμα Δ2). Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση (c) σε  $\text{HCl}$  του διαλύματος Δ2. (μονάδες 7) [0,002 M]

γ) Αν η συγκέντρωση σε  $\text{HCl}$  του γαστρικού υγρού, πριν την κατανάλωση γεύματος, είναι 0,008 M, να υπολογίσετε την ποσότητα του  $\text{HCl}$  (σε mol) που πρέπει να εκκριθεί, ώστε η συγκέντρωση σε  $\text{HCl}$  γαστρικού υγρού όγκου 100 mL να γίνει 0,01 M. (μονάδες 7) [0,0002]

δ) Το πεπτικό έλκος είναι ασθένεια του στομάχου, η οποία μπορεί να οφείλεται σε διάβρωση των τοιχωμάτων του στομάχου, λόγω συστηματικής έκκρισης γαστρικού υγρού με υψηλή συγκέντρωση σε  $\text{HCl}$ . Η θεραπεία του πεπτικού έλκους περιλαμβάνει φάρμακα που χαρακτηρίζονται ως αντιόξινα. Σε ένα από αυτά τα φάρμακα το δραστικό συστατικό είναι το υδροξείδιο του μαγνησίου,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ . Να εξηγήσετε τον τρόπο δράσης αυτού του φαρμάκου, γράφοντας τη σχετική χημική εξίσωση. (μονάδες 4)

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες :  $\text{Ar}(\text{Cl}) = 35,5$  και  $\text{Ar}(\text{H}) = 1$ .

Μονάδες 25

12. (14262) Η γλυκόζη είναι ο πρώτος απλός υδατάνθρακας που απομονώθηκε σε καθαρή μορφή, έχει μοριακό τύπο  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  και βιοσυντίθεται από τα φυτά μέσω της φωτοσύνθεσης. Η κατανάλωση γλυκόζης μέσω των τροφών αποτελεί την κύρια πηγή ενέργειας για τους ζωντανούς οργανισμούς. Η γλυκόζη είναι ευδιάλυτη στο νερό. Στα νοσοκομεία είναι συνήθης η ενδοφλέβια χορήγηση διαλυμάτων γλυκόζης (δεξτρόζης) σε ασθενείς, ως πηγή υδατανθράκων και συμπλήρωσης των ελλειμμάτων σε νερό. Υδατικό διάλυμα γλυκόζης,  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ , (διάλυμα Δ1), έχει όγκο 500 mL και συγκέντρωση (c) σε γλυκόζη 0,28 M.

α) Να υπολογίσετε τη μάζα (σε g) της γλυκόζης που περιέχεται σε 500 mL του διαλύματος Δ1. [25,2 g]

β) Να υπολογίσετε την περιεκτικότητα % w/v σε γλυκόζη του διαλύματος Δ1. [5,04 % w/v]



γ) Από την ανάμειξη 200 mL του διαλύματος Δ1 και 800 mL διαλύματος γλυκόζης 2 M (διάλυμα Δ2), προκύπτει διάλυμα Δ3. Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση σε γλυκόζη του διαλύματος Δ3. [1,656 M]

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες :  $A_r(C) = 12$ ,  $A_r(H) = 1$  και  $A_r(O) = 16$ .

(μονάδες 8+8+9)

13. (14043) Η ασπιρίνη είναι ένα από τα πιο διαδεδομένα φάρμακα. Η χημική ονομασία του είναι ακετυλοσαλικυλικό οξύ. Χρησιμοποιείται για την αντιμετώπιση μιας μεγάλης ποικιλίας προβλημάτων υγείας:

Ως γενικό αναλγητικό και αντιπυρετικό (2 έως 6 δισκία την ημέρα), ως προληπτικό εγκεφαλικών θρομβώσεων (1 δισκίο την ημέρα), κατά του ρευματικού πυρετού και κατά της αρθρίτιδας. Ακόμη, λαμβάνεται προληπτικά κατά των καρδιακών επεισοδίων. Κάθε δισκίο έχει μάζα 300 mg και περιέχει ακετυλοσαλικυλικό οξύ 80 % w/w.

α) Ένας άνθρωπος παίρνει καθημερινά ένα δισκίο ασπιρίνης, στα πλαίσια προληπτικής συστηματικής θεραπείας λόγω εγκεφαλικού επεισοδίου που είχε στο παρελθόν. Να υπολογίσετε τη ποσότητα (σε g) του ακετυλοσαλικυλικού οξέος που προσλαμβάνει ο άνθρωπος σε δύο εβδομάδες. [3,36 g]

β) Ένας άλλος ασθενής πάσχει περιστασιακά από πονοκεφάλους. Κάθε φορά που έχει ημικρανίες παίρνει 2 δισκία ασπιρίνης ανά 8 ώρες. Να υπολογίσετε σε πόσες ώρες θα πάρει την ίδια ποσότητα ακετυλοσαλικυλικού οξέος με τον πρώτο ασθενή. [σε 56 ώρες]

γ) Στο σχολικό εργαστήριο παρασκευάστηκε υδατικό διάλυμα ασπιρίνης (ακετυλοσαλικυλικού οξέος) όγκου 500 mL και συγκέντρωσης 0,01 M. Να περιγράψετε τη διαδικασία παρασκευής του διαλύματος ασπιρίνης, υπολογίζοντας τη μάζα (σε g) των δισκίων ασπιρίνης που χρησιμοποιήθηκαν (αφού πρώτα θρυμματίστηκαν). Στο εργαστήριο υπήρχε αναλυτικός ηλεκτρονικός ζυγός, λαβίδα, ύαλος ωρολογίου, χωνί, απιονισμένο νερό και ογκομετρική φιάλη των 500 mL. [0,9 g, άρα 4 δισκία, ... \*...]

Δίνεται η σχετική μοριακή μάζα του ακετυλοσαλικυλικού οξέος:  $M_r = 180$ .

(μονάδες 7+8+10)

**\*Πορεία πειράματος:**

- ✓ Ανοίγουμε τον αναλυτικό ηλεκτρονικό ζυγό.
- ✓ Τοποθετούμε πάνω στον ζυγό την ύαλο ωρολογίου και μηδενίζουμε τις ενδείξεις.
- ✓ Θρυμματίζουμε 4 ασπιρίνες και τοποθετούμε την σκόνη στην ύαλο προσεκτικά, με ειδική λαβίδα έως ότου η ένδειξη του ζυγού δείξει 0,900 g.
- ✓ Αδειάζουμε τη σκόνη ασπιρίνης στην ογκομετρική φιάλη των 500 mL με τη βοήθεια χωνιού και ξεπλένουμε την ύαλο και το χωνί με απιονισμένο νερό.
- ✓ Συμπληρώνουμε την ογκομετρική φιάλη με απιονισμένο νερό μέχρι τη χαραγή.
- ✓ Αναδεύουμε το διάλυμα μέχρι να διαλυθεί όλη η σκόνη της ασπιρίνης.
- ✓ Το διάλυμα που παρασκευάστηκε έχει συγκέντρωση 0,01M σε ακετυλοσαλικυλικό οξύ.

14. (14139) Το υδροξείδιο του βαρίου,  $Ba(OH)_2$ , είναι μια ισχυρή βάση και χρησιμοποιείται στην αναλυτική χημεία για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης ασθενών οξέων. Διαθέτουμε υδατικό διάλυμα  $Ba(OH)_2$  (διάλυμα Δ1) με συγκέντρωση 0,05 M.

α) Να υπολογίσετε τη μάζα (σε g) του  $Ba(OH)_2$  που περιέχεται σε 200 mL του διαλύματος Δ1. [1,71 g]

β) Σε 100 mL από το διάλυμα Δ1 προσθέτουμε ποσότητα  $Ba(OH)_2$  και στη συνέχεια αραιώνουμε μέχρι τελικό όγκο 250 mL, οπότε προκύπτει διάλυμα Δ2 με συγκέντρωση 0,1 M σε  $Ba(OH)_2$ . Να υπολογίσετε τη μάζα (σε g) του  $Ba(OH)_2$  που προστέθηκε. [3,42g]

γ) Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμειχθούν τα διαλύματα Δ1 και Δ2 για να προκύψει διάλυμα Δ3, συγκέντρωσης 0,08 M; [2:3]

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες των στοιχείων:  $A_r(Ba) = 137$ ,  $A_r(H) = 1$  και  $A_r(O) = 16$ .

(μονάδες 8+8+9)