

ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΟ “ΜΕΘΟΔΙΚΟ”

ΣΤΟΙΧΕΙΟΜΕΤΡΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

Στοιχειομετρικούς υπολογισμούς ονομάζουμε τους χημικούς υπολογισμούς, οι οποίοι στηρίζονται στις ποσοτικές πληροφορίες που πηγάζουν από τους συντελεστές μιας χημικής εξίσωσης (στοιχειομετρικοί συντελεστές).

Μια χημική εξίσωση δείχνει την ποιοτική και ποσοτική σύσταση των αντιδρώντων και των προϊόντων.

Για το σχηματισμό αμμωνίας αντιδρούν υδρογόνο και άζωτο (ποιοτική σύσταση) σύμφωνα με τη χημική εξίσωση (ποσοτική σύσταση).

$N_{2(g)}$	+	$3H_{2(g)}$	→	$2NH_{3(g)}$
1 μόριο		3 μόρια		2 μόρια
N_A μόρια		$3N_A$ μόρια		$2N_A$ μόρια
1 mol		3 mol		2 mol
V_m		$3V_m$		$2V_m$

Παρατηρούμε ότι οι στοιχειομετρικοί συντελεστές **δείχνουν** τη σχέση μεταξύ των μορίων ανάμεσα στα **αντιδρώντα** και τα **προϊόντα** που είναι ίδια με τη σχέση μεταξύ των **mol**.

Αν είναι αέρια, είναι ίδια και με τη σχέση μεταξύ των όγκων τους στις ίδιες συνθήκες.

Η σχέση των mol μεταξύ των αντιδρώντων και των προϊόντων **μετατρέπεται** σε σχέση μεταξύ των μαζών και σε σχέση μεταξύ των μορίων και για τα αέρια σε σχέση μεταξύ των όγκων τους στις ίδιες συνθήκες.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΜΕ ΣΤΟΙΧΕΙΟΜΕΤΡΙΚΟΥΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥΣ.

Στα προβλήματα στοιχειομετρίας ακολουθούμε την παρακάτω διαδικασία:

1. Βρίσκουμε τον αριθμό των mol (n) για το αντιδρών ή το προϊόν, του οποίου μας δίνουν τη μάζα (m) ή τον όγκο (V) ή τον αριθμό των μορίων (N) με τη βοήθεια των σχέσεων:

$$n = \frac{m}{Mr} \quad (1), \quad n = \frac{V}{22,4} \quad (STP) \quad (2), \quad n = \frac{N}{N_A} \quad (3)$$

$$n = C \cdot V \quad (4), \quad n = \frac{PV}{RT} \quad (5)$$

2. Γράφουμε τη χημική εξίσωση του φαινομένου που μελετάμε και στη συνέχεια υπολογίζουμε με τη βοήθεια των στοιχειομετρικών συντελεστών τον αριθμό των mol (n) του αντιδρώντος ή του προϊόντος που ζητείται.
3. Όταν μας δίνεται ο αριθμός των mol μπορούμε να υπολογίσουμε:
τη μάζα (m) από τη σχέση (1)
τον όγκο (V) από τις σχέσεις (2) ή (4) ή (5)
τον αριθμό των μορίων (N) από τη σχέση (3).

ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΟ “ΜΕΘΟΔΙΚΟ”

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 1°:

Καίγονται 64g θείου με την απαραίτητη ποσότητα οξυγόνου και παράγεται διοξείδιο του θείου. Να βρείτε:

- τη μάζα του οξυγόνου που απαιτείται για την καύση του θείου
- τη μάζα του διοξειδίου του θείου που παράγεται
- τον όγκο του διοξειδίου του θείου που παράγεται σε STP
- τον όγκο του διοξειδίου του θείου σε πίεση 2 atm και θερμοκρασία 127° C.

Δίνονται: $A_{r(S)} = 32$, $A_{r(O)} = 16$

ΑΠΑΝΤΗΣΗ:

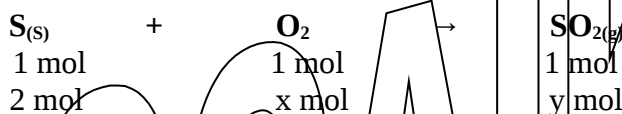
Βήμα 1°:

Βρίσκουμε τα mol του S που κάηκαν:

$$n = \frac{m}{Mr} \rightarrow n = \frac{64}{32} \text{ mol} \rightarrow n = 2 \text{ mol S}$$

Βήμα 2°:

Γράφουμε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης καύσης του S και σημειώνουμε κάτω από κάθε σώμα τη σχέση των mol (αντιδρώντων και προϊόντων):



Κάτω από τη σχέση αυτή γράφουμε την ποσότητα S σε mol που υπολογίσαμε αρχικά και από τη αναλογία υπολογίζουμε τα mol για το O₂ και το SO₂:

$$\text{Για το O}_2: \frac{1}{2} = \frac{1}{x} \rightarrow x = 2 \text{ mol O}_2 \text{ (αντιδρούν).}$$

$$\text{Για το SO}_2: \frac{1}{2} = \frac{1}{y} \rightarrow y = 2 \text{ mol SO}_2 \text{ (παράγονται).}$$

α. Μάζα O₂: $m = n \cdot Mr \rightarrow m = 2 \cdot 32 \text{ g} \rightarrow m = 64 \text{ g O}_2$ ($Mr(\text{O}_2) = 2 \cdot 16 = 32$).

β. Μάζα SO₂: $m = n \cdot Mr \rightarrow m = 2 \cdot 64 \text{ g} \rightarrow m = 128 \text{ g SO}_2$ ($Mr(\text{SO}_2) = 32 + 2 \cdot 16 = 64$).

γ. Όγκος SO₂: $V = n \cdot 22,4 \rightarrow V = 2 \cdot 22,4 \text{ L} \rightarrow V = 44,8 \text{ L SO}_2$ σε STP.

δ. Όγκος SO₂: επειδή δεν είναι σε STP συνθήκες για τον υπολογισμό του όγκου του SO₂ θα εφαρμόσουμε την καταστατική εξίσωση των αερίων:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T \rightarrow V = \frac{n \cdot R \cdot T}{p}$$

ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΟ “ΜΕΘΟΔΙΚΟ”

όπου : $T = 273 + \theta \rightarrow T = 273 + 127 = 400 \text{ K}$ άρα

$$V = \frac{2 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 400 \text{ K}}{2 \text{ atm}} \rightarrow V = 32,8 \text{ L SO}_2$$

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 2°:

Ποσότητα υδρογόνου και αζώτου αντιδρούν μεταξύ τους και παράγονται 85 g αμμωνίας. Να βρείτε:

α. την ποσότητα του αζώτου που αντέδρασε σε mol.

β. τη μάζα του υδρογόνου που αντέδρασε σε g.

γ. τον όγκο της αμμωνίας σε STP.

Δίνονται: $A_r(\text{N}) = 14$, $A_r(\text{H}) = 1$.

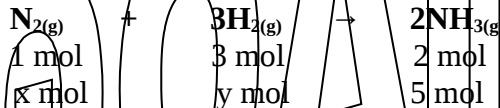
ΑΠΑΝΤΗΣΗ:

Βρίσκουμε τη σχετική μοριακή μάζα της αμμωνίας: $M_r = 14 + 3 \cdot 1 = 17$

Υπολογίζουμε τον αριθμό των mol της NH_3 που παρασκευάσαμε:

$$n = \frac{m}{M_r} \rightarrow n = \frac{85}{17} \text{ mol} \rightarrow n = 5 \text{ mol NH}_3$$

Γράφουμε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης παρασκευής της NH_3 γράφοντας τη σχέση των mol όλων των ουσιών και από κάτω τα mol της αμμωνίας που παράχθηκαν. Με τις αναλογίες υπολογίζουμε τα mol των ουσιών που μας ζητούνται:



Για το N_2 : $\frac{1}{x} = \frac{2}{5} \rightarrow 2 \cdot x = 5 \rightarrow x = 2,5 \text{ mol N}_2$.

Για το H_2 : $\frac{3}{y} = \frac{2}{5} \rightarrow 2 \cdot y = 15 \rightarrow y = 7,5 \text{ mol H}_2$.

α. $n_{\text{N}_2} = 2,5 \text{ mol}$.

β. $n_{\text{H}_2} = \frac{m}{M_r} \rightarrow m = n \cdot M_r \rightarrow m = 7,5 \cdot 2 \text{ g} \rightarrow m = 15 \text{ g H}_2$.

γ. $n_{\text{NH}_3} = \frac{V}{22,4} \rightarrow V = n \cdot 22,4 \text{ L} \rightarrow V = 112 \text{ L NH}_3$ σε STP.

ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΟ “ΜΕΘΟΔΙΚΟ”

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 3^ο: (Άσκηση Καθαρότητας)

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ: Η ουσία που ζητείται ή δίνεται δεν είναι καθαρή.
Στη στοιχειομετρία των χημικών αντιδράσεων θα γράφουμε **μόνο τις ποσότητες των καθαρών σωμάτων**. Η καθαρότητα αναφέρεται συνήθως σαν ποσοστό %.

Ποσότητα δείγματος ψευδαργύρου καθαρότητας 80% w/w αντιδρά πλήρως με 10 L διαλύματος HCl συγκέντρωσης 0,8 M. Να βρείτε:

α. τη μάζα του δείγματος και του καθαρού ψευδαργύρου.

β. τον όγκο του υδρογόνου που παράγεται σε πίεση 4 atm και θερμοκρασία 27° C.

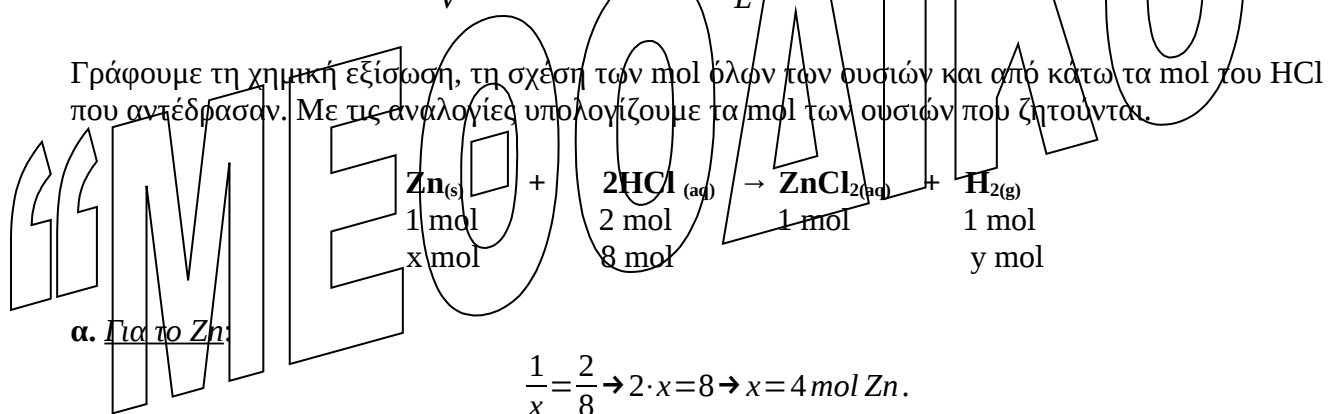
Δίνεται $A_{r(Zn)} = 65$.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ:

Υπολογίζουμε τα mol του HCl στο διάλυμα:

$$C = \frac{n}{V} \rightarrow n = C \cdot V \rightarrow n = 0,8 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 10 \text{ L} \rightarrow n = 8 \text{ mol HCl}$$

Γράφουμε τη χημική εξίσωση, τη σχέση των mol όλων των ουσιών και από κάτω τα mol του HCl που αντιέδρασαν. Με τις αναλογίες υπολογίζουμε τα mol των ουσιών που ζητούνται.



α. Για το Zn:

$$\frac{1}{x} = \frac{2}{8} \rightarrow 2 \cdot x = 8 \rightarrow x = 4 \text{ mol Zn.}$$

$$n = \frac{m}{Mr} \rightarrow m = n \cdot Mr \rightarrow m = 4 \cdot 65 \text{ g} \rightarrow m = 260 \text{ g καθαρού Zn.}$$

Στα 100 g ακάθαρτου Zn (δείγματος) υπάρχουν 80 g καθαρού Zn.

Στα x g ακάθαρτου Zn (δείγματος) υπάρχουν 260 g καθαρού Zn.

$$\frac{100}{x} = \frac{80}{260} \rightarrow 80 \cdot x = 100 \cdot 260 \rightarrow x = 325 \text{ g δείγματος Zn.}$$

ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΟ “ΜΕΘΟΔΙΚΟ”

β. Για το H_2 :

$$\frac{2}{8} = \frac{1}{y} \rightarrow 2 \cdot y = 8 \rightarrow y = 4 \text{ mol } H_2.$$

Με τη βοήθεια της καταστατικής εξίσωσης υπολογίζουμε τον όγκο του υδρογόνου που παράχθηκε:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T \rightarrow V = \frac{n \cdot R \cdot T}{p}, \text{ όπου } T = 273 + 27 = 300K$$

$$V = \frac{4 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{L \cdot atm}{\text{mol} \cdot K} \cdot 300 K}{4 \text{ atm}} \rightarrow V = 24,6 L \text{ } H_2.$$

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 4^ο: (Άσκηση στην οποία δίνονται οι ποσότητες των δύο αντιδρώντων)

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ: Στις ασκήσεις αυτής της κατηγορίας ελέγχουμε αν τα αντιδρώντα βρίσκονται σε στοιχειομετρική αναλογία ή αν κάποιο από αυτά βρίσκεται σε περίσσεια. Ο έλεγχος γίνεται συγκρίνοντας τις ποσότητες που δίνονται στις αρχικές ποσότητες με την αναλογία τους στη χημική εξίσωση.

Αν βρίσκονται σε στοιχειομετρική αναλογία τότε οι υπολογισμοί γίνονται με ένα από τα δύο αντιδρώντα. Αν ένα από τα δύο αντιδρώντα βρίσκεται σε περίσσεια οι υπολογισμοί γίνονται με αυτό που καταναλώνεται πλήρως.

Σε δοχείο που περιέχει 10 g H_2 εισάγουμε ποσότητα O_2 που έχει όγκο 112 L σε STP. Μετά το τέλος της ανίδρασης να βρείτε:

α. τη μάζα του νερού που παράχθηκε.

β. την ποσότητα αερίου που περίσσεψε.

Δίνονται: $A_{r(H)} = 1, A_{r(O)} = 16$.

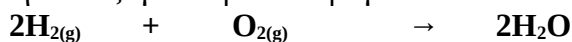
ΑΠΑΝΤΗΣΗ:

Υπολογίζουμε τα αρχικά mol του H_2 και του O_2 :

$$\text{Για το } O_2: n = \frac{V}{22,4} \rightarrow n = \frac{112}{22,4} \text{ mol} \rightarrow n = 5 \text{ mol } O_2$$

$$\text{Για το } H_2: n = \frac{m}{Mr} \rightarrow n = \frac{10}{2} \text{ mol} \rightarrow n = 5 \text{ mol } H_2.$$

Γράφουμε τη χημική εξίσωση του οξυγόνου με το υδρογόνο:



Από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης έχουμε:

Τα 2 mol H_2 αντιδρούν με 1 mol O_2 .

Τα 5 mol H_2 αντιδρούν με x mol O_2 .

$$\frac{2}{5} = \frac{1}{x} \rightarrow x = 2,5 \text{ mol } O_2$$

Επειδή η ποσότητα του O_2 στο δοχείο είναι 5 mol, το O_2 βρίσκεται σε περίσσεια και το H_2 αντιδρά πλήρως. Επομένως οι υπολογισμοί θα γίνουν με την ουσία που αντιδρά πλήρως δηλαδή το H_2 .

α. Για το H_2O :

ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΟ “ΜΕΘΟΔΙΚΟ”

Από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης έχουμε:

Από 2 mol H₂ σχηματίζονται 2 mol H₂O.
Από τα 5 mol H₂ σχηματίζονται y mol H₂O.

$$\frac{2}{5} = \frac{2}{y} \rightarrow y = 5 \text{ mol H}_2\text{O}$$

$$M_r(\text{H}_2\text{O}) = 18$$

$$n = \frac{m}{M_r} \rightarrow m = n \cdot M_r \rightarrow m = 5 \cdot 18 \text{ g} \rightarrow m = 90 \text{ g H}_2\text{O}$$

β. Για το O₂:

Επειδή τα 5 mol H₂ αντέδρασαν με 2,5 mol O₂ περίσσεψαν:

$$n = (5 - 2,5) \text{ mol} \rightarrow n = 2,5 \text{ mol O}_2$$

$$M_r(\text{O}_2) = 32$$

$$n = \frac{m}{M_r} \rightarrow m = n \cdot M_r \rightarrow m = 2,5 \cdot 32 \text{ g} \rightarrow m = 80 \text{ g O}_2 \text{ περίσσεψαν.}$$

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 5^ο : (Ασκήσεις με διαδοχικές αντιδράσεις)

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ: Στις ασκήσεις με διαδοχικές αντιδράσεις:

α. Υπολογίζουμε τον αριθμό των mol της ουσίας που μας δίνεται.

β. Γράφουμε τις διαδοχικές αντιδράσεις.

γ. Αν η ουσία που μας δίνεται ανήκει στην πρώτη αντίδραση αρχίζουμε από αυτήν τους υπολογισμούς μέχρι να φτάσουμε στα ζητούμενα.

δ. Αν η ουσία που μας δίνεται δεν ανήκει στην πρώτη αντίδραση, θέτουμε x στον αριθμό των mol του πρώτου αντιδρώντος και υπολογίζουμε σε συνάρτηση με τον x τις ποσότητες των ουσιών που μας ενδιαφέρουν. Το x υπολογίζεται εύκολα από την ποσότητα που μας δίνεται.

11,7 g NaCl αντιδρούν με περίσσεια διαλύματος H₂SO₄ σε κατάλληλες συνθήκες. Το αέριο που παράγεται διαβιβάζεται σε περίσσεια διαλύματος Na₂CO₃. Να βρείτε:

α. τον όγκο του αερίου που παράχθηκε στην πρώτη αντίδραση σε STP.

β. τον όγκο του αερίου που παράχθηκε στη δεύτερη αντίδραση σε STP.

Δίνονται: Ar(Na)=23, Ar(Cl)=35,5.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ:

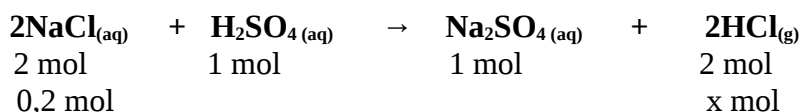
Βρίσκουμε τη σχετική μοριακή μάζα του NaCl:

$$M_r = 23 + 35,5 = 58,5$$

Βρίσκουμε τον αριθμό των mol του NaCl:

$$n = \frac{m}{M_r} \rightarrow n = \frac{11,7}{58,5} \text{ mol} \rightarrow n = 0,2 \text{ mol NaCl}$$

α. Πρώτη αντίδραση:

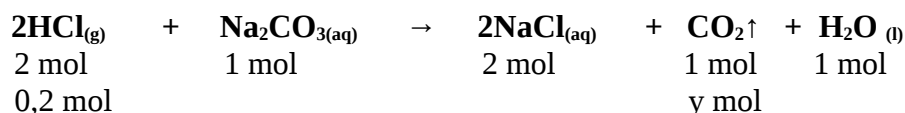


ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΟ “ΜΕΘΟΔΙΚΟ”

$$\frac{2}{0,2} = \frac{2}{x} \rightarrow 2 \cdot x = 2 \cdot 0,2 \rightarrow x = 0,2 \text{ mol HCl}$$

$$V = 0,2 \cdot 22,4 \text{ L} \rightarrow V = 4,48 \text{ L HCl}$$

β. Δεύτερη αντίδραση:



$$\frac{2}{0,2} = \frac{1}{y} \rightarrow 2 \cdot y = 0,2 \rightarrow y = 0,1 \text{ mol CO}_2$$

$$V = 0,1 \cdot 22,4 \text{ L} \rightarrow V = 2,24 \text{ L CO}_2$$

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 6^ο: (Ασκήσεις με διαδοχικές αντιδράσεις)

Ποσότητα Mg αντιδρά με περίσσεια διαλύματος HCl και δίνει αέριο Α. Το αέριο Α αντιδρά πλήρως με Cl₂ και δίνει αέριο Β. Το αέριο Β αντιδρά με περίσσεια διαλύματος AgNO₃ και σχηματίζονται 28,7 g λευκού ιζήματος. Να βρείτε:

α. τη μάζα της αρχικής ποσότητας του μαγνησίου.

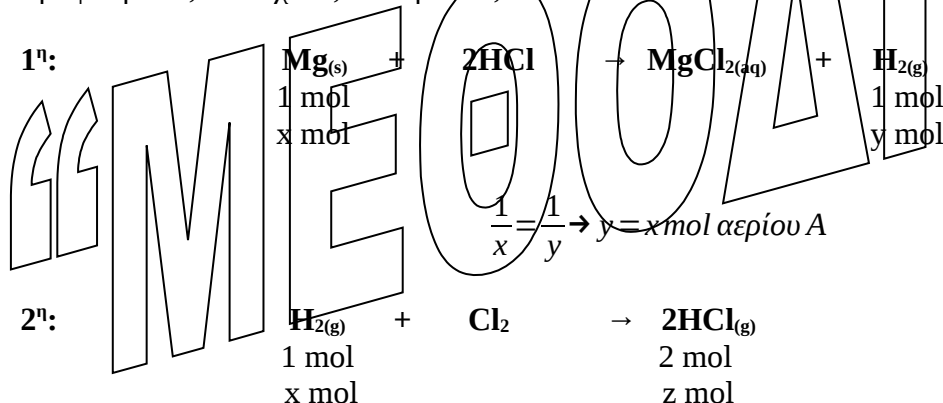
β. τον όγκο του αερίου Β σε STP.

Δίνονται: Ar(Mg) = 24, Ar(Cl) = 35,5, Ar(Ag) = 108.

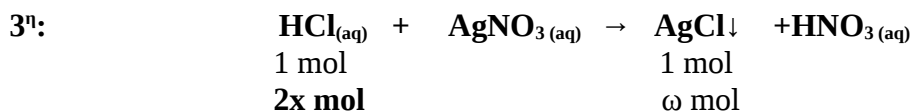
ΑΠΑΝΤΗΣΗ:

Έστω x ο αριθμός των mol του Mg.

Γράφουμε τις διαδοχικές αντιδράσεις:



$$\frac{1}{x} = \frac{2}{z} \rightarrow z = 2 \cdot x \text{ mol αερίου B(1)}$$



ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΟ “ΜΕΘΟΔΙΚΟ”

$$\frac{1}{2 \cdot x} = \frac{1}{\omega} \rightarrow \omega = 2 \cdot x \text{ mol ιζήματος}$$

$$Mr_{(AgCl)} = 108 + 35,5 = 143,5$$

$$\text{Άρα } n_{AgCl} = \frac{m}{Mr} \rightarrow n_{AgCl} = \frac{28,7}{143,5} \rightarrow n_{AgCl} = 0,2 \text{ mol AgCl}$$

$$\omega = 2 \cdot x = 0,2 \rightarrow x = 0,1 \text{ mol}$$

α. Μάζα Μαγνησίου:

$$m = 24 \cdot x \rightarrow m = 24 \cdot 0,1 \text{ g} \rightarrow m = 2,4 \text{ g Mg}$$

β. Από τη σχέση (1) έχουμε:

$$z = 2 \cdot x = 0,2 \text{ mol αερίου B}$$

$$V = 0,2 \cdot 22,4 \text{ L} \rightarrow V = 4,48 \text{ L αερίου B.}$$

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 7^ο: (Άσκηση με μίγμα χημικών ουσιών που αντιδρούν με άλλες ουσίες)

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ: Για να βρούμε τη σύσταση ενός μίγματος ουσιών θέτουμε ως αγνώστους x , τον αριθμό mol των συστατικών του.

Συνήθως η πρώτη εξίσωση με αγνώστους τα x , y καταστρώνεται από την ποσότητα του μίγματος. Η δεύτερη εξίσωση καταστρώνεται με βάση τις αντιδράσεις στις οποίες συμμετέχουν τα συστατικά του μίγματος.

Επιλύουμε το σύστημα των εξισώσεων και υπολογίζουμε τον αριθμό των mol των συστατικών του μίγματος και στη συνέχεια τις ζητούμενες ποσότητες.

10 g μίγματος Fe και FeS αντιδρούν πλήρως με την απαιτούμενη ποσότητα διαλύματος HCl συγκέντρωσης 0,5M. Μετά το πέρας και των δύο αντιδράσεων εκλύονται 3,36 L αερίου μίγματος σε STP. Να βρείτε:

α. τη μάζα κάθε συστατικού του μίγματος Fe και FeS.

β. τον όγκο του διαλύματος HCl.

Δίνονται: $Ar_{(Fe)} = 56$, $Ar_{(S)} = 32$.

Λύση:

Υπολογίζουμε τον αριθμό των mol του αερίου μίγματος:

$$n = \frac{3,36}{22,4} \rightarrow n = 0,15 \text{ mol αερίου}$$

Έστω x mol του Fe και y τα mol του FeS

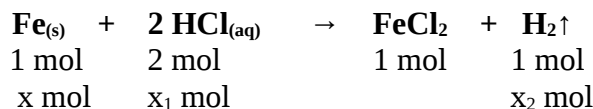
$$Mr_{(FeS)} = 56 + 32 = 88$$

$$\text{μάζα Fe: } m_{Fe} = 56 \cdot x, \text{ μάζα FeS: } m_{FeS} = 88 \cdot y \text{ άρα}$$

$$m_{Fe} + m_{FeS} = 10 \rightarrow 56 \cdot x + 88 \cdot y = 10 \quad (1)$$

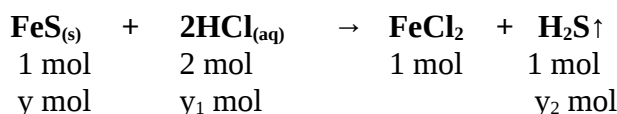
ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΟ “ΜΕΘΟΔΙΚΟ”

Γράφουμε τις αντιδράσεις των συστατικών του μίγματος με το HCl:



$$\frac{1}{x} = \frac{2}{x_1} \rightarrow x_1 = 2 \cdot x \text{ mol HCl} \quad (2)$$

$$\frac{1}{x} = \frac{2}{x_2} \rightarrow x_2 = x \text{ mol H}_2 \quad (3)$$



$$\frac{1}{y} = \frac{2}{y_1} \rightarrow y_1 = 2 \cdot y \text{ mol HCl} \quad (4)$$

$$\frac{1}{y} = \frac{1}{y_2} \rightarrow y_2 = y \text{ mol H}_2\text{S} \quad (5)$$

α. Το αέριο μίγμα H₂ και H₂S έχει n = 0,15 mol άρα x₂ + y₂ = 0,15
Από τις σχέσεις (3) και (5) έχουμε:

$$x + y = 0,15 \quad (6)$$

Από τις σχέσεις (1) και (6) έχουμε το σύστημα:

$$\begin{array}{l} 56x + 88y = 10 \\ x + y = 0,15 \end{array} \rightarrow \begin{array}{l} 56(0,15 - y) + 88y = 10 \\ x = 0,15 - y \end{array}$$

$$x = y = 0,15$$

$$x = 0,1 \text{ mol Fe} \rightarrow m_{\text{Fe}} = 0,1 \cdot 56 \rightarrow m_{\text{Fe}} = 5,6 \text{ g.}$$

$$y = 0,05 \text{ mol FeS} \rightarrow m_{\text{FeS}} = 0,05 \cdot 88 \rightarrow m_{\text{FeS}} = 4,4 \text{ g.}$$

β. Από τις σχέσεις (2) και (4) ο αριθμός των mol του HCl είναι:

$$n_{\text{HCl}} = 2x + 2y = 2(x+y) \rightarrow n_{\text{HCl}} = 0,3 \text{ mol}$$

$$C = \frac{n}{V} \rightarrow V = \frac{n}{C} \rightarrow V = \frac{0,3}{0,5} \text{ L} \rightarrow V = 0,6 \text{ L διαλύματος HCl}$$

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 8^ο (Ασκήσεις Αντιδράσεων Εξουδετέρωσης)

Πόσα g στερεού NaOH απαιτούνται για την πλήρη εξουδετέρωση 400 mL διαλύματος H₂SO₄ συγκέντρωσης 0,5 M;

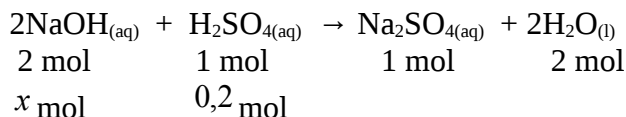
Λύση:

Βρίσκουμε τα mol του H₂SO₄ στο διάλυμα:

$$n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = C \cdot V \Rightarrow n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0,5 \cdot 0,4 = 0,2 \text{ mol}$$

Θα βρούμε τα mol του NaOH που απαιτούνται για την πλήρη εξουδετέρωση των 0,2 mol του H₂SO₄ από τη χημική εξίσωση της αντίδρασης που πραγματοποιείται μεταξύ τους:

ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΟ “ΜΕΘΟΔΙΚΟ”



$$\text{Έχουμε: } \frac{2}{x} = \frac{1}{0,2} \Rightarrow x = 0,4 \text{ mol NaOH}$$

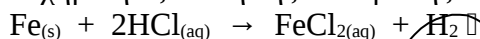
$$\text{Άρα: } m_{\text{NaOH}} = n_{\text{NaOH}} \cdot M_{r(\text{NaOH})} = 0,4 \cdot 40 = 16 \text{ g}$$

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 9^ο

Ποσότητα Fe διαλύεται πλήρως σε διάλυμα HCl συγκέντρωσης 0,5 M, οπότε ελευθερώνονται 3,36 L αερίου μετρημένα σε STP συνθήκες. Να υπολογίσετε τη μάζα του Fe που αντέδρασε και τον όγκο του διαλύματος HCl που καταναλώθηκε.

Λύση:

Η χημική εξίσωση της αντίδρασης που πραγματοποιείται είναι:

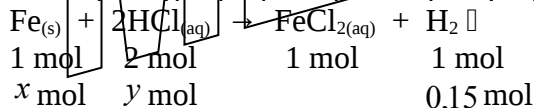


(Θυμηθείτε ότι στις αντιδράσεις απλής αντικατάστασης ο Fe εμφανίζεται στα προϊόντα με τον μικρότερο Α.Ο δηλαδή τον +2)

Από τον όγκο του αερίου H₂ που παράγεται σε συνθήκες STP υπολογίζουμε τον αριθμό των moles του:

$$n_{\text{H}_2} = \frac{V_{\text{STP}}}{22,4} = \frac{3,36}{22,4} \Rightarrow n_{\text{H}_2} = 0,15 \text{ mol}$$

Από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης προκύπτει ότι:



$$\text{Έχουμε: } \frac{1}{x} = \frac{1}{0,15} \Rightarrow x = 0,15 \text{ mol Fe} \text{ και } \frac{2}{y} = \frac{1}{0,15} \Rightarrow y = 0,3 \text{ mol HCl}$$

Συνεπώς:

$$\text{Η μάζα του Fe που αντέδρασε είναι: } m_{\text{Fe}} = n_{\text{Fe}} \cdot A_{r(\text{Fe})} = 0,15 \cdot 56 = 8,4 \text{ g}$$

Ο όγκος του διαλύματος HCl που καταναλώθηκε:

$$n_{\text{HCl}} = C \cdot V \Rightarrow V = \frac{n_{\text{HCl}}}{C} = \frac{0,3}{0,5} = 0,6 \text{ L}$$

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 10^ο

Για την πλήρη εξουδετέρωση 100 mL διαλύματος H₃PO₄ (Δ1) συγκέντρωσης 0,5 M απαιτούνται 200 mL διαλύματος NaOH (Δ2). Ποιά είναι η % w/v περιεκτικότητα του διαλύματος Δ2;

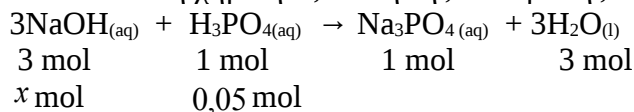
Λύση:

Βρίσκουμε τα mol του H₃PO₄ στο διάλυμα Δ1:

$$n_{\text{H}_3\text{PO}_4} = C_1 \cdot V_1 \Rightarrow n_{\text{H}_3\text{PO}_4} = 0,5 \cdot 0,1 = 0,05 \text{ mol}$$

ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΟ “ΜΕΘΟΔΙΚΟ”

Θα βρούμε τα mol του NaOH που απαιτούνται για την πλήρη εξουδετέρωση των 0,05 mol του H_3PO_4 από τη χημική εξίσωση της αντίδρασης που πραγματοποιείται μεταξύ τους:



$$\text{Έχουμε: } \frac{3}{x} = \frac{1}{0,05} \Rightarrow x = 0,15 \text{ mol NaOH}$$

$$\text{Άρα: } m_{\text{NaOH}} = n_{\text{NaOH}} \cdot M_{r(\text{NaOH})} = 0,15 \cdot 40 = 6 \text{ g}$$

Συνεπώς για το διάλυμα Δ2 ισχύει:

Στα 200 mL του διαλύματος Δ2 περιέχονται 6 g NaOH

Στα 100 mL του διαλύματος Δ2 περιέχονται y g NaOH

$$\text{Οπότε: } \frac{200}{100} = \frac{6}{y} \Rightarrow y = 3 \text{ g NaOH}$$

Επομένως το διάλυμα NaOH Δ2 έχει περιεκτικότητα 3 % w/v.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 11^ο

200 mL διαλύματος KOH (Δ1), περιεκτικότητας 2,8 % w/v, εξουδετερώνονται πλήρως από 50 mL διαλύματος H_2SO_4 (Δ2), οπότε προκύπτει διάλυμα Δ3. Να υπολογίσετε:

- την συγκέντρωση του διαλύματος Δ2
- τη μάζα του άλατος που παράγεται
- τη συγκέντρωση του άλατος στο διάλυμα Δ3

Λύση:

Βρίσκουμε τα mol του KOH στο διάλυμα Δ1:

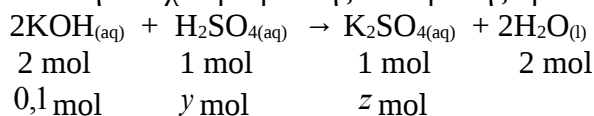
Στα 100 mL του διαλύματος Δ1 περιέχονται 2,8 g KOH

Στα 200 mL του διαλύματος Δ1 περιέχονται x g KOH

$$\text{Οπότε: } \frac{100}{200} = \frac{2,8}{x} \Rightarrow x = 5,6 \text{ g KOH}$$

$$\text{Ισχύει: } n_{\text{KOH}} = \frac{m}{M_r} = \frac{5,6}{56} \Rightarrow n_{\text{KOH}} = 0,1 \text{ mol KOH}$$

Από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης προκύπτει ότι:



$$\text{Έχουμε: } \frac{2}{0,1} = \frac{1}{y} \Rightarrow y = 0,05 \text{ mol H}_2\text{SO}_4 \text{ και } \frac{2}{0,1} = \frac{1}{z} \Rightarrow z = 0,05 \text{ mol K}_2\text{SO}_4$$

A) Οπότε για τη συγκέντρωση του διαλύματος Δ2 ισχύει:

$$n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = C_2 \cdot V_2 \Rightarrow C_2 = \frac{n_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{V_2} = \frac{0,05}{0,05} = 1 \text{ M}$$

B) Για τη μάζα του άλατος K_2SO_4 έχουμε:

$$m_{\text{K}_2\text{SO}_4} = n_{\text{K}_2\text{SO}_4} \cdot M_{r(\text{K}_2\text{SO}_4)} = 0,05 \cdot 174 = 8,7 \text{ g}$$

ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΟ “ΜΕΘΟΔΙΚΟ”

Γ) Το διάλυμα Δ3 που προκύπτει έχει όγκο: $V_3 = V_1 + V_2 = 200 + 50 = 250\text{mL} = 0,25\text{L}$

Για τη συγκέντρωση του άλατος K_2SO_4 στο διάλυμα Δ3 ισχύει:

$$C_3 = \frac{n_{\text{K}_2\text{SO}_4}}{V_3} = \frac{0,05}{0,25} = 0,2\text{M}$$

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 12^ο

Διαθέτουμε διάλυμα NaOH (Δ1) περιεκτικότητας 0,8 % w/v και διάλυμα H_3PO_4 (Δ2) συγκέντρωσης 0,1 M.

A) Με ποιά αναλογία όγκων πρέπει να αναμιξούμε τα διαλύματα Δ1 και Δ2 ώστε να πραγματοποιηθεί πλήρης εξουδετέρωση;

B) Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση του άλατος στο διάλυμα Δ3 που προκύπτει από την ανάμιξη των διαλυμάτων Δ1 και Δ2

Λύση:

Έστω V_1 σε L ο όγκος του διαλύματος Δ1 και V_2 σε L ο όγκος του διαλύματος Δ2.

Για τα mol του NaOH στο διάλυμα Δ1 ισχύει:

Στα 100 mL του διαλύματος Δ1 περιέχονται 0,8 g NaOH

Στα 0,1 L του διαλύματος Δ1 περιέχονται 0,8 g NaOH

Στα V_1 L του διαλύματος Δ1 περιέχονται x g NaOH

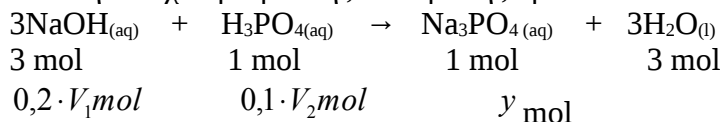
$$\text{Οπότε: } \frac{0,1}{V_1} = \frac{0,8}{x} \Rightarrow x = 8 \cdot V_1 \text{ g NaOH}$$

$$\text{Ισχύει: } n_{\text{NaOH}} = \frac{m}{M_r} = \frac{8 \cdot V_1}{40} = 0,2 \cdot V_1 \text{ mol NaOH}$$

Για τα mol του H_3PO_4 στο διάλυμα Δ2 ισχύει:

$$n_{\text{H}_3\text{PO}_4} = C_2 \cdot V_2 \Rightarrow n_{\text{H}_3\text{PO}_4} = 0,1 \cdot V_2 \text{ mol}$$

Από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης προκύπτει ότι:



$$\text{A) Έχουμε: } \frac{3}{0,2 \cdot V_1} = \frac{1}{0,1 \cdot V_2} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{0,3}{0,2} = \frac{3}{2} \quad (1)$$

$$\text{B) Επίσης για τα mol του } \text{Na}_3\text{PO}_4 \text{ έχουμε: } \frac{1}{0,1 \cdot V_2} = \frac{1}{y} \Rightarrow y = 0,1 \cdot V_2 \text{ mol} \quad (2)$$

$$\text{Για τον όγκο του διαλύματος } \Delta 3 \text{ ισχύει: } V_3 = V_1 + V_2 \quad (3)$$

$$\text{Όμως από τη σχέση (1): } V_1 = \frac{3}{2} \cdot V_2 \quad (4)$$

$$\text{Οπότε η σχέση (3) από τη σχέση (4) δίνει: } V_3 = \frac{3}{2} \cdot V_2 + V_2 = \frac{5}{2} \cdot V_2 = 2,5 \cdot V_2$$

Για τη συγκέντρωση του άλατος Na_3PO_4 στο διάλυμα Δ3 ισχύει:

ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΟ “ΜΕΘΟΔΙΚΟ”

$$C_3 = \frac{n_{\text{Na}_3\text{PO}_4}}{V_3} = \frac{0,1 \cdot V_2}{2,5 \cdot V_2} = 0,04M$$

ΑΣΚΗΣΕΙΣ:

- 56 g αζώτου αντιδρούν πλήρως με υδρογόνο. Να βρείτε:
 - τη μάζα του υδρογόνου που αντέδρασε.
 - τον όγκο της αμμωνίας που σχηματίστηκε σε STP.
- 21,2 g Na_2CO_3 αντιδρούν με περίσσεια υδατικού διαλύματος HCl 0,5 M. Να βρείτε:
 - τη μάζα του άλατος που σχηματίστηκε
 - τον όγκο του αερίου που σχηματίστηκε σε STP
 - τον όγκο του διαλύματος του HCl που αντέδρασε.
- Να βρείτε τη μάζα του NaOH που απαιτείται για να αντιδράσει με:
 - 9,8 g H_2SO_4
 - 2 L υδατικού διαλύματος H_3PO_4 0,2 M
 - 33,6 L αερίου HCl σε STP.
- Δείγμα NaCl μάζας 14,625 g αντιδρά πλήρως με υδατικό διάλυμα H_2SO_4 0,5 M. Αν η καθαρότητα του δείγματος είναι 80% να βρείτε:
 - τη μάζα του άλατος που σχηματίστηκε
 - τον όγκο του αερίου που εκλύεται σε STP
 - τον όγκο διαλύματος H_2SO_4 .
- Σε δοχείο αναμιγνύουμε άζωτο με υδρογόνο οπότε σχηματίζεται αμμωνία. Να βρείτε τα moles της αμμωνίας που παράγονται αν αναμίξουμε:
 - 2 mol N_2 με 6 mol H_2
 - 2 mol N_2 με 5 mol H_2
 - 2 mol N_2 με 7 mol H_2
 - 112 g N_2 με 21 g H_2
 - 67,2 L N_2 σε STP με 224 L H_2 σε STP.
- Αναμιγνύουμε 300 mL υδατικού διαλύματος NaOH 2 M με 200 mL υδατικού διαλύματος H_2SO_4 1 M. Να βρείτε:
 - τη μάζα του άλατος που παράχθηκε
 - τη συγκέντρωση των ουσιών του διαλύματος μετά την αντίδραση.
- 4,6 g Na αντιδρούν πλήρως με αραιό διάλυμα H_2SO_4 . Το αέριο A που ελευθερώνεται αντιδρά πλήρως με Cl_2 και σχηματίζεται αέριο B. Να βρείτε:
 - το χημικό τύπο των αερίων A και B.
 - τον όγκο του αερίου B σε STP.
- Ορισμένη ποσότητα Na_2CO_3 αντιδρά με περίσσεια υδατικού διαλύματος HBr οπότε παράγεται το αέριο A το οποίο διαβιβάζεται σε 50 mL διαλύματος $\text{Ca}(\text{OH})_2$ με το οποίο

ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΟ “ΜΕΘΟΔΙΚΟ”

αντιδρά πλήρως. Αν σχηματίστηκαν 10g ιζήματος, να βρείτε:

α. την περιεκτικότητα % w/v του διαλύματος $\text{Ca}(\text{OH})_2$

β. τη μάζα του Na_2CO_3 .

9. 13,6 g μίγματος KOH και NaOH αντιδρούν πλήρως με 150 mL υδατικού διαλύματος H_2SO_4 περιεκτικότητας 9,8 % w/v. Να βρείτε τη σύσταση του μίγματος.

10. Ισομοριακό μίγμα Na και Ca διαλύεται σε νερό και ελευθερώνεται αέριο 18 L αερίου σε πίεση 0,41 atm και θερμοκρασία 27° C. Να βρείτε τη μάζα κάθε συστατικού του μίγματος.

11. 19,15 g μίγματος NaCl και KCl αντιδρούν πλήρως με 200 mL διαλύματος AgNO_3 1,5 M.

Να βρείτε:

α. τη σύσταση του μίγματος

β. τη μάζα του ιζήματος που σχηματίστηκε.

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες των στοιχείων:

Ar: H = 1

O = 16

N = 14

Na = 23

C = 12

Cl = 35,5

S = 32

Ca = 40

K = 39

και η παγκόσμια σταθερά των αερίων $R = 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$.

“ΜΕΘΟΔΙΚΟ”