

3

ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

3.1 Χημικές αντιδράσεις
Συμβολισμός - Μερικά εί-
δη χημικών αντιδράσεων.
Ερωτήσεις - Προβλήματα



ΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

Στο τέλος αυτής της διδακτικής ενότητας θα πρέπει να μπορείς:

- Να συμβολίζεις ένα χημικό φαινόμενο (χημική αντίδραση) με μια χημική εξίσωση και να ισοσταθμίζεις αυτή.
- Να ταξινομείς τις χημικές αντιδράσεις σε κατηγορίες και να αναγνωρίζεις από ένα σύνολο αντιδράσεων σε ποια κατηγορία ανήκει η καθεμιά.
- Να αναλύεις το ρόλο της ταχύτητας και της απόδοσης μιας χημικής αντίδρασης.

3 ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ

3.1 Χημικές αντιδράσεις

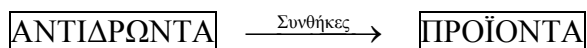
Χημικά φαινόμενα (αντιδράσεις) ονομάζονται οι μεταβολές κατά τις οποίες από ορισμένες αρχικές ουσίες (αντιδρώντα) δημιουργούνται νέες (προϊόντα) με διαφορετικές ιδιότητες.

Χημικές αντιδράσεις γίνονται συνεχώς στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον με ή χωρίς την παρέμβαση του ανθρώπου. Στον άνθρωπο, που είναι ένα τεράστιο χημικό εργαστήριο με τρισεκατομμύρια κύτταρα, γίνονται αδιάκοπα χημικές αντιδράσεις με συνεχή αλληλεξάρτηση, που έχουν σαν αποτέλεσμα την ισορροπία του οργανισμού. Στα φυτά, από την αντίδραση διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) με νερό (H_2O), δημιουργείται η γλυκόζη ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) και με τη βοήθεια της ηλιακής ενέργειας. Αυτή είναι η αντίδραση της φωτοσύνθεσης, που επιτελείται στους χλωροπλάστες και αποτελεί τη βασική αναβολική λειτουργία των αυτότροφων οργανισμών.

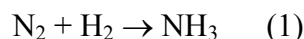
Ωστόσο, χημικές αντιδράσεις γίνονται και στο μήλο που σαπίζει, στην μπανάνα που μαυρίζει, στο γάλα που ξινίζει, στο κρασί που γίνεται ξίδι. Χημικές αντιδράσεις γίνονται στα μάρμαρα που μετατρέπονται σε γύψο, κατά τη δημιουργία της τρύπας του όζοντος κλπ.

Πως συμβολίζονται οι χημικές αντιδράσεις

Κάθε **χημική αντίδραση** συμβολίζεται με μία **χημική εξίσωση**. Στη χημική αυτή εξίσωση διακρίνουμε δύο μέλη, που συνδέονται μεταξύ τους με ένα βέλος ($\rightarrow$). Στο πρώτο μέλος γράφουμε τα σώματα που έχουμε αρχικά, πριν ξεκινήσει η αντίδραση, που ονομάζονται **αντιδρώντα**, ενώ στο δεύτερο μέλος γράφουμε τα σώματα που σχηματίζονται κατά την αντίδραση και ονομάζονται **προϊόντα**.



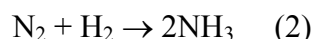
Ας εξετάσουμε τώρα μία απλή χημική αντίδραση π.χ. την αντίδραση του αζώτου με το υδρογόνο προς σχηματισμό αμμωνίας. Το χημικό αυτό φαινόμενο περιγράφεται με την παρακάτω χημική εξίσωση:



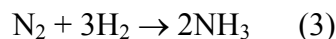
Στο πρώτο μέλος γράφουμε τα μόρια των *αντιδρώντων*, δηλαδή, το άζωτο και το υδρογόνο, ενώ στο δεύτερο μέλος της εξίσωσης γράφουμε τα *προϊόντα* της αντίδρασης, δηλαδή την αμμωνία.

Ωστόσο, η χημική εξίσωση (1) δεν είναι ακόμα σωστά γραμμένη, καθώς ο αριθμός των ατόμων κάθε στοιχείου θα πρέπει να είναι ίδιος στα αντιδρώντα και προϊόντα, αφού τα άτομα ούτε φθείρονται, ούτε δημιουργούνται κατά τη διάρκεια μιας χημικής αντίδρασης. Θα πρέπει, λοιπόν να γίνει ισοστάθμιση μάζας. Έτσι, βάζουμε κατάλληλους *συντελεστές* στα δύο μέλη της εξίσωσης, ώστε να ικανοποιηθεί η παραπάνω απαίτηση.

Στο παράδειγμα της σύνθεσης της αμμωνίας, βάζουμε συντελεστή δύο μπροστά από την αμμωνία, ώστε να ισοσταθμίσουμε τα άτομα αζώτου, οπότε η χημική εξίσωση γράφεται:



Επίσης βάζουμε συντελεστή τρία μπροστά από το μόριο του υδρογόνου, ώστε να ισοσταθμίσουμε στα δύο μέλη της χημικής εξίσωσης (αντιδρώντα και προϊόντα) τον αριθμό ατόμων υδρογόνου. Έτσι, η χημική εξίσωση παίρνει τη μορφή:

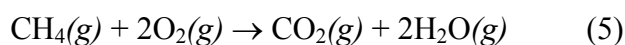
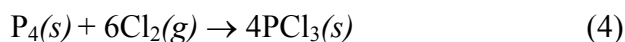


Η (3) είναι τώρα σωστά γραμμένη χημική εξίσωση, καθώς έχει γίνει ισοστάθμιση των ατόμων στα δύο μέλη της εξίσωσης. Επιπλέον πολλές φορές αναγράφεται και η φυσική κατάσταση των αντιδρώντων και προϊόντων, όπως θα δούμε παρακάτω.

Συμπερασματικά, λοιπόν, μία χημική εξίσωση περιλαμβάνει:

- *τα αντιδρώντα και τα προϊόντα*
- *τους κατάλληλους συντελεστές, ώστε τα άτομα κάθε στοιχείου να είναι ισάριθμα στα δύο μέλη της χημικής εξίσωσης.*

Παρακάτω δίνονται χαρακτηριστικά παραδείγματα χημικών εξισώσεων στις οποίες αναγράφεται και η φυσική κατάσταση των αντιδρώντων και προϊόντων.



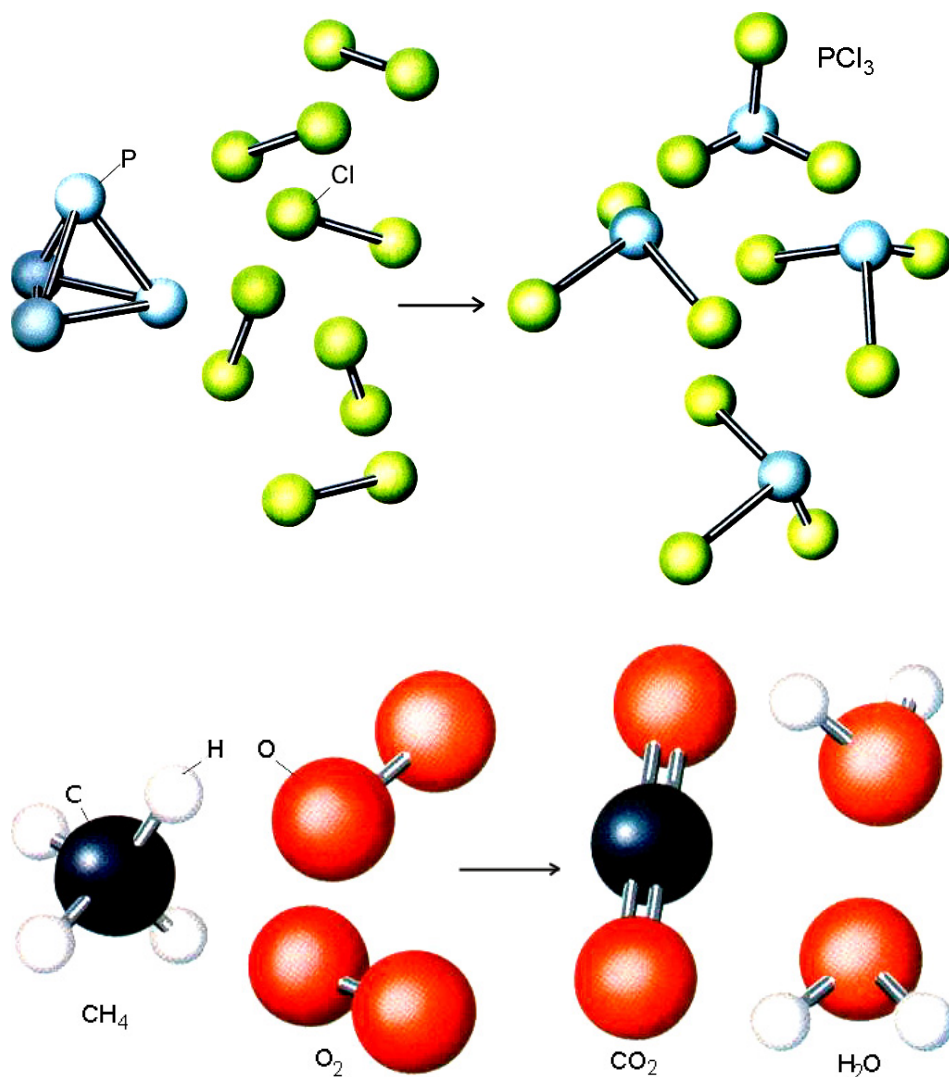
Οι παραπάνω χημικές εξισώσεις μπορούν να παρασταθούν και με προσομοιώματα μορίων (μοριακά μοντέλα), όπως φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί.



Antoine Lavoisier (1743-1794). Αν κανείς ήθελε να οριοθετήσει την εποχή που αρχίζει η ανάπτυξη της χημείας ως επιστήμη θα ξεκινούσε από την Γάλλο χημικό Lavoisier. Μια λαμπρή προσωπικότητα, προικισμένη με πολλές αρετές. Το ερευνητικό του έργο ήταν πολύ πλούσιο. Μεταξύ των άλλων περιλαμβάνεται ο νόμος διατήρησης της μάζας:

«Σε κάθε χημική αντίδραση η μάζα των αντιδρώντων είναι ίση με τη μάζα των προϊόντων.»

Το βιβλίο του «Στοιχειώδες Σύγγραμμα της Χημείας» αποτέλεσε τη βάση για τη θεμελίωση και διάδοση της χημικής επιστήμης. Παράλληλα με τις επιστημονικές του δραστηριότητες, είχε αναπτύξει και επιχειρηματική δράση, έχοντας μια φοροεισπρακτική εταιρεία. Η εταιρεία αυτή του εξασφάλιζε μεγάλα κέρδη, ώστε να αυτοχρηματοδοτεί τις έρευνες του. Όμως, αυτή του στοίχισε το κεφάλι. Κατά τη διάρκεια της Γαλλικής επανάστασης κατηγορήθηκε για οικονομικά εγκλήματα και κατατομήθηκε. «Χάθηκε σ' ένα λεπτό ένα κεφάλι που ούτε κάθε εκατό χρόνια δε γεννιέται»



- Σύμβολα:
(s) → στερεό
(l) → υγρό
(g) → αέριο
(aq) → υδατικό διάλυμα

ΣΧΗΜΑ 3.1 Εικονική παρουσίαση των αντιδράσεων σε μορφή μοριακών μοντέλων :
α. $P_4(s) + 6Cl_2(g) \rightarrow 4PCl_3(s)$ (πάνω) β. $CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$ (κάτω).

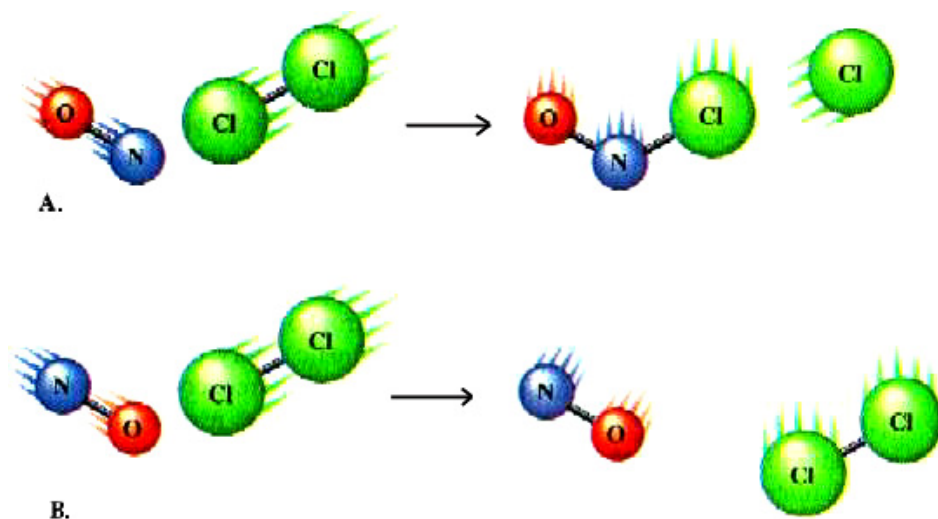
Χαρακτηριστικά των χημικών αντιδράσεων

α. Πότε πραγματοποιείται μία χημική αντίδραση;

Για να πραγματοποιηθεί μία χημική αντίδραση θα πρέπει, σύμφωνα με τη **θεωρία των συγκρούσεων**, τα μόρια (ή γενικότερα οι δομικές μονάδες της ύλης) των αντιδρώντων να συγκρουστούν και μάλιστα να **συγκρουστούν κατάλληλα**. Με τον όρο «να συγκρουστούν κατάλληλα» εννοούμε ότι πρέπει να έχουν την κατάλληλη ταχύτητα και ένα ορισμένο προσανατολισμό. Αποτέλεσμα αυτής της σύγκρουσης είναι ότι «σπάνε» οι αρχικοί δεσμοί (των αντιδρώντων) και δημιουργούνται νέοι (των προϊόντων). Έχει εκτιμηθεί ότι μόνο ένα πολύ μικρό ποσοστό των συγκρούσεων των αντιδρώντων είναι **αποτελεσματικές**.

- Αποτελεσματικές είναι οι συγκρούσεις που οδηγούν στην αντίδραση.

- Σε βαθύτερο επίπεδο την απάντηση στο ερώτημα πότε πραγματοποιείται μια χημική αντίδραση δίνει η Χημική Θερμοδυναμική (βλέπε σχολικό βιβλίο Γ' Λυκείου).



ΣΧΗΜΑ 3.2 Για να γίνει η αντίδραση $\text{NO} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{NOCl} + \text{Cl}$ θα πρέπει τα αντιδρώντα μόρια να έχουν το σωστό προσανατολισμό και την κατάλληλη ταχύτητα (ενέργεια).

A: αποτελεσματική σύγκρουση B: μη αποτελεσματική σύγκρουση.

β. Πόσο γρήγορα γίνεται μία χημική αντίδραση; (Ταχύτητα της αντίδρασης)

Εύκολα γίνεται αντιληπτό ότι η ταχύτητα με την οποία τα διάφορα χημικά φαινόμενα εξελίσσονται ποικίλλει. Έτσι, π.χ. ο Fe σκουριάζει (διάβρωση) πολύ αργά, ενώ η έκρηξη της πυρίτιδας ή η καύση του Mg με το O_2 γίνονται ακαριαία. Επίσης, η αντίδραση $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ στη συνήθη θερμοκρασία προχωρεί τόσο αργά, ώστε πρακτικά δε γίνεται. Αν όμως τη «βοηθήσουμε» με ένα σπινθήρα, τότε γίνεται έκρηξη, δηλαδή η αντίδραση γίνεται με πολύ μεγάλη ταχύτητα.

Προφανώς ο ρυθμός των ενεργών συγκρούσεων καθορίζει την ταχύτητα μιας αντίδρασης.

➤ **Ταχύτητα μιας αντίδρασης ορίζεται η μεταβολή της συγκέντρωσης ενός από τα αντιδρώντα ή τα προϊόντα, στη μονάδα του χρόνου.**

Η ταχύτητα μιας αντίδρασης μπορεί να αυξηθεί :

1. Με αύξηση της **ποσότητας (συγκέντρωσης)** των αντιδρώντων.
2. Με αύξηση της **θερμοκρασίας**.
3. Με την παρουσία **καταλυτών**. Ο καταλύτης αυξάνει την ταχύτητα της αντίδρασης, χωρίς να καταναλώνεται. Οι αντιδράσεις στους ζωντανούς οργανισμούς καταλύονται από τα **ένζυμα ή βιοκαταλύτες**.
4. Με την αύξηση της **επιφάνειας επαφής των στερεών σωμάτων** που μετέχουν στην αντίδραση. Π.χ. ο άνθρακας σε μεγάλα κομμάτια καίγεται αργά, ενώ σε μορφή σκόνης σχεδόν ακαριαία.

- Η συγκέντρωση εκφράζει το πλήθος των μορίων ανά μονάδα όγκου (στο επόμενο κεφάλαιο θα μιλήσουμε αναλυτικά για τη συγκέντρωση).

- Όταν έχουμε πυρετός (υψηλή θερμοκρασία), όλες οι αντιδράσεις του οργανισμού επιταχύνονται.

- Η ζάχαρη στον αέρα καίγεται σε $\theta > 600^\circ\text{C}$, ενώ στον οργανισμό μας «καίγεται» στους 37°C . Γιατί;

γ. Ενεργειακές μεταβολές που συνοδεύουν τη χημική αντίδραση

Είναι πια γνωστό ότι στις χημικές μεταβολές (αντιδράσεις) τα άτομα διατηρούνται, ενώ ανακατανέμονται. Δηλαδή, οι αρχικοί δεσμοί «σπάζουν» και δημιουργούνται καινούργιοι σχηματίζοντας έτσι τα προϊόντα της αντίδρασης. Π.χ. στην αντίδραση $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl}$, «σπάζουν» οι δεσμοί H-H και Cl-Cl και δημιουργείται ο δεσμός H-Cl.

Γενικά, για να «σπάσει» ένας δεσμός, χρειάζεται ενέργεια, ενώ όταν δημιουργείται εκλύεται. Αυτό το «πάρε – δώσε» ενέργειας κρίνει τελικά κατά πόσο η αντίδραση συνολικά ελευθερώνει ή απορροφά ενέργεια σε μορφή θερμότητας.

- *Εξώθερμη ονομάζεται μία χημική αντίδραση που ελευθερώνει θερμότητα στο περιβάλλον.*
- *Ενδόθερμη είναι η αντίδραση που απορροφά θερμότητα από το περιβάλλον.*

• Εκλύεται: ελευθερώνεται

• Εξώθερμη:
 $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 394\text{kJ}$

• Ενδόθερμη:
 $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2 - 178\text{kJ}$

δ. Πόσο αποτελεσματική είναι μία αντίδραση;

(Απόδοση αντίδρασης)

Πολλές χημικές αντιδράσεις δεν είναι πλήρεις, δηλαδή μέρος μόνο των αντιδρώντων μετατρέπονται σε προϊόντα (αμφίδρομες αντιδράσεις).

- *Η απόδοση μιας αντίδρασης καθορίζει τη σχέση μεταξύ της ποσότητας ενός προϊόντος που παίρνουμε πρακτικά και της ποσότητας που θα παίρναμε θεωρητικά, αν η αντίδραση ήταν πλήρης (μονόδρομη).*

Όπως θα δούμε αναλυτικά στο βιβλίο της Β' Λυκείου κατεύθυνσης, μπορούμε να αυξήσουμε την απόδοση μιας αντίδρασης μεταβάλλοντας:

1. την ποσότητα (συγκέντρωση) των αντιδρώντων ή των προϊόντων
2. τη θερμοκρασία
3. την πίεση, εφ' όσον στην αντίδραση μετέχουν αέρια.

Μερικά είδη χημικών αντιδράσεων

Οι χημικές αντιδράσεις μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες, τις οξειδοαναγωγικές και τις μεταθετικές.

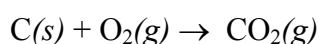
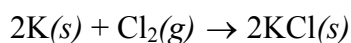
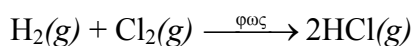
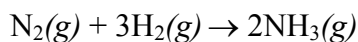
A. ΟΞΕΙΔΟΑΝΑΓΩΓΙΚΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ

Στις αντιδράσεις αυτές ο αριθμός οξείδωσης ορισμένων από τα στοιχεία που συμμετέχουν μεταβάλλεται. Τέτοιες αντιδράσεις απλής μορφής είναι οι συνθέσεις, οι αποσυνθέσεις, οι διασπάσεις, οι αντιδράσεις απλής αντικατάστασης. Υπάρχουν, βέβαια, και αντιδράσεις οξειδοαναγωγής πο-

λύπλοκης μορφής, οι οποίες όμως δε θα μας απασχολήσουν στο κεφάλαιο αυτό.

1. Αντιδράσεις σύνθεσης

Κατά τις αντιδράσεις αυτές αντιδρούν δύο ή περισσότερα στοιχεία για να σχηματίσουν μία χημική ένωση. Ας δούμε μερικά παραδείγματα.



Εφαρμογή

Να γραφούν οι χημικές εξισώσεις των επόμενων αντιδράσεων: α) αργίλιο και θείο δίνουν θειούχο αργίλιο, β) αργίλιο και οξυγόνο δίνουν οξείδιο του αργιλίου, γ) σίδηρος και χλώριο δίνουν χλωριούχο σίδηρο (III), δ) κασσίτερος και οξυγόνο δίνουν οξείδιο του κασσίτερου (II).

2. Αντιδράσεις αποσύνθεσης και διάσπασης

Κατά τις αντιδράσεις αυτές μία χημική ένωση διασπάται στα στοιχεία της (αποσύνθεση) ή σε δύο ή περισσότερες απλούστερες χημικές ουσίες (διάσπαση). Ας δούμε μερικά παραδείγματα.

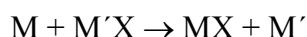


Εφαρμογή

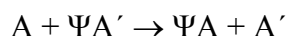
Να γραφούν οι χημικές εξισώσεις των επόμενων αντιδράσεων: α. οξείδιο του χαλκού (II) διασπάται σε χαλκό και οξυγόνο, β. βρωμιούχος άργυρος διασπάται σε άργυρο και βρώμιο.

3. Αντιδράσεις απλής αντικατάστασης

Κατά τις αντιδράσεις αυτές ένα στοιχείο που βρίσκεται σε ελεύθερη κατάσταση αντικαθιστά ένα άλλο στοιχείο που βρίσκεται σε μία ένωσή του. Έτσι, ένα μέταλλο Μ αντικαθιστά ένα άλλο μέταλλο Μ' ή το υδρογόνο, σύμφωνα με το γενικό σχήμα:



ή ένα αμέταλλο Α αντικαθιστά ένα άλλο αμέταλλο Α', σύμφωνα με το γενικό σχήμα:



• Το Μ **δραστικότερο** του Μ' σημαίνει ότι το Μ δημιουργεί πιο «εύκολα» χημική ένωση με το Χ απ' ό,τι το Μ'.

Απαραίτητη προϋπόθεση για να γίνει η αντίδραση απλής αντικατάστασης είναι το Μ να είναι δραστικότερο του Μ' και το Α δραστικότερο του Α'.

Παρακάτω δίνεται η σειρά δραστικότητας των κυριότερων μετάλλων και αμετάλλων.

ΣΕΙΡΑ ΔΡΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΟΡΙΣΜΕΝΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ ΚΑΙ ΑΜΕΤΑΛΛΩΝ

ΜΕΤΑΛΛΑ:

K, Ba, Ca, Na, Mg, Al, Mn, Zn, Fe, Ni, Sn, Pb, H, Cu, Hg, Ag, Pt, Au

Αύξηση δραστικότητας

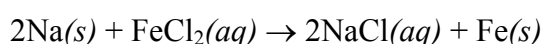
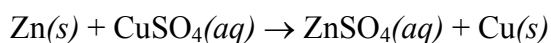


ΑΜΕΤΑΛΛΑ:

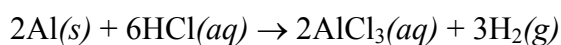
F₂, Cl₂, Br₂, O₂, I₂, S

Ας δούμε τώρα μερικά παραδείγματα

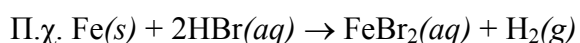
α) Μέταλλο + άλας → άλας + μέταλλο



β) Μέταλλο + οξύ → άλας + H₂



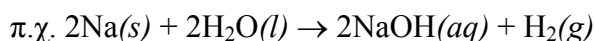
Να παρατηρήσουμε ότι στις αντιδράσεις αυτές το μέταλλο εμφανίζεται στα προϊόντα με το μικρότερο αριθμό οξείδωσης. Εξαιρείται ο χαλκός που δίνει ενώσεις του Cu²⁺.



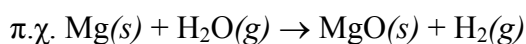
Επίσης, τα πυκνά διαλύματα θειικού οξέος κατά τις αντιδράσεις τους με μέταλλα δίνουν πολύπλοκες οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις (και όχι αντιδράσεις απλής αντικατάστασης). Το ίδιο ισχύει και για τα διαλύματα πυκνού και αραιού νιτρικού οξέος.

γ) Μέταλλο + νερό → + H₂

Τα πιο δραστικά μέταλλα K, Ba, Ca, Na αντιδρούν με το νερό και δίνουν την αντίστοιχη βάση (υδροξείδιο του μετάλλου) και H₂.



Τα υπόλοιπα πιο δραστικά από το υδρογόνο μέταλλα αντιδρούν με υδρατμούς σε υψηλή θερμοκρασία και δίνουν οξείδιο του μετάλλου και υδρογόνο,



Η αντίδραση του νερού με Na (πάνω) και K (κάτω) γίνεται πολύ βίαια, το δε H₂ που ελευθερώνεται αυταναφλέγεται.

Εφαρμογή

Να γραφούν οι χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων (εφόσον αυτές γίνονται):

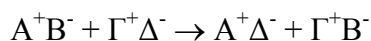
1. ψευδάργυρος + υδροβρώμιο $\rightarrow \dots$, 2. ιώδιο + φθοριούχο νάτριο $\rightarrow \dots$,
3. νάτριο + χλωριούχο αργίλιο $\rightarrow \dots$, 4. χαλκός + νιτρικός άργυρος $\rightarrow \dots$,
5. άργυρος + υδροχλώριο $\rightarrow \dots$, 6. κάλιο + φωσφορικό οξύ $\rightarrow \dots$,
7. βάριο + νερό $\rightarrow \dots$, 8. ψευδάργυρος + νερό $\rightarrow \dots$

B. ΜΕΤΑΘΕΤΙΚΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ

Στις αντιδράσεις αυτές οι αριθμοί οξείδωσης όλων των στοιχείων που μετέχουν στην αντίδραση παραμένουν σταθεροί. Τέτοιες αντιδράσεις είναι οι αντιδράσεις διπλής αντικατάστασης και η εξουδετέρωση.

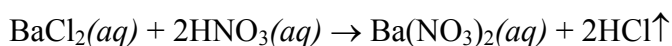
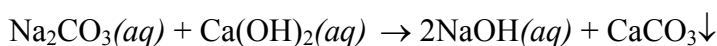
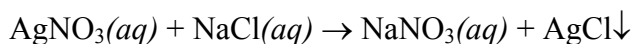
1. Αντιδράσεις διπλής αντικατάστασης

Αντιδράσεις διπλής αντικατάστασης ονομάζονται οι αντιδράσεις μεταξύ δύο ηλεκτρολυτών σε υδατικά διαλύματα, κατά τις οποίες οι ηλεκτρολύτες ανταλλάσσουν ιόντα, σύμφωνα με το σχήμα:



Σ' αυτό το είδος αντιδράσεων ανήκουν και οι αντιδράσεις μεταξύ οξέων και βάσεων (εξουδετερώσεις), οι οποίες εξετάζονται χωριστά στην αμέσως επόμενη ενότητα.

Ας δούμε, όμως, μερικά παραδείγματα.



Εδώ πρέπει να υπογραμμίσουμε ότι μία αντίδραση διπλής αντικατάστασης γίνεται μόνο εφόσον ένα από τα προϊόντα της αντίδρασης:

1. «πέφτει» ως ίζημα (καταβύθιση).
2. εκφεύγει ως αέριο από το αντιδρών σύστημα
3. είναι ελάχιστα ιοντιζόμενη ένωση, δηλαδή διίσταται σε πολύ μικρό ποσοστό.

Η τελευταία περίπτωση θίγεται σχεδόν αποκλειστικά στην εξουδετέρωση, όπου σχηματίζεται η ελάχιστη ιοντιζόμενη ένωση νερό.

Για τις άλλες περιπτώσεις θα πρέπει να μάθουμε να αναγνωρίζουμε ποια είναι τα ιζήματα και τα αέρια. Αυτά δίνονται σε μορφή πίνακα παρακάτω.

- Ηλεκτρολύτες είναι τα οξέα, οι βάσεις και τα άλατα

- Σύμβολα:
↓ : ίζημα, δηλαδή δυσδιάλυτη ουσία
↑ : αέρια ουσία

- Αν το αέριο προϊόν είναι ευδιάλυτο, τότε θερμαίνουμε για να απομακρυνθεί από το διάλυμα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1: Κυριότερα αέρια και ιζήματα

ΑΕΡΙΑ: HF, HCl, HBr, HI, H₂S, HCN, SO₂, CO₂, NH₃

ΙΖΗΜΑΤΑ: AgCl, AgBr, AgI, BaSO₄, CaSO₄, PbSO₄

Όλα τα ανθρακικά άλατα εκτός από K₂CO₃, Na₂CO₃, (NH₄)₂CO₃.

Όλα τα θειούχα άλατα εκτός από K₂S, Na₂S, (NH₄)₂S.

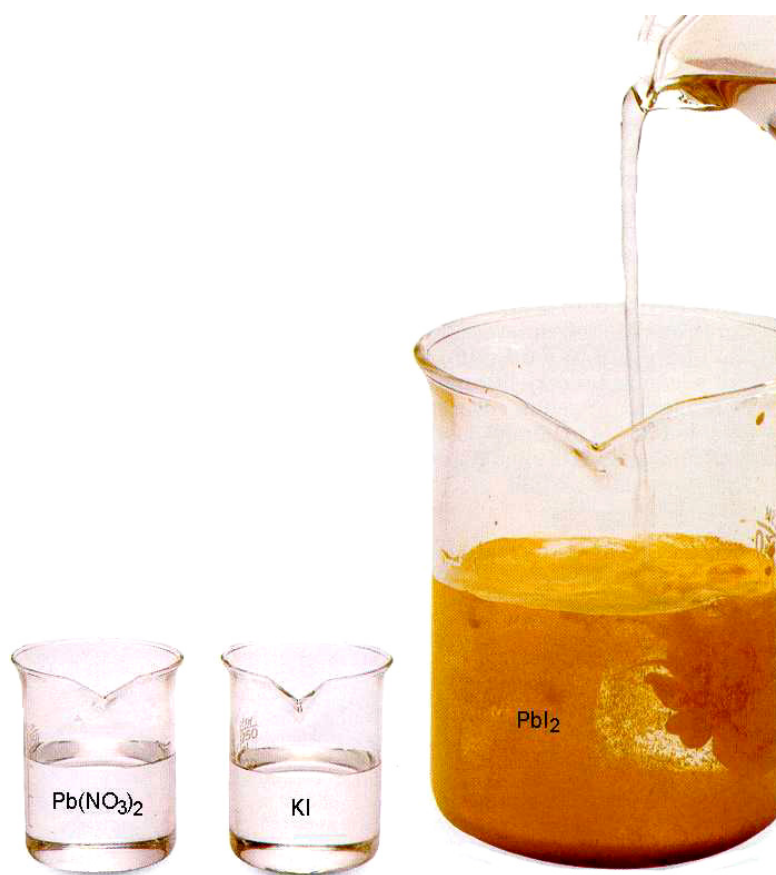
Όλα τα υδροξείδια των μετάλλων εκτός από KOH, NaOH, Ca(OH)₂, Ba(OH)₂

Παρατήρηση: Το ανθρακικό οξύ (H₂CO₃) και το θειώδες οξύ (H₂SO₃) είναι ασταθείς ενώσεις, ενώ το υδροξείδιο του αμμωνίου (NH₄OH) είναι μόριο υποθετικό. Γι' αυτό στη θέση των προϊόντων γράφουμε:

CO₂↑ + H₂O αντί H₂CO₃

SO₂↑ + H₂O αντί H₂SO₃

NH₃↑ + H₂O αντί NH₄OH



ΣΧΗΜΑ 3.3 Εικονική παρουσίαση της αντίδρασης διπλής αντικατάστασης μεταξύ Pb(NO₃)₂ και KI προς σχηματισμό του κίτρινου ιζήματος PbI₂.

Εφαρμογή

Να συμπληρωθούν οι αντιδράσεις:

1. χλωριούχο αργίλιο + νιτρικός άργυρος
2. ανθρακικό βάριο + υδροχλώριο
3. θειώδης ψευδάργυρος + θειικό οξύ
4. νιτρικό βάριο + θειικό νάτριο
5. χλωριούχο αμμώνιο + υδροξείδιο του μαγνησίου
6. όξινο ανθρακικό νάτριο + υδροϊώδιο
7. θειικό αμμώνιο + υδροξείδιο του καλίου
8. νιτρικός μόλυβδος (II) + θειούχο νάτριο

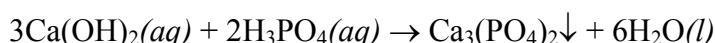
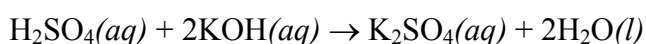
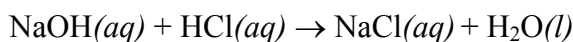
2. Εξουδετέρωση

Εξουδετέρωση ονομάζεται η αντίδραση ενός οξέος με μία βάση. Κατά την αντίδραση αυτή τα υδρογονοκατιόντα (H^+) που προέρχονται από το οξύ ενώνονται με τα ανιόντα υδροξειδίου (OH^-) που προέρχονται από τη βάση, και δίνουν νερό:



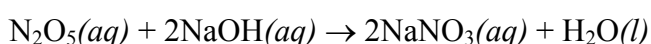
Εξαιτίας της αντίδρασης αυτής πολλές φορές «εξαφανίζονται» (εξουδετερώνονται) τόσο οι ιδιότητες του οξέος (που οφείλονται στα H^+) όσο και οι ιδιότητες της βάσης (που οφείλονται στα OH^-). Γι' αυτό και η αντίδραση ονομάζεται **εξουδετέρωση**.

Κατά την εξουδετέρωση το ανιόν του οξέος και το κατιόν της βάσης σχηματίζουν άλας. Ας δούμε μερικά παραδείγματα

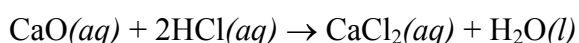


Οι αντιδράσεις που προηγήθηκαν αποτελούν παραδείγματα **πλήρους** εξουδετέρωσης, οπότε το άλας που σχηματίζεται είναι ένα **ουδέτερο ή κανονικό άλας**. Στην περίπτωση που η εξουδετέρωση είναι μερική, είναι δυνατόν να σχηματιστούν **όξινα ή βασικά άλατα** (π.χ. $KHSO_4$ και $Ca(OH)Cl$). Αυτές όμως οι αντιδράσεις παρασκευής όξινων και βασικών αλάτων είναι πέρα από τα πλαίσια των μαθημάτων που δίνονται σ' αυτό το βιβλίο.

Όπως ήδη αναφέραμε, τα όξινα οξείδια έχουν στα υδατικά τους διαλύματα συμπεριφορά οξέων και αντίστοιχα τα βασικά οξείδια συμπεριφορά βάσεων. Έτσι, στις αντιδράσεις εξουδετέρωσης μπορούν να συμπεριληφθούν και οι παρακάτω περιπτώσεις:



όξινο οξείδιο βάση άλας



βασικό οξείδιο οξύ

• Στις εξουδετερώσεις περιλαμβάνονται οι αντιδράσεις:

1. οξύ + βάση

2. όξινο οξείδιο + βάση

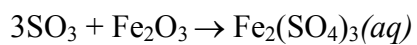
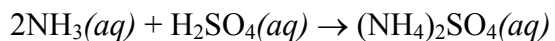
3. βασικό οξείδιο + οξύ

4. όξινο οξείδιο + βασικό οξείδιο

• Για να προβλέψουμε τα προϊόντα της αντίδρασης θεωρούμε στη θέση του N_2O_5 το αντίστοιχο οξύ, δηλαδή, το HNO_3 .

Μία εξαίρεση:

Στις αντιδράσεις της NH_3 με οξέα και στις αντιδράσεις μεταξύ όξινων και βασικών οξειδίων δεν έχουμε παραγωγή νερού. Π.χ.

**Εφαρμογή**

Να συμπληρωθούν οι αντιδράσεις:

1. πεντοξείδιο του φωσφόρου + υδροξείδιο του καλίου
2. τριοξείδιο του θείου + υδροξείδιο του αργιλίου
3. διοξείδιο του άνθρακα + υδροξείδιο του ασβεστίου
4. θειικό οξύ + οξείδιο του καλίου
5. νιτρικό οξύ + οξείδιο του σιδήρου (III)
6. πεντοξείδιο του αζώτου + οξείδιο του ασβεστίου

Ερωτήσεις – Ασκήσεις – Προβλήματα

Ερωτήσεις Επανάληψης

1. Τι είναι χημική αντίδραση;
2. Πότε μία αντίδραση χαρακτηρίζεται εξώθερμη και πότε ενδόθερμη;
3. Να διατυπώσετε το νόμο διατήρησης της μάζας.
4. α) Τι μας δείχνει η ταχύτητα μιας αντίδρασης;
β) Τι είναι ομογενής αντίδραση;
5. Πώς μπορούμε να αυξήσουμε την ταχύτητα μιας αντίδρασης;
6. Να αναφέρετε τρεις τρόπους με τους οποίους μπορούμε να αυξήσουμε την απόδοση μιας αντίδρασης.
7. Ποιες αντιδράσεις χαρακτηρίζονται:
α) οξειδοαναγωγικές
β) μεταθετικές
γ) σύνθεσης
δ) αποσύνθεσης
ε) απλής αντικατάστασης
στ) διπλής αντικατάστασης
ζ) εξουδετέρωσης
Να δώσετε από ένα παράδειγμα σε κάθε περίπτωση.

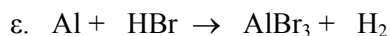
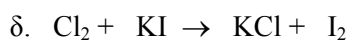
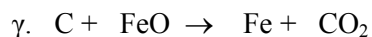
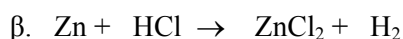
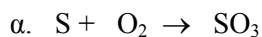


Ασκήσεις - Προβλήματα

α. Χημικές αντιδράσεις

8. Να περιγράψετε τέσσερις χημικές αντιδράσεις που γίνονται στην καθημερινή μας ζωή.
9. Να συμπληρώσετε τις προτάσεις:
α. Κάθε χημική αντίδραση συμβολίζεται με μία
β. Στη χημική εξίσωση διακρίνουμε που συνδέονται μεταξύ τους με
γ. Στο πρώτο μέλος υπάρχουν τα
δ. Φάση είναι
ε. Αποτελεσματικές είναι οι κρούσεις
10. Να δώσετε μία σύντομη περιγραφή του τρόπου με τον οποίο μπορεί να πραγματοποιηθεί μία χημική αντίδραση.

* 11. Να βάλετε τους κατάλληλους συντελεστές στις παρακάτω αντιδράσεις:



12. Να δικαιολογήσετε τις παρακάτω προτάσεις:

1. Το μήλο σαπίζει πιο γρήγορα έξω από το ψυγείο.

2. Το υπεροξείδιο του υδρογόνου (H_2O_2) διασπάται σε υδρογόνο και οξυγόνο παρουσία της χημικής ουσίας καταλάση.

3. Το ψυγείο ενός αυτοκινήτου σκουριάζει πιο εύκολα από ότι μία ηλεκτρική συσκευή.

13. Να συμπληρώσετε τις προτάσεις:

α. Αμφίδρομη λέγεται η αντίδραση

β. Η απόδοση μίας αντίδρασης δείχνει

14. Να συμπληρώσετε τις προτάσεις:

α. Απαραίτητη προϋπόθεση για να γίνει μία αντίδραση απλής αντικατάστασης είναι

β. Απαραίτητες προϋποθέσεις για να γίνει μία αντίδραση διπλής αντικατάστασης είναι

1.

2.

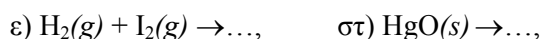
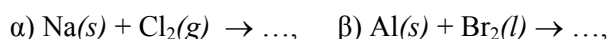
3.

15. Να γράψετε:

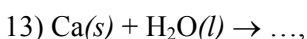
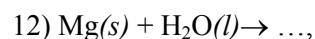
α) τα σύμβολα 8 μετάλλων κατά σειρά ελαττωμένης δραστηριότητας.

β) τα σύμβολα 5 αμετάλλων κατά σειρά ελαττωμένης δραστηριότητας.

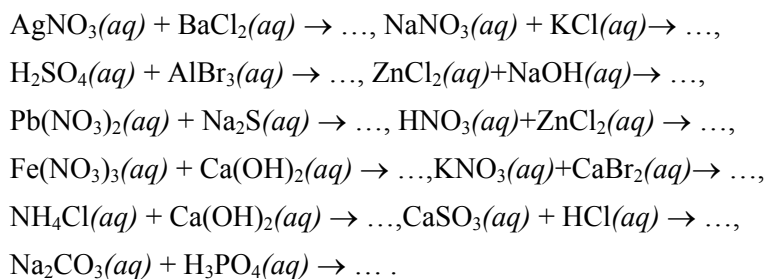
* 16. Να συμπληρώσετε τις αντιδράσεις:



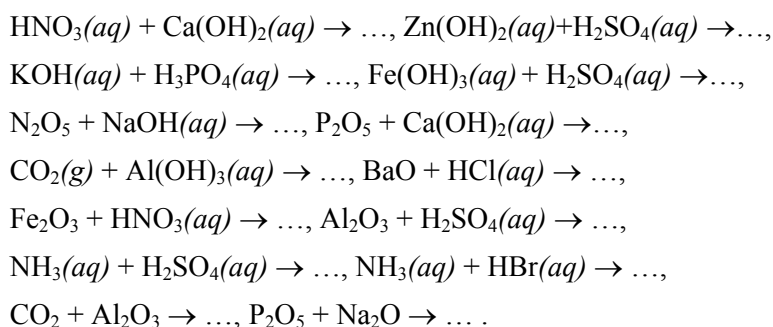
* 17. Να συμπληρώσετε όσες από τις παρακάτω αντιδράσεις μπορούν να πραγματοποιηθούν:



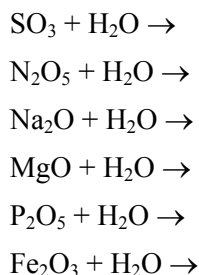
- * 18. Να συμπληρώσετε όλες από τις παρακάτω αντιδράσεις μπορούν να πραγματοποιηθούν:



- * 19. Να συμπληρώσετε τις παρακάτω αντιδράσεις:



- * 20. Να συμπληρώσετε τις αντιδράσεις:



21. Το SO_3 αντιδρά με διάλυμα KOH γιατί:

- το SO_3 αντιδρά με όλες τις ενώσεις που περιέχουν H
- όλα τα οξείδια αντιδρούν με τις βάσεις
- το SO_3 είναι αέρια ένωση
- τα όξινα οξείδια αντιδρούν με τα διαλύματα των βάσεων

22. Να κατατάξετε τα παρακάτω μέταλλα κατά σειρά μειωμένης δραστηριότητας: Fe, Ca, Cu, Al, Pb, Ag, Na, Hg.

1... 2... 3... 4... 5... 6... 7... 8...

23. Να κατατάξετε τα παρακάτω αμέταλλα κατά σειρά αυξημένης δραστηριότητας: Cl_2 , I_2 , S, F_2 .

1... 2... 3... 4...

24. Να τοποθετήσετε σε κάθε κενό του ακόλουθου πίνακα τους τύπους των αλάτων που θα προκύψουν από την αντίδραση του κάθε οξέος που περιέ-

χεται στην κάθετη στήλη και της ένωσης που περιέχεται στην οριζόντια στήλη.

	Fe(OH) ₃	Na ₂ O	CaCO ₃	NH ₃
H ₂ SO ₄				
HBr				
H ₃ PO ₄				

- 25.** Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις με Σ αν είναι σωστές ή με Λ αν είναι λανθασμένες:
- διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου στο νερό
 - διάλυμα πεντοξειδίου του αζώτου στο νερό
 - διάλυμα οξειδίου του καλίου στο νερό
 - διάλυμα υδροχλωρίου στο νερό
- 26.** Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις με Σ αν είναι σωστές ή με Λ αν είναι λανθασμένες:
- τα βασικά οξείδια αντιδρούν με βάσεις
 - τα όξινα οξείδια αντιδρούν με βάσεις
 - τα επαμφοτερίζοντα οξείδια αντιδρούν είτε με οξέα είτε με βάσεις
 - όλα τα άλατα περιέχουν μεταλλικό κατιόν
 - το υδροχλωρικό οξύ αντιδρά με όλα τα μέταλλα και ελευθερώνεται υδρογόνο
- 27.** Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις με Σ αν είναι σωστές και με Λ αν είναι λανθασμένες:
- το Na αντιδρά με το νερό και δίνει βάση και αέριο H₂
 - το Mg αντιδρά με τους υδρατμούς και δίνει οξείδιο του μαγνησίου και H₂
 - για να πραγματοποιηθεί μία αντίδραση διπλής αντικατάστασης θα πρέπει να παράγεται οπωσδήποτε αέρια ένωση
 - ο Ag αντιδρά με υδροχλωρικό οξύ και εκλύεται αέριο H₂
- * 28.** Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις με Σ αν είναι σωστές ή με Λ αν είναι λανθασμένες και να τεκμηριώσετε τις απαντήσεις σας.
- η αντίδραση: $\text{Zn}(s) + 2\text{HCl}(aq) \rightarrow \text{ZnCl}_2(aq) + \text{H}_2(g)$ είναι μεταθετική
 - η αντίδραση: $\text{CaCO}_3(s) \rightarrow \text{CaO}(s) + \text{CO}_2(g)$ είναι μεταθετική
 - η αντίδραση: $\text{H}_2(g) + \text{Cl}_2(g) \rightarrow 2\text{HCl}(g)$ είναι οξειδοαναγωγική
 - η αντίδραση: $\text{Cu}(\text{OH})_2(aq) + \text{H}_2\text{SO}_4(aq) \rightarrow \text{CuSO}_4(aq) + 2\text{H}_2\text{O}(l)$ είναι οξειδοαναγωγική
- * 29.** Να συμπληρώσετε τις παρακάτω χημικές εξισώσεις ποιοτικά και ποσοτικά:
- $\text{HCl} + \text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow \dots + \text{CO}_2 + \dots$
 - $\text{FeS} + \dots \rightarrow \text{H}_2\text{S} + \text{FeBr}_2$
 - $\text{NaOH} + \dots \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
 - $\text{K} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots + \dots$

- * **30.** Να συμπληρώσετε τις παρακάτω χημικές εξισώσεις ποιοτικά και ποσοτικά:
- $\dots + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4$
 - $\dots + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2$
 - $\dots + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} + \dots$
 - $\dots + \dots \rightarrow \text{NH}_3$
 - $\text{HgO} \rightarrow \dots + \dots$
- * **31.** Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων από τις οποίες παράγονται τα άλατα:
- χλωριούχος σίδηρος (II)
 - θειικό νάτριο
 - φωσφορικό κάλιο
 - νιτρικός χαλκός (II)
- από την εξουδετέρωση του κατάλληλου βασικού οξειδίου με το κατάλληλο οξύ.
- 32.** Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις των χημικών αντιδράσεων από τις οποίες προκύπτουν τα άλατα: CaBr_2 , Na_3PO_4 , $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ από την εξουδετέρωση του κατάλληλου οξέος με την κατάλληλη βάση.
- * **33.** Να αναφέρετε δύο παραδείγματα χημικών αντιδράσεων εξουδετέρωσης κατά τις οποίες δεν έχουμε παραγωγή νερού.
- 34.** Κατά την επίδραση σκόνης μαγνησίου σε αραιό υδατικό διάλυμα υδροχλωρίου:
- Δεν θα γίνει χημική αντίδραση.
 - Θα γίνει χημική αντίδραση αν θερμάνουμε το διάλυμα.
 - Θα γίνει οπωσδήποτε χημική αντίδραση.
 - Θα γίνει χημική αντίδραση αν το διάλυμα του υδροχλωρίου γίνει πυκνότερο.
- Να αιτιολογήσετε τη σωστή απάντηση.
- 35.** Κατά την ανάμειξη διαλύματος AgNO_3 με διάλυμα HBr θα γίνει χημική αντίδραση γιατί:
- παράγεται αέριο
 - τα άλατα αντιδρούν πάντοτε με τα οξέα
 - καταβυθίζεται ίζημα
 - είναι μεταθετική αντίδραση
- Να αιτιολογήσετε τη σωστή απάντηση.
- * **36.** Να γράψετε τις χημικές αντιδράσεις που οδηγούν στην παρασκευή των αλάτων Ag_2SO_4 και $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ με αντιδρώντα σώματα:
- οξύ και βάση
 - βάση και όξινο οξείδιο
 - οξύ και βασικό οξείδιο
 - βασικό οξείδιο και όξινο οξείδιο

- 37.** Ποια είναι τα προϊόντα της αντίδρασης ενός οξέος:
α) με βάση, β) με βασικό οξείδιο, γ) με μέταλλο και δ) με άλας.
Με ποιες προϋποθέσεις αντιδρά ένα οξύ με ένα μέταλλο ή με ένα άλας;
- * 38.** Σε αποσταγμένο νερό προσθέτουμε μία σταγόνα διαλύματος φαινολοφθαλείνης και στη συνέχεια προσθέτουμε ένα μικρό κομμάτι νάτριο.
α) Να περιγράψετε δύο φαινόμενα που θα παρατηρήσετε μετά την προσθήκη του νατρίου.
β) Να γράψετε μία χημική εξίσωση που περιγράφει ένα από τα φαινόμενα που παρατηρήσατε.
- * 39.** Σε κάθε ένα από τα δοχεία Α, Β και Γ περιέχονται τα διαλύματα H_2SO_4 , HCl και NaCl , χωρίς να γνωρίζουμε ποια χημική ένωση περιέχεται στο κάθε δοχείο. Σε κάθε δοχείο προσθέτουμε μικρή ποσότητα μεταλλικού βαρίου. Παρατηρούμε ότι στο δοχείο Α εκλύεται αέριο. Στο δοχείο Β δεν παρατηρούμε καμία αλλαγή, ενώ στο δοχείο Γ καταβυθίζεται ίζημα ενώ ταυτόχρονα εκλύεται αέριο. Να εξηγήσετε δίνοντας ταυτόχρονα και τις χημικές εξισώσεις των φαινομένων, ποιο ήταν το συγκεκριμένο περιεχόμενο του κάθε δοχείου πριν από την προσθήκη του βαρίου.
- 40.** Σε ασθενή που βρέθηκε να πάσχει από υπερέκκριση γαστρικού υγρού ο γιατρός συνέστησε θεραπεία με χαπάκια ALUDROX τα οποία περιέχουν $\text{Mg}(\text{OH})_2$ και $\text{Al}(\text{OH})_3$, ενώ του απαγόρευσε να παίρνει ασπιρίνη. Πώς δικαιολογείτε την ιατρική συμβουλή;
- * 41.** Σε κάθε ένα από τα δοχεία Α, Β και Γ περιέχεται ένα από τα παρακάτω: διάλυμα ασπιρίνης, διάλυμα από χαπάκι ALUDROX και φυσιολογικός ορός (διάλυμα NaCl 0,9% w/v). Πώς θα διαπιστώσουμε το περιεχόμενο του κάθε δοχείου;
- ** 42.** Σε ένα χημικό εργαστήριο υπάρχουν τρία δοχεία κατασκευασμένα από χαλκό και δύο δοχεία κατασκευασμένα από αργίλιο. Στα δοχεία αυτά θέλουμε να αποθηκεύσουμε για μεγάλο χρονικό διάστημα, χωρίς να αλλοιωθούν, τα παρακάτω διαλύματα:
1. θεικού σιδήρου (II): FeSO_4
 2. χλωριούχου καλίου: KCl
 3. θεικού μαγνησίου: MgSO_4
 4. νιτρικού ψευδαργύρου: $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$
 5. υδροχλωρικού οξέος: HCl
- Σε τι είδους δοχείο πρέπει να αποθηκευτεί το κάθε διάλυμα;
Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
Δίνεται η ηλεκτροχημική σειρά των στοιχείων:
 $\text{K}, \text{Na}, \text{Mg}, \text{Al}, \text{Zn}, \text{H}_2, \text{Cu}, \text{Hg}$.

