# 1ο ΓΕΛ ΔΡΑΠΕΤΣΩΝΑΣ

# ΟΞΕΙΔΟΑΝΑΓΩΓΗ

**ΑΡΙΘΜΟΣ ΟΞΕΙΔΩΣΗΣ**

**ΟΞΕΙΔΩΣΗ - ΑΝΑΓΩΓΗ**

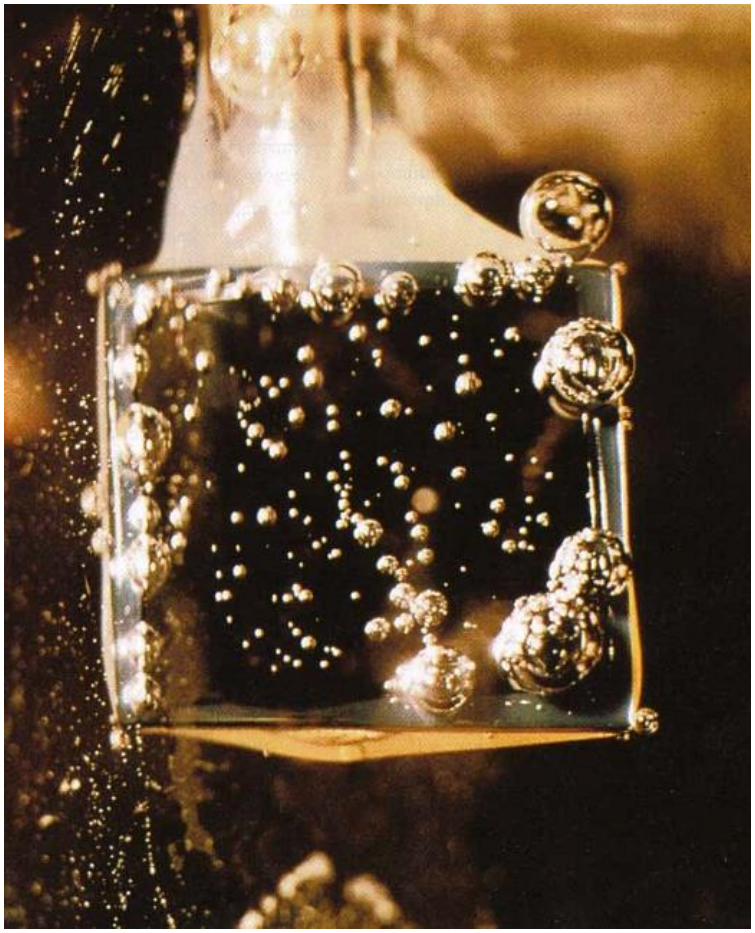
**ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ -– ΑΝΑΓΩΓΙΚΑ ΜΕΣΑ**

**ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΓΩΓΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΟΝ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟ ΠΙΝΑΚΑ**

**ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΟΞΕΙΔΟΑΝΑΓΩΓΗΣ**

**ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗΣ ΟΞΕΙΔΟΑΝΑΓΩΓΙΚΩΝ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΩΝ**

**ΕΙΔΙΚΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ - ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ**



**Επιμέλεια : Παπαματθαίου Κων/νος**

**Σχολικό έτος 2020-2021**

# ΟΞΕΙΔΟΑΝΑΓΩΓΗ

## ΑΡΙΘΜΟΣ ΟΞΕΙΔΩΣΗΣ

**Αριθμός Οξείδωσης** ενός ατόμου σε μια ιοντική (ετεροπολική ένωση) είναι το πραγματικό φορτίο που αποκτά το άτομο στην ένωση, ενώ σε μια μοριακή (ομοιοπολική) ένωση είναι το φαινομενικό φορτίο που αποκτά ένα άτομο αν το κοινό ή τα κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων μετατοπιστεί (-στούν) προς την μεριά του ηλεκτραρνητικότερου ατόμου της ένωσης.

Οι κυριότεροι αριθμοί οξείδωσης χημικών στοιχείων αλλά και πολυατομικών ιόντων φαίνονται στους παρακάτω πίνακες. Επίσης στον τελευταίο φαίνονται οι ατομικότητες των χημικών στοιχείων, δηλαδή πως γράφονται τα χημικά στοιχεία σε ελεύθερη μορφή.

| Μέταλλα | Αριθμοί Οξείδωσης | Αμέταλλα | Αριθμοί Οξείδωσης |
|---|---|---|---|
| Li, Na, K, Ag | +1 | F | -1 |
| Mg, Ca, Ba, Zn | +2 | H | +1 (-1 στα υδρίδια μετάλλων) |
| Al, Au | +3 | O | -2 (+2 στο $OF_2$, -1 στα υπεροξείδια) |
| Cu, Hg | +1, +2 | Cl, Br, I | -1 (+1, +3, +5, +7 στις οξυγονούχες ενώσεις) |
| Fe, Co, Ni | +2, +3 | S | -2 (+4, +6) |
| Sn, Pb, Pt | +2, +4 | N, P | -3 (…, +5) |
| Cr | +3, +6 | C, Si | -4, …., +4 |
| Mn | +2, +4, +7 | | |

| Ονοματολογία μονοατομικών ιόντων | |
|---|---|
| $Cl^-$ χλωριούχο ή χλωρίδιο | $O^{-2}$ οξυγονούχο ή οξείδιο |
| $Br^-$ βρωμιούχο ή βρωμίδιο | $S^{-2}$ θειούχο ή σουλφίδιο |
| $I^-$ ιωδιούχο ή ιωδίδιο | $N^{-3}$ αζωτούχο ή νιτρίδιο |
| $F^-$ φθοριούχο ή φθορίδιο | $P^{-3}$ φωσφορούχο ή φωσφίδιο |
| $H^-$ υδρογονούχο ή υδρίδιο | |

| Ονοματολογία πολυατομικών ιόντων | | |
|---|---|---|
| $NO_3^-$ νιτρικό | $CN^-$ κυάνιο | $HCO_3^-$ όξινο ανθρακικό |
| $CO_3^{-2}$ ανθρακικό | $ClO_4^-$ υπερχλωρικό | $HPO_4^{-2}$ όξινο φωσφορικό |
| $SO_4^{-2}$ θειϊκό | $ClO_3^-$ χλωρικό | $H_2PO_4^-$ δισόξινο φωσφορικό |
| $PO_4^{-3}$ φωσφορικό | $ClO_2^-$ χλωριώδες | $MnO_4^-$ υπερμαγγανικό |
| $OH^-$ υδροξύλιο | $ClO^-$ υποχλωριώδες | $Cr_2O_7^{-2}$ διχρωμικό |
| $NH_4^+$ αμμώνιο | $HSO_4^-$ όξινο θειϊκό | $CrO_4^{-2}$ χρωμικό |

1ο ΓΕΛ ΔΡΑΠΕΤΣΩΝΑΣ

| |
|---|
| **ΜΟΝΟΑΤΟΜΙΚΑ :** Ευγενή αέρια : He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn και τα μέταλλα σε κατάσταση ατμών. Επίσης, στις χημικές εξισώσεις γράφονται σαν μονοατομικά τα στοιχεία C, S και P. |
| **ΔΙΑΤΟΜΙΚΑ :** $H_2$, $O_2$, $N_2$, $F_2$, $Cl_2$, $Br_2$, $I_2$. |
| **ΤΡΙΑΤΟΜΙΚΑ :** $O_3$ (όζον). |
| **ΤΕΤΡΑΤΟΜΙΚΑ :** $P_4$, $As_4$, $Sb_4$. |

Για την εύρεση των αριθμών οξείδωσης στοιχείων σε ενώσεις ακολουθούμε τους παρακάτω κανόνες:

**1.** Κάθε στοιχείο σε ελεύθερη κατάσταση έχει αριθμό οξείδωσης (Α.Ο.) ίσο με το μηδέν.

**2.** Το Η στις ενώσεις του έχει αριθμό οξείδωσης (Α.Ο.) ίσο με +1, εκτός από τις ενώσεις του με τα μέταλλα (υδρίδια) που έχει -1.

**3.** Το F στις ενώσεις του έχει πάντοτε αριθμό οξείδωσης (Α.Ο.) ίσο με -1

**4.** Το Ο στις ενώσεις του έχει αριθμό οξείδωσης (Α.Ο.) ίσο με -2, εκτός από τα υπεροξείδια στα οποία έχει -1, καθώς και την ένωση $OF_2$ (οξείδιο του φθορίου), στην οποία έχει +2.

**5.** Τα αλκάλια, όπως K, Na, έχουν πάντοτε αριθμό οξείδωσης (Α.Ο.) +1 και οι αλκαλικές γαίες, όπως Ba, Ca, έχουν πάντοτε αριθμό οξείδωσης (Α.Ο.) +2.

**6.** Το αλγεβρικό άθροισμα των αριθμών οξείδωσης (Α.Ο.) όλων των ατόμων σε μία ένωση είναι ίσο με το μηδέν, ενώ σ' ένα πολυατομικό ιόν είναι ίσο με το φορτίο του πολυατομικού ιόντος.

**<u>Παρατηρήσεις :</u>**

- Τα μέταλλα που ανήκουν στις $I_A$, $II_A$ και $III_A$ του περιοδικού πίνακα έχουν αντίστοιχα αριθμούς οξείδωσης +1, +2, +3 και δημιουργούν ιοντικό δεσμό αποβάλλοντας τα αντίστοιχα 1, 2, 3 ηλεκτρόνια.
- Για τα αμέταλλα (εκτός του F και του Ο) που ανήκουν στις ομάδες $IV_A$, $V_A$, $VI_A$ και $VII_A$ του περιοδικού πίνακα ισχύουν :
  - Ο ελάχιστος Α.Ο. είναι ίσος με τον αριθμό των ηλεκτρονίων που πρέπει να προσλάβει το άτομο του χημικού στοιχείου για να αποκτήσει δομή ευγενούς αερίου.
  - Ο μέγιστος Α.Ο. είναι ίσος με τον αριθμό των ηλεκτρονίων που έχει το άτομο του χημικού στοιχείου στην εξωτερική του στιβάδα, δηλαδή ίσο με τον αριθμό της κύριας ομάδας του περιοδικού πίνακα στην οποία ανήκει.
  - Ισχύει συνήθως ότι : μέγιστος Α.Ο. – ελάχιστος Α.Ο. = 8.
- Ενδέχεται ο Α.Ο. ενός στοιχείου μιας ένωσης να είναι μηδέν, π.χ. ο C στην μεθανάλη $CH_2O$.
- Στις οργανικές ενώσεις που περιέχουν παραπάνω από ένα άτομο C, τα άτομα C έχουν γενικά διαφορετικό Α.Ο. Έτσι ο υπολογισμός του Α.Ο. του C πρέπει να γίνεται με βάση τον ορισμό του Α.Ο. και τον ηλεκτρονιακό τύπο της ένωση, π.χ. $H-\overset{H}{\underset{H}{C^{-3}}}-\overset{H}{\underset{H}{C^{-2}}}-\overset{H}{\underset{H}{C^{-3}}}-H$. Αν θεωρήσουμε ότι κάθε άτομο του C έχει τον ίδιο

1ο ΓΕΛ ΔΡΑΠΕΤΣΩΝΑΣ

Α.Ο., βάσει των προαναφερθέντων κανόνων βγαίνει ότι κάθε άτομο C έχει Α.Ο. ίσο με $-\frac{8}{3}$ όσο δηλαδή ο μέσος όρος των Α.Ο. που παρουσιάζουν τα άτομα C στο προπάνιο.

## ΟΞΕΙΔΩΣΗ - ΑΝΑΓΩΓΗ

Κατά καιρούς έχουν διατυπωθεί αρκετοί ορισμοί για την οξείδωση και την αναγωγή. Αρχικά, πριν γίνει γνωστή η ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων, υποστηριζόταν ότι :

- **Οξείδωση** είναι η ένωση ενός στοιχείου με το οξυγόνο (π.χ. $2Mg+O_2 \rightarrow 2MgO$ οξείδωση μαγνησίου) ή η αφαίρεση υδρογόνου από μια χημική ένωση (π.χ. $4HCl+O_2 \rightarrow 2Cl_2+2H_2O$ οξείδωση υδροχλωρίου), ενώ **αναγωγή** είναι αντίστοιχα η ένωση ενός στοιχείου με το υδρογόνο (π.χ. $H_2+S \rightarrow H_2S$ αναγωγή θείου) ή η αφαίρεση οξυγόνου από μια χημική ένωση (π.χ. $2HgO \xrightarrow{\text{θέρμανση}} 2Hg+O_2$ αναγωγή του υδραργύρου).

Με αυτόν τον ορισμό, περιορίζονταν μόνο οι αντιδράσεις που περιείχαν οξυγόνα ή υδρογόνο. Στην συνέχεια, όταν έγινε γνωστή η ύπαρξη του ηλεκτρονίου (περίπου το 1897), διατυπώθηκε ότι :

- **Οξείδωση** είναι η αποβολή ηλεκτρονίου (-ων) από ένα άτομο ή ιόν, ενώ **αναγωγή** είναι η πρόσληψη ηλεκτρονίου (-ίων) από ένα άτομο ή ιόν.

Υπάρχουν όμως αντιδράσεις κατά τις οποίες δεν παρατηρείται μεταφορά ηλεκτρονίων, αλλά μετα-τόπιση φορτίου λόγω των πολωμένων ομοιοπολικών δεσμών στις ομοιοπολικές ενώσεις που σχηματί-ζονται. Οπότε κρίθηκε αναγκαίο να εισαχθεί η έννοια του **Αριθμού Οξείδωσης (Α.Ο.)** για να συμπεριλάβει και την πιθανή μετατόπιση των ηλεκτρικών φορτίων. Έτσι :

- **Οξείδωση είναι η αύξηση του αριθμού οξείδωσης ενός ατόμου ή ιόντος, ενώ αναγωγή είναι η μείωση του αριθμού οξείδωσης ενός ατόμου ή ιόντος.**

**!** Κάθε αύξηση του αριθμού οξείδωσης ενός στοιχείου αντιστοιχεί σε οξείδωση και αντιστρόφως κάθε φαινόμενο οξείδωσης αντιστοιχεί σε κάποια αύξηση του αριθμού οξείδωσης ενός στοιχείου. Κάθε πρόσληψη οξυγόνου ή αποβολή υδρογόνου είναι οξείδωση **ΔΕΝ** ισχύει όμως το αντίστροφο. Όμοια κάθε αποβολή ηλεκτρονίων είναι οξείδωση **ΔΕΝ** ισχύει όμως το αντίστροφο. Αντίστοιχα συμπεράσματα ισχύουν για την αναγωγή.

Σύμφωνα με τον παραπάνω ορισμό συμπεραίνουμε ότι δεν είναι υποχρεωτική η παρουσία του οξυγόνου ή του υδρογόνου για τις οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις αλλά και δεν είναι υποχρεωτική η μεταφορά ή η μετατόπιση ηλεκτρονίων από το ένα στοιχείο στο άλλο.

**Ηλεκτραρνητικότητα** είναι η τάση που έχει το άτομο ενός χημικού στοιχείου, όταν βρίσκεται ενωμέ-νο σ' ένα μόριο, να έλκει προς το μέρος του τα κοινά ζεύγη των ηλεκτρονίων των ομοιοπολικών δεσμών στους οποίους συμμετέχει.

10 ΤΕΛΑΔΑΡΑΠΕΤΣΩΝΑΣ

Πλέον μιλάμε για αντιδράσεις οξειδοαναγωγής δηλαδή για ημιαντιδράσεις οξείδωσης που συνοδεύονται από ημιαντιδράσεις αναγωγής. Δηλαδή στις αντιδράσεις οξειδοαναγωγής, υπάρχουν χημικά κάποια στοιχεία που οξειδώνονται και κάποια άλλα που ανάγονται.

## ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ – ΑΝΑΓΩΓΙΚΑ ΜΕΣΑ

**Οξειδωτικές ουσίες ή οξειδωτικά μέσα είναι οι ουσίες (χημικά στοιχεία, χημικές ενώσεις ή ιόντα)** που προκαλούν οξείδωση ενώ οι ίδιες ανάγονται δηλαδή μειώνεται ο αριθμός οξείδωσής τους, ενώ αναγωγικές ουσίες ή αναγωγικά μέσα είναι οι ουσίες (χημικά στοιχεία, χημικές ενώσεις ή ιόντα) που προκαλούν αναγωγή ενώ τα ίδια οξειδώνονται δηλαδή αυξάνεται ο αριθμός οξείδωσής τους. Άρα :

| **Η οξειδωτική ουσία :** | **Η αναγωγική ουσία :** |
|---|---|
| προκαλεί οξείδωση | προκαλεί αναγωγή |
| ένα άτομό της ανάγεται | ένα άτομό της οξειδώνεται |
| δηλαδή, μειώνεται ο Α.Ο. του | δηλαδή, αυξάνεται ο Α.Ο. του |
| γιατί προσλαμβάνει ηλεκτρόνια | γιατί αποβάλλει ηλεκτρόνια |
| άρα είναι ηλεκτρονιοδέκτης | άρα είναι ηλεκτρονιοδότης |

Άρα σε μία αντίδραση οξειδοαναγωγής το οξειδωτικό είναι η ουσία που ανάγεται, ενώ το αναγωγικό είναι η ουσία που οξειδώνεται.

Ένα οξειδωτικό είναι τόσο ισχυρότερο, όσο μεγαλύτερη τάση έχει για να αναχθεί (πρόσληψη ηλεκτρονίων, μεγάλη ηλεκτραρνητικότητα). Παρόμοια, ένα αναγωγικό είναι τόσο ισχυρότερο, όσο μεγαλύτερη τάση έχει για να οξειδωθεί (αποβολή ηλεκτρονίων, μικρή ηλεκτραρνητικότητα).

! Ως **οξειδωτικό** συμπεριφέρεται μια ουσία που περιέχει χημικό στοιχείο με τον **ανώτερο Α.Ο.** (ή έναν από τους μεγαλύτερους), έτσι ώστε να μπορεί να αναχθεί και να μειωθεί ο Α.Ο. του. Αντίστοιχα, ως **αναγωγικό** συμπεριφέρεται μια ουσία που περιέχει χημικό στοιχείο με τον **μικρότερο Α.Ο.** (ή έναν από τους μικρότερους), έτσι ώστε να μπορεί να οξειδωθεί και να αυξηθεί ο Α.Ο. του.

! Όταν μια ουσία περιέχει ένα χημικό στοιχείο που έχει μια ενδιάμεση τιμή Α.Ο., μπορεί να συμπεριφέρεται και ως οξειδωτικό (αν υπάρχει ήδη μία ισχυρά αναγωγική ουσία) και ως αναγωγικό (αν υπάρχει ήδη μία ισχυρά οξειδωτική ουσία), π.χ.

$$\overset{0}{S} \xleftarrow[\text{αναγωγή}]{\text{οξειδωτική δράση}} \overset{+4}{S}O_2 \xrightarrow[\text{οξείδωση}]{\text{αναγωγική δράση}} H_2\overset{+6}{S}O_4 \,.$$

$$H_2\overset{-2}{O} \xleftarrow[\text{αναγωγή}]{\text{οξειδωτική δράση}} H_2\overset{-1}{O_2} \xrightarrow[\text{οξείδωση}]{\text{αναγωγική δράση}} \overset{0}{O_2} \,.$$

10 ΓΕΛ ΔΡΑΠΕΤΣΩΝΑΣ

## ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΓΩΓΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΟΝ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟ ΠΙΝΑΚΑ

Σε μια ομάδα του Π.Π. η ηλεκτραρνητικότητα αυξάνεται από κάτω προς τα πάνω, ενώ σε μια περίοδο από τα αριστερά προς τα δεξιά.

Με βάση αυτόν τον κανόνα, **η σειρά οξειδωτικής ισχύος (δραστικότητας) των αμετάλλων**, είναι η εξής:

$$F_2 > O_3 > Cl_2 > Br_2 > O_2 > I_2 > S.$$

Αντίστοιχα, **η σειρά αναγωγικής ισχύος (δραστικότητας) των μετάλλων**, είναι η εξής :

**Li > K > Ba > Ca > Na > Mg > Al > Mn > Zn > Cr > Fe > Co > Ni > Sn > Pb > H > Bi > Cu > Hg > Ag > Pt > Au.**

## ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΟΞΕΙΔΟΑΝΑΓΩΓΗΣ

Οι αντιδράσεις οξειδοαναγωγής μπορούν να ταξινομηθούν στις εξής κατηγορίες :

1. **Αντιδράσεις σύνθεσης,** κατά τις οποίες μία χημική ένωση συντίθεται από τα χημικά στοιχεία από τα οποία αποτελείται. Π.χ. $\overset{0}{C}_{(S)} + \overset{0}{O}_{2(g)} \rightarrow \overset{+4}{C}\overset{-2}{O}_{2(g)}$ .

2. **Αντιδράσεις αποσύνθεσης και διάσπασης,** κατά τις οποίες μια χημική ένωση αποσυντίθεται στα χημικά στοιχεία από τα οποία αποτελείται ή διασπάται σε απλούστερες ουσίες, αντίστοιχα. Π.χ.

$2\overset{+2}{Hg}\overset{-2}{O}_{(s)} \rightarrow 2\overset{0}{Hg}_{(\ell)} + \overset{0}{O}_{2(g)}$ , $2H_2\overset{-1}{O}_{2(aq)} \xrightarrow{MnO_2} 2H_2\overset{-2}{O}_{(\ell)} + \overset{0}{O}_{2(g)}$

3. **Αντιδράσεις απλής αντικατάστασης,** στις οποίες ένα δραστικό μέταλλο που βρίσκεται σε ελεύθερη κατάσταση, αντικαθιστά ένα στοιχείο μιας χημικής ένωσης, λιγότερο δραστικό. Στηριζόμαστε στην σειρά δραστικότητας των αμετάλλων ή των μετάλλων. Π.χ. $\overset{0}{Zn}_{(s)} + \overset{+2}{Cu}SO_{4(aq)} \rightarrow \overset{+2}{Zn}SO_{4(aq)} + \overset{0}{Cu}_{(s)}$ .

4. **Πολύπλοκες αντιδράσεις,** οι οποίες δεν ανήκουν σε καμία από τις προηγούμενες κατηγορίες. Π.χ.

$3\overset{0}{Cu}_{(s)} + 8H\overset{+5}{N}O_{3(aq)} \rightarrow 3\overset{+2}{Cu}(NO_3)_{2(aq)} + 2\overset{+2}{N}O_{(g)} + 4H_2O_{(\ell)}$

## ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗΣ ΟΞΕΙΔΟΑΝΑΓΩΓΙΚΩΝ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΩΝ

- Γράφουμε τα αντιδρώντα και τα προϊόντα της αντίδρασης.
- Βρίσκουμε τους αριθμούς οξείδωσης του αναγωγικού και του οξειδωτικού μέσου καθώς και την α-ντίστοιχη μεταβολή τους.
- Η μεταβολή του αριθμού οξείδωσης του μέσου που οξειδώνεται γίνεται συντελεστής του μέσου που ανάγεται και το αντίστροφο. Η συμπλήρωση των συντελεστών ξεκινά από την πλευρά των προϊό-ντων. Απλοποιούμε τους αριθμούς των μεταβολών, αν μπορούν να απλοποιηθούν.
- Αν το αναγωγικό ή το οξειδωτικό στοιχείο παίρνει μέρος στην ουσία με παραπάνω από ένα άτομο, διαιρούμε τον συντελεστή με το πλήθος των ατόμων και το πηλίκο αποτελεί τον συντελεστή.
- Αν με την διαδικασία αυτή προκύπτουν κλασματικοί συντελεστές, πολλαπλασιάζουμε με τον κατάλ-ληλο ακέραιο αριθμό.

1ο ΓΕΛ ΔΡΑΠΕΤΣΩΝΑΣ

- Αν η αντίδραση πραγματοποιείται σε όξινο περιβάλλον, γράφουμε στα αντιδρώντα κατάλληλο αριθμό μορίων οξέος.
- Πολλαπλασιάζουμε τις υπόλοιπες ενώσεις της χημικής αντίδρασης με τους κατάλληλους αριθμούς για να αντισταθμίσουμε και τα υπόλοιπα χημικά στοιχεία της αντίδρασης. Προτελευταίο χημικό στοιχείο που αντισταθμίζουμε είναι το υδρογόνο. Αν χρειαστεί προσθέτουμε κατάλληλο αριθμό μορίων νερού, συνήθως στα προϊόντα. Αν έχουμε εργαστεί σωστά, τα οξυγόνα θα είναι ήδη αντισταθμισμένα.
- **Γενικά, σε κάθε οξειδοαναγωγική αντίδραση το γινόμενο του αριθμού των ατόμων του οξειδούμενου στοιχείου επί την αύξηση του Α.Ο. του είναι ίσο με το γινόμενο του αριθμού των ατόμων του αναγόμενου στοιχείου επί την μείωση του Α.Ο. του.**

Παραδείγματα :

- $2\overset{-3}{N}H_3 + 3\overset{+2}{Cu}O \rightarrow \overset{0}{N_2} + 3\overset{0}{Cu} + 3H_2O.$

  2

  3

- $5\overset{+2}{C}O + 2K\overset{+7}{Mn}O_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow 5\overset{+4}{C}O_2 + 2\overset{+2}{Mn}SO_4 + K_2SO_4 + 3H_2O.$

  2

  5

- $3\overset{+2}{Fe}Cl_2 + \frac{1}{2}K_2\overset{+6}{Cr_2}O_7 + 7HCl \rightarrow 3\overset{+3}{Fe}Cl_3 + \overset{+3}{Cr}Cl_3 + KCl + \frac{7}{2}H_2O,$

  1

  3

ή για να μην έχουμε κλασματικούς συντελεστές :

$$6\overset{+2}{Fe}Cl_2 + K_2\overset{+6}{Cr_2}O_7 + 14HCl \rightarrow 6\overset{+3}{Fe}Cl_3 + 2\overset{+3}{Cr}Cl_3 + 2KCl + 7H_2O.$$

1ΟΓΕΛ ΔΡΑΠΕΤΣΩΝΑΣ

## ΕΙΔΙΚΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ - ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

- Οι αντιδράσεις απλής αντικατάστασης έχουν την γενική δομή :

$$M + BX \rightarrow MX + B$$ M=μέταλλο, B=μέταλλο ή υδρογόνο.

$$A + BX \rightarrow BA + X$$ A=αμέταλλο, X=αμέταλλο.

όπου το M είναι δραστικότερο του B και το A του X, αντίστοιχα, στην σειρά δραστικότητας των μετάλλων.

- Στις αντιδράσεις απλής αντικατάστασης όταν ένα μέταλλο έχει πολλούς Α.Ο. τότε στα προϊόντα εμφανίζεται με τον **μικρότερο Α.Ο., με εξαίρεση ο Cu ο οποίος στις ενώσεις οξειδώνεται σε $Cu^{+2}$.**
- Τα πολύ δραστικά (Li, K, Ba, Ca, Na), αντιδρούν με νερό και παράγονται τα αντίστοιχα υδροξείδιά τους, π.χ. :

$$2\overset{0}{Na} + 2\overset{+1}{H_2}O \rightarrow 2\overset{+1}{Na}OH + \overset{0}{H_2}\uparrow, \qquad \overset{0}{Ca} + 2\overset{+1}{H_2}O \rightarrow \overset{+2}{Ca}(OH)_2 + \overset{0}{H_2}\uparrow.$$

Όλα τα υπόλοιπα δραστικότερα του υδρογόνου μέταλλα, αντιδρούν με υδρατμούς και παράγουν τα αντίστοιχα οξείδια του μετάλλου και αέριο υδρογόνο, π.χ. $\overset{0}{Zn} + \overset{+1}{H_2}O_{(g)} \rightarrow \overset{+2}{Zn}O_{(s)} + \overset{0}{H_2}\uparrow$.

- Κάθε αμέταλλο της σειράς δραστικότητας των αμετάλλων μπορεί να οξειδώνει (να αντικαθιστά) όσα αμέταλλα βρίσκονται στα δεξιά του

$$3\overset{0}{Cl_2} + Al_2\overset{-2}{S_3} \rightarrow 2AlCl_3 + 3\overset{0}{S},$$

ή να ανάγει (αντικαταστήσει) όσα αμέταλλα βρίσκονται στα αριστερά του **<u>μόνο</u>** στις χημικές ενώσεις στις οποίες εμφανίζονται με θετικό Α.Ο. στα οξυγονούχα άλατα, π.χ. $\overset{0}{I_2} + 2K\overset{+5}{Cl}O_3 \rightarrow 2K\overset{+5}{I}O_3 + \overset{0}{Cl_2}$.

- Δράση πυκνού νιτρικού οξέος $\left(H\overset{+5}{N}O_{3\,(πυκνό)}\right) \rightarrow \overset{+4}{N}O_2$, αραιού νιτρικού οξέος $\left(H\overset{+5}{N}O_{3\,(αραιό)}\right) \rightarrow \overset{+2}{N}O$ και αραιού – θερμού θειϊκού οξέος $\left(H_2\overset{+6}{S}O_{4\,(πυκνό-θερμό)}\right) \rightarrow \overset{+4}{S}O_2$.

| ΑΜΕΤΑΛΛΑ | | | | | ΜΕΤΑΛΛΑ |
|---|---|---|---|---|---|
| | **C** | **P** | **S** | **$I_2$** | |
| **$H_2SO_{4\,(πυκνό-θερμό)}$** | $CO_2$ | $H_3PO_4$ | $SO_2$ | - | Μέταλλο + $H_2SO_{4\,(πυκνό-θερμό)}$ → θειϊκό άλας + $SO_2\uparrow$ + $H_2O$ εκτός των Au, Pt και Pb. |
| **$HNO_{3\,(πυκνό)}$** | $CO_2$ | $H_3PO_4$ | $H_2SO_4$ | $HIO_3$ | Μέταλλο + $HNO_{3\,(πυκνό)}$ → νιτρικό άλας + $NO_2\uparrow$ + $H_2O$ εκτός των Au, Pt, Al, Cr και Fe. |
| **$HNO_{3\,(αραιό)}$** | - | $H_3PO_4$ | $H_2SO_4$ | - | Μέταλλο + $HNO_{3\,(αραιό)}$ → νιτρικό άλας + $NO\uparrow$ + $H_2O$ εκτός των Au, Pt και Cr. |

10 ΓΕΛ ΔΡΑΠΕΤΣΩΝΑΣ

Π.χ. $\overset{0}{C} + 2H_2\overset{+6}{S}O_{4\,(\text{πυκνό-θερμό})} \rightarrow \overset{+4}{C}O_2 + 2\overset{+4}{S}O_2 + 2H_2O$, $\overset{0}{Cu} + 4H\overset{+5}{N}O_{3\,(\text{πυκνό})} \rightarrow \overset{+2}{Cu}(NO_3)_2 + 2\overset{+4}{N}O_2\uparrow + 2H_2O$.

- Το **υπερμαγγανικό κάλιο** ($KMnO_4$) και το **διχρωμικό κάλιο** ($K_2Cr_2O_7$) είναι δύο ισχυρότατα οξειδωτικά μέσα που μπορούν να οξειδώσουν τόσο τις ανόργανες όσο και τις οργανικές ουσίες. Συγκεκριμένα :

$$\text{Αναγωγικό} + K\overset{+7}{Mn}O_4 + H_2SO_4 \rightarrow \overset{+2}{Mn}SO_4 + K_2SO_4 + \ldots$$

$$\text{Αναγωγικό} + K_2\overset{+6}{Cr_2}O_7 + H_2SO_4 \rightarrow \overset{+3}{Cr_2}(SO_4)_3 + K_2SO_4 + \ldots$$

Οι παραπάνω αντιδράσεις μπορούν αν χρησιμοποιηθούν και για την ανίχνευση μιας ουσίας λόγω του αποχρωματισμού που παθαίνουν τα παραπάνω οξειδωτικά μέσα. Συγκεκριμένα, το όξινο διάλυμα $KMnO_4$ από ερυθροϊώδες αποχρωματίζεται, ενώ το όξινο διάλυμα $K_2Cr_2O_7$ από πορτοκαλί γίνεται πρά-σινο.

- Οι οργανικές ενώσεις που οξειδώνονται είναι οι αλκοόλες, οι αλδεΰδες και τα καρβοξυλικά οξέα. Συγκεκριμένα :

❖ **<u>Ιταγείς αλκοόλες :</u> (Ιταγής αλκοόλη → αλδεΰδη → καρβοξυλικό οξύ)**

$R-CH_2OH \xrightarrow[-H_2O]{|O|} R-CH=O \xrightarrow{|O|} R-COOH$, ή σε ένα στάδιο $R-CH_2OH \xrightarrow{2|O|} R-COOH + H_2O$.

π.χ. $5CH_3CH_2OH + 4KMnO_4 + 6H_2SO_4 \rightarrow 5CH_3COOH + 2K_2SO_4 + 4MnSO_4 + 11H_2O$.

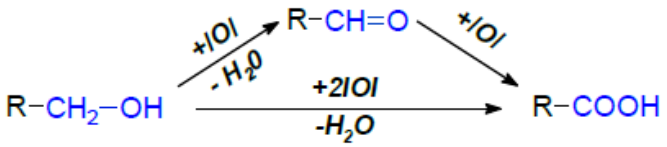
π.χ. $3CH_3CH_2OH + 2K_2Cr_2O_7 + 8H_2SO_4 \rightarrow 3CH_3COOH + 2K_2SO_4 + 2Cr_2(SO_4)_3 + 11H_2O$.

π.χ. $5CH_3CH_2OH + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow 5CH_3CHO + K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 8H_2O$.

** Η $CH_3OH$ οξειδώνεται σε τρία στάδια προς $CO_2$.

$CH_3OH \xrightarrow[-H_2O]{|O|} HCH=O \xrightarrow{|O|} HCOOH \xrightarrow{|O|} CO_2$.

Συνοπτικά :




❖ **<u>ΙΙταγείς αλκοόλες :</u> (ΙΙταγής αλκοόλη → κετόνη)**

$R-\underset{\underset{OH}{|}}{C}H-R' \xrightarrow{|O|} R-\underset{\underset{O}{||}}{C}-R' + H_2O$.

π.χ. $5CH_3-\underset{\underset{OH}{|}}{CH}-CH_3 + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow 5CH_3-\underset{\underset{O}{||}}{C}-CH_3 + K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 8H_2O$.

❖ **<u>ΙΙΙταγείς αλκοόλες :</u>**

Οι ΙΙΙταγείς αλκοόλες ΔΕΝ οξειδώνονται, παρά μόνο σε πολύ δραστικές συνθήκες όπου διασπόνται.

❖ Οι κετόνες ΔΕΝ οξειδώνονται ενώ οι αλδεΰδες οξειδώνονται προς καρβοξυλικά οξέα.

❖ Το μοναδικό καρβοξυλικό οξύ που οξειδώνεται με ισχυρά μέσα είναι το μεθανικό (μυρμηκικό), βάσει της αντίδρασης :

1ο ΓΕΛ ΔΑΠΕΤΣΩΝΑΣ

$$5HCOOH + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow 5CO_2\uparrow + K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 8H_2O.$$

Το οξαλικό οξύ (HOOC-COOH) μετατρέπεται σε $CO_2$, σύμφωνα με την αντίδραση :

$$5\begin{matrix}COOH\\|\\COOH\end{matrix} + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow 10CO_2\uparrow + K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 8H_2O.$$

**<u>ΜΝΗΜΟΝΙΚΟΣ ΚΑΝΟΝΑΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΟΡΓΑΝΙΚΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ</u>**

**!!!!** Αν τα άτομα των οξυγόνων στα προϊόντα είναι περισσότερα απ' αυτά των αντιδρώντων, για κάθε άτομο οξυγόνου έχουμε αύξηση του Α.Ο. κατά 2 μονάδες, ενώ αν τα άτομα των υδρογόνων (ή των αλκαλίων π.χ. Li, Na, K) στα προϊόντα είναι μειωμένα απ' αυτά των αντιδρώντων, για κάθε άτομο υδρογόνου αυξάνεται ο Α.Ο. κατά μία μονάδα.

1ο ΓΕΛ ΔΡΑΠΕΤΣΩΝΑΣ