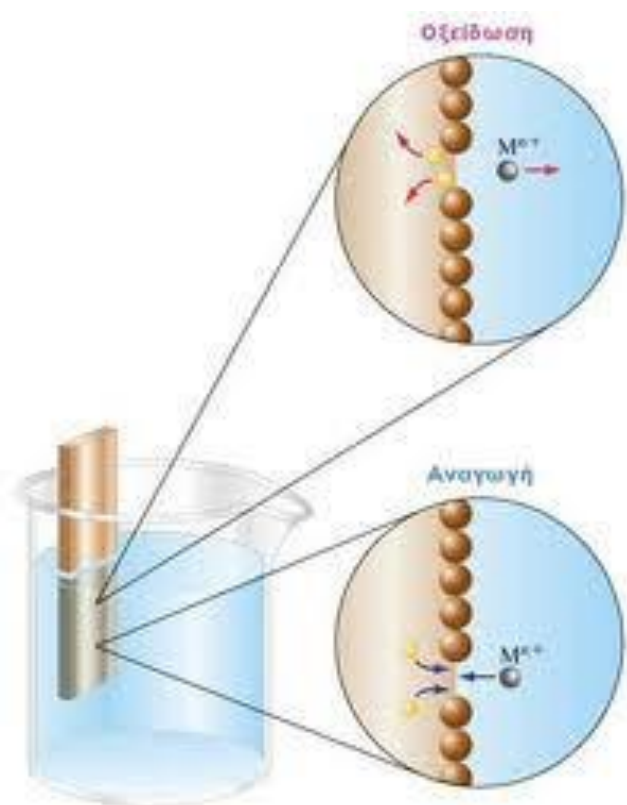


# 1. ΟΞΕΙΔΟΑΝΑΓΩΓΙΚΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ



αριθμός οξείδωσης οξείδωση - αναγωγή

οξειδωτικά – αναγωγικά σώματα

παραδείγματα ανόργανων οξειδοαναγωγικών αντιδράσεων

παραδείγματα οργανικών οξειδοαναγωγικών αντιδράσεων

---

επιμέλεια: Σαπουνά Χριστίνα

Χημικός ΑΠΘ, Ms. Διδακτική της Χημείας και Νέες Εκπαιδευτικές Τεχνολογίες

## ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΟΞΕΙΔΟΑΝΑΓΩΓΗΣ

οι αντιδράσεις στις οποίες μεταβάλλεται ο αριθμός οξείδωσης των ατόμων ή ιόντων.

### Αριθμός οξείδωσης (Α.Ο.)

Στις **ιοντικές** (ετεροπολικές) ενώσεις, ονομάζεται το **πραγματικό φορτίο** που έχει ένα ιόν.

Στις **ομοιοπολικές** (μοριακές) ενώσεις, ονομάζεται το **φαινομενικό φορτίο** που θα αποκτήσει ένα άτομο, αν τα κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων των ομοιοπολικών δεσμών αποδοθούν στο **ηλεκτραρνητικότερο** άτομο.

### ΚΑΝΟΝΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΥΡΕΣΗ ΤΟΥ ΑΡΙΘΜΟΥ ΟΞΕΙΔΩΣΗΣ

1. όλα τα στοιχεία σε ελεύθερη κατάσταση έχουν  $A.O. = 0$
2. το αλγεβρικό άθροισμα των Α.Ο. όλων των στοιχείων μιας ένωσης είναι ίσο με το μηδέν.
3. το αλγεβρικό άθροισμα των Α.Ο. των στοιχείων ενός ιόντος είναι ίσο με το φορτίο του ιόντος.

#### *ετεροπολικές ενώσεις*

1. τα **θετικά ιόντα** των στοιχείων έχουν **θετικό Α.Ο.** και **αριθμητικά ίσο με το φορτίο** τους.
2. τα **αρνητικά ιόντα** των στοιχείων έχουν **αρνητικό Α.Ο.** και **αριθμητικά ίσο με το φορτίο** τους.

#### *ομοιοπολικές ενώσεις*

1. το περισσότερο ηλεκτραρνητικό στοιχείο έχει αρνητικό Α.Ο. και το περισσότερο ηλεκτροθετικό έχει θετικό Α.Ο.
2. το υδρογόνο έχει  $A.O. = +1$  (εκτός από τα υδρίδια των μετάλλων που έχει  $-1$ , π.χ.  $KH$ ,  $CaH_2$ )
3. το οξυγόνο έχει  $A.O. = -2$  (εκτός από τα υπεροξείδια που έχει  $-1$ :  $H_2O_2$  και τις ενώσεις με φθόριο που έχει  $+2$ :  $F_2O$ )
4. το φθόριο έχει  $A.O. = -1$
5. τα αλκάλια έχουν  $A.O. = +1$  και οι αλκαλικές γαίες έχουν  $A.O. = +2$ .

### A. πριν γίνει γνωστή η ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων ...

**Οξείδωση** είναι η **ένωση** ενός στοιχείου με το **οξυγόνο** ή η **αφαίρεση υδρογόνου** από μια ένωση.

α) ένωση με οξυγόνο:  $C + O_2 \rightarrow CO_2$ ,  $2Zn + O_2 \rightarrow 2ZnO$

β) αφαίρεση υδρογόνου:  $4HCl + O_2 \rightarrow 2Cl_2 + 2H_2O$

**Αναγωγή** είναι η **ένωση** ενός στοιχείου με το **υδρογόνο** ή η **αφαίρεση οξυγόνου** από μια ένωση.

α) ένωση με υδρογόνο:  $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$ ,  $H_2 + S \rightarrow H_2S$

β) αφαίρεση οξυγόνου:  $2HgO \xrightarrow{\Delta} Hg + O_2$ ,  $2KClO_3 \rightarrow 2KCl + 3O_2$

- ο αρχικός ορισμός της οξείδωσης και της αναγωγής παρουσιάζει το **μειονέκτημα** ότι αναφέρεται μόνο σε αντιδράσεις στις οποίες συμμετέχουν μόνο υδρογονούχες και οξυγονούχες ενώσεις. Έτσι, για παράδειγμα, δεν μπορούν να χαρακτηριστούν ως οξείδωση ή αναγωγή αντιδράσεις που μοιάζουν με τις επόμενες:



### B. με τη βοήθεια της ηλεκτρονιακής θεωρίας για τη δομή του ατόμου ...

☐ **Οξείδωση** είναι η **αποβολή ηλεκτρονίων** από ένα στοιχείο.

☐ **Αναγωγή** είναι η **πρόσληψη ηλεκτρονίων** από ένα στοιχείο.

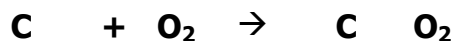
Έστω η αντίδραση του Mg με το  $Cl_2$ :  $Mg + Cl_2 \rightarrow MgCl_2$ . Κάθε άτομο μαγνησίου αποβάλλει δύο ηλεκτρόνια από την εξωτερική του στιβάδα και μετατρέπεται σε κατιόν, δηλαδή οξειδώνεται. Τα δύο ηλεκτρόνια που αποβάλλει το άτομο μαγνησίου προσλαμβάνονται από δύο άτομα χλωρίου, τα οποία μετατρέπονται σε ανιόντα και ανάγονται.

Έχουμε ταυτόχρονη μεταφορά ηλεκτρονίων από τη μια ουσία στην άλλη και το σχηματισμό ιοντικού δεσμού, χωρίς να είναι απαραίτητη η ύπαρξη υδρογόνου ή οξυγόνου.

- με αυτό τον ορισμό της οξειδοαναγωγής δεν καλύπτονται οι αντιδράσεις στις οποίες συμμετέχουν **ομοιοπολικές ενώσεις**.

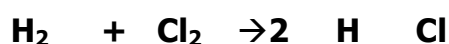
### Γ. με βάση τον αριθμό οξείδωσης ...

- **Οξείδωση** είναι η **αύξηση** του **αριθμού οξείδωσης** ενός ατόμου ή ιόντος.
- **Αναγωγή** είναι η **ελάττωση** του **αριθμού οξείδωσης** ενός ατόμου ή ιόντος.



C: ο Α.Ο. αυξάνεται από 0 σε +4, άρα ο C **οξειδώνεται**

O<sub>2</sub>: ο Α.Ο. ελαττώνεται από 0 σε -2, άρα το O **ανάγεται**



H<sub>2</sub>: ο Α.Ο. αυξάνεται από 0 σε +1, άρα το H<sub>2</sub> **οξειδώνεται**

Cl<sub>2</sub>: ο Α.Ο. ελαττώνεται από 0 σε -1, άρα το Cl **ανάγεται**

- με αυτό τον ορισμό η έννοια της οξειδοαναγωγής επεκτείνεται σε όλες τις χημικές αντιδράσεις, ανεξάρτητα αν συμμετέχουν ιοντικές ενώσεις (όπου συμβαίνει μεταφορά ηλεκτρονίων) ή ομοιοπολικές ενώσεις (όπου συμβαίνει μετατόπιση ηλεκτρονίων)
- Όταν σε κάποιο άτομο ή ιόν έχουμε οξείδωση, τότε πρέπει σε κάποιο άλλο άτομο να συμβαίνει αναγωγή. Δηλαδή, τα δυο φαινόμενα, της οξείδωσης και της αναγωγής συμβαίνουν ταυτόχρονα και το συνολικό φαινόμενο ονομάζεται αντίδραση οξειδοαναγωγής.

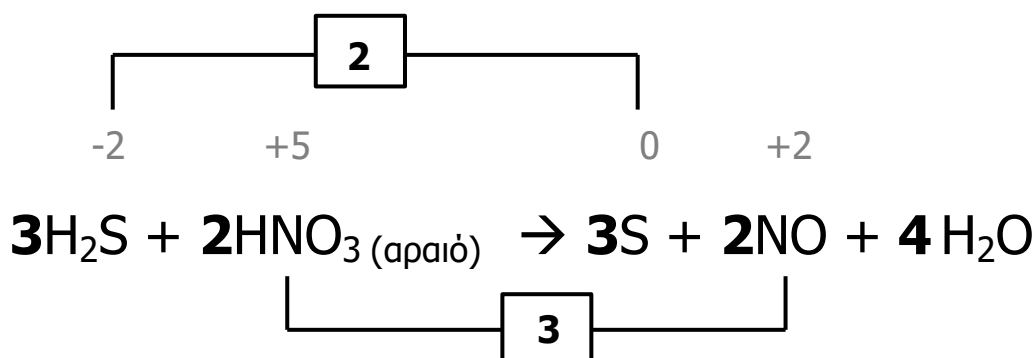
| Οξείδωση                                 | Αναγωγή                                  |
|------------------------------------------|------------------------------------------|
| 1. ένωση με οξυγόνο ή αφαίρεση υδρογόνου | 1. ένωση με υδρογόνο ή αφαίρεση οξυγόνου |
| 2. αποβολή ηλεκτρονίων                   | 2. πρόσληψη ηλεκτρονίων                  |
| 3. αύξηση του αριθμού οξείδωσης          | 3. ελάττωση του αριθμού οξείδωσης        |

| Οξειδωτικές ουσίες ή οξειδωτικά                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Αναγωγικές ουσίες ή αναγωγικά                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| προκαλούν οξείδωση                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | προκαλούν αναγωγή                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| οι ίδιες ανάγονται                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | οι ίδιες οξειδώνονται                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| ελαττώνεται ο αριθμός οξείδωσης τους                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | αυξάνεται ο αριθμός οξείδωσης τους                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| $+5 \quad +6$<br>$\text{HNO}_3, \text{H}_2\text{SO}_4$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | $-2 \quad -3$<br>$\text{H}_2\text{S}, \text{NH}_3$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <p><b>Ως οξειδωτικό</b> μπορεί να δράσει μια ουσία που περιέχει στοιχείο με τον ανώτερο (ή έναν από τους μεγαλύτερους) αριθμό οξείδωσής του, οπότε μπορεί να αναχθεί σε μικρότερο αριθμό οξείδωσης.</p> <p><b>Οξειδωτικά</b> στοιχεία σε ελεύθερη κατάσταση είναι τα <b>αμέταλλα</b>, τα οποία είναι ηλεκτραρνητικά στοιχεία. <b>Η σειρά οξειδωτικής ισχύος των αμετάλλων είναι η εξής:</b></p> <p><math>\text{F}_2 &gt; \text{Cl}_2 &gt; \text{O}_3 &gt; \text{Br}_2 &gt; \text{O}_2 &gt; \text{I}_2 &gt; \text{S}</math></p> <p>παραδείγματα:</p> $  \begin{array}{ccc}  +5 & +4 & +2 \\  \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NO}_2 \text{ ή } \text{NO}, & & \\  +3 & +2 & \\  \text{FeCl}_3 \rightarrow \text{FeCl}_2, & &   \end{array}  $ | <p><b>Ως αναγωγικό</b> μπορεί να δράσει μια ουσία που περιέχει στοιχείο με τον κατώτερο (ή έναν από τους μικρότερους) αριθμό οξείδωσής του, οπότε μπορεί να οξειδωθεί σε μεγαλύτερο αριθμό οξείδωσης.</p> <p><b>Αναγωγικά</b> στοιχεία σε ελεύθερη κατάσταση είναι τα <b>μέταλλα</b>, τα οποία είναι ηλεκτροθετικά στοιχεία. <b>Η σειρά αναγωγικής ισχύος των μετάλλων είναι η εξής:</b></p> <p><math>\text{K} &gt; \text{Ba} &gt; \text{Ca} &gt; \text{Na} &gt; \text{Mg} &gt; \text{Al} &gt; \text{Mn} &gt; \text{Zn} &gt; \text{Cr} &gt; \text{Fe} &gt; \text{Co} &gt; \text{Ni} &gt; \text{Sn} &gt; \text{Pb} &gt; \text{H}_2 &gt; \text{Cu} &gt; \text{Hg} &gt; \text{Ag} &gt; \text{Pt} &gt; \text{Au}</math></p> <p>παραδείγματα:</p> $  \begin{array}{ccc}  -1 & 0 & -2 & 0 \\  \text{HCl} \rightarrow \text{Cl}_2, & & \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{S}, \\  -3 & 0 & +2 & +3 \\  \text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2, & & \text{FeCl}_2 \rightarrow \text{FeCl}_3,  \end{array}  $ |
| $+6 \quad +4$<br>$\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{SO}_2,$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| $+7 \quad +2$<br>$\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{Mn}^{+2}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

## ΠΡΟΣΟΧΗ !!

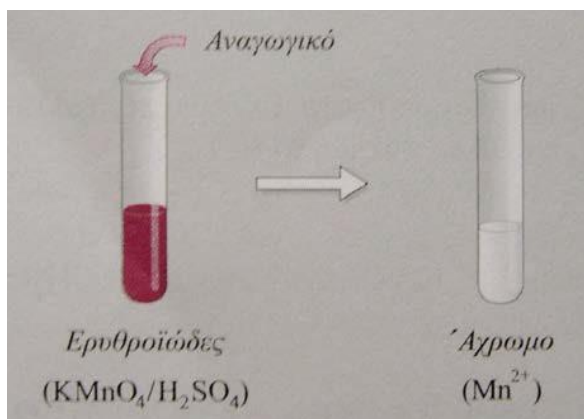
Σε μια αντίδραση οξειδοαναγωγής ο αριθμός των ηλεκτρονίων που αποβάλλει η ουσία που οξειδώνεται (το αναγωγικό) είναι ίσος με τον αριθμό των ηλεκτρονίων που προσλαμβάνει η ουσία που ανάγεται (το οξειδωτικό).

**συνολική μεταβολή Α.Ο. οξειδωτικού = συνολική μεταβολή Α.Ο. αναγωγικού**



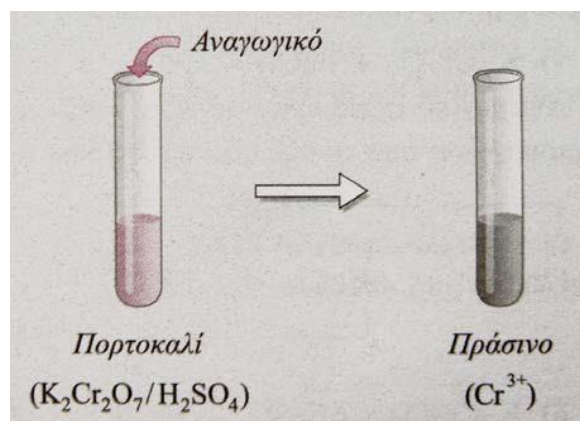
**Το όξινο διάλυμα  $\text{KMnO}_4$**  έχει χρώμα ερυθροϊώδες (λόγω των ιόντων  $\text{MnO}_4^-$ ), ενώ το προϊόν αναγωγής του (ιον  $\text{Mn}^{2+}$ ) είναι άχρωμο.

Όταν το  $\text{KMnO}_4$  αντιδρά με κάποιο αναγωγικό, το **διάλυμα  $\text{KMnO}_4$  αποχρωματίζεται**, όταν καταναλωθεί όλη η ποσότητα του  $\text{KMnO}_4$ .



**Το όξινο διάλυμα  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$**  έχει χρώμα πορτοκαλί (λόγω των ιόντων  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ), ενώ το προϊόν αναγωγής του (ιον  $\text{Cr}^{3+}$ ) είναι πράσινο.

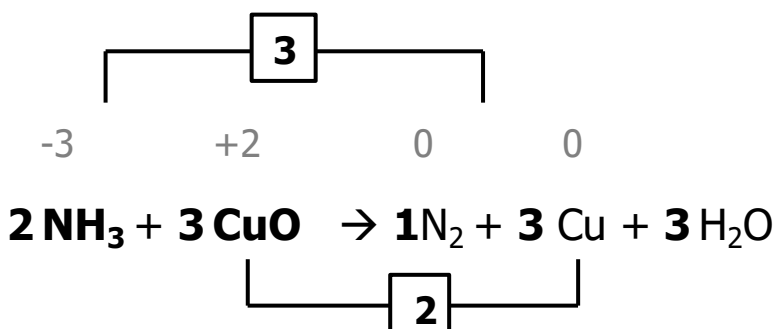
**Η μεταβολή του χρώματος του διαλύματος  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$**  (από πορτοκαλί σε πράσινο) σημαίνει ότι το  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  αντέδρασε πλήρως.



## Παραδείγματα συμπλήρωσης χημικών εξισώσεων οξειδοαναγωγικών αντιδράσεων

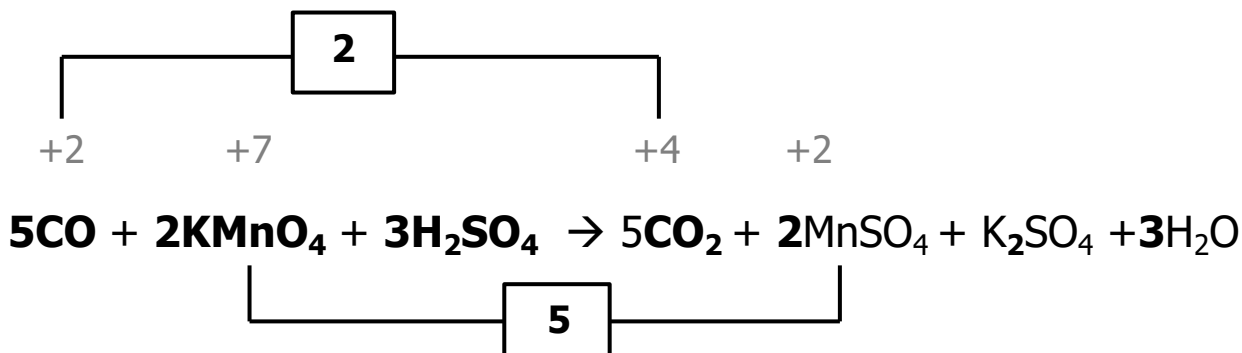
### 1. Οξείδωση της $\text{NH}_3$ από $\text{CuO}$ :

Η αμμωνία είναι το αναγωγικό και δίνει ως προϊόν το  $\text{N}_2$  ενώ το  $\text{CuO}$  είναι το οξειδωτικό και ανάγεται σε  $\text{Cu}$ . Η μεταβολή 2 του αριθμού οξείδωσης του χαλκού καθορίζει τα άτομα  $\text{N}$ . Επειδή όμως στο προϊόν το  $\text{N}$  βρίσκεται ως  $\text{N}_2$ , η μεταβολή 2 διαιρείται με το δείκτη 2 του  $\text{N}_2$ , οπότε ως συντελεστής στο  $\text{N}_2$  μπαίνει το 1 (έτσι υπάρχουν 2 άτομα  $\text{N}$ ). Η μεταβολή 3 του αριθμού οξείδωσης του αζώτου καθορίζει τα άτομα του  $\text{Cu}$ . Τέλος, ισοσταθμίζουμε τα άτομα  $\text{H}$  προσθέτοντας 3 μόρια νερού στο δεύτερο μέλος της εξίσωσης.



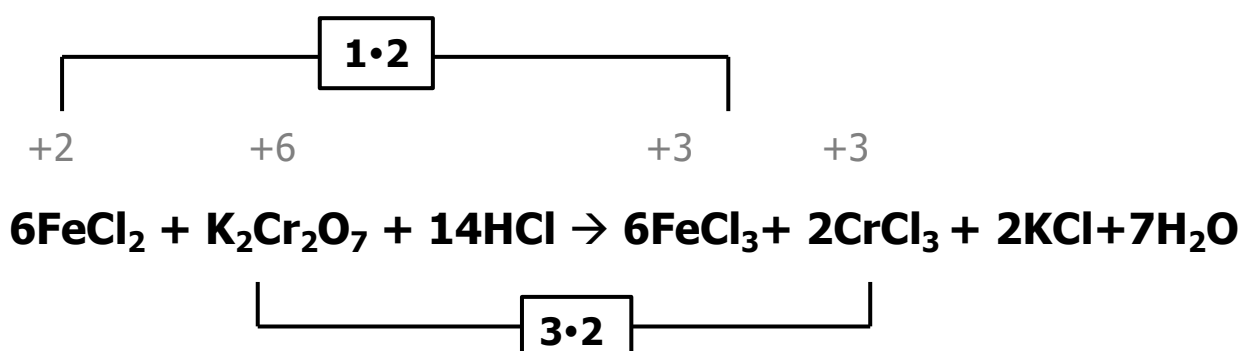
### 2. Οξείδωση του $\text{CO}$ από $\text{KMnO}_4$ παρουσία $\text{H}_2\text{SO}_4$ :

Το  $\text{CO}$  (+2) οξειδώνεται προς  $\text{CO}_2$  (+4). Το  $\text{KMnO}_4$  (+7) ανάγεται σε άλας του  $\text{Mn}^{+2}$  με το ανιόν του αντίστοιχου περιβάλλοντος. Το  $\text{H}_2\text{SO}_4$  δημιουργεί το όξινο περιβάλλον, οπότε το  $\text{KMnO}_4$  ανάγεται σε άλας  $\text{MnSO}_4$ . Το ιόν  $\text{K}^+$  δε συμμετέχει στην οξειδοαναγωγική δράση και υπάρχει στα προϊόντα ως ιόν παρατηρητής και ως άλας  $\text{K}_2\text{SO}_4$ .



### 3. Οξείδωση του $\text{FeCl}_2$ από $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ παρουσία $\text{HCl}$

Το άλας  $\text{FeCl}_2$  (+2) οξειδώνεται προς το άλας  $\text{FeCl}_3$  (+3), που περιέχει το σίδηρο με τον ανώτερο αριθμό οξείδωσής του. Το  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  (+6) ανάγεται σε άλας του  $\text{Cr}^{+3}$  με το ανιόν του αντίστοιχου περιβάλλοντος. Το  $\text{HCl}$  δημιουργεί το όξινο περιβάλλον, οπότε το  $\text{KMnO}_4$  ανάγεται σε άλας  $\text{MnCl}_2$ . Το ιόν  $\text{K}^+$  δε συμμετέχει στην οξειδοαναγωγική δράση και υπάρχει στα προϊόντα ως ιόν παρατηρητής και ως άλας  $\text{KCl}$ . Η μεταβολή 1 του Α.Ο. του  $\text{Fe}$  καθορίζει τον αριθμό των ατόμων  $\text{Cr}$ . Έτσι, διαιρώντας τη μεταβολή του Α.Ο. με τον δείκτη 2 του  $\text{Cr}$  στο  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  θα έπρεπε ο συντελεστής του να είναι 12 για να έχουμε ακέραιο συντελεστή πολλαπλασιάζουμε και τις δύο μεταβολές του Α.Ο. επί 2, οπότε έχουμε:



Από τα 26 ιόντα  $\text{Cl}^-$  που υπάρχουν στο δεύτερο μέλος της χημικής εξίσωσης, τα 12 ιόντα  $\text{Cl}^-$  προέρχονται από τον  $\text{FeCl}_2$  και τα 14 ιόντα από το  $\text{HCl}$ .

### Η οξειδοαναγωγή στην Οργανική Χημεία

**Πρόσληψη** ενός ατόμου **οξυγόνου** από το μόριο της οργανικής ένωσης αντιστοιχεί σε **αύξηση του Α.Ο. κατά 2**.

**Αποβολή** ενός ατόμου **υδρογόνου** (ή αλκαλίου  $\text{Li}$ ,  $\text{Na}$ ,  $\text{K}$ ) από το μόριο της οργανικής ένωσης αντιστοιχεί σε **αύξηση του Α.Ο. κατά 1**.

### Οργανικές ενώσεις που οξειδώνονται (αναγωγικά)

Η μεταβολή του Α.Ο. του στοιχείου που ανάγεται ( $\text{Mn}$ ,  $\text{Cr}$ ) καθορίζει τον αριθμό των μορίων της οργανικής ένωσης που οξειδώνονται. Αντίστοιχα, η μεταβολή του Α.Ο. της οργανικής ένωσης που οξειδώνεται καθορίζει τον αριθμό των ατόμων του χημικού στοιχείου που ανάγεται.

Σύντομα οι οξειδώσεις των οργανικών ενώσεων:

| Αλκοόλες                                                                                               | Αλδεΐδες – Κετόνες                                                                       | Οργανικά Οξέα                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1°: $\text{RCH}_2\text{OH} +  \text{O}  \rightarrow \text{RCHO}$ (αλδεΐδες)<br>ή $\text{RCOOH}$ (Οξέα) | $\text{RCHO} +  \text{O}  \rightarrow \text{RCOOH}$ (Οξέα)                               | $\text{HCOOH} \rightarrow \text{CO}_2$                                                                     |
| 2°: $\text{R}_2\text{CHOH} +  \text{O}  \rightarrow \text{R}_2\text{CO}$ (κετόνες)                     | Κετόνες: δεν οξειδώνονται<br>χωρίς διάσπαση του μορίου τους                              | $\text{HCOONa} \rightarrow \text{CO}_2$                                                                    |
| 2° μεθυλοκετόνες $\rightarrow$ αλογονοφορμική                                                          | Μεθυλοκετόνες $\rightarrow$<br>αλογονοφορμική                                            | $(\text{COOH})_2 \rightarrow \text{CO}_2$                                                                  |
| $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \rightarrow$ αλογονοφορμική<br>(η μοναδική 1° αλκοόλη που τη δίνει).  | $\text{CH}_3\text{CHO} \rightarrow$ αλογονοφορμική<br>(η μοναδική αλδεΐδη που τη δίνει). | $(\text{COONa})_2 \rightarrow \text{CO}_2$                                                                 |
| 3° αλκοόλες : <u>δεν</u> οξειδώνονται <u>χωρίς</u><br><u>διάσπαση</u> του μορίου τους                  |                                                                                          | Τα υπόλοιπα οργανικά<br>οξέα <u>δεν</u><br>οξειδώνονται <u>χωρίς</u><br><u>διάσπαση</u> του μορίου<br>τους |

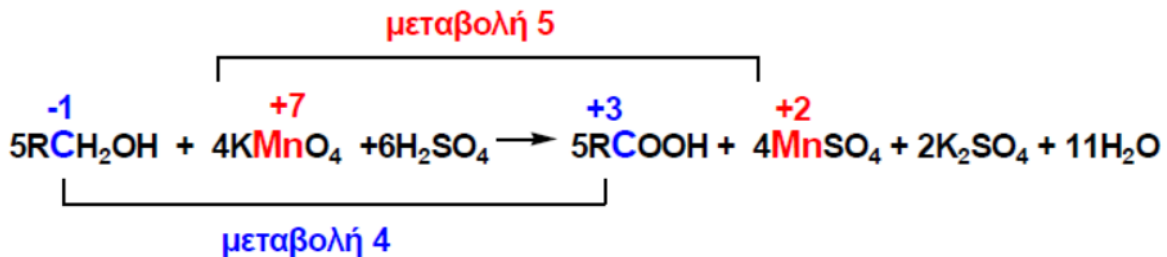
Στην οργανική χημεία συνήθως χρησιμοποιούνται ως οξειδωτικά μέσα τα εξής:

| <b>Ισχυρά οξειδωτικά μέσα:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Ήπια οξειδωτικά μέσα:<br/>(οξειδώνουν ΜΟΝΟ τις ΑΔΕΥΔΕΣ)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>όξινο διάλυμα <math>\text{KMnO}_4</math></b> έχει χρώμα <b>ερυθροϊώδες</b> (λόγω των ιόντων <math>\text{MnO}_4^-</math>), ενώ το προϊόν αναγωγής του (ιον <math>\text{Mn}^{+2}</math>) είναι <b>άχρωμο</b>.</p> <p><b>Ο αποχρωματισμός του διαλύματος <math>\text{KMnO}_4</math></b> σημαίνει ότι το <math>\text{KMnO}_4</math> αντέδρασε <b>πλήρως</b> και έχει καταναλωθεί όλη η ποσότητα του.</p> <p><math>\text{KMnO}_4 / \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4</math><br/><b>ερυθροϊώδες άχρωμο</b></p>                                                                                          | <p><b>Βασικό αντιδραστήριο Fehling</b><br/><b>(<math>\text{CuSO}_4/\text{NaOH}</math>)</b><br/>Η καταβύθιση <b>καστανέρυθρου ιζήματος <math>\text{Cu}_2\text{O}</math></b> σημαίνει ότι το <math>\text{CuSO}_4</math> αντέδρασε <b>πλήρως</b>.</p> <p><math>\text{CuSO}_4 / \text{NaOH} \rightarrow \text{Cu}_2\text{O} \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4</math><br/><b>καστανέρυθρο ίζημα</b></p>      |
| <p><b>όξινο διάλυμα <math>\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7</math></b> έχει χρώμα <b>πορτοκαλί</b> (λόγω των ιόντων <math>\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}</math>), ενώ το προϊόν αναγωγής του (ιον <math>\text{Cr}^{+3}</math>) είναι <b>πράσινο</b>.</p> <p>Η <b>μεταβολή του χρώματος</b> του διαλύματος <math>\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7</math> (από πορτοκαλί σε πράσινο) σημαίνει ότι το <math>\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7</math> αντέδρασε <b>πλήρως</b>.</p> <p><math>\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 / \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4</math><br/><b>πορτοκαλί πράσινο</b></p> | <p><b>Βασικό αντιδραστήριο Tollens</b><br/><b>(<math>\text{AgNO}_3/\text{NH}_3</math>)</b><br/>Η καταβύθιση <b>ιζήματος <math>\text{Ag}</math></b> (<b>κάτοπτρο αργύρου</b>) σημαίνει ότι το <math>\text{AgNO}_3</math> αντέδρασε <b>πλήρως</b>.</p> <p><math>\text{AgNO}_3 / \text{NH}_3 \rightarrow \text{Ag} \downarrow + \text{NH}_4\text{NO}_3</math><br/><b>κάτοπτρο <math>\text{Ag}</math></b></p> |

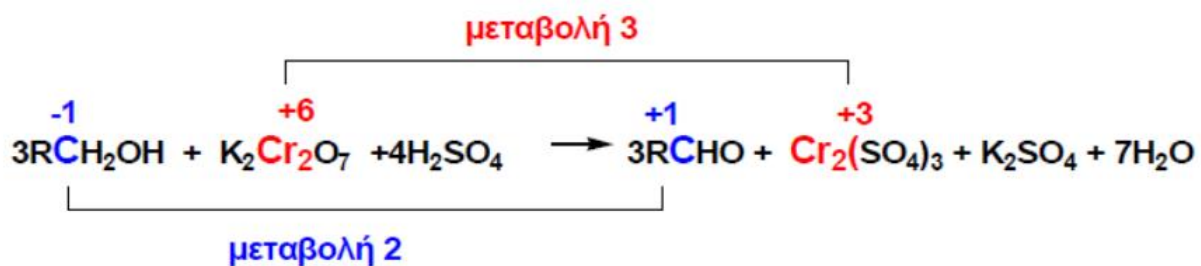
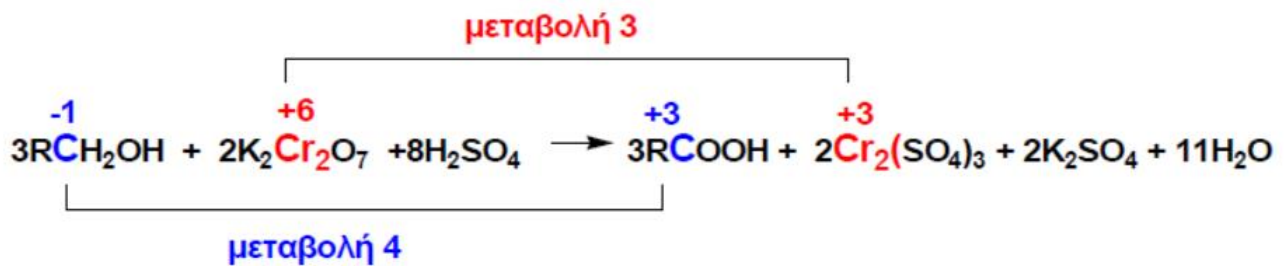
## Οξείδωση αλκοολών

### 1° ΤΑΓΕΙΣ ΑΛΚΟΟΛΕΣ

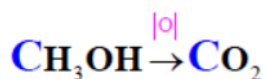
1. Με όξινο διάλυμα **KMnO<sub>4</sub>** οξειδώνονται κυρίως προς **καρβοξυλικά οξέα**.



2. Με όξινο διάλυμα **K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>** ανάλογα με την ποσότητα του οξειδωτικού και τις πειραματικές συνθήκες παράγονται τόσο **αλδεΐδες** όσο και **καρβοξυλικά οξέα**.



3. οξείδωση μεθανόλης, **CH<sub>3</sub>OH**

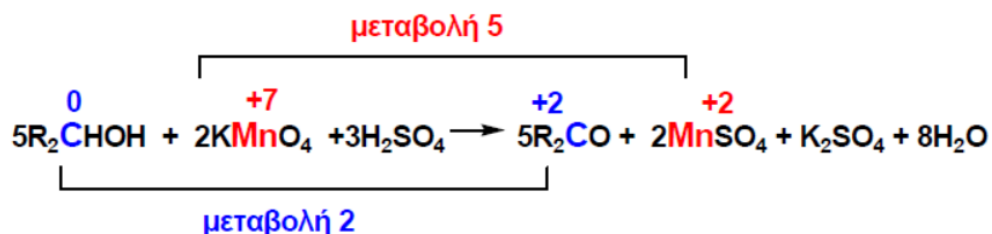


Η μεθανόλη έχει **3 στάδια οξείδωσης** και τελικό προϊόν είναι το **αέριο CO<sub>2</sub>**.

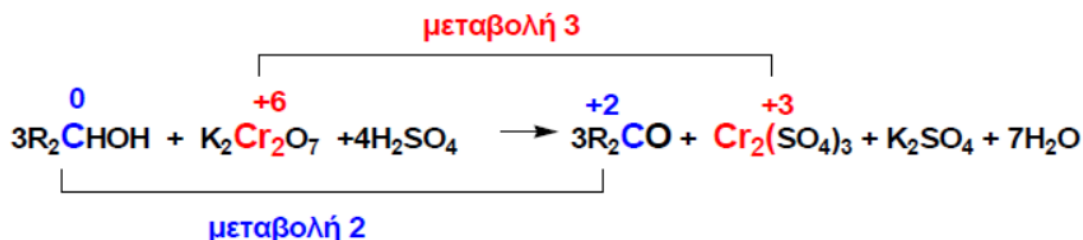
4. Με **Cu** στους **300°**:  $\text{R}\text{C}\text{H}_2\text{OH} \xrightarrow{\text{Cu}} \text{R}\text{CHO} + \text{H}_2$

## 2° ΤΑΓΕΙΣ ΑΛΚΟΟΛΕΣ

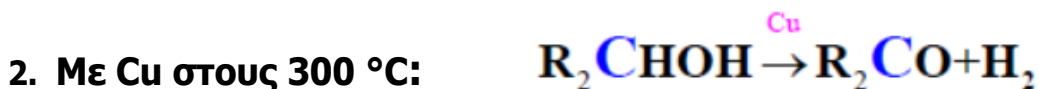
1. Οξειδώνονται τόσο από **KMnO<sub>4</sub>** όσο και από **K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>** προς **ΚΕΤΟΝΕΣ**:



Η μεταβολή του ΑΟ του Mn (5) καθορίζει τον αριθμό των μορίων της αλκοόλης που οξειδώνονται και αντίστοιχα, η μεταβολή του ΑΟ της αλκοόλης (2) καθορίζει τον αριθμό των ατόμων του Mn.



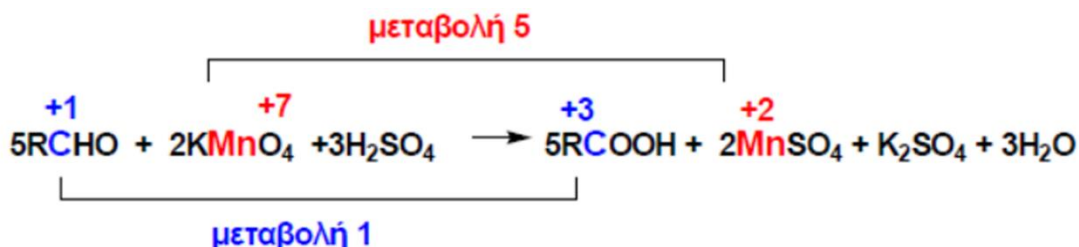
Η μεταβολή του ΑΟ του Cr (3) καθορίζει τον αριθμό των μορίων της αλκοόλης που οξειδώνονται και αντίστοιχα, η μεταβολή του ΑΟ της αλκοόλης (2) καθορίζει τον αριθμό των ατόμων του Cr. Επειδή στο προϊόν το Cr έχει δείκτη το 2, η μεταβολή του ΑΟ διαιρείται με το δείκτη 2:2=1 και το αποτέλεσμα μπαίνει ως συντελεστής στο Cr<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>.



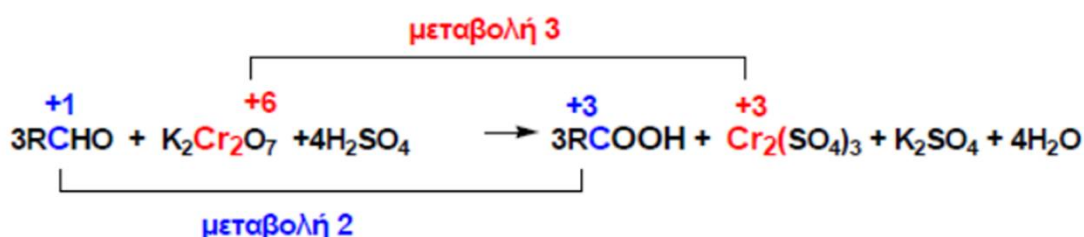
## Οξείδωση αλδεϋδών

### 1. Με ισχυρά οξειδωτικά μέσα → καρβοξυλικά οξέα

- $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{SO}_4$



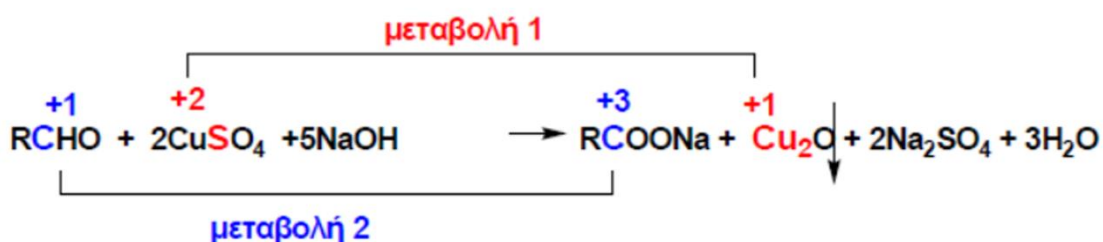
- $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7/\text{H}_2\text{SO}_4$



### 2. Με ήπια οξειδωτικά μέσα → άλατα καρβοξυλικών οξέων

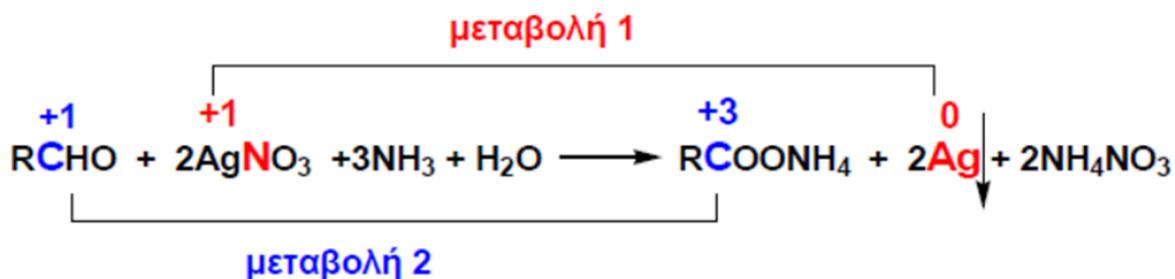
- βασικό αντιδραστήριο Fehling ( $\text{CuSO}_4/\text{NaOH}$ ).

Οι αλδεϋδες οξειδώνονται προς καρβοξυλικά οξέα. Επειδή το περιβάλλον όμως είναι αλκαλικό ( $\text{NaOH}$ ), το οξύ που σχηματίζεται εξουδετερώνεται και τελικό προϊόν είναι το αντίστοιχο άλας ( $\text{RCOONa}$ ).



- βασικό αντιδραστήριο Tollens ( $\text{AgNO}_3/\text{NH}_3$ ).

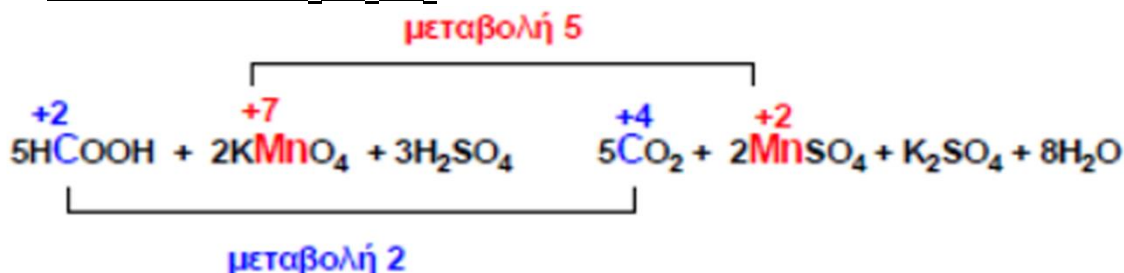
Οι αλδεϋδες οξειδώνονται προς καρβοξυλικά οξέα. Επειδή το περιβάλλον όμως είναι αλκαλικό ( $\text{NH}_3$ ), το οξύ που σχηματίζεται εξουδετερώνεται και τελικό προϊόν είναι το αντίστοιχο άλας ( $\text{RCOONH}_4$ ).



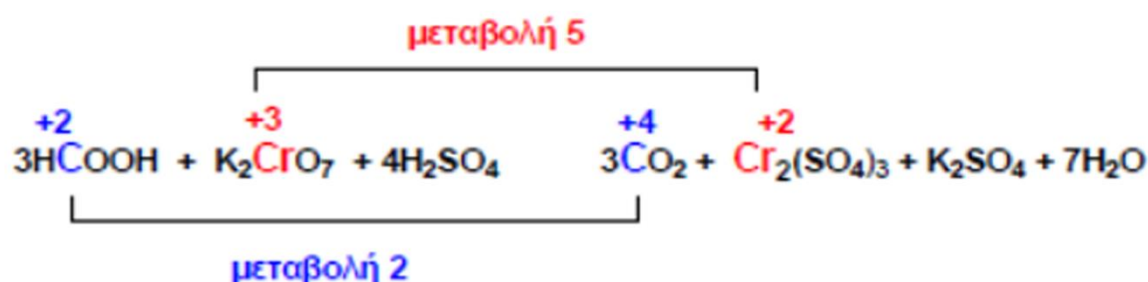
3. **φορμαλδεΰδη**,  $\text{HCH=O}$ , έχει 2 στάδια οξειδωσης κα μετατρέπεται σε αέριο  $\text{CO}_2$ .

## Οξείδωση καρβοξυλικών οξέων και αλάτων τους

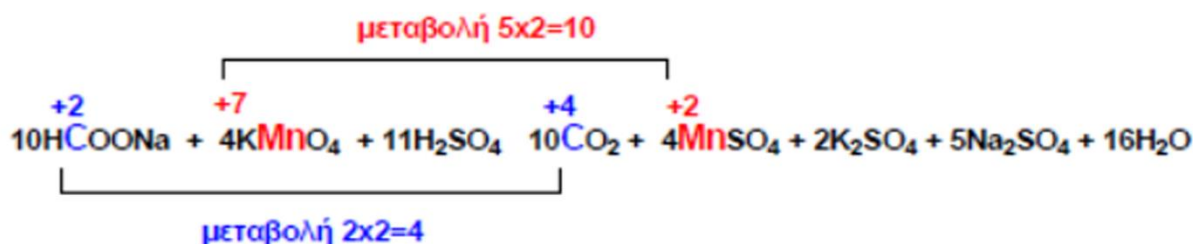
### 1. $\text{HCOOH} + \text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{SO}_4$



### 2. $\text{HCOOH} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7/\text{H}_2\text{SO}_4$

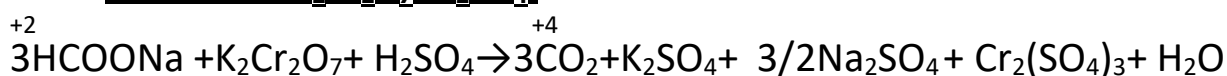


### 3. $\text{HCOONa} + \text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{SO}_4$



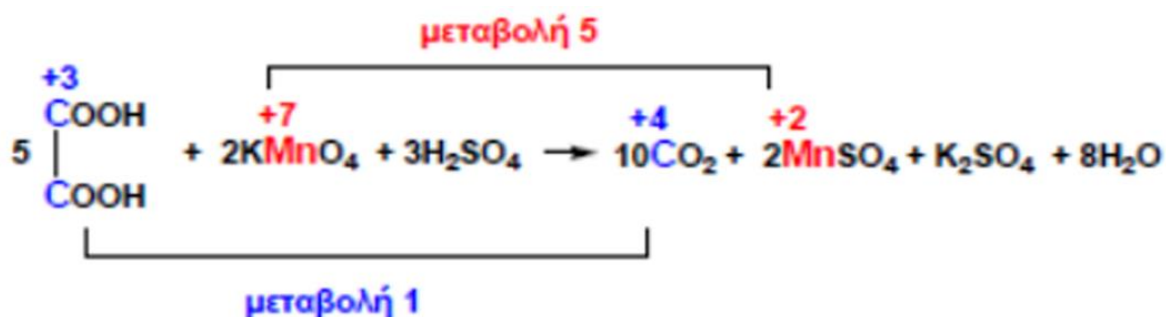
Επειδή στο  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  προκύπτει κλασματικός συντελεστής, πολλαπλασιάζουμε όλα τα σώματα επί 2.

### 4. $\text{HCOONa} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7/\text{H}_2\text{SO}_4$

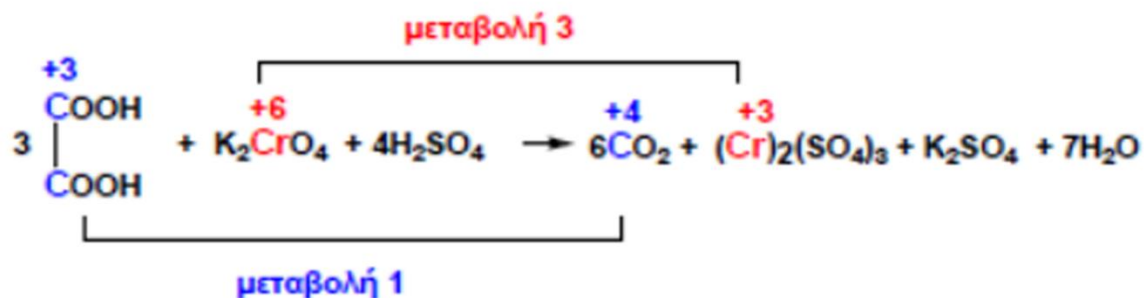


Η μεταβολή του ΑΟ στο  $\text{HCOONa}$  είναι 2, επειδή το άλας αποβάλλει ένα άτομο Η και ένα άτομο Na.

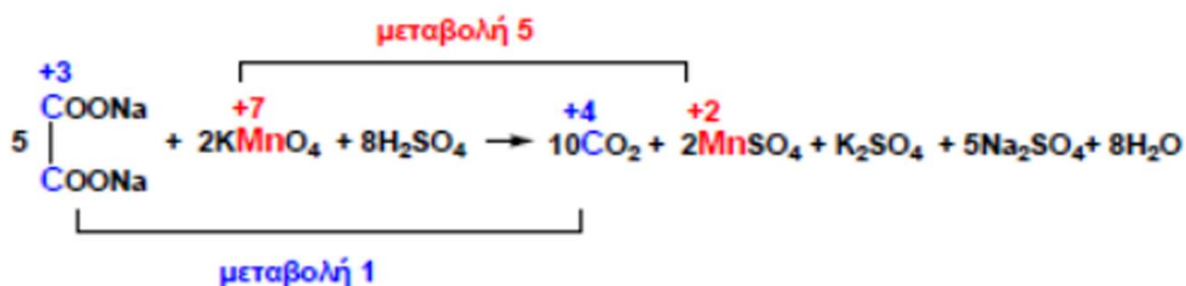
5.  $(\text{COOH})_2 + \text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{SO}_4$



6.  $(\text{COOH})_2 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7/\text{H}_2\text{SO}_4$



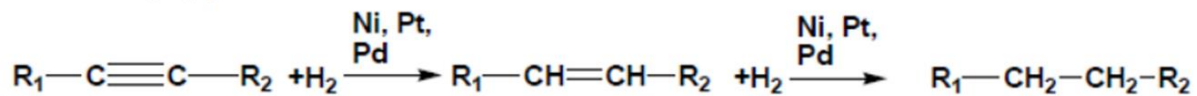
7.  $(\text{COONa})_2 + \text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{SO}_4$



Η συνολική μεταβολή του ΑΟ στο  $(\text{COOH})_2$  είναι 2, επειδή το άλας αποβάλλει δύο άτομο Η ή δύο άτομο Na.

## Οργανικές ενώσεις που ανάγονται (οξειδωτικά)

### 1. Αναγωγή αλκενίων και αλκινίων

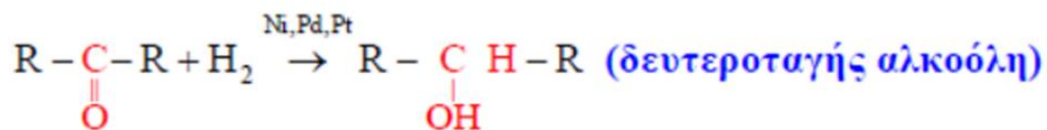


### 2. Αναγωγή καρβονυλικών ενώσεων : $C_nH_{2n}O + H_2 \rightarrow C_nH_{2n+1}OH$

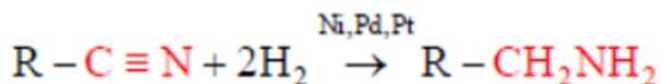
#### α. αναγωγή αλδεϋδών σε 1° ταγείς αλκοόλες



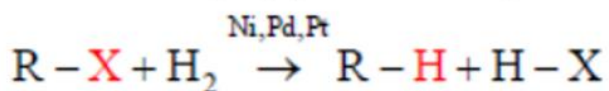
#### β. αναγωγή κετονών σε 2° ταγείς αλκοόλες



### 3. Αναγωγή νιτριλίων σε 1° ταγείς αμίνες



### 4. Αναγωγή αλκυλαλογονιδίων (RX) σε αλκάνια (RH)



## ΕΞΑΣΚΗΣΗ

### 1. Να εξετάσετε αν οι επόμενες αντιδράσεις είναι οξειδοαναγωγικές σύμφωνα και με τους 3 ορισμούς της οξείδωσης και της αναγωγής:

- α)  $\text{Mg} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{MgCl}_2$
- β)  $\text{H}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow 2\text{HBr}$
- γ)  $\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2$
- δ)  $4\text{Na} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{Na}_2\text{O}$
- ε)  $2\text{Na} + \text{H}_2 \rightarrow 2\text{NaH}$
- στ)  $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_3$

### 2. Να εξετάσετε αν οι επόμενες αντιδράσεις είναι οξειδοαναγωγικές και να προσδιορίσετε το οξειδωτικό και το αναγωγικό σώμα:

- α)  $\text{FeCl}_3 + 3\text{NaOH} \rightarrow \text{Fe(OH)}_3 + 3\text{NaCl}$
- β)  $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$
- γ)  $\text{Ba} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ba(OH)}_2 + \text{H}_2$
- δ)  $\text{CaOCl}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- ε)  $4\text{FeCl}_2 + \text{SO}_2 + 4\text{HCl} \rightarrow 4\text{FeCl}_3 + \text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$
- στ)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CN} + 2\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$
- ζ)  $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{Br}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{Br}$
- η)  $\text{HCOOH} + \text{CH}_3\text{OH} \rightleftharpoons \text{HCOOCH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- ι)  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$

### 3. Να υπολογίσετε τη μεταβολή στον αριθμό οξείδωσης του άνθρακα στις επόμενες χημικές μετατροπές:

- α)  $\text{CH}_3\text{OH} \rightarrow \text{CH}_2 = \text{O}$
- β)  $\text{CH}_3\text{CH}_2 = \text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH}$
- γ)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH}$
- δ)  $\text{CH}_3\text{OH} \rightarrow \text{CO}_2$
- ε)  $\text{HCOONa} \rightarrow \text{CO}_2$

### 4. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση σε κάθε μια από τις επόμενες ερωτήσεις:

- α. Ο αριθμός οξείδωσης του H στην ένωση NaH είναι: i) +1 ii) -1 iii) +2 iv) -2
- β. Ποιο από τα επόμενα στοιχεία εμφανίζεται με έναν μόνο αριθμό οξείδωσης στις χημικές ενώσεις του: i) Cl ii) K iii) Fe iv) N
- γ. Ο αριθμός οξείδωσης του O μπορεί να πάρει τιμές:  
i) -2 και 0 ii) -2, 0 και +2  
iii) -2 και +2 iv) -2, -1, 0 και +2

- δ. Ο αριθμός οξείδωσης του N στο ιόν  $\text{NH}_4^+$  είναι:  
i) -3 ii) +1 iii) +3 iv) +4
- ε. Ο αριθμός οξείδωσης του P στο  $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$  είναι: i) -3 ii) +3 iii) +5 iv) +10
- στ. Σε ποια από τι επόμενες χημικές ουσίες το θείο έχει τον μεγαλύτερο αριθμό οξείδωσης:  
i)  $\text{S}_8$  ii)  $\text{NaHSO}_3$  iii)  $\text{H}_2\text{S}_2\text{SO}_7$  iv)  $\text{CaSO}_3$
- ζ. Ποιο από τα επόμενα στοιχεία δεν εμφανίζεται στις χημικές ενώσεις του με αριθμό οξείδωσης +1: i) H ii) Br iii) K iv) Mg
- η. Σε ποια από τι επόμενες χημικές ουσίες το χλώριο έχει τον μικρότερο αριθμό οξείδωσης  
i)  $\text{CaCl}_2$  ii)  $\text{Cl}_2$  iii)  $\text{HClO}_4$  iv)  $\text{NaClO}_3$
- θ. Σε ποια από τι επόμενες χημικές ουσίες το O αριθμό οξείδωσης -2:  
i)  $\text{H}_2\text{O}_2$  ii)  $\text{OF}_2$  iii)  $\text{BaO}_2$  iv)  $\text{Al}_2\text{O}_3$
- ι. Σε ποια από τις επόμενες χημικές ενώσεις ο αριθμός οξείδωσης του άνθρακα είναι μηδέν:  
i) CO ii)  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$  iii)  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  iv)  $\text{CHCl}_3$
- ια. Σε ποια από τις επόμενες χημικές ενώσεις ο αριθμός οξείδωσης του άνθρακα είναι μηδέν:  
i)  $\text{CH}_2\text{O}$  ii)  $\text{HCOOH}$  iii)  $\text{CO}_2$  iv)  $\text{CH}_3\text{OH}$
- ιβ. Σε ποια από τις επόμενες χημικές ενώσεις ο αριθμός οξείδωσης του άνθρακα είναι μηδέν:  
i)  $\text{CH}_2\text{O}$  ii)  $\text{HCOOH}$  iii)  $\text{CO}_2$  iv)  $\text{CH}_3\text{OH}$
- ιγ. Ποια από τις επόμενες χημικές ενώσεις ή ιόντα μπορεί να αναχθεί προς  $\text{NO}_2$ :  
i)  $\text{N}_2\text{O}$  ii)  $\text{NO}_3^-$  iii)  $\text{NO}_2^-$  iv) NO
- ιδ. Ποια από τις επόμενες χημικές ενώσεις δεν μπορεί να δράσει ως οξειδωτικό:  
i)  $\text{HNO}_3$  ii)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  iii)  $\text{Cl}_2$  iv) Mg
- ιε. Ποια από τις επόμενες χημικές ενώσεις δεν μπορεί να δράσει ως αναγωγικό:  
i) Zn ii)  $\text{NH}_3$  iii)  $\text{H}_2\text{S}$  iv)  $\text{HNO}_3$
- ιστ. Ποιο από τα επόμενα χημικά στοιχεία είναι το πιο οξειδωτικό:  
i)  $\text{Cl}_2$  ii)  $\text{Br}_2$  iii)  $\text{F}_2$  iv)  $\text{I}_2$

## 5. Ερωτήσεις Σωστού - Λάθους

- α. Οξειδωση είναι η αλγεβρική αύξηση του αριθμού οξειδωσής του.
- β. Σε κάθε οξειδωση συμβαίνει πραγματική αποβολή ηλεκτρονίου.
- γ. Όταν μια ουσία ανάγεται είναι αναγωγική.
- δ. Όλες οι οξειδωτικές ουσίες περιέχουν οξυγόνο.
- ε. Σε κάθε οξειδοαναγωγική αντίδραση ένα χημικό στοιχείο οξειδώνεται και ένα άλλο ανάγεται.
- στ. Στην αντίδραση  $H_2 + S \rightarrow H_2S$ , το  $H_2$  είναι το αναγωγικό.
- ζ. Στην αντίδραση  $Ca + H_2 \rightarrow CaH_2$ , το  $Ca$  είναι το αναγωγικό.
- η. Στην αντίδραση  $Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$ , το  $H_2$  είναι το αναγωγικό.

## 6. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση σε κάθε μια από τις επόμενες ερωτήσεις:

- α. Στην αντίδραση:  $C + 2F_2 \rightarrow CF_4$  ισχύει ότι:
  - i) Ο C αποβάλλει ηλεκτρόνια
  - ii) Το  $F_2$  δρα ως αναγωγικό
  - iii) Το φθόριο οξειδώνεται
  - iv) Ο άνθρακας οξειδώνεται από  $0 \rightarrow +4$

## β. Στην αντίδραση: $H_2O_2 + 2HI \rightarrow I_2 + 2H_2O$

ισχύει ότι το  $H_2O_2$ :

- i) Δρα ως οξειδωτικό
- ii) Δρα ως αναγωγικό
- iii) Οξειδώνεται
- iv) Αποβάλλει ηλεκτρόνια

## γ. Το $KMnO_4$ σε αντιδράσεις οξειδοαναγωγής είναι οξειδωτικό διότι:

- i) είναι άλας
- ii) Περιέχει οξυγόνο
- iii) Το Mn σε αυτή την ένωση έχει τον υψηλότερο αριθμό οξειδωσής του
- iv) Το Mn οξειδώνεται

## δ. Κατά τη μετατροπή της 2- προπανόλης σε προπανόνη ο αριθμός οξειδωσης του άνθρακα μεταβάλλεται:

- i)  $+1 \rightarrow +2$     ii)  $0 \rightarrow +2$
- iii)  $-1 \rightarrow +1$     iv)  $-2 \rightarrow +2$

## ε. Κατά τη μετατροπή του $(COOH)_2$ σε $CO_2$ ο αριθμός οξειδωσης του άνθρακα μεταβάλλεται:

- i)  $+2 \rightarrow +4$     ii)  $+3 \rightarrow +4$
- iii)  $+1 \rightarrow +4$     iv)  $0 \rightarrow +2$

## 7. Να συμπληρώσετε τους συντελεστές στις επόμενες χημικές αντιδράσεις:

- α)  $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{S} + \dots$   
β)  $\text{KMnO}_4 + \text{CO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2 + \dots$   
γ)  $\text{KMnO}_4 + \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \dots$   
δ)  $\text{KMnO}_4 + \text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{KCl} + \text{Cl}_2 + \dots$   
ε)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{CO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2 + \dots$   
στ)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{FeCl}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{CrCl}_3 + \text{KCl} + \text{FeCl}_3 + \dots$   
ζ)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{HI} \rightarrow \text{CrI}_3 + \text{KI} + \text{I}_2 + \dots$   
η)  $\text{NH}_3 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{N}_2 + \text{NH}_4\text{Cl}$   
θ)  $\text{CH}_2 = \text{O} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \dots$   
ι)  $\text{CH}_3\text{OH} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \dots$   
ια)  $\text{HCOONa} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 \dots$

### ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΜΕ ΣΤΟΙΧΕΙΟΜΕΤΡΙΚΟΥΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥΣ

- 12,7 g μεταλλικού χαλκού διαλύονται πλήρως σε διάλυμα  $\text{HNO}_3$  συγκέντρωσης 2,5 M, σύμφωνα με την αντίδραση:  
 **$\text{Cu} + \text{HNO}_3 + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow 2\text{NO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}$**   
Να υπολογίσετε: α) τον όγκο του αερίου που ελευθερώνεται σε συνθήκες STP και β) τον όγκο του διαλύματος  $\text{HNO}_3$  που απαιτείται για την αντίδραση.  
Δίνεται  $A_r, \text{Cu} = 63,5$
- Πόσα mL διαλύματος  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  συγκέντρωσης 0,2 M απαιτούνται για την πλήρη οξείδωση 500 mL διαλύματος  $\text{FeCl}_2$  συγκέντρωσης 0,3M παρουσία  $\text{HCl}$ ;
- Σε 300 mL διαλύματος  $\text{KMnO}_4$  συγκέντρωσης 0,2 M προσθέτουμε 400 mL διαλύματος  $\text{HCl}$  συγκέντρωσης 1M, επομένως πραγματοποιείται η παρακάτω αντίδραση:  
 **$2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl} \rightarrow 2\text{MnCl}_2 + 2\text{KCl} + 5\text{Cl}_2(\text{g}) + 8\text{H}_2\text{O}$**   
α) Να εξετάσετε αν θα αποχρωματιστεί το διάλυμα και β) Να υπολογίσετε τον όγκο του αερίου που ελευθερώνεται σε συνθήκες STP.
- Διαθέτουμε 500 mL διαλύματος  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  ( $\Delta 1$ ) συγκέντρωσης 0,2M οξινισμένο με  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Στο  $\Delta 1$  προσθέτουμε 300 mL διαλύματος  $\text{FeSO}_4$  συγκέντρωσης 1M, επομένως προκύπτει το διάλυμα  $\Delta 2$ . Να εξετάσετε αν θα μεταβληθεί το χρώμα του  $\Delta 2$ .  
Να υπολογίσετε τον όγκο ενός διαλύματος  $\text{KMnO}_4$  0,2M οξινισμένου με  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , που απαιτείται για την πλήρη οξείδωση:  
α) 14,8 g 2 – βουτανόλης  
β) 11g αιθανάλης  
γ) 4,6 g  $\text{HCOOH}$
- Να εξετάσετε αν θα αποχρωματιστεί το διάλυμα  $\text{KMnO}_4$  οξινισμένου με  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , αν σε 500 mL διαλύματος  $\text{KMnO}_4$  συγκέντρωσης 0,2 M προσθέσουμε 12g 2 – προπανόλης.
- Να εξετάσετε αν θα μεταβληθεί το χρώμα του διαλύματος  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  οξινισμένου με  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , αν σε 300 mL διαλύματος  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  συγκέντρωσης 0,1 M προσθέσουμε 0,06 mol προπανόλης.
- 12g κορεσμένης μονοσθενούς αλκοόλης Α απαιτούν για την πλήρη οξείδωσή τους 800 mL διαλύματος  $\text{KMnO}_4$  συγκέντρωσης 0,2 M οξινισμένου με  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , οπότε παράγεται η ένωση Β. Να βρείτε τους συντακτικούς τύπους των οργανικών ενώσεων Α και Β.

**9.** Ποσότητα 22.2g μιας κορεσμένης αλκοόλης απαιτεί για την πλήρη οξείδωσή της 500 mL διαλύματος  $K_2Cr_2O_7$  συγκέντρωσης 0,2 M οξινισμένου με  $H_2SO_4$ . Ποιος είναι ο Σ.Τ. της αλκοόλης;

### **ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΜΕ ΜΕΙΓΜΑΤΑ**

**10.** 17g ενός μείγματος αιθανόλης και αιθανάλης μπορεί να αποχρωματίσει μέχρι 500 mL διαλύματος  $K_2Cr_2O_7$  συγκέντρωσης 0,1 M οξινισμένου με  $H_2SO_4$ .

Να υπολογίσετε:

- α) τη σύσταση του μείγματος σε mol
- β) τη μάζα της οργανικής ένωσης που παράγεται από την οξείδωση του μείγματος.

**11.** Ένα μείγμα που αποτελείται από τις ισομερείς αλκοόλες  $C_3H_7OH$  έχει μάζα 18g. Το μείγμα αυτό απαιτεί για την πλήρη οξείδωσή του 2L  $KMnO_4$  συγκέντρωσης 0,1 M οξινισμένου με  $H_2SO_4$ . Να υπολογίσετε τη σύσταση του μείγματος σε mol.

**12.** Ένα ομογενές μείγμα Α που περιέχει 1-προπανόλη και προπανάλη χωρίζεται σε δύο ίσα μέρη. Στο πρώτο μέρος προστίθεται περίσσεια μεταλλικού νατρίου, οπότε ελευθερώνονται 1,12 L αερίου σε κανονικές συνθήκες. Το δεύτερο μέρος απαιτεί για την πλήρη οξείδωσή του 800 mL διαλύματος  $KMnO_4$  συγκέντρωσης 0,1 M οξινισμένου με  $H_2SO_4$ . Να υπολογίσετε τη σύσταση του μείγματος σε mol.

**13.** Ένα ομογενές ισομοριακό μείγμα δύο ισομερών κορεσμένων αλκοολών έχει μάζα 24g. Η ποσότητά του χωρίζεται σε δύο ίσα μέρη. Το πρώτο αντιδρά με Na και εκλύονται 2,24L αερίου σε STP συνθήκες. Το δεύτερο μέρος οξειδώνεται με διάλυμα  $KMnO_4$  συγκέντρωσης 0,3 M οξινισμένου με  $H_2SO_4$ .

Να υπολογίσετε:

- α) τη σύσταση του μείγματος σε mol
- β) τους συντακτικούς τύπους των δύο αλκοολών και γ) τον όγκο του διαλύματος  $KMnO_4$  που απαιτείται για την πλήρη οξείδωση.

## 1<sup>η</sup> Δραστηριότητα – Διερεύνηση της οξειδωσης των αλκοολών

### Πείραμα

Οξείδωση αλκοολών με την οξειδωτική δράση του όξινου διαλύματος διχρωμικού καλίου

1. Τοποθετούμε σε ποτήρι 250 mL περί τα 150 mL νερού της βρύσης, θερμαίνουμε μέχρι βρασμού ώστε να έχουμε ένα ζεστό υδατόλουτρο και κατόπιν σβήνουμε το λύχνο.
2. Σε τρεις αριθμημένους (με χάρτινη αυτοκόλλητη ετικέτα) δοκιμαστικούς σωλήνες προσθέτουμε 2 mL από καθεμιά από τρεις αλκοόλες (αιθανόλη, 2-προπανόλη, μεθυλο-2-προπανόλη), αντίστοιχα.
3. Προσθέτουμε 2 mL διαλύματος διχρωμικού καλίου  $K_2Cr_2O_7$  0,025 M και 1 mL διαλύματος θειικού οξέος 10% w/v στον κάθε σωλήνα. (Προσοχή! το θειικό οξύ είναι καυστικό και θα προστεθεί μόνο από τον καθηγητή σας).
4. Τοποθετούμε τους σωλήνες στο θερμό υδατόλουτρο για 5 min, παρατηρούμε και καταγράφουμε τις μεταβολές.

### Καταγραφή παρατηρήσεων και διαπιστώσεων

1. Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα με τις παρατηρήσεις σας για κάθε ένα δοκιμαστικό σωλήνα.

| Αλκοόλη            | Συντακτικός τύπος       | Αρχικό χρώμα δ/τος | Τελικό χρώμα δ/τος |
|--------------------|-------------------------|--------------------|--------------------|
| αιθανόλη           | $CH_3CH_2OH$            |                    |                    |
| προπαν-2-όλη       | $CH_3-CH(OH)-CH_3$      |                    |                    |
| μεθυλο-2-προπανόλη | $CH_3-C(CH_3)(OH)-CH_3$ |                    |                    |

3. Με βάση τη μεταβολή ή μη του χρώματος του διαλύματος, σε ποια διαλύματα παρατηρήθηκε χημική αντίδραση;
4. Ποια ή ποιες από τις αλκοόλες του πειράματος αντέδρασαν και ποια ή ποιες δεν αντέδρασαν;
5. Όταν το διχρωμικό κάλιο (πορτοκαλί χρώμα λόγω ιόντων  $Cr_2O_7^{2-}$ ) ανάγεται σχηματίζει ιόντα  $Cr^{3+}$  (πράσινο χρώμα) ελευθερώνοντας οξυγόνο. Με αυτά τα δεδομένα και με βάση τις αλλαγές χρώματος που καταγράψαμε, συμπεραίνουμε ότι από τις αλκοόλες που χρησιμοποιήσαμε, η

..... και η ..... αντέδρασαν με το διχρωμικό κάλιο και οξειδώθηκαν. Αντίθετα η ..... δεν οξειδώθηκε.

6. Με βάση τα προηγούμενα, οι αντιδράσεις που παρατηρήσαμε κατατάσσονται στην κατηγορία των αντιδράσεων .....
7. Το  $H_2SO_4$  που χρησιμοποιείται για την οξίνιση του διαλύματος διχρωμικού καλίου μένει αναλλοίωτο κατά τις αντιδράσεις, ενώ είναι απαραίτητο για την πραγματοποίησή τους. Τέτοιες ουσίες ονομάζονται .....

### Ερμηνεία αποτελεσμάτων

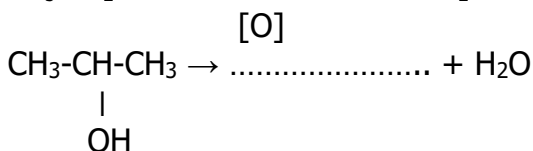
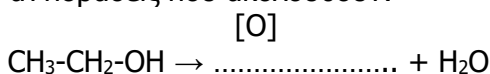
Προσπαθώντας να ερμηνεύσουμε τη χημική δραστηριότητα των αλκοολών, ας παρατηρήσουμε προσεκτικά τους παρακάτω συντακτικούς τύπους:

αιθανόλη  $CH_3-CH_2-OH$

προπαν-2-όλη  $CH_3-\underset{\substack{| \\ OH}}{CH}-CH_3$

μεθυλοπροπαν-2-όλη  $CH_3-\underset{\substack{| \\ CH_3 \\ | \\ OH}}{C}-CH_3$

1. Ποια βασική διαφορά εντοπίζετε ανάμεσα στη χημική δομή της μεθυλο-2-προπανόλης και των άλλων δύο αλκοολών, που μπορεί να ερμηνεύσει το γεγονός ότι οι δύο πρώτες αλκοόλες οξειδώνονται από το διχρωμικό κάλιο, ενώ η μεθυλοπροπαν-2-όλη δεν οξειδώνεται;
2. Στην περίπτωση της αιθανόλης το πρώτο στάδιο οξείδωσης είναι η αφυδρογόνωση. Και στην περίπτωση της προπαν-2-όλης το προϊόν της αντίδρασης είναι το προϊόν αφυδρογόνωσης. Με βάση αυτές τις πληροφορίες να συμπληρώσετε τις αντιδράσεις που ακολουθούν:



## 2η Δραστηριότητα – Διερεύνηση της οξειδωσης των αλδεϋδών

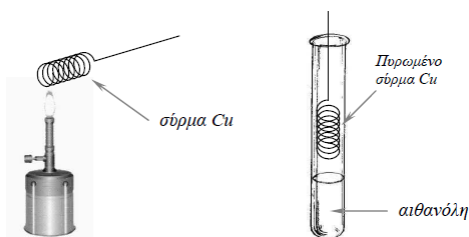
### Πείραμα

Οξείδωση αλδεϋδης με την οξειδωτική δράση του αντιδραστήριου Tollens

1. Σε ποτήρι 250 mL τοποθετούμε περί τα 150 mL νερού της βρύσης, θερμαίνουμε μέχρι βρασμού, ώστε να έχουμε ένα ζεστό υδατόλουτρο, και κατόπιν σβήνουμε το λύχνο.
2. Σε δοκιμαστικό σωλήνα προσθέτουμε 2 mL διαλύματος νιτρικού αργύρου (0,1 M) και σταγόνες διαλύματος αμμωνίας (0,1 M), μέχρι να διαλυθεί το καφέ ίζημα που σχηματίζεται αρχικά. Έτσι παρασκευάσαμε το αντιδραστήριο Tollens (υδατικό διάλυμα  $\text{AgNO}_3$  /  $\text{NH}_3$ ).
3. Σε δοκιμαστικό σωλήνα τοποθετούμε 2-3 mL αιθανόλης.

### Πειραματική πορεία

1. Θερμαίνουμε στη φλόγα του λύχνου ένα χάλκινο σύρμα μέχρι να πυρώσει (Προσοχή! η αιθανόλη να βρίσκεται μακριά από τη φλόγα του λύχνου).



2. Απομακρύνουμε το σύρμα από τη φλόγα, οπότε αυτό χρωματίζεται μαύρο.
3. Βάζουμε το πυρωμένο σύρμα μέσα στο σωλήνα, χωρίς όμως να βυθίζεται στην αιθανόλη. Οι ατμοί της αιθανόλης έρχονται σε επαφή με το πυρωμένο σύρμα.
4. Απομακρύνουμε το σύρμα του χαλκού και αντιλαμβανόμαστε την παραγόμενη αιθανάλη από τη χαρακτηριστική της οσμή που διαφέρει εκείνης της αιθανόλης.

### Ανακεφαλαίωση

Οι ..... και οι ..... αλκοόλες οξειδώνονται με ισχυρά οξειδωτικά μέσα προς, ενώ οι ..... αλκοόλες δεν οξειδώνονται. Οι αλδεϋδες οξειδώνονται με τόσο με ισχυρό όσο και με ήπια οξειδωτικά μέσα προς τα αντίστοιχα ..... οξέα.

5. Παρατηρούμε ότι το χάλκινο σύρμα ανέκτησε το κοκκινωπό χρώμα του χαλκού.
6. Προσθέτουμε το αντιδραστήριο Tollens σε σωλήνα που περιέχει αιθανάλη ή διάλυμα γλυκόζης (πολυυδρόξυ αλδεϋδη).
7. Τοποθετούμε τον σωλήνα στο θερμό υδατόλουτρο και μετά από μερικά λεπτά παρατηρούμε το σχηματισμό κατόπτρου αργύρου στα τοιχώματα του σωλήνα.

### Ερμηνεία αποτελεσμάτων

1. Κατά την πυρώση το σύρμα του χαλκού μαυρίζει, καθώς συμβαίνει η παρακάτω χημική αντίδραση: **Πύρωση:  $\text{Cu} + \frac{1}{2}\text{O}_2 \rightarrow \text{CuO}$**   
Μόλις το μαυρισμένο σύρμα έρθει σε επαφή με ατμούς αιθανόλης ξαναγίνεται κόκκινο λόγω ανάκτησης του χαλκού σύμφωνα με την αντίδραση:



Κατά συνέπεια, εφόσον ο χαλκός ανακτάται, λειτουργεί απλώς ως το όχημα μεταφοράς και ενεργοποίησης του οξυγόνου και γι' αυτό το λόγο συμμετέχει στην αντίδραση ως

2. Σε αιθανάλη ή διάλυμα γλυκόζης προστίθεται το αντιδραστήριο Tollens (υδατικό διάλυμα  $\text{AgNO}_3$  /  $\text{NH}_3$ ), το διάλυμα θερμαίνεται σε υδατόλουτρο οπότε και σχηματίζεται κάτοπτρο αργύρου (μεταλλικός άργυρος) λόγω αναγωγής του  $\text{Ag}^+$  σε  $\text{Ag}^0$ . Προφανώς η αλδεϋδη οξειδώθηκε με τη σειρά της προς το αντίστοιχο .....

3. Για την περίπτωση της αιθανόλης και της αιθανάλης έχουμε τις χημικές εξισώσεις:  
 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{CuO} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}=\text{O} + \dots\dots\dots + \text{H}_2\text{O}$   
 $\text{CH}_3\text{CH}=\text{O} + 2\text{Ag}^+ + 2\text{OH}^- \dots\dots\dots + \text{H}_2\text{O} + 2\text{Ag}$

Η αμμωνία ανακτάται μετά το τέλος της αντίδρασης, άρα χρησιμεύει ως .....