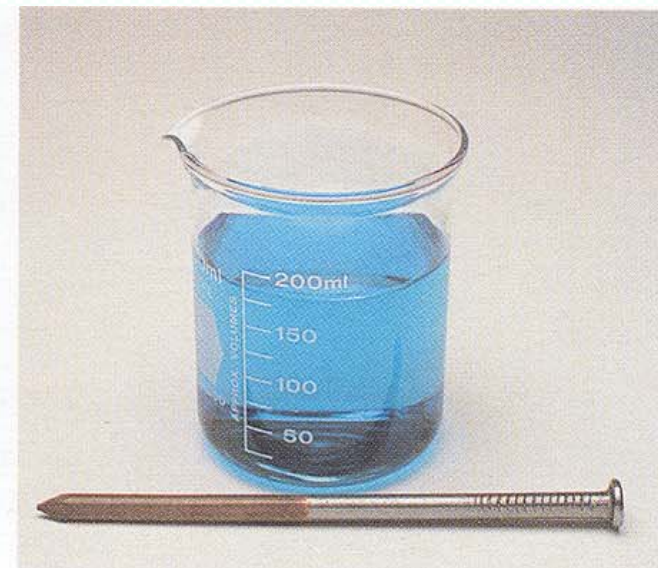
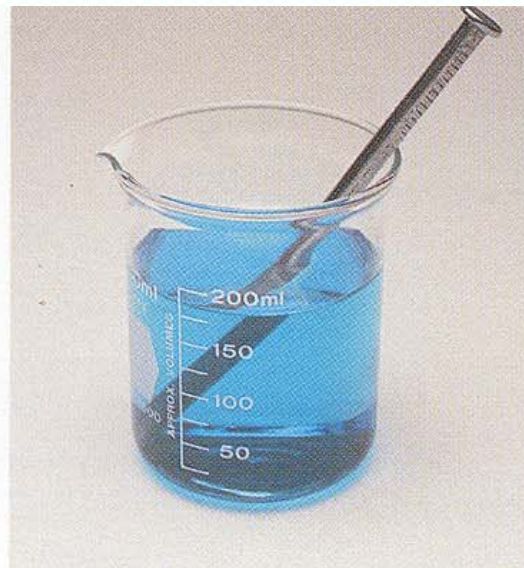
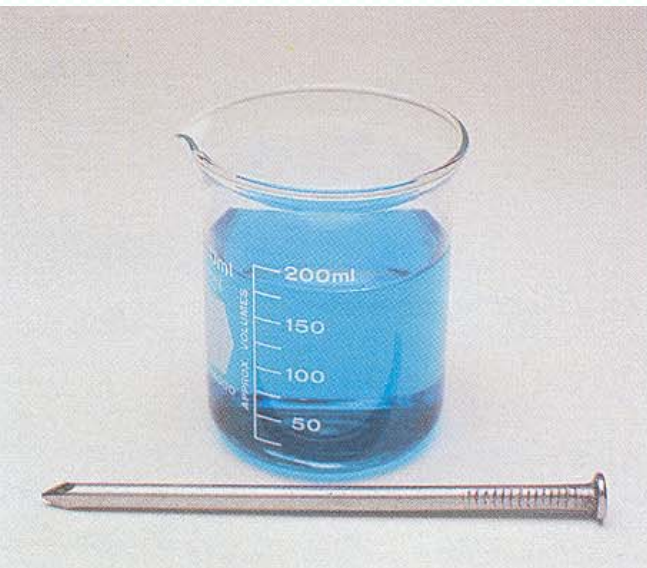


3.5 Αντιδράσεις οξειδοαναγωγής



Αντίδραση σιδήρου με $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$

Αριστερά: Ένα σιδερένιο καρφί και ένα διάλυμα θειικού χαλκού(II), το οποίο έχει χρώμα μπλε.

Κέντρο: Ο Fe αντιδρά με $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ παρέχοντας $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ και $\text{Cu}(\text{s})$.

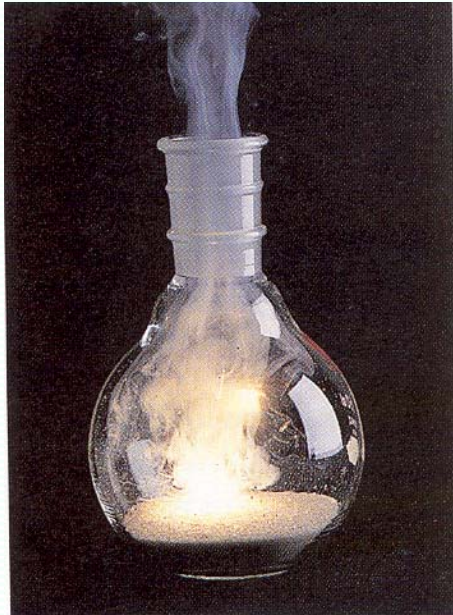
Δεξιά: Ο μεταλλικός χαλκός επιστρώνεται στο καρφί.



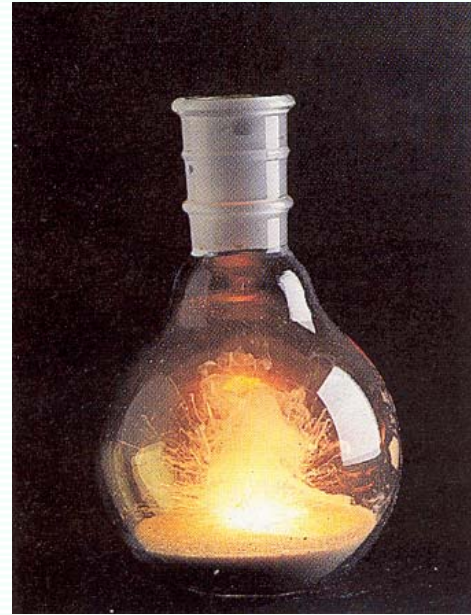
Αριθμοί οξείδωσης (α.ο.)

Καύση μεταλλικού ασβεστίου:

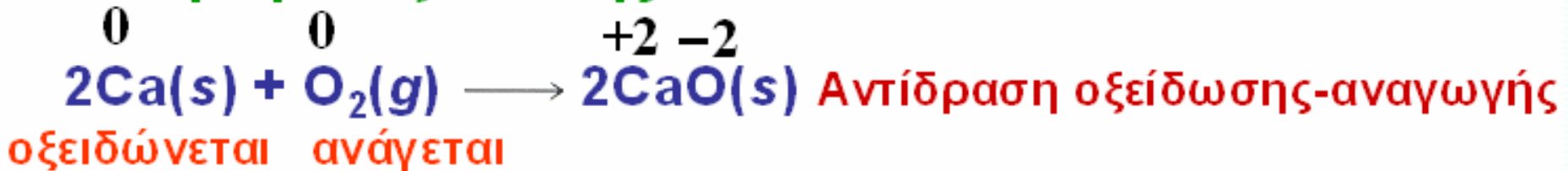
(1) σε οξυγόνο



(2) σε χλώριο



αριθμοί οξείδωσης



Κανόνες αριθμού οξείδωσης

Κανόνας	Εφαρμόζεται σε	Διατύπωση
1	Στοιχεία	Ο α.ο. ενός ατόμου σε στοιχειακή κατάσταση είναι μηδέν.
2	Μονατομικά ιόντα	Ο α.ο. ενός ατόμου σε μονατομικό ιόν ισούται με το φορτίο του ιόντος.
3	Οξυγόνο	Ο α.ο. του οξυγόνου είναι -2 . (Εξαίρεση: υπεροξειδία (π.χ. Na_2O_2) \Rightarrow α.ο. = -1)
4	Υδρογόνο	Ο α.ο. του υδρογόνου είναι $+1$. (Εξαίρεση: υδρίδια μετάλλων (π.χ. NaH) \Rightarrow α.ο. = -1)
5	Αλογόνα	Ο α.ο. του φθορίου είναι -1 . $\text{Cl, Br, I} \Rightarrow$ α.ο. = $-1, +3, +5, +7$
6	Ενώσεις και πολυατομικά ιόντα	Άθροισμα α.ο. (α) σε ουδέτερη ένωση $\Rightarrow = 0$ (β) σε πολυατομικό ιόν $\Rightarrow =$ φορτίο ιόντος

Απόδοση αριθμών οξείδωσης

Άσκηση 4.5

Βρείτε τους αριθμούς οξείδωσης των ατόμων σε καθένα από τα ακόλουθα:

(α) διχρωμικό κάλιο, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$,

(β) υπερμαγγανικό ιόν, MnO_4^- .

Λύση

(α) Για το διχρωμικό κάλιο, $K_2Cr_2O_7$, ο Κανόνας 6 δίνει την εξίσωση

$$2 \times (\text{α.ο. του K}) + 2 \times (\text{α.ο. του Cr}) + 7 \times (\text{α.ο. του O}) = 0$$

Χρησιμοποιώντας τον Κανόνα 2 για το K και τον Κανόνα 3 για το O, λαμβάνουμε

$$2 \times (+1) + 2 \times (\text{α.ο. του Cr}) + 7 \times (-2) = 0$$

Άρα, $2 \times (\text{α.ο. του Cr}) = -2 \times (+1) - 7 \times (-2) = +12 \Rightarrow \text{α.ο. του Cr} = +6$

(β) Για το υπερμαγγανικό ιόν, MnO_4^- , ο Κανόνας 6 δίνει την εξίσωση

$$(\text{α.ο. του Mn}) + 4 \times (\text{α.ο. του O}) = -1$$

Χρησιμοποιώντας τον Κανόνα 3 για το O, λαμβάνουμε

$$(\text{α.ο. του Mn}) + 4 \times (-2) = -1$$

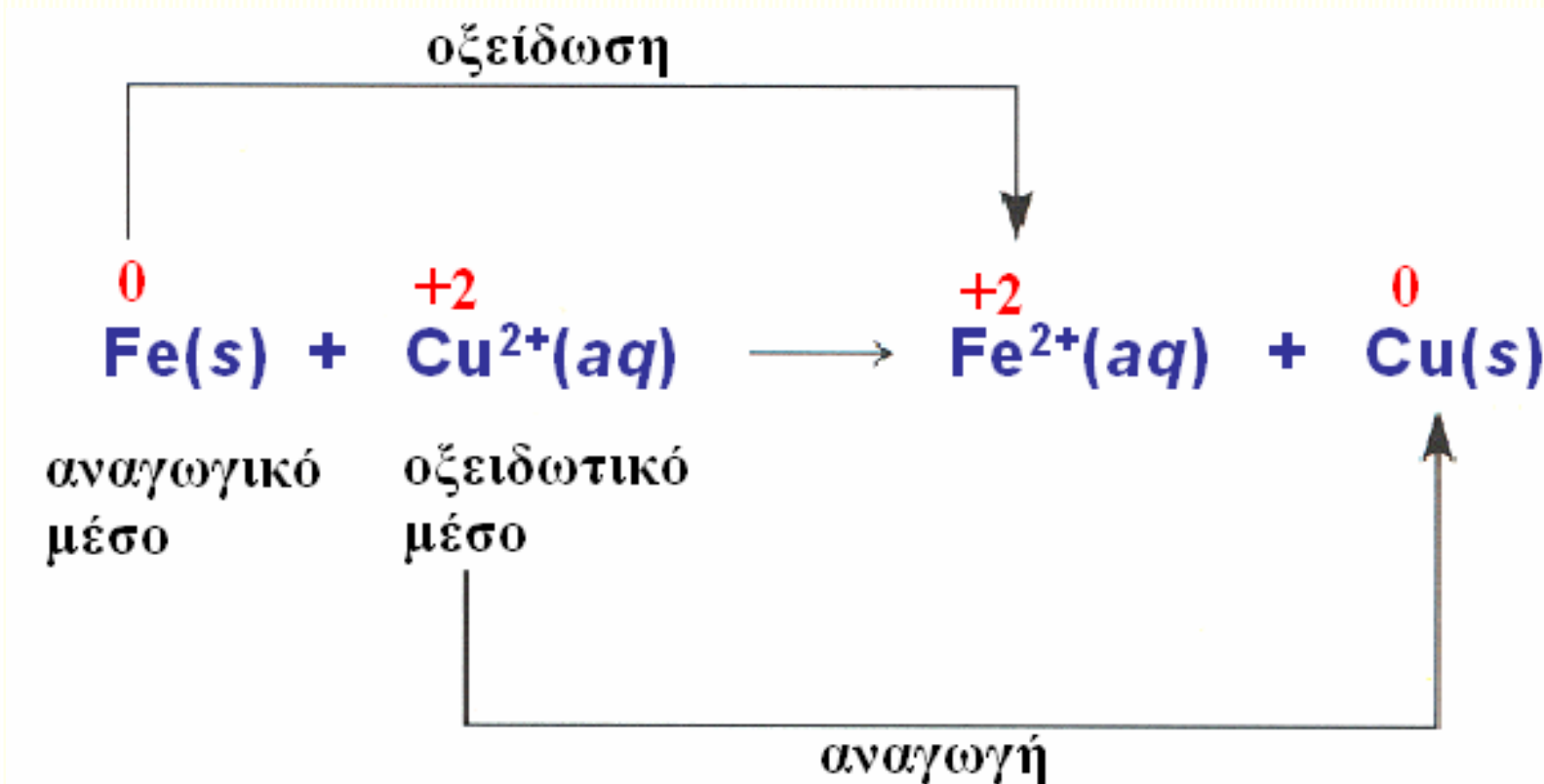
Άρα, $\text{α.ο. του Mn} = -1 - 4 \times (-2) = +7$

Περιγραφή αντιδράσεων οξειδοαναγωγής π.χ. $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+}$

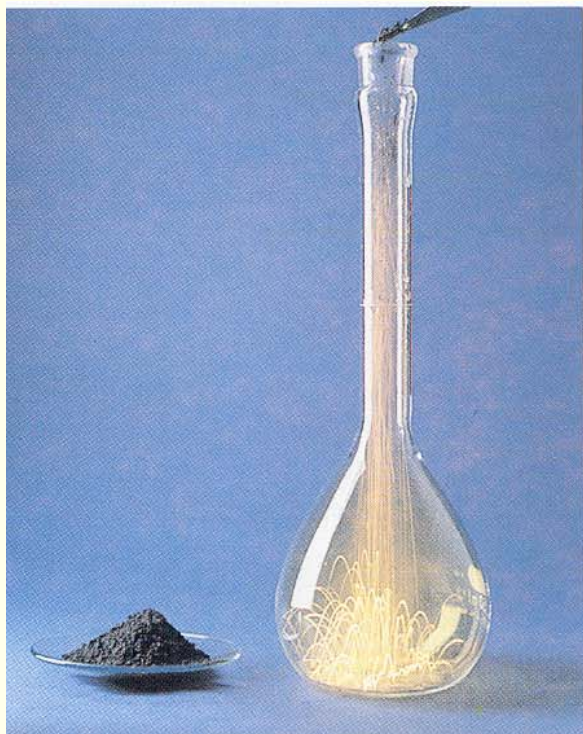
Ημιαντίδραση οξείδωσης: $\text{Fe}(s) \rightarrow \text{Fe}^{2+}(aq) + 2e^-$

Ημιαντίδραση αναγωγής: $\text{Cu}^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow \text{Cu}(s)$

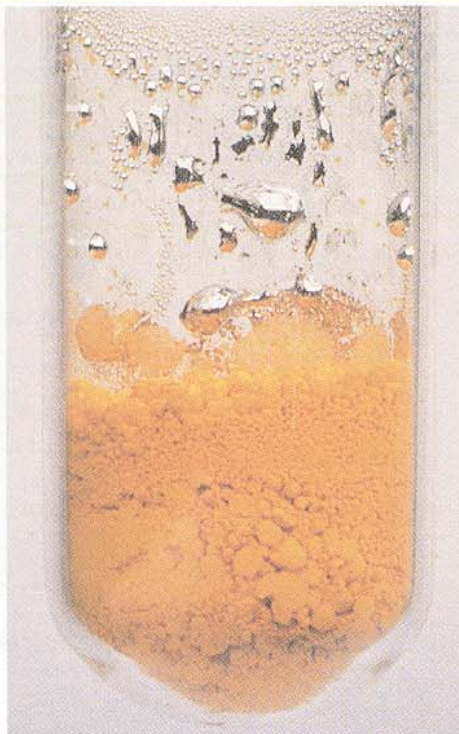
Συνολικά: $\text{Fe}(s) + \text{Cu}^{2+}(aq) \rightarrow \text{Fe}^{2+}(aq) + \text{Cu}(s)$



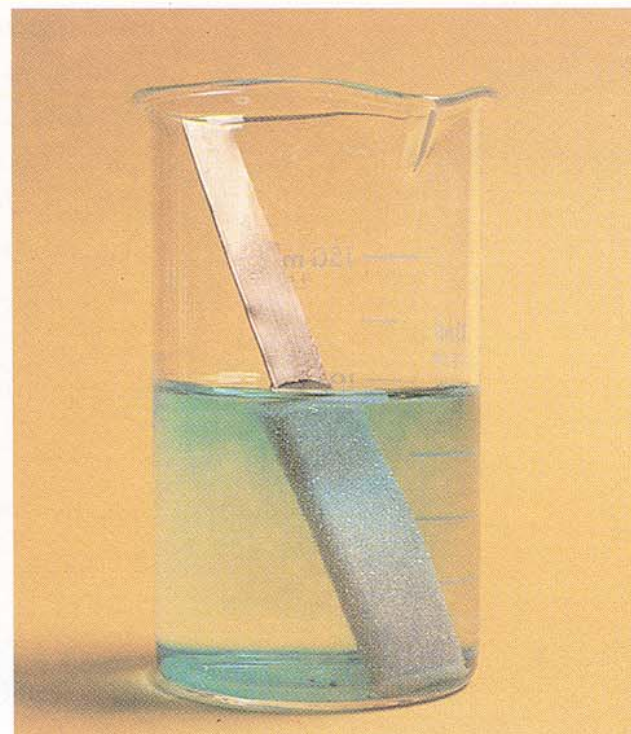
Μερικές κοινές αντιδράσεις οξείδωσης-αναγωγής



**Αντιδράσεις
συνδυασμού, π.χ.**
 $2\text{Sb}(s) + 3\text{Cl}_2(g)$
 $\rightarrow 2\text{SbCl}_3(s)$

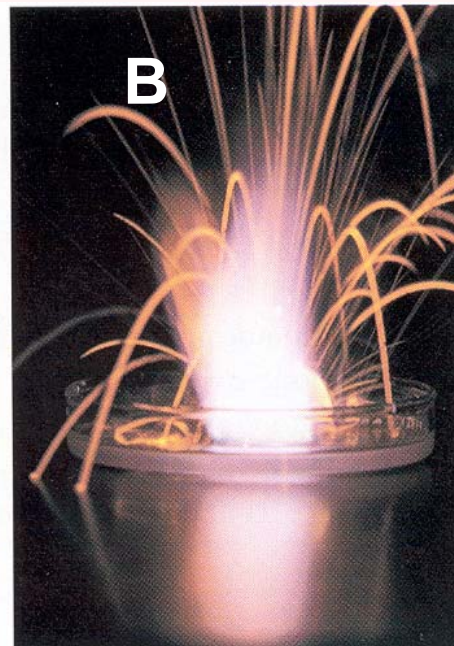
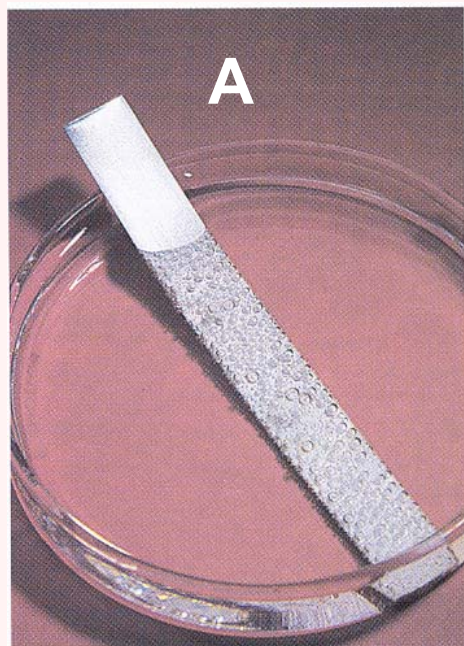


**Αντιδράσεις
διάσπασης, π.χ.**
 $2\text{HgO}(s)$
 $\rightarrow 2\text{Hg}(l) + \text{O}_2(g)$

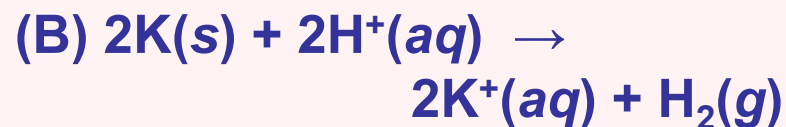
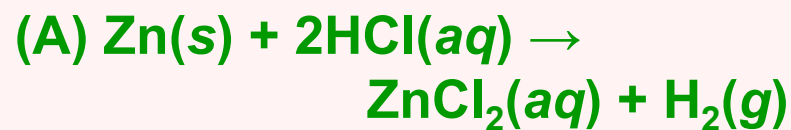


**Αντιδράσεις (απλής)
αντικατάστασης, π.χ.**
 $\text{Cu}(s) + 2\text{AgNO}_3(aq)$
 $\rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2(aq) + 2\text{Ag}(s)$

Μερικές κοινές αντιδράσεις οξείδωσης-αναγωγής (συνέχεια)



Αντιδράσεις (απλής)
αντικατάστασης



Σειρά δραστηρότητας των συνηθέστερων μετάλλων

Αντιδρούν με υδατμούς $\rightarrow \text{H}_2$

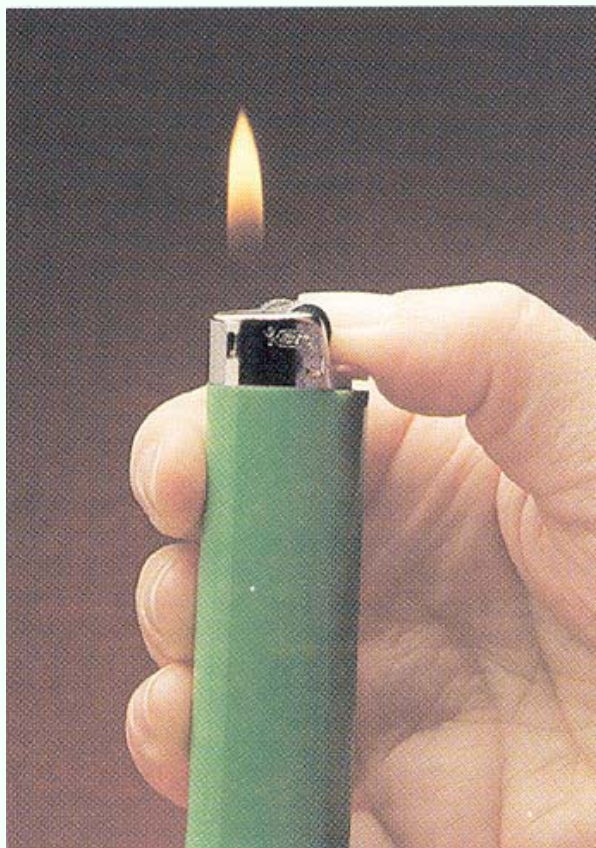
$\text{Li, K, Ba, Ca, Na, Mg, Al, Zn, Cr, Fe, Cd, Co, Ni, Sn, Pb, H}_2, \text{Cu, Hg, Ag, Au}$

Με $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2$

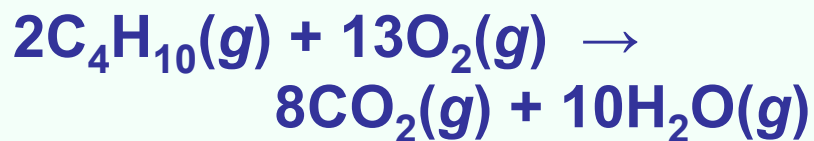
Αντιδρούν με οξέα $\rightarrow \text{H}_2$

Δεν παράγουν H_2
με οξέα

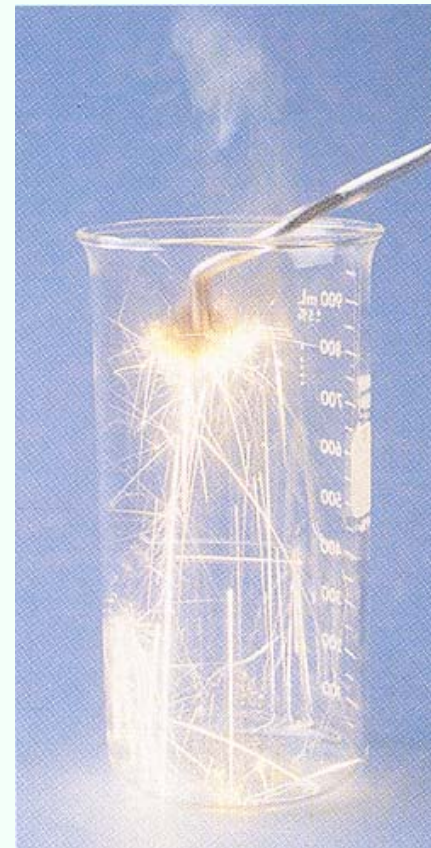
Μερικές κοινές αντιδράσεις οξείδωσης-αναγωγής (συνέχεια)



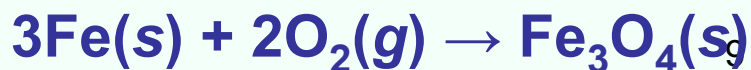
Καύση βουτανίου



Αντιδράσεις καύσης



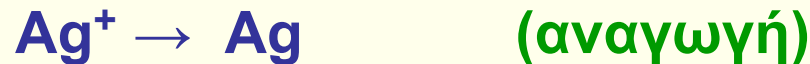
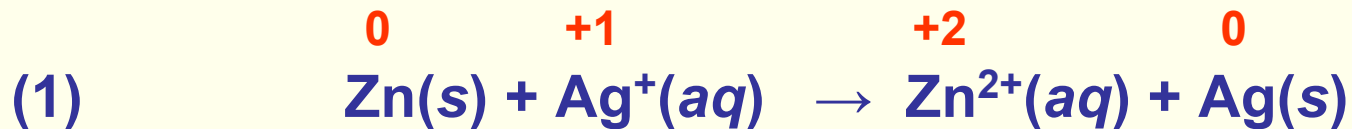
Καύση σιδηροβάμβακ



4.6 Ισοστάθμιση απλών εξισώσεων οξειδωσης-αναγωγής



Η μέθοδος των ημιαντιδράσεων



Ισοστάθμιση εξισώσεων οξειδοαναγωγής σε όξινο διάλυμα

Μετά την αναγραφή των ημιαντιδράσεων οξείδωσης και αναγωγής,

- (α) Ισοσταθμίζουμε όλα τα άτομα, πλην O και H.
- (β) Ισοσταθμίζουμε τα άτομα O προσθέτοντας μόρια H_2O στη μία πλευρά της εξίσωσης.
- (γ) Ισοσταθμίζουμε τα άτομα H προσθέτοντας ιόντα H^+ στη μία πλευρά της εξίσωσης.
- (δ) Ισοσταθμίζουμε τα ηλεκτρικά φορτία προσθέτοντας ηλεκτρόνια (e^-) στη θετικότερη πλευρά.

Τα επόμενα βήματα είναι τα ίδια, όπως στην προηγούμενη απλή περίπτωση ($Zn + Ag^+$)

Ισοστάθμιση εξισώσεων οξειδοαναγωγής με τη μέθοδο των ημιαντιδράσεων (όξινο διάλυμα)

Άσκηση 19.1

Το ιωδικό οξύ, HIO_3 , μπορεί να παρασκευασθεί από την αντίδραση ιωδίου, I_2 , με πυκνό νιτρικό οξύ. Η σκελετική εξίσωση είναι



Ισοσταθμίστε αυτή την εξίσωση

Λύση

(1) Βρίσκουμε τους αριθμούς οξείδωσης στη σκελετική εξίσωση:



(2) Χωρίζουμε την αντίδραση σε δύο ημιαντιδράσεις:



(3) Ισοσταθμίζουμε κάθε ημιαντίδραση ως προς I, ως προς O (προσθήκη H₂O) και ως προς H (προσθήκη H⁺):



(4) Ισοσταθμίζουμε τα ηλεκτρικά φορτία προσθέτοντας e⁻



(5) Πολλαπλασιάζουμε τις ημιαντιδράσεις με κατάλληλο παράγοντα για απαλοιφή των ηλεκτρονίων:



(6) Προσθέτουμε τις δύο ημιαντιδράσεις και διαγράφουμε τα e⁻:



Πείραμα 28: Προσδιορισμός ιόντων Fe^{2+} με διάλυμα KMnO_4

Όργανα: Ευρύλαιμες κωνικές φιάλες 250 mL, σιφώνιο 20 mL, προχοΐδα 50 mL, μικρό χωνί, ογκομετρικοί κύλινδροι 10 ή 100 mL

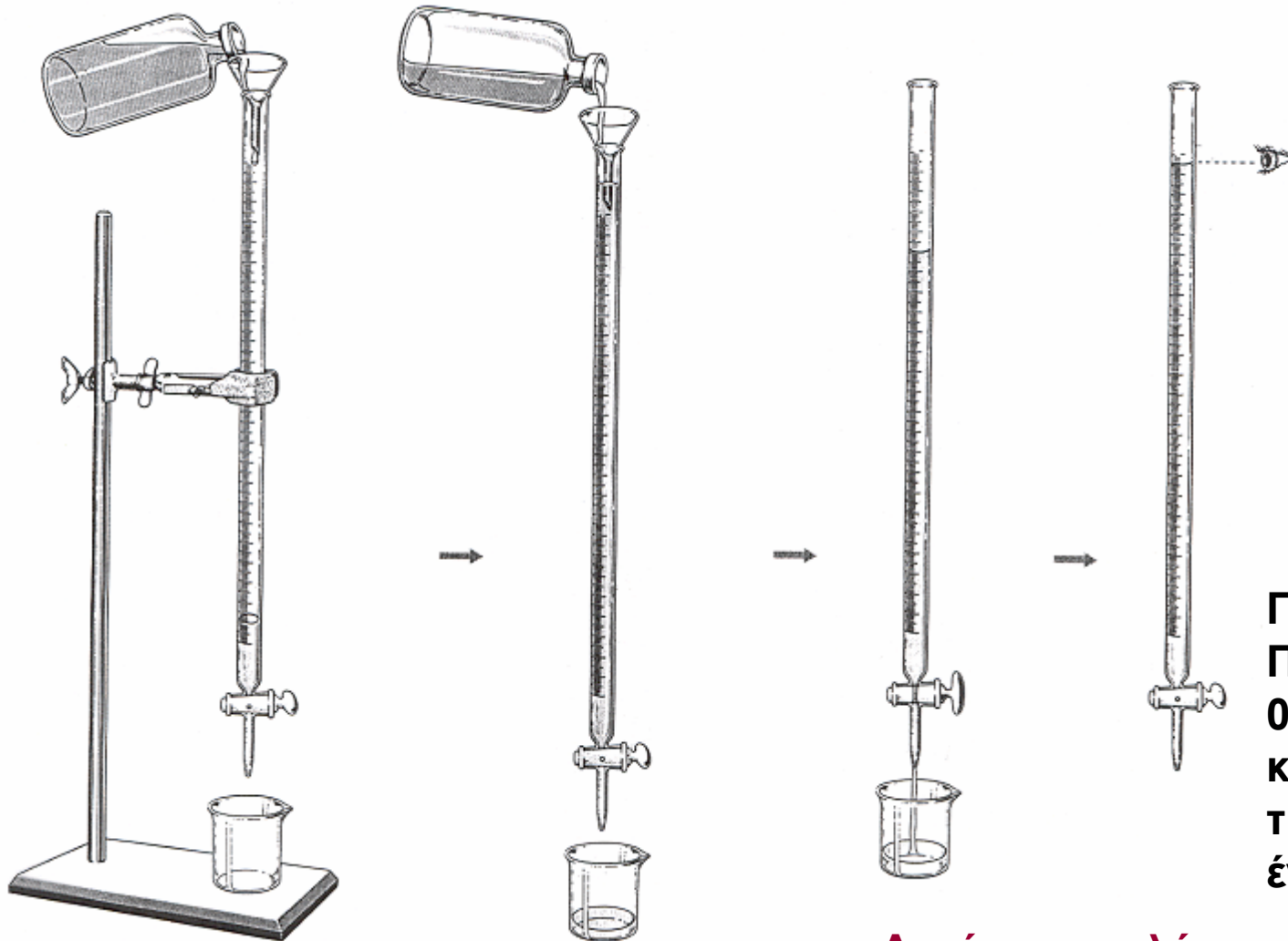
Χημικά: Πρότυπο διάλυμα KMnO_4 0,0200 M (έτοιμο διάλυμα), πρόσφατο διάλυμα FeSO_4 περίπου 0,1 M, διάλυμα H_2SO_4 5 M, διάλυμα H_3PO_4 2M.

Πορεία:

1. Μεταφέρετε με σιφώνιο 20,0 mL διαλύματος FeSO_4 σε κωνική φιάλη και προσθέστε 10 mL διαλύματος H_2SO_4 και 1 mL διαλύματος H_3PO_4 .
2. Αραιώστε το δείγμα περίπου στα 100 mL προσθέτοντας απιοντισμένο νερό.
3. Γεμίστε την προχοΐδα με διάλυμα KMnO_4 , αφού προηγουμένως την εκπλύνετε τρεις φορές με 4-5 mL διαλύματος KMnO_4 .
4. Ογκομετρήστε το δείγμα του FeSO_4 αργά και υπό συνεχή περιστροφική ανάδευση, μέχρι να επικρατήσει το ρόδινο χρώμα των ιόντων Mn^{2+} .
5. Ογκομετρήστε με τον ίδιο ακριβώς τρόπο ακόμα δύο δείγματα διαλύματος FeSO_4 των 20 mL.
6. Υπολογίστε την ακριβή συγκέντρωση του διαλύματος FeSO_4 .

Παρατηρήσεις: PO_4^{3-} , βρασμένο νερό, MnO_4^- (δείκτης), μ.ο. μετρήσεων

Διαδοχικά στάδια πλήρωσης της προχοΐδας



Προσθέτουμε μερικά mL πρ. δ. για να ξεπλύνουμε την ΠΡΧ. Αφήνουμε την ΠΡΧ να στραγγίξει.

Γεμίζουμε την ΠΡΧ λίγο πάνω από το 0 με το διάλυμα.

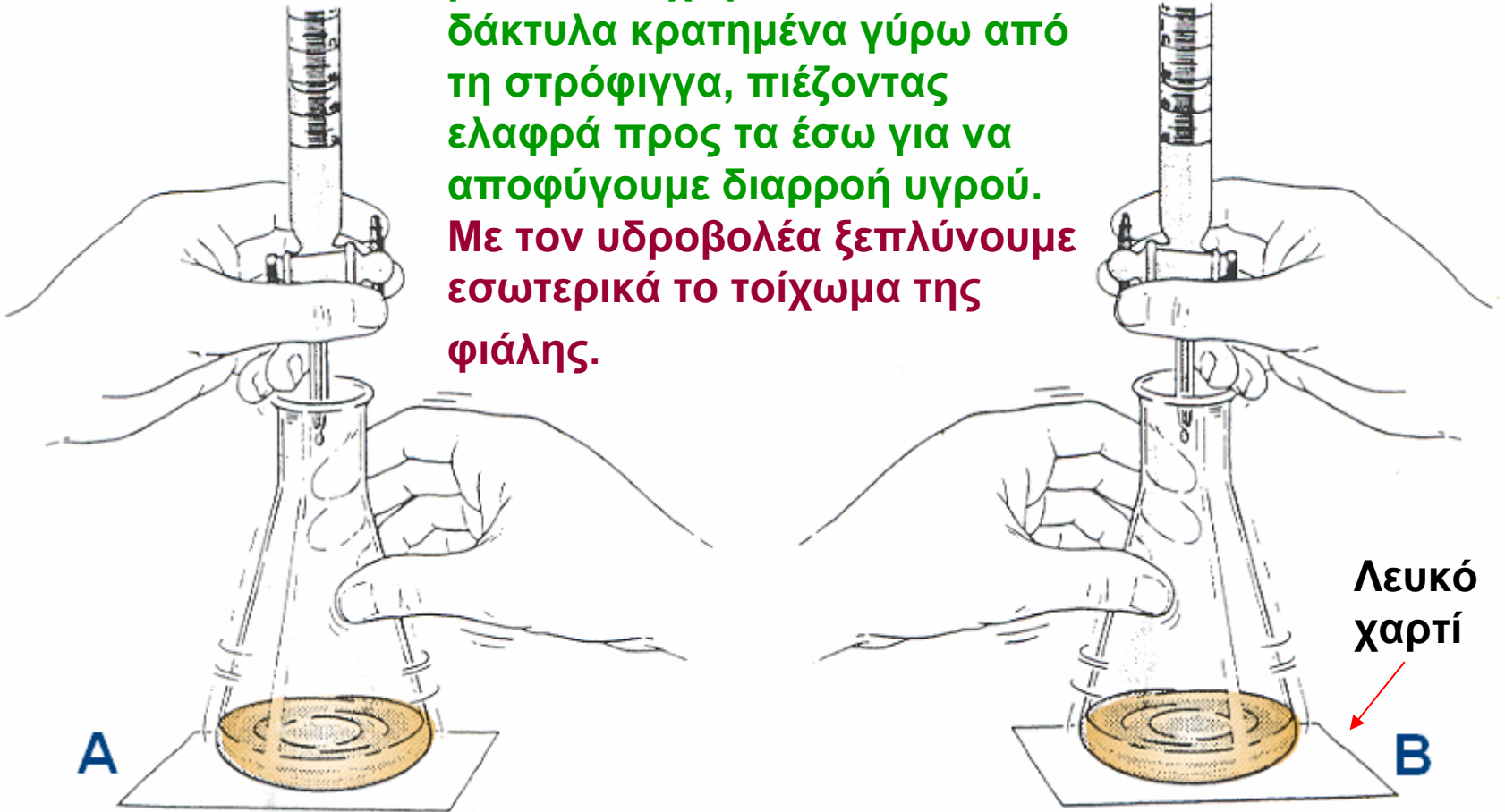
Ανοίγουμε πλήρως τη στρόφιγγα για μερικά s για να φύγει ο αέρας.

Γεμίζουμε την ΠΡΧ μεταξύ 0 και 1 mL και καταγράφουμε την αρχική ένδειξη.

Ο χειρισμός της στρόφιγγας της προχοΐδας

Ρυθμίζουμε τη ροή του υγρού με τον αντίχειρα και δύο δάκτυλα κρατημένα γύρω από τη στρόφιγγα, πιέζοντας ελαφρά προς τα έσω για να αποφύγουμε διαρροή υγρού.

Με τον υδροβολέα ξεπλύνουμε εσωτερικά το τοίχωμα της φιάλης.



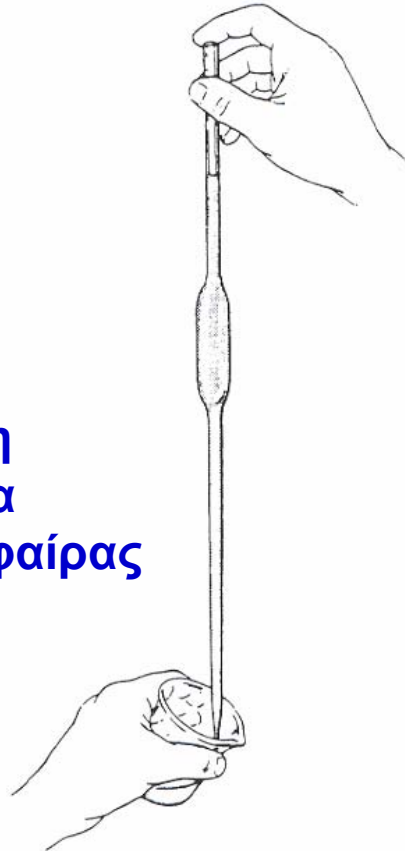
(A) Για δεξιόχειρες: Με το δεξιό χέρι περιστρέφουμε τη φιάλη, ενώ με το αριστερό χειριζόμαστε τη στρόφιγγα και ρυθμίζουμε την ταχύτητα παροχής του υγρού. (B) Για αριστερόχειρες: Ισχύουν τα αντίθετα.

Η σωστή χρησιμοποίηση σιφωνίου για τη μεταφορά υγρού

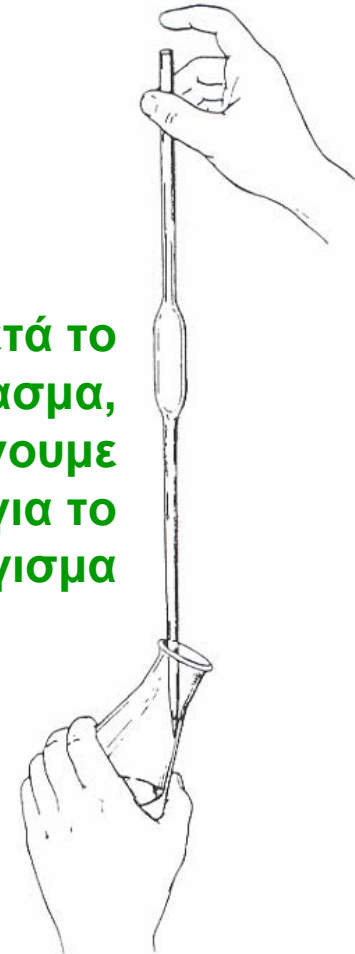
Χαλαρώνουμε το δάκτυλο αφήνοντας το υγρό να εκρεύσει μέχρι τη χαραγή



Αναρρόφηση με τη βοήθεια ελαστικής σφαίρας



Μετά το άδειασμα, περιμένουμε 20 s για το στράγγισμα



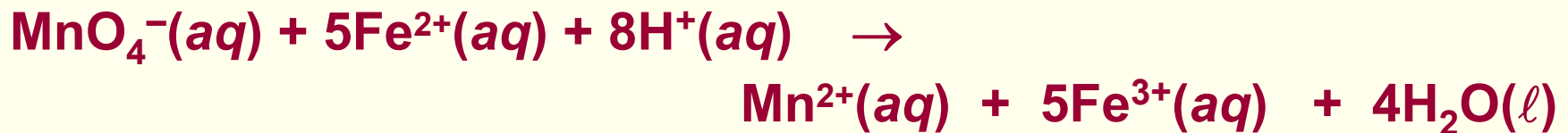
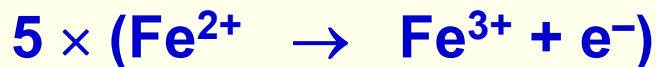
Το υγρό που παραμένει στη μύτη του σιφωνίου δεν το φυσούμε να εκρεύσει



Πειραματικά αποτελέσματα

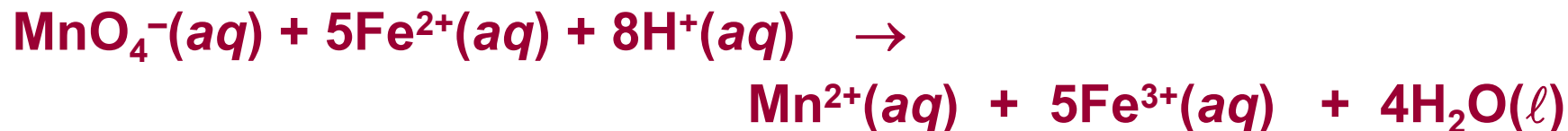
Πείραμα 28 Προσδιορισμός ιόντων Fe^{2+} με διάλυμα KMnO_4

Ισοστάθμιση χημικής εξίσωσης (Μέθοδος ημιαντιδράσεων)

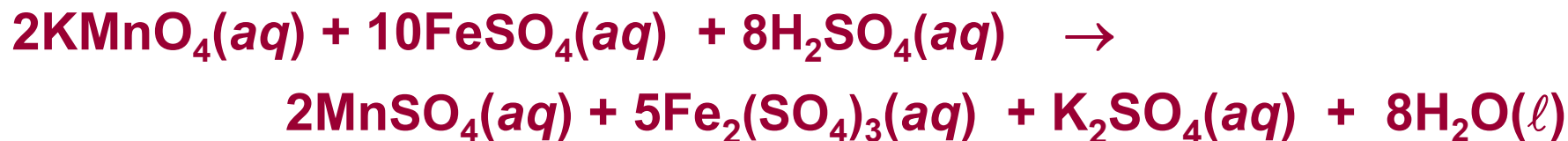


Υπολογισμοί με βάση τη molarity

Χημική εξίσωση υπό ιοντική μορφή:



Χημική εξίσωση υπό "μοριακή" μορφή:



Πειραματικά δεδομένα

KMnO_4 : 0,02000 M

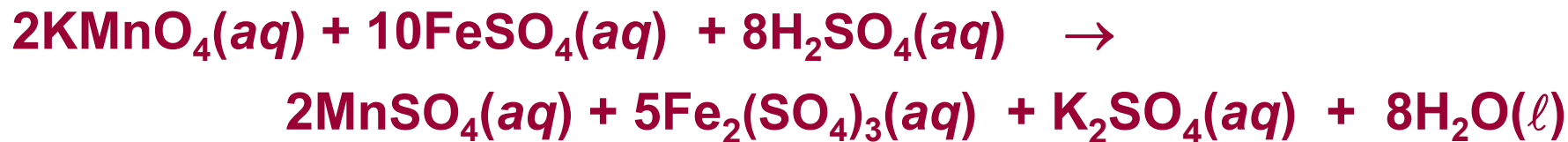
Όγκος KMnO_4 που καταναλώθηκε:

Μέσος όρος τριών προσδιορισμών

(α) 19,4 mL (β) 19,6 mL (γ) 19,5 mL \Rightarrow 19,5 mL = 0,0195 L

Όγκος FeSO_4 : 20,0 mL = 0,020 L

Υπολογισμοί με βάση τη molarity



moles KMnO_4 : $0,02000 \text{ mol / L} \times 0,0195 \text{ L} = 0,000390 \text{ mol}$

2 mol KMnO_4 αντιδρούν με 10 mol FeSO_4

$0,000390 \text{ mol KMnO}_4$ αντιδρούν με $x \text{ mol FeSO}_4$

$x = 10/2(0,000390) = 0,00195 \text{ mol FeSO}_4$

1 mol FeSO_4 περιέχει $1 \text{ mol Fe}^{2+} \Rightarrow$

$0,00195 \text{ mol FeSO}_4$ περιέχουν $0,00195 \text{ mol Fe}^{2+}$

$1 \text{ mol Fe}^{2+} = 55,8 \text{ g} \Rightarrow$

$0,00195 \text{ mol Fe}^{2+} \times 55,8 \text{ g / mol} = 0,109 \text{ g σιδήρου}$

Άσκηση 2

Αναφέρετε τρεις τουλάχιστον πιθανές πηγές σφάλματος στο πείραμα που εκτελέσατε. Γιατί το διάλυμα του FeSO_4 πρέπει να έχει παρασκευασθεί πρόσφατα;

- Σφάλμα ανάγνωσης προχοϊδας, αφού ο μηνίσκος, λόγω του σκοτεινού χρώματος των ιόντων MnO_4^- , δεν είναι ευδιάκριτος.
- Τυχόν ύπαρξη φυσαλίδων αέρα μέσα στο διάλυμα.
- Τυχόν ύπαρξη αναγωγικών ουσιών (π.χ. Cl^-) στο νερό που χρησιμοποιήθηκε.
- Κακή εκτίμηση τελικού σημείου (υπερογκομέτρηση).
- Χρησιμοποίηση ακάθαρτων γυάλινων σκευών.
- Κακή βαθμονόμηση οργάνων.

Άσκηση 2

Το διάλυμα του FeSO_4 πρέπει να έχει παρασκευασθεί πρόσφατα επειδή τα ιόντα Fe^{2+} οξειδώνονται προς Fe^{3+} από τον αέρα κατά την παραμονή του διαλύματος.

Γι' αυτό βράζουμε το νερό που προσθέτουμε στο διάλυμα του FeSO_4 (το απαλλάσσουμε από τον διαλυμένο σε αυτό αέρα, O_2).