

Γυμνάσιο- Λ. Τ. Λαιμού Πρεσπών
Λαιμός Πρεσπών, Φλώρινα
Τηλ. 2385051330, 2385051395

Γυμνάσιο- Λ. Τ. Λαιμού Πρεσπών

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΤΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ

Χημεία Γ΄ Λυκείου (Θετικής Κατεύθυνσης)

ΙΩΑΝΝΗΣ Ν. ΒΕΛΟΝΑΚΗΣ (ΦΥΣΙΚΟΣ)

Διαμοριακοί Δεσμοί- Προσθετικές Ιδιότητες

Θεωρία

Διαμοριακοί Δεσμοί

Μόρια:

- η θερμική κίνηση τείνει να τα απομακρύνει το ένα από το άλλο
- οι διαμοριακές δυνάμεις τείνουν να τα συγκρατούν (στα αέρια θεωρούνται αμελητέες)

Ενδομοριακοί δεσμοί: είναι οι δεσμοί που συγκρατούν τα άτομα στα μόρια των στοιχείων ή των χημικών ενώσεων. Στην Α΄ Λυκείου διδαχθήκαμε τα σχετικά με τους χημικούς δεσμούς και πώς ενώνονται άτομα για να σχηματίσουν μόρια ή ιόντα (θεωρία χημικού δεσμού, ομοιοπολικού ή ετεροπολικού).

Διαμοριακοί δεσμοί: είναι οι ελκτικές δυνάμεις μεταξύ των μορίων. Μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις μεγάλες κατηγορίες:

- Δυνάμεις διπόλου-διπόλου
- Δυνάμεις London
- Δεσμός υδρογόνου (ειδική περίπτωση του δεσμού διπόλου-διπόλου).

Ηλεκτρική διπολική ροπή: είναι διανυσματικό φυσικό μέγεθος, αποτελεί μέτρο της πολικότητας του μορίου. Το μέτρο της δίνεται από τη σχέση:

$$\mu = \delta r \quad (1.1),$$

δ : φαινόμενο φορτίο (δ^+ ή δ^-)

r : απόσταση μεταξύ των πόλων

Η συνολική ηλεκτρική διπολική ροπή $\mu_{ολ}$ εξαρτάται από την πόλωση των δεσμών και τη γεωμετρία του μορίου.

A. Διαμοριακές Δυνάμεις-Δεσμοί Van der Waals (για αυτές μίλησε πρώτος ο Ολλανδός Φυσικός Wan der Waals).

1) Δυνάμεις διπόλου-διπόλου

Πολωμένος ομοιοπολικός δεσμός (π.χ. $H^{\delta+} - Cl^{\delta-}$): το κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων, μέσω του οποίου γίνεται η σύνδεση των δύο ατόμων, είναι μετατοπισμένο προς το ηλεκτραρνητικότερο άτομο (π.χ. χλώριο). Η μετατόπιση αυτή δημιουργεί φαινόμενο φορτίο δ^+ στο ένα άκρο του δεσμού και δ^- στο άλλο. Σε συνδυασμό με τη γεωμετρία του μορίου αυτό μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία πολικών μορίων.

Στα πολικά μόρια οι διαμοριακές δυνάμεις είναι ηλεκτροστατικής φύσης μεταξύ των ετερόνυμα φορτισμένων άκρων, των πόλων. Αν τα μόρια έχουν την ίδια περίπου μάζα και όγκο η ισχύς τους αυξάνει με την αύξηση της διπολικής ροπής των μορίων. Όσο ισχυρότερες είναι αυτές οι δυνάμεις τόσο δυσκολότερα εξαερώνεται ένα υγρό σώμα, δηλαδή τόσο σημείο βρασμού έχει.

2) Δυνάμεις διασποράς (London)

Ακόμα και τα μη πολικά μόρια των αερίων, όπως π.χ. He, H₂, O₂, N₂ μπορούν για T ≈ 0K να υγροποιηθούν. Αυτό συμβαίνει γιατί μεταξύ των μορίων τους εξακολουθούν να ασκούνται διαμοριακές δυνάμεις. Τις δυνάμεις αυτές, κβαντομηχανικής προέλευσης κυρίως, ερμήνευσε ο Γερμανός φυσικός Fritz London (δημιουργία στιγμιαίων ηλεκτρικών διπόλων, από την κίνηση των ηλεκτρονίων γύρω από τους πυρήνες). Μεταξύ των στιγμιαίων αυτών διπόλων αναπτύσσονται ασθενείς ελκτικές δυνάμεις, οι οποίες ονομάζονται δυνάμεις London ή διασποράς, αφού δεν έχουν ορισμένη κατεύθυνση. Αυτές εξαρτώνται:

- i) Από τη σχετική μοριακή μάζα (M.B.) με την αύξηση της αυξάνει η ισχύς των δεσμών.
- ii) Από το σχήμα των μορίων: τα ευθύγραμμα μη πολωμένα μόρια εμφανίζουν ισχυρότερες τέτοιες.

3) Δεσμός υδρογόνου: είναι μια ειδική περίπτωση δεσμού μεταξύ διπόλου-διπόλου και ονομάζεται δεσμός ή γέφυρα υδρογόνου. Εμφανίζεται σε ενώσεις που το H είναι ομοιοπολικά ενωμένο με άτομα ισχυρά ηλεκτραρνητικά και με μικρό μέγεθος (π.χ. N-H, C-H, F-H). Σε αυτά η ισχυρή ηλεκτραρνητικότητα του άλλου ατόμου αφήνει το άτομο του υδρογόνου σχεδόν γυμνό «από» ηλεκτρόνια ως H^{δ+}. Έτσι αυτό έλκει το αρνητικά φορτισμένο μέρος (F,N,O) ενός άλλου μορίου. Κατά τον τρόπο αυτόν το άτομο του υδρογόνου συνδέεται με δύο ηλεκτραρνητικά άτομα, πρώτο με ομοιοπολικό δεσμό (στο ίδιο μόριο) και δεύτερο με δεσμό υδρογόνου (στο άλλο μόριο, αφού το H^{δ+} έλκει ηλεκτραρνητικά άτομα N, O, F από άλλα μόρια).

Έχει τη μορφή A-H...B, A-H...A, όπου

...: δεσμός υδρογόνου

A,B: F,O,N

B: μέρος ενός άλλου μορίου ή του προηγούμενου μορίου

A-H: μόριο ή μέρος μορίου.

Συνέπειες του δεσμού υδρογόνου:

- i) η ιδιόμορφη συμπεριφορά του νερού
- ii) η μεγάλη διαλυτότητα των κατώτερων μελών οργανικών ενώσεων (αλκοολών, καρβοξυλικών οξέων) στο νερό.
- iii) τα υψηλά σημεία βρασμού των κατώτερων μελών των αλκοολών σε σχέση με τους αιθέρες με ίδιο ή παραπλήσιο M.B.
- iv) η μεγάλη αντοχή του Nylon
- v) η ελικοειδής δομή των πρωτεϊνών (ο δεσμός υδρογόνου εμφανίζεται σε πολλά βιολογικά μόρια).

B. Δυνάμεις μεταξύ ιόντων και μορίων (πολικών ή μη πολικών).

Επίδραση των διαμοριακών δυνάμεων στις ιδιότητες της ύλης

- i) Διαλυτότητα: για να διαλυθεί μια ουσία σε ένα διαλύτη που αναπτύσσονται μεταξύ της διαλυμένης ουσίας και του διαλύτη υπερβαίνει την αντίστοιχη αυτών των μορίων διαλύτη-διαλύτη και διαλυμένης ουσίας- διαλυμένης ουσίας. Έτσι συμπεραίνουμε πως όμοια διαλύουν όμοια (πολικές ουσίες σε πολικούς διαλύτες, μη πολικές ουσίες σε μη πολικούς διαλύτες).
- ii) Σημείο βρασμού: για ενώσεις με ίδιο ή παραπλήσιο M.B. αύξηση της ισχύος των δεσμών σημαίνει αύξηση του σημείου ζέσεως.

Φυσικές καταστάσεις της ύλης και οι μεταβολές τους

Φυσικές καταστάσεις:

- 1) Στερεά: τάξη μεγάλης εμβέλειας, ισχυροί δεσμοί μεταξύ των δομικών τους λίθων (ατόμων, μορίων, ιόντων). Οι δομικοί τους λίθοι κινούνται άτακτα γύρω από καθορισμένες θέσεις. Έχουν για αυτό καθορισμένο σχήμα και όγκο.
- 2) Υγρά: τα μόρια τους (οι δομικοί τους λίθοι) γλιστρούν άτακτα το ένα μέσα στο άλλο, συχνά βρίσκονται πιο κοντά μεταξύ τους σε σχέση με την στερεά κατάσταση. Μεταξύ των μορίων τους αναπτύσσονται διαμοριακοί δεσμοί (τάξη μικρής εμβέλειας). Έχουν για αυτό καθορισμένο όγκο, όχι καθορισμένο σχήμα.
- 3) Αέρια: τα μόρια τους (οι δομικοί τους λίθοι) έχουν πλήρη ελευθερία κινήσεων στο χώρο. Μεταξύ των δομικών τους λίθων υπάρχουν πολύ ασθενείς δεσμοί.
- 4) Πλάσμα.
- 5) Συμπύκνωση Einstein-Bose.
- 6) Υγρά κρύσταλλα.
- 7) Κolloειδή διαλύματα.

Μεταβολές των καταστάσεων της ύλης:

- 1) Εξαέρωση-βρασμός, εξάτμιση
- 2) Υγροποίηση, συμπύκνωση
- 3) Τήξη
- 4) Πήξη
- 5) Εξάχνωση

Νόμος των μερικών πιέσεων του Dalton

Μερική πίεση ενός αερίου σε ένα μίγμα αερίων (P_A): ονομάζεται η πίεση που ασκεί το αέριο αν μόνο του καταλαμβάνει τον όγκο του μείγματος στην ίδια θερμοκρασία.

Μερικός όγκος ενός αερίου σε ένα μίγμα αερίων (V_A): ονομάζεται ο όγκος που θα καταλάμβανε το αέριο αυτό αν μόνο του δεχόταν την πίεση του μίγματος στην ίδια θερμοκρασία.

Γραμμομοριακό κλάσμα ενός συστατικού A σε ένα μίγμα (X_A): είναι το κλάσμα των mol του συστατικού A (n_A) προς τα συνολικά mol των συστατικών ($n_{ολ}$) του μίγματος. Συνεπώς

$$X_A = \frac{n_A}{n_{ολ}} \quad (1.2).$$

$$X_A + X_B + \dots + X_N = 1 \quad (1.3).$$

Νόμος Μερικών Πίεσεων του Dalton: η ολική πίεση ενός μίγματος αερίων σε ορισμένη θερμοκρασία είναι ίση με το άθροισμα των μερικών πιέσεων των συστατικών του. Δηλαδή

$$P_{ολ} = P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_N \quad (1.4)$$

Απόδειξη:

$$P_{ολ}V = n_{ολ}RT \text{ (καταστατική εξίσωση ιδανικών αερίων)} \quad (1.5).$$

$$n_{ολ} = n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_N \quad (1.6).$$

$$P_1V = n_1RT \quad (1.7).$$

$$P_2V = n_2RT \quad (1.8).$$

.....

$$P_NV = n_NRT \quad (1.9).$$

Με αντικατάσταση των (1.6)- (1.9) στην (1.5) προκύπτει η (1.4).

Η μερική πίεση ενός αερίου (P_A) σε μίγμα αερίων ισούται με το γραμμομοριακό κλάσμα του αερίου στο μίγμα (X_A) επί την ολική πίεση του μείγματος (P).

$$P_A = X_AP \quad (1.10).$$

Απόδειξη: γίνεται με συνδυασμό της καταστατικής εξίσωσης των ιδανικών αερίων και του νόμου των μερικών πιέσεων του Dalton.

Προσοχή: περίπτωση συλλογής ατμών με εκτόπιση νερού ή άλλου υγρού

$$P = P_{αερίου} + P_{H_2O} \quad (1.11).$$

Ιδιότητες των υγρών- προσθετικές ιδιότητες διαλυμάτων

Ιδιότητες των υγρών

- 1) **Ιξώδες:** είναι η αντίσταση του υγρού στη ροή. Σχετίζεται με
 - i) θερμοκρασία (μειώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας)
 - ii) ισχύς διαμοριακών δεσμών (αυξάνεται με την αύξηση τους)
- 2) **Επιφανειακή τάση:** τα μόρια στο εσωτερικό του υγρού δέχονται δυνάμεις από τα γειτονικά τους, με αποτέλεσμα να μειώνεται η επιφάνεια του υγρού (οι σφαίρες έχουν το μικρότερο δυνατό εμβαδό). Εξ αιτίας των δυνάμεων αυτών συσσωρεύονται περισσότερα μόρια στο εμβαδό επιφάνειας, με αποτέλεσμα να δημιουργείται ένα είδος επιδερμίδας στην επιφάνεια του υγρού. Έτσι τα έντομα μπορούν να περπατήσουν σε αυτήν.
- 3) **Τάση Ατμών:** τάση ατμών υγρού ή στερεού σε ορισμένη θερμοκρασία ονομάζεται η πίεση που ασκείται από τους ατμούς του υγρού ή του στερεού αντίστοιχα όταν το υγρό ή το στερεό βρίσκεται σε ισορροπία με τους ατμούς του (υγροί ατμοί- προκύπτουν από την εξάτμιση) στην θερμοκρασία αυτή. Η τάση ατμών εξαρτάται από:

- i) **θερμοκρασία:** αύξηση της θερμοκρασίας συνεπάγεται αύξηση της μέσης ταχύτητας των μορίων του υγρού, αύξηση εξάτμισης και αύξηση της τάσης ατμών. Ο βρασμός επέρχεται όταν

$$P_{\text{ατμών}} = P_{\text{atm}} \quad (1.12).$$

- ii) **φύση του σώματος:** ισχυρές διαμοριακές δυνάμεις δεν ευνοούν την εξάτμιση και τα υλικά ονομάζονται μη πτητικά (π.χ. Hg). Αντίθετα ασθενείς διαμοριακές δυνάμεις ευνοούν την εξάτμιση (πτητικά υγρά, π.χ. Hg).

Προσθετικές ιδιότητες διαλυμάτων: υπάρχει ένα σύνολο ιδιοτήτων στο διάλυμα το οποίο είναι ανεξάρτητο από τη φύση της διαλυμένης ουσίας (μορίων ή ιόντων) και εξαρτάται μόνο από τον αριθμό των διαλυμένων σωματιδίων σε ορισμένη ποσότητα διαλύματος (ή διαλύτη). Αυτές ονομάζονται προσθετικές ή αθροιστικές ιδιότητες και είναι:

- i) η ελάττωση της τάσης των ατμών του διαλύτη
- ii) η ανύψωση του σημείου βρασμού του διαλύτη
- iii) η ταπείνωση του σημείου πήξης του διαλύτη
- iv) η οσμωτική πίεση του διαλύματος.

Ελάττωση Τάσης Ατμών Διαλύματος- Νόμος Raoult

Διάλυση μη πτητικής ουσίας σε υγρό διαλύτη: οδηγεί σε μείωση της τάσης ατμών του διαλύτη (το υγρό εξατμίζεται δυσκολότερα). Η παρουσία του μη πτητικού διαλύματος ελαττώνει τον αριθμό των μορίων του διαλύτη στην επιφάνεια του υγρού, πράγμα το οποίο ελαττώνει τον αριθμό των μορίων του διαλύτη στην επιφάνεια του

υγρού, επομένως η εξάτμιση περιορίζεται και η τάση ατμών ελαττώνεται (η εξάτμιση πραγματοποιείται μόνο από την επιφάνεια). Όσο μεγαλύτερη είναι η ποσότητα του διαλυμένου σώματος, τόσο μεγαλύτερη μείωση της τάσης ατμών παρατηρείται.

Νόμος Raoult: σε αραιά μοριακά διαλύματα μη πτητικών διαλυμένων ουσιών η τάση ατμών του διαλύματος είναι ίση με την τάση ατμών του καθαρού διαλύτη στην ίδια θερμοκρασία πολλαπλασιασμένη με το γραμμομοριακό κλάσμα του διαλύτη στο διάλυμα.

$$P = P^{\circ} X_{\text{διαλύτη}} \quad (1.13),$$

$$X_{\text{διαλύτη}} = \frac{n_{\Delta}}{n_{\delta} + n_{\Delta}} \quad (1.14),$$

όπου

P: τάση ατμών διαλύματος,

P^ο: τάση ατμών του καθαρού διαλύτη,

X_{διαλύτη}: γραμμομοριακό κλάσμα του διαλύτη στο διάλυμα

n_Δ: αριθμός mol διαλύτη

n_δ: αριθμός mol διαλυμένης ουσίας

Νόμος Raoult (άλλη διατύπωση): Η σχετική ελάττωση της τάσης ατμών του διαλύτη, όταν διαλυθεί σε αυτόν μια μη πτητική ουσία, είναι ίση με το γραμμομοριακό κλάσμα της διαλυμένης ουσίας.

$$\frac{P - P^{\circ}}{P^{\circ}} = X_{\delta} \quad (1.15).$$

Απόδειξη:

$$\frac{P - P^{\circ}}{P^{\circ}} = \frac{P - P^{\circ}}{P} \cdot \frac{P}{P^{\circ}} = X_{\delta} \quad (1.16).$$

Παρατηρήσεις:

- 1) Ο Νόμος Raoult ισχύει με τη μορφή που δίνεται αν και μόνο αν
 - i) Η διαλυμένη ουσία είναι μη πτητική.
 - ii) το διάλυμα είναι αραιό.
 - iii) το διάλυμα είναι μοριακό (η διαλυμένη ουσία είναι σε μορφή μορίων)
- 2) Ο Νόμος Raoult ισχύει και για περισσότερες από μία μη πτητικές διαλυμένες ουσίες. Τότε

$$n = n_1 + n_2 + \dots \quad (1.17).$$

- 3) Νόμος Raoult σε μίγματα πτητικών υγρών: κάθε υγρό δρα ως διαλύτης, ο οποίος διαλύει το άλλο

$$P_A = P_A^* X_A \quad (1.18).$$

$$P_B = P_B^* X_B \quad (1.19).$$

- 4) Ο Νόμος Raoult μπορεί με κατάλληλη τροποποίηση να εφαρμοστεί και σε αραιά διαλύματα ιοντικών ενώσεων.
- 5) Ο νόμος του Raoult είναι ακριβής σε ιδανικά διαλύματα. Ιδανικό θεωρείται το διάλυμα του οποίου οι διαμοριακοί δεσμοί μεταξύ διαλύτη-διαλυμένης ουσίας (A-B) είναι της ίδιας περίπου ισχύος με αυτούς που εμφανίζονται μεταξύ μορίων διαλύτη-διαλύτη (π.χ. A-A) και διαλυμένης ουσίας-διαλυμένης ουσίας (π.χ. B-B). Πιθανόν κανένα διάλυμα δεν καλύπτει πλήρως τις προϋποθέσεις αυτές. Πολλά όμως διαλύματα θεωρούνται ότι προσεγγίζουν το ιδανικό διάλυμα.
- i) αν $P > P_{(R)}$ (θετική απόκλιση): διάσπαση ισχυρών διαμοριακών δεσμών κατά την ανάμιξη π.χ. δεσμών υδρογόνου.
 - ii) αν $P < P_{(R)}$ (αρνητική απόκλιση): σχηματισμός ισχυρών διαμοριακών δεσμών κατά την ανάμιξη, π.χ. δεσμών υδρογόνου.

Ανύψωση του σημείου βρασμού

Ανύψωση του σημείου βρασμού: σε αραιά μοριακά διαλύματα μη πτητικών ουσιών η ανύψωση του σημείου βρασμού του διαλύματος σε σχέση με αυτόν του καθαρού διαλύτη είναι ανάλογη με τη μοριακότητα κατά βάρος (molality- m^*) του διαλύματος.

$$\Delta T_b = k_b m^* \quad (1.20),$$

όπου

$$\Delta T_b = T_b(\text{διαλύματος}) - T_b(\text{διαλύτη}) \quad (1.21)$$

η ανύψωση σημείου βρασμού του διαλύματος σε σχέση με αυτό του καθαρού διαλύτη.

m^* : μοριακότητα κατά βάρος (molality) του διαλύματος. Εκφράζει τον αριθμό των mol της διαλυμένης ουσίας που διαλύθηκαν σε 1000 g διαλύτη.

k_b : σταθερά ανύψωσης σημείου βρασμού ή σταθερά ζεσεοσκοπίας. Εξαρτάται από τη φύση του διαλύτη. Όταν η μοριακότητα κατά βάρος του διαλύματος είναι $m^* = 1$ τότε η τιμή της ΔT_b είναι αριθμητικά ίση με την k_b .

Ιδανικό σημείο βρασμού: είναι η θερμοκρασία στην οποία η τάση των ατμών της ουσίας είναι 1 atm.

Ζεσεοσκοπία: ονομάζεται η μέθοδος προσδιορισμού της σχετικής μοριακής μάζας (M_r) μιας ουσίας με πειραματική μέτρηση της ανύψωσης του σημείου βρασμού του

διαλύματος της ουσίας αυτής σε σχέση με αυτό του καθαρού διαλύτη (ΔT_b), εφαρμόζοντας την εξίσωση (1.20), η οποία γράφεται και

$$\Delta T_b = k_b m^* = \frac{k_b m_B 100}{M_r m_A} \quad (1.22),$$

όπου m_B η μάζα διαλυμένης ουσίας, M_r : Μοριακό Βάρος διαλυμένης ουσίας, m_A η μάζα του διαλύτη.

Παρατηρήσεις: η εξίσωση της ανύψωσης του σημείου βρασμού ισχύει με την προϋπόθεση ότι

- i) η διαλυμένη ουσία είναι μη πτητική.
- ii) το διάλυμα είναι αραιό.
- iii) η διαλυμένη ουσία είναι σε μορφή μορίων (μοριακό διάλυμα).

Ταπείνωση του σημείου πήξης

Ταπείνωση σημείου πήξης: σε αραιά μοριακά διαλύματα η ταπείνωση του σημείου πήξης του του διαλύματος σε σχέση με αυτό του καθαρού διαλύτη εξαρτάται από τη συγκέντρωση του διαλύματος και μάλιστα είναι ανάλογη με τη μοριακότητα κατά βάρος (molality- m^*) του διαλύματος.

$$|\Delta T_f| = k_f m^* \quad (1.23).$$

όπου

$$\Delta T_f = T_f(\text{διαλύματος}) - T_f(\text{διαλύτη}) \quad (1.24)$$

η ταπείνωση του σημείου πήξης του διαλύματος σε σχέση με αυτό του καθαρού διαλύτη.

m^* : μοριακότητα κατά βάρος (molality) του διαλύματος. Εκφράζει τον αριθμό των mol της διαλυμένης ουσίας που διαλύθηκαν σε 1000 g διαλύτη.

k_f : σταθερά ταπείνωσης σημείου πήξης ή σταθερά κρυοσκοπίας, η οποία εξαρτάται από τη φύση του διαλύτη. Όταν η μοριακότητα κατά βάρος του διαλύματος είναι $m^* = 1$ τότε η τιμή της $|\Delta T_f|$ είναι αριθμητικά ίση με την k_f .

Κανονικό σημείο πήξης: είναι το σημείο πήξης μιας ουσίας σε πίεση 1 atm.

Κρυοσκοπία: ονομάζεται κρυοσκοπία η μέθοδος προσδιορισμού της σχετικής μοριακής μάζας με βάση την πειραματική μέτρηση της ταπείνωσης του σημείου πήξης του διαλύματος σε σχέση με αυτό του καθαρού διαλύτη (ΔT_f), εφαρμόζοντας τη σχέση

$$\Delta T_f = k_f m^* = \frac{k_f m_B 100}{M_r m_A} \quad (1.25),$$

όπου m_B η μάζα διαλυμένης ουσίας, M_B : Μοριακό Βάρος διαλυμένης ουσίας, m_A η μάζα του διαλύτη.

Παρατηρήσεις:

- 1) η εξίσωση ταπείνωσης του σημείου πήξης ισχύει με την προϋπόθεση ότι
 - i) η διαλυμένη ουσία είναι μη πτητική.
 - ii) το διάλυμα είναι αραιό.
 - iii) η διαλυμένη ουσία είναι σε μορφή μορίων (μοριακό διάλυμα).
- 2) η κρυσκοπία είναι ακριβέστερη μέθοδος από τη ζεσεοσκοπία και βρίσκει πολλές εφαρμογές.
- 3) διάλυση ενός (1) mol διαλυμένης ουσίας σε διαλύτη δε δημιουργεί πάντα 1 mol σωματιδίων στο διάλυμα, αφού στο τελικό πλήθος σωματιδίων επηρεάζουν φαινόμενα όπως ο ιοντισμός, η συμπύκνωση, ο πολυμερισμός και η συσσωμάτωση. Μέσω των προσθετικών ιδιοτήτων του διαλύματος μπορεί να γίνει μελέτη της συμπεριφοράς μιας ουσίας.

Ωσμωση και ωσμωτική πίεση

Ωσμωση: ονομάζεται το φαινόμενο της διάχυσης περισσότερων μορίων διαλύτη (συνήθως νερού) μέσω ημιπερατής μεμβράνης, από το διαλύτη στο διάλυμα ή από το διάλυμα της μικρότερης συγκέντρωσης (υποτονικό) στο διάλυμα μεγαλύτερης συγκέντρωσης στην ίδια θερμοκρασία (υπερτονικό διάλυμα), με σκοπό την τελική εξίσωση των δύο συγκεντρώσεων.

Ωσμωτική πίεση(Π): ονομάζουμε ωσμωτική πίεση διαλύματος το οποίο διαχωρίζεται με ημιπερατή μεμβράνη από τον καθαρό διαλύτη του την ελάχιστη πίεση που πρέπει να ασκηθεί εξωτερικά στο διάλυμα, ώστε να εμποδιστεί το φαινόμενο της ώσμωσης, χωρίς να μεταβληθεί ο όγκος του διαλύματος. Η ωσμωτική πίεση είναι προσθετική ιδιότητα, η μόνη τέτοια ιδιότητα που εξαρτάται από τη θερμοκρασία. Ισχύει ο Νόμος Vant Hoff (θυμίζει καταστατική εξίσωση ιδανικών αερίων):

$$\Pi V = nRT \quad (1.26),$$

$\left. \begin{array}{l} \frac{n}{V} \\ C \end{array} \right\} = \frac{\Pi}{RT}$

Π η ωσμωτική πίεση του διαλύματος, V ο όγκος του διαλύματος, n ο αριθμός των mol της διαλυμένης ουσίας, C : μοριακή συγκέντρωση (Molarity) του διαλύματος, R η παγκόσμια σταθερά των αερίων, T η απόλυτη θερμοκρασία για την οποία ισχύει η σχέση

$$T(K) = 273 + \theta(^{\circ}C) \quad (1.27).$$

Όσμωμετρία: είναι η μέθοδος προσδιορισμού της σχετικής μοριακής μάζας με βάση τον πειραματικό προσδιορισμό της σχετικής μοριακής μάζας (M_r), με χρήση του Νόμου Van't Hoff (1.26).

Παρατηρήσεις:

- 1) Οι εξισώσεις της ωσμωτικής πίεσης ισχύουν μόνο για αραιά μοριακά διαλύματα.
- 2) Αν η εξωτερική πίεση P που ασκείται στην επιφάνεια του διαλύματος είναι μεγαλύτερη από την ωσμωτική πίεση (Π) έχουμε αντίστροφη ώσμωση.
- 3) Ισοτονικά διαλύματα: δύο διαλύματα με την ίδια ωσμωτική πίεση στην ίδια θερμοκρασία, επομένως και με την ίδια συγκέντρωση.
- 4) Εφαρμογές στην αφαλάτωση- βιολογική σημασία της όσμωσης (βλέπε βιβλίο).

Ασκήσεις Α΄ Ομάδας

1. Τι ονομάζουμε μερική πίεση ενός αερίου συστατικού σε ένα μίγμα;
2. Νόμος των μερικών πιέσεων του Dalton. Να εξετασθεί αν ισχύει η καταστατική εξίσωση για μίγματα αερίων.
3. Ποιες είναι οι μερικές πιέσεις και ποια η ολική πίεση στα παρακάτω μίγματα:
 - i) 0,1 mole H_2 και 0,9 mole O_2 σε όγκο 820 cm^3 και $\theta = 127^\circ \text{ C}$.
 - ii) 1,7 g NH_3 και 4,4 g CO_2 σε όγκο 8,2 l και $\theta = 27^\circ \text{ C}$.
 - iii) $6,023 \cdot 10^{23}$ μορια H_2 και $60,23 \cdot 10^{23}$ μορια CO_2 σε όγκο 82 l και $\theta = 227^\circ \text{ C}$.
4. Πώς μπορούν να παρασκευαστούν τα παρακάτω διαλύματα
 - i) 3,00 l διαλύματος $NaCl$ 0,75 M από στερεό $NaCl$.
 - ii) 55,0 ml διαλύματος $ZnSO_4$ 2,00 M από στερεό $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$.
 - iii) 180 ml διαλύματος $Ba(NO_3)_2$ 0,1 M από στερεό $Ba(NO_3)_2$
 - iv) 12 l διαλύματος KOH 6,0 M από στερεό KOH .
 - v) 730 ml διαλύματος $Fe(NO_3)_3$ 0,07 M από στερεό $Fe(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$.
5. Να υπολογίσετε τις μοριακότητες κατά όγκο (M) και κατά βάρος (m) στα τα παρακάτω διαλύματα:

Διάλυμα	Πυκνότητα ($\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}$)	Περιεκτικότητα % κατά βάρος
KOH	1,344	35,0
HNO ₃	1,344	54,0
H ₂ SO ₄	1,834	95,0
MgCl ₂	1,119	29,0
Na ₂ Cr ₂ O ₇	1,140	20,0

6. Η πυκνότητα ενός διαλύματος HCl 7,00 M είναι $1,113 \text{ g.ml}^{-1}$. Υπολογίστε την % κατά βάρος περιεκτικότητα του διαλύματος.
7. Ποια η % κατά βάρος περιεκτικότητα ενός διαλύματος HNO₃ 21,2 M όταν η πυκνότητά του είναι $1,48 \text{ g.ml}^{-1}$; Ποια είναι η κατά βάρος μοριακότητα του διαλύματος αυτού;
8. Εάν 40,0 ml ενός διαλύματος HCl εξουδετερώνονται πλήρως από 45,0 ml διαλύματος NaOH 0,15 M, ποια η μοριακότητα κατά όγκο του διαλύματος HCl;
9. 67,2 g γλυκόζης (C₆H₁₂O₆) διαλύονται σε 17,28 g νερού. Να υπολογίσετε τη μοριακότητα κατά βάρος του διαλύματος καθώς και τα γραμμομοριακά κλάσματα των συστατικών του.
10. Ποια σχέση πρέπει να έχουν οι όγκοι ενός διαλύματος HCl με περιεκτικότητα 14,6% κ.β. και πυκνότητα $1,07 \text{ g.ml}^{-1}$ και ενός δλμ HCl 6,42 M για να περιέχουν την ίδια ποσότητα διαλυμένης ουσίας;
11. Διάλυμα NaOH 14,3 M έχει πυκνότητα $1,41 \text{ g.ml}^{-1}$. Να υπολογιστούν η % κ.ό. και η % κ.β. περιεκτικότητες και η κατά βάρος μοριακότητα του διαλύματος..
12. Πόσα g διαλύματος KCl 5% κ.β. πρέπει να προσθέσουμε σε 20 g διαλύματος KCl 0,4 M για να προκύψει διάλυμα KCl 4% κ.β.;
13. Πόσα ml διαλύματος HCl 37% κ.β. με πυκνότητα $1,19 \text{ g.ml}^{-1}$ πρέπει να προστεθούν σε 100 ml νερού για να προκύψει διάλυμα 25% κ.β.;
14. Υπολογίστε το γραμμομοριακό κλάσμα και τη μοριακότητα κατά βάρος του πρώτου συστατικού των παρακάτω διαλυμάτων:
 - i) Διάλυμα γλυκερίνης (C₃H₈O₃) 10% κ.β σε νερό.
 - ii) Διάλυμα νερού 5% κ.β.σε οξικό οξύ (C₂H₄O₂).
 - iii) Διάλυμα 5 g CCl₄ σε 25 g αιθυλικής αλκοόλης (C₂H₅OH).
 - iv) Διάλυμα 8 g μεθανόλης (CH₃OH) σε 57 g βενζολίου (C₆H₆).
15. Ποια είναι η συγκέντρωση (Molarity) διαλύματος φρουκτόζης (C₆H₁₂O₆) περιεκτικότητας 4,5% W/W. Δίνεται πυκνότητα διαλύματος $1,08 \frac{\text{g}}{\text{ml}}$ και ότι A_r (C) = 12, A_r (H) =1, A_r (O) =16.
16. Η τάση ατμών του νερού στους 26°C είναι 25,1 mm Hg. Ποια θα είναι η τάση ατμών ενός διαλύματος που περιέχει 20 g γλυκόζης (C₆H₁₂O₆) σε 70 g νερού;
17. Η τάση ατμών του αιθέρα στους 26°C είναι 44,2 mm Hg. 12,2 g ενός μη ηλεκτρολύτη διαλύονται σε 100 g αιθέρα και δίνουν διάλυμα με τάση ατμών

41 mm Hg. Να υπολογιστεί το Μ.Β. του μη ηλεκτρολύτη. Το Μ.Β. του αιθέρα είναι 74.

18. Η τάση ατμών του νερού στους 20°C είναι 17,51 mmHg. Ένα διάλυμα που αποτελείται από 500 g νερού και 25,97 g μιας μη πτητικής και μη ηλεκτρολυτικής ουσίας έχει τάση ατμών 17,42 mm Hg στην ίδια θερμοκρασία. Να υπολογιστεί το Μ.Β. της μη ηλεκτρολυτικής αυτής. ουσίας.
19. Σε κενό δοχείο χωρητικότητας 100 l περιέχονται συνολικά 9 g νερού. Αν στους 28°C η τάση των ατμών του νερού είναι 1 mm Hg, ποσο νερό θα βρίσκεται μέσα στο δοχείο σε υγρή και πόσο σε αέρια κατάσταση; ($d_{H_2O} = 0,996 \text{ g.ml}^{-1}$)
20. Αν 106,3 g ενώσεως Α διαλυθούν σε 863,5 g βενζόλιο, με Μ.Β. 78, η τάση ατμών του βενζολίου μειώνεται από 98,6 σε 86,7 mm Hg. Ποιό το Μ.Β. του Α;
21. Να υπολογιστεί το σημείο βρασμού ενός διαλύματος οργανικής ουσίας 5% κ.β. αν ισχύει ότι $M_f(\text{ουσίας}) = 2$ και $k_b = 0,513$.
22. Ένα διάλυμα περιέχει 4,6 g μιας οργανικής ουσίας και 200 g νερού. Το διάλυμα πήζει στους $-0,93^\circ\text{C}$. Να υπολογιστεί το Μ.Β. της ουσίας. Δίνεται ότι $k_f(\text{H}_2\text{O}) = 1,86$.
23. Σε 200g νερού διαλύονται 8,68 g γλυκόλης ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$) και 5,52 g γλυκερινης ($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$). Να υπολογιστεί το σημείο πήξης του διαλύματος. Δίνεται ότι $k_f(\text{H}_2\text{O}) = 1,86$.
24. Όταν διαλύσουμε 4,8 g από ένα μη πτητικό σώμα Α, που δεν είναι ηλεκτρολύτης, σε 240 g νερό, τότε το διάλυμα που σχηματίζεται βράζει στους $100,055^\circ\text{C}$. Ποιό το Μ.Β. του Α και ποιό το σημείο πήξης του διαλύματος. Δίνεται ότι $k_f(\text{H}_2\text{O}) = 1,86$ και $k_b(\text{H}_2\text{O}) = 0,52$.
25. Πόσο όγκο μεθανόλης (CH_3OH) πυκνότητας $0,787 \text{ g.ml}^{-1}$ πρέπει να προσθέσουμε σε 10 l νερό για να χαμηλώσει το σημείο πήξης του στους $-18,6^\circ\text{C}$; Δίνεται ότι $k_f(\text{H}_2\text{O}) = 1,86$.
26. Ένα διάλυμα μη πτητικής ουσίας έχει σημείο βρασμού 102°C . Να υπολογιστεί το σημείο βρασμού ενός διαλύματος που περιέχει το $\frac{1}{4}$ της ποσότητας της ίδιας ουσίας σε διπλάσια ποσότητα νερού.
27. Ένα διάλυμα γλυκόζης ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) έχει σημείο βρασμού $100,285^\circ\text{C}$. Αν η πυκνότητα του διαλύματος στους 27°C είναι $1,1 \text{ g.ml}^{-1}$ να υπολογιστεί η οσμωτική πίεση του διαλύματος. Δίνεται ότι $k_b(\text{H}_2\text{O}) = 0,52$.
28. Ένα διάλυμα περιεκτικότητας 20% κ.β. ως προς το σώμα Α και πυκνότητας $1,2 \text{ g.ml}^{-1}$ έχει οσμωτική πίεση 24,6 atm στους 27°C . Ποιό είναι το Μ.Β. του Α;

29. Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμειχθούν δύο διαλύματα ζάχαρης ($C_{12}H_{22}O_{11}$) 0,2 M και 0,6 M αντίστοιχα ώστε το διάλυμα που θα προκύψει να έχει στους $27^{\circ}C$ ωσμωτική πίεση 6,15 atm;
30. Πόσα g ζάχαρης ($C_{12}H_{22}O_{11}$) πρέπει να περιέχονται σε 100 ml διαλύματος ώστε το διάλυμα αυτό να έχει ωσμωτική πίεση 2,464 atm σε $27,3^{\circ}C$;
31. 7,62 g ιωδίου και 3,2 g μιας ουσίας Α περιέχονται σε 1 l διαλύματος τετραχλωράνθρακα. Το διάλυμα έχει ωσμωτική πίεση 1,23 atm σε $27^{\circ}C$. Να υπολογιστεί το Μ.Β. της ουσίας Α.
32. Πόσα l αιθυλενογλυκόλης ($C_2H_6O_2$) πυκνότητας $1,116 \text{ g.ml}^{-1}$ πρέπει να προστεθούν σε 23 l νερού πυκνότητας $1,00 \text{ g.ml}^{-1}$ για να προστατευτεί το ψυγείο ενός αυτοκινήτου μέχρι την θερμοκρασία των $-23^{\circ}C$. Δίνεται ότι $k_f(H_2O) = 1,86$.
33. Όταν 3,24 g νιτρικού υδραργύρου ($Hg(NO_3)_2$) διαλυθούν σε 1000 g νερού το σημείο πήξης του διαλύματος που προκύπτει είναι $-0,0558^{\circ}C$. Όταν 10,84 g χλωριούχου υδραργύρου ($HgCl_2$) διαλύονται σε 1000 g, το σημείο πήξης του διαλύματος αυτού είναι $-0,0744^{\circ}C$. Δίσκεται κάποιο από τα παραπάνω άλατα σε ιόντα όταν διαλυθεί. στο νερό; Δίνεται ότι $k_f(H_2O) = 1,86$.
34. Έστω ότι η γλυκερίνη ($C_3H_8O_3$) και η μεθανόλη (CH_3OH) έχουν την ίδια τιμή αγοράς. Ποια είναι η πιο συμφέρουσα για την παρασκευή αντιψυκτικού μίγματος για τα ψυγεία των αυτοκινήτων;
35. Σε δοχείο περιέχεται αέρια ολεφίνη και O_2 με αναλογία mole 1: 9. Το μίγμα ασκεί στους $28^{\circ}C$ πίεση 720 mmHg. Μετά την καύση και ψύξη στους $28^{\circ}C$ η πίεση είναι 532 mmHg. Αν η ολεφίνη κάηκε πλήρως και η τάση ατμών του νερού στην ίδια θερμοκρασία είναι 28,1 mm Hg, ποιος είναι ο Μ.Τ. της ολεφίνης;

Ασκήσεις Β' Ομάδας

1. Μίγμα CO και O_2 με αναλογία 2 : 3 αντίστοιχα αντιδρά προς CO_2 . Η ολική πίεση του μίγματος που προκύπτει είναι 28 atm.
 - i) Ποιά η % κ.ο. σύστασή του;
 - ii) Ποιά η μερική πίεση του CO_2 ;
2. Σε κλειστό δοχείο. στους $\theta^{\circ}C$ εισάγεται μίγμα N_2 και H_2 που ασκεί πίεση 2 atm. Το μίγμα αντιδρά πλήρως προς NH_3 . Τελικά προκύπτει αέριο μίγμα στο οποίο η μερική πίεση του H_2 είναι 0.5 atm στους $\theta^{\circ}C$. Ποιά η τελική πίεση που ασκείται στο δοχείο;
3. Μίγμα CO_2 , CO και H_2S έχει % κ.ο. σύσταση 20%, 30% και 50% αντίστοιχα. Αν σε δοχείο όγκου 10 l στους $127^{\circ}C$ η μερική πίεση του CO είναι 6 atm

- a) Ποια η μάζα του μείγματος;
b) Ποια η ολική πίεση του μείγματος
c) Ποια η πυκνότητα του μείγματος σε Κ.Σ.
d) Ποια η % κ.β. σύσταση του μείγματος σε O_2 ;
4. Σε δοχείο όγκου 8,2 l περιέχεται αέριο σίγμα CO_2 και NH_3 σε πίεση $P = 152$ mm Hg και θερμοκρασία $\theta = 727^\circ C$. Εισαγούμε στο δοχείο 4,4 g CO_2 . Να βρείτε την τελική πίεση του αερίου μίγματος στην ίδια θερμοκρασία.
5. Δίνεται αέριο μίγμα CO_2 , CO και H_2S που βρίσκεται με αναλογία 1:2:3 αντίστοιχα σε δοχείο όγκου 9,84 l και σε πίεση $P = 2280$ mm Hg με $\theta = 27^\circ C$. Να βρείτε τη μάζα του μίγματος.
6. Σε δοχείο όγκου V εισάγεται μίγμα CO και Cl_2 με σχέση μορίων 2 : 1 αντίστοιχα. Το μίγμα ασκεί πίεση 2,2 atm. Μετά την πραγματοποίηση της αντίδρασης : $CO + Cl_2 \rightarrow COCl_2$
- i) Ποιά η σχετική πυκνότητα του μίγματος που προκύπτει ως προς He;
ii) Ποιά η ολική πίεση στο δοχείο μετά το τέλος της αντίδρασης, αν η θερμοκρασία παραμένει σταθερή;
7. Αέριο μίγμα CO_2 και NH_3 έχει ολική πίεση 0,2 atm και μερική πίεση NH_3 0,04 atm.
- i) Ποια η % κ.β. σύσταση του;
ii) Ποια η d του μίγματος σε Κ.Σ.;
iii) Ποια η % κ.ο. σύσταση του μίγματος;
8. Πόσα g CO_2 και πόσα g NH_3 πρέπει να αναμειχθούν με 75 g C_2H_6 ώστε να προκύψει αέριο μίγμα για το οποίο ισχύει $P_{CO_2} = P_{C_2H_6}$ ώστε να προκύψει αέριο μίγμα για το οποίο ισχύει $P_{CO_2} = P_{C_2H_6}$ και $P_{NH_3} = P_{ολική} \cdot 3^{-1}$;
9. Αέριο μίγμα περιέχει 40% κ.ο. C_4H_{10} 40% κ.ο. H_2 και 20% κ.ό. CO_2 .
- i) Ποια η % κ.β. περιεκτικότητα του μείγματος;
ii) Σε δοχείο (Α) όγκου V εισάγεται το CO_2 του μείγματος με πίεση P_1 στους T ενώ σε δοχείο (β) όγκου $2V$ εισάγονται τα C_4H_{10} και H_2 με πίεση P_2 στους T . Ποια η σχέση P_1 και P_2 ;
10. Μίγμα αερίων Α, Β και Γ περιέχει ισομοριακές ποσότητες Α και Β και ισοβαρείς ποσότητες Α και Γ. Αν τα $M_r(A) = 30$, $M_r(B) = 46$ και $M_r(\Gamma) = 60$ και αν η ολική πίεση του μείγματος είναι 228 mm Hg, ποιες οι μερικές πιέσεις των συστατικών του μείγματος;
11. Αέριο (Α) έχει τύπο C_xH_y και λόγο μαζών άνθρακα και υδρογόνου 9:2. Το (Α) έχει σε Κ.Σ. πυκνότητα $1,965 \frac{g}{l}$. Ποιος ο Μ.Τ. του (Α); Μίγμα της ένωσης

(A) και CO_2 περιέχει τα συστατικά σε ίσα βάρη. Αν σε Κ.Σ. το μίγμα καταλαμβάνει όγκο 2,24 l, πόσα άτομα C περιέχει;

12. Σε δοχείο σταθερού όγκου στους 27°C εισάγεται μίγμα N_2 και H_2 . Το μίγμα ασκεί πίεση 2 atm και η μερική πίεση του N_2 είναι 0,8 atm. Η θερμοκρασία ανέρχεται στους 127°C και το μίγμα αντιδρά πλήρως προς παραγωγή αμμωνίας. Ποια η ολική πίεση στο δοχείο και ποια η μερική της NH_3 ;
13. Η τάση ατμών του διθειάνθρακα (CS_2) στους 50°C είναι 855 Torr. Ένα διάλυμα περιέχει 2 gr θείου σε 100 gr διθειάνθρακα και παρουσιάζει τάση ατμών 848,9 Torr στους 50°C . Ποιά η ατομικότητα του διαλυμένου θείου;
14. Η τάση ατμών του διαιθυλαιθέρα ($\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$) στου 22°C είναι 456 mm Hg. Σε κενό δοχείο 1 lit εισάγονται 100 ml διαιθυλεθαίρα στους 22°C . Αν η πυκνότητα του διαιθυλαιθέρα στους 22°C είναι $0,72 \text{ gr.ml}^{-1}$, να βρεθεί ποια η ποσότητα του που θα παραμείνει στην υγρή κατάσταση.
15. Η τάση ατμών του στερεού A είναι 3,8 mm Hg στους 27°C .
- i) Ποια πρέπει να είναι η ελάχιστη χωρητικότητα ενός κενού δοχείου, ώστε αν τοποθετήσουμε σ' αυτό 0,01 mole από το στερεό A, στους 27°C να εξαχνωθεί όλη η ποσότητα του στερεού;
- ii) Τι θα συμβεί όταν η ίδια ποσότητα του A τοποθετηθεί σε δοχείο όγκου 20 lit;
16. Τα στοιχεία A και B σχηματίζουν τις ενώσεις AB_2 και AB_4 . Όταν διαλυθούν 1,66 gr της AB_2 σε 50 gr βενζολίου (C_6H_6) παρατηρείται ελάττωση του Σ.Π. κατά 2°C ενώ όταν διαλυθούν 1,54 gr της AB_4 στην ίδια ποσότητα βενζολίου η ταπείνωση του Σ.Π. είναι 1°C . Ποιά τα ατομικά βάρη των στοιχείων; Δίνεται όπ τα διαλύματα είναι μοριακά και $k_f(\text{C}_6\text{H}_6) = 5^\circ\text{C/m}^*$.
17. Η τάση ατμών αραιού υδατικού διαλύματος H_3BO_3 στους 25°C είναι 23,6 mm Hg ενώ του καθαρού νερού στην ίδια $\theta^\circ\text{C}$ είναι 23,8 mm Hg. Αν το οξύ είναι πρακτικά αδιάστατο, εξετάστε αν το διάλυμα αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν κολλύριο για τα μάτια. Δίνεται ότι το δάκρυ έχει οσμωπκή πίεση 7,9 atm και ότι $R = 0,082 \text{ l. atm. mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
18. Σε κατάλληλες συνθήκες η φορμαλδεύδη (HCHO) πολυμερίζεται και σχηματίζει πολύπλοκα μόρια. Υδατικό διάλυμα HCHO 3,6% κ.ό. παρουσιάζει οσμωτική πίεση 4,92 atm στους 27°C . Ποιός ο Μ.Τ. του προϊόντος που σχηματίζεται;
19. Σε 450 gr H_2O διαλύονται 20 gr γλυκόζης ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$). Το διάλυμα ψύχεται στους $-0,7^\circ\text{C}$. Ποιά η μάζα του πάγου που σχηματίστηκε; Δίνεται $K_f = 1,86^\circ\text{C.m}^{-1}$.
20. Ένα δείγμα ορείχαλκου περιέχει 20% Zn και 80% Cu. Το δείγμα τήκεται στους 995°C . Ο καθαρός χαλκός τήκεται στους 1084°C . Ποιά η k_f του χαλκού;

21. Δίνονται δύο διαλύματα μοριακής μη πτητικής ουσίας Α με $M.B. = 40$. Το πρώτο περιέχει 10 gr της Α σε 800 gr νερό και το δεύτερο 20 gr της Α σε 600 gr νερό. Με ποιά αναλογία μαζών πρέπει να αναμειχθούν τα δύο αυτά διαλύματα ώστε να προκύψει διάλυμα που πήζει στους $-0,85\text{ }^{\circ}\text{C}$. Δίνεται $k_f = 1,86\text{ }^{\circ}\text{C/m}$.
22. Μια ποσότητα ζάχαρης είναι νοθευμένη με γλυκόζη. Ένα δείγμα βάρους 8,64 g διαλύεται σε 100 g. Το διάλυμα που προκύπτει έχει σημείο ζέσεως $110,156^{\circ}\text{C}$ σε πίεση 1 atm. Ποιό το ποσοστό νοθείας της ζάχαρης ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) με γλυκόζη ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$);
23. Σε δοχείο 20 l στους $28\text{ }^{\circ}\text{C}$ εισάγεται ένα ποτήρι με διάλυμα γλυκερίνης ($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$) και αφήνεται να ισορροπήσει. Έτσι προκύπτει διάλυμα 0,5 M με πυκνότητα $1,135\text{ g}\cdot\text{ml}^{-1}$. Ποιά η ποσότητα των ατμών στο δοχείο; Να θεωρηθεί ότι ο όγκος του ποτηριού και του διαλύματος αμελητέος σε σχέση με τον όγκο του δοχείου. Τάση ατμών του διαλύτη (H_2O) στους 28°C $28,35\text{ mm Hg}$.
24. Σε 500 g H_2O διαλύονται 69 g οργανικής ένωσης Α με τύπο $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_x$. Το διάλυμα που προκύπτει είναι μοριακό και η διαφορά μεταξύ του σημείου ζέσεως και του σημείου πήξεως του διαλύματος είναι $103,57\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Να υπολογισθεί η τάση ατμών του διαλύματος, αν στην ίδια θερμοκρασία η τάση ατμών του H_2O είναι $51,35\text{ mm Hg}$.
 - Αν η ένωση Α περιέχει Ο και Η με αναλογία βαρών 6 : 1 αντίστοιχα, να βρεθεί ο μοριακός τύπος της ένωσης Α. Δίνονται: $k_b = 0,52^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^{-1}$.
25. Υδατικό διάλυμα ουρίας (NH_2CONH_2) έχει ωσμωτική πίεση $2,46\text{ atm}$ στους 27°C . Σε 500 ml του διαλύματος προσθέτουμε 3 g ουρίας χωρίς να μεταβληθεί ο όγκος του διαλύματος. Από το διάλυμα που προκύπτει παίρνουμε 100 ml και αραιώνουμε σε τελικό όγκο 400 ml. Αν το τελικό διάλυμα έχει πυκνότητα $1,03\text{ g}\cdot\text{ml}^{-1}$ να υπολογισθεί το σημείο πήξης του. Δίνεται $k_f = 1,86^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^{-1}$.
26. Σε 500 l ενός διαλύματος μεθανόλης (CH_3OH) 0,4 M προσθέτουμε 18 g γλυκόζης ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) χωρίς να μεταβληθεί ο όγκος του διαλύματος. Να βρεθεί η % μεταβολή στην τιμή της ωσμωτικής πίεσης του διαλύματος όταν η θερμοκρασία παραμένει σταθερή.
27. Υδατικό διάλυμα Α ουρίας ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$) έχει περιεκτικότητα $6\% \frac{w}{v}$ και χωρίζεται με ημιπερατή μεμβράνη από υδατικό διάλυμα Β γλυκόζης ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) με περιεκτικότητα $6\% \frac{w}{v}$. Τα διαλύματα βρίσκονται στους 27°C .
- Να εξετάσετε αν θα συμβεί ώσμωση και προς ποια κατεύθυνση.

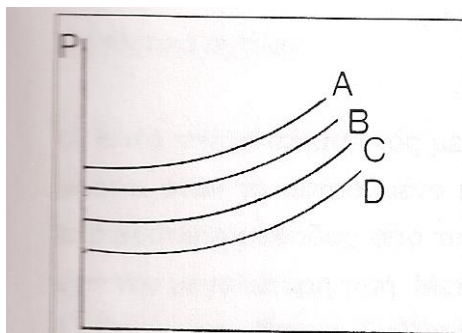
- ii) Σε ποιο από τα παραπάνω διαλύματα πρέπει να ασκηθεί εξωτερική πίεση και ποια είναι η τιμή της ώστε να μη γίνει όσμωση στους 27°C. Δίνεται ότι $A_r(C) = 12$, $A_r(H) = 1$, $A_r(O) = 16$, $M_r(N) = 14$.
28. Διαθέτουμε διάλυμα φρουκτόζης Α ($C_6H_{12}O_6$) με ωσμωτική πίεση 4 atm σε ορισμένη θερμοκρασία και διάλυμα φρουκτόζης Β με ωσμωτική πίεση 6 atm στην ίδια θερμοκρασία. Να βρεθούν:
- i) η ωσμωτική πίεση του διαλύματος Γ που θα προκύψει με ανάμειξη 100 ml του Α και 300 ml του Β.
- ii) πόσα ml διαλύματος Β πρέπει να αναμειχθούν με 200 ml του διαλύματος Α ώστε να προκύψει διάλυμα με ωσμωτική πίεση 5 atm στην ίδια θερμοκρασία.
29. Ένα αλκίνιο και ένα αλκάνιο περιέχουν στο μόριο τους τον ίδιο αριθμό ατόμων άνθρακα 21,2 g μίγματος των δύο υδρογοναθράκων διαλύεται σε 600 g βενζολίου, οπότε σχηματίζεται διάλυμα με σημείο πήξης 3,15°C. Ίση ποσότητα του μίγματος απαιτεί για πλήρη υδρογόνωση 4,48 l H_2 (Κ.Σ.) παρουσία Ni. Να καθοριστούν οι Μ.Τ. των δύο υδρογοναθράκων. Δίνονται για το βενζόλιο: $\theta_0 = 5,6^\circ C$. Δίνεται $k_f = 4,9^\circ C \cdot m^{-1}$.
30. 1.85 g οργανικής ένωσης καίγονται με CuO. οπότε προκύπτουν 4.4 g CO_2 και 2,25 g H_2O . Όταν διαλυθούν 37 g της ένωσης σε 600 g C_6H_6 προκύπτει μοριακό διάλυμα με σημείο πήξης 1,25 °C. Να βρεθεί ο μοριακός τύπος της ένωσης; Για το C_6H_6 , $k_f = 5,1^\circ C \cdot m^{-1}$. Σ.Π. = 5,5°C.
31. 1,82 g οργανικής ένωσης Α δίνουν με πλήρη καύση 1,76 g CO_2 και 0,63 g H_2O . Εξάλλου 3,64 g της Α με επίδραση AgNO, δίνουν 4,7 g κίτρινου ιζήματος το οποίο είναι αδιάλυτο σε NH_3 . Κατά τη διάλυση 9,1 g της Α σε 100 g C_6H_6 σχηματίζεται μοριακό διάλυμα το οποίο έχει Σ.Π. 2,95°C, Να βρεθεί ο μοριακός τύπος της Α και τα συντακτικά ισομερή της. Για το C_6H_6 , $k_f = 5,1^\circ C \cdot m^{-1}$. Σ.Π. = 5,5°C.
32. 1,08 g οργανικής ένωσης έδωσαν με στοιχειακή ανάλυση 0,88 g CO_2 και 0,36 g H_2O . Ακόμα 5,4 g της ένωσης με κατάλληλη κατεργασία και προσθήκη $AgNO_3$ σχηματίζουν 9.4 g κίτρινου ιζήματος το οποίο είναι διαλυτό σε NH_3 .
- i) Να βρεθεί ο εμπειρικός τύπος της ένωσης.
- ii) 5,4 g της ένωσης διαλύονται σε 50 g CH_3Cl , οπότε προκύπτει μοριακό διάλυμα με σημείο βρασμού 63,35°C. Να βρεθεί ο μοριακός τύπος της ένωσης και τα συντακτικά ισομερή της. Για το CH_3Cl , $k_b = 3,7^\circ C \cdot m^{-1}$. Σ.Ζ. = 61,5°C.
33. 3,18 g οργανικής ένωσης καίγονται πλήρως οπότε σχηματίζονται 3,52 g CO_2 και 1,44 g H_2O . Εξάλλου 6.36 g της ένωσης κατεργάζονται με πυκνό διάλυμα HNO_3 και το μίγμα που προκύπτει χωρίζεται σε δυο ίσα μέρη, Στο πρώτο μέρος προστίθεται διάλυμα $BaCl_2$ οπότε σχηματίζονται 4.66 g ιζήματος. Το δεύτερο μέρος με προσθήκη $AgNO_3$ δίνει 5,74 g λευκού ιζήματος, Όταν διαλυθούν ακόμη 15.9 g της ένωσης σε 400 g C_6H_6 προκύπτει διάλυμα με

σημείο βρασμού $80,75^{\circ}\text{C}$. Να βρεθεί ο μοριακός τύπος της ένωσης. Για το C_6H_6 , $\Sigma.Z. = 80,1^{\circ}\text{C}$, $k_b = 2,67^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^{-1}$.

34. Κατά την καύση 0,3 g οργανικής ένωσης σχηματίζονται 0,22 g CO_2 . Με κατάλληλη επεξεργασία 1,2 g της ένωσης σχηματίζουν NH_3 , η οποία διοχετεύεται σε 600 ml διαλύματος H_2SO_4 0,49 % κ.ό. Το διάλυμα που προκύπτει εξουδετερώνεται πλήρως με 20 ml κανονικού διαλύματος NaOH . Η ένωση περιέχει ακόμη H και O με αναλογία τόμων 4 : 1 αντίστοιχα. Υδατικό μοριακό διάλυμα που περιέχει 9 g της ένωσης και 200 g H_2O έχει σημείο βρασμού $100,39^{\circ}\text{C}$. Να βρεθεί ο μοριακός τύπος της ένωσης. Για το H_2O $k_b = 0,52^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^{-1}$.
35. 0,46 g οργανικής ένωσης A έδωσαν με ποσοτική ανάλυση 0,66 g CO_2 και 0,36 g H_2O . Διάλυμα της ένωσης A περιεκτικότητας 8% κ.β. έχει πυκνότητα $1,15 \text{ g}\cdot\text{ml}^{-1}$ και είναι ισοτονικό με διάλυμα ουρία (NH_2CONH_2) 6% κ.ό. στην ίδια θερμοκρασία. Να βρεθεί ο μοριακός τύπος της ένωσης A αν γνωρίζουμε ότι σχηματίζει μοριακά διαλύματα.
36. Σε 342 g νερού διαλύονται 0,2 mole NaCl και 0,2 mole ισχυρού ηλεκτρολύτη A_xB_y . Η τάση ατμών του διαλύματος που προκύπτει στους 29°C είναι 28,5 mm Hg. Αν η τάση ατμών του νερού στους 29°C είναι 30 Torr, να βρεθεί ο πιθανός τύπος του ηλεκτρολύτη.

Ειδικά Θέματα

- Να εξετάσετε ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες. Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.
 - Αν αραιωθεί ένα διάλυμα υπό σταθερή θερμοκρασία μέχρι ο τελικός όγκος να τριπλασιαστεί, η ωσμωτική του πίεση υποτριπλασιάζεται.
 - Υδατικό διάλυμα γλυκόζης και υδατικό διάλυμα ουρίας έχουν ίσες συγκεντρώσεις άρα έχουν και ίδιες ωσμωτικές πιέσεις.
 - Δύο μοριακά διαλύματα A και B έχουν συγκεντρώσεις $x \text{ M}$ και $\psi \text{ M}$ αντίστοιχα και χωρίζονται με ημιπερατή μεμβράνη (στην ίδια θερμοκρασία). Ισχύει $x < \psi$. Για να εμποδιστεί το φαινόμενο της ώσμωσης, πρέπει να ασκήσουμε εξωτερικά πίεση στο διάλυμα της ουσίας A.
- Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται η μεταβολή της τάσης ατμών (P) με την θερμοκρασία για :
 - H_2O
 - υδατικό διάλυμα γλυκόζης ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) x m.
 - υδατικό διάλυμα ασθενούς μονοπρωτικού οξέος x m.
 - για υδατικό διάλυμα CaCl_2 x m.



Ποιά καμπύλη αναφέρεται σε ποιά; Αναπτύξτε την απάντησή σας .

Βοηθητικά σχόλια:

- i) Κατά την διάλυση στερεών ουσιών και D γενικά ουσιών με αμελητέα τάση ατμών, σε κάποιο διαλύτη, συμβαίνει ελάττωση της τάσης των ατμών του διαλύματος
 - ii) Επίσης οι προσθετικές ιδιότητες είναι ανεξάρτητες της φύσης των διαλυμένων ουσιών και εξαρτώνται μόνο από το ολικό πλήθος των σωματιδίων των διαλυμένων ουσιών. Άρα για αραιά υδατικά διαλύματα ηλεκτρολυτών η πραγματική συγκέντρωση εκφράζεται σαν άθροισμα όλων των σωματιδίων.
3. Σε όλη την διάρκεια αλλαγής φυσικής κατάστασης αμιγούς σώματος (δηλαδή σε όλη την διάρκεια του βρασμού ή καθ' όλη την διάρκεια της πήξης) η θερμοκρασία παραμένει σταθερή. Συμβαίνει το ίδιο και κατά τον βρασμό ή την πήξη διαλύματος μη πτητικής ουσίας που δεν διαλύεται στον πηγμένο διαλύτη;

Βοηθητικά σχόλια:

- i) Σαν $\Sigma.Z$ είναι η θερμοκρασία στην οποία η τάση ατμών είναι ίση με την εξωτερική πίεση.
 - ii) Κατά τον βρασμό διαλύματος ή κατά την πήξη διαλύματος συμβαίνει απομάκρυνση του διαλύτη (άρα μείωση του διαλύτη), είτε λόγω εξάτμισης είτε λόγω στερεοποίησης (ο πηγμένος διαλύτης δεν αποτελεί πλέον διαλυτικό μέσο) .
4. Η κρυσκοπία, η ζεσεοσκοπία και η μέτρηση ωσμωτικής πίεσης (ωσμωσκοπία) αποτελούν μεθόδους υπολογισμού του MB ουσιών. Το MB που υπολογίζεται κατά αυτόν τον τρόπο είναι το κατά προσέγγιση (όχι το ακριβές). Ποιά μέθοδο από τις παραπάνω θεωρείτε ακριβέστερη για τον υπολογισμό του MB μη πτητικής ουσίας σε υδατικό διάλυμα; Τεκμηριώστε την απάντησή σας.

Βοηθητικά σχόλια:

- i) Κατά την μέτρηση ενός μεγέθους, το μικρότερο δυνατόν εκατοστιαίο σφάλμα γίνεται όταν το μετρούμενο μέγεθος έχει την

μεγαλύτερη δυνατή τιμή. Έτσι η ακριβέστερη μέθοδος από τις τρεις θα είναι αυτή όπου το μετρούμενο μέγεθος έχει την μεγαλύτερη τιμή. Μετρούμενα μεγέθη είναι τα $\Delta\theta_f$, $\Delta\theta_b$ και Π .

ii) Για αραιά υδατικά διαλύματα αποδεικνύεται ότι οι γραμμομοριακότητες κατά βάρος (m) και κατ' όγκον (M) ταυτίζονται.

5. Με γνωστά τα $d_{\text{δτος}}$, MB_{Δ} , MB_{δ} και k_f , k_b , να βρεθούν οι σχέσεις μεταξύ:

- i) Π και $\Delta\theta_b$
- ii) Π και $\Delta P_{\text{σχ}}$ (για αραιό διάλυμα)

6. Σε κλειστό δοχείο σταθερού όγκου εισάγονται δύο ίδια ποτήρια μισογεμάτα. Το ένα με καθαρό νερό, το άλλο με υδατικό διάλυμα γλυκόζης ($C_6H_{12}O_6$). Τα ποτήρια αφήνονται επί μακρόν. Τι θα παρατηρηθεί;

Βοηθητικά σχόλια:

i) Και από τα δύο ποτήρια πραγματοποιείται εξάτμιση διαλύτη μέχρι δημιουργίας κορεσμένων ατμών, δηλαδή ατμών που ασκούν πίεση ίση με τη τάση ατμών του διαλύτη (P_0) αλλά και του διαλύματος (P). Όμως ως γνωστό $P < P_0$. Άρα είναι αδύνατος ο σύγχρονος κορεσμός.

ii) Η στιγμιαία δημιουργία υπέρκορων ατμών οδηγεί σε υγροποίηση ατμών και περαιτέρω αραίωση του διαλύματος.

7. Σε κλειστό δοχείο που κλείνεται με οριζόντιο έμβολο εισάγονται 7,2 g νερό στους 27°C . Το έμβολο αρχικά εφάπτεται της ελεύθερης επιφάνειας του υγρού και κινείται βραδύτατα προς άπειρο όγκο με σταθερή θερμοκρασία. Να γίνει γραφική παράσταση (P, V) και να βρεθούν οι χαρακτηριστικές τιμές του διαγράμματος. Δίνεται τάση ατμών του H_2O στους 27°C ίση με 28 mm Hg.

Βοηθητικά σχόλια:

i) Αφού το έμβολο κινείται βραδύτατα, κάθε στιγμή μπορεί να θεωρηθεί στιγμή ισορροπίας.

ii) Μετά την πλήρη εξάτμιση του υγρού δεν υπάρχει δυνατότητα κορεσμένων ατμών οπότε οι ατμοί συμπεριφέρονται σαν ιδανικό αέριο για $n = \text{σταθ}$ και $\theta = \text{σταθ}$.

8. Υδατικό διάλυμα γλυκόζης ($C_6H_{12}O_6$) έχει μάζα 500 g και $\Sigma.\Pi = -0,46^\circ\text{C}$. Το διάλυμα ψύχεται στους $-0,5^\circ\text{C}$. Ποιά η μάζα του πάγου που θα δημιουργηθεί; Δίνεται $k_f = 1,86^\circ\text{C} \cdot \text{m}^{-1}$.

Βοηθητικά σχόλια: Βλέπε το θέμα 2.

Θερμοχημεία

Θεωρία

Αρχή Διατήρησης της Μάζας ή Αφθαρσίας της Ύλης (Νόμος Lomonosov-Lavoisier): η συνολική μάζα των αντιδρούντων είναι ίση με τη συνολική μάζα των προϊόντων της αντίδρασης.

Χημική Θερμοδυναμική: είναι ο κλάδος της χημείας που μελετά τις ενεργειακές μετατροπές που συνοδεύουν μια αντίδραση, αλλά και τις ενεργειακές προϋποθέσεις που πρέπει να υπάρχουν για την πραγματοποίησή της. Κλάδοι αυτής:

- 1) θερμοχημεία (χημική ενέργεια → θερμότητα)
- 2) ηλεκτροχημεία (χημική ενέργεια → ηλεκτρική ενέργεια)
- 3) φωτοχημεία (χημική ενέργεια → φωτεινή ενέργεια)

Θερμοχημεία: είναι ο κλάδος της χημείας που μελετά τις ενεργειακές μετατροπές σε θερμότητα που συνοδεύουν μια χημική αντίδραση, δηλαδή τα ποσά θερμότητας που τελικά εκλύονται ή απορροφούνται. Μελετά τους παράγοντες που τα επηρεάζουν καθώς και τους γενικότερους νόμους που τα διέπουν.

Χημικές αντιδράσεις → σπάσιμο δεσμών αντιδρώντων+ δημιουργία χημικών δεσμών προϊόντων

Οι χημικές αντιδράσεις διακρίνονται σε:

- 1) Ενδόθερμες: κατά την πραγματοποίησή τους απορροφάται θερμότητα από το περιβάλλον ($Q < 0$).
- 2) Εξώθερμες: κατά την πραγματοποίησή τους εκλύεται θερμότητα στο περιβάλλον ($Q > 0$).

Βασικές Έννοιες από τη Θερμοδυναμική

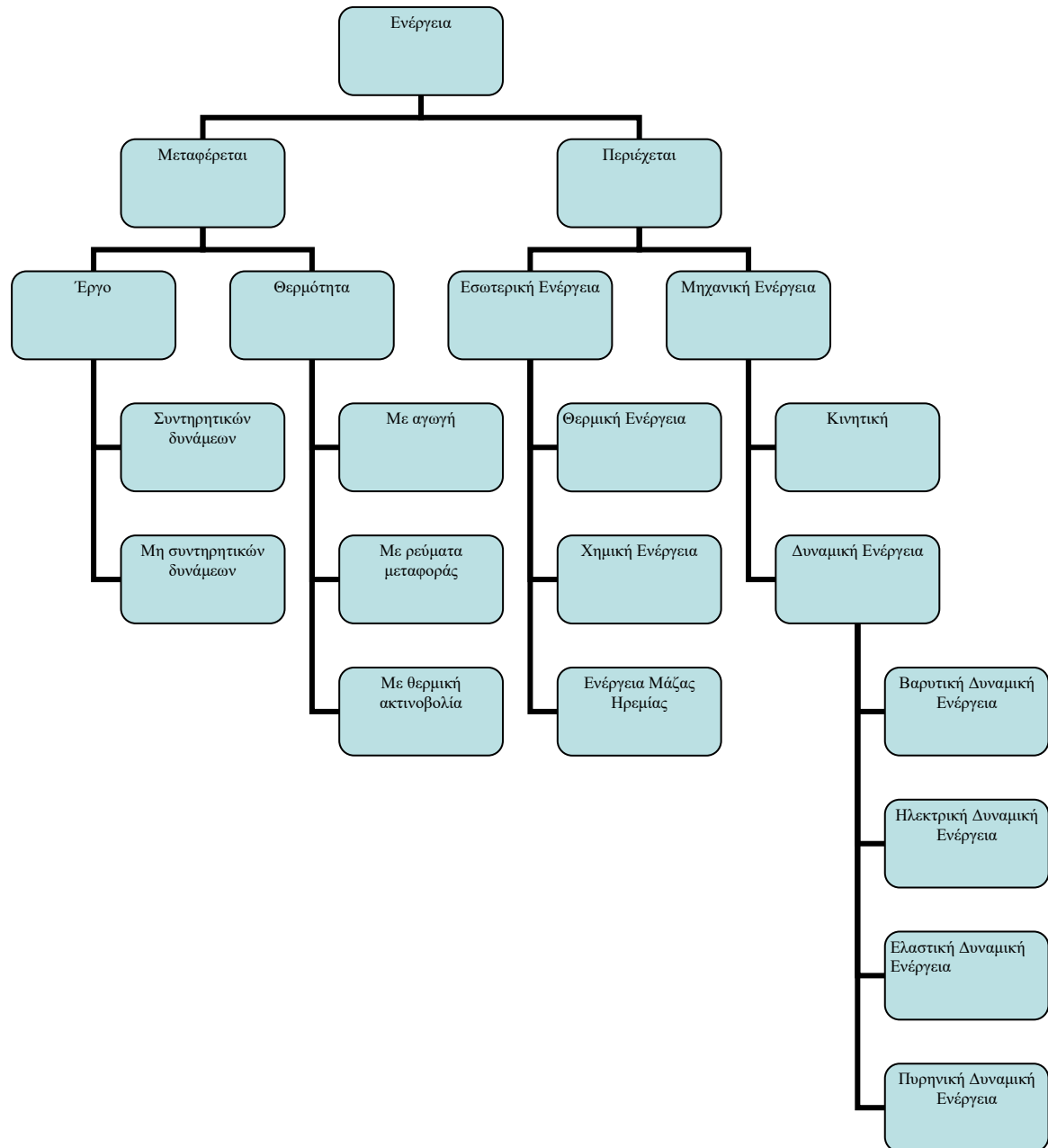
Σύστημα: είναι μια συλλογή σωμάτων που αυθαίρετα χωρίζονται από τα υπόλοιπα με πραγματικά ή νοητά τοιχώματα. Οτιδήποτε εκτός ενός συστήματος αποτελεί το περιβάλλον του (συνήθως θα θεωρούμε σύστημα το χώρο πραγματοποίησης μιας χημικής αντίδρασης).

Μεταβολή ενός μεγέθους:

$$\Delta X = X_{\text{τελ.}} - X_{\text{αρχ.}} \quad (2.1)$$

Θερμοκρασία: μονόμετρο φυσικό μέγεθος. Εκφράζει το πόσο ψυχρό ή θερμό είναι ένα σώμα.

Μορφές ενέργειας μακροσκοπικά



Ενέργεια: είναι μονόμετρο φυσικό μέγεθος. Ένα σώμα έχει ενέργεια όταν μπορεί να προκαλέσει μία μεταβολή στον εαυτό του ή στο περιβάλλον του. Μονάδα ενέργειας στο S.I. είναι το 1 Joule που γράφεται 1 J. Ανάλογα με το είδος της προκαλούμενης μεταβολής η ενέργεια εμφανίζεται στη φύση με διάφορες μορφές:

- κινητική ενέργεια.
- δυναμική ενέργεια.
- μηχανική ενέργεια.
- θερμική ενέργεια.
- χημική ενέργεια.
- ενέργεια μάζας ηρεμίας
- εσωτερική ενέργεια.
- θερμότητα
- έργο.

Μηχανική Ενέργεια: ενός σώματος ονομάζουμε το άθροισμα της δυναμικής και της κινητικής ενέργειας κάθε χρονική στιγμή, επομένως ισχύει:

$$E_M = E_K + E_\Delta \quad (2.3).$$

Ένα σώμα που έχει μηχανική ενέργεια μπορεί να προκαλέσει μηχανικές μεταβολές στο ίδιο ή σε άλλα σώματα. Μηχανική ενέργεια έχει ένα σώμα που κινείται, ένα αντικείμενο που πέφτει, ένα σώμα που ανυψώνεται, ένα συσπειρωμένο ελατήριο.

Κινητική Ενέργεια: ένα σώμα έχει κινητική ενέργεια όταν κινείται, δηλαδή όταν έχει ταχύτητα. Η κινητική ενέργεια στη μηχανική του Newton είναι ανάλογη της μάζας (m) του σώματος και ανάλογη του τετραγώνου της ταχύτητας, δηλαδή ισχύει :

$$E_K = \frac{mv^2}{2} = \frac{p^2}{2m} \quad (2.4).$$

Δυναμική Ενέργεια: ένα σώμα έχει δυναμική ενέργεια εάν ασκούνται σε αυτό συντηρητικές δυνάμεις (βαρυτικές, ηλεκτροστατικές δυνάμεις ή δυνάμεις ελαστικής παραμόρφωσης). Η δυναμική του ενέργεια εξαρτάται από το μέγεθος των δυνάμεων αυτών και τη θέση ή την κατάσταση του σώματος (σε σχέση με τα σώματα με τα οποία αλληλεπιδρά). Δυναμική ενέργεια έχει λ.χ. ένας πλανήτης που περιστρέφεται γύρω από τη Γη λόγω τη έλξης που δέχεται από αυτή.

Βαρυτική Δυναμική Ενέργεια: ονομάζουμε την ενέργεια που έχει ένα αντικείμενο που βρίσκεται σε ύψος h από το έδαφος, λόγω του βάρους του. Η βαρυτική δυναμική

ενέργεια ($E_{\text{δυν(B)}}$) ισούται με το έργο που χρειάστηκε για να ανυψωθεί σε ύψος h το αντικείμενο, δηλαδή ισχύει κοντά στην επιφάνεια της Γης:

$$E_{\Delta(B),1} - E_{\Delta(B),2} = W_B = F_G h \quad (2.5).$$

αλλά $F_G = m \cdot g$ και $E_{\Delta(B),2} = 0$ (ορίζουμε αυθαίρετη στάθμη αναφοράς, συνήθως την επιφάνεια της Γης), επομένως

$$E_{\Delta(B)} = mgh \quad (2.6).$$

Η βαρυτική δυναμική ενέργεια θα μεταβληθεί μόνο εάν οι δύο θέσεις έχουν υψομετρική διαφορά h και η μεταβολή της θα είναι ίση με mgh . Η ίδια μεταβολή θα προκύψει όποιο δρόμο και αν ακολουθήσει το σώμα από την θέση A στην θέση B .

Ελαστική Δυναμική Ενέργεια: η δυναμική ενέργεια ενός παραμορφωμένου ελαστικού σώματος είναι ίση με το έργο της ελαστικής δύναμης σε μια μετάβαση από μια δοσμένη κατάσταση σε μια άλλη με μηδενική παραμόρφωση .

$$E_{\Delta(\text{ΕΛ})} = \frac{kx^2}{2} \quad (2.7).$$

Χημική Ενέργεια (E_X): η ενέργεια που έχει ένα σώμα όταν μπορεί να πάρει μέρος σε χημική αντίδραση.

$$E_X = \sum_{\langle i,i \rangle} E_{\Delta ii} \quad (2.8).$$

Θερμική Ενέργεια (E_θ): είναι η μορφή ενέργειας που εξαρτάται από τη θερμοκρασία και τη μάζα των σωμάτων

$$E_\theta = \sum_i E(\alpha\tau\alpha\zeta\alpha\varsigma)_i \quad (2.9).$$

Έργο (W): είναι μονόμετρο φυσικό μέγεθος. Έργο είναι η μορφή ενέργειας που μεταφέρεται από ένα σώμα σε ένα άλλο ή μετατρέπεται από τη μια μορφή στην άλλη χωρίς να μπορεί να θεωρηθεί θερμότητα.

Είδη έργων:

1. Μηχανικό έργο ή έργο δύναμης: μια δύναμη παράγει έργο όταν μπορεί και μετακινεί το σώμα στο οποίο ασκείται. Το έργο εξαρτάται από τη δύναμη και από την απόσταση στην οποία μετακινήθηκε το σώμα.
2. Ηλεκτρικό έργο.

Θερμότητα (Q): είναι η μορφή ενέργειας που μεταφέρεται από ένα σύστημα σε ένα άλλο λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας, αυθόρμητα δε από το θερμότερο στο ψυχρότερο σώμα (Μονάδα στο S.I.: $1 \text{ kJ} = 10^3 \text{ J}$, $1 \text{ kcal} = 10^3 \text{ cal} = 4,184 \text{ kJ}$).

Θεμελιώδης Νόμος Θερμιδομετρίας:

$$Q = (cm + C)\Delta T \quad (2.10).$$

ΔT : μεταβολή θερμοκρασίας σε K ή $^{\circ}\text{C}$, η οποία δίνεται από τη σχέση

$$\Delta T = T_{\text{τελ.}} - T_{\text{αρχ.}} \quad (2.13).$$

C: θερμοχωρητικότητα οργάνου

m: μάζα

mc: θερμοδυναμικότητα ουσίας (g. grad^{-1} , cal. grad^{-1})

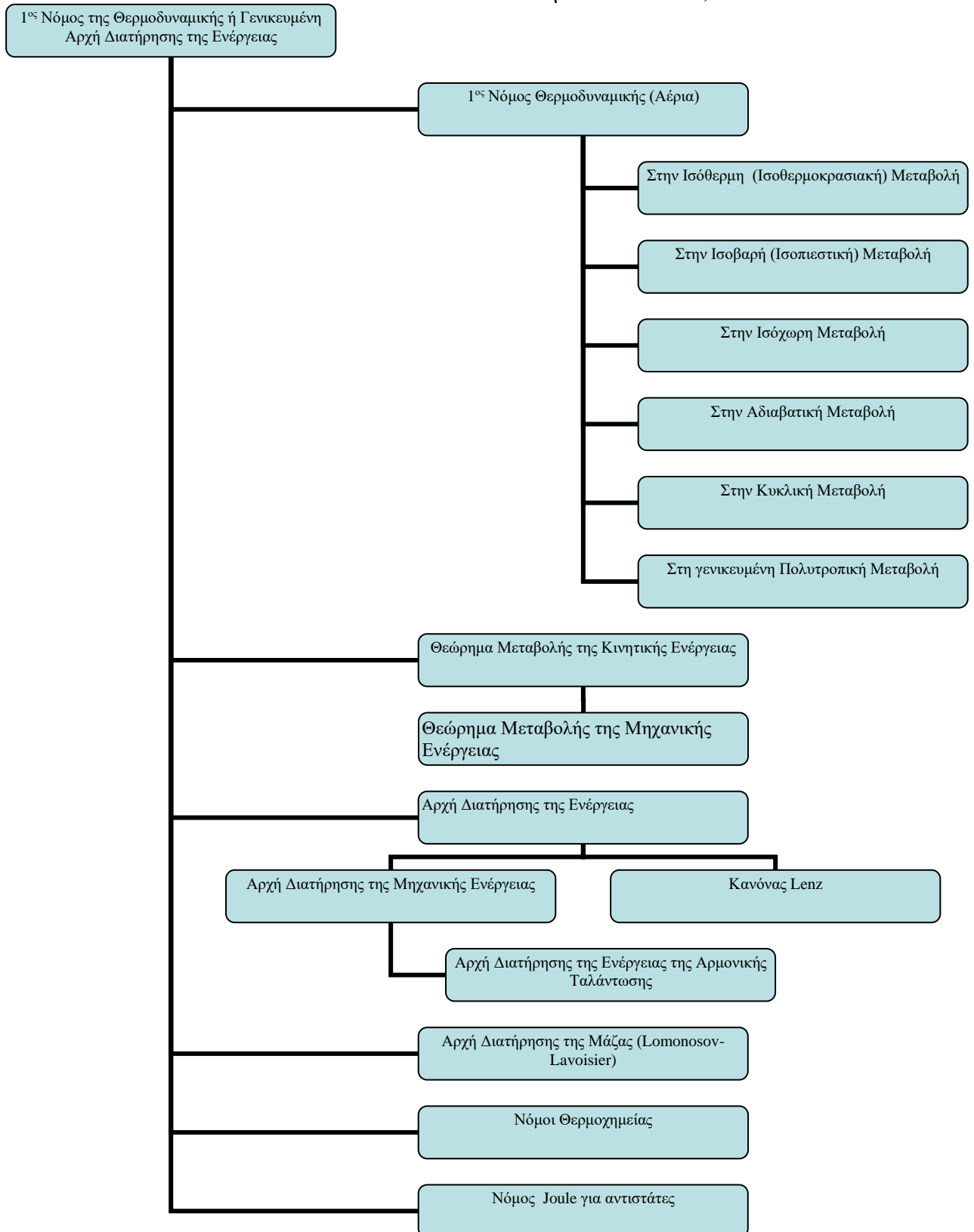
Ειδική θερμοχωρητικότητα μιας ουσίας: είναι η θερμότητα που απαιτείται για να αυξηθεί η θερμοκρασία 1 g της ουσίας κατά 1°C .

c: ειδική θερμοχωρητικότητα μιας ουσίας (π.χ. νερό) εκφρασμένη συνήθως σε g. g^{-1} . grad

Αν $C = 0$ τότε η (2.10) γίνεται

$$Q = c m \Delta T \quad (2.12).$$

Ο 1^{ος} Νόμος της Θερμοδυναμικής και οι συνέπειές του.



1ος Νόμος Θερμοδυναμικής (Γενικευμένη Αρχή Διατήρησης της Ενέργειας):

$$\frac{dE_{K(A)}}{dt} = \frac{dE_{K(B)}}{dt} \quad (2.13).$$

Θεώρημα Μεταβολής της Κινητικής Ενέργειας (Θ.Μ.Κ.Ε.): σε κάθε μετατόπιση το αλγεβρικό άθροισμα των έργων των δυνάμεων που ασκούνται στο σώμα ισούται με τη μεταβολή της κινητικής ενέργειας του σώματος

$$W_{\vec{F}(ολ)}^{A \rightarrow \Gamma} = E_{K(\Gamma)} - E_{K(A)} = \Delta E_K^{A \rightarrow \Gamma} \quad (2.14).$$

Αρχή Διατήρησης της Μηχανικής Ενέργειας (Α.Δ.Μ.Ε.): η μηχανική ενέργεια ενός σώματος διατηρείται σταθερή, όταν σε αυτό επιδρούν μόνο συντηρητικές δυνάμεις (βαρυτικές, ηλεκτροστατικές δυνάμεις ή δυνάμεις ελαστικής παραμόρφωσης).

Αρχή Διατήρησης της Ενέργειας (Α.Δ.Ε.): σε ένα απομονωμένο σύστημα (δεν ανταλλάσσει ενέργεια με το περιβάλλον του) η ενέργεια μπορεί να μετατρέπεται από μία μορφή σε μία άλλη ή να μεταφέρεται από ένα σώμα σε ένα άλλο αλλά δε χάνεται ούτε δημιουργείται από το μηδέν. Μέσα από τις μεταφορά και τη μετατροπή της εκδηλώνεται η ύπαρξή της.

Καταστατικές μεταβλητές-συναρτήσεις: είναι μεγέθη τα οποία εξαρτώνται μόνο από την αρχική και την τελική κατάσταση ενός συστήματος (ποσότητα, συνθήκες), όχι από τον τρόπο μετάβασης από τη μια κατάσταση στην άλλη (π.χ. U, E_M, dU, dE_M). Επειδή Q, W εξαρτώνται όχι μόνο από την αρχική και την τελική κατάσταση αλλά και από τον τρόπο μετάβασης δεν είναι καταστατικές μεταβλητές dQ, dW, Q, W .

Ενθαλπία(H): καταστατική συνάρτηση-θερμοδυναμικό δυναμικό. Η μεταβολή της ενθαλπίας ΔH ισούται με το ποσό θερμότητας που εκλύεται ή απορροφάται, εφόσον η αντίδραση πραγματοποιείται υπό σταθερή πίεση. Θα ισχύει

$$\frac{dH}{dt} = \frac{dQ}{dt} + V \frac{dP}{dt} \quad (2.15),$$

οπότε για ψευδοστατικές μεταβολές)

$$\frac{dH}{dt} = \frac{dQ}{dt} \quad (2.16).$$

Ενθαλπία αντίδρασης

Ενθαλπία Αντίδρασης: ορίζεται έτσι η μεταβολή της ενθαλπίας ΔH μεταξύ αντιδρώντων και προϊόντων για δεδομένες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας. Δηλαδή,





Η μεταβολή της ευθαλπίας για μια αντίδραση της γενικής μορφής ($\alpha \text{ mol A}$ και $\beta \text{ mol B}$ -H αντιδρώντων, $\gamma \text{ mol C}$ και $\delta \text{ mol D}$ -H προϊόντων)



Εξαρτάται από:

- 1) φύση αντιδρώντων
- 2) φυσική κατάσταση αντιδρώντων και προϊόντων
- 3) από τις συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας κάτω από τις οποίες λαμβάνει χώρα η αντίδραση.

Ενδόθερμη αντίδραση: $H_{\text{τελ}} > H_{\text{αρχ}}$. 

Εξώθερμη αντίδραση: $H_{\text{τελ}} < H_{\text{αρχ}}$. 

Πρότυπη κατάσταση μιας ουσίας (στοιχείου ή χημικής ένωσης): είναι η πιο σταθερή μορφή του σε

- 1) $\theta = 25^\circ\text{C}$
- 2) $P = 1 \text{ atm}$
- 3) Συγκέντρωση 1 M , αν αναφερόμαστε σε διάλυμα

Σε πρότυπη κατάσταση, η αντίστοιχη μεταβολή της ευθαλπίας λέγεται πρότυπη μεταβολή ενθαλπίας ή πρότυπη ενθαλπία και συμβολίζεται με ΔH .

Πρότυπη ευθαλπία σχηματισμού μιας χημικής ένωσης, ΔH_f° , είναι η μεταβολή της ευθαλπίας κατά το σχηματισμό 1 mol μιας χημικής ένωσης από τα συστατικά της στοιχεία, σε πρότυπη κατάσταση.

$$\Delta H^\circ = \sum \Delta H_f^\circ (\text{προϊόντων}) - \sum \Delta H_f^\circ (\text{αντιδρώντων}) \quad (2.18).$$

Σχέση υπολογισμού πρότυπης ευθαλπίας αντίδρασης:

$$\Delta H_f^\circ (\text{στοιχείου σε σταθερή κατάσταση}) = 0 \quad (2.19).$$

Πρότυπη ευθαλπία καύσης μιας ουσίας (ΔH_c°): είναι η μεταβολή της ευθαλπίας κατά την πλήρη καύση 1 mol μιας ουσίας σε πρότυπη κατάσταση.

$$\Delta H_c^\circ < 0 \text{ (καύση εξώθερμη)} \quad (2.20).$$

Πρότυπη ευθαλπία εξουδετέρωσης (ΔH_n): είναι η μεταβολή της ευθαλπίας κατά την πλήρη εξουδετέρωση (σε αραιό υδατικό διάλυμα) 1 mol H^{1+} ενός οξέος με μια βάση $n \text{ mol OH}^{1-}$ μιας βάσης με ένα οξύ σε πρότυπη κατάσταση.

Παρατηρήσεις:

- 1) $\Delta H_n < 0$ (η εξουδετέρωση εξώθερμη αντίδραση)

- 2) $\Delta H \approx$ σταθ. (ανεξάρτητα από το είδος του οξέος ή της βάσης), αν αναφερόμαστε σε ισχυρό οξύ ή βάση, οπότε ο ιοντισμός είναι πλήρης και λαμβάνει χώρα μόνο η αντίδραση.



Πρότυπη ενθαλπία διάλυσης μιας ουσίας σε διαλύτη X (ΔH_{sol}): είναι η μεταβολή της ενθαλπίας ΔH κατά τη διάλυση 1 mol της ουσίας σε πολύ μεγάλο όγκο διαλύτη X (ώστε η διάλυση να μην επηρεάζει η περαιτέρω προσθήκη διαλυτικού μέσου).

Στάδια διάλυσης:

- 1) διάσπαση δεσμών μεταξύ δομικών λίθων 1 διαλυμένης ουσίας (ενδόθερμη)
- 2) διάσπαση δεσμών μεταξύ δομικών λίθων διαλύτη (ενδόθερμη)
- 3) σχηματισμός δεσμών δομικών λίθων διαλυμένης ουσίας-διαλύτη π.χ. εφυδάτωση ιόντων (εξώθερμη).
- 4) $\Delta H_{\text{sol}} = \begin{cases} > 0, \\ < 0, \end{cases}$ ενδόθερμη διάλυση
εξώθερμη διάλυση

Ενθαλπία δεσμού (ΔH_{B}): στα διατομικά μόρια είναι η μεταβολή της ενθαλπίας κατά τη διάσπαση 1 mol αέριας ουσίας. Στα πολυατομικά μόρια ορίζεται η μέση ενθαλπία δεσμού, η οποία αποτελεί το μέσο όρο των τιμών ενθαλπίας δεσμού στο μόριο.

$$\Delta H_{\text{αντίδρασης}} = \Sigma \Delta H_{\text{δεσμών διασπ.}} - \Sigma \Delta H_{\text{δημιουργούμενων δεσμών}} \quad (2.21).$$

Νόμοι Θερμοχημείας

Νόμοι Θερμοχημείας (Εφαρμογές της Αρχής Διατήρησης Ενέργειας)

1^{ος} Νόμος Θερμοχημείας: τα ποσά θερμότητας που εκλύονται ή απορροφούνται σε μια χημική αντίδραση είναι ανάλογα των ποσοτήτων των αντιδρώντων που αντιδρούν και των ποσοτήτων των προϊόντων που παράγονται.

2^{ος} Νόμος Θερμοχημείας (Νόμος Lavoisier-Laplace): το ποσό θερμότητας που εκλύεται ή απορροφάται κατά τη σύνθεση 1 mol μιας χημικής ένωσης από τα συστατικά της στοιχεία ισούται με το ποσό της θερμότητας που απορροφάται ή εκλύεται κατά τη διάσπαση 1 mol της ίδιας χημικής ένωσης στα συστατικά της στοιχεία.

Άλλη διατύπωση: αν κατά το σχηματισμό 1 mol μιας ουσίας παρατηρείται μεταβολή ενθαλπίας ΔH_1 , κατά τη διάσπαση 1 mol της ίδιας ουσίας στα συστατικά της στοιχεία παρατηρείται

$$\Delta H_2 = -\Delta H_1 \quad (2.22).$$

3^{ος} Νόμος Θερμοχημείας (Νόμος Hess): το ποσό θερμότητας που εκλύεται ή απορροφάται σε μια αντίδραση είναι το ίδιο είτε η αντίδραση πραγματοποιείται σε ένα είτε σε περισσότερα στάδια.

Αξίωμα Αρχικής ή Τελικής κατάστασης (γενίκευση του Νόμου του Hess): το ποσό θερμότητας που εκλύεται ή απορροφάται κατά τη μετάβαση ενός χημικού συστήματος από μια καθορισμένη αρχική σε μια καθορισμένη τελική κατάσταση, είναι ανεξάρτητο από τα ενδιάμεσα στάδια, με τα οποία μπορεί να μεταβεί. Εξαρτάται μόνο από την αρχική και την τελική κατάσταση (εφαρμογή στους θερμοχημικούς κύκλους)

$$\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \dots \quad (2.23).$$

Ασκήσεις Α΄ Ομάδας

1. Η ενθαλπία σχηματισμού του διοξειδίου του θείου στους 25°C είναι $-71,3 \text{ kcal.mol}^{-1}$. Κατά την καύση μιας ποσότητας θείου ελευθερώθηκαν 49,91 kcal. Ποσα g θείου και ποιός όγκος O_2 σε Κ.Σ. αντέδρασαν;
2. Οι ενθαλπίες σχηματισμού του HCl και των υδρατμών είναι $-22,2 \text{ kcal.mol}^{-1}$ και $-58 \text{ kcal.mol}^{-1}$ μετρημένες στους 25°C. Μίγμα οξυγόνου και Cl_2 ζυγίζει 42,48 g και αντιδρά με υδρογόνο πλήρως. Αν κατά την αντίδραση αυτή ελευθερώθηκε ποσό θερμότητας ίσο με 68,8 kcal μετρημένο στους 25°C, να υπολογιστεί η %κ.β. σύσταση του μίγματος.
3. Δίνονται οι θερμοχημικές εξισώσεις $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl} + 44,4 \text{ kcal}$ και $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightarrow 2\text{HI} -12,4 \text{ kcal}$. Μίγμα χλωρίου και ατμών ιωδίου αντιδρά πλήρως με υδρογόνο. Ποια πρέπει να είναι η αναλογία μορίων των συστατικών του μίγματος ώστε κατά την αντίδραση να μην παρατηρείται θερμική μεταβολή;
4. Σε διάλυμα H_2S διαβιβάζεται χλώριο, οπότε προκύπτει θείο. Το θείο αυτό απομονώνεται ποσοτικά και καίγεται σε κατάλληλη συσκευή. Αν κατά την καύση παρατηρούνται απώλειες θερμότητας 20 % και τελικά η θερμότητα που εκλύεται είναι 28,4 kcal να υπολογιστεί ο όγκος του χλωρίου που αντέδρασε με το υδρόθειο σε Κ.Σ. Δίνεται ότι η ενθαλπία καύσης του θείου στις αντίστοιχες συνθήκες είναι ίση με $-71 \text{ kcal.mol}^{-1}$.
5. Η ενθαλπία σχηματισμού του μεθανίου σε μια ορισμένη θερμοκρασία είναι $-20 \text{ kcal.mol}^{-1}$ και η ενθαλπία σχηματισμού του ακετυλενίου στην ίδια θερμοκρασία είναι $55,2 \text{ kcal.mol}^{-1}$. 18 g άνθρακα αντιδρούν πλήρως με υδρογόνο σε κατάλληλες συνθήκες, οπότε προκύπτει μίγμα μεθανίου και ακετυλενίου, ενώ ελευθερώνεται θερμότητα, 18,1 kcal μετρημένη στη θερμοκρασία που αναφέραμε. Να γραφτεί η θερμοχημική εξίσωση της μετατροπής του άνθρακα στο παραπάνω μίγμα.
6. Να υπολογιστεί η θερμότητα της αντίδρασης $\text{CO} + 3\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$ μετρημένη στους 25°C. Στους 25°C οι ενθαλπίες σχηματισμού είναι για το CO $\Delta H_1 = -26,5 \text{ kcal.mol}^{-1}$, για το CH_4 $\Delta H_2 = -17,9 \text{ kcal.mol}^{-1}$ και για το νερό $\Delta H_3 = -58 \text{ kcal.mol}^{-1}$.

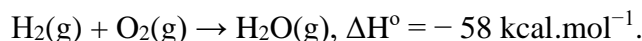
7. Να υπολογιστεί η θερμότητα σχηματισμού της ναφθαλίνης ($C_{10}H_8$) μετρημένη στους $25^\circ C$ αν δίνεται ότι η ενθαλπία καύσης της ναφθαλίνης στους $25^\circ C$ είναι $-9,316 \text{ kcal.mol}^{-1}$, του άνθρακα είναι $-94 \text{ kcal.mol}^{-1}$, του υδρογόνου είναι $-68,3 \text{ kcal.mol}^{-1}$.
8. Να υπολογιστεί η θερμότητα της αντίδρασης $C_2H_5OH + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow CH_3CHO + H_2O$. Δίνονται:
- i) $C_2H_5OH + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O + 328 \text{ kcal}$
 - ii) $C_2H_2 + H_2O \rightarrow CH_3CHO + 33 \text{ kcal}$
 - iii) $2C + H_2 \rightarrow C_2H_2 - 55 \text{ kcal}$
 - iv) $H_2 + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow H_2O + 68 \text{ kcal}$
 - v) $C + O_2 \rightarrow CO_2 + 94 \text{ kcal}$
9. Επιτεταρτοξείδιο του σιδήρου (Fe_3O_4) ανάγεται σε μεταλλικό σίδηρο. Να υπολογιστεί το ποσό θερμότητας που συνοδεύει το σχηματισμό 1 g μεταλλικού σιδήρου όταν:
- i) η αναγωγή γίνεται με υδρογόνο
 - ii) όταν η αναγωγή γίνεται με CO.

Οι ενθαλπίες σχηματισμού είναι για το νερό $-58 \text{ kcal.mol}^{-1}$, για το CO $-26,4 \text{ kcal.mol}^{-1}$, για το Fe_3O_4 $-267 \text{ kcal.mol}^{-1}$ και για το CO_2 $-94 \text{ kcal.mol}^{-1}$.

10. Η θερμότητα που απελευθερώνεται κατά την καύση 1 g αμύλου ($(C_6H_{10}O_5)_x$) είναι 4,2 kcal. Να υπολογιστεί η θερμότητα σχηματισμού 1 g αμύλου, αν οι αντίστοιχες ενθαλπίες καύσης του άνθρακα και υδρογόνου είναι $-94 \text{ kcal.mol}^{-1}$ και $-68 \text{ kcal.mol}^{-1}$ αντίστοιχα.

Ασκήσεις Β΄ Ομάδας

1. Μίγμα υδρογόνου και οξυγόνου έχει όγκο 10 l σε Κ.Σ. και αναφλέγεται σύμφωνα με την εξίσωση:

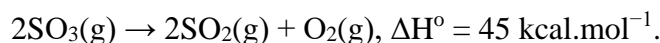


Αν η θερμότητα που ελευθερώνεται είναι 7,25 kcal να προσδιοριστεί η κ.ό. σύσταση του αέριου μίγματος,

- i) αν μετά την πλήρη καύση περισσεύει O_2 .
 - ii) αν μετά την πλήρη καύση περισσεύει H_2 .
2. Δύο μίγματα επτάνιου και δωδεκάνιου βάρους 1 kg το καθένα, καίγονται πλήρως και ελευθερώνουν 11460 kcal το ένα και 11496 kcal το άλλο. Ποιο από τα δύο μίγματα έχει μεγαλύτερη κ.β. περιεκτικότητα σε επτάνιο; Οι

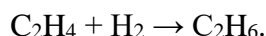
πρότυπες ενθαλπίες καύσης των C_7H_{16} , $C_{12}H_{26}$ είναι αντίστοιχα -1160 και $-1947 \text{ kcal.mol}^{-1}$ αντίστοιχα.

3. Ένα g υδατάνθρακα ($C_6H_{10}O_5$)_n αποδίδει κατά την πλήρη καύση του 4,1 kcal. Ποιά είναι η πρότυπη ενθαλπία σχηματισμού του υδατάνθρακα σε kcal.g^{-1} .
4. Δείγμα 1 g C αναφλέγεται σε θερμιδόμετρο με περίσσεια O_2 . Η θερμοχωρητικότητα του θερμιδομετρου είναι $0,27 \text{ kcal.}^\circ\text{C}^{-1}$ και περιεχει 1,3 kg νερου. Αν η θερμοκρασία αυξηθεί από 23°C στους 28°C , να προσδιοριστεί η πρότυπη ενθαλπία της αντίδρασης σε kcal.mol^{-1} . Δίνεται η ειδική θερμότητα του νερού ίση με $1 \text{ cal.g}^{-1}.^\circ\text{C}^{-1}$.
5. Αέριο μίγμα που περιέχει 65% κ.ό. CO_2 , 25% κ.ό. CO και 10% κ.ό. CH_4 καίγεται πλήρως. Το ποσό θερμότητας που ελευθερώνεται χρησιμοποιείται για τη διάσπαση 176 g SO_3 σύμφωνα με την εξίσωση:



Αν κατά την καύση παρατηρούνται απώλειες θερμότητας 10% να βρεθεί ο όγκος του αρχικού μίγματος (σε Κ.Σ.) που καίγεται. Οι θερμότητες καύσης του CO και του CH_4 είναι 26 και $210 \text{ kcal.mol}^{-1}$ αντίστοιχα.

6. 400 ml διαλύματος HCl 0,2 M αναμιγνύονται με 400 ml διαλύματος NaOH 0,2 M. Η θερμότητα που εκλύεται προκαλεί ανύψωση στη θερμοκρασία του διαλύματος κατά $1,4^\circ\text{C}$. Να υπολογιστεί η θερμότητα εξουδετέρωσης. Η ειδική θερμότητα του διαλύματος είναι $1 \text{ cal.g}^{-1}.\text{grad}^{-1}$ και η πυκνότητά του $d = 1 \text{ g.ml}^{-1}$.
7. 12 g μίγματος C και S καίγονται πλήρως οπότε ελευθερώνονται 40,1 kcal. Να βρεθεί η % κ.ό. σύσταση του αέριου μίγματος των προϊόντων της καύσης. Οι πρότυπες ενθαλπίες καύσης του C και του S είναι αντίστοιχα $-94 \text{ kcal.mol}^{-1}$ και $-71 \text{ kcal.mol}^{-1}$.
8. Ο μαλακός σίδηρος περιέχει σε μικρό ποσοστό C. 47,84 g μαλακού σιδήρου καίγονται με οξυγόνο, οπότε ο Fe μετατρέπεται σε Fe_2O_3 και ο C σε CO_2 , ενώ ελευθερώνονται συγχρόνως 43,955 kcal. Να υπολογιστεί η περιεκτικότητα του μαλακού σιδήρου σε C. Οι πρότυπες ενθαλπίες καύσης για το Fe και τον C στην ίδια θερμοκρασία είναι -99 και -94 kcal/mol αντίστοιχα.
9. Η πρότυπη ενθαλπία σχηματισμού του CH_4 είναι 20 kcal.mol^{-1} . Η πρότυπη ενθαλπία καύσης του C είναι 94 kcal.mol^{-1} και του H_2 69 kcal.mol^{-1} . Ποιά η πρότυπη ενθαλπία καύσης του CH_4 ;
10. Κατά την καύση 2,8 g C_2H_4 εκλύονται 33,8 kcal, ενώ κατά την καύση 4,48 l C_2H_6 (σε Κ.Σ.) εκλυονται 74 kcal. Κατα το σχηματισμο εξαλλου 4,5 g H_2O από τα συστατικά του εκλύονται 17,25 kcal. Σε δοχείο διοχετεύονται 5,6 g C_2H_4 και περίσσεια H_2 παρουσία καταλύτη, οπότε πραγματοποιείται η αντίδραση:



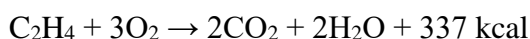
Να βρεθεί η θερμότητα που εκλύεται.

11. Να υπολογιστεί η πρότυπη ενθαλπία και η θερμότητα σχηματισμού του θειούχου σιδήρου (II) από τα παρακάτω δεδομένα:

- i) $\text{FeS} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{S} - 42,2 \text{ kcal}$
- ii) κατά το σχηματισμό 7,3 g υδροχλωρίου εκλύονται 4,4 kcal.
- iii) η θερμότητα σχηματισμού του υδρόθειου είναι $0,147 \text{ kcal.g}^{-1}$.
- iv) η θερμότητα σχηματισμού του διχλωριούχου σιδήρου είναι 16 kcal.mol^{-1} .

Όλες οι θερμότητες αναφέρονται στην ίδια θερμοκρασία.

12. Πόσα l N_2 σε Κ.Σ. πρέπει να αναμειχτούν με 0,8 g CH_4 ώστε κατά την πλήρη αντίδραση του μίγματος με O_2 να μην παρατηρηθεί καμιά θερμοκή μεταβολή; Δίνονται οι πρότυπες ενθαλπίες καύσης του μεθανίου (CH_4) $-200 \text{ kcal.mol}^{-1}$ και σχηματισμού του μονοξειδίου του αζώτου (NO) 20 kcal.mol^{-1} .
13. Ποιά η πρότυπη ενθαλπία σχηματισμού του βενζολίου (C_6H_6) όταν δίνονται οι πρότυπες ενθαλπίες καύσης για το βενζόλιο, άνθρακα και υδρογόνο αντίστοιχα: -800 , -90 και $-70 \text{ kcal.mol}^{-1}$.
14. Αέριο μίγμα περιέχει 30% N_2 , 20% CH_4 και 50% H_2S . Όταν το μίγμα καίγεται εκλύονται 8750 kcal. Ποιός ο όγκος του μίγματος σε Κ.Σ.; Δίνονται οι πρότυπες ενθαλπίες καύσης του $\text{CH}_4 - 200 \text{ kcal.mol}^{-1}$ και του $\text{H}_2\text{S} - 270 \text{ kcal.mol}^{-1}$.
15. Η θερμοχημική εξίσωση καύσης του αιθυλενίου είναι:



Πόσα kg νερού μπορούν να θερμανθούν από τους 20°C στους 90°C με την θερμότητα που παράγει η καύση 1 m^3 αιθυλενίου σε Κ.Σ.; Για το νερό $c = 1 \text{ cal.g}^{-1}.\text{grad}^{-1}$.

16. Αέριο μίγμα 2,1 g που περιέχει CH_4 και C_2H_2 καίγεται με περίσσεια O_2 . Αν ο όγκος του CO_2 που παράγεται είναι ίσος με τον όγκο των υδρατμών να υπολογιστεί το ποσό θερμότητας που ελευθερώνεται ταυτόχρονα. Δίνεται ότι οι πρότυπες ενθαλπίες καύσης του CH_4 και του C_2H_2 είναι αντίστοιχα -212 και $-312 \text{ kcal.mol}^{-1}$.
17. Οι θερμότητες σχηματισμού των ενώσεων $\text{CaCO}_3(\text{s})$, $\text{CaO}(\text{s})$ και $\text{CO}_2(\text{g})$ είναι 288, 152 και 94 kcal.mol^{-1} αντίστοιχα. Κατά τη διάσπαση ορισμένης ποσότητας CaCO_3 ελευθερώνονται 6,15 l CO_2 μετρημένα στους 27°C και $P = 1 \text{ atm}$. Να βρεθεί το ποσο θερμοτητας που απορροφάται.

18. Η θερμότητα σχηματισμού του $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$ είναι $69 \text{ kcal}\cdot\text{mol}^{-1}$ στους 18°C , ενώ στην ίδια θερμοκρασία η θερμότητα σχηματισμού των υδρατμών είναι $58 \text{ kcal}\cdot\text{mol}^{-1}$. Να βρεθεί το ποσό θερμότητας που απαιτείται για τη μετατροπή 27 g νερού 18°C σε υδρατμούς 18°C .
19. Ένα μίγμα H_2 και Cl_2 όγκου $13,441 \text{ l}$ σε Κ.Σ. αντιδρά σε κατάλληλες συνθήκες, οπότε σχηματίζεται HCl και εκλύονται συγχρόνως 11 kcal . Να βρεθεί η σύσταση του αρχικού μίγματος. Η πρότυπη ενθαλπία σχηματισμού του $\text{HCl}_{(g)}$ είναι $92 \text{ kcal}\cdot\text{mol}^{-1}$.
20. Ποια ποσότητα CH_4 πρέπει να καεί ώστε το ποσό θερμότητας που εκλύεται απ' την καύση να χρησιμοποιηθεί για τη διάσπαση 200 g CaCO_3 σύμφωνα με την αντίδραση
- $$\text{CaCO}_3(s) \rightarrow \text{CaO}(s) + \text{CO}_2(g), \Delta H^\circ = 42 \text{ kcal}\cdot\text{mol}^{-1}.$$
- Δίνεται ότι η πρότυπη ενθαλπία καύσης του CH_4 είναι $210 \text{ kcal}\cdot\text{mol}^{-1}$.
21. Η θερμότητα σχηματισμού του μεθανίου (CH_4) στους $\theta^\circ\text{C}$ είναι $20 \text{ kcal}\cdot\text{mol}^{-1}$ και η θερμότητα σχηματισμού του ακετυλενίου (C_2H_2) είναι $-55,2 \text{ kcal}\cdot\text{mol}^{-1}$. 18 g άνθρακα ανηδρούν πλήρως στους $\theta^\circ\text{C}$ με H_2 και προκύπτει μίγμα CH_4 και C_2H_2 , ενώ ελευθερώνονται $18,1 \text{ kcal}$.
- Ποιό το ποσοστό μετατροπής του C σε μεθάνιο;
 - Ποιά η συνολική θερμοχημική αντίδραση που εκφράζει το φαινόμενο;
22. $86,4 \text{ g}$ C_5H_{12} καίγονται ατελώς, οπότε σχηματίζεται μίγμα CO και CO_2 και εκλύονται 1064 kcal . Να γραφεί η θερμοχημική εξίσωση ατελούς καύσης του C_5H_{12} προς μίγμα CO και CO_2 . Δίνονται στην αντίστοιχη θερμοκρασία οι θερμότητες σχηματισμού του CO και CO_2 αντίστοιχα 26 και $94 \text{ kcal}\cdot\text{mol}^{-1}$ και θερμότητα πλήρους καύσης του C_5H_{12} $1000 \text{ kcal}\cdot\text{mol}^{-1}$.
23. Η πρότυπη ενθαλπία καύσης ενός κορεσμένου υδρογονάνθρακα είναι $-734 \text{ kcal}\cdot\text{mol}^{-1}$ ενώ η πρότυπη ενθαλπία σχηματισμού του είναι $-150 \text{ kcal}\cdot\text{mol}^{-1}$. Ποιός ο Μ.Τ. του υδρογονάνθρακα αν οι πρότυπες ενθαλπίες καύσης του H_2 και του C είναι αντίστοιχα -69 και $-94 \text{ kcal}\cdot\text{mol}^{-1}$.
24. Αέριο μίγμα περιέχει $0,9 \text{ g}$ O_2 και $0,6 \text{ g}$ H_2 αναφλέγονται οπότε σχηματίζεται υγρό νερό. Να βρεθεί το ποσό θερμότητας που ελευθερώνεται και ο όγκος του αερίου που υπάρχει τελικά μετρημένο σε Κ.Σ. Δίνονται η θερμότητα σχηματισμού του νερού (ατμού) $280 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ και μοριακή θερμότητα εξάτμισης 44 kJ .
25. Μια ποσότητα Zn στους 25°C αντιδρά πλήρως με Cl_2 και ο ZnCl_2 που σχηματίζεται απορροφά το 10% από την εκλύομενη θερμότητα. Να εξετάσετε αν θα λιώσει ο ZnCl_2 . Δίνονται για τον ZnCl_2 ειδική θερμότητα $c = 0,14 \text{ cal}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{grad}^{-1}$, σημείο τήξης του ZnCl_2 365°C και θερμότητα σχηματισμού του ZnCl_2 στους 25°C $99,5 \text{ kcal}\cdot\text{mol}^{-1}$.

26. Μίγμα H_2 και O_2 έχει όγκο 174 l σε Κ.Σ. Μετά από ανάφλεξη και ψύξη παραμένει αέριος όγκος 34,8 l σε Κ.Σ. Αν η πρότυπη ενθαλπία σχηματισμού του υγρού νερού είναι $-58 \text{ kcal.mol}^{-1}$.
- Ποιό το ποσό θερμότητας που εκλύθηκε;
 - Ποιά η % κ.ό. σύσταση του αρχικού μίγματος των αερίων;
27. Όταν διαλυθούν 10 g Na σε νερό εκλύονται 18,8 kcal ενώ όταν διαλύονται 20 g Na_2O σε νερό εκλύονται 20,4 kcal. Ποιά η πρότυπη ενθαλπία σχηματισμού του Na_2O όταν η θερμότητα σχηματισμού υγρού νερού είναι 68,4 kcal;
28. Να υπολογιστούν οι θερμότητες αντίδρασης του Zn ξεχωριστά με O_2 και με Cl_2 από τα παρακάτω: θερμότητα σχηματισμού του HCl σε υδατικό διάλυμα $39,4 \text{ kcal.mol}^{-1}$, θερμότητα σχηματισμού του υγρού νερού 69 kcal/mole, θερμότητα διάλυσης $ZnCl_2$ στο νερό $15,6 \text{ kcal.mol}^{-1}$, θερμότητες αντίδρασης του διαλύματος του HCl με Zn και ZnO αντίστοιχα $34,2 \text{ kcal.mol}^{-1}$ και $19,6 \text{ kcal.mol}^{-1}$.
29. Η θερμότητα εξουδετέρωσης μονοβασικού οξέος από NaOH είναι $13,2 \text{ kcal.mol}^{-1}$. Σε αραιό διάλυμα ανηδρούν 0,02 mole οξέος με NaOH και ελευθερώνονται 198 cal. Ποιά η Molarity του τελικού διαλύματος ως προς συστατικά του;
30. Ποιά η σύσταση αέριου μίγματος που προκύπτει μετά από ανάμειξη και ανάφλεξη 75 l O_2 με 30 l CO, αν κατά την αντίδραση ελευθερώθηκαν 45,46 kcal. Δίνεται $2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2 + 136 \text{ kcal}$. Όλοι οι όγκοι είναι μετρημένοι σε Κ.Σ.
31. Σε θερμιδόμετρο θερμοχωρητικότητας $c = 24 \text{ J.grad}^{-1}$ αναμιγνύονται 50 ml διαλύματος $CuSO_4$ 0,3 M θερμοκρασίας $23,35 \text{ }^\circ\text{C}$ με 50 ml διαλύματος NaOH 0,6 M θερμοκρασίας $23,35 \text{ }^\circ\text{C}$. Όταν ολοκληρωθεί η αντίδραση το διάλυμα που προκύπτει έχει θερμοκρασία $26,65 \text{ }^\circ\text{C}$ και πυκνότητα 1,02 gr/ml. Αν η ειδική θερμότητα του τελικού διαλύματος είναι $4,184 \text{ J.grad}^{-1}$, να υπολογισθεί η θερμότητα της αντίδρασης που πραγματοποιήθηκε.
32. Ένα μίγμα C_2H_4 , H_2 και C_2H_6 που περιέχει συνολικά 1,2 mol θερμαίνεται παρουσία Ni, οπότε προκύπτει τελικά ένα μόνο αέριο και εκλύονται συγχρόνως 16 kcal. Αν η θερμότητα της αντίδρασης $C_2H_4 + H_2 \rightarrow C_2H_6$ είναι 32 kcal να υπολογιστούν:
- η σύσταση του αρχικού μίγματος,
 - το ποσό θερμότητας που εκλύεται κατά την καύση του μίγματος. Οι αντίστοιχες ενθαλπίες καύσης του C_2H_4 , H_2 και C_2H_6 είναι -338 , -68 και $-370 \text{ kcal.mol}^{-1}$ αντίστοιχα.
33. Διάλυμα το οποίο περιέχει 6,4 gr υδρογονάνθρακα A, που έχει αμελητέα τάση ατμών, σε 100 gr βενζολίου (C_6H_6) έχει Σ.Ζ.= $81,25 \text{ }^\circ\text{C}$. Εξάλλου κατά την πλήρη καύση 6,4 gr του υδρογονάνθρακα A εκλύεται ποσό θερμότητας 59 kcal. Να βρεθεί ο μοριακός τύπος του υδρογονάνθρακα. Δίνονται: για το C_6H_6

$K_b(\text{C}_6\text{H}_6) = 2,5^\circ\text{C}/\text{m}$, $\theta_0 = 80^\circ\text{C}$, θερμότητες σχηματισμού CO_2 , H_2O και υδρογονάνθρακα A 94, 68 και $32 \text{ kcal}\cdot\text{mol}^{-1}$ αντίστοιχα.

34. 8,6 g μίγματος αλκανίου A και αλκινίου B διοχετεύονται μαζί με 0,4 g H_2 πάνω από θερμαινόμενο Ni. Το προϊόν που σχηματίζεται περιέχει μια μόνο χημική ένωση. Διπλάσια ποσότητα από το αρχικό μίγμα καίγεται και το ποσό θερμότητας που προκύπτει χρησιμοποιείται για τη σύνθεση 10 mol NO από τα συστατικά του στοιχεία. Να βρεθούν οι μοριακοί τύποι των ενώσεων A και B. Δίνονται οι ενθαλπίες καύσης καύσης των A και B: $-370 \text{ kcal}\cdot\text{mol}^{-1}$ και $-310 \text{ kcal}\cdot\text{mol}^{-1}$ αντίστοιχα και η ενθαλπία σχηματισμού του NO $21 \text{ kcal}\cdot\text{mol}^{-1}$.
35. 10, 8 g C αντιδρούν πλήρως με H_2 και σχηματίζεται μίγμα CH_4 και C_2H_2 , ενώ δεν παρατηρείται θερμική μεταβολή.

i) Να γραφεί η θερμοχημική εξίσωση της αντίδρασης που πραγματοποιείται.

ii) Το μίγμα και που προκύπτει καίγεται πλήρως. Το ποσό θερμότητας που εκλύεται απορροφάται από 800 g H_2O θερμοκρασίας 25°C . Να εξετάσετε πόσα g υδρατμών θερμοκρασίας 100°C θα σχηματιστούν από τη θέρμανση του νερού αυτού.

Δίνονται οι ενθαλπίες σχηματισμού CH_4 , C_2H_2 , CO_2 και H_2O $-20 \text{ kcal}\cdot\text{mol}^{-1}$, $50 \text{ kcal}\cdot\text{mol}^{-1}$, $-94 \text{ kcal}\cdot\text{mol}^{-1}$ και $-68 \text{ kcal}\cdot\text{mol}^{-1}$ αντίστοιχα, η ενθαλπία εξάτμισης του H_2O $-20 \text{ cal}\cdot\text{g}^{-1}$ και $c(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ cal}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{grad}^{-1}$.

Ειδικά Θέματα

1. Κατά την σύνθεση του νερού, πότε έχουμε μεγαλύτερη θερμότητα αντίδρασης σχηματισμού, όταν το νερό θεωρηθεί ατμός, υγρό ή πάγος και γιατί;

Βοηθητικά σχόλια:

Θα πρέπει να ληφθούν υπόψιν οι θερμότητες αλλαγής φυσικής κατάστασης των σωμάτων. Συγκεκριμένα οι θερμότητες τήξης (του πάγου) και εξάτμισης (του νερού).

$\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(s)} + Q_T$, όπου Q_T : μοριακή θερμότητα τήξης ($Q_T > 0$)

$\text{H}_2\text{O}_{(g)} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(l)} + Q_E$, όπου Q_E : μοριακή θερμότητα εξάτμισης ($Q_E > 0$)

2. Για την αντίδραση $\text{CO}_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)} \rightarrow \text{CO}_{2(g)} + \text{H}_{2(g)}$ (όπως και σε κάθε αντίδραση) ναδειχθεί ότι $Q_{\text{αντίδρασης}} = \Sigma Q_A - \Sigma Q_{\text{Π}}$ όπου $Q_{\text{αντίδρασης}}$ = θερμότητα της αντίδρασης, ΣQ_A = άθροισμα θερμοτήτων σχηματισμού αντιδρώντων και $\Sigma Q_{\text{Π}}$ = άθροισμα θερμοτήτων σχηματισμού προϊόντων.

Βοηθητικά σχόλια:

Γραφή θερμοτήτων σχηματισμού αντιδρώντων προϊόντων
Χρήση νόμου του Hess.

3. Σε τέλειο θερμιδόμετρο αναμιγνύονται 500 ml διαλύματος HNO_3 0,1 M και 500 ml διαλύματος NaOH . Προκλήθηκε αύξηση της θερμοκρασίας του διαλύματος κατά $0,6^\circ\text{C}$ και δημιουργήθηκε διάλυμα με $\text{pH} = 2$. Αν η ειδική θερμότητα του διαλύματος είναι $1 \text{ cal.g.}^\circ\text{C}^{-1}$ και η πυκνότητά του θεωρηθεί 1 g.ml^{-1} , να υπολογισθεί η θερμότητα της αντίδρασης $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$.

Βοηθητικά σχόλια:

- i) Οι ηλεκτρολύτες ισχυροί, άρα πλήρεις διαστάσεις.
- ii) Οι αντιδράσεις ιοντικές.
- iii) Χρήση του νόμου της θερμιδομετρίας $Q = c.m.\Delta\theta$.

Χημική Κινητική

Θεωρία

ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΕΙΣ

Σ' αυτό το κεφάλαιο «επικίνδυνες» θεωρούνται ερωτήσεις τύπου Σωστού-Λάθους με αιτιολόγηση ή ερωτήσεις κρίσεως λόγω του είδους της θεωρίας που έχει.

Επίσης μπορεί να συνδυαστεί με το επόμενο κεφάλαιο, το 4^ο, το οποίο έχει παρόμοια, σε κάποια σημεία, θεωρία.

Οι ασκήσεις εδώ επικεντρώνεται σε δύο βασικά σημεία:

1. Ασκήσεις πάνω στη μέση ταχύτητα αντιδρώντος ή προϊόντος με τη χρήση πίνακα.

Παραδείγματα:

- 1) Σε κενό δοχείο όγκου 7 l στους 427°C εισάγονται 2 mol SO₂ και 1 mol O₂ οπότε πραγματοποιείται η αντίδραση: $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{SO}_3(\text{g})$. Μετά από 50 sec η ολική πίεση στο δοχείο βρέθηκε ίση με 20,5 atm. Να υπολογιστούν:
 - i) η μέση ταχύτητα της αντίδρασης για το διάστημα των 50 sec
 - ii) οι μερικές πιέσεις των αερίων στο τέλος των 50sec.
- 2) Για την αντίδραση $\text{A}(\text{s}) + \text{B}(\text{g}) \rightarrow 2\text{Γ}(\text{g})$ δίνεται το παρακάτω διάγραμμα της συγκέντρωσης ενός από τα σώματα της αντίδρασης με το χρόνο.
 - i) Σε ποιο από τα σώματα αντιστοιχεί το διάγραμμα;
 - ii) Ποια μεταβολή θα παρουσιάσει το διάγραμμα όταν:
 - a) προστεθεί καταλύτης.
 - b) το σώμα A είναι με τη μορφή μικρότερων κόκκων.
 - c) ελαττωθεί η θερμοκρασία.
- 3) Τα διαγράμματα (A), (B), (Γ) αποδίδουν τις γραφικές παραστάσεις των συγκεντρώσεων τριών από τις τέσσερις χημικές ουσίες της αντίδρασης $\text{X} + 2\text{Ψ} \rightarrow 3\text{Z} + \text{Ω}$ σε συνάρτηση με το χρόνο.
 - i) Σε ποια χημική ουσία ανήκει το κάθε διάγραμμα;
 - ii) Να γίνει το αντίστοιχο διάγραμμα για την τέταρτη ουσία που μετέχει στην αντίδραση.

- iii) Να υπολογιστεί η μέση ταχύτητα της αντίδρασης στο χρονικό διάστημα (0,5s).

2. Ασκήσεις πάνω στο νόμο της ταχύτητας $v = k[A]^x[B]^y$, συχνά σε συνδυασμό με ερώτηση του τύπου: «Προτείνετε ένα πιθανό μηχανισμό».

Παραδείγματα:

- 1) Για την αντίδραση $A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightarrow \Gamma_{(g)} + \Delta_{(g)}$, βρέθηκε πειραματικά ότι η αρχική ταχύτητα διπλασιάζεται όταν διπλασιαστεί η συγκέντρωση του B, ενώ τετραπλασιάζεται όταν διπλασιαστούν οι συγκεντρώσεις και των δύο αντιδρώντων. Να βρεθεί η τάξη της αντίδρασης και να προταθεί ένας πιθανός μηχανισμός που να δικαιολογεί τα πειραματικά αποτελέσματα.

Ασκήσεις Α΄ Ομάδας

1. Για την αντίδραση μεταξύ χλωρίου και διοξειδίου του αζώτου βρέθηκε ότι διπλασιάζοντας τη συγκέντρωση των δυο συστατικών αυξάνει η ταχύτητα της οχτώ φορές. Όταν διπλασιαστεί μόνο η συγκέντρωση του χλωρίου η ταχύτητα διπλασιάζεται. Ποια είναι η τάξη της αντίδρασης ως προς χλώριο και ως προς οξείδιο του αζώτου;
2. Αναμιγνύονται 1 l CH_3COOH 2 M και 1 l CH_3CH_2OH 3 M. Ποιά θα είναι η ταχύτητα της αντίδρασης εστεροποίησης $CH_3COOH + CH_3CH_2OH \rightarrow CH_3COOCH_2CH_3 + H_2O$ αμέσως μετά την ανάμιξη αν η αντίδραση είναι απλή; Ποια θα είναι η ταχύτητα αν πριν από την ανάμιξη προστεθεί 1 l νερού σε κάθε διάλυμα;
3. Η αντίδραση $A + 2B \rightarrow \Gamma + 2\Delta$ γίνεται σε δύο στάδια: $A + B \rightarrow E + \Delta$ (γρήγορη), $E + B \rightarrow \Gamma + \Delta$ (αργή). Να βρεθεί η τάξη της αντίδρασης και να υπολογιστεί η μεταβολή της ταχύτητας της αντίδρασης αν διπλασιαστεί η συγκέντρωση του B.
4. Ποιος τύπος δίνει την ταχύτητα των παρακάτω αντιδράσεων :
- i) $Zn_{(s)} + CO_{2(g)} \rightarrow ZnO_{(s)} + CO_{(g)}$.
ii) $CO_{(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow COCl_{2(g)}$.
iii) $NH_{3(g)} + HCl_{(g)} \rightarrow NH_4Cl_{(s)}$.
5. Πόσο θα αυξηθεί η ταχύτητα της αντίδρασης $2H_2S + O_2 \rightarrow$ προϊόντα αν τριπλασιαστεί η πίεση ;
6. Πειραματικά διαπιστώθηκε ότι η ταχύτητα της αντίδρασης $A + 3B \rightarrow \Gamma$ ακολουθεί τον εμπειρικό νόμο $v = k.[A][B]^2$. Εξηγήστε την πειραματική αυτή διαπίστωση και δώστε έναν πιθανό μηχανισμό.

Ασκήσεις Β΄ Ομάδας

1. Να εξηγήσετε τις παρακάτω παρατηρήσεις:

- Η ζάχαρη στον αέρα καίγεται σε $\theta > 500^\circ\text{C}$ ενώ στον ανθρώπινο οργανισμό στους 37°C .
- Η αύξηση της θερμοκρασίας επιταχύνει τις ενδόθερμες και τις εξώθερμες αντιδράσεις
- Η αντίδραση $\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4 + 2\text{NaCl}$ είναι ταχύτερη από την αντίδραση $\text{CH}_2 = \text{CH}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_3$.

2. Για την αντίδραση $2\text{A} + 3\text{B} \rightarrow 2\text{Γ}$ οι αρχικές συγκεντρώσεις είναι $[\text{A}]_0 = 0,6 \text{ M}$ και $[\text{B}]_0 = 0,9 \text{ M}$. Τη χρονική στιγμή $t = 2 \text{ min}$ η συγκέντρωση του Γ βρέθηκε $0,2 \text{ M}$.

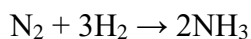
- Να βρεθούν οι συγκεντρώσεις των σωμάτων τη στιγμή $t=2 \text{ min}$.
- Να βρεθούν οι μέσοι ρυθμοί κατανάλωσης των A και B και η μέση ταχύτητα της αντίδρασης για την αντίστοιχη χρονική διάρκεια.

3. Σε κενό δοχείο στους 540°C θερμαίνεται CaCO_3 και διασπάται σύμφωνα με την αντίδραση



Η πίεση στο δοχείο μετά από 5 min βρέθηκε 100 mm Hg , ενώ 10 min μετά από την έναρξη της αντίδρασης βρέθηκε 180 mm Hg . Να βρεθεί η μέση ταχύτητα της αντίδρασης κατά τη διάρκεια των 5 min και για το χρονικό διάστημα των 10 min .

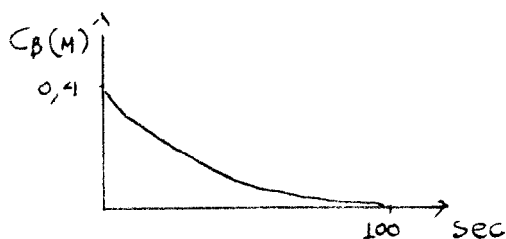
4. Δίνεται η αντίδραση:



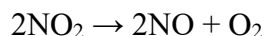
Ποιές επιπτώσεις θα έχουν στην ταχύτητα παραγωγής της NH_3 οι παρακάτω μεταβολές:

- Μείωση του όγκου του δοχείου με σταθερή θ ;
- Αύξηση της θερμοκρασίας με σταθερό όγκο;
- Εισαγωγή στο δοχείο ποσότητας αέρα ($80\% \text{ N}_2 - 20\% \text{ O}_2$);
- Εισαγωγή στο δοχείο ποσότητας He (αδρανούς αερίου), έτσι ώστε να διπλασιαστεί η πίεση στο δοχείο, χωρίς να μεταβληθεί ο όγκος του;

5. Για την αντίδραση $2\text{A}_{(g)} + \text{B}_{(g)} \rightarrow 2\text{Γ}_{(g)}$ βρέθηκε το παρακάτω διάγραμμα. Ποιό το διάγραμμα $[\text{Γ}] = f(t)$.

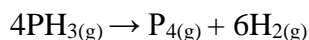


6. Για την αντίδραση



η μέση ταχύτητα της αντίδρασης κατά τα 3 πρώτα min από την έναρξη της βρέθηκε $0,1 \text{ mol.l}^{-1}.\text{min}^{-1}$. Αν η αρχική συγκέντρωση του NO_2 είναι $1,6 \text{ M}$, να βρεθούν οι συγκεντρώσεις όλων των σωμάτων μετά από 3 min από την έναρξη της αντίδρασης.

7. Σε μια ορισμένη χρονική στιγμή η ταχύτητα της αντίδρασης



είναι $10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}.\text{s}^{-1}$. Να βρεθούν την ίδια χρονική στιγμή οι αντίστοιχοι στιγμιαίοι χρονικοί ρυθμοί κατανάλωσης των αντιδρώντων και σχηματισμού των προϊόντων.

8. Για την αντίδραση $2\text{NO}_2 \rightarrow 2\text{NO} + \text{O}_2$ η μέση ταχύτητα της αντίδρασης κατά τα 3 πρώτα min από την έναρξη της βρέθηκε $0,1 \text{ mol.l}^{-1}.\text{min}^{-1}$. Αν η αρχική συγκέντρωση του NO_2 είναι $1,6 \text{ M}$, να βρεθούν οι συγκεντρώσεις όλων των σωμάτων μετά από 3 min από την έναρξη της αντίδρασης.

9. Σε δοχείο όγκου 10 l εισάγονται 77 g αερίου μίγματος NO και O_2 , στο οποίο το γραμμομοριακό κλάσμα του NO είναι $0,6$, οπότε πραγματοποιείται η αντίδραση: $2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NO}_2(\text{g})$. Μετά την πάροδο 15 min η σχετική πυκνότητα ως προς H_2 του αερίου που περιέχεται στο δοχείο βρέθηκε ίση με $17,5$. Να υπολογιστεί η μέση ταχύτητα της αντίδρασης στο παραπάνω χρονικό διάστημα.

10. Σε δοχείο όγκου 10 l προσθέτουμε στοιχειομετρικές ποσότητες SO_2 και O_2 οπότε πραγματοποιείται η απλή αντίδραση : $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{SO}_3(\text{g})$. Αν ο αρχικός ρυθμός κατανάλωσης του O_2 είναι $8 \cdot 10^{-8} \text{ mol.l}^{-1}.\text{s}^{-1}$.

- i) Ποιά η μάζα του αρχικού μίγματος;
- ii) Ποιός ο ρυθμός παραγωγής SO_3 , την στιγμή που στο δοχείο περιέχονται 8 g SO_3 ;

Δίνεται η σταθερά για το στιγμιαίο χρονικό ρυθμό κατανάλωσης του O_2 $k = 0,02 \text{ mole}^{-2} \text{ l}^{-2} \text{ sec}^{-1}$.

11. Για την αντίδραση $2\text{NO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2\text{O}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ στους 1100 K βρέθηκαν τα παρακάτω πειραματικά αποτελέσματα :

$P_{\text{NO}}(\text{atm})$	$P_{\text{H}_2}(\text{atm})$	$v (\text{atm}\cdot\text{l}^{-1}\cdot\text{min}^{-1})$
0,150	0,400	0,020
0,075	0,400	0,005
0,150	0,200	0,010

Ποιός ο νόμος της ταχύτητας της αντίδρασης και ποιά η σταθερά k;

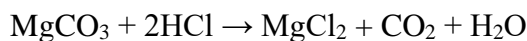
12. Για την αντίδραση $2\text{NO}_{(\text{g})} + \text{O}_{2(\text{g})} \rightarrow 2\text{NO}_{2(\text{g})}$ βρέθηκαν τα ακόλουθα :

$[\text{NO}] (\text{M})$	$[\text{O}_2] (\text{M})$	$v_{\text{NO}} (\text{M}\cdot\text{s}^{-1})$
0,020	0,010	10^{-4}
0,040	0,010	$4\cdot 10^{-4}$
0,020	0,040	$4\cdot 10^{-4}$

α) Να βρεθεί ο νόμος της ταχύτητας της αντίδρασης.

β) Ποιος είναι ο στιγμιαίος χρονικός ρυθμός σχηματισμού του NO_2 κατά την έναρξη της αντίδρασης αν $[\text{NO}] = 0,045 \text{ M}$ και $[\text{O}_2] = 0,025 \text{ M}$;

13. Περίσσεια σκόνης MgCO_3 προστίθεται σε 50 ml διαλύματος HCl 1 M οπότε συμβαίνει η αντίδραση :



Πώς θα επηρεαστεί η αρχική ταχύτητα και πώς ο συνολικός όγκος του CO_2 με

- i) προσθήκη του MgCO_3 με μεγαλύτερους κόκκους;
- ii) αντί 50 ml διαλύματος HCl 1 M χρησιμοποιηθούν 25 ml διαλύματος HCl 2 M.

14. Η αντίδραση $\alpha\text{A} + \beta\text{B} \rightarrow \gamma\text{Γ}$ μεταξύ αερίων, στο βραδύ στάδιο περιλαμβάνει μια κατάλληλη κρούση ενός μορίου του A και ενός μορίου του B. Ποιό το αποτέλεσμα στην ταχύτητα της αντίδρασης, αν συμπιέσουμε ακαριαία στο 1/3 του αρχικού μίγματος;

15. Για την ομογενή αντίδραση $2x + 2y \rightarrow z$ βρέθηκαν τα παρακάτω πειραματικά αποτελέσματα:

$[x] (\text{M})$	$[y] (\text{M})$	$v_{\text{κατανάλωσης του } y} (\text{M}\cdot\text{s}^{-1})$
0,10	0,01	$2,22\cdot 10^2$
0,10	0,02	$4,44\cdot 10^2$
0,05	0,02	$1,11\cdot 10^2$

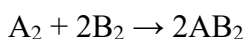
- i) Ποιά η τάξη της αντίδρασης;
- ii) Ποιός ο αρχικός ρυθμός σχηματισμού του Z αν γίνει ακαριαία ανάμειξη 20 ml διαλύματος του x 0,1 M και 30 ml y 0,2 M;

16. Για την αντίδραση $2\text{N}_2\text{O}_{5(\text{g})} \rightarrow 4\text{NO}_{2(\text{g})} + \text{O}_{2(\text{g})}$ βρέθηκε πειραματικά ο νόμος της ταχύτητας καταπόλυσης του N_2O_5 $v = k \cdot [\text{N}_2\text{O}_5]$. Ποιά έκφραση είναι σωστή για τον ρυθμό σχηματισμού του NO_2 ;

- Η ταχύτητα ως προς NO_2 θα είναι ίση, αλλά η k θα διπλασιαστεί.
- Η ταχύτητα θα διπλασιαστεί, αλλά η k θα μείνει η ίδια.
- Η ταχύτητα και η k θα διπλασιαστούν.

17. Για την σύνθεση του HI βρέθηκε πειραματικά ότι η ταχύτητα είναι ανάλογη της πρώτης δύναμης των συγκεντρώσεων του H_2 και του I_2 . Σε δοχείο σταθερού όγκου στους $\theta^\circ\text{C}$ εισάγονται 0,3 mole H_2 και 0,2 mole I_2 . Η ταχύτητα της αντίδρασης είναι $2 \cdot 10^{-4} \text{ M} \cdot \text{s}^{-1}$. Ποιά θα είναι η ταχύτητα όταν έχουν απομείνει στο δοχείο 0,05 mole I_2 ;

18. Τα ακόλουθα δεδομένα προέκυψαν στους 25°C για την αντίδραση



πείραμα	$[\text{A}_2]$ (M)	$[\text{B}_2]$ (M)	αρχική ταχύτητα σχηματισμού AB_2 ($\text{M} \cdot \text{s}^{-1}$)
1	1	1	$2 \cdot 10^{-2}$
2	2	1	$4 \cdot 10^{-2}$
3	1	2	$2 \cdot 10^{-2}$

- Ποιός ο νόμος της ταχύτητας αντίδρασης και ποιά η τιμή της σταθεράς k (Να δοθούν οι μονάδες της k);
- Ποιά θα είναι η ταχύτητα σχηματισμού του AB_2 όταν οι συγκεντρώσεις των A_2 και B_2 είναι 2 M και 0,3 M αντίστοιχα;
- Ποιές πρέπει να είναι οι συγκεντρώσεις των A_2 και B_2 για να είναι η ταχύτητα σχηματισμού του AB_2 $0,1 \text{ M} \cdot \text{s}^{-1}$;
- Να προτείνετε έναν πιθανό μηχανισμό για την αντίδραση.

19. Η αντίδραση $\text{H}_{2(\text{g})} + \text{I}_{2(\text{g})} \rightarrow 2\text{HI}_{(\text{g})}$ ακολουθεί το νόμο ταχύτητας $v = k \cdot [\text{H}_2] \cdot [\text{I}_2]$. Πώς θα επηρεαστούν η αρχική ταχύτητα της αντίδρασης και η σταθερά ταχύτητας όταν:

- διπλασιαστεί η συγκέντρωση του H_2 ;
- τριπλασιαστεί ο όγκος του δοχείου;
- προσθέσουμε αδρανές αέριο χωρίς να μεταβληθεί ο όγκος του δοχείου;
- αυξηθεί η θερμοκρασία;
- προσθέσουμε αδρανές αέριο διατηρώντας σταθερή την πίεση και την θερμοκρασία;

20. Σε 200 ml μοριακού διαλύματος σώματος A 1 M προσθέτουμε 300 ml μοριακού διαλύματος σώματος B 0,5 M, οπότε πραγματοποιείται η αντίδραση: $\text{A}_{(1)} + \text{B}_{(1)} \rightarrow \text{Γ}_{(1)}$. Η θερμοκρασία που πραγματοποιείται η αντίδραση παραμένει σταθερή και ίση με 77°C . Αν 20 min μετά την ανάμιξη των διαλυμάτων η οσμωτική πίεση του διαλύματος βρέθηκε 14,35 atm, να

υπολογισθεί η μέση ταχύτητα της αντίδρασης για το χρονικό διάστημα των 20 πρώτων min.

Ειδικά Θέματα

1. Να εξετάσετε ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες. Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.
 - i) Σε υδατικό διάλυμα πραγματοποιείται η απλή αντίδραση $A+B \rightarrow \Gamma$ αν οι συγκεντρώσεις των A και B τριπλασιαστούν η ταχύτητα της αντίδρασης θα αυξηθεί 3 φορές.
 - ii) Αν η ταχύτητα μιας αντίδρασης δίνεται από τη σχέση $v = k[A][B]^2$ τότε η αντίδραση είναι οπωσδήποτε απλή.
 - iii) Για την απλή αντίδραση $m_1A + n_1B \rightarrow \Gamma$ ο νόμος της ταχύτητας είναι $U=k[A]$.
2. Γιατί ένα μίγμα Cl_2 και H_2 είναι σταθερό στο σκοτάδι κα αντιδρά με έκρηξη κατά την επίδραση ηλιακού φωτός;
3. Σε κλειστό δοχείο σταθερού όγκου στους $227^\circ C$ εισάγεται αέριο μίγμα N_2 και H_2 και αντιδρά ποσοτικά προς παραγωγή NH_3 . Κατά την διάρκεια των δύο πρώτων λεπτών της αντίδρασης παρατηρήθηκε μεταβολή πίεσης στο δοχείο κατά $0,02 \text{ atm}$. Ποιός ο μέσος ρυθμός παραγωγής NH_3 και ποιός ο μέσος ρυθμός κατανάλωσης H_2 στο παραπάνω χρονικό διάστημα; Δίνεται $R = 0,082 \text{ l.atm.mol}^{-1}.\text{grad}^{-1}$.

Βοηθητικά σχόλια:

- i) Για αντιδρών όπου η $\Delta C < 0$ ισχύει ότι ο μέσος ρυθμός κατανάλωσης είναι $-\frac{\Delta C}{\Delta t}$.
 - ii) Για προϊόν όπου η $\Delta C > 0$ ισχύει ότι ο μέσος ρυθμός παραγωγής είναι $\frac{\Delta C}{\Delta t}$.
 - iii) Για αέρια με $V = \text{σταθ}$ και $\theta = \text{σταθ}$. ισχύει $P = C.R.T$, οπότε $\Delta P = \Delta C.R.T$
4. Σε κλειστό δοχείο σταθερού όγκου 10 l εισάγονται 3 mol O_2 και 2 mol SO_2 που αντιδρούν ποσοτικά κατά την $2SO_2 + O_2 \rightarrow 2SO_3$. Σε κοινό διάγραμμα (C,t) να παρασταθεί η μεταβολή της συγκέντρωσης όλων των συστατικών του συστήματος. Την χρονική στιγμή όπου οι γραφικές παραστάσεις για το SO_2 και το SO_3 τέμνονται, να βρεθεί η συγκέντρωση του O_2 .

Βοηθητικά σχόλια: τη χρονική στιγμή της τομής των καμπυλών ισχύει $[SO_3] = [SO_2]$.

5. Για την αντίδραση $2\text{H}_2 + 2\text{NO} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{N}_2$ βρέθηκε πειραματικά ότι ο νόμος που εκφράζει την κατανάλωση του H_2 δίνεται από : $\nu = 3 \cdot 10^{-2} \cdot [\text{H}_2] \cdot [\text{NO}]^2$. Απαντήστε στα παρακάτω ερωτήματα λεπτομερώς.

- Ποιά η τάξη της αντίδρασης;
- Η αντίδραση είναι απλή ή σύνθετη;
- Ποιός ο νόμος που εκφράζει την παραγωγή του N_2 ;
- Ποιές οι μονάδες της σταθεράς της ταχύτητας;
- Αν στην θερμοκρασία που έγινε το πείραμα αναμειχθούν ίσοι όγκοι δοχείων που περιέχουν το ένα H_2 0,5 M και το άλλο NO 0,8 M ποιός ο αρχικός ρυθμός κατανάλωσης του H_2 ;

6. Για την αντίδραση $2\text{A} + \text{B} + \text{Γ} \rightarrow 3\Delta + \text{E}$ βρέθηκαν τα παρακάτω πειραματικά αποτελέσματα.

[A] (M)	[B] (M)	[Γ] (M)	Στιγμιαίος χρονικός ρυθμός σχηματισμού Δ (M.s ⁻¹)
0,01	0,01	0,01	$3,5 \cdot 10^{-6}$
0,02	0,01	0,01	$7,0 \cdot 10^{-6}$
0,02	0,02	0,01	$7,0 \cdot 10^{-6}$
0,02	0,02	0,02	$5,6 \cdot 10^{-5}$

Ποιος ο νόμος της ταχύτητας αντίδρασης και ποιος ο νόμος για το στιγμιαίο χρονικό ρυθμό παραγωγής του Δ .

Βοηθητικά σχόλια: επειδή δεν είναι γνωστό αν η αντίδραση είναι απλή ή σύνθετη ο νόμος της ταχύτητας αντίδρασης γράφεται ως $\nu = k \cdot [\text{A}]^x \cdot [\text{B}]^y \cdot [\text{Γ}]^z$. Στη συνέχεια λύνουμε το σύστημα που προκύπτει.

7. Για την αντίδραση $\text{Zn}_{(s)} + 2\text{HCl}_{(aq)} \rightarrow \text{ZnCl}_{2(aq)} + \text{H}_{2(g)}$ γίνονται ξεχωριστά τα παρακάτω πειράματα στην ίδια θερμοκρασία και για ίδιο μέγεθος κόκκων στερεού Zn . Προστίθεται περίσσεια στερεού Zn σε:

- 100 ml διαλύματος HCl με $\text{pH} = 0$
- 100 ml διαλύματος HCl με $\text{pH} = 1$
- 1000 ml διαλύματος HCl με $\text{pH} = 1$

Σε ποιά από τα τρία πειράματα

- η έκλυση αερίου θα είναι ζωηρότερη,
- ο όγκος του εκλυόμενου αερίου θα είναι μεγαλύτερος ;

Βοηθητικά σχόλια:

- Για συγκεκριμένο βαθμό κατάτμησης του στερεού η ταχύτητα αντίδρασης θα εξαρτάται μόνο από τη συγκέντρωση της διαλυμένης ουσίας (του HCl).
- Η $[\text{HCl}]$ επειδή είναι ισχυρός ηλεκτρολύτης, ταυτίζεται με την $[\text{H}^+]$ ($\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$)

- iii) Η ζωηρότητα έκλυσης αερίου παρέχει την ταχύτητα της αντίδρασης.
iv) Ο συνολικός όγκος του εκλυόμενου αερίου θα είναι μεγαλύτερος όπου τα mol του HCl που αντιδρούν θα είναι περισσότερα ($C = \frac{n}{V}$). Αυτό βέβαια εφόσον ο Zn είναι σε περίσσεια.

8. Η παρακάτω αντίδραση $Zn_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow ZnCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$ παρατηρούμε ότι είναι αργή. Προτείνετε τρεις τρόπους εκτός της χρήσης καταλύτη που θα επιτάχυναν την αντίδραση.

Βοηθητικά σχόλια: εκλογή κατάλληλων παραγόντων που επηρεάζουν την ταχύτητα αντίδρασης με αντιδρών στερεό.

9. Σε υδατικό διάλυμα στους 27 °C πραγματοποιείται η αντίδραση $2A + B \rightarrow 2\Gamma$. Αναμιγνύονται 100 ml διαλύματος A 0,4 M και 400 ml διαλύματος B 0,2 M. Η ανάμιξη γίνεται ακαριαία και ο αρχικός ρυθμός παραγωγής του Γ είναι $2 \cdot 10^{-2}$ M/sec. Τη χρονική στιγμή t η συγκέντρωση του Γ στο διάλυμα γίνεται 0,1M.

- i) Ποιός ο ρυθμός κατανάλωσης του B τη στιγμή t ;
ii) Ποιά η ωσμωτική πίεση του διαλύματος τη στιγμή αυτή;

Η θερμοκρασία παραμένει σταθερή στους 27 °C και ο συνολικός όγκος δεν μεταβάλλεται από τις αντιδράσεις. Δίνεται $R = 0,082 \text{ l.atm.mol}^{-1}.\text{grad}^{-1}$.

Βοηθητικά σχόλια:

- i) Ο νόμος της ταχύτητας είναι : $v = K [A]^2[B]$ (επειδή είναι απλή).
ii) Από την στοιχειομετρική επίλυση της αντίδρασης βρίσκεται η [A] και η [B] τη χρονική στιγμή t.

- iii) Από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης $\frac{d[B]}{dt} = \frac{1}{2} \frac{d[\Gamma]}{dt}$

- iv) $\Pi = C.R$ Τα, όπου C η ολική συγκέντρωση του διαλύματος σε A, B και Γ.

Χημική Ισορροπία

Θεωρία

Στα προβλήματα Χημικής Ισορροπίας της Β' Λυκείου ο μαθητής αντιμετωπίζει δύο βασικά ζητήματα:

- Προς ποια πλευρά θα πραγματοποιηθεί η αντίδραση ώστε το σύστημα να φθάσει σε κατάσταση χημικής ισορροπίας;
- Ποιες εξισώσεις θα χρησιμοποιήσει για να λύσει το πρόβλημα;

A. Το πρώτο ζήτημα περιλαμβάνει τις παρακάτω ειδικές περιπτώσεις:

1. Απλή περίπτωση.

i) Ποσότητες από τα διάφορα αντιδρώντα προστίθενται σε κάποιο δοχείο και αφήνονται να φθάσουν σε κατάσταση ισορροπίας.

Παράδειγμα:

Σε ένα δοχείο εισάγονται 1 mole H_2 και 1 mole I_2 . Να υπολογίσετε τη σύσταση του μίγματος ισορροπίας, αν για την ισορροπία $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$ δίνεται $k_c = 64$.

ii) Ποσότητες από τα προϊόντα προστίθενται σε κάποιο δοχείο και αφήνονται να φτάσουν σε κατάσταση ισορροπίας.

Παράδειγμα:

Σε ένα δοχείο όγκου 2 l εισαγονται 10 mole SO_2Cl_2 . Να υπολογίσετε τη σύσταση του μίγματος ισορροπίας αν για την ισορροπία $SO_2 + SO_2Cl_2 \rightleftharpoons SO_2Cl_2$ δίνεται $k_c = 0,25$.

iii) Ένα μίγμα τοποθετείται σε δοχείο και αφήνονται τα συστατικά του να φτάσουν σε χημική ισορροπία.

Παράδειγμα:

Σε ένα δοχείο εισάγονται 2 mole H_2O , 1 mole CH_3CH_2OH και 2 mole $CH_3COOCH_2CH_3$. Να υπολογίσετε τη σύσταση του μίγματος ισορροπίας αν για την ισορροπία $CH_3COOH + CH_3CH_2OH \rightleftharpoons CH_3COOCH_2CH_3 + H_2O$ δίνεται $k_c = 4$.

2. Έχουμε ανατροπή μιάς ισορροπίας που υπάρχει ήδη με αλλαγή της συγκέντρωσης, της πίεσης, του όγκου ή της θερμοκρασίας. Σε αυτές τις περιπτώσεις χρησιμοποιούμε την αρχή Le Chatelier-Van't Hoff. Εφόσον μας

δίνουν σαν αρχική κατάσταση ένα μίγμα ισορροπίας μπορούμε από την σύσταση αυτού του μίγματος να υπολογίσουμε τη σταθερά ισορροπίας.

- i) Προστίθεται σε ένα μίγμα ισορροπίας επιπλέον ποσότητα από κάποιο συστατικό του μίγματος.

Παράδειγμα:

Σε ένα δοχείο σταθερού όγκου βρίσκονται σε ισορροπία 2 mole SO_2Cl_2 , 1 mole SO_2 και 1 mole Cl_2 . Στο δοχείο προστίθενται 3 mole SO_2Cl_2 . Να υπολογιστεί η σύσταση του νέου μίγματος ισορροπίας. Δίνεται $\text{SO}_2 + \text{SO}_2\text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{SO}_2\text{Cl}_2$

- ii) Αφαιρείται από ένα μίγμα ισορροπίας ποσότητα από κάποιο συστατικό του.

Παράδειγμα:

Σε δοχείο σταθερού όγκου υπάρχει μίγμα ισορροπίας που αποτελείται από 4 mole COCl_2 , 3 mole CO και 2 mole Cl_2 . Να υπολογίσετε την σύσταση του νέου μίγματος ισορροπίας που θα προκύψει αν από το δοχείο αφαιρέσουμε 2 mole COCl_2 . Δίνεται $\text{COCl}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{Cl}_2$.

- iii) Μειώνεται ή αυξάνει ο όγκος σε ένα μίγμα ισορροπίας.

Παράδειγμα:

Σε δοχείο μεταβλητού όγκου υπάρχουν σε ισορροπία 8 mole COCl_2 , 0,4 mole CO και 0,4 mole Cl_2 σε όγκο 2 l ($\text{COCl}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{Cl}_2$). Αν διπλασιαστεί ο όγκος του δοχείου στα 4 l ποια θα είναι σύσταση του νέου μίγματος ισορροπίας;

3. Πολύπλοκες περιπτώσεις: η απόφαση σε αυτές τις περιπτώσεις παίρνεται μετά από την σύγκριση της k_c με το λόγο λ_c των συγκεντρώσεων των συστατικών του μίγματος.

- i) Αν υπάρχει σε ένα δοχείο ένα τυχαίο μίγμα.

Παράδειγμα:

Σε ένα δοχείο υπάρχει μίγμα που αποτελείται από 2 mole H_2 , 2 mole I_2 και 8 mole HI . Να υπολογίσετε τη σύσταση του μίγματος ισορροπίας που θα προκύψει αν για την ισορροπία $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{HI}$ δίνεται $k_c = 9$.

- ii) Προσθήκη ποσοτήτων στα συστατικά ενός μίγματος ισορροπίας.

Παράδειγμα:

Σε ένα δοχείο υπάρχει μίγμα ισορροπίας αποτελούμενο από 4 mole H_2 , 4 mole I_2 και 8 mole HI . Να υπολογιστεί η σύσταση του μίγματος ισορροπίας που θα προκύψει αν προστεθεί από μισό mole σε καθένα από τα συστατικά του πρώτου μίγματος .

iii) Προσθήκη ποσοτήτων στα συστατικά ενός μίγματος με παράλληλη μεταβολή του όγκου του.

Παράδειγμα:

Σε ένα δοχείο όγκου 2 l υπάρχει μίγμα ισορροπίας αποτελούμενο από 2 mole SO₂Cl₂, 1 mole SO₂ και 1 mole Cl₂. Να υπολογιστεί η σύσταση του μίγματος ισορροπίας που θα προκύψει αν στο δοχείο προστεθούν 2 mole SO₂Cl₂ και παράλληλα μειωθεί ο όγκος του στο 1 l.

B. Εξισώσεις

1. Οι εξισώσεις ορισμού των σταθερών χημικής ισορροπίας K_c , K_p .

$$K_c = \frac{[\Gamma] \cdot [\Delta]^{\delta} \dots}{[A]^{\alpha} \cdot [B]^{\beta} \dots}, \alpha A + \beta B + \dots \rightleftharpoons \gamma \Gamma + \delta \Delta + \dots$$

$$K_p = \frac{P_{\Gamma} \cdot P_{\Delta}^{\delta} \dots}{P_A \cdot P_B^{\beta} \dots}, \alpha A_{(g)} + \beta B_{(g)} + \dots \rightleftharpoons \gamma \Gamma_{(g)} + \delta \Delta_{(g)} + \dots$$

2. Ο συντελεστής απόδοσης $\alpha \xrightarrow{x} \beta$, όπου x τα που παράχθηκαν και n τα που θεωρητικά θα παράγονταν αν η αντίδραση ήταν ποσοτική

3. Η καταστατική εξίσωση των ιδανικών αερίων:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T.$$

4. Το γραμμομοριακό κλάσμα, το οποίο για αέρια δίνεται από την % κατά όγκο σύσταση, δηλαδή

$$\frac{V_1 \cdot n}{V_{ολ} \cdot n_{ολ}} = \frac{V_2 \cdot n}{V_2 \cdot n_2}$$

5. Ο Νόμος των μερικών πιέσεων του Dalton και ο ορισμός της μερικής πίεσης ενός αερίου συστατικού σε κάποιο μίγμα. Αυτά σε συνδυασμό οδηγούν στην εξίσωση:

$$P_1 = P_{ολ} \frac{n_1}{n_{ολ}}$$

6. Η πυκνότητα του μίγματος ισορροπίας (στις χημικές αντιδράσεις η μάζα του μίγματος δε μεταβάλλεται):

$$d = \frac{m_{αρχ}}{V}$$

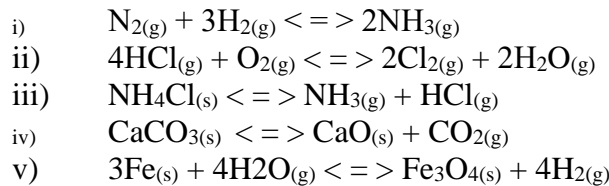
7. Η σχετική πυκνότητα: σχετική πυκνότητα ενός αερίου ως προς ένα άλλο αέριο είναι ο λόγος της μάζας του πρώτου αερίου προς τη μάζα του δεύτερου όταν έχουν ληφθεί ίσοι όγκοι και από τα δυο αέρια στις ίδιες συνθήκες, δηλαδή ίσα mole. Επομένως

• Για καθαρό αέριο $d_{\chi} = \frac{nM_A}{nM_B} = \frac{M_A}{M_B}$

• Για αέριο μίγμα $d_{\chi} = \frac{n_1M_1 + n_2M_2 + \dots + n_kM_k}{n_{\text{ολοκλήρου}}M_{\text{ολοκλήρου}}}$

Ασκήσεις Α΄ Ομάδας

1. Να γραφούν οι σχέσεις των K_c , K_p στις παρακάτω περιπτώσεις ισορροπιών\



2. Αν η K_c για την ισορροπία $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$ είναι 49 να βρεθεί η K_c για την ισορροπία $2HI_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + I_{2(g)}$ και την $HI_{(g)} \rightleftharpoons 1/2H_{2(g)} + 1/2I_{2(g)}$.

3. Το άζωτο με το υδρογόνο αντιδρούν και παράγουν αμμωνία σύμφωνα με την αντίδραση $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)} + 11 \text{ kcal}$. Ποιά επίδραση στην απόδοση της αντίδρασης θα έχουν οι παρακάτω μεταβολές:

- i) αύξηση της θερμοκρασίας.
 ii) ελάττωση της πίεσης με ταυτοχρονη αύξηση του όγκου.
 iii) αύξηση της συγκέντρωσης του N_2 .
 iv) αύξηση της πίεσης με προσθήκη He.
 v) ελάττωση του όγκου του δοχείου.
 vi) προσθήκη καταλύτη.

4. Σε κατάλληλες συνθήκες το HCl αντιδρα με το O_2 σύμφωνα με την εξίσωση $4HCl_{(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2Cl_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$. Όταν αποκατασταθεί η ισορροπία οι συγκεντρώσεις των σωμάτων είναι: 0,1 M HCl, 1,15M O_2 , 0,3 M Cl_2 και 0,3 M $H_2O_{(g)}$. Να υπολογιστεί η K_c .

5. Σε δοχείο με χωρητικότητα 2 l περιέχεται μίγμα σε ισορροπία, που αποτελείται από 96 g SO_2 , 256 g SO_3 , 3,36 l O_2 (σε Κ.Σ.). Να υπολογιστεί η K_c της ισορροπίας $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$.

6. Εισάγονται σε δοχείο σταθερού όγκου 2,5 mole O_2 και 16 mole HCl, οπότε αποκαθίσταται η ισορροπία $4HCl_{(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2Cl_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$. Ποίος ο

συντελεστής απόδοσης αν το γραμμομοριακό κλάσμα του HCl στη χημική ισορροπία είναι 0,3;

7. Για την ισορροπία $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$ ισχύει $k_c = 4,5$ στους 600°C . Μια ποσότητα τριοξειδίου του θείου βρίσκεται σε κενό δοχείο όγκου 1 l. Όταν αποκατασταθεί η ισορροπία στους 600°C το δοχείο περιέχει 2 mole O_2 . Να υπολογιστεί η αρχική ποσότητα του SO_3 .
8. Ποσότητα 2,2 mole αέριας αμμωνίας εισάγεται σε δοχείο όγκου 2 l και διασπάται μερικά προς N_2 και H_2 στους 127°C . Το γραμμομοριακό κλάσμα του υδρογόνου στη χημική ισορροπία είναι 0,125. Να υπολογιστεί η k_c .
9. Σε δοχείο σταθερού όγκου περιέχονται 5 mole CO_2 που ασκουν πίεση 1 atm σε θερμοκρασία 700 K. Το CO_2 θερμαίνεται στους 1400 K οπότε διασπάται κατά 20% προς CO και O_2 . Να υπολογιστεί η πίεση του μίγματος στην κατάσταση ισορροπίας.
10. Κύλινδρος είναι τοποθετημένος οριζόντια και κλείνεται με ένα έμβολο που μπορεί να μετακινείται χωρίς τριβές. Ο κύλινδρος περιέχει 10 l αμμωνίας σε θερμοκρασία 27°C . Αν η θερμοκρασία γίνει 87°C , ενώ η πίεση παραμένει σταθερή η αμμωνία διασπάται κατά 10 %. Να υπολογιστεί ο όγκος του μίγματος που θα περιέχεται στον κύλινδρο, όταν αποκατασταθεί η ισορροπία στους 87°C .
11. Σε δοχείο σταθερού όγκου εισάγεται μίγμα που αποτελείται από 4 mole NH_3 , 8 mole N_2 και 6 mole H_2 . Η αρχική πίεση είναι $P_{\text{αρχ}}$. Διατηρώντας σταθερή τη θερμοκρασία αποκαθίσταται η ισορροπία $2\text{NH}_3(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$. Παρατηρείται αύξηση της πίεσης κατά 10% σε σχέση με την αρχική.
 - i) Πώς δικαιολογείται η αύξηση της πίεσης;
 - ii) Ποια τα mole του H_2 στη χημική ισορροπία;
12. Σε κλειστό δοχείο και σε ορισμένη θερμοκρασία αντιδρούν 1 mole μονοξειδίου του άνθρακα και 1 mole υδρατμών. Μετά την αποκατάσταση της χημικής ισορροπίας $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ παραμένει χωρίς να αντιδράσει $\frac{1}{3}$ mole CO .
 - i) Να υπολογιστεί η k_c .
 - ii) Πόσα επιπλέον mole υδρατμών πρέπει να προστεθούν στο αρχικό μίγμα και στην ίδια θερμοκρασία ώστε η απόδοση της μετατροπής του μονοξειδίου του άνθρακα σε διοξείδιο να είναι 80%;

(θέμα εξετάσεων 1986)

13. Σε κενό δοχείο όγκου 10 l εισάγονται 0,5 mole H_2 και 0,5 mole I_2 , τα οποία θερμαίνονται στους 448°C . Στη θερμοκρασία αυτή, για τη χημική αντίδραση $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{HI}$, η σταθερά της χημικής ισορροπίας $k_c = 64$. Να υπολογιστούν:

- i) Η σταθερά της χημικής ισορροπίας της αντίδρασης η σχετική με τις μερικές πιέσεις στην ίδια θερμοκρασία (448°C).
- ii) Η σύσταση του μίγματος στους 448°C μετά την αποκατάσταση της χημικής ισορροπίας.
- iii) Η ολική πίεση που ασκείται στο δοχείο, όταν η θερμοκρασία ανέλθει στους 727°C . Δίνεται η παγκόσμια σταθερά των αερίων $R = 0,082 \text{ l.atm.mole}^{-1}.\text{K}^{-1}$.

(θέμα εξετάσεων 1991)

14. Ακετυλένιο διαβιβάζεται σε θερμαινόμενο σωλήνα και παρουσία ενός καταλύτη πολυμερίζεται σε βενζόλιο σύμφωνα με την αντίδραση $3\text{C}_2\text{H}_2 \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_6$. Αν μετά την αποκατάσταση της ισορροπίας το μίγμα ασκεί στους 27°C $P_{\text{ολ}} = 0,44 \text{ atm}$ και $d = 0,74 \text{ g.l}^{-1}$, ποιο το ποσοστό μετατροπής του C_2H_2 και ποια η k_c στην ίδια θερμοκρασία.
15. Σε δοχείο με όγκο 2 l εισάγονται 240 g άνθρακα και 20 g H_2 . Θερμαίνονται στους $^{\circ}\text{C}$ και αποκαθίσταται η ισορροπία $\text{C}_{(\text{s})} + 2\text{H}_{2(\text{g})} \rightleftharpoons \text{CH}_{4(\text{g})}$. Αν μέχρι να αποκατασταθεί η ισορροπία ελευθερώθηκαν 2,7 kcal να βρεθούν
 - i) Η k_c της αντίδρασης
 - ii) Η απόδοση της αντίδρασης
 - iii) Η ολική πίεση στους 27°C .

Δίνεται $\Delta H_f(\text{CH}_4) = -20 \text{ kcal.lmol}^{-1}$.

16. Σε δοχείο όγκου 8 l περιέχονται 2,4 mole N_2O_4 σε ισορροπία με 0,6 mole NO_2 ($\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$). Ποιος πρέπει να είναι ο όγκος του δοχείου ώστε να έχουμε σε αυτό 1,6 mole N_2O_4 ;
17. Στους 870 K το HCl αντιδρά με O_2 σύμφωνα με την εξίσωση: $4\text{HCl}_{(\text{g})} + \text{O}_{2(\text{g})} \rightleftharpoons 2\text{Cl}_{2(\text{g})} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{g})}$. Στην κατάσταση ισορροπίας η σύσταση του μίγματος είναι 0,1 mole HCl , 0,4 mole O_2 , 0,25 mole Cl_2 και 0,25 mole $\text{H}_2\text{O}_{(\text{g})}$. Από μίγμα απομακρύνουμε αρκετούς υδρατμούς οπότε μετά την αποκατάσταση της νέας χημικής ισορροπίας το μίγμα περιέχει 0,02 mole HCl , ενώ η θερμοκρασία διατηρείται σταθερή. Να υπολογιστούν τα mole των υδρατμών στο τελικό μίγμα.
18. Η σταθερά της χημικής ισορροπίας k_c για τη χημική αντίδραση $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{HI}$ είναι ίση με 9 σε μια ορισμένη θερμοκρασία. Στη θερμοκρασία αυτή εισάγονται σε κλειστό δοχείο 508 g I_2 , 4 g H_2 και 1024 g HI . Όλα τα παραπάνω σώματα βρίσκονται σε αέρια κατάσταση.
 - i) Να καθορίσετε τη διεύθυνση προς την οποία θα εκδηλωθεί η χημική αντίδραση και να δικαιολογήσετε την απαντησή σας.
 - ii) Να υπολογίσετε τη σύσταση του μίγματος σε mole μετά την αποκατάσταση της χημικής ισορροπίας.

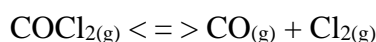
Δίνονται τα ακόλουθα ατομικά βάρη: $A_r(\text{H}) = 1$, $A_r(\text{I}) = 127$ (θέμα εξετάσεων 1987).

19. Μίγμα ίσων όγκων O_2 και SO_2 φέρεται σε άδειο δοχείο όγκου 4 l. Σε θερμοκρασία $526,5^\circ C$ ένα μέρος από τα συστατικά του μίγματος αντιδρά προς τριοξείδιο του θείου. Όταν αποκατασταθεί η ισορροπία το μίγμα περιέχει 4 mole SO_3 και ασκεί πίεση 164 atm. Πόσα mole SO_2 χρησιμοποιήθηκαν αρχικά; Στο μίγμα προσθέτουμε κατάλληλη ποσότητα SO_2 ώστε όταν η ισορροπία αποκατασταθεί πάλι στην ίδια θερμοκρασία ο αριθμός των mole του SO_3 να είναι διπλάσιος από τον αριθμό των mole του O_2 . Πόσα mole SO_2 αντέδρασαν από την ποσότητα που προσθέσαμε;
20. Το στερεό καρβαμικό αμμώνιο $NH_4CO_2NH_2$ διασπάται σε αμμωνία και διοξείδιο του άνθρακα σύμφωνα με την αντίδραση $NH_4CO_2NH_{2(s)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)} + CO_{2(g)}$. Στους $25^\circ C$ ρίχνουμε σε ένα δοχείο $NH_4CO_2NH_2$. Όταν το μίγμα έρθει τελικά σε ισορροπία η πίεση που εξασκεί είναι συνολικά 0,116 atm. Ποιά είναι η σταθερά K_p της αντίδρασης;
21. Για την ισορροπία $2SO_{3(g)} \rightleftharpoons 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}$ να εξαχθεί η σχέση που να συνδέει K_p , α , $P_{ολ}$ στη θέση χημικής ισορροπίας.
22. Στους $40^\circ C$ και πίεση 1 atm το N_2O_4 βρίσκεται σε ισορροπία με το NO_2 . Το αέριο μίγμα περιέχει 40% κ.ό. NO_2 . Να υπολογιστεί ο βαθμός διάσπασης του N_2O_4 σε θερμοκρασία $40^\circ C$ και πίεση 2 atm καθώς και η μερική πίεση του NO_2 στις συνθήκες αυτές.
23. Το τριχλωριούχο αλάτι ενός μετάλλου αντιδρά με τους υδρατμούς σύμφωνα με την εξίσωση $MCl_{3(s)} + H_2O_{(g)} \rightleftharpoons MClO_{(s)} + 2HCl_{(g)}$. Σε $\theta^\circ C$ σε κλειστό δοχείο έχουμε υδρατμούς με πίεση 1,5 atm. Στο δοχείο εισάγεται ποσότητα MCl_3 , οπότε τελικά η πίεση γίνεται 2 atm. Υπολογίστε την K_p της παραπάνω ισορροπίας στους $\theta^\circ C$.
24. Στους $57^\circ C$ και σε πίεση 1 atm ο βαθμός διάσπασης του N_2O_4 σε NO_2 είναι 50%. Να υπολογιστούν:
- η K_p της ισορροπίας και ο βαθμός διάσπασης του N_2O_4 στους $57^\circ C$ και σε πίεση 10 atm.
 - σε ποιο ποσοστό θα διασπαστούν 46 g N_2O_4 αν εισαχθούν σε δοχείο 10 l στους $57^\circ C$;
25. Στους $27^\circ C$ και σε πίεση 1 atm ο βαθμός διάσπασης του N_2O_4 σε NO_2 είναι 20%. Να υπολογιστούν:
- η K_p της ισορροπίας και ο βαθμός διάσπασης του N_2O_4 στους $27^\circ C$ και σε πίεση 0,1 atm.
 - σε ποιο ποσοστό θα διασπαστούν 69 g N_2O_4 αν εισαχθούν σε δοχείο 20 l στους $27^\circ C$;
26. Στους $81,7^\circ C$ η αναγωγή του διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) από περίσσεια γραφίτη (C) προς μονοξείδιο του άνθρακα (CO) έχει $K_p = 10$.

- i) Πόσα mole από κάθε αέριο υπάρχουν σε ισορροπία στους $81,7^{\circ}\text{C}$ αν η ολική πίεση είναι 4 atm και η αρχική ποσότητα του διοξειδίου του άνθρακα είναι 1 mole ;
- ii) Ποια είναι η μερική πίεση του διοξειδίου του άνθρακα μετά την αποκατάσταση της χημικής ισορροπίας;
- iii) Για ποια τιμή της ολικής πίεσης το αέριο μίγμα περιέχει 6% κ.ό. διοξείδιο του άνθρακα;

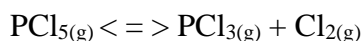
Ασκήσεις Β' Ομάδας

1. Σε δοχείο όγκου $8,2\text{ l}$ εισάγουμε $49,5\text{ g COCl}_2$ στους 227°C , οπότε διασπώνται και αποκαθίσταται η ισορροπία:



Η μερική πίεση του Cl_2 στην κατάσταση ισορροπίας είναι $0,5\text{ atm}$. Να υπολογιστεί ο βαθμός διάσπασης του COCl_2 και η σχετική πυκνότητα του μίγματος ισορροπίας ως προς He .

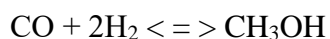
2. Σε κλειστό δοχείο εισάγεται ορισμένη ποσότητα PCl_5 και θερμαίνεται στους 200°C , οπότε αποκαθίσταται η ισορροπία:



Στην κατάσταση ισορροπίας η πίεση του μίγματος είναι 50% μεγαλύτερη από την αρχική πίεση του PCl_5 . Να υπολογιστούν:

- i) ο βαθμός διάσπασης του PCl_5 .
- ii) η σχετική πυκνότητα του μίγματος ισορροπίας ως προς H_2 .

3. Αέριο μίγμα CO και H_2 διαβιβάζεται σε κλειστό δοχείο στους $\theta^{\circ}\text{C}$ και αποκαθίσταται η ισορροπία:



Αν ο βαθμός μετατροπής του H_2 είναι τριπλάσιος από το βαθμό μετατροπής του CO , να βρεθεί η % κ.ό. σύσταση του αρχικού μίγματος CO και H_2 .

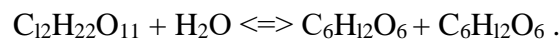
4. Σε κλειστό δοχείο βρίσκεται CO_2 σε θερμοκρασία 427°C και πίεση 10 atm . Με θέρμανση στους 1127°C διασπάται μερικά σε CO και O_2 . Αν η νέα πίεση του μίγματος που προκύπτει είναι $22,5\text{ atm}$, να υπολογιστεί το % ποσοστό του CO_2 που διασπάστηκε.

5. Ποσότητα N_2O_4 βρίσκεται σε δοχείο σταθερού όγκου σε ορισμένη θερμοκρασία και ασκεί πίεση $0,5\text{ atm}$. Το N_2O_4 διασπάται σύμφωνα με την ισορροπία $\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$ και το μίγμα που προκύπτει ασκεί στην παραπάνω θερμοκρασία πίεση $0,75\text{ atm}$. Να υπολογιστούν:

- i) ο βαθμός διάσπασης του N_2O_4 και
ii) η μερική πίεση του NO_2 στην κατάσταση ισορροπίας.
6. Στους $77^\circ C$ ποσότητα N_2O_4 διασπάται μερικά σε κλειστό δοχείο σύμφωνα με την ισορροπία $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$. Το μίγμα που προκύπτει στην ίδια θερμοκρασία έχει πυκνότητα $0,8 \text{ g.l}^{-1}$ και ασκεί πίεση $0,4592 \text{ atm}$. Να υπολογιστεί το % ποσοστό του N_2O_4 που διασπάστηκε. Δίνεται ότι $R = 0,082 \text{ l.atm.mol}^{-1}.\text{grad}^{-1}$.
7. Μίγμα CO και Cl_2 έχει όγκο $15,7441$ στους $47^\circ C$ και σε πίεση 6 atm . Η μερική πίεση του CO στο μίγμα είναι 2 atm . Όταν θερμανθεί το μίγμα στους $150^\circ C$ σχηματίζεται ποσότητα $COCl_2$, που είναι ίση με το 20% της θεωρητικής. Να υπολογιστεί η μάζα του $COCl_2$ που σχηματίστηκε. Δίνεται ότι $R = 0,082 \text{ l.atm.mol}^{-1}.\text{grad}^{-1}$.
8. Σε ορισμένες συνθήκες μίγμα CO και H_2 , με αναλογία όγκων $1 : 2$ αντιδρά σε κλειστό δοχείο σύμφωνα με την αντίδραση: $CO_{(g)} + 2H_{2(g)} \rightleftharpoons CH_3OH_{(g)}$. Η θερμοκρασία παραμένει σταθερή και παρατηρούμε ότι η πίεση γίνεται μικρότερη της αρχικής κατά 40%. Να υπολογιστεί η απόδοση της αντίδρασης.
9. Δίνεται η ισορροπία $CO_{(g)} + 2H_{2(g)} \rightleftharpoons CH_3OH_{(g)}$, $\Delta H < 0$.
Ποιά επίδραση θα έχουν στην θέση της $X.I.$ οι παρακάτω μεταβολές;
- i) ελάττωση της θερμοκρασίας.
ii) προσθήκη ποσότητας CO .
iii) αύξηση του όγκου του δοχείου με σταθερή θερμοκρασία.
iv) αφαίρεση ποσότητας H_2 .
v) εισαγωγή ευγενούς αερίου με σταθερό V και θ .
37. Δίνεται η ισορροπία $3Fe_{(s)} + 4H_2O_{(g)} \rightleftharpoons Fe_3O_{4(s)} + 4H_{2(g)}$, $\Delta H < 0$.
Ποιά επίδραση θα έχουν στην ποσότητα του H_2 οι παρακάτω μεταβολές;
- i) προσθήκη ποσότητας Fe .
ii) αύξηση του όγκου του δοχείου.
iii) μείωση της θερμοκρασίας.
iv) προσθήκη αφυδατικού.
38. Σε κλειστό δοχείο θερμαίνεται $CaCO_3$ που διασπάται σύμφωνα με την: $CaCO_{3(s)} \rightleftharpoons CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$. Στην $X.I.$ η μάζα του αερίου αποτελεί το 22% της συνολικής μάζας που υπάρχει στο δοχείο. Ποιός ο βαθμός διάσπασης του $CaCO_3$;
39. Μίγμα N_2 και H_2 έχει όγκο 5 l και πίεση 5 atm στους $27^\circ C$. Η μερική πίεση του H_2 στο μίγμα είναι 2 atm . Το μίγμα διοχετεύεται πάνω από καταλύτη στους $200^\circ C$. Έτσι σχηματίζεται ποσότητα NH_3 ίση με το 10% της θεωρητικής. Ποιά η μάζα της NH_3 που σχηματίστηκε;
40. Σε δοχείο εισάγουμε 10 mole HCl και 4 mole O_2 που αντιδρούν σύμφωνα με την αντίδραση $4HCl + O_2 \rightleftharpoons 2Cl_2 + 2H_2O$. Στη Χημική Ισορροπία. στο

δοχείο βρέθηκαν συνολικά 13,5 mole αερίων. Ποιά η σύσταση του μίγματος και ποιά η απόδοση της αντίδρασης;

41. Σε δοχείο μεταβλητού όγκου στους θ °C το O_2 μετατρέπεται σε O_3 σύμφωνα με $3O_2 \rightleftharpoons 2O_3$. Η πίεση και η θερμοκρασία παραμένουν σταθερές και ο βαθμός μετατροπής του O_2 είναι 9%. Να υπολογιστεί ο λόγος του αρχικού και τελικού όγκου του δοχείου.
42. Μέσα σε δοχείο που περιέχει κατάλληλο καταλύτη εισάγουμε 32 g H_2 και 112 g N_2 με πίεση α atm. Η θερμοκρασία του δοχείου διατηρείται σταθερή μέχρις ότου αποκατασταθεί χημική ισορροπία μεταξύ H_2 , N_2 και της NH_3 που σχηματίζεται, οπότε διαπιστώνεται ότι η τελική πίεση των αερίων του μίγματος ισορροπίας είναι $0,9\alpha$ atm. Να υπολογιστεί ο αριθμός των mol H_2 , N_2 και NH_3 στο τελικό μίγμα ισορροπίας.
43. Αέριο μίγμα CO και H_2 διαβιβάζεται σε κλειστό δοχείο στους θ °C και αποκαθίσταται η ισορροπία $CO + 2H_2 \rightleftharpoons CH_3OH$. Αν ο βαθμός μετατροπής του H_2 είναι τριπλάσιος από το βαθμό μετατροπής του CO να βρεθεί η % κ.ο. σύσταση του αρχικού μίγματος CO και H_2 .
44. Σε κλειστό δοχείο βρίσκεται CO_2 σε θερμοκρασία 427 °C και πίεση 10 atm. Με θέρμανση στους 1127 °C διασπάται μερικά σε CO και O_2 . Αν η νέα πίεση του μίγματος που προκύπτει είναι 22,5 atm να υπολογιστεί το % ποσοστό του CO_2 που διασπάστηκε.
45. Ποσότητα ακετυλενίου (C_2H_2) θερμαίνεται σε κλειστό δοχείο με καταλύτη στους 27 °C, οπότε ένα μέρος του ακετυλενίου μετατρέπεται σε βενζόλιο (C_6H_6). Αν το μίγμα ακετυλενίου και βενζολίου που προκύπτει στους 27 °C έχει πυκνότητα $0,76 \text{ g.l}^{-1}$ και ασκεί πίεση 0,44 atm, να βρεθεί το % ποσοστό του αρχικού ακετυλενίου που μετετράπηκε σε βενζόλιο. Ο γραμμομοριακός όγκος των αερίων σε Κ.Σ. είναι 22,4 l.
46. Στους 40 °C και πίεση 1 atm το N_2O_4 βρίσκεται σε ισορροπία με το NO_2 . Το αέριο μίγμα περιέχει 40% κ.ό. NO_2 . Ποιός ο βαθμός διάσπασης του N_2O_4 , στους 40 °C και πίεση 2 atm;
47. Διάλυμα καλαμοσάκχαρου ($C_{12}H_{22}O_{11}$) έχει Σ.Π. = -0,186 °C. Σε κατάλληλες συνθήκες γίνεται υδρόλυση σύμφωνα με την αντίδραση:



Ποιό το Σ.Π. του διαλύματος που προκύπτει, αν η απόδοση είναι 80%;
Δίνεται $k_f = 1,86$.

48. Καθαρό NO_2 θερμαίνεται στους 337°C οπότε διασπάται σύμφωνα με την $2NO_2 \rightleftharpoons 2NO + O_2$. Στην ισορροπία το αέριο μίγμα ασκεί πίεση 0,75 atm και έχει πυκνότητα $0,52 \text{ g.l}^{-1}$. Ποια η τιμή των σταθερών k_c και k_p στους 337°C;

49. Στους 870°C το HCl αντιδρά με το O_2 σύμφωνα με την $4\text{HCl}_{(\text{g})} + \text{O}_{2(\text{g})} \rightleftharpoons 2\text{Cl}_{2(\text{g})} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{g})}$. Στην Χημική Ισορροπία οι μερικές πιέσεις των συστατικών του μίγματος είναι αντίστοιχα για τα HCl , O_2 , Cl_2 και $\text{H}_2\text{O}_{(\text{g})}$ 0,1, 0,4, 0,25 atm. Από το μίγμα απομακρύνουμε αρκετούς υδρατμούς οπότε η μερική πίεση του HCl γίνεται 0,02 atm, ενώ η θερμοκρασία παραμένει σταθερή. Ποιά η μερική πίεση των υδρατμών στη νέα Χημική Ισορροπία; Δίνεται ότι $R = 0,082 \text{ l.atm.mol}^{-1}.\text{grad}^{-1}$.
50. Σε δοχείο σταθερού όγκου εισάγεται μίγμα COCl_2 , CO και Cl_2 με αναλογία όγκων 3 : 1 : 1 αντίστοιχα. Παρατηρείται ότι έχουμε βαθμιαία αύξηση στην πίεση μέχρι 40% σε σχέση με την αρχική, ενώ η θερμοκρασία παραμένει σταθερή.
- Που οφείλεται η αύξηση αυτή;
 - Ποιά η απόδοση του φαινομένου που πραγματοποιήθηκε;
51. Σε δοχείο όγκου 1 lit ισορροπεί το σύστημα $\text{A}_{(\text{g})} + \text{B}_{(\text{g})} \rightleftharpoons \text{AB}_{(\text{g})}$. Στο δοχείο υπάρχουν και 0,02 mole στερεού $\text{B}_{(\text{s})}$. Οι μερικές πιέσεις των αερίων στη Χημική Ισορροπία είναι $P_{\text{A}} = 8,2 \text{ atm}$, $P_{\text{AB}} = 11,48 \text{ atm}$. Ποιός ο ελάχιστος αριθμός mole του A που πρέπει να προστεθούν στο σύστημα ισορροπίας στους $\theta^{\circ}\text{C}$ ώστε να μην υπάρχει στερεό $\text{B}_{(\text{s})}$.
52. Μίγμα N_2O_4 και NO_2 βρίσκεται σε ισορροπία με αδρανές αέριο He , σύμφωνα με την $\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$. Η ολική πίεση είναι 1,5 atm στους 27°C . Αν ο βαθμός διάσπασης του N_2O_4 είναι 0,2 και η $k_{\text{p}} = 0,14 \text{ atm}$, ποιά η σύγκεντρωση του He ;
53. Για την ισορροπία $\text{COCl}_{2(\text{g})} \rightleftharpoons \text{CO}_{(\text{g})} + \text{Cl}_{2(\text{g})}$, η σταθερά χημικής ισορροπίας είναι $0,1 \text{ mol.l}^{-1}$ στους $\theta^{\circ}\text{C}$. Σε δοχείο A όγκου 1 l στους $\theta^{\circ}\text{C}$ εισάγουμε 0,2 mol CO και 0,2 mol Cl_2 .
- Ποιά είναι η ελάχιστη ποσότητα COCl_2 που Πρέπει να προσθέσουμε συγχρόνως, ώστε να έχουμε διάσπαση COCl_2 .
 - Στο δοχείο A προσθέτουμε συγχρόνως ορισμένη ποσότητα COCl_2 η οποία διασπάται σε ποσοστό 10 % στους $\theta^{\circ}\text{C}$. Να βρεθεί η ποσότητα COCl_2 που προσθέσαμε.
54. Σε δοχείο όγκου V στους $\theta_1^{\circ}\text{C}$, διοχετεύονται 2 mol N_2O_4 και διασπώνται σύμφωνα με την εξίσωση $\text{N}_2\text{O}_{4(\text{g})} \rightleftharpoons 2 \text{NO}_{2(\text{g})}$. Το αέριο μίγμα ισορροπίας έχει σχετική πυκνότητα ως προς O_2 ίση με 2,3. Σε δοχείο όγκου $2V$ στους $\theta_2^{\circ}\text{C}$ διοχετεύονται 2 mol N_2O_4 και αποκαθίσταται τελικά ισορροπία. Στο μίγμα ισορροπίας που προκύπτει η μερική πίεση του NO_2 είναι διπλάσια της μερικής πίεσης του N_2O_4 . Αν $\theta_2 > \theta_1$, να βρεθεί αν η αντίδραση διάσπασης είναι ενδόθερμη ή εξώθερμη.
55. Ισομοριακό μίγμα CO και υδρατμών διοχετεύεται σε κενό δοχείο όγκου 5 l στους 1227°C , οπότε αποκαθίσταται η ισορροπία $\text{CO}_{(\text{g})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{g})} \rightleftharpoons \text{CO}_{2(\text{g})} + \text{H}_{2(\text{g})}$. Στην κατάσταση ισορροπίας περιέχονται στο δοχείο 2 mol αερίων, ενώ η μερική πίεση του H_2 είναι 9,84 atm.

- i) Να υπολογιστεί η σταθερά ισορροπίας k_c της αντίδρασης.
ii) Πόσα g CO πρέπει να προσθέσουμε στο δοχείο στην κατάσταση ισορροπίας, ώστε όταν αποκατασταθεί νέα ισορροπία στους 1227 °C να περιέχεται στο δοχείο 1 g H₂;
56. Σε δοχείο σταθερού όγκου 20 l στους 1000 K, διοχετεύεται αέριο μίγμα CO και υδρατμών το οποίο έχει σχεπική πυκνότητα ως προς H₂ ίση με 11,5. Όταν αποκατασταθεί η ισορροπία : $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2$ το μίγμα ισορροπίας περιέχει 20% κ.ό. H₂ και έχει ολική πίεση 8,2 atm. Η θερμοκρασία αυξάνεται στους 1100 K, οπότε στη νέα κατάσταση ισορροπίας η μερική πίεση του CO₂ είναι 2,255 atm. Να υπολογιστεί η k_c στους 1100 K. Τι συμπέρασμα προκύπτει για την αντίδραση;
57. Σε δοχείο σταθερού όγκου στους θ°C εισάγονται CO και H₂O με μερικές πιέσεις αντίστοιχα 0,4 atm και 0,6 atm, οπότε αποκαθίσταται η ισορροπία $\text{CO}_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_{2(g)} + \text{H}_{2(g)}$, με $k_c = 0,5$ στους θ°C.
- i) Να υπολογιστούν οι μερικές πιέσεις των αερίων στο μίγμα ισορροπίας.
ii) Στο μίγμα ισορροπίας προσθέτουμε ποσότητες CO και H₂ που αντιστοιχούν σε μερικές πιέσεις 0,1 atm και 0,9 atm. Να υπολογιστεί η % κ.ό. σύσταση του αερίου μίγματος όταν αποκατασταθεί πάλι ισορροπία στους θ °C.
58. Ισομοριακό μίγμα N₂ και N₂O₄ εισάγεται σε δοχείο όγκου στους 27 °C οπότε διασπάται το N₂O₄ σύμφωνα με την εξίσωση $\text{N}_2\text{O}_{4(g)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{2(g)}$. Στην κατάσταση ισορροπίας παρατηρείται αύξηση της πίεσης στο δοχείο κατά 10%.
- i) Ποιός ο βαθμός διάσπασης του N₂O₄;
ii) Αν η k_p της αντίδρασης διάσπασης είναι 0,5 atm, να βρεθεί η πίεση που ασκείται στο δοχείο στην κατάσταση ισορροπίας.
59. Σε ορισμένη ποσότητα νερού διαλύουμε 1 mol ουσίας A, οπότε διασπάται και αποκαθίσταται η ισορροπία $\text{A}_{(aq)} \rightleftharpoons 2\text{B}_{(aq)}$, όπου A και B δεν είναι ηλεκτρολύτες. Το διάλυμα που προκύπτει έχει όγκο 4 l και παρουσιάζει στους 27°C ωσμωπική πίεση 7,38 atm.
- i) Να υπολογιστεί ο βαθμός διάσπασης της ουσίας A στους 27 °C.
ii) Όταν αυξηθεί η θερμοκρασία του διαλύματος στους 47 °C, η ωσμωτική πίεση του διαλύματος βρέθηκε 9 atm. Τι συμπέρασμα προκύπτει για την αντίδραση $\text{A}_{(aq)} \rightleftharpoons 2\text{B}_{(aq)}$; Είναι ενδόθερμη ή εξώθερμη;
60. Ποσότητα C₃H₈ ίση με 615 ml μετρημένα σε πίεση 2 atm και θερμοκρασία 27°C καίγεται πλήρως. Κατά την καύση παρατηρούνται απώλειες θερμότητας 20%. Το ποσό θερμότητας το οποίο ελευθερώνεται τελικά απορροφάται από ορισμένη ποσότητα σώματος A το οποίο διασπαστεί σύμφωνα με την εξίσωση $\text{A}_{(g)} \rightleftharpoons \text{B}_{(g)} + \text{Γ}_{(g)}$, ΔH = 42,4 kcal, για την οποία $k_c = 1,5$. Αν το μίγμα ισορροπίας ασκεί πίεση 12 atm να υπολογιστεί η γραμμομοριακή σύσταση

του μίγματος ισορροπίας. Δίνονται οι αντίστοιχες ενθαλπίες σχηματισμού (27°C) για H_2O , CO_2 και C_3H_8 : -69, -94 και -28 kcal.mol⁻¹l⁻¹.

61. Σε δοχείο μεταβλητού όγκου στους θ°C έχει αποκατασταθεί η ισορροπία $\text{C}_{(s)} + \text{CO}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{CO}_{(g)}$. Το αέριο μίγμα περιεχει 50% κ.ό. CO_2 και ασκεί πίεση P_1 atm. Διατηρώντας σταθερή τη θερμοκρασία μεταβάλλουμε τον όγκο του δοχείου και όταν αποκατασταθεί ισορροπία η ολική πίεση είναι P_2 atm. Αν το αέριο μίγμα στη νέα ισορροπία περιέχει 80% κ.ό. CO_2 να υπολογιστεί ο λόγος των πιέσεων $P_1 : P_2$.
62. Σε δοχείο σταθερού όγκου 20 l εισάγεται αέριο μίγμα που περιέχει 6 mol A και 4 mol B. Διατηρώντας σταθερή τη θερμοκρασία αποκαθίσταται η ισορροπία $\text{A}_{(g)} + \text{B}_{(g)} \rightleftharpoons \Gamma_{(g)}$. Η πίεση του μίγματος ισορροπίας έχει ελατωθεί κατά 20% σε σχέση με την αρχική πίεση.
- Ποιά είναι η απόδοση της αντίδρασης.
 - Στο μίγμα ισορροπίας προσθέτουμε 5 mol B και ταυτόχρονα αυξάνουμε τον όγκο κατά 50%. Όταν αποκατασταθεί η πάλι ισορροπία στην ίδια θερμοκρασία η πίεση του μίγματος βρέθηκε 16,4 atm. Να βρεθεί η % κ.ό. σύσταση του τελικού μίγματος ισορροπίας και η θερμοκρασία στην οποία πραγματοποιείται η αντίδραση.
63. Όταν αναμειγνύονται ισομοριακές ποσότητες από τα A και B για την αντίδραση $\text{A}_{(g)} + \text{B}_{(g)} \rightleftharpoons \Gamma_{(g)} + \Delta_{(g)}$ και το σύστημα ισορροπήσει, διαπιστώνεται ότι έχει αντιδράσει το $\frac{1}{3}$ από την ποσότητα του A. Πόσα mole από το B πρέπει να προστεθούν σε 1 mole του A, για να έχει η αντίδραση απόδοση 98%;
64. Σε μίγμα ισορροπίας σύμφωνα με την $\text{A}_{(g)} \rightleftharpoons 2\text{B}_{(g)}$ η περιεκτικότητα σε B είναι 80% κ.ό. Ποιά η ολική πίεση του μίγματος αν η $K_p = 4$; Ποιά θα είναι η περιεκτικότητα σε B αν ο όγκος του δοχείου μειωθεί στο μισό ισόθερμα;
65. Η αντίδραση $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ έχει $K_c = 4$ στους θ°C. Ποιά η απόδοση του φα.ινομένου κάθε φορά όταν:
- Σε δοχείο όπου περιέχονται 132 gr εστέρα, προστίθενται 128 gr υδατικού διαλύματος αιθανόλης με γραμμομοριακό κλάσμα της αιθανόλης 0,25 στους θ °C:
 - Αναμειγνύονται 100 gr υδατικού διαλύματος CH_3COOH 30% κ.β. και 200 gr υδατικού διαλύματος αιθανόλης 23% κ.β.;
66. Η αντίδραση $\text{A}_{(aq)} + \text{B}_{(aq)} \rightleftharpoons \Gamma_{(aq)} + \Delta_{(aq)}$ ισορροπεί σε αραιό διάλυμα στους θ°C με $K_c = 1,5$. Σε 100 ml διαλύματος της A 2M προστίθενται 0,3 l διαλύματος της B 1,2 M.
- Ποιά η απόδοση του φαινομένου;

- ii) Ποιά η μοριακότητα του διαλύματος που θα προκύψει προς A, αν στο διάλυμα ισορροπίας προστεθεί καθαρός διαλύτης ώστε το τελικό διάλυμα να έχει όγκο 2 l;
67. Σε δοχείο σταθερού όγκου, που περιέχει περίσσεια C, διχεταιύεται CO₂ και αποκαθίσταται η ισορροπία $C_{(s)} + CO_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)}$, $\Delta H > 0$, για την οποία $k_p = 9 \text{ atm}$. Το μίγμα ισορροπίας έχει σχεπική πυκνότητα ως προς O₂ ίση με 1.
- i) Να βρεθεί η πίεση του μίγματος ισορροπίας και η απόδοση της αντίδρασης.
ii) Μεταβάλλουμε τη θερμοκρασία του μίγματος ισορροπίας οπότε στη νέα θέση ισορροπίας το γραμμομοριακό κλάσμα του CO₂ είναι $\frac{1}{3}$. Αν η k_p στη τελική θερμοκρασία είναι 5 atm, να βρεθούν η πίεση στη νέα θέση ισορροπίας, η απόδοση της αντίδρασης και αν αυξήθηκε ή ελλατώθηκε η θερμοκρασία.
68. Το μεθάνιο (CH₄), μετατρέπεται μερικώς σε HC=CH σύμφωνα με την αντίδραση: $2CH_4 \rightleftharpoons CH_2=CH_2 + 3H_2$. Σε Κ.Σ. 15,68 l του μίγματος που προκύπτει μετά την αντίδραση καίγονται, οπότε εκλύονται 114,6 kcal. Να βρεθεί το ποσοστό μετατροπής του CH₄ σε HC=CH. Οι ενθαλπίες καύσης του CH₄, HC=CH και H₂ είναι - 210, - 312 και - 68 kcal. mol⁻¹ αντίστοιχα.
69. Σε δοχείο όγκου 10 l εισάγεται αέριο μίγμα που περιέχει 40% κ.ό. A και 60% κ.ό. B. Διατηρώντας σταθερή τη θερμοκρασία και την πίεση αποκαθίσταται η ισορροπία $A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons \Gamma_{(g)}$, για την οποία $k_c = 5$ (στις αντίστοιχες μονάδες). Η πυκνότητα του μίγματος ισορροπίας είναι 25% μεγαλύτερη από την πυκνότητα του αρχικού μίγματος. Να υπολογιστούν:
- i) η απόδοση της αντίδρασης.
ii) η σύσταση του μίγματος ισορροπίας.
70. Σε δοχείο σταθερού όγκου στους θ°C περιέχονται σε κατάσταση ισορροπίας 0,4 mol H₂, 1,28 mol CH₄ και 10 mol C σύμφωνα με την εξίσωση $C_{(s)} + 2H_{2(g)} \rightleftharpoons CH_{4(g)}$. Διατηρώντας σταθερή τη θερμοκρασία προστίθενται στο δοχείο 0,77 mol CH₄ και 1 mol C. Να βρεθεί η % κ.ό, σύσταση του αέριου μίγματος στη νέα θέση ισορροπίας.
71. Στους θ°C ατμοί PCl₅ διασπώνται σύμφωνα με την $PCl_{5(g)} \rightleftharpoons PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$. Το μίγμα ισορροπίας έχει σχετική πυκνότητα ως προς το H₂ 86,875 και ασκεί πίεση 0,96 atm. Ποιά η % μεταβολή στο βαθμό διάσπασης του PCl₅ αν η πίεση ήταν 1,738 atm;
72. Σε δοχείο 8,2 l που περιέχει 0,0352 g CO₂ προστίθενται 5,52 g Ag₂CO_{3(s)} στους 227 °C. Θα διασπαστεί ο Ag₂CO_{3(s)}; Στους 227 °C για την ισορροπία $Ag_2CO_{3(s)} \rightleftharpoons Ag_2O_{(s)} + CO_{2(g)}$ δίνεται ότι $k_p = 0,01 \text{ atm}$. Ποιά η τελική πίεση στο δοχείο; Πόση θα έπρεπε να είναι η ελάχιστη ποσότητα CO₂ ώστε να μη συνέβαινε διάσπαση;

73. Για την ισορροπία $A + B \rightleftharpoons \Gamma$ η k_c έχει τιμή 2 (στις αντίστοιχες μονάδες) στους θ °C. Σε δοχείο 1 lit υπάρχουν σε ισορροπία, στους θ °C, 0,4 mol του A, 0,2 mol του Γ και 0,05 mol του Δ με mol του B σε ισορροπία σύμφωνα με τις $A + B \rightleftharpoons \Gamma$ και $\Gamma + B \rightleftharpoons \Delta$. Πόσα mol του B πρέπει να προστεθούν στο μίγμα ισορροπίας ώστε να μεταβληθούν κατά 10% τα mol του Δ στη νέα χημική ισορροπία;
74. Για την αντίδραση $2NO_{(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ σε μια θερμοκρασία ο νόμος της ταχύτητας καταπόσωσης του O_2 βρέθηκε $v = 1,3 \cdot 10^3 \cdot [NO]^2 \cdot [O_2]$ ενώ ο νόμος της ταχύτητας καταπόσωσης του NO_2 βρέθηκε $v = 4 \cdot [NO_2]^2$.
- Ποιά η τιμή της αντίστοιχης k_c στην παραπάνω θερμοκρασία;
 - Κατά την μελέτη του συστήματος σε διαφορετική θερμοκρασία, τοποθετούνται 0,2 mol NO_2 σε δοχείο 5 l. Η απόδοση της διάσπασης είναι 15%, Ποιά η k_c στην θερμοκρασία αυτή;
75. Σε δοχείο προσθέτουμε $CaCO_3$ και θερμαίνουμε, οπότε αποκαθίσταται η ισορροπία $CaCO_{3(s)} \rightleftharpoons CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$. Στην ισορροπία περιέχονται 5,6 g CaO . Διατηρώντας σταθερή τη θερμοκρασία μειώνουμε τον όγκο του δοχείου κατά 25%. Ποιά η ποσότητα του CaO στη νέα Χημική Ισορροπία;
76. 25,5 g ενός κορεσμένου υδρογονάνθρακα (C_nH_{2n+2}) καίγονται πλήρως. Το CO_2 που σχηματίζεται από την καύση εισάγεται σε δοχείο όγκου V που περιέχει σε Χημική Ισορροπία 0,2 mol CO , 0,25 mol $H_2O_{(g)}$, 0,3 mol CO_2 και 0,5 mol H_2 κατά $CO + H_2O_{(g)} \rightleftharpoons CO_2 + H_2$. Όταν αποκαθίσταται πάλι η ισορροπία περιέχονται στο δοχείο 0,45 mole $H_2O_{(g)}$. Ποιός ο Μ.Τ. του υδρογονάνθρακα;
77. Σε δοχείο όγκου 6 l στους θ °C προσθέτουμε περίσσεια C και ποσότητα CO_2 οπότε αποκαθίσταται η ισορροπία $C(s) + CO_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)}$, $\Delta H = 25 \text{ kcal} \cdot \text{mol}^{-1}$. Το μίγμα ισορροπίας έχει σχετική πυκνότητα ως προς H_2 18 και ασκεί πίεση 15,4 atm.
- Ποιά η K_p της ισορροπίας;
 - Αν το σύστημα απορρόφησε 5 kcal για να καταλήξει σε ισορροπία ποιά η k_c της ισορροπίας;
78. Σε δοχείο σταθερού όγκου εισάγονται 1,2 mol SO_2 και 0,5 mol O_2 στους θ °C. Αντιδρούν και ισορροπούν σύμφωνα με την $2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$. Στην ισορροπία το μίγμα περιέχει $12,064 \cdot 10^{23}$ ημιπολικούς δεσμούς. Ποια είναι η απόδοση της αντίδρασης; Δίνονται οι ατομικοί αριθμοί των S και O αντίστοιχα 16 και 8.

Ειδικά Θέματα

1. Σε δοχείο σταθερού όγκου ισορροπεί αέριο μίγμα σύμφωνα με την $A_{(g)} \rightleftharpoons 2B_{(g)}$. Το μίγμα της ισορροπίας στους 127°C ασκεί πίεση 5 atm. Το σύστημα

θερμαίνεται στους 427°C, οπότε η πίεση στο δοχείο γίνεται 6 atm. Ποιός ο θερμοχημικός χαρακτήρας του φαινομένου;

2. Σε δοχείο σταθερού όγκου ισορροπεί αέριο μίγμα σύμφωνα με τη σχέση: $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$ στους 227°C. Ποιά η εκατοστιαία μεταβολή της πίεσης στο δοχείο αν η θερμοκρασία του συστήματος αυξηθεί στους 527 °C;
3. Σε δοχείο σταθερού όγκου ισορροπεί αέριο μίγμα σύμφωνα με την $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$, στους θ°C. Με σταθερή θ εισάγεται στο δοχείο αδρανές αέριο He μέχρι διπλασιασμού της πίεσης στο δοχείο. Ποιά η εκατοστιαία μεταβολή στην $[N_2]$ καθώς και την % κ.ο. σύσταση σε N_2 ;
4. Το σύστημα $A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons 2\Gamma_{(g)}$ ισορροπεί στους θ°C. Με ισόθερμη συμπίεση παρατηρείται ότι ο ρυθμός παραγωγής του Γ αυξάνει ενώ η % κ.β. σύσταση σε Γ παραμένει σταθερή. Πού οφείλονται οι μεταβολές αυτές; Ποιά σχέση συνδέει τη k_c και k_p του συστήματος αυτού;
5. Σε δοχείο οριζόντιο που κλείνεται με έμβολο που κινείται χωρίς τριβές ισορροπεί αέριο σύστημα $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$. Στο δοχείο εισάγεται αδρανές αέριο He, ενώ η θ παραμένει σταθερή. Ποιά η μεταβολή στην μάζα του O_2 ;
6. Σε αραιό διάλυμα στους θ °C ισορροπεί το σύστημα: $A_{(aq)} + B_{(aq)} \rightleftharpoons \Gamma_{(aq)}$. Η περιεκτικότητα του διαλύματος είναι αντίστοιχα σε A, B, και Γ 0,1 M, 0,6 M, 0,2 M. Γίνεται ακαριαία ανάμειξη με διάλυμα ίσου όγκου στην ίδια στους θ °C που περιέχει το Γ με συγκέντρωση 0,05M. Ποιά η τελική τιμή συγκέντρωσης του Γ (θεωρούμε ότι κατά την ανάμειξη δεν συμβαίνει συστολή ή διαστολή όγκου);
7. Σε κλειστό δοχείο σταθερού όγκου εισάγεται αέριο μίγμα $COCl_{2(g)}$, $CO_{(g)}$ και $Cl_{2(g)}$. Ενώ η θερμοκρασία παραμένει σταθερή, παρατηρείται ότι η πίεση στο δοχείο αυξάνεται. Εξηγήστε που οφείλεται η μεταβολή αυτή.
8. Ισχύει $k_c (1000\text{ }^\circ\text{C}) = 10^{-3}$ για την $CO + H_2O \rightleftharpoons CO_2 + H_2$.
Ακόμα $k_c' (1000\text{ }^\circ\text{C}) = 10^{-5}$ για την $H_2O \rightleftharpoons H_2 + \frac{1}{2} O_2$.
Επίσης $k_c'' (1000\text{ }^\circ\text{C}) = 1,02$ για την $CO + \frac{1}{2} O_2 \rightleftharpoons CO_2$.
Ποιός ο θερμοχημικός χαρακτήρας της : $CO + \frac{1}{2} O_2 \rightleftharpoons CO_2$.
9. Το σύστημα $C_{(s)} + CO_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)}$ ισορροπεί σε θερμοκρασία θ °C. Με συμπίεση εμβόλου ο όγκος μειώνεται. Πώς μεταβλήθηκαν μεταξύ αρχικής και τελικής χημικής ισορροπίας τα μεγέθη:
 - i) $[CO_2]$.
 - ii) $[CO]$
 - iii) P_{CO}
 - iv) P_{O_2}

- v) m_c
vi) % κ.ο. σύσταση σε CO_2 .

10. Ισχύει $k_p = 40$ στους θ °C για την ισορροπία $\text{C}_{(s)} + \text{CO}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{CO}_{(g)}$. Σε κλειστό κενό δοχείο σταθερού όγκου εισάγεται αέριο μίγμα CO_2 και CO που έχει $P_{ολική} = 10 \text{ atm}$ και σύσταση 20% κ.ό. CO και 80% κ.ό. CO_2 . Το σύστημα αφήνεται στους θ °C για αρκετό χρόνο. Ποιά η μεταβολή στην πίεση στο δοχείο;
11. Για την αντίδραση $2\text{NO}_{(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{2(g)}$ στους $\theta^\circ\text{C}$ ο νόμος που εκφράζει το στιγμιαίο χρονικό ρυθμό κατανάλωσης του O_2 δίνεται από την σχέση $v_1 = 2 \cdot 10^{-3} \cdot [\text{NO}]^2 \cdot [\text{O}_2]$, ενώ ο νόμος που εκφράζει το στιγμιαίο χρονικό ρυθμό κατανάλωσης του NO_2 δίνεται από τη σχέση $v_2 = 4 \cdot [\text{NO}_2]^2$. Ποιά η τιμή της k_c της παραπάνω αντίδρασης στους $\theta^\circ\text{C}$;

Βοηθητικά σχόλια:

Για την Χ.Ι. ισχύει η ισότητα των ταχυτήτων που εκφράζουν την κατανάλωση και την παραγωγή του ίδιου σώματος (δηλαδή να ληφθεί υπόψη ότι $2 \cdot v_1 = v_2$).

12. Στους 400 °C η $k_c = 0,5$ για την $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ Ποιά η k_c' στους 400°C για την αντίδραση $\text{NH}_3 \rightleftharpoons 1/2 \text{N}_2 + 3/2 \text{H}_2$;

Βοηθητικά σχόλια: η k_c για συγκεκριμένη αντίδραση και συγκεκριμένη $\theta^\circ\text{C}$ εξαρτάται και από τον τρόπο γραφής των αντιδράσεων. Άρα μαθηματική σχέση μεταξύ των k_c .

13. Η $k_c = 4,5$ στους 600 °C για την $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$ ενώ στην ίδια θερμοκρασία η $k_c' = 2,25 \cdot 10^{-2}$ για την $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO} + \text{O}_2$. Ποιά η k_c' για την αντίδραση $\text{O}_2 + \text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{SO}_3 + \text{NO}$ στους 600°C .

Βοηθητικά σχόλια: μαθηματικές σχέσεις και πράξεις μεταξύ των k_c .

14. Για την ισορροπία $\text{H}_{2(g)} + \text{I}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{HI}_{(g)}$ στους 527°C η ολική πίεση βρέθηκε 2,5 atm. Ποιά η ολική πίεση στο δοχείο αν:

- i) Η θερμοκρασία αυξηθεί στους 827 °C με σταθερό όγκο.
ii) Ο όγκος διπλασιαστεί υπό σταθερή θ των 527 °C.

Βοηθητικά σχόλια:

Η θέρμανση ή η ελάττωση πίεσης (αύξηση όγκου) αποτελούν παράγοντες μετατόπισης της θέσης της χημικής ισορροπίας. Η θέρμανση μετατοπίζει τη θέση της χημικής ισορροπίας προς το ενδόθερμο μέλος. Δεν είναι γνωστός όμως ο θερμοχημικός χαρακτήρας της αντίδρασης. Προς όποια κατεύθυνση μετατοπισθεί, λόγω στοιχειομετρίας, τα ολικά mol δεν μεταβάλλονται. Άρα στον τύπο $P_{ολ} \cdot V = n_{ολ} \cdot R \cdot T$ ο παράγοντας $n_{ολ}$ παραμένει σταθερός. Η ελάττωση πίεσης ή η αύξηση πίεσης δεν μετατοπίζουν την θέση της συγκεκριμένης ισορροπίας .

15. Στους $8,2^{\circ}\text{C}$ διάλυμα χλωροφορμίου (CHCl_3) όγκου 10 l περιέχει 1,29 mol N_2O_4 και $1,17 \cdot 10^{-2}$ mol NO_2 σε ισορροπία. Προστίθεται καθαρό χλωροφόρμιο μέχρις ότου ο όγκος του διαλύματος γίνει 20 l στους $8,2^{\circ}\text{C}$. Ποιά η συγκέντρωση του NO_2 στην νέα θέση χημικής ισορροπίας;

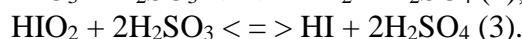
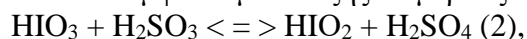
Βοηθητικά σχόλια: η αύξηση του όγκου του διαλύματος με προσθήκη καθαρού διαλύτη μπορεί να προσεγγιστεί με τον παράγοντα πίεση- συγκέντρωση για αέριο σύστημα. Χρήση βοηθητικού λόγου k_c για εύρεση της φοράς μετατόπισης.

16. Έστω ομογενής ισορροπία $\alpha\text{A} + \beta\text{B} \rightleftharpoons \gamma\Gamma + \delta\Delta$ στους $\theta^{\circ}\text{C}$. Προστίθενται του Δn mol του B με σταθερή θερμοκρασία και, όπως αναμένεται από την Αρχή Le Chatelier- Van't Hoff, η θέση της χημικής ισορροπίας θα μετατοπιστεί με σκοπό να αναιρέσει τη μεταβολή. Να δειχτεί ότι η μετατόπιση τείνει να αναιρέσει τη μεταβολή, με άλλα λόγια ότι τα mol του B που καταναλώθηκαν είναι λιγότερα των Δn .

Βοηθητικά σχόλια:

- Στην πρώτη χημική ισορροπία εφαρμογή της k_c .
- Επίδραση στη θέση χημικής ισορροπίας και μετατόπιση αυτής.
- Στη νέα χημική ισορροπία εφαρμογή και πάλι της k_c .
- Λόγω μετατόπισης και επειδή ο όγκος παραμένει σταθερός θα ισχύει $[\Gamma'] > [\Gamma]$, $[\Delta'] > [\Delta]$, $[A] > [A']$.
- Λόγω σταθερής θερμοκρασίας θα ισχύει $k_{c(1)} = k_{c(2)}$.
- Μαθηματική λύση.

17. Το σύστημα $\text{HIO}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_3 \rightleftharpoons \text{HI} + 3\text{H}_2\text{SO}_4$ (1) ισορροπεί σε διάλυμα σύμφωνα με τα εξής επιμέρους στοιχειώδη στάδια:



Ποια η k_c της (1) και πώς εξάγεται η τιμή της;

Βοηθητικά σχόλια:

- Επειδή η (1) είναι σύνθετη δεν μπορεί να εξαχθεί η k_c από τη σχέση $v_1 = v_2$.
- Για καθεμιά από τις δυο ενδιάμεσες αντιδράσεις θα ισχύουν οι $k_{c(2)}$, $k_{c(3)}$.
- Η $k_{c(1)}$ εξάγεται πολλαπλασιάζοντας τις $k_{c(2)}$, $k_{c(3)}$.

18. Η αντίδραση $\text{A}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightleftharpoons \text{B}_{(\text{aq})} + \Gamma_{(\text{aq})}$ ισορροπεί σε αραιό διάλυμα με διαλύτη το $\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$. Η προσθήκη επιπλέον ποσότητας $\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$ στην ίδια θερμοκρασία πώς θα επιδράσει και γιατί στη θέση της χημικής ισορροπίας;

Βοηθητικά σχόλια:

- Για αραιό υδατικό διάλυμα να αποδειχτεί ότι η συγκέντρωση του νερού παραμένει σταθερή, συνεπώς μπορεί να ενσωματωθεί στην k_c .
- Η αραιώση μεταβάλλει τις συγκεντρώσεις όλων των διαλυμένων ουσιών.

19. Το αέριο προϊόν $X\Psi$ σχηματίζεται με ενδόθερμη αντίδραση μεταξύ των αερίων $X\Psi_2$ και X_2 σύμφωνα με τη χημική εξίσωση $2X\Psi_2 + X_2 \rightleftharpoons 4X\Psi$. Το σύστημα ισορροπεί σε ένα δοχείο. Εξηγήστε με λεπτομέρεια την επίδραση στη θέση χημικής ισορροπίας, στις μάζες και στις συγκεντρώσεις των σωμάτων που συμμετέχουν σε αυτήν όταν

- i) εισάγεται ποσότητα του X_2 υπό σταθερό όγκο και θερμοκρασία.
- ii) εισάγεται αδρανές αέριο υπό σταθερό όγκο και θερμοκρασία.
- iii) εισάγεται αδρανές αέριο υπό σταθερή πίεση και θερμοκρασία.
- iv) προστίθεται καταλύτης
- v) θερμαίνεται

Βοηθητικά σχόλια: η εισαγωγή αδρανούς αερίου υπό σταθερό όγκο και θερμοκρασία δεν επηρεάζει τις συγκεντρώσεις των συστατικών του συστήματος, άρα δε μετατοπίζει τη θέση της χημικής ισορροπίας. Η εισαγωγή αδρανούς αερίου με σταθερή πίεση και θερμοκρασία συνεπάγεται αύξηση του όγκου, άρα μεταβολή στις συγκεντρώσεις όλων των συστατικών του συστήματος και επομένως μετατόπιση της θέσης χημικής ισορροπίας.

20. Πώς μεταβάλλεται η k_c (αύξηση ή μείωση) μιας ισορροπίας με την μεταβολή της θερμοκρασίας; Αναπτύξτε και τεκμηριώστε την απάντησή σας.

Βοηθητικά σχόλια:

- i) Ανάλογα με τον θερμοχημικό χαρακτήρα της αντίδρασης η ισορροπία θα μετατοπίζεται προς διαφορετική κατεύθυνση κάθε φορά.
- ii) Έστω η εξώθερμη αντίδραση $\alpha A + \beta B \rightleftharpoons \gamma \Gamma + \delta \Delta + Q$ ($\Delta H < 0$)
- iii) Η θερμοκρασία αυξάνεται από θ_1 σε θ_2 ($\theta_1 < \theta_2$). Η ισορροπία μετατοπίζεται προς το ενδόθερμο μέλος. Έτσι συγκρίνω τις τιμές των $k_c(\theta_1)$ και $k_c(\theta_2)$ και συμπεραίνω.

21. Η αντίδραση μεταξύ αερίων $A_2 + B_2 \rightleftharpoons 2AB$ έχει $k_c = 2 \cdot 10^{-3}$ στους 800 K ενώ η ισορροπία $AB \rightleftharpoons 1/2 A_2 + 1/2 B_2$ έχει $k_c = 0,4$ στους 1000 K. Ποιός ο θερμοχημικός χαρακτήρας της σύνθεσης του AB;

Βοηθητικά σχόλια:

- i) Βρίσκω την k_c στους 1000 K για την $A_2 + B_2 \rightleftharpoons 2AB$ χρησιμοποιώντας την τιμή της k_c των 1000 K της $AB \rightleftharpoons 1/2 A_2 + 1/2 B_2$.
- ii) Κατόπιν χρησιμοποιώ τις γνώσεις του θέματος 20.

22. Στους $\theta^\circ C$ γίνεται η αντίδραση $H_2 + I_2 \rightarrow 2HI - 12,4 \text{ kcal}$. Ποιά η θερμότητα Q στους $\theta^\circ C$ για την $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI + Q$.

Βοηθητικά σχόλια: η Q είναι η θερμότητα της αντίδρασης οπότε ακολουθεί τον ορισμό σύμφωνα με τον οποίο υπολογίζεται κατά την πλήρη μετατροπή 1 mol H_2 και 1 mol I_2 προς 2 mol HI.

23. Στους $57^\circ C$ σε κενό δοχείο όγκου 10 l εισάγονται συγχρόνως 0,54 g ατμών και 2,59 g νερού. Ποιά η σύσταση του συστήματος υγρού- ατμών μετά την αποκατάσταση της ισορροπίας; Δίνεται ότι η τάση ατμών του νερού στους $57^\circ C$ 76 mm Hg. Στο σύστημα ισορροπίας στους $57^\circ C$ εισάγονται τόσα mol CO ώστε τελικά στο δοχείο να περιέχονται 0,09 g υγρού νερού. Ποιά η μάζα του CO που τοποθετήθηκε στο δοχείο; Ποιά είναι η μερική πίεση του H_2 στο μίγμα ισορροπίας; Δίνεται στους $57^\circ C$ για την $CO + H_2O_{(g)} \rightleftharpoons CO_2 + H_2$ ότι $k_p = 0,5$.

Βοηθητικά σχόλια:

- i) Αρχικά οι ατμοί πρέπει να είναι κορεσμένοι άρα να ασκούν πίεση ίση με την τάση ατμών .
- ii) Μετά την εισαγωγή του CO αντιδρά ποσότητα H_2O και μετατοπίζεται διαρκώς η ισορροπία ατμών -υγρού. Τα mol του H_2O που αντέδρασαν τελικά με το CO, βρίσκονται με άθροιση των αρχικών ατμών της ισορροπίας και του υγρού που καταναλώθηκε.
- iii) Καταλήγουμε τελικά σε συνισορροπία με κοινό συστατικό τους υδρατμούς οι οποίοι παραμένουν κορεσμένοι, εφόσον υπάρχει και υγρό νερό.

24. Σε ποιές συνθήκες ο $CuSO_4 \cdot 5H_2O_{(s)}$ στους $25^\circ C$ θα εξατμίζεται; Πότε ο $CuSO_4 \cdot 3H_2O_{(s)}$ θα δρά σαν αφυδατικό μέσο; Δίνεται η $k_p = 1,086 \cdot 10^{-4}$ στους $25^\circ C$ για την αντίδραση $CuSO_4 \cdot 5H_2O_{(s)} \rightleftharpoons CuSO_4 \cdot 3H_2O_{(s)} + 2H_2O_{(g)}$

Βοηθητικά σχόλια:

Αν η περιεχόμενη υγρασία στην ατμόσφαιρα ασκεί πίεση P θα πρέπει να γίνει σύγκριση της P με την $P(X.I.)$ δηλαδή την πίεση των υδρατμών στην ισορροπία. Ισχύει δε $k_p = P(X.I.)$. Αν $P > P(X.I.)$ τότε ο $CuSO_4 \cdot 3H_2O_{(s)}$ αφυδατώνει ενώ για $P < P(X.I.)$ ο $CuSO_4 \cdot 5H_2O_{(s)}$ εξατμίζεται.

25. Για την αέρια ισορροπία $2HI \rightleftharpoons H_2 + I_2 + 14 \text{ Kcal}$ στους $\theta^\circ C$. Πώς μεταβάλλεται ο βαθμός διάσπασης του HI:

- i) Με αύξηση της πίεσης με $\theta = \text{σταθ.}$
- ii) Με αύξηση της θερμοκρασίας με $V = \text{σταθ.}$
- iii) Με αύξηση της μάζας του HI με $V, \theta = \text{σταθ.}$

Βοηθητικά σχόλια:

Σχόλια περί παραγόντων της X.I. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί και η σχέση που

προκύπτει με χρήση της απόδοσης $k_e = \frac{\alpha^2}{4(1-\alpha)^2}$.

Οξέα- Βάσεις- Άλατα- Ιοντική Ισορροπία

Θεωρία

A. Διάσταση -ιοντισμός

Νερό (H₂O): πολικός διαλύτης, ο πιο σημαντικός διαλύτης στη φύση
Διάσταση- Πλήρης διάσταση (για τις ετεροπολικές- ιοντικές ενώσεις, οι οποίες αποτελούνται από θετικά και αρνητικά ιόντα): όσα ιόντα προϋπάρχουν στους κρυστάλλους απελευθερώνονται και υδατώνονται στο διάλυμα της ιοντικής ένωσης.
Ιοντισμός (ομοιοπολικές ενώσεις, οι οποίες αποτελούνται από μόρια): ονομάζεται η αντίδραση των μορίων της ένωσης με τα μόρια του διαλύτη (πχ. νερού) προς σχηματισμό ιόντων.

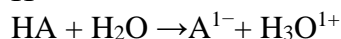
B. Θεωρία του Arrhenius

Οξύ κατά Arrhenius: ουσίες που όταν διαλυθούν στο H₂O δίνουν H⁺, π.χ. HCl.

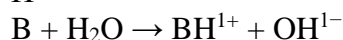
Βάση κατά Arrhenius: ουσίες που όταν διαλυθούν στο H₂O δίνουν OH⁻ π.χ. NaOH.

C. Θεωρία των Bronsted- Lowry

Οξύ κατά Bronsted-Lowry: είναι η ουσία που μπορεί να δώσει ένα ή περισσότερα H⁺



Βάση κατά Bronsted-Lowry: είναι η ουσία που μπορεί να πάρει ένα ή περισσότερα H⁺



Παρατηρήσεις:

- 1) Πρωτόνια: ιόντα H⁺ (κατιόντα υδρογόνου) ή H₃O¹⁺ (οξόνια ή υδρόνια)
- 2) Τα οξέα και οι βάσεις δεν είναι απαραίτητο να είναι μόρια, μπορούν να είναι και ιόντα.
- 3) Ένα οξύ αποβάλλει πρωτόνιο και μετατρέπεται σε βάση, τη σύζυγη του βάση. Επίσης μια βάση δέχεται πρωτόνιο και μετατρέπεται σε οξύ, το σύζυγες οξύ.
- 4) Δεν μπορεί να εκδηλωθεί όξινος χαρακτήρας χωρίς την παρουσία βάσης και δεν μπορεί να εκδηλωθεί ο βασικός χαρακτήρας χωρίς την παρουσία οξέος.
- 5) Ουσίες όπως το H₂O, που άλλοτε δρουν ως οξέα και άλλοτε ως βάσεις, ανάλογα με την ουσία με την οποία αντιδρούν, ονομάζονται αμφιπρωτικές ή αμφολύτες.

- 6) Η θεωρία Bronsted-Lowry είναι πολύ γενικότερη εκείνης του Arrhenius και επεκτείνεται εύκολα σε οποιονδήποτε διαλύτη, ερμηνεύοντας όλες τις αντιδράσεις μεταφοράς πρωτονίων.

D. Ιοντισμός Οξέων και βάσεων

Βαθμός ιοντισμού ενός ηλεκτρολύτη (α): είναι το πηλίκο του αριθμού των mol που ιοντίζονται προς το συνολικό αριθμό των mol του ηλεκτρολύτη και εκφράζει την απόδοση της αντίδρασης ιοντισμού του ηλεκτρολύτη στο διαλύτη (H_2O), αν ο ηλεκτρολύτης είναι ομοιοπολική ένωση.

$$\alpha = \frac{x}{n}, \text{ όπου } x \text{ το πλήθος των μορίων που ιοντίζονται και } n \text{ τα συνολικά μόρια του}$$

ηλεκτρολύτη (τα οποία θα ιοντίζονταν αν ο ηλεκτρολύτης ήταν ισχυρός)

Παράγοντες που επηρεάζουν το βαθμό του ιοντισμού:

- 1) Φύση ηλεκτρολύτη
- 2) Φύση διαλύτη
- 3) Θερμοκρασία
- 4) Συγκέντρωση του ηλεκτρολύτη: αύξηση συγκέντρωσης, μείωση βαθμού ιοντισμού.
- 5) Παρουσία κοινού ιόντος: μείωση βαθμού ιοντισμού.

Ο βαθμός ιοντισμού αποτελεί μέτρο σύγκρισης της ισχύος των ηλεκτρολυτών όταν γίνεται κάτω από τις ίδιες συνθήκες θερμοκρασίας ή συγκέντρωσης στον ίδιο διαλύτη, χωρίς παρουσία κοινού ιόντος.

Οξέα που ιοντίζονται πλήρως στο νερό ($\alpha > 0,9$) ονομάζονται ισχυρά (HNO_3 , HCl , HBr , HI , $HClO_4$, H_2SO_4 στην πρώτη διάσταση), ενώ τα υπόλοιπα ονομάζονται ασθενή (π.χ. HCN , $HClO$, $HCOOH$, CH_3COOH).

Διάκριση Οξέων:

- 1) Μονοπρωτικά οξέα: ιοντίζονται σε ένα στάδιο.
- 2) Διπρωτικά οξέα: ιοντίζονται σε δύο στάδια
- 3) Τριπρωτικά οξέα: ιοντίζονται σε τρία στάδια

E. Ισχύς Οξέων και Βάσεων- Μοριακή Δομή

Ισχύς οξέων: καθορίζεται από το είδος ατόμου που συγκρατεί τα άτομα του H (ηλεκτραρνητικότητα και μέγεθος)

- i) Για δεδομένη σειρά (περίοδο) του Π.Σ. η ισχύς των οξέων αυξάνεται από αριστερά προς τα δεξιά, καθώς αυξάνεται η ηλεκτραρνητικότητα του στοιχείου X που ενώνεται με το H.
- ii) Σε μια δεδομένη ομάδα του Π.Σ. η ισχύς των οξέων αυξάνεται από πάνω προς τα κάτω, κατά την ίδια σειρά που αυξάνεται η ατομική ακτίνα στοιχείου X που ενώνεται με το H.

Ισχύς βάσεων: ο βασικός χαρακτήρας των υδρογονούχων ενώσεων αυξάνει από δεξιά προς τα αριστερά και από κάτω προς τα πάνω στο Π.Σ.

Επαγωγικό φαινόμενο: ονομάζεται η μετατόπιση των ηλεκτρονίων (πόλωση) ενός δεσμού, λόγω της παρουσίας γειτονικών ομάδων ατόμων.

- Υποκαταστάτες που έλκουν ηλεκτρόνια, π.χ. αλογόνα (άτομα ή ομάδες ατόμων) προκαλούν -I επαγωγικό φαινόμενο. Το -I επαγωγικό φαινόμενο πολώνει εντονότερα το δεσμό H-X, με αποτέλεσμα να αποσπάται ευκολότερα ευκολότερα το H¹⁺, δηλαδή ευνοεί την ισχύ του οξέος.
- Οι υποκαταστάτες που απωθούνται, π.χ. μέταλλα προκαλούν +I επαγωγικό φαινόμενο. Η παρουσία υποκαταστάτη, π.χ. CH₃-, που απωθεί e-, προκαλώντας +I επαγωγικό φαινόμενο, προσδίδει στη βάση μεγαλύτερη ικανότητα να έλκει H¹⁺, οπότε η ισχύς της βάσης αυξάνεται.

F. Ιοντισμός οξέων και βάσεων στο νερό

Υδατικά διαλύματα ασθενών μονοπρωτικών οξέων.

Έστω ασθενές μονοπρωτικό οξύ HA. Θα ισχύει

$$HA + H_2O \rightarrow A^{1-} + H_3O^{1+}$$

Αρχικά:	C			
Αντιδρούν (ιοντίζονται):	-x			
Παράγονται:			+x	+x
Τελικά (Χημική- Ιοντική Ισορροπία)	C-x		x	x

Μπορούμε για την ανωτέρω ισορροπία να ορίσουμε τη σταθερά k_c

$$k_c = \frac{[BH^{1+}][OH^{1-}]}{[B][H_2O]}$$

Όμως για τη συγκέντρωση του νερού όμως ισχύει σε αραιά υδατικά διαλύματα έχουμε

$$[H_2O] = \frac{n_{H_2O}}{V} \approx \frac{m_{H_2O}}{M_r(H_2O)V_{H_2O}} = \frac{\rho_{H_2O}}{M_r(H_2O)}$$

Επομένως [H₂O] ≈ 55,55 M και μπορούμε να ορίσουμε μια νέα σταθερά, τη σταθερά του οξέος k_a

$$k_a = k_c [H_2O] = \frac{[H_3O^{1+}][A^{1-}]}{[HA]}$$

k_a: μέτρο ισχύος οξέος για ορισμένη θερμοκρασία (μεγάλη k_a, ισχυρό οξύ)

Νόμος αραιώσης Ostwald

Από τον πίνακα της ιοντικής ισορροπίας και χρησιμοποιώντας τη σχέση της σταθεράς του οξέος έχουμε

$$k_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^{1+}][\text{A}^{1-}]}{[\text{HA}]} = \frac{x^2}{C-x}$$

Αντικαθιστώντας στη συνέχεια τη σχέση $x = \alpha C$ έχουμε

$$k_a = \frac{\alpha^2 C^2}{C - \alpha C} = \frac{\alpha^2 C}{(1 - \alpha)}$$

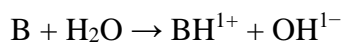
(Νόμος αραιώσης Ostwald για ασθενή οξέα)

Αν $\alpha \leq 0,1$ ή $\frac{k_a}{C} \leq 10^{-2}$ τότε $1 - \alpha \approx 1$ και

$\alpha = \sqrt{\frac{k_a}{C}}$ ή $x = \sqrt{k_a C}$ (απλοποιημένη μορφή του Νόμου του Ostwald για ασθενή οξέα)

Υδατικά διαλύματα ασθενών μονοπρωτικών βάσεων

Έστω τώρα η ασθενής μονόξινη βάση Β. Θα ισχύει



Αρχικά:	C			
Αντιδρούν (ιοντίζονται):	-x			
Παράγονται:			+x	+x
Τελικά (Χημική- Ιοντική Ισορροπία)	C-x		x	x

Μπορούμε για την ανωτέρω ισορροπία να ορίσουμε τη σταθερά k_c

$$k_c = \frac{[\text{BH}^{1+}][\text{OH}^{1-}]}{[\text{B}][\text{H}_2\text{O}]}$$

Ομοίως όμως για τη συγκέντρωση του νερού σε αραιά υδατικά διαλύματα θα ισχύει

$$[\text{H}_2\text{O}] = \frac{n_{\text{H}_2\text{O}}}{V} \approx \frac{m_{\text{H}_2\text{O}}}{M_r(\text{H}_2\text{O})V_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{\rho_{\text{H}_2\text{O}}}{M_r(\text{H}_2\text{O})}$$

Επομένως $[H_2O] \approx 55,55 M$ και μπορούμε να ορίσουμε μια νέα σταθερά, τη σταθερά της βάσης k_b

$$k_b = k_c [H_2O] = \frac{[BH^{1+}][OH^{1-}]}{[B]}$$

k_b : μέτρο ισχύος για ορισμένη θερμοκρασία (μεγάλη k_b , ισχυρή βάση)

Νόμος αραίωσης Ostwald

Από τον πίνακα της ιοντικής ισορροπίας και χρησιμοποιώντας τη σχέση της σταθεράς του οξέος έχουμε

$$k_b = \frac{[BH^{1+}][OH^{1-}]}{[B]} = \frac{x^2}{C-x}$$

Αντικαθιστώντας στη συνέχεια τη σχέση $x = \alpha C$ έχουμε

$$k_b = \frac{\alpha^2 C^2}{C - \alpha C} = \frac{\alpha^2 C}{(1 - \alpha)}$$

(Νόμος αραίωσης Ostwald για ασθενή οξέα)

Αν $\alpha \leq 0,1$ ή $\frac{k_b}{C} \leq 10^{-2}$ τότε $1 - \alpha \approx 1$ και

$$\alpha = \sqrt{\frac{k_b}{C}} \quad \text{ή} \quad x = \sqrt{k_b C}$$

(απλοποιημένη μορφή του Νόμου του Ostwald για ασθενείς βάσεις)

Σημαντική παρατήρηση: ο Νόμος αραίωσης του Ostwald δεν ισχύει:

- 1) Για ισχυρούς ηλεκτρολύτες
- 2) Για πολυπρωτικούς ηλεκτρολύτες
- 3) Στην περίπτωση επίδρασης κοινού ιόντος.

Σχέση της k_a οξέος με την k_b της συζυγούς βάσης

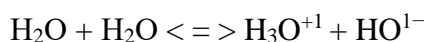
Οξύ + βάση \rightarrow συζυγής βάση + συζυγές οξύ

$$K_{a(\text{οξέος})} K_{b(\text{συζυγούς βάσης})} = K_w$$

Το ισχυρό οξύ αποβάλλει εύκολα το πρωτόνιο, συνεπώς η συζυγής βάση είναι ασθενής. Συμπερασματικά, στις αντιδράσεις οξέος-βάσης η ισορροπία μετατοπίζεται προς το ασθενέστερο οξύ και την ασθενέστερη βάση. Με άλλη λόγια, τα προϊόντα θα πρέπει να είναι λιγότερο δραστικά ή πιο ασθενή).

G. Αυτοϊοντισμός του νερού- Η έννοια του pH

Αντίδραση ιοντισμού του H₂O



Σταθερά ιοντισμού του νερού:

$$k_c = \frac{[\text{H}_3\text{O}^{1+}][\text{OH}^{1-}]}{[\text{H}_2\text{O}][\text{H}_2\text{O}]}$$

$$k_w = k_c[\text{H}_2\text{O}]^2 = [\text{H}_3\text{O}^{1+}] \cdot [\text{HO}^{1-}].$$

- 1) Καθαρό νερό: $[\text{H}_3\text{O}^{1+}] = [\text{HO}^{1-}]$.
- 2) Όξινο διάλυμα: $[\text{H}_3\text{O}^{1+}] > [\text{HO}^{1-}]$.
- 3) Βασικό διάλυμα $[\text{H}_3\text{O}^{1+}] < [\text{HO}^{1-}]$.

pH: είναι ο αρνητικός δεκαδικός λογάριθμος της συγκέντρωσης H₃O¹⁺ (H¹⁺) σε ένα υδάτινο διάλυμα.

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^{1+}] = -\log [\text{H}^{1+}]$$

Σε κάθε αραιό υδατικό διάλυμα (στους 25°C) ισχύει $k_w = 10^{-14} \text{ M}^2$, οπότε προκύπτει ότι:

- 1) Όξινα διαλύματα (25°C): $\text{pH} < 7$.
- 2) Ουδέτερα διαλύματα (25°C): $\text{pH} = 7$.
- 3) Βασικά (αλκαλικά) διαλύματα (25°C): $\text{pH} > 7$.

Ισχυρές βάσεις κατά Bronsted-Lowry: οι ισχυρές βάσεις κατά Arrhenius, τα υδροξείδια των μετάλλων.

Μελέτη ιοντικών διαλυμάτων: γράφουμε την αντίδραση ιοντισμού του H₂O μόνο όταν έχουμε $[\text{H}_3\text{O}^{1+}]$ από το οξύ μικρότερη από το 10⁻⁶M. Σε διαλύματα βάσεων γράφουμε την αντίδραση ιοντισμού του H₂O μόνο όταν έχουμε $[\text{OH}^{1-}]$ από τη βάση μικρότερη από 10⁻⁶M.

Συμπερασματικά:

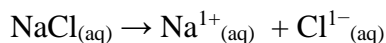
- 1) Αν σε όξινο διάλυμα προσθέσουμε H₂O, τότε προκύπτει διάλυμα με pH μεγαλύτερο του αρχικού.
- 2) Αν σε όξινο διάλυμα προσθέσουμε καθαρό οξύ και ο όγκος του διαλύματος παραμένει σταθερός, τότε η $[\text{H}_3\text{O}^{1+}]$ αυξάνεται, άρα το pH ελαττώνεται.

H. Υδρόλυση αλάτων στο νερό

Τα άλατα είναι ισχυροί ηλεκτρολύτες και όση ποσότητά τους διαλύεται στο νερό δίσταται πλήρως (100%). Ωστόσο, για την κατανόηση του αν η συμπεριφορά του διαλύματος ενός άλατος είναι όξινη, βασική ή ουδέτερη απαιτείται μελέτη του

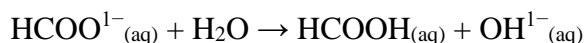
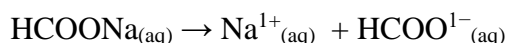
φαινομένου της υδρόλυσης των επιμέρους ιόντων του, δηλαδή να εξεταστεί αν τα ιόντα του άλατος αντιδρούν ή όχι με το νερό. Περιπτώσεις:

- i) Αλάτι ισχυρού οξέος με ισχυρή βάση, π.χ. NaCl



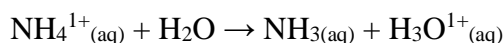
Τα ιόντα που προκύπτουν δεν αντιδρούν με το νερό και το διάλυμα είναι ουδέτερο (pH=7)

- ii) Αλάτι ισχυρής βάσης με ασθενές οξύ, π.χ. HCOONa. Το ανιόν είναι συζυγής βάση ασθενούς οξέος HA, οπότε το διάλυμα είναι βασικό (pH>7)



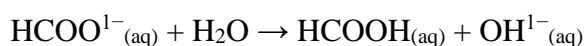
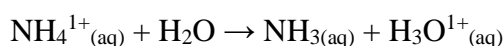
$$k_{\beta(\text{HCOO}^{1-})} = \frac{[\text{HCOOH}][\text{OH}^{1-}]}{[\text{HCOO}^{1-}]} = \frac{[\text{HCOOH}][\text{H}_3\text{O}^{1+}][\text{OH}^{1-}]}{[\text{HCOO}^{1-}][\text{H}_3\text{O}^{1+}]} = \frac{k_w}{k_{\alpha(\text{HCOOH})}}$$

- i) Αλάτι ασθενούς βάσης με ισχυρό οξύ, π.χ. NH₄Cl. Το κατιόν είναι συζυγές οξύ ασθενούς βάσης B. οπότε το διάλυμα είναι όξινο (pH<7)



$$k_{\alpha(\text{NH}_4^{1+})} = \frac{[\text{NH}_3][\text{H}_3\text{O}^{1+}]}{[\text{NH}_4^{1+}]} = \frac{[\text{NH}_3][\text{H}_3\text{O}^{1+}][\text{OH}^{1-}]}{[\text{NH}_4^{1+}][\text{OH}^{1-}]} = \frac{k_w}{k_{\beta(\text{NH}_3)}}$$

- ii) Αν έχουμε αλάτι ασθενούς οξέος με ασθενή βάση, π.χ. HCOONH₄, τότε η τελική τιμή του pH θα καθορίζεται από τη σχέση των επιμέρους σταθερών k_α και k_β.



I. Επίδραση κοινού ιόντος

Επίδραση κοινού ιόντος: είναι ένα φαινόμενο που παρατηρείται όταν σε διάλυμα ασθενούς ηλεκτρολύτη προσθέσουμε άλλο ηλεκτρολύτη (συνήθως ισχυρό) που να έχει κοινό ιόν με τον ασθενή ηλεκτρολύτη. Στην περίπτωση αυτή ο βαθμός ιοντισμού μειώνεται, λόγω μετατόπισης της ισορροπίας ιοντισμού του ασθενούς ηλεκτρολύτη προς τα αριστερά, σύμφωνα με την Αρχή Le Chatelier.

Αν σε ένα διάλυμα υπάρχουν δύο ή περισσότερες ουσίες που δίνουν ένα κοινό ιόν, π.χ. το A^- , τότε η συγκέντρωση ισορροπίας του A^- , που ικανοποιεί όλες τις ισορροπίες, είναι μία και μόνο. Η συγκέντρωση αυτή του A^- προκύπτει αν προσθέσουμε όλες τις συγκεντρώσεις των A^- στο διάλυμα, από όπου και αν αυτές προέρχονται.

Μεθοδολογία ασκήσεων

1) Γράφουμε τις ποσοτικές αντιδράσεις διπλής αντικατάστασης (όχι διαστάσεις-ιοντισμούς)

Αντιδράσεις διπλής αντικατάστασης (για να θεωρηθεί ότι πραγματοποιήθηκαν θα πρέπει να παραχθεί ένα τουλάχιστον ίζημα, αέριο ή ασθενής ηλεκτρολύτης, όπως το H_2O):

- i) οξύ + βάση = αλάτι + H_2O
- ii) οξύ₁ + αλάτι₁ = οξύ₂ + αλάτι₂
- iii) βάση₁ + αλάτι₁ = βάση₂ + αλάτι₂
- iv) αλάτι₁ + αλάτι₂ = αλάτι₃ + αλάτι₄

2) Υπολογίζουμε ποσότητες διαλυμένων ουσιών στα αρχικά διαλύματα

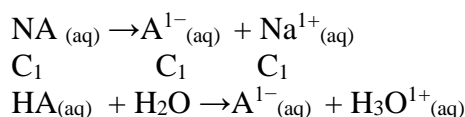
3) Υπολογίζουμε στοιχειομετρικά τις ποσότητες των ουσιών στο τελικό διάλυμα.

4) Βρίσκουμε μοριακή κατά όγκο συγκέντρωση των συστατικών του τελικού διαλύματος και επιλύουμε το πρόβλημα με βάση αυτά (γραφή διαστάσεων πλήρων και μερικών, επίδραση κοινού ιόντος κ.λ.π.)

J. Ρυθμιστικά διαλύματα

Ρυθμιστικό Διάλυμα: χαρακτηρίζεται έτσι ένα διάλυμα του οποίου το pH παραμένει σταθερό πρακτικά όταν προστεθεί σε αυτό μικρή αλλά υπολογίσιμη ποσότητα οξέων ή βάσεων. Μπορούν μέσα σε κάποια όρια να αφαιρεθούν χωρίς μεταβολή του pH. Τα διαλύματα αυτά περιέχουν ασθενές οξύ και τη σύζυγη του βάση ή ασθενή βάση και το συζυγές οξύ.

Έστω διάλυμα ασθενούς μονοπρωτικού οξέος HA και του αλάτος του με ισχυρή βάση NaA. Θα ισχύει



Αρχικά:	C ₂		C ₁	
Αντιδρούν (ιοντίζονται):	-x			
Παράγονται:			+x	+x
Τελικά (Χημική- Ιοντική Ισορροπία)	C ₂ -x		C ₁ +x	x

$$K_a = \frac{[H_3O^{1+}][A^{1-}]}{[HA]} = \frac{(C_2 + x)x}{C_1 - x} \approx \frac{C_2 x}{C_1} \approx \frac{C_2 10^{-pH}}{C_1}$$

$$pH = pK_a + \log\left(\frac{[A^{1-}]}{[HA]}\right) \text{ (εξίσωση Henderson-Hasselbach)}$$

1. Παρασκευές ρυθμιστικών διαλυμάτων

A. της μορφής A_(aq)/A⁻_(aq)

- 1) Ανάμιξη ασθενούς οξέος με τη σύζυγη του βάση
- 2) Μερική εξουδετέρωση ασθενούς οξέος από ισχυρή βάση

B. B_(aq)/BH¹⁺_(aq)

- 1) Ανάμιξη ασθενούς βάσης με το συζυγές οξύ
- 2) Ανάμιξη περίσσειας ασθενούς βάσης με ισχυρό οξύ

2. Ιδιότητες ρυθμιστικών διαλυμάτων:

- 2) Διατηρούν σταθερό pH όταν προστίθενται σε αυτά μικρές αλλά υπολογίσιμες ποσότητες ισχυρών οξέων και βάσεων. Ένα ρυθμιστικό διάλυμα περιέχει συζυγές ζεύγος οξύ-βάση. Η όξινη μορφή εξουδετερώνει βάσεις, η βασική τα οξέα.
- 3) Διατηρούν το pH τους πρακτικά σταθερό κατά την αραίωση τους σε ορισμένα όρια. Έξω από αυτά το pH τους αλλάζει (περιοχή ισχύος εξίσωσης)

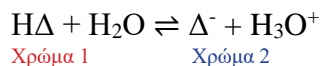
3. Εφαρμογές ρυθμιστικών διαλυμάτων:

- 1) Αναλυτική χημεία: βαθμονόμηση pH- μετρων, ποσοτική ανάλυση
- 2) Βιομηχανία: χημικές και βιοχημικές διεργασίες απαιτούν pH≈ σταθερό (βιολογικοί καθαρισμοί, βυρσοδεψία, παραγωγή χρωμάτων, λιπασμάτων κλπ.)
- 3) Ιατρική, βιολογία, φαρμακευτική: τα υγρά των οργανισμών (π.χ. αίμα) είναι ρυθμιστικά διαλύματα. Αντίστοιχα και πρέπει και οι ενδοφλέβιες ενέσεις να είναι ρυθμιστικά διαλύματα.

Κ. Δείκτες

Δείκτες οξέων-βάσεων ή ηλεκτρολυτικοί ή πρωτολυτικοί δείκτες: είναι ουσίες των οποίων το χρώμα αλλάζει ανάλογα με το pH του διαλύματος στο οποίο προστίθενται. Οι δείκτες αυτοί είναι συνήθως ασθενή οργανικά οξέα ή βάσεις των οποίων τα μόρια έχουν διαφορετικό χρώμα από τα αντίστοιχα ιόντα στα οποία έχουν ιοντιστεί. Κοινοί δείκτες: ερυθρό της φαινόλης (phenol red, PR), φαινολοφθαλεΐνη (φαιν.)

Αν ο ιοντισμός του δείκτη παρασταθεί με την εξίσωση:



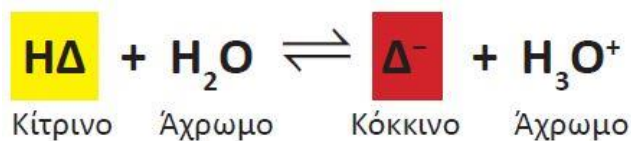
τότε σύμφωνα με τον ορισμό τα μόρια HΔ (όξινη μορφή του δείκτη) έχουν διαφορετικό χρώμα από τα ιόντα Δ⁻ (βασική μορφή του δείκτη). Τα μόρια του δείκτη (HΔ) καθώς και τα ιόντα του (Δ⁻) απορροφούν ένα μέρος από την ακτινοβολία του ορατού φωτός, με αποτέλεσμα να βλέπουμε το συμπληρωματικό χρώμα της απορροφούμενης ακτινοβολίας. Κατά κανόνα επικρατεί το χρώμα του HΔ (παρατήρηση με γυμνό μάτι), όταν η συγκέντρωση του HΔ είναι 10 φορές μεγαλύτερη από την αντίστοιχη του Δ⁻. Αντίθετα, αν η συγκέντρωση του HΔ είναι 10 φορές μικρότερη του Δ⁻ επικρατεί το χρώμα του Δ⁻. Με σταδιακή προσθήκη οξέος, η παραπάνω ισορροπία μετατοπίζεται αριστερά, οπότε το χρώμα 1 επιβάλλεται στο διάλυμα. Με προσθήκη βάσης η ισορροπία μετατοπίζεται δεξιά, οπότε το Δ⁻ επιβάλλει το χρώμα του. Το χρώμα δηλαδή που τελικά παίρνει το διάλυμα εξαρτάται από το pH και τη σταθερά ιοντισμού του δείκτη $K_{a \text{ H}\Delta}$. Ο κάθε δείκτης έχει τη δική του περιοχή αλλαγής χρώματος του δείκτη. Η περιοχή αυτή καθορίζεται ως εξής:

Αν $\text{pH} \approx \text{p}K_{a \text{ H}\Delta} - 1$, τότε επικρατεί το χρώμα του HΔ

Αν $\text{pH} \approx \text{p}K_{a \text{ H}\Delta} + 1$, τότε επικρατεί το χρώμα του Δ⁻

όπου, $\text{p}K_{a \text{ H}\Delta} = -\log K_{a \text{ H}\Delta}$

Ας πάρουμε για παράδειγμα το δείκτη ερυθρό της φαινόλης (phenol red), για το οποίο έχουμε την ισορροπία:



και του οποίου η περιοχή pH αλλαγής χρώματος είναι 6,6- 8,2. Με pH 8,2 επικρατεί το χρώμα του Δ⁻, δηλαδή το κόκκινο. Συνεπώς, αν προσθέσουμε οξύ στο διάλυμα που περιέχει το δείκτη ερυθρό της φαινόλης, μετατοπίζεται η ισορροπία προς τα αριστερά και όταν $[\text{H}\Delta] > 10 [\Delta^-]$ επικρατεί το κίτρινο χρώμα. Προσθήκη βάσης μετατοπίζει την ισορροπία προς τα δεξιά και όταν $[\Delta^-] > 10 [\text{H}\Delta]$ επικρατεί το κόκκινο χρώμα. Σε ουδέτερο pH το διάλυμα παίρνει ένα ενδιάμεσο χρώμα, δηλαδή πορτοκαλί. Τα παραπάνω παρουσιάζονται στο σχήμα που ακολουθεί:

L. Ογκομέτρηση (οξυμετρία- αλκαλιμετρία)

Ογκομέτρηση: είναι η διαδικασία ποσοτικού προσδιορισμού μιας ουσίας με μέτρηση του όγκου διαλύματος γνωστής συγκέντρωσης (πρότυπου διαλύματος) που χρειάζεται για πλήρη αντίδραση με την ουσία. Είδη ογκομέτρησης:

- 1) Οξυμετρία: ογκομετρείται διάλυμα βάσης με πρότυπο διάλυμα οξέος.
- 2) Αλκαλιμετρία: ογκομετρείται διάλυμα οξέος με πρότυπο διάλυμα βάσης.

Ισοδύναμο σημείο: είναι το σημείο της ογκομέτρησης που έχει αντιδράσει πλήρως (στοιχειομετρικά) η ουσία με ορισμένη ποσότητα του πρότυπου διαλύματος.

Τελικό σημείο ή πέρασ της ογκομέτρησης: το σημείο στο οποίο παρατηρείται χρωματική αλλαγή του ογκομετρούμενου διαλύματος ονομάζεται. Όσο πιο κοντά είναι το τελικό σημείο με το ισοδύναμο τόσο ακριβέστερη είναι η ογκομέτρηση.

Καμπύλη ογκομέτρησης: αν παραστήσουμε γραφικά την τιμή του pH του άγνωστου διαλύματος, όπως προκύπτει από ένα pH μέτρο, σε συνάρτηση με τον όγκο του προστιθέμενου πρότυπου διαλύματος παίρνουμε μια καμπύλη η οποία λέγεται καμπύλη ογκομέτρησης.

Ασκήσεις Α΄ Ομάδας

1. Σε 200 ml δείγματος HNO_3 0,063% κ.ό. προστίθενται 0,012 g HNO_3 . Ποια η $[\text{H}^{1+}]$ του δείγματος που προκύπτει;
2. Αναμειγνύονται 200 ml HCl 0,2 M με 300 ml HCl C M. Τελικά προκύπτει δείγμα με $[\text{H}^+] = 0,1$ M. Ποια η C του δεύτερου διαλύματος;
3. Σε ποιο τελικό όγκο πρέπει να αραιωθούν 200 ml δείγματος NaOH 0,1 M ώστε να μεταβληθεί κατά 90% η $[\text{OH}^{1-}]$ του δείγματος;
4. Σε 2 l δείγματος HCl 0,365% κ.ό. διαλύονται V l αερίου HCl σε Κ.Σ. χωρίς μεταβολή όγκου του δείγματος. Ποια η τιμή V l αν η $[\text{H}^+]$ του δείγματος είναι 0,1M.
5. Σε 5 l H_2O διαλύθηκαν 4,48 l αερίου μίγματος HCl και HBr μετρημένο σε Κ.Σ. Αν δεν παρατηρήθηκε μεταβολή όγκου ποια η $[\text{H}_3\text{O}^+]$ του τελικού δείγματος;
6. 200 ml δείγματος HNO_3 με $[\text{H}^+] = 0,15\text{M}$ αραιώνονται στα 500 ml. Σε 100 ml από το δείγμα αυτό προστίθενται 0,365 g HCl , χωρίς μεταβολή όγκου. Ποια η $[\text{H}^+]$ του δείγματος που προκύπτει;
7. Δείγμα μονοπρωπικού οξέος με $M_r = 60$ περιέχει 0,6 g του οξέος σε 500 ml δείγματος. Το οξύ εμφανίζει βαθμό διάσπασης 1%. Ποια η H^+ του οξέος;
8. Ποια η H^+ δείγματος H_2SO_4 0,05 M αν θεωρηθεί ισχυρό και στις δύο βαθμίδες διάσπασης;
9. Σε νερό διαλύονται 4,3 g ισομοριακού μίγματος Na και Ca και προκύπτει δείγμα όγκου 2 l. Ποια η $[\text{OH}^-]$ του δείγματος που προκύπτει;

10. Σε δείγμα HCl 0,1M και HCOOH 1M δίνεται ότι η $[H^+]$ ότι 0,11 M. Ποιος ο βαθμός ιοντισμού του HCOOH;
11. Αναμειγνύονται ίσοι όγκοι δείγματος NH_3 0,2 M και 0,4 M. Το δείγμα που προκύπτει εμφανίζει $[OH^-]$ 0,003 M. Ποιος ο βαθμός ιοντισμού της NH_3 στο τελικό μίγμα;
12. Υπολογίστε το pH των παρακάτω διαλυμάτων που έχουν συγκέντρωση ιόντων H_3O^+ σε $mole.l^{-1}$.
- i) 10^{-4}
 - ii) 10^{-6}
 - iii) 10^{-8}
 - iv) 10
 - v) 1
13. Υπολογίστε το pH των παρακάτω διαλυμάτων που έχουν συγκέντρωση ιόντων HO^- σε $mole.l^{-1}$.
- i) 10^{-4}
 - ii) 10^{-6}
 - iii) 10^{-8}
 - iv) 10
 - v) 1
14. Υπολογίστε την $[H_3O^+]$ και την $[OH^-]$ στα διαλύματα που έχουν τα παρακάτω pH
- i) 3
 - ii) 0
 - iii) 5
 - iv) 6
 - v) 8
 - vi) 9
 - vii) 12

viii) 14

15. Υπολογίστε το pH στα παρακάτω διαλύματα:

- i) Διάλυμα HCl 0,01 M.
- ii) Διάλυμα H₂SO₄ 0,05 M .
- iii) Διάλυμα HNO₃ 10⁻⁷ M

16. Υπολογίστε το pH στα παρακάτω διαλύματα:

- i) Διάλυμα NaOH 0,1 M.
- ii) Διάλυμα Ba(OH)₂ 0,005 M.
- iii) Διάλυμα NaOH 10⁻⁷ M.

17. Να βρείτε την μοριακότητα κατά όγκο (mole.l⁻¹) του HCl στα παρακάτω διαλύματα :

- i) διάλυμα HCl με pH = 1.
- ii) διάλυμα HCl με pH = 2.

18. Να βρείτε την μοριακότητα κατά όγκο (mole.l⁻¹) του NaOH στα παρακάτω διαλύματα :

- i) διάλυμα NaOH με pH =13
- ii) διάλυμα NaOH με pH = 12.

19. Βρείτε το pH των παρακάτω διαλυμάτων:

- i) 100 ml HCl 0,1 M
- ii) 50 ml NaOH 0,1
- iii) 200 ml διαλύματος H₂SO₄ 0,05 M
- iv) 200 ml διαλύματος Ca(OH)₂ 0,05 M
- v) 30 ml NH₃ 0,1 M με βαθμό διάστασης 10%.
- vi) 45 ml CH₃COOH 0,01 M με βαθμό διάστασης 10%
- vii) 300 ml NaCl 4% κ.ό.

20. Υπολογίστε το pH ενός διαλύματος που παρασκευάζουμε διαλύοντας 0,14 g KOH σε 250 ml αποσταγμένου νερού. Δίνεται $M_r(\text{KOH}) = 56$.
21. Υπολογίστε το pH ενός διαλύματος που παρασκευάζουμε διαλύοντας $3,7 \cdot 10^{-2}$ g $\text{Ca}(\text{OH})_2$ σε 100 ml αποσταγμένου νερού.
22. Να βρείτε το pH 200 ml διαλύματος HCl 0,0365% κ.ό.
23. Βρείτε το pH των παρακάτω διαλυμάτων:
- i) διάλυμα που προκύπτει με ανάμιξη 100 ml HCl 0,4 M και 300 ml H_2O
 - ii) διάλυμα που προκύπτει με διάλυση 4 g NaOH σε 100 ml H_2O
 - iii) διάλυμα που προκύπτει με ανάμιξη 50 ml NaOH 0,02 M και 50 ml H_2O .
 - iv) διάλυμα που προκύπτει με διάλυση 5,6 ml (Κ.Σ.) αέριου HCl σε 250 ml H_2O .
24. Σε κατάλληλη ποσότητα νερού διοχετεύονται 5,6 HCl (μετρημένα σε Κ.Σ.), οπότε τελικά σχηματίζονται 500 ml διαλύματος. Αν 25 ml από το διάλυμα αυτό αραιωθούν σε όγκο 12 ml ποιο θα είναι το pH του αραιωμένου διαλύματος;
25. Ποιο είναι το pH κανονικού διαλύματος HCl; Ποιο θα είναι το pH με αραιώση στο εκατονταπλάσιο του όγκου του; Σε ποια οριακή τιμή θα τείνει το pH με άπειρη αραιώση του αρχικού διαλύματος;
26. Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμιξούμε διάλυμα HCl με pH = 1 και διάλυμα HCl με pH = 3 για να προκύψει διάλυμα HCl με pH = 2.
27. Πόσα ml νερού πρέπει να προσ1ίεσουμε σε 10 ml διαλύματος HCl 0,1 M για να παρασκευάσουμε διάλυμα με pH = 3.
28. Πόσο θα μεταβληθεί το pH διαλύματος KOH 0,01 M αν αραιωθεί το διάλυμα 10 φορές.

29. Βρείτε το pH των παρακάτω διαλυμάτων:

- i) Διαλύματος που προκύπτει με ανάμιξη 200 ml HCl 0,05 M και 50 ml HCl 0,3 M
- ii) Διαλύματος που προκύπτει με ανάμιξη 100 ml.

30. Βρείτε το pH των παρακάτω διαλυμάτων:

- i) Διαλύματος που προκύπτει με ανάμιξη 50 ml HCl 0,5 M και 100 ml NaOH 0,25 M
- ii) Διαλύματος που προκύπτει με ανάμιξη 50 ml H₂SO₄ 0,1 M και 50 ml KOH 0,2 M.

31. Βρείτε το pH των παρακάτω διαλυμάτων :

- i) Διαλύματος που προκύπτει με ανάμιξη 200 ml HCl 0,4 M και 200 ml NaOH 0,2 M
- ii) Διαλύματος που προκύπτει με ανάμιξη 200 ml KOH 0,4 M και 200 ml HNO₃ 0,2 M
- iii) Διαλύματος που προκύπτει με ανάμιξη 100 ml H₂SO₄ 0,2 M και 100 ml NaOH 0,2 M.

32. Υπολογίστε τα pH των διαλυμάτων που προκύπτουν αν μέσα σε ένα διάλυμα 50 ml HCl ρίξουμε τις παρακάτω ποσότητες από ένα διάλυμα NaOH 0,1 M :

- i) 0 ml
- ii) 49 ml
- iii) 49,9 ml
- iv) 50 ml
- v) 50,1 ml
- vi) 51 ml

33. Ποιο το pH διαλύματος HNO₃ 0,063% κ.ό.;

34. Να δειχθεί ο οξειδωτικός χαρακτήρας του KMnO₄ και ο αναγωγικός του SO₂. Ποιά η επίδραση αύξησης του pH στην επίδραση του KMnO₄ επί SO₂;

35. Σε 200 ml διαλύματος KMnO_4 0,5 M προσθέτουμε περίσσεια διαλύματος HCl . Το αέριο που ελευθερώνεται αντιδρά ποσοτικά με H_2 και το αέριο προϊόν της αντίδρασης διαλύεται στο νερό και προκύπτει διάλυμα όγκου 1 l. Να υπολογιστεί το pH του διαλύματος αυτού.
36. Διάλυμα HCl έχει $\text{pH} = 1$. Πόσος όγκος διαλύματος KMnO_4 0,2 M απαιτείται για να αντιδράσει πλήρως με 400 ml του διαλύματος του οξέος;
37. Σε 300 ml διαλύματος NaCl προσθέτουμε οξινισμένο διάλυμα KMnO_4 . Το αέριο A που ελευθερώνεται απ' την αντίδραση διαλύεται σε νερό. Στο διάλυμα που προκύπτει διοχετεύουμε ορισμένη ποσότητα SO_2 που έχει ίσο όγκο με το αέριο A, στις ίδιες συνθήκες. Το τελικό διάλυμα απαιτεί για πλήρη εξουδετέρωση 200 ml διαλύματος KOH που έχει $\text{pH} = 14$. Να υπολογιστεί η % κ.ό. περιεκτικότητα του αρχικού διαλύματος NaCl .
38. Σε 400 ml διαλύματος ισχυρού οξέος H_2A 0,5 N προσθέτουμε στερεό NaOH , χωρίς να μεταβληθεί ο όγκος του διαλύματος, οπότε σχηματίζεται διάλυμα με $\text{pH} = 1$. Να υπολογιστούν:
- Το ποσό θερμότητας που εκλύεται.
 - Η οσμωτική πίεση του τελικού διαλύματος στους 27°C .
- Δίνεται η θερμότητα εξουδετέρωσης $14 \text{ kcal.g-eq}^{-1}$.
39. 4,01 g ισομοριακού μίγματος των αλάτων MCl και M_2SO_4 , διαλύονται στο H_2O και προκύπτει διάλυμα όγκου 400 ml. Το διάλυμα αυτό είναι ισοτονικό με διάλυμα ασθενούς οξέος HA 0,2 M στο οποίο ο βαθμός ιονισμού είναι 25%. Αν τα δύο διαλύματα έχουν την ίδια θερμοκρασία, να υπολογισθεί το ατομικό βάρος του M.

Ασκήσεις Β' Ομάδας

- Αναμιγνύονται 200 ml διαλύματος HCl 0,2M με 200 ml διαλύματος μονοπρωτικού οξέος 0,2 M με $[\text{H}^+] = 0,2 \text{ M}$.
 - Ποιο το pH του διαλύματος που προκύπτει;
 - Πόσος όγκος διαλύματος NH_3 0,17 % κ.ό. απαιτείται για πλήρη εξουδετέρωση του διαλύματος που προκύπτει μετά την ανάμειξη;
- Ποιο το pH διαλύματος HNO_2 0,25M στο οποίο εμφανίζει βαθμό διάστασης 0,04;
- Διάλυμα NH_3 εμφανίζει βαθμό διάστασης 0,02 και $\text{pH} = 11$. Πόσα g H_2SO_4 απαιτούνται για να εξουδετερώσουν πλήρως 0,5 l του παραπάνω διαλύματος; Δίνεται $k_w = 10^{-14}$.

4. Αναμιγνύονται 40 ml διαλύματος HCl 0,15 M και 100 ml διαλύματος HCl 0,08 M. Προκύπτει έτσι διάλυμα Α. Το Α χωρίζεται σε δύο ίσα μέρη. Στο πρώτο προστίθενται 10 ml διαλύματος NaOH 0,3 M. Στο δεύτερο μέρος προστίθενται m g AgNO₃ μέχρι παύσεως σχηματισμού στερεού.
- Ποιο το pH του διαλύματος Α;
 - Το διάλυμα που προέκυψε μετά την προσθήκη του διαλύματος της βάσης στο πρώτο μέρος είναι βασικό ή όξινο; Πόσος όγκος δεκατοκανονικού διαλύματος οξέος ή βάσης απαιτείται αντίστοιχα για πλήρη εξουδετέρωση;
 - Ποια η μάζα m που προστέθηκε δεύτερο στο μέρος;
5. Ποιο το pH των παρακάτω διαλυμάτων, αν δίνεται ότι $k_w = 10^{-14}$.
- Διάλυμα Ca(OH)₂ 0,05M.
 - Διάλυμα HI 1,28% κ.ό.;
6. 0,4 l διαλύματος HNO₃ με pH = 1 αραιώνονται με 3,6 l νερό. Ποιο το pH του διαλύματος που προκύπτει;
7. Ποια μεταβολή θα υποστεί το pH διαλύματος HCl 0,1 M όταν:
- Προσθέσουμε διάλυμα HCl 0,01 N;
 - Προσθέσουμε καθαρό νερό;
 - Προσθέσουμε διάλυμα NaOH 0, 1 N;
8. Ένα διάλυμα οξέος HA 0,01 M εμφανίζει $[H^+] = 10^{-4}$ M.
- Το οξύ είναι ισχυρό ή ασθενές;
 - Ποιο το pH του διαλύματος και ο βαθμός διάστασης του οξέος;
9. Σε διάλυμα HCN που ως γνωστόν είναι ασθενές οξύ προστίθεται στερεό NaCN (χωρίς μεταβολή όγκου του διαλύματος). Το pH του διαλύματος αυξήθηκε, μειώθηκε ή έμεινε αμετάβλητο;
10. Ποιο το pH διαλύματος διπρωτικού οξέος 0,008 M όπου η πρώτη διάσταση είναι πλήρης και η δεύτερη ασθενής με απόδοση 25%;

11. Διάλυμα $\text{Ba}(\text{OH})_2$ έχει $\text{pH} = 13$ και όγκο $V_0 = 200 \text{ ml}$. Ποια η κανονικότητά του; Πόσος όγκος διαλύματος HCl με $\text{pH} = 1$ απαιτείται για να προκύψει διάλυμα με $\text{pH} = 2$; Δίνεται ότι $k_w = 10^{-14}$.
12. Ποια μάζα CaO πρέπει να θερμανθεί με διάλυμα $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ώστε το αέριο που θα προκύψει να αντιδρά πλήρως με 50 ml διαλύματος HCl $0,8 \text{ N}$;
13. 50 ml διαλύματος H_2SO_4 $0,1 \text{ M}$ αναμιγνύονται με 150 ml διαλύματος HCl που έχει $\text{pH} = 1$. Στο διάλυμα που προκύπτει προστίθενται 200 ml διαλύματος NaOH $0,05 \text{ M}$. Πόσα g K_2O απαιτούνται για πλήρη εξουδετέρωση του διαλύματος που προέκυψε;
14. Σε 2 l νερό προστίθενται $m \text{ g}$ μεταλλικού Na , χωρίς μεταβολή όγκου. Έτσι προκύπτει υδατικό διάλυμα με $\text{pH} = 12$ ενώ εκλύεται και αέριο συνολικού όγκου V σε Κ.Σ.
- i) Ποια η τιμή του m ;
- ii) Ποιος ο όγκος V ;

Δίνεται ότι $k_w = 10^{-14}$.

15. Σε 200 ml διαλύματος $\text{Ca}(\text{OH})_2$ $0,05 \text{ M}$ προστίθενται $m \text{ g}$ HNO_3 ώστε το pH του διαλύματος να μεταβληθεί κατά 2 μονάδες.
- i) Ποια η μάζα m ;
- ii) Ποια η τιμή του pH του τελικού διαλύματος;

Δίνεται ότι $k_w = 10^{-14}$.

16. 70 g μίγματος Na και K διαλύονται σε νερό. Το $\frac{1}{10}$ του διαλύματος που προκύπτει εξουδετερώνεται με 125 ml διαλύματος H_2SO_4 $0,8 \text{ M}$. Ποια η κατά βάρος σύσταση του μίγματος;
17. $11,1 \text{ g}$ μίγματος KBr και NaBr αντιδρούν πλήρως με 125 ml διαλύματος AgNO_3 $0,8 \text{ M}$.
- i) Ποια ή ποσότητα του μίγματος;
- ii) Ποια η μάζα του ιζήματος που καταβυθίζεται;

18. Σε 100 ml διαλύματος NaCl και HCl προστίθενται περίσσεια διαλύματος $Pb(NO_3)_2$ οπότε καταβυθίζονται 27,8 g λευκού ιζήματος. Ίση ποσότητα από το αρχικό μίγμα αντιδρά πλήρως με 750 ml διαλύματος $Ba(OH)_2$ 0,1 M.

- i) Ποιο το pH του αρχικού διαλύματος;
- ii) Ποια η $[Cl^{-1}]$ του αρχικού διαλύματος;

19. Για την εξουδετέρωση 10 ml διαλύματος μονοβασικού οξέος απαιτούνται 20 ml διαλύματος NaOH 0,55 M. Το διάλυμα που προκύπτει εξατμίζεται μέχρι ξηρού και απομένουν 0,693 g στερεού.

- i) Ποια η Normality του διαλύματος του οξέος;
- ii) Ποιο το M_r του οξέος;

20. Σε κάποιο υδατικό διάλυμα ισχύει $[H_3O^+] = 1000 \cdot [OH^-]$. Να υπολογιστεί το pH του διαλύματος. Δίνεται ότι $k_w = 10^{-14}$.

21. Πόσα ιόντα OH^- περιέχονται σε 1 ml διαλύματος με $pH = 13$. Δίνεται ότι $N_A = 6,023 \cdot 10^{23}$.

22. Αναμιγνύουμε 45 ml διαλύματος HCl 0,2 M με 10 ml διαλύματος HBr 0,1 M. Το διάλυμα που προκύπτει αραιώνεται σε τελικό όγκο 100 ml. Να υπολογιστεί το pH του τελικού διαλύματος.

23. Πόσα l αέριας NH_3 (σε Κ.Σ.) πρέπει να διαβιβάσουμε σε 2,5 l διαλύματος NH_3 0,01 M ώστε το pH του διαλύματος να γίνει 1. Θεωρείστε ότι ο όγκος του διαλύματος δε μεταβάλλεται. Για την NH_3 $k_b = 2 \cdot 10^{-5}$.

24. Σε διάλυμα NH_3 προστίθεται

- i) καθαρό νερό.
- ii) αέρια NH_3 .
- iii) στερεό NH_4Cl .
- iv) στερεό NaOH

Ποια μεταβολή θα παρουσιάσει το pH του διαλύματος σε κάθε περίπτωση; Να θεωρηθεί ότι η προσθήκη στερεού ή αερίου δε μεταβάλλει τον όγκο του διαλύματος.

25. Σε 100 ml διαλύματος περιέχονται 0,365 g HCl. Πόσα ml νερού πρέπει να προσθέσουμε στο διάλυμα αυτό ώστε να προκύψει διάλυμα που θα έχει pH τριπλάσιο από το αρχικό;
26. Σε 100 ml διαλύματος KOH 0,8 N διοχετεύουμε ορισμένο όγκο αερίου HCl. Το διάλυμα που προκύπτει αραιώνεται σε τελικό όγκο 500 ml. Αν το pH του τελικού διαλύματος είναι 13, να υπολογιστεί ο όγκος του HCl που διοχετεύσαμε σε Κ.Σ.
27. Σε 100 ml διαλύματος HCl 2M προσθέτουμε ορισμένο όγκο κανονικού διαλύματος KOH και αραιώνουμε το διάλυμα που προκύπτει σε όγκο 1 l. Αν το τελικό διάλυμα έχει $\text{pH} = 1$, να υπολογιστεί ο όγκος του διαλύματος KOH που προσθέσαμε.
28. Σε 400 ml διαλύματος HCl που έχει $\text{pH} = 1$ προσθέτουμε 1,17 g Zn. Να υπολογιστεί το pH του διαλύματος που προκύπτει και ο όγκος του αερίου που ελευθερώνεται σε S.T.P.
29. Αναμιγνύουμε ίσους όγκους διαλυμάτων ισχυρού οξέος 0,5 N και ισχυρής βάσης 0,3 N. Να υπολογιστεί το pH του διαλύματος που προκύπτει.
30. Αναμιγνύουμε 100 ml διαλύματος HNO_3 0,5 N με 200 ml διαλύματος ισχυρού οξέος 0,2 N και 300 ml διαλύματος ισχυρής βάσης 0,2 N. Αν το διάλυμα που προκύπτει αραιωθεί σε όγκο 3 l, να υπολογιστεί το pH του τελικού διαλύματος.
31. Υδατικό διάλυμα έχει $\text{pH} = 4$. Να υπολογιστεί πόσα ιόντα H_3O^+ και πόσα ιόντα OH^- περιέχονται σε 100 ml του διαλύματος. Δίνονται: $K_w = 10^{-14}$ και $N_A = 6 \cdot 10^{23}$.
32. Σε 1100 ml διαλύματος NaOH που έχει $\text{pH} = 9$ προσθέτουμε 10 ml διαλύματος NaOH 0,01 M. Να υπολογιστεί το pH του διαλύματος που προκύπτει.
33. Σε 20 ml υδατικού διαλύματος KOH 0,5 N προσθέτουμε 30 ml υδατικού διαλύματος KOH 1 M. Το διάλυμα που προκύπτει αραιώνεται σε όγκο 400 ml. Να υπολογιστεί το pH του τελικού διαλύματος.

34. Ένα μίγμα περιέχει $\text{Ca}(\text{OH})_2$ και NaOH με αναλογία mol 1:2 αντίστοιχα. Το μίγμα διαλύεται σε νερό, οπότε προκύπτουν 4 l διαλύματος με $\text{pH} = 13$. Να υπολογιστεί η μάζα του αρχικού μίγματος.

35. Σε 100 ml διαλύματος περιέχονται 0,365 g HCl . Πόσα ml νερού πρέπει να προσθέσουμε στο διάλυμα αυτό ώστε να προκύψει διάλυμα που θα έχει pH τριπλάσιο από το αρχικό;

36. Διάλυμα CH_3COOH έχει συγκέντρωση 2 M.

i) Να βρεθεί ο βαθμός ιονισμού του οξέος.

ii) Πόσα ml νερού πρέπει να προσθέσουμε σε 60 ml διαλύματος, ώστε ο βαθμός ιονισμού του οξέος να διπλασιαστεί;

Δίνεται ότι για το CH_3COOH $k_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$.

37. Ο βαθμός διάστασης του ασθενούς οξέος HA σε διάλυμα 0,4 M είναι 0,5%. Να βρεθεί ο βαθμός διάστασης του HA αν σε 1 l του παραπάνω διαλύματος:

i) προσθέσουμε 0, 1 mol HA , χωρίς να μεταβληθεί ο όγκος.

ii) εξατμίσουμε 500 ml νερού.

38. Διάλυμα CH_3COOH έχει περιεκτικότητα 0,6 % κ.ό.

i) Να υπολογιστεί ο βαθμός διάστασης του CH_3COOH στο διάλυμα αυτό.

ii) Πόσα g καθαρού CH_3COOH πρέπει να προστεθούν σε 500 ml διαλύματος, ώστε να μεταβληθεί ο βαθμός διάστασης κατά 50%;

Να θεωρηθεί ότι με την προσθήκη του CH_3COOH δε μεταβάλλεται ο όγκος του διαλύματος. Δίνεται ότι για το CH_3COOH $k_a = 10^{-5}$.

39. Αναμιγνύουμε 100 ml ενός διαλύματος CH_3COOH στο οποίο δίσταται 1% με 100 ml διαλύματος HClO στο οποίο δίσταται 0,02%. Να βρεθούν οι βαθμοί διάστασης των οξέων στο διάλυμα που προκύπτει. Εξηγήστε θεωρητικά τη μεταβολή που παρατηρείται στους βαθμούς διάστασης των δύο οξέων. Δίνεται ότι για το CH_3COOH $k_a = 2 \cdot 10^{-5}$, για το HClO $k_a = 4 \cdot 10^{-8}$.

40. Διαθέτουμε διάλυμα NH_3 . Απ' το διάλυμα αυτό παίρνουμε 10 ml και τα αραιώνουμε σε τελικό όγκο 50 ml. 20 ml απ' το αραιωμένο διάλυμα απαιτούν για πλήρη εξουδετέρωση 40 ml διαλύματος HCl με $\text{pH} = 2$. Να βρεθεί το pH του αρχικού διαλύματος της NH_3 . Για την NH_3 $k_b = 10^{-5}$.

41. Δύο διαλύματα HCl και CH₃COOH έχουν το ίδιο pH. Για την εξουδετέρωση 100 ml από το διάλυμα HCl απαιτούνται 10 ml διαλύματος NaOH 0,01 N. Να βρεθεί ο βαθμός διάστασης του CH₃COOH στο διάλυμα αυτό. Δίνεται ότι για το CH₃COOH : $k_a = 2 \cdot 10^{-5}$.
42. Σε ένα πείραμα χρειαζόμαστε ρυθμιστικό διάλυμα που παρουσιάζει pH μεταξύ 4 και 6. Σε ποια όρια πρέπει να βρίσκεται η τιμή του λόγου των συγκεντρώσεων του ασθενούς οξέος και του μετά νατρίου άλατος του, ώστε να έχουμε τιμή pH στα παραπάνω όρια; Δίνεται $k_a(\text{οξέος}) = 10^{-5}$.
43. Ποια η τιμή του pH κανονικού διαλύματος NaOH; Σε ποια τιμή τείνει το pH με άπειρη αραιώση;
44. Ασθενές μονοπρωτικό οξύ έχει σταθερά $1,32 \cdot 10^{-5}$ και μοριακό βάρος 74. Πόσα g άλατος Na του οξέος πρέπει να προσθέσουμε σε 3 l διαλύματος του οξέος 0,0076 M, ώστε να προκύψει νέο διάλυμα που το pH του διαφέρει κατά 2 μονάδες από το αρχικό;
45. Πόσα ml νερό και πόσα ml διαλύματος HCl 6 M πρέπει να προσθέσουμε σε 2 ml διαλύματος NaA 0,3 M, ώστε να προκύψει διάλυμα με συγκέντρωση 0, 1 M στο ασθενές οξύ HA και pH = 0;
46. Προσθέτουμε μεταλλικό νάτριο σε 50 l H₂O, οπότε εκλύονται 0,56 l αερίου μετρημένα σε Κ.Σ. Αν η πυκνότητα του διαλύματος που προκύπτει είναι 1,0042 ml, να βρεθεί το pH του διαλύματος. Στο διάλυμα προστίθενται στη συνέχεια 1 mol ασθενούς οξέος HA χωρίς να μεταβληθεί ο όγκος. Να βρεθεί το pH του τελικού διαλύματος. Για το HA $k_a = 10^{-4}$.
47. Σε ορισμένο όγκο διαλύματος HCl 1 M προσθέτουμε στερεό NaCN και το διάλυμα οπού προκύπτει αραιώνεται σε όγκο 1 l. Τελικά προκύπτει ρυθμιστικό διάλυμα με pH = 10 στο οποίο η συγκέντρωση του NaCN είναι 0,4 M. Να υπολογιστεί ο όγκος του διαλύματος HCl και η ποσότητα του NaCN που προσθέσαμε. Για το HCN $k_a = 10^{-10}$.
48. Σε 500 ml διαλύματος CH₃COOH $\frac{5}{9}$ M προσθέτουμε 7,6 g τριένυδρου οξικού καλίου (CH₃COOK.3H₂O), χωρίς να μεταβληθεί ο όγκος του διαλύματος.

i) Να εξετάσετε αν θα αυξηθεί ή θα ελαττωθεί το pH του διαλύματος.

ii) Να υπολογιστεί η μεταβολή που παρουσιάζει το pH.

Για το CH_3COOH : $k_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$.

49. Σε 200 ml HCl 0,18 N προσθέτουμε 0,236 mol ασθενούς μονόξινης βάσης. Το διάλυμα που προκύπτει έχει $\text{pH} = 10$. Ποια η k_b της βάσης;

50. Ποια μεταβολή του pH διαλύματος NH_3 0,05 M και NH_4Cl 0,15 M όταν σε 80 ml από αυτό προσθέτουμε ξεχωριστά κάθε φορά :

i) $8 \cdot 10^{-4}$ mol HCl.

ii) $8 \cdot 10^{-4}$ mol NaOH.

iii) 20 ml διαλύματος KOH 0,1 M.

51. Κάποιος όγκος διαλύματος CH_3COOH εξουδετερώνεται από διπλάσιο όγκο διαλύματος NaOH. Αναμειγνύονται ίσοι όγκοι από τα παραπάνω διαλύματα. Ποιο το pH του διαλύματος που προκύπτει; Δίνεται $k_a = 10^{-5}$, $k_w = 10^{-14}$ και ότι κατά την ανάμειξη των διαλυμάτων δεν παρατηρείται συστολή ή διαστολή όγκου.

52. Διάλυμα NH_3 , με $k_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$, για να εξουδετερωθεί απαιτεί 100 ml διαλύματος HCl. Ποια θα είναι η $[\text{OH}^-]$ του διαλύματος όταν θα έχουν προστεθεί στο διάλυμα της NH_3 20 ml από το διάλυμα του HCl;

53. Ποιο το pH των παρακάτω διαλυμάτων;

i) Διαλύματος NaHSO_4 0,1 M και Na_2SO_4 0,1 M καθώς,

ii) Διαλύματος H_2SO_4 0,1 M και NaHSO_4 0,1 M.

Δίνεται $k_a(\text{HSO}_4^-) = 10^{-2}$.

54. Ρυθμιστικό διάλυμα Α έχει CH_3COOH 1 M και CH_3COONa 2 M και διάλυμα Β έχει HCOOH 0,1 M και HCOONa 2 M. Σε 1 l κάθε ενός από τα διαλύματα αυτά προσθέτουμε 0,01 mol NaOH. Ποια η μεταβολή που παρουσιάζει το pH του κάθε διαλύματος; Ποιο από τα δύο διαλύματα έχει μεγαλύτερη ρυθμιστική δράση;

55. Ασθενές οξύ HA διαλύεται σε κάποια ποσότητα νερού και ογκομετρείται με διάλυμα ισχυρής βάσης, άγνωστης συγκέντρωσης. Στο διάλυμα του οξέος

έχουν προστεθεί σταγόνες δείκτη για τον καθορισμό του τελικού σημείου. Όταν έχουν προστεθεί 36 ml διαλύματος της βάσης το pH είναι 5, ενώ παρατηρείται αλλαγή χρώματος του διαλύματος όταν έχουν προστεθεί 56 ml του διαλύματος της βάσης. Ποια η k_a του οξέος;

56. 9,4 g μίγματος που αποτελείται από CH_3COONa και CH_3COOK διαλύονται σε νερό, οπότε προκύπτει διάλυμα όγκου 500 ml. Αν το pH του διαλύματος είναι 9 να υπολογιστεί η σύσταση του αρχικού μίγματος. Για το CH_3COOH $k_a = 2 \cdot 10^{-5}$, $k_w = 10^{-14}$.

57. Διάλυμα ασθενούς οξέος HA 0,1 M έχει όγκο 500 ml.

- i) Ποιο το pH του διαλύματος;
- ii) Πόσα g από το HA πρέπει να προσθέσουμε στο διάλυμα αυτό, ώστε να μεταβληθεί το pH κατά μισή μονάδα;
- iii) Πόσα g από το άλας NaA πρέπει να προσθέσουμε στο αρχικό διάλυμα ώστε να μεταβληθεί το pH κατά μισή μονάδα;

Με την προσθήκη ο όγκος του διαλύματος δε μεταβάλλεται. Για το HA $k_a = 10^{-4}$ και $M_r = 40$.

58. Η ωσμωτική πίεση ενός υδατικού διαλύματος $\text{Ba}(\text{OH})_2$ είναι 3,6654 atm στους 25°C . Ποιο το pH του διαλύματος; Δίνεται $k_w = 10^{-14}$.

59. Πόσες φορές πρέπει να μεταβληθεί και πώς η $[\text{H}_3\text{O}^+]$ διαλύματος, ώστε το pH του να μειωθεί κατά δύο μονάδες;

60. 1 l διαλύματος AgCl περιέχει 10^{-4} mol στερεού. Πόσα l νερό πρέπει να προσθέσουμε ώστε να διαλυθεί το 80% του ιζήματος; Για τον AgCl $k_{sp} = 4 \cdot 10^{-10}$.

61. Σε νερό διαλύεται στερεό υδροξείδιο δισθενούς μετάλλου M και έτσι προκύπτει κορεσμένο διάλυμα σε υδροξείδιο του M. Ποιο το pH του διαλύματος αν k_{sp} του υδροξειδίου είναι $5 \cdot 10^{-10}$;

62. Σε διάλυμα περιέχονται 0,01 mol Ag^+ και προστίθενται ιόντα Cl^- μέχρι ο τελικός όγκος να γίνει 1 l. Έτσι καταβυθίζονται $7 \cdot 10^{-3}$ mol AgCl . Ποια η $[\text{Cl}^-]$ του διαλύματος που προέκυψε; Δίνεται $k_{sp}(\text{AgCl}) = 2,8 \cdot 10^{-10}$.

63. Στερεό SrCO_3 αφέθηκε να ισορροπήσει σε ρυθμιστικό διάλυμα με $\text{pH} = 8,5$. Ποιο το γινόμενο διαλυτότητας του SrCO_3 αν στην ισορροπία το διάλυμα περιέχει $[\text{Sr}^{+2}] = 8 \cdot 10^{-5} \text{ M}$; Δίνεται K_{a2} του H_2CO_3 ίση με $5,7 \cdot 10^{-2}$.

64. Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμιξουμε διάλυμα NH_3 0,6 M και διάλυμα HCl 0,4 M ώστε να προκύψει διάλυμα με $\text{pH} = 9$; Ποιος είναι ο μέγιστος όγκος διαλύματος MnCl_2 10^{-2} M που μπορούμε να προσθέσουμε σε 100 ml από το διάλυμα που προκύπτει ώστε να μην καταβυθιστεί ιζημα $\text{Mn}(\text{OH})_2$; Δίνεται ότι για την NH_3 $K_b = 2 \cdot 10^{-5}$, για το $\text{Mn}(\text{OH})_2$: $K_{sp} = 2 \cdot 10^{-13}$ και $K_w = 10^{-14}$.

65. Διάλυμα του ασθενούς μονοβασικού οξέος HA έχει $\text{pH} = 2,5$.

i) Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμιξουμε το διάλυμα αυτό με διάλυμα KOH 1 M, ώστε να προκύψει διάλυμα με $\text{pH} = 5$;

ii) Το διάλυμα που προκύπτει αραιώνεται σε διπλάσιο όγκο με προσθήκη νερού. Πόσα mol $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ μπορούμε να προσθέσουμε σε 1 l του διαλύματος αυτού χωρίς να καταβυθιστεί ιζημα $\text{Cu}(\text{OH})_2$;

Δίνεται ότι ο όγκος δε μεταβάλλεται, για το HA $K_a = 10^{-5}$, για το $\text{Cu}(\text{OH})_2$ $K_{sp} = 10^{-19}$ και $K_w = 10^{-14}$.

66. Σε 300 ml διαλύματος ασθενούς βάσης BOH 0,2 M προσθέτουμε 200 ml διαλύματος HNO_3 που έχει $\text{pH} = 1$

i) Να υπολογιστεί το pH του διαλύματος που προκύπτει.

ii) Ποιος είναι ο μεγαλύτερος όγκος διαλύματος $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ 0,3 M που μπορούμε να προσθέσουμε στο παραπάνω διάλυμα, χωρίς να παρατηρηθεί σχηματισμός ιζήματος $\text{Mg}(\text{OH})_2$;

Δίνεται ότι για την BOH $K_b = 5 \cdot 10^{-6}$, για το $\text{Mg}(\text{OH})_2$ $K_{sp} = 5 \cdot 10^{-12}$, $K_w = 10^{-14}$.

67. Σε 3 l διαλύματος HCl 0,5 N προστίθεται ποσότητα Zn χωρίς να μεταβληθεί ο όγκος του διαλύματος, οπότε ελευθερώνεται αέριο A. Το διάλυμα που προκύπτει τελικά έχει $\text{pH} = 1$. Το αέριο A αντιδρά πλήρως σε κατάλληλες συνθήκες με CO με αποτέλεσμα να σχηματιστεί μίγμα CH_4 , CH_3OH και H_2O ενώ ελευθερώνεται ποσό θερμότητας 9,4 kcal. Να γραφεί η θερμοχημική εξίσωση της αντίδρασης του A με το CO . Δίνονται οι θερμότητες σχηματισμού CO , CH_4 , CH_3OH και H_2O 26, 19, 56 και 58 kcal.mol⁻¹ αντίστοιχα.

68. Σε διάλυμα H_2S 0, 1 M η συγκέντρωση H_3O^+ του διαλύματος ρυθμίζεται με την προσθήκη μικρής ποσότητας HCl , η οποία δε μεταβάλλει τον όγκο του

διαλύματος. Πόσα mol HCl πρέπει να προσθέσουμε σε 200 ml του διαλύματος H₂S ώστε η συγκέντρωση S²⁻ του διαλύματος να είναι μικρότερη από 10⁻¹⁷ M; Για το H₂S : K_a = 10⁻²⁰.

69. Το pH κορεσμένου διαλύματος Fe(OH)₂ είναι 9.

- i) Να υπολογιστεί το k_{sp} της ένωσης.
- ii) Σε 500 ml H₂O προσθέτουμε 10⁻⁵ mol Fe(OH)₂. Να υπολογιστεί το pH του διαλύματος που προκύπτει.

70. Η διαλυτότητα του Mg(OH)₂ είναι 0,58 $\frac{mg}{100gH_2O}$. Σε κορεσμένο διάλυμα

του υδροξειδίου Mg(OH)₂ το pH του διαλύματος έχει ρυθμιστεί στην τιμή 12. Ποια είναι η συγκέντρωση των ιόντων Mg²⁺ στο διάλυμα;

71. Η διαλυτότητα του Mg(OH)₂ σε διάλυμα NaOH 10⁻³ M είναι 8.10⁻⁶ mol.l⁻¹. Να υπολογιστεί πόσα g Mg(OH)₂ μπορούν να διαλυθούν σε 5 l νερού. Δίνεται $\sqrt[3]{2} = 1,26$.

72. Ποια η ταυτόχρονη διαλυτότητα CaF₂ και SrF₂ όταν δίνονται οι k_{sp} αντίστοιχα 6,48.10⁻¹¹ και 2,9.10⁻⁹.

73. Σε 200 ml διαλύματος Na₂SO₄ 0,012 M προσθέτουμε 0,0622 g CaSO₄ και τα αναδεύουμε μέχρι να ισορροπήσουν. Παρατηρούμε ότι έμειναν 0,0214 g στερεού. Ποια η k_{sp}(CaSO₄);

74. Αναμιγνύονται 40 ml διαλύματος AgNO₃ 0,1 M και 10 ml διαλύματος NaBr 0,15M. Ποιες οι συγκεντρώσεις των ιόντων στο τελικό διάλυμα; k_{sp}(AgBr) = 5.10⁻³.

75. Αναμιγνύονται 100 ml διαλύματος που περιέχει ιόν M⁺ 0,051 M και 200 ml διαλύματος που περιέχει το ιόν A⁻ 0,075 M. Έτσι σχηματίζεται διάλυμα που περιέχει το M⁺ σε 9.10⁻⁹ M. Ποια η k_{sp} του άλατος MA;

76. Σε 1l διαλύματος NaBr 0,01 M και NaCl 0,1 M προστίθενται ιόντα Ag⁺ βραδέως. Όταν το διάλυμα γίνει κορεσμένο σε AgCl

- i) Ποια η [Ag⁺] του διαλύματος που έχει προκύψει;

- ii) Πόσα g Ag^+ έχουν προστεθεί συνολικά;
- iii) Ποια η μάζα του ιζήματος;

Δίνεται $k_{\text{sp}}(\text{AgCl}) = 10^{-10}$, $k_{\text{sp}}(\text{AgBr}) = 10^{-13}$.

77. Σε 500 ml διαλύματος βρίσκονται σε ισορροπία στερεά BaSO_4 και PdSO_4 . Οι συγκεντρώσεις των ιόντων στο διάλυμα ισορροπίας είναι $[\text{Ba}^{+2}] = 2 \cdot 10^{-5} \text{ M}$, $[\text{Pd}^{+2}] = 10^{-4} \text{ M}$, $[\text{SO}_4^{-2}] = 10^{-4} \text{ M}$. Στο διάλυμα προστίθεται μικρή ποσότητα Na_2SO_4 χωρίς μεταβολή του όγκου. Αν με την προσθήκη του Na_2SO_4 καταβυθίστηκαν $6 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$ BaSO_4 , πόσα mol PdSO_4 καταβυθίστηκαν ταυτόχρονα;

78. Σε δοχεία Α και Β περιέχεται 1 νερό στο κάθε ένα. Προσθέτουμε αντίστοιχα 0,1 mol $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ και 0,1 mol $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$.

- i) Να εξετάσετε αν θα καταβυθιστεί ίζημα σε κάποιο από αυτά.
- ii) Το pH των δύο διαλυμάτων των δοχείων ρυθμίζεται (χωρίς μεταβολή όγκου) στην τιμή 8. Ποιο το ποσοστό των ιόντων που έχει καταβυθιστεί;

Δίνονται $k_{\text{sp}}(\text{Mg}(\text{OH})_2) = 9 \cdot 10^{-12}$, $k_{\text{sp}}(\text{Zn}(\text{OH})_2) = 10^{-1}$.

79. Για να παρεμποδίσουμε την καταβύθιση του BaF_2 σ' ένα διάλυμα που περιέχει BaCl_2 0,1 M και KF 0,1 M είναι απαραίτητο να ρυθμιστεί το pH στην τιμή 2. Ποια η k_{sp} του BaF_2 ; Δίνεται $k_{\text{a}}(\text{HF}) = 6,9 \cdot 10^{-4}$.

80. Πόσα g HCl πρέπει να προστεθούν σε 1 l διαλύματος NH_3 0,01 M και MgCl_2 0,001 M ώστε μόλις να αποφεύγεται η καταβύθιση ιζήματος; Δίνονται $k_{\text{sp}}(\text{Mg}(\text{OH})_2) = 10^{-11}$, $k_{\text{b}}(\text{NH}_3) = 10^{-5}$, $k_{\text{w}} = 10^{-14}$.

81. Ένα διάλυμα έχει συγκέντρωση 0,9 M σε Mg^{2+} και 0,2 M σε Mn^{2+} .

- i) Σε ποια τιμή πρέπει να ρυθμίσουμε το pH του διαλύματος ώστε να καταβυθίζεται $\text{Mn}(\text{OH})_2$ χωρίς να καταβυθίζεται $\text{Mg}(\text{OH})_2$;
- ii) Σε ποια τιμή του pH καταβυθίζεται η μεγαλύτερη ποσότητα $\text{Mn}(\text{OH})_2$ χωρίς να καταβυθίζεται $\text{Mg}(\text{OH})_2$;
- iii) Τι ποσοστό των ιόντων Mn^{2+} έχει καταβυθιστεί όταν το pH απαιτήσει την τιμή αυτή;
- iv) Αν ο τελικός όγκος είναι 2 l, ποια η μάζα του ιζήματος;

Δίνονται $k_{\text{sp}}(\text{Mn}(\text{OH})_2) = 2 \cdot 10^{-13}$, $k_{\text{sp}}(\text{Mg}(\text{OH})_2) = 9 \cdot 10^{-12}$.

82. Διάλυμα μονοπρωτικού οξέος HA 1 M έχει όγκο 1 l και pH = 3.

i) Πόσα mol KOH πρέπει να προσθέσουμε στο παραπάνω διάλυμα ώστε να μεταβληθεί το pH κατά 2 μονάδες;

ii) Πόσα mol KOH πρέπει να προσθέσουμε στο αρχικό διάλυμα ώστε να προκύψει διάλυμα με pH = 10;

Δίνεται $k_w = 10^{-14}$.

83. Σε 500 ml διαλύματος ασθενούς οξέος HA με pH = 3 προστίθενται 500 ml διαλύματος KOH. Αν εκλύεται θερμότητα 400 cal, ποιο το pH του τελικού διαλύματος; Δίνεται η θερμότητα εξουδετέρωσης του HA με KOH 8 kcal.greq⁻¹, $k_a(\text{HA}) = 2 \cdot 10^{-6}$, $\log 8 = 0,9$.

84. Ποια η συγκέντρωση οξικού οξέος και το pH σε ένα διάλυμα που περιέχει CH₃COONa 0,36 M και NH₃ $\frac{1}{18}$ M. Δίνονται $k_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,810^{-5}$, $k_b(\text{NH}_3) = 1,8 \cdot 10^{-5}$, $k_w = 10^{-14}$.

85. Διάλυμα μονοπρωτικού οξέος εμφανίζει διπλάσια ωσμωτική πίεση από διάλυμα γλυκόζης της ίδιας συγκέντρωσης, στην ίδια θ. Σε 500 ml διαλύματος NH₃ 0,2 M προστίθενται 500 ml διαλύματος του παραπάνω οξέος και το διάλυμα που προκύπτει εμφανίζει pH = 9. Αν $k_b(\text{NH}_3) = 10^{-5}$ και $k_w = 10^{-14}$. Ποια η συγκέντρωση του διαλύματος του οξέος;

86. Διάλυμα μονοσθενούς μονόξινης βάσης α M και άλατος της με ισχυρό μονοπρωτικό οξύ β M έχει pH = 10. Σε 300 ml του διαλύματος προσθέτουμε 0,188 mol HCl και το pH μεταβάλλεται κατά μία μονάδα. Ποια τα α και β; Δίνεται $k_b = 10^{-5}$.

87. Πόσα g στερεού KOH πρέπει να προσθέσουμε σε 350 ml διαλύματος H₂SO₄ 1 M ώστε το pH να γίνει 2; Δίνονται $k_{a2} = 10^{-2}$.

88. Αναμειγνύονται 40 ml διαλύματος NaOH με pH = 13 με 10 ml διαλύματος Ca(OH)₂ 0,05 N. Πόσα ml διαλύματος HCl απαιτούνται για να προκύψει διάλυμα με pH = 10; Δίνεται η περιεκτικότητα του διαλύματος του HCl 0,1 M, $k_w = 10^{-14}$.

89. Πόσα ml διαλύματος HCl 0,01 M πρέπει να προστεθούν σε 15 ml διαλύματος CH₃COONa 0,15 N ώστε να προκύψει διάλυμα με pH = 5. Δίνονται $k_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,810^{-5}$, $k_w = 10^{-14}$.

90. Ογκομετρώνται 20 ml διαλύματος HCOOH 0,1 M με pH = 2,5. Για την ογκομέτρηση χρησιμοποιείται διάλυμα NaOH 0,1 M.

- i) Ποιο το pH του διαλύματος όταν προσθέσουμε 10 ml NaOH;
- ii) Ποιο το pH όταν γίνει πλήρης εξουδετέρωση;

Δίνεται $k_w = 10^{-14}$.

91. Σε 200 ml διαλύματος KMnO₄ 0,5 N προσθέτουμε περίσσεια διαλύματος HCl. Το αέριο που ελευθερώνεται αντιδρά ποσοτικά με H₂ και το αέριο προϊόν της αντίδρασης διαλύεται στο νερό και προκύπτει διάλυμα όγκου 1 l.

- i) Να υπολογιστεί το pH του διαλύματος αυτού.
- ii) Στο τελευταίο διάλυμα διοχετεύονται 3,4 g αέριας NH₃ χωρίς να μεταβληθεί ο όγκος του. Να βρεθεί το pH του διαλύματος που προκύπτει.
- iii) Πόσα mol MgCl₂ πρέπει να προστεθούν στο τελικό διάλυμα ώστε να αρχίσει η καταβύθιση Mg(OH)₂;

Θεωρείστε ότι με την προσθήκη του MgCl₂ δε μεταβάλλεται ο όγκος του διαλύματος. Για το Mg(OH)₂ : $k_{sp} = 9 \cdot 10^{-12}$, για την NH₃ : $k_b = 10^{-5}$, $k_w = 10^{-14}$.

92. Σε 200 ml διαλύματος NaCl 5,85% κ.ό. προστίθενται περίσσεια διαλύματος KMnO₄ που έχει οξινιστεί με H₂SO₄. Το αέριο προϊόν της αντίδρασης διοχετεύεται σε 1 l διαλύματος NaOH και NaClO. Να υπολογιστεί το pH του διαλύματος που προκύπτει. Για το HClO : $k_a = 10^{-8}$, $k_w = 10^{-14}$.

93. Σε 700 ml διαλύματος NH₃ 0,2 M προσθέτουμε 300 ml διαλύματος χλωρίου σε νερό, συγκέντρωσης 0,1 M.

- i) Ποιο το pH του διαλύματος που προκύπτει;
- ii) Πόσα g CaOCl₂ απαιτούνται για την πλήρη οξείδωση του τελικού διαλύματος;

Δίνεται $k_b(\text{NH}_3) = 10^{-5}$ και $k_w = 10^{-14}$.

94. Σε 100 ml διαλύματος HCl με pH = 5 προσθέτουμε 1 g NaOH. Το αέριο που ελευθερώνεται διοχετεύεται σε 200 ml διαλύματος CaOCl₂ και αντιδρά πλήρως. Ποιά η N του διαλύματος CaOCl₂; Δίνονται $k_b(\text{NH}_3) = 10^{-5}$, $k_w = 10^{-14}$.

Ασκήσεις Γ΄ Ομάδας

- Υπολογίστε τη σταθερά ιοντισμού για τα οξέα των παρακάτω διαλυμάτων από την τιμή του pH.
 - Διάλυμα CH_3COOH 0,01 M με $\text{pH} = 3,5$
 - Διάλυμα NH_3 0,04 M με $\text{pH} = 11$
 - Διάλυμα HCN 1,25 M με $\text{pH} = 5,5$
 - Διάλυμα HCNO 0,02 M με $\text{pH} = 2,50$
 - Υπολογίστε το βαθμό διάστασης για τους ασθενείς ηλεκτρολύτες στα παρακάτω διαλύματα.
 - Διάλυμα HCN 0,03 M, $k_a(\text{HCN}) = 3 \cdot 10^{-10}$.
 - Διάλυμα HCOOH 1,74 M, $k_a(\text{HCOOH}) = 1,74 \cdot 10^{-4}$.
 - Διάλυμα NH_3 1,93 M $k_b(\text{NH}_3) = 1,74 \cdot 10^{-5}$.
 - Υπολογίστε το βαθμό διάστασης σε διαλύματα 10 φορές αραιότερα από αυτά της προηγούμενης άσκησης. Να συγκρίνετε τις δυο τιμές. Τι διαπιστώνετε;
 - Υπολογίστε το pH των παρακάτω διαλυμάτων.
 - Διάλυμα HCNO 0,5 M, $\text{HCNO} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CNO}^-$, $k_a = 2 \cdot 10^{-4}$.
 - Διάλυμα CH_3COOH 0,1 M, $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CH}_3\text{COO}^-$, $k_a = 10^{-5}$.
 - Διάλυμα HNO_2 0,25 M, $\text{HNO}_2 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{NO}_2^-$, $k_a = 4 \cdot 10^{-4}$.
 - Διάλυμα NH_3 0,1 M, $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$, $k_b = 10^{-5}$.
- **
- Υπολογίστε το pH των παρακάτω διαλυμάτων.
 - Διάλυμα NH_4NO_3 1 M
 - Διάλυμα NaCl 0,25 M
 - Διάλυμα NH_4Cl 0,1 M

- iv) Διάλυμα NaCN 1 M
- v) Διάλυμα CH₃COONa 0,1 M
- vi) Διάλυμα KNO₃ 0,35M .

Δίνονται $k_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 10^{-5}$, $k_a(\text{HCN}) = 10^{-5}$, $k_b(\text{NH}_3) = 10^{-10}$.

6. Υπολογίστε τις σταθερές υδρόλυσης των παρακάτω αλάτων όταν δίνεται το pH των διαλυμάτων τους.

- i) Διάλυμα NH₄Cl 0,2M έχει pH= 5.
- ii) Διάλυμα KCN 0,1 M έχει pH= 11,5.
- iii) Διάλυμα HCOOK 0,1 M έχει pH= 8,5.
- iv) Διάλυμα CH₃COONa 0,2M έχει pH= 9.

7. Πόσα g CH₃COOK πρέπει να προστεθούν σε 200 ml νερού για να προκύψει διάλυμα με pH= 9; Δίνεται ότι $k_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 10^{-5}$.

8. Το pH διαλύματος NH₄NO₃ είναι 6. Πόσα g στερεού NH₄NO₃ πρέπει να προσθέσουμε σε 250 ml του δλμ αυτού, χωρίς μεταβολή του όγκου του, για να προκύψει νέο διάλυμα με pH = 5; Δίνεται ότι $k_b(\text{NH}_3) = 10^{-5}$.

9. Να βρεθεί ο βαθμός υδρόλυσης των CH₃COO⁻ σε:

- i) διάλυμα CH₃COONH₄ 1 M
- ii) διάλυμα CH₃COONa 1 M.

Δίνεται ότι $k_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 10^{-5}$, $k_b(\text{NH}_3) = 10^{-5}$.

10. Ποιο το pH και ποια η σταθερά υδρόλυσης σε διάλυμα NH₄CN 1,2 M. Δίνεται ότι $k_b(\text{NH}_3) = 1,8 \cdot 10^{-5}$, $k_a(\text{HCN}) = 4 \cdot 10^{-10}$.

Επιδραβή χιου νου ιοντος:

11. Να υπολογιστεί το pH των παρακάτω διαλυμάτων.

- i) Διάλυμα NaOH 10⁻⁷ M
- ii) Διάλυμα HCl 10⁻⁹ M
- iii) Διάλυμα NH₃ 0,1 M και NaOH 0,01 M, με $k_b(\text{NH}_3) = 10^{-5}$
- iv) Διάλυμα CH₃COOH 0,1 M και HCl 0,001 M, με $k_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 10^{-5}$
- v) Διάλυμα NH₃ 0,1 M και NH₄Cl 0,2 M

vi) Διάλυμα CH_3COOH 0,1 M και CH_3COONa 0,01 M.

12. Σε ορισμένη ποσότητα νερού προσθέτουμε 4,6 g Na και 2 g Ca και αραιώνουμε το διάλυμα που προκύπτει σε όγκο 6 l. Ύστερα παίρνουμε 20 ml από το διάλυμα των 6 l και το αραιώνουμε σε όγκο 100 ml. Ποιο θα είναι το pH του τελικού διαλύματος;

13. Πόσα g CH_3COONa πρέπει να προστεθούν σε 250 ml διαλύματος CH_3COOH 0,1 M (χωρίς αλλαγή του όγκου) για να παρασκευαστεί διάλυμα με $\text{pH} = 6$ $k_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 10^{-5}$.

14. 3 g CH_3COOH διαλύονται με νερό μέχρι όγκου 500 ml.

i) Ποιο το pH του διαλύματος που προκύπτει;

ii) Αν στο διάλυμα προστεθούν 3 g CH_3COONa ποιο το pH του νέου διαλύματος.

Δίνεται ότι $k_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 10^{-5}$.

15. 10 ml διαλύματος CH_3COOH 2 M αναμιγνύονται με 30 ml διαλύματος CH_3COONa 1 M. Ποιο το pH του διαλύματος που προκύπτει; Δίνεται ότι $k_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,5 \cdot 10^{-5}$.

16. Πόσα ml διαλύματος NH_4Cl 1,2 M πρέπει να προστεθούν σε 900 ml δλμ NH_3 5 M για να σχηματιστεί ρυθμιστικό διάλυμα με $\text{pH} = 9$; Δίνεται ότι $k_b(\text{NH}_3) = 1,8 \cdot 10^{-5}$.

17. Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμιχθούν διάλυμα NH_4Cl 1 M και διάλυμα NH_3 0,5 M ώστε να παρασκευαστεί ρυθμιστικό διάλυμα με $\text{pH} = 7$. Δίνεται ότι $k_b(\text{NH}_3) = 1,8 \cdot 10^{-5}$.

18. Ασθενές μονοβασικό οξύ HA έχει $k_a = 1,33 \cdot 10^{-5}$ και $M_r = 74$. Πόσα g αλατιού NaA πρέπει να προσδέσουμε σε 3 l διαλύματος HA 0,076 M για να προκύψει νέο διάλυμα που θα έχει pH 2 μοναδες μεγαλύτερο από το αρχικό; Να υποθεθεί ότι ο όγκος του διαλύματος δε μεταβάλλεται με την προσθήκη του NaA.

19. Ποιο το pH διαλύματος που περιέχει

i) HA 0,1 M, με $k_a = 10^{-5}$, και HB 0,1 M, με $k_a' = 10^{-6}$.

ii) HA 0,1 M, με $k_a = 10^{-5}$ και HA' 0,1 M, με $k_a' = 10^{-10}$.

20. Σε διάλυμα ασθενούς μονοβασικού οξέος 0,01 M προσθέτουμε ισχυρό οξύ (χωρίς ουσιαστική μεταβολή του όγκου του διαλύματος) και ο βαθμός διάστασης του ασθενούς οξέος γίνεται 100 φορές μικρότερος. Ποιό το pH του νέου διαλύματος; Δίνεται ότι $k_a = 10^{-6}$.
21. Διάλυμα H_2SO_4 0,001 M έχει $pH = 2,733$. Αν η πρώτη διάσταση του H_2SO_4 θεωρηθεί πλήρης, να υπολογιστεί η k_a της δεύτερης διάστασης του H_2SO_4 .
22. Διάλυμα H_2A 0,1 M με $k_{a1} = 10^{-7}$, $k_{a2} = 10^{-13}$. Να βρεθούν $[H^+]$, pH , $[HA^-]$, $[A^{2-}]$.
23. Για το H_2S $k_{a1} = 10^{-7}$ και $k_{a2} = 10^{-13}$. Ποια θα είναι η τιμή του λόγου των συγκεντρώσεων $[H_2S] : [HS^-]$ σε διάλυμα με $pH = 8$; Για ποια τιμή του pH οι συγκεντρώσεις $[S^{2-}]$ και $[HS^-]$ είναι ίσες;
24. Ποιά η συγκέντρωση $[S^{2-}]$ σε διάλυμα H_2S 0,05 M αν το pH του διαλύματος είναι 1 με την προσθήκη HCl . Δίνεται ότι $k_a = 1,3 \cdot 10^{-20}$.
25. Να υπολογιστούν οι συγκεντρώσεις PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} , $H_2PO_4^-$ σε διάλυμα H_3PO_4 0,1 M. Δίνονται για το H_3PO_4 $k_a = 7,5 \cdot 10^{-3}$, $k_{a2} = 6,2 \cdot 10^{-8}$, $k_{a3} = 10^{-12}$
26. Ποιό το pH των διαλυμάτων:
- CH_3COONa 0,1 M, $NaOH$ 0,01 M, $k_a = 10^{-5}$.
 - NH_4Cl 0,1 M., HCl 0,01 M $k_b = 10^{-5}$.
27. Στο ίδιο διάλυμα έχουμε NaA 0,1 M και NaB 0,1 M, Ποιά η $[OH^-]$ αν η $k_a(HA) = 10^{-5}$, $k_a(HB) = 10^{-6}$;
28. Να υπολογιστεί το pH ρυθμιστικού διαλύματος που έχει συγκέντρωση σε HCN 0,1 M και σε KCN 0,4 M. Δίνεται ότι $k_a(HCN) = 4 \cdot 10^{-10}$.
29. Ποιο θα είναι το pH του διαλύματος που θα προκύψει αν αναμείξουμε ίσους όγκους διαλύματος HCl 0,5 M και $NaOH$ 0,3 N;
30. Ποιος όγκος διαλύματος HNO_3 0,5 N πρέπει να προστεθεί σε 250 ml KOH 0,4 N για να προκύψει διάλυμα με $pH = 13$.

31. Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμιξουμε διάλυμα HCl με $\text{pH} = 1$ και διάλυμα KOH με $\text{pH} = 12$ για να προκύψει διάλυμα με $\text{pH} = 3$;
32. Σε δοχείο περιέχονται 100 ml διαλύματος NaOH 0,001 M και σε άλλο 100 ml διαλύματος NH_3 0,01 M. Πόσα ml διαλύματος HCl 0,01 M πρέπει να προστεθούν σε κάθε δοχείο ώστε τα διαλύματα που θα προκύψουν να έχουν $\text{pH} = 9$; Δίνεται ότι $k_b(\text{NH}_3) = 10^{-5}$.
33. Σε 50 ml διαλύματος CH_3COOH 0,2 M προστίθεται σταδιακά διάλυμα NaOH 0,2 M. Να υπολογιστεί το pH των διαλυμάτων που προκύπτουν ύστερα από την προσθήκη
- 25 ml.
 - 50 ml.
 - 150 ml.

Δίνεται ότι $k_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 10^{-5}$.

34. Σε 50 ml άλατος NH_4Cl 0,02 M προσθέτω σταδιακά NaOH 0,02 M. Να υπολογιστεί το pH των διαλυμάτων που προκύπτουν μετά από προσθήκη
- 25 ml NaOH
 - 50 ml NaOH
 - 150 ml NaOH.
35. Πόσα ml H_2O και πόσα ml διαλύματος HCl 6 M πρέπει να προσ.&έσουμε σε 2 ml διαλύματος άλατος NaA 0,3 M για να παρασκευαστεί διάλυμα με συγκέντρωση 0,1 M στο ασθενές οξύ HA και $\text{pH} = 0$;
36. Ποιόν όγκο διαλύματος NaOH 0,1 M πρέπει να αναμιξουμε με 110 ml διαλύματος ασθενούς μονοβασικού οξέος HA 0,1 M, ώστε το τελικό διάλυμα να έχει $\text{pH} = 7$; Δίνεται ότι $k_a(\text{HA}) = 10^{-6}$, $k_w = 10^{-14}$.
37. Διαθέτουμε 0,5 l διαλύματος ασθενούς οξέος HA 0,6 M και άλατος του με νάτριο NaA 0,6 M.
- Ποιό το pH του διαλύματος;
 - Ποιό το pH αν αραιώσουμε το διάλυμα μέχρι όγκου 1 l.

- iii) Ποιό το pH αν προσθέσουμε 0,1 mole NaOH στο αρχικό διάλυμα;
- iv) Ποιό το pH αν προσθέσουμε 0,1 mole HCl στο αρχικό διάλυμα;

Δίνεται ότι $k_a(\text{HA}) = 10^{-5}$ και ότι $\log 2 \approx 0,3$.

38. Διάλυμα NaCN 0,1 M έχει όμο 40 ml και αραιώνεται με ίσο όγκο νερού. Στο διάλυμα αυτό προσθέτουμε 20 ml διαλύματος HCl οπότε προκύπτει διάλυμα με $\text{pH} = 1$. Ποια η συγκέντρωση του διαλύματος του HCl; Δίνεται ότι $k_a(\text{HCN}) = 4 \cdot 10^{-10}$.

39. Σε 110 ml δλμ NH_3 0,1 M προστίθεται ποσότητα HCl και προκαλείται μεταβολή του pH του αρχικού διαλύματος κατά μια μονάδα.

- i) Να βρεθεί το pH του διαλύματος της NH_3 πριν από την προσθήκη του HCl.
- ii) Να βρεθεί ο αριθμός των mol HCl, τα οποία προστέθηκαν στο διάλυμα της NH_3 .

Δίνεται ότι $k_b(\text{NH}_3) = 10^{-5}$, $k_w = 10^{-14}$. Θεωρείστε ότι ο όγκος του διαλύματος της NH_3 δεν μεταβάλλεται με την προσθήκη του HCl. Να μη ληφθεί υπόψη η υδρόλυση των ιόντων. Υπενθυμίζεται ότι $k_b < 10^{-4}$ και μπορούν να γίνουν προσεγγίσεις.

(Θέμα Εξετάσεων 1990)

40. Υδατικό διάλυμα όγκου 1 l σε θερμοκρασία 25°C περιέχει 0,1 mol οξέος HA και 0,1 mol οξέος HB (όπου A^- και B^- μονοσθενή ανιόντα). Το pH του διαλύματος είναι ίσο με 1. Και τα δύο οξέα (HA και HB) δε δίστανται πλήρως και η σταθερά διάστασης του HA στους 25°C είναι ίση με 0,2. Ζητούνται:

- i) Οι συγκεντρώσεις $[\text{A}^-]$ και $[\text{HA}]$ στο διάλυμα.
- ii) Η συγκεντρώσεις των ιόντων $[\text{B}^-]$ και $[\text{HB}]$ στο διάλυμα.
- iii) Να αποδειχτεί ότι το HA είναι ισχυρότερο οξύ από το HB στους 25°C .

(Θέμα Εξετάσεων 1989)

41. 25 ml υδατικού διαλύματος ασθενούς βάσης BOH συγκεντρώσεως 2 M αραιώνονται με προσθήκη νερού μέχρι τελικού όγκου 100 ml.

- i) Να βρεθεί ο λόγος των βαθμών διάστασης της βάσης πριν και μετά την αραιώση.
- ii) Στα 100 ml του αραιωμένου διαλύματος της βάσης προσθέτουμε 100 ml διαλύματος HCl 0,25 N. Ποιο είναι το pH του νέου διαλύματος που προκύπτει;

- iii) Δίνεται ότι $k_b = 10^{-6}$, $k_w = 10^{-14}$, όλα τα διαλύματα βρίσκονται στους 25°C , καθώς και ότι στις παραπάνω συνθήκες η υδρόλυση του κατιόντος B^+ είναι αμελητέα και δε λαμβάνεται υπόψη.

(Θέμα Εξετάσεων 1985)

42. Να υπολογιστεί το pH

- i) Διαλύματος HCl που περιέχει $0,365 \text{ g.l}^{-1} \text{ HCl}$.
ii) Διαλύματος NaOH που περιέχει $0,4 \text{ g.l}^{-1} \text{ NaOH}$.
iii) Να βρεθεί αν το διάλυμα που προκύπτει από την ανάμιξη 500 ml από καθένα από τα παραπάνω διαλύματα, είναι όξινο, βασικό ή ουδέτερο.

(Θέμα Εξετάσεων 1983)

43. Υπολογίστε τις διαλυτότητες σε $\text{g}/100 \text{ ml}$ των παρακατω δυσδιάλυτων ουσιών απο την k_{sp} τους (διαλύτης το νερό).

- i) AgI , $k_{sp} = 10^{-18}$
ii) ZnS , $k_{sp} = 4 \cdot 10^{-24}$
iii) Ag_2CrO_4 , $k_{sp} = 4 \cdot 10^{-12}$
iv) CaF_2 , $k_{sp} = 3,2 \cdot 10^{-4}$.

Δίνονται $M_r(\text{Ag}) = 108$, $M_r(\text{I}) = 127$, $M_r(\text{Zn}) = 65$, $M_r(\text{Cr}) = 52$, $M_r(\text{S}) = 32$, $M_r(\text{Ca}) = 40$, $M_r(\text{F}) = 19$, $M_r(\text{O}) = 16$.

44. Από τις παρακάτω διαλυτότητες, οι οποίες έχουν υπολογιστεί πειραματικά, υπολογίστε τις k_{sp} για τις αντίστοιχες ουσίες. Οι διαλυτότητες δίνονται σε $\text{g}/100 \text{ ml}$

- i) BaSO_4 $2,33 \cdot 10^{-4}$.
ii) $\text{Cd}(\text{OH})_2$ $1,46 \cdot 10^{-4}$.
iii) BaCO_3 $3,94 \cdot 10^{-4}$.

Δίνονται $M_r(\text{Ba}) = 137$, $M_r(\text{Cd}) = 112$, $M_r(\text{S}) = 32$, $M_r(\text{O}) = 16$, $M_r(\text{C}) = 12$.

45. Η διαλυτότητα του CaSO_4 είναι $0,068\%$ κ.ό. Να υπολογιστεί η k_{sp} του CaSO_4 .

46. Στους 100°C η διαλυτότητα μιας ιονικής ένωσης του τύπου M_3X_2 είναι διπλάσια από τη διαλυτότητα της ένωσης στους 25°C . Ποια θα είναι η k_{sp} στους 25°C αν η k_{sp} στους 100°C είναι $3,2 \cdot 10^{-24}$;

47. Όταν διάλυμα που περιέχει Pb^{2+} 0,16 M αποκτήσει συγκέντρωση Cl^{-} 0,1 M, καταβυθίζεται το 99% των ιόντων μολύβδου σαν $PbCl_2$. Ποια η k_{sp} του $PbCl_2$;

48. Ποια η διαλυτότητα PbI_2 , με $k_{sp} = 4 \cdot 10^{-9}$

- i) σε νερό
- ii) σε διάλυμα $Pb(NO_3)_2$ 0,1 M
- iii) σε διάλυμα KI 0,1 M.

Τι παρατηρείτε;

49. Υπολογίστε πόσα g οξαλικού ασβεστίου (CaC_2O_4) θα διαλυθούν σε 1 l

- i) νερού
- ii) $Na_2C_2O_4$ 0,1 M
- iii) $CaCl_2$ 0,01 M
- iv) $NaNO_3$ 0,1 M.

Δίνεται ότι $k_{sp}(CaC_2O_4) = 3,6 \cdot 10^{-9}$.

50. Τι συγκέντρωση S^{2-} απαιτείται για να αρχίσει να πέφτει ίζημα θειούχου μετάλλου από τα παρακάτω διαλύματα:

- i) $CuCl_2$ 0,1 M
- ii) $AgNO_3$ 10^{-4} M
- iii) $Hg(NO_3)_2$ 10^{-6} M

Δίνεται ότι $k_{sp}(CuS) = 6 \cdot 10^{-36}$, $k_{sp}(Ag_2S) = 6 \cdot 10^{-50}$, $k_{sp}(HgS) = 16 \cdot 10^{-52}$.

51. K_2CrO_4 προστίθεται σιγά-σιγά σε ένα διάλυμα που περιέχει $Pb(NO_3)_2$ 0,02 M και $Ba(NO_3)_2$ 0,02 M.

- i) Ποιο ίζημα θα πέσει πρώτο;
- ii) Ποια θα είναι η συγκέντρωση του K_2CrO_4 όταν αρχίσει να πέφτει το δεύτερο ίζημα;
- iii) Ποια θα είναι η $[Pb^{2+}]$ όταν θα αρχίσει να πέφτει ίζημα $BaCrO_4$;

Δίνεται ότι $k_{sp}(PbCrO_4) = 1,8 \cdot 10^{-14}$, $k_{sp}(BaCrO_4) = 1,2 \cdot 10^{-10}$.

52. Ποιο πρέπει να είναι το pH διαλύματος FeCl_3 0,01 M ώστε να αρχίσει η καταβύθιση $\text{Fe}(\text{OH})_3$; Δίνεται ότι $k_{\text{sp}}(\text{Fe}(\text{OH})_3) = 10^{-14}$.
53. Σε 500 ml κορεσμένου διαλύματος CaSO_4 υπάρχουν 1,02 g CaSO_4 . Να υπολογιστεί πόσα g θα καταβυθιστούν σαν ίζημα, αν σε 1 l του διαλύματος αυτού προσθέσουμε 0,025 mol K_2SO_4 .
54. Πόσα g NH_4Cl πρέπει να προσθέσουμε σε 1 l διαλύματος NH_3 0,1 M ώστε να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα από το οποίο δεν θα καταβυθίζεται υδροξείδιο του μαγνησίου, αν η περιεκτικότητα του διαλύματος σε Mg^{2+} είναι 0,3 g/l. Δίνεται ότι $k_{\text{sp}}(\text{Mg}(\text{OH})_2) = 1,25 \cdot 10^{-12}$, $k_{\text{b}}(\text{NH}_3) = 1,8 \cdot 10^{-5}$.
55. Διάλυμα HCl έχει $\text{pH} = 1$ και περιέχει ιόντα Cu^{2+} , Fe^{2+} , Ni^{2+} . Η συγκέντρωση κάθε μεταλλικού ιόντος είναι 0,001 M. Αν στο διάλυμα διαβιβαστεί H_2S ώστε η συγκέντρωση του H_2S να γίνει 0,1 M, θα καταβυθιστούν θειούχα ιόντα και ποια; Δίνεται ότι $k_{\text{sp}}(\text{CuS}) = 3,5 \cdot 10^{-38}$, $k_{\text{sp}}(\text{FeS}) = 4 \cdot 10^{-17}$, $k_{\text{sp}}(\text{NiS}) = 1,3 \cdot 10^{-22}$, $k_{\text{a}}(\text{H}_2\text{S}) = 1,3 \cdot 10^{-20}$.
56. Αν αναμιχθούν ίσοι όγκοι διαλυμάτων CaCl_2 0,02 M και Na_2SO_4 $4 \cdot 10^{-4}$ M θα σχηματιστεί ίζημα; Δίνεται ότι $k_{\text{sp}}(\text{CaSO}_4) = 2,4 \cdot 10^{-8}$.
57. Σε 200 ml H_2O προσθέτουμε $3 \cdot 10^{-4}$ και $\text{M}(\text{OH})_2$ με $k_{\text{sp}} = 5 \cdot 10^{-10}$
- Να υπολογιστεί η ποσότητα του ιζήματος και το pH του δείγματος
 - Σε ποιο όγκο πρέπει να αραιωθεί το δείγμα ώστε το pH του να μεταβληθεί κατά μία μονάδα;
58. Σε κύριο δείγμα $\text{Mg}(\text{OH})_2$ που υπάρχει στερεό $\text{Mg}(\text{OH})_2$, που θα μεταβληθεί το pH και η διαλυτότητα του $\text{Mg}(\text{OH})_2$ με
- αραίωση
 - προσθήκη NaOH
 - προσθήκη MgCl_2 χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος;
59. Σε κύριο δείγμα $\text{Mg}(\text{OH})_2$ που υπάρχει στερεό $\text{Mg}(\text{OH})_2$ πώς θα μεταβληθεί το pH και που η μάζα του ιζήματος με
- αραίωση.
 - προσθήκη HCl .
 - προσθήκη NaOH .
 - προσθήκη MgCl_2 χωρίς μεταβολή όγκου του διαλύματος.

60. Σε 1 l διαλύματος ασθενούς μονοβασικού οξέος περιέχεται 1 mol του οξέος αυτού.

- i) Αν η σταθερά διάστασης του οξέος είναι $k_a = 10^{-6}$, να βρεθεί ο βαθμός διάστασης του οξέος στο παραπάνω διάλυμα.
- ii) Στο διάλυμα αυτό προσθέτουμε 1 mol KOH, χωρίς να μεταβληθούν ο όγκος και οι συνθήκες του διαλύματος. Αν δίνεται ότι $k_w = 10^{-14}$, να βρεθεί το pH του νέου διαλύματος.
- iii) Στο νέο αυτό διάλυμα προσθέτουμε 1 l άλατος μονοσθενούς μετάλλου με μονοσθενές ανιόν που δεν υδρολύεται. Ποια πρέπει να είναι η συγκέντρωση του άλατος στο προστιθέμενο διάλυμα, ώστε μετά την ανάμιξη των δυο διαλυμάτων να αρχίσει να καταβυθίζεται υδροξείδιο του μετάλλου; Δίνεται ότι για το υδροξείδιο του μετάλλου $k_{sp} = 10^{-16}$.

(Θέμα Εξετάσεων 1984)

61. Σε διάλυμα HCl 1 N προστίθεται ορισμένη ποσότητα μεταλλικού Zn, οπότε πραγματοποιείται η αντίδραση $Zn + 2H^+ \rightarrow Zn^{2+} + H_2\uparrow$. Μετά το τέλος της αντίδρασης διαπιστώνεται ότι το pH του διαλύματος είναι 1.

- i) Να προσδιοριστεί η συγκέντρωση των ιόντων ψευδαργύρου στο διάλυμα μετά το τέλος της αντίδρασης.
- ii) Στο παραπάνω όξινο διάλυμα Zn προστίθεται προοδευτικά στερεό NaOH χωρίς ουσιαστική μεταβολή του όγκου του διαλύματος. Ποια είναι η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του pH του διαλύματος ώστε να μη σχηματιστεί ίζημα $Zn(OH)_2$; Το $Zn(OH)_2$ θεωρείται ισχυρός ηλεκτρολύτης, για τον οποίο ισχύει $k_{sp} = 4,5 \cdot 10^{-17}$. Δίνεται $k_w = 10^{-14}$.

(Θέμα Εξετάσεων 1988)

62. Μετά την προσθήκη αρκετά μεγάλης ποσότητας $Mn(OH)_2$ σε 1 l νερού, αποκαθίσταται ισορροπία μεταξύ ιόντων και στερεού ιζήματος. Η συγκέντρωση των ιόντων H^+ στο διάλυμα είναι $10^{-10} \text{ g-ion.l}^{-1}$. Να υπολογιστεί η μεταβολή της ποσότητας του αρχικά αδιάλυτου ιζήματος στις δυο παρακάτω περιπτώσεις:

- i) όταν το pH του διαλύματος ρυθμίζεται στην τιμή 9.
- ii) όταν το pH του διαλύματος ρυθμίζεται στην τιμή 11.

Διευκρινίζεται ότι κατά την προσθήκη του $Mn(OH)_2$ και κατά τις ρυθμίσεις του pH δεν μεταβάλλεται ο αρχικός όγκος του διαλύματος και ότι το $Mn(OH)_2$ είναι δυσδιάλυτο σώμα και ισχυρός ηλεκτρολύτης. Η θερμοκρασία διατηρείται σταθερή. Δίνεται ότι $k_w = 10^{-14}$, $M_r(Mn) = 55$, $M_r(O) = 16$, $M_r(H) = 1$.
(Θέμα Εξετάσεων 1991).

Προτεινόμενα Θέματα

1. Να βρεθεί πως μεταβάλλονται το pH και ο βαθμός ιοντισμού σ' ένα διάλυμα ασθενούς οξέος HA με:
 - i) προσθήκη mol HA
 - ii) αύξηση της θερμοκρασίας
 - iii) προσθήκη διαλύματος οξέος HA διαφορετικής συγκέντρωσης από το αρχικό
 - iv) προσθήκη mol άλλου οξέος
 - v) προσθήκη mol του άλατος NaA.
2. Δίνεται ρυθμιστικό διάλυμα που περιέχει το ασθενές οξύ HA και το άλας του NaA. Πως θα μεταβληθεί το pH του διαλύματος αυτού με:
 - i) προσθήκη διαλύτη.
 - ii) προσθήκη καθαρού HA.
 - iii) προσθήκη καθαρού NaA.
 - iv) προσθήκη καθαρού HCl.
 - v) προσθήκη καθαρού NaOH.
3. Σε 250 ml H_2O διαλύουμε $560 \text{ cm}^3 NH_3$ (σε STP) χωρίς μεταβολή του όγκου του.
 - vi) Να υπολογιστεί το PH του διαλύματος.
 - vii) Πόσα mol NaOH πρέπει να προστεθούν στο διάλυμα ώστε ο βαθμός ιοντισμού της NH_3 να μεταβληθεί 10 φορές σε σχέση με τον αρχικό (θεωρήστε ότι ο όγκος του διαλύματος παραμένει σταθερός)
 - viii) Ποιο είναι το pH του τελικού διαλύματος;

Δίνεται $k_b(NH_3) = 10^{-5}$, $k_w = 10^{-14}$.

4. Δύο ρυθμιστικά διαλύματα X και Ψ που έχουν $\text{pH} = 5$ και 6 αντίστοιχα έχουν παρασκευαστεί από ένα ασθενές μονοπρωτικό οξύ HA με $k_a = 10^{-6}$ και το άλας του NaA. Και στα δύο διαλύματα η συγκέντρωση του οξέος είναι 0,1 M. Αν τα διαλύματα αναμιχθούν με αναλογία όγκων $V_X:V_\Psi = 5:1$. Ποιο θα είναι το pH του νέου ρυθμιστικού διαλύματος που προκύπτει; Δίνεται $\log 4 = 0,6$, $k_w = 10^{-14}$.
5. Πόσα g NH_4Cl πρέπει να προστεθούν σε νερό για να προκύψει διάλυμα όγκου 500 ml με $\text{pH} = 6$. Αν το διάλυμα αυτό αραιωθεί στο δεκαπλάσιο πόσο θα γίνει το pH; Δίνονται $k_b(\text{NH}_3) = 10^{-5}$ $k_w = 10^{-14}$, $M_r(\text{NH}_4\text{Cl}) = 53,5$.
6. Πώς θα επηρεαστεί και βαθμός υδρόλυσης του pH δείγματος CH_3COOK με
- αραίωση
 - προσθήκη στερεού NaOH σε μικρή ποσότητα
 - μικρή ποσότητα στερεού CH_3COOH .
7. Ρυθμιστικό δείγμα περιέχει NH_3 και NH_4Cl . Πώς θα μεταβληθεί το pH με
- αραίωση;
 - προσθήκη NH_4NO_3 ;
 - προσθήκη NH_3 ;
 - προσθήκη NaOH;
8. Το pH ουδέτερου διαλύματος είναι:
- 7.
 - $-2^{-1} \cdot \log k_w$.
 - $2^{-1} \cdot \log k_w$.
9. Σε δείγμα NH_4Cl με $\text{pH} = 5$ προστίθεται ποσότητα NaOH οπότε προκύπτει ουδέτερο διάλυμα. Ποια μάζα NaOH προστέθηκε; Δίνονται $k_b(\text{NH}_3) = 10^{-5}$ $k_w = 10^{-14}$.
10. Σε δείγμα NH_4Cl με $\text{pH} = 5$ πως θα μεταβληθεί το pH και ποιος ο βαθμός διάσπασης με
- αραίωση
 - προσθήκη NaOH
 - διάλυση αέριας NH_3
 - προσθήκη HCl.
11. Ισομοριακά διαλύματα $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ και KCl έχουν ίδια τιμή pH.
- Τι συμπεράσματα μπορούν να εξαχθούν;
 - Στο κάθε διάλυμα προστίθεται 1ml δείγματος HCl 0,1M σε ένα lit κάθε δείγματος, οπότε παρατηρείται μεταβολή στο pH του ενός

διαλύματος κατά X ενώ στους άλλους η επίδραση είναι ασήμαντη. Δώστε σύντομη εξήγηση στην παρατήρηση αυτή και βρείτε την τιμή X.

12. Ορισμένη ποσότητα Na διαλύεται πλήρως σε νερό οπότε ελευθερώνεται ποσό 6,6 kcal. Το δείγμα που προκύπτει αραιώνεται σε όγκο 1,5 l

- i) Ποιο το pH του δείγματος;
- ii) Στο αραιωμένο δείγμα προσθέτουμε 500ml δείγματος οξέος HA οπότε εκλύονται 2,1 kcal. Ποιο το pH του δείγματος που προκύπτει;

Δίνονται $k_a(\text{HA}) = 3 \cdot 10^{-5}$, Θερμότητα εξουδετέρωσης HA 14 kcal.mol⁻¹, θερμότητα σχηματισμού H₂O, 68 kcal.mol⁻¹, θερμότητα σχηματισμού NaOH 112 kcal.mol⁻¹

Ειδικά Θέματα

1. Διάλυμα μονοπρωτικού οξέος 0, 1 M έχει pH = x .Το διάλυμα αραιώνεται μέχρις ότου ο όγκος του γίνει δεκαπλάσιος του αρχικού. Το pH του νέου διαλύματος έχει μεταβληθεί κατά μία μονάδα. Ποια η τιμή του x;

Βοηθητικά σχόλια

Δεν είναι γνωστή η ισχύς του οξέος. Έστω το οξύ ασθενές. Μετά την αραιώση η

νέα C' θα είναι $C' \cdot v' = C \cdot v$ $C' = 0,1 C$. Εφαρμόζοντας τη σχέση $k_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]}$

για πριν και μετά την αραιώση του [HA] καταλήγω σε άτοπο για την μεταβολή του pH κατά μία μονάδα.

2. Σε 25,9 g μίγματος θειικού και νιτρικού οξέος ο λόγος ομοιοπολικών προς ημιπολικούς δεσμούς είναι 2,4. Ποιό το pH του διαλύματος που θα προκύψει με πλήρη διάλυση της παραπάνω ποσότητας σε νερό ώστε να προκύψουν 2 l διαλύματος; Δίνεται $k_a(\text{HSO}_4^-) = 10^{-2}$ για το H₂SO₄ και οι ατομικοί αριθμοί για το H, N, O, S αντίστοιχα 1, 7, 8, και 16.

Βοηθητικά σχόλια

- i) Εύρεση ηλεκτρονικών τύπων.
- ii) Εύρεση του πλήθους ομοιοπολικών και ημιπολικών δεσμών ανά μόριο και μέσω του αριθμού του Avogadro ($6,023 \cdot 10^{23}$).
- iii) Αναγωγή ανά mol.
- iv) Κατόπιν νέα αναγωγή στα mol του μίγματος.

3. Θεωρούμε ότι ο δείκτης ΒΟΗ που χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό του pH ενός διαλύματος είναι ασθενής βάση. Όταν το διάλυμα είναι όξινο χρωματίζεται κόκκινο ενώ όταν είναι βασικό χρωματίζεται μπλε. Ποια τα χρώματα του ΒΟΗ και Β⁺.

Βοηθητικά σχόλια

Σε οποιοδήποτε διάλυμα ο δείκτης θα ισορροπεί σύμφωνα με την $\text{BOH} \rightleftharpoons \text{B}^+ + \text{OH}^-$. Ανάλογα με την τιμή του pH η ισορροπία θα είναι μετατοπισμένη προς την μία ή την άλλη κατεύθυνση και θα επικρατεί το ένα ή το άλλο χρώμα.

4. Μπορεί διάλυμα με pH = 6,5 να είναι ουδέτερο;

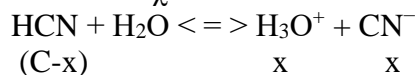
Βοηθητικά σχόλια

Για την ισορροπία της αυτοδιάστασης θα ισχύει: $k_w = [\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]$. Η k_w εξαρτάται από την θερμοκρασία. Ουδέτερο χαρακτηρίζεται ένα διάλυμα όταν $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$.

5. Στους 25 °C η διαλυτότητα του HCN στο νερό είναι $\frac{0,27\text{g}}{100\text{ml}}$. Μεταξύ ποιών τιμών θα βρίσκεται το pH διαλύματος HCN στους 25 °C. Δίνεται ότι $k_a(\text{HCN}) = 10^{-9}$.

Βοηθητικά σχόλια

Εξ' ορισμού η διαλυτότητα παρέχει την μέγιστη συγκέντρωση που μπορεί να αποκτήσει διάλυμα HCN, δηλαδή $C_{\text{max}} = 0,27 \text{ M} = 0,1 \text{ M}$. Για την διάσταση του HCN θα ισχύει



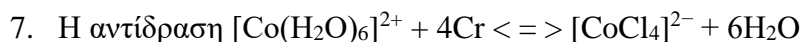
Άρα $k_a = \frac{x^2}{\text{C}-x} \Leftrightarrow x = \sqrt{k_a \cdot \text{C}}$, $0 < \text{C} < C_{\text{max}}$. Επίσης $\text{pH} = -\log x = -0,5 \cdot \log(k_a \cdot \text{C})$,

με $0 < \text{C} < C_{\text{max}}$. Αν πάλι $\text{C} \rightarrow 0$ τότε το pH του διαλύματος λόγω της αυτοδιάστασης του νερού θα τείνει στο 7.

6. Σε 1 l από τα ακόλουθα διαλύματα προστίθενται 0,01 mol HCl. Μπορείτε να τεκμηριώσετε την απάντησή σας για το που θα παρατηρηθεί μικρότερη μεταβολή του pH;
- i) NaOH 10^{-2} M
 - ii) HCl 10^{-2} M
 - iii) NH_3 1 M και NH_4Cl 1 M
 - iv) NH_3 0,01 M και NH_4Cl 0,01 M

Βοηθητικά σχόλια

Τα διαλύματα Γ και Δ είναι ρυθμιστικά με ίσες συγκεντρώσεις των ηλεκτρολυτών τους. Όμως στο Δ η προσθήκη του HCl δεν μπορεί να θεωρηθεί μικρή οπότε θα προκληθεί μεγάλη μεταβολή στο pH.



είναι εξώθερμη προς τα δεξιά. Ποιές από τις ακόλουθες μεταβολές θα μετατοπίσουν την ισορροπία προς την δημιουργία ροζ διαλύματος;

- i) Προσθήκη πυκνού HCl.
- ii) Ελάττωση του όγκου με εξάτμιση
- iii) Ψύξη του διαλύματος
- iv) Προσθήκη διαλύματος AgNO₃

Βοηθητικά σχόλια

Το H₂O είναι και προϊόν και διαλύτης, άρα [H₂O] = σταθερή.

Ο AgNO₃ παρέχει λόγω διάστασης ιόντα Ag⁺ που καταβυθίζουν ιόντα Cl⁻.

8. Ποια η μεταβολή του pH ρυθμιστικού διαλύματος 1 l που περιέχει HA 0,1 M και NaA 0,1 M όταν προστεθούν 0,02 mol KOH ;

Βοηθητικά σχόλια

Εύρεση αρχικού pH με την K_a άγνωστη. Προσθήκη βάσης (KOH), γραφή αντίδρασης, εύρεση νέων συγκεντρώσεων, διαστάσεις και εύρεση νέου pH με την K_a πάλι άγνωστη. Όμως επειδή :

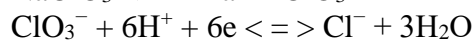
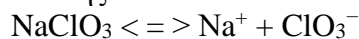
$$\Delta\text{pH} = \text{pH}_{(2)} - \text{pH}_{(1)} = -\log[\text{H}^+]_{(2)} + \log[\text{H}^+]_{(1)} \Rightarrow \Delta\text{pH} = \log\left(\frac{[\text{H}^+]_{(1)}}{[\text{H}^+]_{(2)}}\right) \text{ και η } K_a$$

απλοποιείται.

9. Να δειχθεί ότι η οξειδωτική ικανότητα των KMnO₄ και NaClO₃ αυξάνεται σε όξινο περιβάλλον.

Βοηθητικά σχόλια

Γράφουμε πρώτα τις ημιαντιδράσεις που αναφέρονται στην οξειδωτική δράση f της ένωσης .



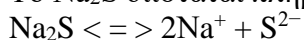
Το όξινο περιβάλλον (H⁺) μετατοπίζει την ισορροπία προς τα δεξιά (αναγωγική μορφή των ενώσεων) .

**

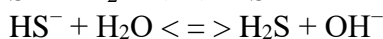
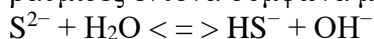
10. Γιατί κατά την διάλυση Na_2S σε νερό εμφανίζεται χαρακτηριστική μυρωδιά H_2S ;

Βοηθητικά σχόλια

Το Na_2S διίσταται πλήρως σαν ετεροπολική ένωση σύμφωνα με την ,



Το ιόν του S^{2-} επειδή προέρχεται από ασθενές διπρωτικό οξύ υδρολύεται σε δύο βαθμίδες έντονα σύμφωνα με την

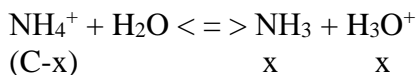


Επειδή η υδρόλυση είναι έντονη η ποσότητα του H_2S που παράγεται είναι μεγάλη οπότε δημιουργείται υπέρκορο διάλυμα σε H_2S και εκλύεται σαν αέριο μέχρι κορεσμού του διαλύματος σε H_2S .

11. Πώς θα μεταβληθεί (αυξηθεί ή μειωθεί) το pH διαλύματος NH_4Cl με αραίωση;

Βοηθητικά σχόλια

Το pH του διαλύματος NH_4Cl οφείλεται στην υδρόλυση του ιόντος του NH_4^+ σύμφωνα με την:

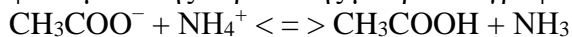


Με την αραίωση η συγκέντρωση του NH_4Cl άρα και η συγκέντρωση του NH_4^+ μειώνεται οπότε το συμπέρασμα προκύπτει από την σχέση $k_h = \frac{k_w}{k_\beta} = \frac{x^2}{C-x} = \frac{x^2}{C}$.

12. Για την NH_3 $k_\beta = 1,8 \cdot 10^{-5}$ ενώ για το CH_3COOH $k_\alpha = 1,8 \cdot 10^{-5}$.Ποια σχέση συνδέει τους βαθμούς υδρόλυσης δύο διαλυμάτων $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 0,5 M και 0,1 M.

Βοηθητικά σχόλια

Επειδή $k_\alpha = k_\beta$ τα ιόντα NH_4^+ και CH_3COO^- υδρολύονται στον ίδιο βαθμό, άρα το φαινόμενο της υδρόλυσης μπορεί να γραφεί ως .



C	C		
C	C		
-αC	-αC	+αC	+αC
C -αC	C -αC	αC	αC

Για την κατάσταση ισορροπίας θα ισχύει $k_h = \frac{a^2 \cdot C^2}{C^2 \cdot (1-a)^2} = \left(\frac{a}{1-a}\right)^2$.

13. Η k_{sp} για τον AgCl έχει τιμή $4 \cdot 10^{-10}$ ενώ η k_{sp} για τον $Ag_2Cr_2O_4$ έχει τιμή $4 \cdot 10^{-12}$. Ποιό από τα δύο άλατα του Ag είναι το πλέον δυσδιάλυτο;

Βοηθητικά σχόλια

Επειδή τα δύο άλατα δεν είναι της ίδιας μορφής, δηλαδή $AgCl \rightleftharpoons Ag^+ + Cl^-$ ενώ $Ag_2Cr_2O_4 \rightleftharpoons 2Ag^+ + Cr_2O_4^{2-}$, μέτρο της διαλυτότητας δεν αποτελεί η τιμή της k_{sp} αλλά η διαλυτότητα (S), η οποία προκύπτει από τη σταθερά του γινομένου διαλυτότητας.

14. Σε καθαρό νερό προστέθηκε στερεός AgCl και προέκυψε διάλυμα όγκου 500 ml που περιέχει και 10^{-4} mol ιζήματος. Πόσο όγκο νερού πρέπει να προσθέσουμε στο διάλυμα αυτό ώστε μετά την αραιώση να έχει μεταβληθεί η μάζα του ιζήματος κατά 80%; Δίνεται ότι κατά την ανάμιξη δεν συμβαίνει συστολή και διαστολή όγκου και $k_{sp}(AgCl) = 4 \cdot 10^{-10}$.

Βοηθητικά σχόλια

Αν x mol AgCl προστέθηκαν συνολικά, ένα μέρος διαλύθηκε και προέκυψε κορεσμένο διάλυμα. Μετά την αραιώση μάζα από το ίζημα αναδιαλύθηκε και το διάλυμα ισορρόπησε εκ νέου εφόσον υπάρχει ακόμη ίζημα. Η μεταβολή μάζας του ιζήματος είναι μείωση κατά 80%. Η άσκηση μπορεί να λυθεί με χρήση της διαλυτότητας που παρέμεινε η ίδια εφόσον ούτε η θερμοκρασία άλλαξε ούτε κοινό ιόν υπάρχει. Δηλαδή .

$$\delta_{αρχ} = \delta_{τελ} \Rightarrow n = \frac{n}{0,5} = \frac{n + \Delta n}{0,5 + V}$$

όπου n τα mol του AgCl που διαλύθηκαν αρχικά, Δn τα mol του ιζήματος που αναδιαλύθηκαν και v ο όγκος του νερού που προκάλεσε την αραιώση. Η διαλυτότητα δε θα βρεθεί από την k_{sp} .

15. Η k_{sp} στους θ °C για το $CaCO_3$ είναι $6 \cdot 10^{-9}$. Στους θ °C για την ισορροπία $CaSO_{4(s)} + CO_3^{2-} \rightleftharpoons CaCO_{3(s)} + SO_4^{2-}$ ισχύει $k_c = 6 \cdot 10^4$. Ποιό αλάτι είναι το πλέον δυσδιάλυτο, το $CaCO_3$ ή το $CaSO_4$;

Βοηθητικά σχόλια

$$\begin{array}{l} k_{sp}(CaCO_3) \\ (1) \end{array} = \begin{array}{l} [Ca^{2+}] \\ [Ca^{2+}] \end{array} \cdot \begin{array}{l} [CO_3^{2-}] \\ [SO_4^{2-}] \end{array}$$

$$k_c = \frac{[SO_4^{2-}]}{[CO_3^{2-}]}$$

(3)

Από (1) , (2) και (3) εξάγεται η $k_{sp}(CaSO_4)$.Τα άλατα είναι της ίδιας μορφής (1:1) άρα η τιμή των k_{sp} παρέχει το πλέον δυσδιάλυτο.

16. Διάλυμα υδροξειδίου του δισθενούς μετάλλου M εμφανίζει pH = 10. Το διάλυμα είναι κορεσμένο ή ακόρεστο σε $M(OH)_2$; Σε ποια τιμή τείνει το pH του διαλύματος με συνεχή συμπύκνωση με εξάτμιση του διαλύτη; Δίνεται ότι $k_{sp}(M(OH)_2) = 5 \cdot 10^{-7}$.

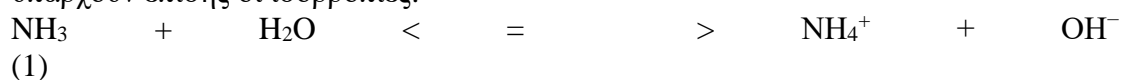
Βοηθητικά σχόλια

Η εύρεση του κορεσμένου ή ακόρεστου διαλύματος γίνεται με σύγκριση του γινομένου $[M^{2+}] \cdot [OH^{1-}]^2$ με την $k_{sp}(M(OH)_2)$. Η συμπύκνωση δημιουργεί διάλυμα λιγότερο ακόρεστο κάθε φορά και μετά τον κορεσμό αρχίζει η καταβύθιση ιζήματος. Το διάλυμα δε παραμένει κορεσμένο.

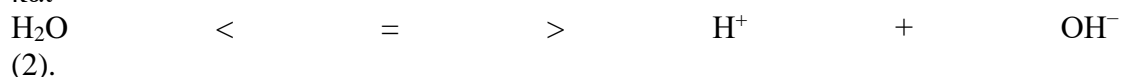
17. Σε διάλυμα NH_3 προστίθεται $MgCl_2$ και αρχίζει η καταβύθιση $Mg(OH)_2$. Προτείνετε τουλάχιστον τρεις τρόπους για την αποφυγή της καταβύθισης $Mg(OH)_2$.

Βοηθητικά σχόλια

Γίνεται καταβύθιση γιατί ισχύει $[Mg^{2+}] \cdot [OH^{1-}]^2 > k_{sp}(Mg(OH)_2)$. Στο διάλυμα υπάρχουν επίσης οι ισορροπίες:



και

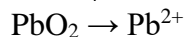
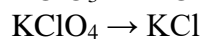
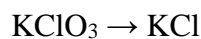
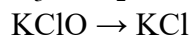
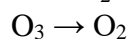
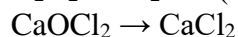
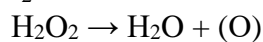
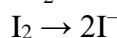
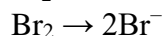
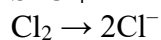
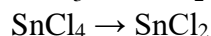
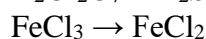
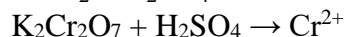
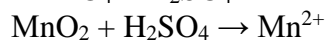
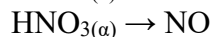
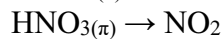
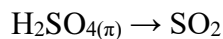


Άρα οι τρόποι αποφυγής της καταβύθισης είναι η ελάττωση της $[Mg^{2+}]$ ή η ελάττωση της $[OH^{1-}]$. Φυσικά ο απλούστερος τρόπος αποφυγής της καταβύθισης είναι η αραίωση, η οποία μειώνει τις συγκεντρώσεις $[Mg^{2+}]$ και $[OH^{1-}]$. Άλλοι τρόποι είναι η μείωση της $[OH^{1-}]$ μέσω μετατόπισης των ισορροπιών (1) και (2) ή με κοινό ιόν ή με αντίδραση εξουδετέρωσης.

Οξειδοαναγωγή

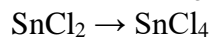
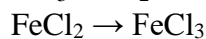
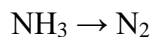
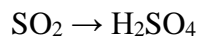
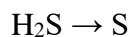
Θεωρία

Οξειδωτικά σώματα

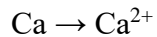
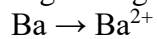
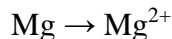
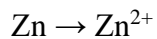
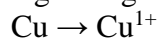
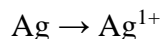
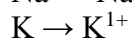
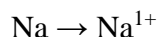


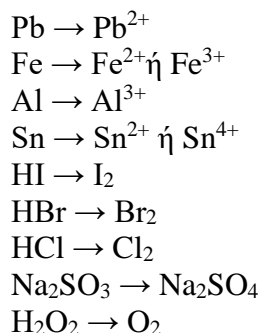
	C	P	S	I
$\text{H}_2\text{SO}_{4(\pi)}$	CO_2	H_3PO_4	SO_2	-
$\text{HNO}_{3(\pi)}$	CO_2	H_3PO_4	H_2SO_4	HIO_3

Αναγωγικά σώματα



Μέταλλα:





Σειρές δραστηριότητας μετάλλων και λίγων αμετάλλων:

Li, K, Ba, Ca, Na, Mg, Al, Mn, Zn, Cr, Fe, Co, Ni, Sn, Pb, H₂, Bi, Cu, Hg, Ag, Pt, Au

F₂, Cl₂, Br₂, I₂, S

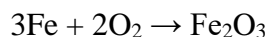
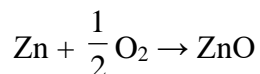
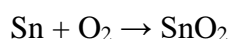
Κατηγορίες οξειδοαναγωγικών αντιδράσεων

Οι αντιδράσεις οξειδοαναγωγής μπορούν να καταταχθούν στις ακόλουθες κατηγορίες:

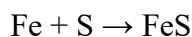
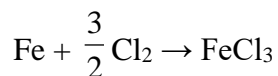
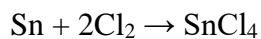
1. Αντιδράσεις σύνθεσης μιας ένωσης από τα στοιχεία της:

i) Μέταλλο και αμέταλλο:

- Ο₂ όλα τα μέταλλα εκτός από τα ευγενή με θέρμανση αντιδρούν με το οξυγόνο και σχηματίζουν οξείδια με το μεγαλύτερο αριθμό οξείδωσης εκτός από το σίδηρο που σχηματίζει Fe₃O₄ (μίγμα FeO και Fe₂O₃). Π.χ.

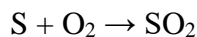


- Το Cl₂ προσβάλλει σε συνηθισμένες ή σε κατάλληλες συνθήκες όλα τα μέταλλα και σχηματίζει χλωρίδια με το μέταλλο στο μεγαλύτερο αριθμός οξείδωσης. Από τα υπόλοιπα αλογόνα πιο εύκολα αντιδρά το F₂ και δυσκολότερα το Br₂, το I₂ και το S. Π.χ.



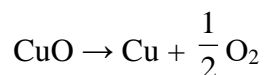
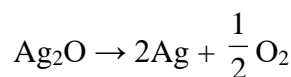
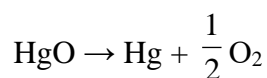
ii) Αμέταλλο και αμέταλλο: σημαντικότερες είναι οι αντιδράσεις του O₂ με τα αμέταλλα. Το O₂ αντιδρά με όλα τα αμέταλλα εκτός από τα ευγενή αέρια και τα αλογόνα και το άζωτο πολύ δύσκολα. Στις αντιδράσεις αυτές προκύπτουν

οξειδία όπου το αμέταλλο έχει το μεγαλύτερο αριθμό οξείδωσης εκτός από το S που σχηματίζει SO₂ και όχι SO₃, δηλαδή

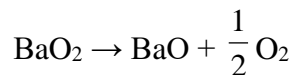
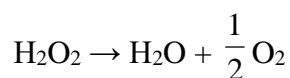


2. Αντιδράσεις αποσύνθεσης και διάσπασης:

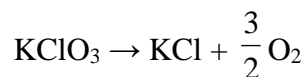
i) Αντιδράσεις αποσύνθεσης οξειδίων αδρανών μετάλλων.



ii) Διάσπαση υπεροξειδίων σε κανονικά οξείδια και O₂.



iii) Αντιδράσεις διάσπασης χλωρικών, ανθρακικών κ.λ.π. αλάτων



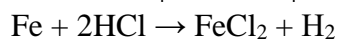
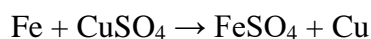
Προσοχή:

CaCO₃ → CaO + CO₂ (δεν είναι οξειδοαναγωγική αντίδραση)

NaHCO₃ → NaCO₃ + CO₂ + H₂O (δεν είναι οξειδοαναγωγική αντίδραση)

3. Αντιδράσεις απλής αντικατάστασης

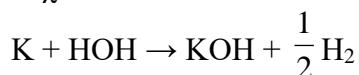
i) Μέταλλο αντικαθιστά άλλο λιγότερο δραστικό μέταλλο ή H¹⁺ των οξέων. Το μέταλλο συνήθως συμμετέχει με το μικρότερο αριθμό οξείδωσης (ο Cu με ⁺²).

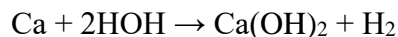


Εξαιρέσεις: ο Cu, Ag και τα μέταλλα τα λιγότερο δραστικά από το H δεν αντιδρούν με αραιά οξέα.

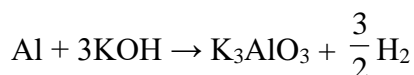
ii) Τα 5 πρώτα μέταλλα (K, Na, Ca, Ba) αντικαθιστούν και τα H του νερού.

Π.χ.

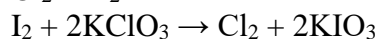
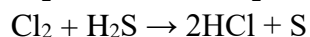
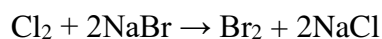




iii) Μερικά μέταλλα (Al, Zn, Sn) αντιδρούν με το H των βάσεων



iv) Αμέταλλο αντικαθιστά άλλο αμέταλλο:

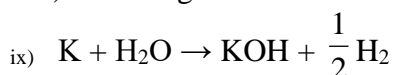
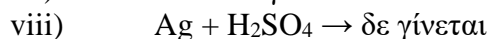
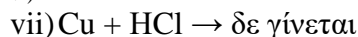
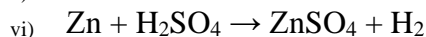
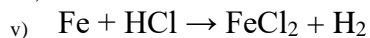
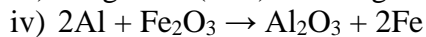
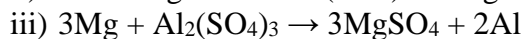
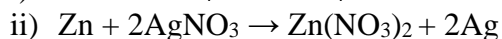
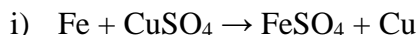


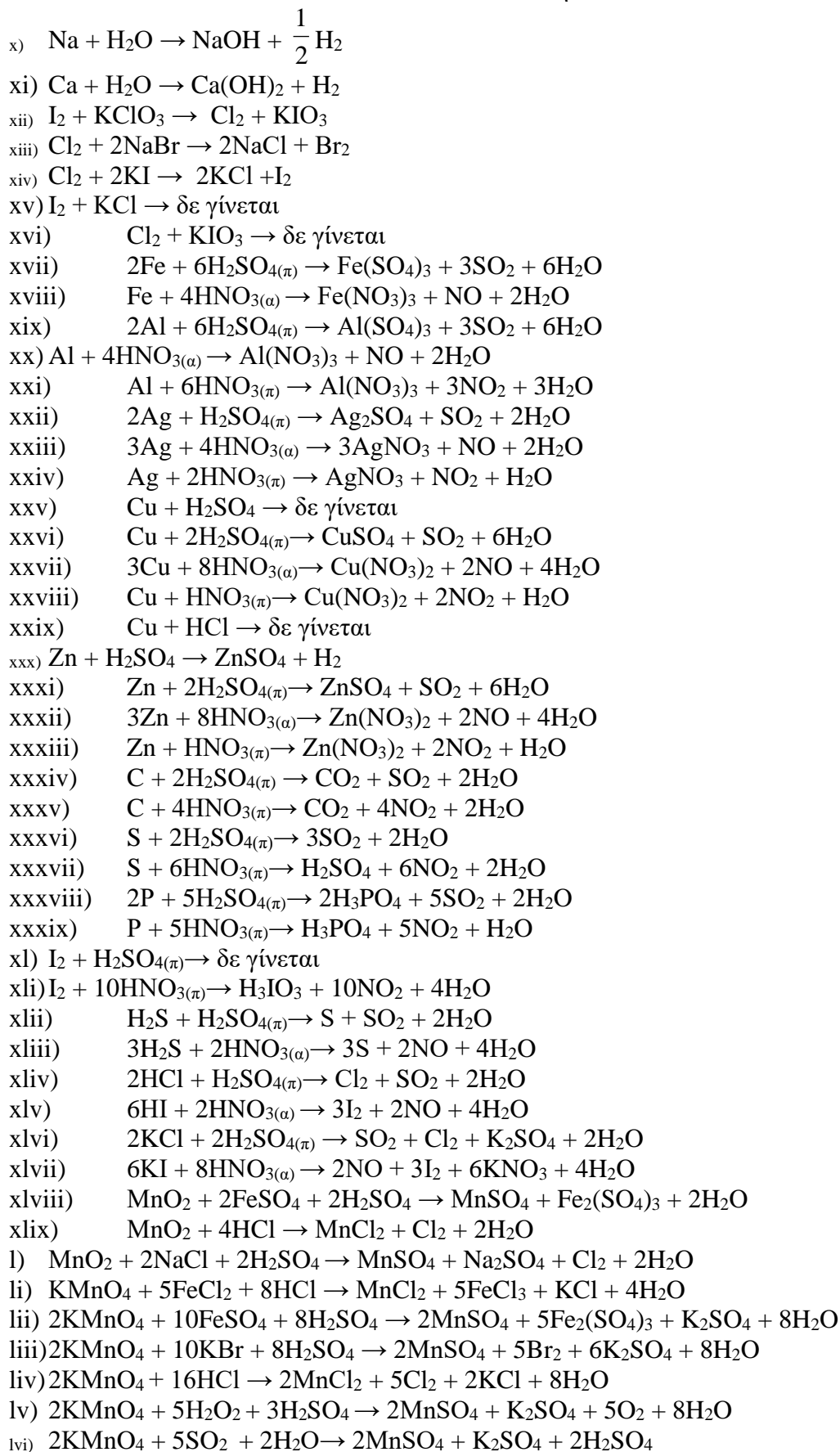
4. Αναγωγές οξειδίων Το H_2 ανάγει τα οξείδια από Fe και πέρα ο C από Zn και το CO από Mn.
5. Καύσεις και άλλες αντιδράσεις ανόργανων και οργανικών ενώσεων με οξυγόνο
6. Πολύπλοκες αντιδράσεις:

Οξειδωτικά οξέα: $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{π.θ.})$, $\text{HNO}_3(\text{π.θ.})$, $\text{HNO}_3(\text{α.θ.})$. Τα μέταλλα με τα οξέα αυτά αποκτούν το μεγαλύτερο αριθμό οξείδωσης εκτός από ελάχιστες εξαιρέσεις.

- $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{π.θ.}) + \text{μέταλλο Me} \rightarrow \text{Me}_2(\text{SO}_4)_x + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (x = μεγάλος αρ. οξ.), εκτός από Au, Pt, Pb, ο οποίος προσβάλλεται επιφανειακά, ενώ ο Sn δίνει SnSO_4 .
- $\text{HNO}_3(\text{π.θ.}) + \text{μέταλλο Me} \rightarrow \text{Me}(\text{NO}_3)_x + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (x = μεγάλος αρ. οξ.), εκτός από Au, Pt, Ag, ενώ ο Sn δίνει SnNO_3 και ο Hg δίνει HgNO_3 .
- $\text{HNO}_3(\text{α.θ.}) + \text{μέταλλο Me} \rightarrow \text{Me}(\text{NO}_3)_x + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$ (x = μεγάλος αρ. οξ.), εκτός από Au, Pt και Al, Cr, Fe, Co, Ni, τα οποία προσβάλλονται επιφανειακά, ενώ ο Sn γίνεται H_2SnO_3 .

Οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις

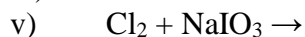
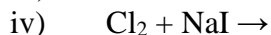
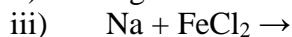
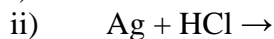
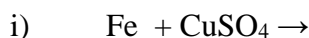




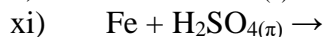
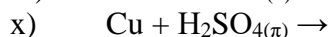
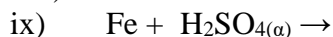
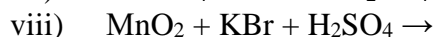
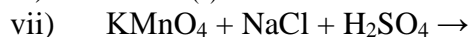
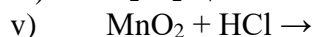
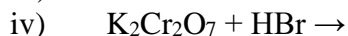
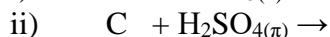
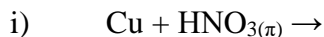
- lvii) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 6\text{FeSO}_4 + 7\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 5\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$
- lviii) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 6\text{FeCl}_2 + 14\text{HCl} \rightarrow 2\text{CrCl}_3 + 2\text{KCl} + 6\text{FeCl}_3 + 7\text{H}_2\text{O}$
- lix) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 14\text{HI} \rightarrow 2\text{CrI}_3 + 2\text{KI} + 3\text{I}_2 + 7\text{H}_2\text{O}$
- lx) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 6\text{KI} + 7\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 4\text{K}_2\text{SO}_4 + 3\text{I}_2 + 7\text{H}_2\text{O}$
- lxi) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2\text{Fe} + 7\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$
- lxii) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 3\text{SnCl}_2 + 14\text{HCl} \rightarrow 2\text{CrCl}_3 + 3\text{SnCl}_4 + 2\text{KCl} + 7\text{H}_2\text{O}$
- lxiii) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 3\text{H}_2\text{O}_2 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 3\text{O}_2 + 7\text{H}_2\text{O}$
- lxiv) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 3\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- lxv) $\text{CaOCl}_2 + \text{NH}_3 \rightarrow 3\text{CaCl}_2 + \text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$
- lxvi) $\text{SO}_2 + \text{HNO}_3(\pi) \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NO}_2$
- lxvii) $3\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{HNO}_3(\alpha) \rightarrow 3\text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
- lxviii) $\text{SO}_2 + 2\text{FeCl}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{FeCl}_2 + 2\text{HCl}$
- lxix) $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- lxx) $5\text{SO}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$
- lxxi) $\text{SO}_2 + \text{O}_3 \rightarrow \text{SO}_3 + \text{O}_2$
- lxxii) $8\text{NH}_3 + 3\text{Cl}_2 \rightarrow \text{N}_2 + 6\text{NH}_4\text{Cl}$
- lxxiii) $2\text{NH}_3 + 3\text{CaOCl}_2 \rightarrow 3\text{CaCl}_2 + \text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$
- lxxiv) $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{KI} \rightarrow 2\text{KOH} + \text{I}_2$
- lxxv) $\text{PbS} + 4\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
- lxxvi) $2\text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 8\text{H}_2\text{O}$
- lxxvii) $5\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 5\text{O}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$
- lxxviii) $3\text{H}_2\text{O}_2 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 3\text{O}_2 + 7\text{H}_2\text{O}$
- lxxix) $3\text{H}_2\text{S} + 2\text{FeCl}_3 \rightarrow \text{FeS} + \text{S} + 6\text{HCl}$
- lxxx) $\text{H}_2\text{S} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl} + \text{S}$
- lxxxi) $5\text{H}_2\text{S} + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{S} + 8\text{H}_2\text{O}$
- lxxxii) $\text{SnCl}_2 + 2\text{FeCl}_3 \rightarrow \text{SnCl}_4 + 2\text{FeCl}_2$
- lxxxiii) $5\text{FeCl}_2 + \text{KMnO}_4 + 8\text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + 5\text{FeCl}_3 + \text{KCl} + 4\text{H}_2\text{O}$
- lxxxiv) $6\text{FeCl}_2 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 14\text{HCl} \rightarrow 2\text{CrCl}_3 + 2\text{KCl} + 6\text{FeCl}_3 + 7\text{H}_2\text{O}$
- lxxxv) $\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$
- lxxxvi) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 8\text{HCl} + 3\text{H}_2\text{S} \rightarrow 2\text{CrCl}_3 + 2\text{KCl} + 3\text{S} + 7\text{H}_2\text{O}$
- lxxxvii) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 14\text{HCl} + 6\text{KI} \rightarrow 2\text{CrCl}_3 + 8\text{KCl} + 3\text{I}_2 + 7\text{H}_2\text{O}$
- lxxxviii) $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{SO}_4$
- lxxxix) $\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- xc) $\text{KBr} + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \delta\epsilon \gamma\acute{\iota}\nu\epsilon\tau\alpha\iota$
- xc) $\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}$
- xcii) $2\text{NaI} + \text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{MnSO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- xciii) $\text{Fe} + \text{PbS} \rightarrow \text{FeS} + \text{Pb}$
- xciv) $10\text{NaBr} + 2\text{KMnO}_4 + 8\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 4\text{Br}_2 + 5\text{Na}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$
- xcv) $2\text{FeO} + 4\text{H}_2\text{SO}_4(\pi) \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{SO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$
- xcvi) $\text{Fe} + \text{CO} \rightarrow \text{Fe} + \text{CO}_2$
- xcvii) $\text{H}_2\text{S} + \text{O}_3 \rightarrow \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{S}$
- xcviii) $2\text{NH}_3 + 3\text{O}_3 \rightarrow 3\text{O}_2 + \text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$
- xcix) $2\text{KClO}_3 + 6\text{SO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{KCl} + 6\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl} + 5\text{H}_2\text{SO}_4$
- c) $6\text{FeCl}_3 + 2\text{NH}_3 \rightarrow 6\text{FeCl}_2 + 6\text{HCl} + \text{N}_2$
- ci) $\text{SO}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$
- cii) $\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CaCO}_3 + 2\text{NaCl}$
- ciii) $6\text{KCl} + 8\text{HNO}_3(\alpha) \rightarrow 2\text{NO} + 3\text{Cl}_2 + 6\text{KNO}_3 + 4\text{H}_2\text{O}$

Ασκήσεις Α΄ Ομάδας

1. Πόσο νερό πρέπει να προσθέσουμε σε 200 ml διαλύματος H_3PO_4 2N για να προκύψει διάλυμα 1 N.
2. 25 ml διαλύματος H_2SO_4 1 M αραιώνονται σε όγκο 100 ml. 25 ml από το αραιωμένο διάλυμα αραιώνονται σε όγκο 200 ml. Να υπολογιστεί η κανονικότητα του τελικού διαλύματος.
3. Διάλυμα Α περιέχει 0,392 g $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ σε 80 ml. Διάλυμα Β περιέχει 0,002 mole $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ σε 60 ml. Τέλος διάλυμα Γ περιέχει 0,012 g-εφ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ σε 40 ml. Ποιό από τα τρία διαλύματα έχει τη μεγαλύτερη κανονικότητα; Να υπολογιστεί η κανονικότητα του διαλύματος που θα προκύψει από την ανάμιξη των διαλυμάτων Α, Β και Γ.
4. Ένα διάλυμα είναι 1 N σε HBr και 0,5 N σε HI . Σε 200 ml από το διάλυμα αυτό προσθέτουμε 100 ml διαλύματος HBr 0,1 M και 50 ml διαλύματος HI 1,5 M. Να υπολογιστεί η κανονικότητα του τελικού διαλύματος ως προς κάθε οξύ.
5. Δείξτε, χρησιμοποιώντας σχετικές αντιδράσεις, τον οξειδωτικό χαρακτήρα των σωμάτων O_2 , O_3 , H_2O_2 , MnO_2 , Cl_2 , KMnO_4 , HNO_3 , H_2SO_4 (πυκνό-θερμό), $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, CaOCl_2 .
6. Δείξτε, χρησιμοποιώντας σχετικές αντιδράσεις, τον αναγωγικό χαρακτήρα των παρακάτω σωμάτων H_2 , Fe , H_2O_2 , HCl , H_2S , NH_3 , FeCl_2 , SnCl_2 , NaCl , S , C , Zn , $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, CH_3CHO , HCOOH .
7. Ποιές από τις παρακάτω αντιδράσεις πραγματοποιούνται; Να συμπληρωθούν.



8. Να συμπληρωθούν οι αντιδράσεις:



9. Συμπληρώστε όσες από τις παρακάτω αντιδράσεις πραγματοποιούνται. Ποιες από αυτές είναι μεταθετικές και ποιες οξειδοαναγωγικές;

- i) $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 \rightarrow$
- ii) $\text{Zn} + \text{AgNO}_3 \rightarrow$
- iii) $\text{Mg} + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow$
- iv) $\text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow$
- v) $\text{Fe} + \text{HCl} \rightarrow$
- vi) $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
- vii) $\text{Cu} + \text{HCl} \rightarrow$
- viii) $\text{Ag} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
- ix) $\text{K} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
- x) $\text{Na} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
- xi) $\text{Ca} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
- xii) $\text{I}_2 + \text{KClO}_3 \rightarrow$
- xiii) $\text{Cl}_2 + \text{NaBr} \rightarrow$
- xiv) $\text{Cl}_2 + \text{KI} \rightarrow$
- xv) $\text{I}_2 + \text{KCl} \rightarrow$
- xvi) $\text{Cl}_2 + \text{KIO}_3 \rightarrow$
- xvii) $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\pi)} \rightarrow \text{Fe}(3)$
- xviii) $\text{Fe} + \text{HNO}_{3(\alpha)} \rightarrow$
- xix) $\text{Al} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\pi)} \rightarrow \text{Al}(3)$
- xx) $\text{Al} + \text{HNO}_{3(\alpha)} \rightarrow$
- xxi) $\text{Al} + \text{HNO}_{3(\pi)} \rightarrow$
- xxii) $\text{Ag} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\pi)} \rightarrow \text{Ag}(1)$
- xxiii) $\text{Ag} + \text{HNO}_{3(\alpha)} \rightarrow$
- xxiv) $\text{Ag} + \text{HNO}_{3(\pi)} \rightarrow$
- xxv) $\text{Cu} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
- xxvi) $\text{Cu} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\pi)} \rightarrow$
- xxvii) $\text{Cu} + \text{HNO}_{3(\alpha)} \rightarrow$
- xxviii) $\text{Cu} + \text{HNO}_{3(\pi)} \rightarrow$
- xxix) $\text{Cu} + \text{HCl} \rightarrow$
- xxx) $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
- xxxii) $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\pi)} \rightarrow$
- xxxiii) $\text{Zn} + \text{HNO}_{3(\alpha)} \rightarrow$
- xxxiv) $\text{Zn} + \text{HNO}_{3(\pi)} \rightarrow$
- xxxv) $\text{C} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\pi)} \rightarrow$
- xxxvi) $\text{C} + \text{HNO}_{3(\pi)} \rightarrow$
- xxxvii) $\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\pi)} \rightarrow$
- xxxviii) $\text{S} + \text{HNO}_{3(\pi)} \rightarrow$
- xxxix) $\text{P} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\pi)} \rightarrow$
- xl) $\text{P} + \text{HNO}_{3(\pi)} \rightarrow$
- xli) $\text{I}_2 + \text{H}_2\text{SO}_{4(\pi)} \rightarrow$
- xlii) $\text{I}_2 + \text{HNO}_{3(\pi)} \rightarrow$
- xliii) $\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\pi)} \rightarrow$
- xliiii) $\text{H}_2\text{S} + \text{HNO}_{3(\alpha)} \rightarrow$
- xliv) $\text{HCl} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\pi)} \rightarrow$
- xlv) $\text{HI} + \text{HNO}_{3(\alpha)} \rightarrow$
- xlvi) $\text{KCl} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\pi)} \rightarrow$

xlvii)	$\text{KI} + \text{HNO}_{3(a)} \rightarrow$
xlviii)	$\text{MnO}_2 + \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
xlix)	$\text{MnO}_2 + \text{HCl} \rightarrow$
l)	$\text{MnO}_2 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
li)	$\text{KMnO}_4 + \text{FeCl}_2 + \text{HCl} \rightarrow$
lii)	$\text{KMnO}_4 + \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
liii)	$\text{KMnO}_4 + \text{KBr} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
liv)	$\text{KMnO}_4 + \text{HCl} \rightarrow$
lv)	$\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
lvi)	$\text{KMnO}_4 + \text{SO}_2 \rightarrow$
lvii)	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
lviii)	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{FeCl}_2 + \text{HCl} \rightarrow$
lix)	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{HI} \rightarrow$
lx)	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
lxi)	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
lxii)	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{SnCl}_2 + \text{HCl} \rightarrow$
lxiii)	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
lxiv)	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
lxv)	$\text{CaOCl}_2 + \text{NH}_3 \rightarrow$
lxvi)	$\text{SO}_2 + \text{HNO}_3(a) \rightarrow$
lxvii)	$\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{HNO}_{3(a)} \rightarrow$
lxviii)	$\text{SO}_2 + \text{FeCl}_3 \rightarrow$
lxix)	$\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow$
lxx)	$\text{SO}_2 + \text{KMnO}_4 \rightarrow$
lxxi)	$\text{SO}_2 + \text{O}_3 \rightarrow$
lxxii)	$\text{NH}_3 + \text{Cl}_2 \rightarrow$
lxxiii)	$\text{NH}_3 + \text{CaOCl}_2 \rightarrow$
lxxiv)	$\text{H}_2\text{O}_2 + \text{KI} \rightarrow$
lxxv)	$\text{PbS} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow$
lxxvi)	$\text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
lxxvii)	$\text{H}_2\text{O}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
lxxviii)	$\text{H}_2\text{O}_2 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
lxxix)	$\text{H}_2\text{S} + \text{FeCl}_3 \rightarrow$
lxxx)	$\text{H}_2\text{S} + \text{Cl}_2 \rightarrow$
lxxxi)	$\text{H}_2\text{S} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
lxxxii)	$\text{SnCl}_2 + \text{FeCl}_3 \rightarrow$
lxxxiii)	$\text{FeCl}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{HCl} \rightarrow$
lxxxiv)	$\text{FeCl}_2 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{HCl} \rightarrow$
lxxxv)	$\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow$
lxxxvi)	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{HCl} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$
lxxxvii)	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{HCl} + \text{KI} \rightarrow$
lxxxviii)	$\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow$
lxxxix)	$\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow$
xc)	$\text{KBr} + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow$
xc i)	$\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow$
xcii)	$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{KOH} \rightarrow$
xciii)	$\text{K}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
xciv)	$\text{FeS} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
xcv)	$\text{FeO} + \text{HCl} \rightarrow$
xcvi)	$\text{NaI} + \text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$

xcvii)	$\text{Na}_2\text{S} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$
xcviii)	$\text{Fe} + \text{PbS} \rightarrow$
xcix)	$\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{Fe} \rightarrow$
c)	$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} \rightarrow$
ci)	$\text{NaBr} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
cii)	$\text{FeO} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\pi)} \rightarrow$
ciii)	$\text{FeO} + \text{CO} \rightarrow$
civ)	$\text{CaCl}_2 + \text{AgNO}_3 \rightarrow$
cv)	$\text{H}_2\text{S} + \text{O}_3 \rightarrow$
cvi)	$\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3 \rightarrow$
cvii)	$\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow$
cviii)	$\text{CO}_2 + \text{CaO} \rightarrow$
cix)	$\text{NH}_3 + \text{O}_3 \rightarrow$
cx)	$\text{KClO}_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
cxii)	$\text{FeCl}_3 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
cxiii)	$\text{SO}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
cxiv)	$\text{NaClO} + \text{HCl} \rightarrow$
cxv)	$\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
cxvi)	$\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow$
	$\text{KCl} + \text{HNO}_{3(\alpha)} \rightarrow$

Ασκήσεις Β' Ομάδας

1. Μίγμα FeS και Fe περιέχει 1,5 mole FeS και 0,1 mole Fe και αντιδρά με περίσσεια αραιού διαλύματος H_2SO_4 . Ποιά αέρια θα εκλυθούν και ποιός ο όγκος τους σε Κ.Σ.
2. Ο σίδηρος που περιέχεται σε 10 g σιδηρομεταλλεύματος μετατρέπεται σε FeCl_3 που στη συνέχεια ανάγεται σε FeCl_2 από SnCl_2 . Αν χρησιμοποιήθηκαν 1,5 g SnCl_2 , ποιά η % κ.β. περιεκτικότητα του ορυκτού σε Fe.
3. Σε 8,7 g MnO_2 επιδρά υδροχλωρικό οξύ. Το αέριο που παράγεται αντιδρά ποσοτικά με ίσο όγκο H_2 και το προϊόν διαβιβάζεται σε διάλυμα AgNO_3 . Ποιό στερεό σώμα θα παραχθεί και ποιο το βάρος του ;
4. Σε 25,97 g ορειχάλκου (Cu,Zn) επιδρά περίσσεια πυκνού και θερμού H_2SO_4 . Το εκλυόμενο αέριο εξουδετερώνεται από 800 ml κανονικού διαλύματος NaOH . Ποιά η κατά βάρος σύσταση του κράματος;
5. 0,3032 g μίγματος FeO και Fe_2O_3 διαλύονται σε περίσσεια αραιού H_2SO_4 . Το διάλυμα που προκύπτει οξειδώνεται από 14,29 ml όξινου διαλύματος KMnO_4 0,28 N. Ποια η γραμμομοριακή αναλογία των συστατικών του μίγματος;
6. Ένα μέταλλο M με A.B.= 51 σχηματίζει ενώσεις με δύο διαφορετικούς αριθμούς οξείδωσης. 0,1 g του M αντιδρούν με περίσσεια αραιού H_2SO_4 και δίνουν 44 ml H_2 σε Κ.Σ. Το διάλυμα που προκύπτει απαιτεί για την πλήρη οξείδωση του 55,8 ml διαλύματος KMnO_4 0,1 N. Ποιοι είναι οι αριθμοί οξείδωσης του μετάλλου M;

7. Μεταλλικός Hg ανάγει διάλυμα K_2CrO_4 παρουσία HCl έτσι ώστε να παράγεται μόνο μια ένωση του Hg. Στις συνθήκες αυτές 1 g μεταλλικού Hg ανάγει πλήρως 25 ml διαλύματος K_2CrO_4 0,2 N. Να βρεθεί ο αριθμός οξειδωσης του Hg στην ένωση που σχηματίζεται.
8. Σε 160 ml διαλύματος $CuSO_4$ προσθέτουμε 10 g μεταλλικού Mg. Όταν η αντίδραση συμπληρωθεί παραμένει ίζημα μαγνησίου και χαλκού βάρους 14,424 g. Ποιά η μοριακότητα κατά όγκο του διαλύματος $CuSO_4$.
9. Διάλυμα υδροχλωρικού οξέος, πυκνότητας $1,098 \text{ g.ml}^{-1}$ και περιεκτικότητας 20% κ.β. αντιδρά με K_2CrO_4 και το παραγόμενο αέριο διοχετεύεται σε 100 ml διαλύματος KI 30% κ.β. Ποιος ο όγκος του διαλύματος του HCl ;
10. Μίγμα C και S ζυγίζει 7,8 g και κατεργάζεται με πυκνό και θερμό H_2SO_4 . Τα αέρια που προκύπτουν ξηραίνονται και στη συνέχεια διοχετεύονται σε διάλυμα βάσης, το οποίο παρουσιάζει αύξηση του βάρους κατά 79 g. Να βρεθεί η % κ.ό. σύσταση του μίγματος των ξηρών καυσαερίων;
11. Σε δοχείο όγκου 20 l που περιέχει ατμοσφαιρικό αέρα προσθέτουμε ποσότητα θείου. Στους $327^\circ C$ καταναλώνεται όλο το O_2 του αέρα ενώ το θείο μετατρέπεται κατά το τέλος της αντίδρασης σε SO_2 και η πίεση στο δοχείο είναι 4,68 atm στους $327^\circ C$. Ποια η ποσότητα του θείου που προστέθηκε στο δοχείο;
12. 10 g μετάλλου M αντιδρούν με αραιό HNO_3 και σχηματίζουν 15,98 g νιτρικού άλατος του δισθενούς μετάλλου. Ποιό το A.B. του μετάλλου;
13. 50 ml όξινου διαλύματος $KMnO_4$ οξειδώνουν την ίδια ποσότητα αναγωγικού σώματος με 70 ml όξινου διαλύματος K_2CrO_4 . Να βρεθεί η αναλογία mole των δύο οξειδωτικών σωμάτων.
14. 4,5 g Hg κατεργάζονται με πυκνό θερμό διάλυμα H_2SO_4 , οπότε μετατρέπονται σε μίγμαθειικών αλατων μονοσθενούς και δισθενούς υδραργύρου. Το αέριο που απελευθερώνεται κατά την κατεργασία αυτή μπορεί να αποχρωματίσει 350 ml διαλύματος $KMnO_4$ 0,1 N, παρουσία H_2SO_4 . Ποιος όγκος από το ίδιο διάλυμα $KMnO_4$ μπορεί να αποχρωματιστεί, παρουσία H_2SO_4 , από το μίγμα των αλάτων του υδραργύρου που σχηματίστηκε;
15. Αέριο μίγμα Cl_2 και ατμών Br_2 ασκεί πίεση 2 atm. Το μίγμα αντιδρά με H_2 , οπότε παράγονται 67,08 g αερίου μίγματος HCl και HBr. Το μίγμα των δυο οξέων έχει όγκο 12 l στους $128^\circ C$ και σε πίεση 2,633 atm. Να υπολογιστεί η μερική πίεση των ατμών Br_2 στο αρχικό μίγμα.
16. Ορισμένη ποσότητα Ag διαλύεται σε αραιό διάλυμα HNO_3 οπότε ελευθερώνονται 246 ml αερίου μετρημένα σε πίεση 648 mmHg, στους $27^\circ C$. Να υπολογιστεί η μάζα του Ag που αντέδρασε.
17. Ποσότητα κράματος Cu και Zn κατεργάζεται με πυκνό θερμό διάλυμα H_2SO_4 οπότε εκλύονται 6,72 l SO_2 σε Κ.Σ. Ίδια ποσότητα κράματος κατεργάζεται με

διάλυμα HCl και εκλύονται 2,24 l αερίου σε Κ.Σ. Ποιά η σύσταση του κράματος;

18. Μίγμα FeO και Fe₂O₃ με αναλογία mol 2 : 1 , ανάγεται με CO προς μεταλλικό σίδηρο. Το αέριο που προκύπτει διαβιβάζεται σε ασβεστόνερο οπότε προκαλείται σχηματισμός 10 g ιζήματος. Ποιά η μάζα του μίγματος;
19. Ένα μέταλλο έχει Α.Β. = 27. Όταν διαλύονται πλήρως 0,81 g του μετάλλου σε πυκνό- θερμό H₂SO₄ ελευθερώνονται 1008 ml SO₂ σε Κ.Σ ενώ το μέταλλο μετατρέπεται σε θειικό αλάτι.
- i) Να βρεθεί ο αριθμός οξείδωσης του μετάλλου στο αλάτι που σχηματίστηκε.
- ii) Ποιός όγκος αερίου σε Κ.Σ. εκλύεται όταν διπλάσια ποσότητα μετάλλου διαλυθεί σε αραιό διάλυμα H₂SO₄ και μετατραπεί στο ίδιο αλάτι;
20. 100 ml διαλύματος HNO₃ απαιτούν για πλήρη εξουδετέρωση 50 ml διαλύματος KOH 0,02 M. Ποιά ποσότητα Zn μπορεί να διαλυθεί πλήρως σε 400 ml από το ίδιο διάλυμα HNO₃;
21. Ορείχαλκος περιέχει 70% Cu και 30% Zn. Ένα δείγμα από τον ορείχαλκο αυτό διαλύεται σε 2,65 ml διαλύματος HNO₃ περιεκτικότητας 69,75% κ.β. και πυκνότητας 1,42 g.ml⁻¹. Κατά την διάλυση αυτή ελευθερώνεται NO. Να υπολογιστεί το βάρος του δείγματος και ο όγκος του NO σε Κ.Σ.
22. 1,12 g Fe αντιδρούν σε κατάλληλες συνθήκες με 80 ml διαλύματος KMnO₄ 0,1 M παρουσία HCl. Αν κατά την αντίδραση σχηματίζεται μια μόνο ένωση του Fe, ποιός ο αριθμός οξείδωσης του Fe στην ένωση αυτή;
23. Για την πλήρη οξείδωση 25,4 g μετάλλου M απαιτούνται 1067 ml αραιού διαλύματος νιτρικού οξέος 1 M. Αν το μέταλλο οξειδώνεται, στο αντίστοιχο νιτρικό αλάτι με το μεγαλύτερο αριθμό οξείδωσης, να υπολογιστεί αυτός ο αριθμός οξείδωσης. Το Ατομικό Βάρος του μετάλλου M είναι 63,5.
24. Διαθέτουμε μίγμα φωσφόρου και θείου με αναλογία mol 1 : 2. Ποσότητα από το παραπάνω μίγμα αντιδρά πλήρως με πυκνό διάλυμα νιτρικού οξέος, οπότε εκλύονται 76,16 l αερίου σε Κ.Σ. Να υπολογιστούν οι ποσότητες των συστατικών του μίγματος.
25. 95,2 g μετάλλου M διαλύονται πλήρως σε περίσσεια υδροχλωρικού οξέος. Το διάλυμα που προκύπτει αποχρωματίζει πλήρως 400 ml διαλύματος υπερμαγγανικού καλίου που περιέχει 47,6 g υπερμαγγανικών ιόντων ανά μισό l. Αν το μέταλλο M παρουσιάζει αριθμούς οξείδωσης 2 και 4, να υπολογιστεί το Ατομικό Βάρος του.
26. 8 g δείγματος S διαλύονται σε πυκνό- θερμό διάλυμα HNO₃. Στο διάλυμα που προκύπτει προσθέτουμε περίσσεια διαλύματος BaCl₂, οπότε καταβυθίζονται 46,6 g ιζήματος. Να υπολογιστεί η καθαρότητα του δείγματος S.

27. 100 ml διαλύματος HNO_3 απαιτούν για πλήρη εξουδετέρωση 50 ml διαλύματος KOH 0,02 M. Ποιά ποσότητα Zn μπορεί να διαλυθεί πλήρως σε 400 ml απ' το ίδιο διάλυμα HNO_3 ;
28. Αέριο μίγμα CO και SO_2 όγκου 448 ml σε Κ.Σ., διαβιβάζεται σε αραιό διάλυμα HNO_3 . Τα αέρια προϊόντα της αντίδρασης διοχετεύονται σε διάλυμα $\text{Ca}(\text{OH})_2$ οπότε σχηματίζονται 1,59 ιζήματος. Να βρεθεί η % κ.ό. σύσταση του μίγματος.
29. 100 ml διαλύματος HNO_3 απαιτούν για πλήρη εξουδετέρωση 50 ml διαλύματος KOH 0,02 M. Ποιά ποσότητα Zn μπορεί να διαλυθεί πλήρως σε 400 ml απ' το ίδιο διάλυμα του HNO_3 ;
30. Σε ορισμένες συνθήκες το επιτεταρτοξείδιο του σιδήρου ανάγεται από άνθρακα και σχηματίζεται μεταλλικός σίδηρος και αέριο μίγμα CO και CO_2 . Αν από 7, 2 gr άνθρακα προκύπτουν 17,6 g CO_2 , να γραφεί η εξίσωση της αντίδρασης που πραγματοποιείται.
31. Κατά την επίδραση διαλύματος HNO_3 σε Zn παράγονται τα αέρια NO και NO_2 . Η σχετική πυκνότητα του αέριου μίγματος NO και NO_2 ως προς H_2 είναι 21. Ποιά είναι η εξίσωση αντίδρασης που πραγματοποιείται;
32. Ένα μέταλλο εμφανίζει στις ενώσεις του σθένη 2 και 4. 11,9 g από το μέταλλο αυτό διαλύονται πλήρως σε περίσσεια αραιού διαλύματος H_2SO_4 . Το διάλυμα που προκύπτει αποχρωματίζει 100 ml διαλύματος KMnO_4 0,4 M.
- i) Ποιό το Α.Β. του μετάλλου;
ii) Ποιός ο όγκος διαλύματος H_2O_2 1,7 % κ.ό. απαιτείται για τον αποχρωματισμό 40 ml από το παραπάνω διάλυμα KMnO_4 ;
33. 1,12 g Fe αντιδρούν με 80 ml διαλύματος KMnO_4 0,1 M παρουσία HCl . Αν κατά την αντίδραση σχηματίζεται μία μόνο ένωση Fe , να βρεθεί ο αριθμός οξείδωσης του Fe σε αυτή.
34. Ορισμένη ποσότητα κράματος Ag και Zn διαλύεται πλήρως σε πυκνό διάλυμα HNO_3 . Μετά την εξάτμιση του διαλύματος παραμένει στερεό υπόλειμα βάρους 5,48 g. Το στερεό αυτό διαλύεται στο νερό και με προσθήκη περίσσειας HCl καταβυθίζονται 1,435 g ιζήματος. Ποιός ο όγκος αερίου σε Κ.Σ. ελευθερώνεται όταν αντιδράσει ίση ποσότητα του κράματος με αραιό διάλυμα H_2SO_4 ;
35. Με πλήρη αναγωγή 1,16 g ενός οξειδίου του σιδήρου από H_2 λαμβάνονται 0,015 gram σιδήρου. Να γραφεί η εξίσωση της αντίδρασης που πραγματοποιείται.
36. Μέταλλο M εμφανίζεται στις ενώσεις του με αριθμούς οξείδωσης x και y . 2,8 g του μετάλλου M διαλύονται πλήρως σε διάλυμα HCl , οπότε εκλύονται 1,12 l αερίου σε Κ.Σ. Το διάλυμα που προκύπτει αποχρωματίζει πλήρως 50 ml κανονικού διαλύματος KMnO_4 . Να βρεθούν οι αριθμοί x και y . $\text{A.B.M} = 56$.

37. Το $K_2Cr_2O_7$ ανάγεται από μεταλλικό Hg παρουσία HCl.
- Αν κατά την αντίδραση παράγεται ένωση μόνο του μονοσθενούς ή του δισθενούς Hg και αν 1 g Hg ανάγει 25 ml διαλύματος $K_2Cr_2O_7$ 0,2 N, να βρεθεί αν η ένωση του Hg είναι του μονοσθενούς ή του δισθενούς Hg.
 - Αν η αναγωγή γίνει σε διαφορετικές συνθήκες ώστε να παράγεται μίγμα ενώσεων μονοσθενούς και δισθενούς Hg και αν 1 g Hg ανάγει 45 ml του ίδιου διαλύματος $K_2Cr_2O_7$, να βρεθεί η % αναλογία του μεταλλικού Hg που μετατρέπεται σε ένωση του δισθενούς Hg.
38. Πυκνό διάλυμα HNO_3 που περιέχει 69,3 g νιτρικού οξέος αντιδρά πλήρως με 9,3 g P.
- Να εξετάσετε αν ο P θα οξειδωθεί μόνο σε ένα προϊόν.
 - Αν γνωρίζουμε ότι ο P οξειδώθηκε σε μίγμα H_3PO_3 και H_3PO_4 , να γραφεί η εξίσωση της αντίδρασης που πραγματοποιείται.
39. 1,58 g ενός οξειδωτικού σώματος όταν ανάγονται προσλαμβάνουν $30,115 \cdot 10^{21}$ e. Αν η συνολική μεταβολή του αριθμού οξείδωσης ανά μόριο οξειδωτικού είναι 5, να υπολογιστεί το M.B. του οξειδωτικού.
40. 1,12 l αερίου αναγωγικού σώματος μετρημένα σε Κ.Σ. αποχρωματίζουν πλήρως 50 ml διαλύματος $KMnO_4$ 0,4 M. Ποιά η συνολική μεταβολή του αριθμού οξείδωσης σε κάθε μόριο του αναγωγικού;
41. Μια ποσότητα γραφίτη (C) περιέχει σαν πρόσμιξη θείο (S) σε περιεκτικότητα 25%. Ποιός ο όγκος διαλύματος πυκνού HNO_3 8 N απαιτείται για να οξειδώσει πλήρως 6,4 g του παραπάνω γραφίτη;
42. 2 g λεπτού σύρματος σιδήρου διαλύονται σε αραιό H_2SO_4 . Ο μισός όγκος από το διάλυμα που προκύπτει αντιδρά πλήρως με 25,144 ml οξυνισμένου με H_2SO_4 διαλύματος $K_2Cr_2O_7$ 0,696 N.
- Ποιά η καθαρότητα του σύρματος σε Fe;
 - Ποιός ο όγκος κανονικού διαλύματος $KMnO_4$ αποχρωματίζεται από το άλλο μισό διάλυμα;

Ειδικά Θέματα

- Γιατί είναι δύσκολο να αποκτήσει στοιχείο αριθμό οξείδωσης μεγαλύτερο από την ομάδα του Π.Σ. στην οποία ανήκει; Εξηγήστε.
- Μπορεί στοιχείο σε ένωση να εμφανίζει αριθμό οξείδωσης μηδέν; Εξηγήστε.
- Δίνεται το νιτρικό οξύ.
 - Να γραφεί ο ηλεκτρονικός τύπος του οξέος (1H , 7N , 8O).

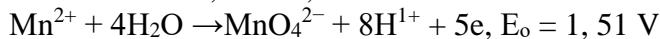
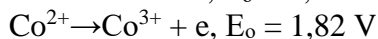
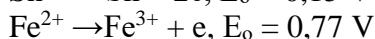
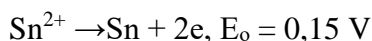
- ii) Ποιός ο αριθμός οξείδωσης του κάθε στοιχείου με βάση τον ορισμό; Να αιτιολογήσετε την απάντησή.
- iii) Να γραφούν οι αντιδράσεις που δείχνουν τη συμπεριφορά του οξέος σαν οξειδωτικό μέσο.
- iv) Διαλύονται 12,6 g HNO₃ σε 237,4 g νερό. Έτσι προκύπτει διάλυμα με $d = 1,25 \text{ g.ml}^{-1}$. Το διάλυμα που προκύπτει αραιώνεται σε δεκαπλάσιο όγκο. Ποιό το pH του;
- v) Πόσα l αερίου H₂S σε Κ.Σ. μπορούν να οξειδωθούν από 100 ml του παραπάνω αραιωμένου διαλύματος;

Ηλεκτροχημεία

Θεωρία

Ασκήσεις Α΄ Ομάδας

1. Σε 400 ml διαλύματος AgNO₃ βυθίζουμε ένα χάλκινο σύρμα με μάζα 5 g. Μετά αρκετό χρονικό διάστημα η μάζα του σύρματος βρέθηκε 6,22 g.
 - i) Περιγράψτε το φαινόμενο που προκαλεί αύξηση της μάζας.
 - ii) Ποιά η [Cu²⁺] στο τελικό διάλυμα;Δίνονται $E_0(\text{Cu} \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 2e) = 0,34 \text{ V}$, $E_0(\text{Ag} \rightleftharpoons \text{Ag}^{1+} + e) = 0,80 \text{ V}$.
2. Γιατί κατά την διάλυση, μετάλλων σε αραιό HNO₃ δεν προκύπτει υδρογόνο σαν κύριο προϊόν; Δίνεται: $E_0(\text{NO} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NO}_3^{1-} + 4\text{H}^+ + 3e) = 0,94 \text{ V}$.
3. Δίνονται τα παρακάτω κανονικά δυναμικά οξειδοαναγωγής (E₀) :



Σε διάλυμα περιέχονται τα χλωριούχα άλατα SnCl₂, FeCl₂ και CoCl₂, καθώς και περίσσεια HCl. Στο διάλυμα προστίθεται KMnO₄. Να γραφούν οι αντιδράσεις που πραγματοποιούνται.

4. Σε αραιό διάλυμα H₂SO₄ βυθίζουμε ράβδο Fe και ράβδο Ag. Σε ποιά από τις δύο ράβδους σχηματίζονται φυσαλίδες αερίου και γιατί; $E_0(\text{FeO} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2e) = -0,44 \text{ V}$ $E_0(\text{AgO} \rightarrow \text{Ag}^{1+} + e) = 0,80 \text{ V}$.
5. Δίνονται τα κανονικά δυναμικά οξείδωσης (στους 25°C):

- $\text{Cl}^- \rightleftharpoons \frac{1}{2} \text{Cl}_2 + \text{e}^- + 1,36 \text{ V}$
- $\text{Br}^- \rightleftharpoons \frac{1}{2} \text{Br}_2 + \text{e}^- + 1,07 \text{ V}$
- $\text{F}^- \rightleftharpoons \frac{1}{2} \text{F}_2 + \text{e}^- + 2,84 \text{ V}$
- $\text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- + 1,51 \text{ V}.$

- i) Ποιά από τα παραπάνω αλογονούχα ιόντα (Br^- , Cl^- , F^-) μπορούν να οξειδωθούν με όξινο διάλυμα KMnO_4 .
- ii) Να γραφούν οι αντίστοιχες αντιδράσεις.

6. Το κανονικό δυναμικό οξείδωσης της αντίδρασης $\text{S}^{2-} \rightleftharpoons \text{S}_2 + 2\text{e}^-$ είναι μικρότερο ή μεγαλύτερο από το κανονικό δυναμικό οξείδωσης της αντίδρασης $\text{Cl}^- \rightleftharpoons \frac{1}{2} \text{Cl}_2 + \text{e}^- + 1,36 \text{ V}$ και γιατί;

Προτεινόμενα Θέματα

1. Τι μπορεί να σημαίνει μη ακέραιος αριθμός οξείδωσης;
2. Είναι δυνατόν στο μόριο ένωσης στοιχείο να έχει αριθμό οξείδωσης 0.
3. 0, 1 mol μετάλλου M που εμφανίζει αριθμούς οξείδωσης +2 και +3 αντιδρούν πλήρως με 280 ml διαλύματος KMnO_4 1 N παρουσία H_2S . Να γραφτεί εξίσωση της αντίδρασης που πραγματοποιείται.
4. Δίνεται μέταλλο X με $E_0 = -1,99 \text{ V}$ και μέταλλο Ψ $E_0 = +0,80 \text{ V}$. Ποια απο τις ακόλουθες προτάσεις είναι ορθή;
 - i) Το Ψ είναι ηλεκτροθετικότερο του X.
 - ii) Το X θα αντικαταστήσει το Ψ σε δείγμα υδατικό άλατος του.
 - iii) Το Ψ θα αντιδράσει με αραιό υδατικό διάλυμα H_2SO_4 και θα εκλυθεί $\text{H}_{2(g)}$.
 - iv) Το X οξειδώνει το Ψ.
5. Δίνονται τα ακόλουθα δείγματα:
 - δείγμα CuSO_4
 - δείγμα ZnSO_4
 - δείγμα Sn

και οι επόμενες ράβδοι:

- ράβδος Cu
- ράβδος Zn
- ράβδος Sn.

Ποιος συνδυασμό δείγματος ράβδου θα επιλέγατε για την γρηγορότερη και πληρέστερη επιχάλκωση; Δίνονται τα ακόλουθα κανονικά δυναμικά οξειδοαναγωγής

$E_o = -0,76 \text{ V}$, για την ημιαντίδραση $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2e$.

$E_o = -0,14 \text{ V}$, για την ημιαντίδραση $\text{Sn} \rightarrow \text{Sn}^{2+} + 2e$.

$E_o = 0,34 \text{ V}$, για την ημιαντίδραση $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2e$.

6. Μεταλλικός σίδηρος διαλύεται σε αραιό διάλυμα H_2SO_4 μέχρι παύσεως εκλύσεως αερίου Α. Στο διάλυμα που προκύπτει προστίθεται ποσότητα υγρού καθαρού H_2SO_4 οπότε εκλύεται αέριο Β. Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι ορθές;

- Το αραιό H_2SO_4 είναι οξειδωτικό.
- Το $E_o (\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2e)$ είναι αρνητικό.
- Το $E_o (\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+} + e)$ είναι μικρότερο από το $E_o (\text{H}_2 \rightarrow 2\text{H}^+ + 2e)$.
- Το $E_o (\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+} + e) < E_o (\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O})$.
- Η σχετική πυκνότητα του Β ως προς Α είναι 32
- Η σχέση μαζών του Β ως προς τον Α είναι 8.
- Ο Fe είναι ηλεκτροθετικότερος του H_2 .

7. Δίνονται τα στοιχεία ${}_{35}\text{Br}$ και ${}_{53}\text{I}$.

- Ποια από τις παρακάτω αντιδράσεις πραγματοποιούνται αυθόρμητα και γιατί;
 - $\text{Br}_2 + \text{I}^{1-} \rightarrow \text{Br}^{1-} + \text{I}_2$
 - $\text{Br}_2 + \text{IO}^{1-} \rightarrow \text{I}^{1-} + \text{BrO}_3^{1-}$
- Ποιες τιμές από τις παρακάτω αντιστοιχούν στα κανονικά δυναμικά οξειδοαναγωγής (E_o) των ισορροπιών;
 - $2\text{Br}^- \rightarrow \text{Br}_2 + 2e$, $E_o = -0,62\text{V}$ ή $1,06\text{V}$ ή $0,24\text{V}$
 - $2\text{I}^- \rightarrow \text{I}_2 + 2e$, $E_o = -0,12\text{V}$ ή $0,53\text{V}$ ή $1,82\text{V}$

8. Σε 800 ml δείγματος FeSO_4 0,07 M προσθέτουμε ράβδο Zn χωρίς να μεταβληθεί ο όγκος του δείγματος. Μετά απο ορισμένο χρόνο το δείγμα αποκτά συγκέντρωση $[\text{Zn}^{2+}] = 0,05 \text{ M}$.
- Na υπολογιστεί η μεταβολή της μάζας της ράβδου.
 - Τα pH του δείγματος ρυθμίστηκαν έτσι ώστε να έχει καταβυθιστεί η μέγιστη ποσότητα του ενός μόνο δυσδιάλυτου σώματος, χωρίς να έχει καταβυθιστεί το άλλο. Ποια η τιμή του pH και ποια η μάζα του ιζήματος;

Δίνονται $k_{\text{sp}}(\text{Zn}(\text{OH})_2) = 5 \cdot 10^{-17}$, $k_{\text{sp}}(\text{Fe}(\text{OH})_2) = 2 \cdot 10^{-15}$, $E_o(\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2e^-) = -0,44 \text{ V}$, $E_o(\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2e^-) = -0,76 \text{ V}$.

Ειδικά Θέματα

1. Διαθέτουμε τα μέταλλα A, B, Γ, Δ. Μεταλλικά δείγματα των A, B, Γ τοποθετούνται σε διάλυμα άλατος του Δ. Τα A, B παραμένουν αμετάβλητα, ενώ το Γ σκεπάζεται από στρώμα ενός στερεού που με ανάλυση βρίσκεται ότι είναι Δ. Το B δεν αντιδρά με αραιό υδατικό διάλυμα HCl, ενώ το A διαλύεται σ' αυτό ελευθερώνοντας H_2 .
- Ποια η σειρά αναγωγικής ικανότητας των μετάλλων, αρχίζοντας από το αναγωγικότερο.
 - Μεταξύ ποιών στοιχείων θα τοποθετούσατε το H_2 .
 - Ποια από τα μέταλλα θα έχουν θετικό κανονικό δυναμικό οξειδοαναγωγής
 - Αν μόνο ένα από αυτά θα μπορούσε να βρεθεί ελεύθερο στη φύση, ποιο θα ήταν το πιο πιθανό;

Βοηθητικά σχόλια

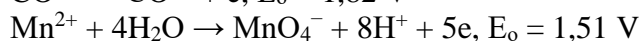
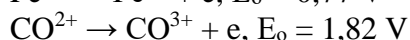
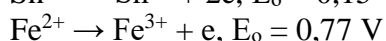
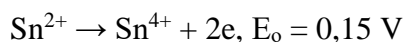
- Μεταξύ μετάλλων το πλέον ηλεκτροθετικό είναι το πλέον αναγωγικό.
 - Σε ελεύθερη κατάσταση στην φύση βρίσκονται τα πλέον αδρανή μέταλλα.
2. Γιατί κατά την διάλυση μετάλλων σε αραιό HNO_3 δεν προκύπτει H_2 σαν κύριο προϊόν; Δίνεται για την $\text{NO} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ + 3e^-$, $E_o = 0,94 \text{ Volt}$.

Βοηθητικά σχόλια

- i) Για την $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e$ $E_0 = 0$ Volt
 - ii) Υπάρχει πιθανότητα οξείδωσης του M και από H^+ και από NO_3^-
 - iii) Όταν υπάρχει πιθανότητα αναγωγής περισσοτέρων του ενός οξειδωτικών τότε, όσο μεγαλύτερη είναι η αλγεβρική διαφορά των κανονικών δυναμικών οξειδοαναγωγής οξειδωτικού -αναγωγικού τόσο μεγαλύτερη είναι και η ζωηρότητα της αναγωγής.
3. 1,58 g ενός οξειδωτικού σώματος όταν ανάγονται προσλαμβάνουν $30,115 \cdot 10^{21}$ e. Αν η συνολική μεταβολή του αριθμού ανά μόριο οξειδωτικού είναι 5 να υπολογισθεί το M_r του οξειδωτικού.

Βοηθητικά σχόλια

- i) 1 γραμμοϊσοδύναμο οξειδωτικού σώματος ορίζεται η μάζα σε g που προσλαμβάνει N e ($N = 6,023 \cdot 10^{23}$).
 - ii) Το 1 γραμμοϊσοδύναμο οξειδωτικού ισούται με το πηλίκο του 1 mol του οξειδωτικού προς την μεταβολή του αριθμού οξείδωσης του οξειδωτικού στοιχείου.
4. Πόσος όγκος κανονικού διαλύματος $KMnO_4$ μπορεί να αποχρωματιστεί από 2 l διαλύματος που περιέχουν $SnCl_2$ 0,1 M , $FeCl_2$ 0,1 M , $CoCl_2$ 0,2 M και είναι οξινισμένα με HCl; Δίνονται



Βοηθητικά σχόλια

Για να πραγματοποιηθεί μία αντίδραση οξειδοαναγωγής θα πρέπει η αλγεβρική διαφορά των κανονικών δυναμικών οξειδοαναγωγής οξειδωτικού -αναγωγικού να είναι θετική (ή αλλιώς το αναγωγικό να έχει μικρότερο E_0 από το οξειδωτικό).

5. Σε διάλυμα $AgNO_3$ βυθίζεται ράβδος Ag ενώ σε διάλυμα $Cu(NO_3)_2$ βυθίζεται ράβδος Cu. Τα δύο διαλύματα χωρίζονται με πορώδες διάφραγμα και οι ράβδοι συνδέονται εσωτερικά με αγωγό. Μετά πάροδο ορισμένου χρόνου η μία ράβδος βρέθηκε αυξημένη κατά 5,04 g.
- i) Να περιγράψετε το φαινόμενο που πραγματοποιήθηκε.
 - ii) Σε ποια ράβδο παρατηρήθηκε αύξηση μάζας ;

iii) Τι παρατηρήθηκε στην άλλη ράβδο και ποια η τιμή της μεταβολής της μάζας της;

iv) Πόσο φορτίο πέρασε στο παραπάνω χρονικό διάστημα από τον αγωγό;

Δίνονται:

- $E_0 = 0,80 \text{ V}$, για την $\text{Ag} \rightarrow \text{Ag}^+ + e$
- $E_0 = 0,34 \text{ V}$, για την $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2e$
- φορτίο $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

Βοηθητικά σχόλια

i) Από τις τιμές του E_0 συμπεραίνουμε ότι ο Cu είναι αναγωγικός σε σχέση με τον Ag άρα η ράβδος του χαλκού θα έχει μικρότερο δυναμικό σε σχέση με την ράβδο του Ag και θα αποτελέσει τον αρνητικό πόλο του στοιχείου που δημιουργήθηκε. Έτσι θα παρατηρηθεί ροή e από την ράβδο του Cu στην ράβδο του Ag.

ii) Αποτέλεσμα της ροής ρεύματος είναι η διάλυση μέρους του χαλκού και η εναπόθεση μάζας του Ag στην ράβδο του Ag.

iii) Αφού από τα δύο ηλεκτρόδια πέρασε η ίδια ποσότητα ηλεκτρισμού (ίδιο φορτίο), θα πρέπει και τα γραμμοισοδύναμα των στοιχείων που αποφορτίστηκαν να είναι ίσα.

$$\text{iv) } 1 \text{ g-eq Ag} = (1 \text{ grat Ag}) \cdot 1^{-1}, 1 \text{ g-eq Cu} = (1 \text{ grat Cu}) \cdot 2^{-1}$$

$$\text{v) } 1 \text{ g-eq αποφορτίζεται από } N \cdot e$$

6. Σε 2 l διαλύματος CuCl_2 0,2 M βυθίζεται ράβδος μεταλλικού Ni. Όταν η μάζα της ράβδου έχει μεταβληθεί κατά 0,9 gr η ράβδος απομακρύνεται από το διάλυμα. Ποια τιμή pH πρέπει να αποκτήσει το διάλυμα που έχει προκύψει ώστε να καταβυθιστεί το 90% της ποσότητας των ιόντων Cu^{2+} που περιέχει; Ποια η μάζα του στερεού στο διάλυμα; Δίνονται:

$$\text{i) } \text{για την Ni} < = > \text{Ni}^{2+} + 2e, E_0 = -0,25 \text{ V}$$

$$\text{ii) } \text{για την Cu} < = > \text{Cu}^{2+} + 2e, E_0 = 0,34 \text{ V}$$

$$\text{iii) } K_{sp}(\text{Ni}(\text{OH})_2) = 10^{-16}, K_{sp}(\text{Cu}(\text{OH})_2) = 10^{-18}, M_r(\text{Cu}) = 63,5, \\ M_r(\text{Ni}) = 59$$

Βοηθητικά σχόλια

- i) Από την σύγκριση των E_0 του Ni και του Cu πιστοποιείται η πραγματοποίηση αντικατάστασης μεταξύ τους.
- ii) Η μεταβολή μάζας οφείλεται στην σύγχρονη μετατροπή του $Ni^0 \rightarrow Ni^{2+}$ και την εναπόθεση του $Cu^{2+} \rightarrow Cu^0$.
7. Κράμα Cu και Ni μάζας m περιέχει τα συστατικά του σε ισομοριακές ποσότητες. Η ποσότητα του κράματος διαλύεται σε πυκνό διάλυμα HNO_3 άγνωστης συγκέντρωσης και έτσι προκύπτει διάλυμα όγκου 2 l με $pH = 0$ (χωρίς μεταβολή του όγκου). Μετά την απομάκρυνση του αερίου προστίθεται στερεό NaOH στο διάλυμα μέχρις ότου να καταβυθιστούν τα 90% των ιόντων Cu^{2+} που περιέχει σαν $Cu(OH)_2$.
- i) Ποια η μάζα m;
- ii) Ποια η $[HNO_3]$;
- iii) Ποια η μάζα του ιζήματος;

Δίνονται : $k_{sp}(Cu(OH)_2) = 5 \cdot 10^{-18}$, $k_{sp}(Ni(OH)_2) = 5 \cdot 10^{-16}$, $k_w = 10^{-14}$.

Σύγχρονη Ατομική Θεωρία

Θεωρία

Το πρώτο κεφάλαιο της Χημείας Γ' Λυκείου μπορούμε να το χωρίσουμε σε 4 ενότητες.

- A. Ενέργεια ηλεκτρονίου στο άτομο του υδρογόνου, ενέργεια κβάντου, διαφορά ενέργειας κατά τη μετάπτωση ηλεκτρονίου και μήκος κύματος σωματιδίου μάζας m και ταχύτητας v , με ερωτήσεις και ασκήσεις πάνω στους τύπους.
- B. Τροχιακά, κβαντικοί αριθμοί και Αρχές Δόμησης.
- C. Περιοδικός πίνακας, Στοιχεία μετάπτωσης, Ατομική Ακτίνα, Ενέργεια Ιοντισμού.
- D. Δομές Lewis.

Σαν μια γενική εικόνα, ο μαθητής πρέπει να κατέχει πολύ καλά τις καινούριες έννοιες που πρωτοακούει στο κεφάλαιο (τροχιακά, κβαντικοί αριθμοί κλπ.) και να μπορεί να απαντά προσέχοντας τη συγκεκριμένη έννοια που ζητά η ερώτηση (π.χ. αν αναφέρεται σε στοιβάδα, υποστοιβάδα ή τροχιακό, αν ζητά μονήρη ηλεκτρόνια κλπ.). Επίσης πολύ χρήσιμο είναι να γνωρίζει τη θέση στον περιοδικό πίνακα και τον Ατομικό Αριθμό των 20 πρώτων στοιχείων καθώς και το διαχωρισμό σε Μέταλλα και Αμέταλλα, Ηλεκτροθετικά, Ηλεκτραρνητικά κλπ. και τέλος ειδικά για τις δομές Lewis, το διαχωρισμό των ενώσεων σε ετεροπολικές και ομοιοπολικές και τις ιδιότητες που συνεπάγεται αυτό. Έτσι αφού λυθούν φυσικά οι ασκήσεις του σχολικού βιβλίου, παρακάτω δίνονται ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, και σωστού-λάθους, καθώς και παραδείγματα από δομές Lewis, για καλύτερη κατανόηση και εμπέδωση του κεφαλαίου.

A. Ατομικά Πρότυπα

1. Ατομικό Πρότυπο Thomson (1896): τα ηλεκτρόνια είναι διασκορπισμένα στη μάζα του θετικού φορτίου, το οποίο γεμίζει όλο σχεδόν το χώρο του ατόμου («σταφιδόψωμο»). Απορρίφθηκε μετά τα πειράματα του Rutherford (1911).
2. Ατομικό Πρότυπο Rutherford (1911): προέβλεπε την ύπαρξη θετικά φορτισμένου πυρήνα περιορισμένου σε μια μικρή περιοχή στο κέντρο του ατόμου και τα ηλεκτρόνια να περιφέρονται γύρω του διαγράφοντας κυκλικές τροχιές με την επίδραση της δύναμης Coulomb, η οποία παίζει το ρόλο κεντρομόλου δύναμης.

3. Ατομικό Πρότυπο Bohr (1913): βελτίωση του προηγούμενου. Προέβλεπε την ύπαρξη θετικά φορτισμένου πυρήνα περιορισμένου σε μια μικρή περιοχή στο κέντρο του ατόμου και τα ηλεκτρόνια να περιφέρονται γύρω του διαγράφοντας κυκλικές τροχιές με την επίδραση της δύναμης Coulomb, η οποία παίζει το ρόλο κεντρομόλου δύναμης. Επιπλέον προέβλεπε τις ακόλουθες δυο συνθήκες κβάντωσης:

- 1η Συνθήκη (Μηχανική Συνθήκη): κάθε ηλεκτρόνιο κινείται γύρω από τον πυρήνα σε καθορισμένες κυκλικές τροχιές, για τις οποίες ισχύει η συνθήκη κβάντωσης της στροφορμής:

$$mvr = n\hbar \quad (8.1),$$

όπου

$$\hbar = \frac{h}{2\pi} \quad (8.2),$$

$$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J.s (σταθερά του Planck)} \quad (1.3),$$

ενώ $n = 1, \dots, +\infty$ ο κύριος κβαντικός αριθμός. Σε καθεμιά από αυτές το ηλεκτρόνιο δεν ακτινοβολεί, συνεπώς η ενέργειά του παραμένει σταθερή. Με συνδυασμό του 2^{ου} Νόμου του Newton για την κυκλική κίνηση καθώς και των Νόμων της Ηλεκτροστατικής (Νόμος του Coulomb) αποδεικνύεται ότι δίνεται από τη σχέση

$$E_n = -\frac{2,18 \cdot 10^{-18} \text{ J}}{n^2} \quad (8.4).$$

Για $n = 1$ έχουμε τη θεμελιώδη κατάσταση του ατόμου, ενώ για $n = 2, 3, \dots$ τις διεγερμένες καταστάσεις. Ένα ηλεκτρόνιο έχει απομακρυνθεί από το άτομο (ιονισμός) όταν

$$\lim_{n \rightarrow +\infty} E_n = 0 \quad (8.5).$$

- 2η Συνθήκη (οπτική συνθήκη): το ηλεκτρόνιο εκπέμπει ή απορροφά ενέργεια υπό μορφή ακτινοβολίας μόνο όταν αλλάζει ενεργειακή στάθμη (μεταπηδά από τη μια τροχιά σε άλλη). Η ενέργεια που εκπέμπεται με τη μορφή φωτονίου συχνότητας f δίνεται από τη γνωστή σχέση των L. Boltzmann και M. Planck

$$\Delta E = |E_{n2} - E_{n1}| = E_f = h \cdot f \quad (8.6).$$

4. Ατομικό Πρότυπο Sommerfield (1916): βελτίωση του προηγούμενου, με παρόμοιες συνθήκες κβάντωσης. Προέβλεπε την ύπαρξη θετικά φορτισμένου πυρήνα περιορισμένου σε μια μικρή περιοχή στο κέντρο του ατόμου και τα ηλεκτρόνια να περιφέρονται γύρω του διαγράφοντας κυκλικές ή ελλειπτικές τροχιές με την επίδραση της δύναμης Coulomb, η οποία παίζει τον ίδιο ρόλο με τη βαρυτική δύναμη στο πλανητικό σύστημα. Επιπλέον εισήγαγε το δευτερεύοντα ή αζιμουθιακό κβαντικό αριθμό $l = 0, 1, 2, \dots, n-1$.

Επιτυχίες των Θεωριών Bohr και Sommerfield (Παλιά Κβαντική Μηχανική):

- πρώτες αυτοσυνεπείς θεωρίες για τη δομή του ατόμου.
- ερμήνευσαν επιτυχώς τα γραμμικά φάσματα του ατόμου του Η και των υδρογονοειδών ιόντων.

Αποτυχίες των Θεωριών Bohr και Sommerfield (Παλιά Κβαντική Μηχανική):

- περιείχαν συνθήκες κβάντωσης αυθαίρετα επιλεγμένες.
- απέτυχαν στην ερμηνεία των φασμάτων πολυηλεκτρονικών ατόμων.

5. Υπόθεση Κυματοσωματιδιακού Δυΐσμου (Louis de Broglie, 1921):

Όπως τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα έχουν και σωματιδιακές ιδιότητες (φωτόνια, σωματίδια με καθορισμένη ενέργεια και ορμή) έτσι και κάθε σώμα έχει και κυματικές ιδιότητες (υλικό κύμα) και συγκεκριμένα μήκος κύματος (για ταχύτητες πολύ μικρότερες από την ταχύτητα διάδοσης του φωτός c_0)

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv} \quad (\text{μήκος κύματος de Broglie}) \quad (8.7).$$

Στο σημείο αυτό ας θυμηθούμε τη σχέση του Einstein για την ορμή και το μήκος κύματος ενός φωτονίου:

$$p = \frac{h}{\lambda} \quad (8.8).$$

Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή η συνθήκη κβάντωσης των Bohr- Sommerfield προκύπτουν αυτόματα αν θεωρήσουμε τα ηλεκτρόνια στάσιμα υλικά κύματα σε τροχιές γύρω από τον πυρήνα (ηλεκτρονιακό νέφος).

6. Κυματική θεωρία της ύλης (Κβαντική Μηχανική):

Αρχή Αβεβαιότητας (Heisenberg- 1927): είναι αδύνατο να προσδιορίσουμε ταυτόχρονα τη θέση και την ορμή ενός σωματιδίου στην ίδια διάσταση

$$\Delta x \cdot \Delta p_x \geq \frac{\hbar}{2} \quad (8.9).$$

$$\Delta y \cdot \Delta p_y \geq \frac{\hbar}{2} \quad (8.10).$$

$$\Delta z \cdot \Delta p_z \geq \frac{\hbar}{2} \quad (8.11).$$

Εξίσωση Schrödinger:

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \left(\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} \right) + U(x, y, z, t) \psi = i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t} \quad (8.12),$$

όπου

- $\psi = \psi(x,y,z,t)$: κυματοσυνάρτηση, κυματική συνάρτηση πολλών μεταβλητών, χωρικών και χρονικών, εν γένει μιγαδικός αριθμός, αφού προκύπτει ως λύση διαφορικής κυματικής εξίσωσης με μεταβλητούς συντελεστές. Συνδέεται μονοσήμαντα με την εκάστοτε κατάσταση ενός συστήματος (μια κατάσταση \rightarrow μια κυματοσυνάρτηση). Δεν έχει άμεση φυσική σημασία και δεν είναι μετρήσιμη ποσότητα.
- $\frac{\partial \psi}{\partial t}$: παραγωγή μιας συνάρτησης πολλών μεταβλητών ως προς μία από τις μεταβλητές από τις οποίες εξαρτάται.
- $-\frac{\hbar^2}{2m} \left(\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} \right)$: όρος σχετιζόμενος με την κινητική ενέργεια του συστήματος.
- $U(x,y,z,t)\psi$: όρος σχετιζόμενος με άλλες μορφές ενέργειας (συνήθως δυναμική ενέργεια) του συστήματος.
- $i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t}$: όρος σχετιζόμενος με τη χρονική εξέλιξη του συστήματος.
- $\psi \cdot \psi^* = |\psi(x,y,z,t)|^2$: πυκνότητα πιθανότητας εύρεσης ενός σωματίου σε ένα σημείο (x,y,z) του χώρου τη χρονική στιγμή t (πραγματικός αριθμός, φυσικό μέγεθος, μέτρο μιγαδικού αριθμού ψ , ψ^* ο συζυγής μιγαδικός αριθμός του ψ).
- $dP(x,y,z,t) = |\psi(x,y,z,t)|^2 dV = |\psi(x,y,z,t)|^2 \cdot dx dy dz$: στοιχειώδης πιθανότητα εύρεσης ενός σωματίου σε μια περιοχή στοιχειώδους όγκου $dV = dx dy dz$ γύρω από ένα σημείο (x,y,z) του χώρου τη χρονική στιγμή t (πραγματικός αριθμός, φυσικό μέγεθος).
- $P_v(t) = \sum |\psi(x,y,z,t)|^2 dV = \sum |\psi(x,y,z,t)|^2 dx dy dz$: πιθανότητα εύρεσης ενός σωματίου σε μια περιοχή όγκου V του χώρου τη χρονική στιγμή t (πραγματικός αριθμός, φυσικό μέγεθος).
- $\rho_e = e|\psi|^2$: πυκνότητα φορτίου ηλεκτρονίου (ηλεκτρονιακού νέφους) σε ένα σημείο (x,y,z) του χώρου τη χρονική στιγμή t (πραγματικός αριθμός, φυσικό μέγεθος).

B. Κβαντικοί Αριθμοί Αρχές Δόμησης των Πολυηλεκτρονικών Ατόμων

Η ακριβής αναλυτική επίλυση της εξίσωσης Schrödinger (1.12) είναι δυνατή σε πολύ απλά φυσικά συστήματα, όπως το άτομο του υδρογόνου και τα ιόντα με μόνο ένα ηλεκτρόνιο γύρω από τον πυρήνα τους (υδρογονοειδή ιόντα). Σε πιο πολύπλοκα συστήματα εφαρμόζονται προσεγγιστικές μέθοδοι επίλυσης, αναλυτικές ή αριθμητικές, συχνά με τη βοήθεια ηλεκτρονικών υπολογιστών. Σε κάθε περίπτωση

πάντως έχει βρεθεί ότι οι κυματοσυναρτήσεις των ατομικών ηλεκτρονίων (ατομικά τροχιακά) καθορίζονται από τέσσερις κβαντικούς αριθμούς, οι τρεις εκ των οποίων προκύπτουν κατά τη διαδικασία επίλυσης της εξίσωσης Schrödinger (1.12) και ο τέταρτος κατά την εξαγωγή της (1.12) από μια πιο γενικευμένη κβαντική κυματική εξίσωση, την εξίσωση του Dirac. Αυτοί είναι:

- 1) Κύριος κβαντικός αριθμός (n): τον εισήγαγε για πρώτη φορά ο Bohr (1913). Παίρνει ακέραιες τιμές 1,2,...,+∞ και καθορίζει το φλοιό ή στιβάδα του ατόμου στον οποίο βρίσκεται το ηλεκτρόνιο (σε πόση απόσταση από τον πυρήνα η συνάρτηση πυκνότητα πιθανότητας του ηλεκτρονίου παρουσιάζει μέγιστο και σε ποια περιοχή του χώρου η πιθανότητα να συναντήσουμε το ηλεκτρόνιο είναι περίπου 95%), με άλλα λόγια το μέγεθος και την ενέργεια (μαζί με το δευτερεύοντα κβαντικό αριθμό) του ηλεκτρονιακού νέφους που αντιστοιχεί στο κάθε ατομικό τροχιακό.

Τιμή κύριου κβαντικού αριθμού (n):	Όνομα στιβάδας	Μέγιστο πλήθος ηλεκτρονίων ($2n^2$)
1	K	2
2	L	8
3	M	18
4	N	32
5	O	50

- 2) Δευτερεύων ή αξιμουθιακός κβαντικός αριθμός (l): τον εισήγαγε για πρώτη φορά ο Sommerfield (1916). Παίρνει ακέραιες τιμές $l = 0, 1, 2, \dots, n-1$. Καθορίζει το σχήμα του ηλεκτρονιακού νέφους που αντιστοιχεί στο κάθε ατομικό τροχιακό και μαζί με τον κύριο κβαντικό αριθμό την ενέργεια και τον υποφλοιό ή υποστιβάδα του ατόμου στην οποία βρίσκεται το ηλεκτρόνιο.

Τιμή αξιμουθακού κβαντικού αριθμού (l)	Όνομα υποστιβάδας	Μέγιστο πλήθος ηλεκτρονίων $2(2l+1)$
0	s	2
1	p	6
2	d	10

3	f	14
---	---	----

- 3) Μαγνητικός κβαντικός αριθμός (m_l): παίρνει ακέραιες τιμές $m_l = -1, \dots, 0, \dots, +1$ (1: αζιμουθιακός κβαντικός αριθμός). Καθορίζει τον προσανατολισμό του ηλεκτρονιακού νέφους στο χώρο και μαζί με τους n και l το ατομικό τροχιακό.

n	l	m_l	Όνομα Ατομικού Τροχιακού	Σχήμα Ατομικού Τροχιακού
1	0	0	1s	σφαιρικό
2	0	0	2s	σφαιρικό
2	1	-1	2p _x	Διπλός λοβός
2	1	0	2p _z	Διπλός λοβός
2	1	+1	2p _y	Διπλός λοβός

- 4) Κβαντικός αριθμός του spin (m_s): τον εισήγαγε ο Paul Dirac. Δεν προκύπτει από τη διαδικασία επίλυσης της εξίσωσης Schrödinger (1.12) αλλά από την εξαγωγή της (1.12) από μια πιο γενικευμένη κβαντική κυματική εξίσωση, την εξίσωση του Dirac. Παίρνει για τα ηλεκτρόνια αποκλειστικά ημιακέραιες τιμές (φερμιόνια), τις $m_s = \pm \frac{1}{2}$ και καθορίζει μια εγγενή καθαρά κβαντομηχανική ιδιότητα των σωματιών με διαστάσεις στροφορμής, το spin (σωμάτια με ακέραιο m_s , όπως τα φωτόνια, λέγονται μποζόνια και σωματία με ημιακέραιο m_s , όπως τα ηλεκτρόνια, τα πρωτόνια, τα νετρόνια και τα quarks, λέγονται φερμιόνια).

Αρχή της Ηλεκτρονιακής Δόμησης (aufbau):

- 1) Αρχή της Ελάχιστης Ενέργειας: κατά την ηλεκτρονιακή δόμηση της θεμελιώδους κατάστασης ενός ατόμου τα ηλεκτρόνια οφείλουν να καταλάβουν την τροχιά με τη μικρότερη δυνατή ενέργεια ώστε να αποκτήσουν τη μέγιστη σταθερότητα. Σύμφωνα με την Αρχή της Ελάχιστης Ενέργειας ισχύει:

- I. Ανάμεσα σε δυο υποστιβάδες μικρότερη ενέργεια έχει εκείνη για την οποία το άθροισμα $(n + l)$ είναι μικρότερο.
- II. Ανάμεσα σε δυο υποστιβάδες με ίδιο άθροισμα $(n + l)$ μικρότερη ενέργεια έχει εκείνη με το μικρότερο n .

- III. Μετά την εισαγωγή ηλεκτρονίων στις υποστιβάδες 3d και 4d αυτές έχουν λιγότερη ενέργεια από τις 4s και 5s αντίστοιχα.

Μνημονικός κανόνας για τη διαδοχική σειρά συμπλήρωσης των ατομικών τροχιακών με ηλεκτρόνια στα πολυηλεκτρονιακά άτομα.

1s
2s 2p
3s 2p 3d
4s 4p 4d 4f
5s 5p 5d 5f
6s 6p 6d 6f
7s 7p

- 2) Απαγορευτική αρχή του Pauli: είναι αδύνατο να υπάρχουν περισσότερα ηλεκτρόνια στην ίδια κβαντική κατάσταση, δηλαδή περισσότερα από ένα ηλεκτρόνια ενός ατόμου να έχουν την ίδια τετράδα κβαντικών αριθμών (n, l, m_l, m_s). Σύμφωνα με αυτή σε κάθε τροχιακό αντιστοιχούν $2(2l+1)$ ηλεκτρόνια.

- 3) Κανόνες Hund:

- I. 1^{ος} Κανόνας Hund: από το σύνολο των καταστάσεων με ίδιο LS ελάχιστη ενέργεια έχουν εκείνες με τη μέγιστη τιμή του S.
- II. 2^{ος} Κανόνας Hund: από το σύνολο των καταστάσεων LS με μέγιστη τιμή του S ελάχιστη ενέργεια έχουν εκείνες με τη μέγιστη τιμή του L.
- III. 3^{ος} Κανόνας Hund: από το σύνολο των καταστάσεων που προκύπτουν από που προκύπτουν από τους δυο πρώτους κανόνες η θεμελιώδης κατάσταση του ατόμου θα είναι εκείνη με μέγιστο $|L-S|$ αν ο υποφλοιός είναι λιγότερο από μισογεμάτος ή αντίθετα είναι η κατάσταση με μέγιστο $|L+S|$ αν ο υποφλοιός είναι περισσότερο περισσότερο από μισογεμάτος.

Στους παραπάνω κανόνες ισχύει

$$L = \left| \sum m_l \right|$$

(1.13),

$$S = \left| \sum m_s \right|$$

(1.14).

Εξαιτίας αυτών ηλεκτρόνια που καταλαμβάνουν την ίδια υποστιβάδα (έχουν την ίδια ενέργεια) έχουν κατά προτίμηση παράλληλα spin.

4) Κανόνες Bury (προκύπτουν από τους δυο πρώτους Κανόνες της Αρχής ηλεκτρονιακής δόμησης):

- I. 1^{ος} Κανόνας Bury: η εξωτερική στιβάδα του ατόμου στη θεμελιώδη κατάσταση του δεν μπορεί να έχει περισσότερα από 8 ηλεκτρόνια.
- II. 2^{ος} Κανόνας Bury: η στιβάδα αμέσως πριν την εξωτερική στιβάδα του ατόμου δεν μπορεί να έχει περισσότερα από 18 ηλεκτρόνια (δεν ισχύει για στοιχεία με f ηλεκτρόνια).

C. Ο Περιοδικός Πίνακας

Ορισμός: Περιοδικός Πίνακας ή Περιοδικό Σύστημα είναι ένας πίνακας ο οποίος αποτελείται από (7) οριζόντιες γραμμές (Περίόδους) και (18) κατακόρυφες στήλες (Ομάδες). Σχηματίζεται με τη βοήθεια κάποιου Νόμου Περιοδικότητας.

- Νόμος περιοδικότητας Mendeleev (): «η χημική συμπεριφορά ενός στοιχείου είναι περιοδική συνάρτηση του ατομικού του βάρους».
- Νόμος περιοδικότητας Moseley (1916- ισχύει μέχρι σήμερα): «η χημική συμπεριφορά ενός στοιχείου είναι περιοδική συνάρτηση του ατομικού του αριθμού Z».
- Ο αριθμός των στιβάδων που έχουν χρησιμοποιηθεί για την ηλεκτρονιακή δόμηση του ατόμου καθορίζει την περίοδο που ανήκει το στοιχείο.
- Ο αριθμός των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας (ηλεκτρόνια σθένους) καθορίζει τον αριθμό της ομάδας που ανήκει το στοιχείο (αυτό ισχύει για τις πρωτεύουσες ή κύριες ομάδες του περιοδικού πίνακα, οι οποίες φέρουν δείκτη A).
- Περιοδική τάση στοιχείων: όταν αλλάζουμε περίοδο, τα στοιχεία ή οι ενώσεις που αντιστοιχούν στην ίδια ομάδα έχουν παραπλήσιες ιδιότητες.

Τομείς του Περιοδικού Πίνακα

Με βάση τον τύπο της υποστιβάδας στην οποία ανήκει το τελευταίο ηλεκτρόνιο (αυτό που μπαίνει στη στιβάδα με την αρχικά μεγαλύτερη ενέργεια, σύμφωνα με τον κανόνα δόμησης aufbau) ο περιοδικός πίνακας χωρίζεται σε τομείς (s,p,d,f)

Τομέας περιοδικού πίνακα: είναι ένα σύνολο στοιχείων τα οποία έχουν τα τελευταία τους ηλεκτρόνια (με τη μέγιστη ενέργεια, σύμφωνα με την αρχή ηλεκτρονιακής δόμησης aufbau) στον ίδιο τύπο υποστιβάδας). Δείχνει τη σχέση ηλεκτρονικής δομής και θέσης στον περιοδικό πίνακα.

- 1) Τομέας s

Ομάδες του τομέα s

Αρίθμηση με βάση τους τομείς:	s^1	s^2
Κλασσική αρίθμηση:	I _A	II _A
Νέα αρίθμηση:	1	2

2) Τομέας p

Ομάδες του τομέα p

Αρίθμηση με βάση τους τομείς:	p^1	p^2	p^3	p^4	p^5	p^6
Παλιά αρίθμηση:	III _A	IV _A	V _A	VI _A	VII _A	VIII _A
Νέα αρίθμηση:	13	14	15	16	17	18

3) Τομέας d (στοιχεία μετάπτωσης).

Ομάδες του τομέα d

Αρίθμηση με βάση τους τομείς:	d^1	d^2	d^3	d^4	d^5	d^6	d^7	d^8	d^9	d^{10}
Παλιά αρίθμηση:	I _B	II _B	III _B	IV _B	V _B	VI _B	VIII _B	VIII _B	VIII _B	VIII _B
Νέα αρίθμηση:	11	12	3	4	5	6	7	8	9	10

Στοιχεία μετάπτωσης: είναι τα στοιχεία που καταλάμβαναν τον τομέα d του περιοδικού πίνακα.

1η σειρά: στοιχεία μετάπτωσης 4ης περιόδου

2η σειρά: στοιχεία μετάπτωσης 5ης περιόδου

3η σειρά: στοιχεία μετάπτωσης 6ης περιόδου

21Sc	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$	$3d^1$	$4s^2$
22Ti	[Ar]	$3d^2$	$4s^2$
23V	[Ar]	$3d^3$	$4s^2$
24Cr	[Ar]	$3d^5$	$4s^1$
25Mn	[Ar]	$3d^5$	$4s^2$
26Fe	[Ar]	$3d^6$	$4s^2$
27Co	[Ar]	$3d^7$	$4s^2$
28Ni	[Ar]	$3d^8$	$4s^2$
29Cu	[Ar]	$3d^{10}$	$4s^1$
30Zn	[Ar]	$3d^{10}$	$4s^2$

Κοινές ιδιότητες στοιχείων μετάπτωσης:

- i. έχουν μεταλλικό χαρακτήρα.
- ii. έχουν πολλούς Αριθμούς Οξειδωσης (Α.Ο.).
- iii. είναι παραμαγνητικά (έλκονται από τα μαγνητικά πεδία γιατί τα άτομά τους περιέχουν ένα ή περισσότερα μονήρη, δηλαδή ασύζευκτα, ηλεκτρόνια).
- iv. σχηματίζουν σύμπλοκα ιόντα.
- v. σχηματίζουν έγχρωμες ενώσεις.
- vi. έχουν ιδιότητα να καταλύουν αντιδράσεις.

4) Τομέας f

Ο τομέας *f* περιλαμβάνει στοιχεία, των οποίων το τελευταίο ηλεκτρόνιο ανήκει σε υποστιβάδα *f*. Επειδή η υποστιβάδα *f* χωράει 14 ηλεκτρόνια, ο τομέας *f* περιλαμβάνει 14 ομάδες. Στον τομέα αυτό ανήκουν οι λανθανίδες, οι οποίες ανήκουν στην 6^η περίοδο και περιλαμβάνουν στοιχεία με ατομικούς αριθμούς 58 -71 και οι ακτινίδες, οι οποίες ανήκουν στην 7^η περίοδο και περιλαμβάνουν στοιχεία με ατομικούς αριθμούς 90 -103. Παλιότερα ονόμαζαν στοιχεία μετάπτωσης όλα τα στοιχεία του τομέα *d* και του τομέα *f*. Σήμερα έχει καθιερωθεί να ονομάζουμε στοιχεία μετάπτωσης αποκλειστικά τα στοιχεία του τομέα *d*. Τα στοιχεία του τομέα *f* της 6ης περιόδου ονομάζονται λανθανίδες από το όνομα του πρώτου από αυτά που είναι το λανθάνιο ($_{57}\text{La}$) και τα στοιχεία του τομέα *f* της 7ης περιόδου ονομάζονται ακτινίδες από το όνομα του πρώτου από αυτά που είναι το ακτίνιο ($_{89}\text{Ac}$).

Μεταβολή ορισμένων περιοδικών ιδιοτήτων

1) Ατομική Ακτίνα

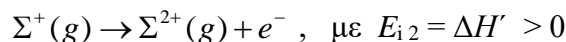
- Ορισμός: ορίζεται ίση με το μισό της απόστασης μεταξύ των πυρήνων δύο γειτονικών ατόμων, όπως αυτά διατάσσονται στο κρυσταλλικό πλέγμα.
- Μεταβολή:
 - i. Κατά μήκος μιας περιόδου η ατομική ακτίνα ελαττώνεται από τα αριστερά προς τα δεξιά.
 - ii. Σε μια ομάδα του περιοδικού πίνακα η ατομική ακτίνα αυξάνει καθώς προχωράμε από πάνω προς τα κάτω (αύξηση του πλήθους των φλοιών και υποφλοιών, στα στοιχεία μετάπτωσης η αύξηση της ατομικής ακτίνας είναι μικρή).

2) Ενέργεια ιοντισμού

- Ορισμός: Η ελάχιστη ενέργεια που απαιτείται για την πλήρη απομάκρυνση ενός ηλεκτρονίου από ελεύθερο άτομο, το οποίο βρίσκεται στη θεμελιώδη του κατάσταση και στην αέρια φάση ονομάζεται ενεργεια I_1 του ιοντισμού και συμβολίζεται E_{i1} . Δηλαδή έχουμε, $\Sigma(g) \rightarrow \Sigma^+(g) + e^-$, με $E_{i1} = \Delta H > 0$. Η ενέργεια ιοντισμού εκφράζεται συνήθως σε kJ mol^{-1} . Η ενέργεια ιοντισμού πολλές φορές στη διεθνή και Ελληνική βιβλιογραφία συμβολίζεται I . Στο παρόν βιβλίο υιοθετείται η πρόταση της IUPAC και συμβολίζεται E_i .

Είναι λογικό να περιμένει κανείς ότι η ενέργεια ιοντισμού είναι ενδόθερμη αντίδραση, αφού για να απομακρυνθεί το ηλεκτρόνιο χρειάζεται ενέργεια ικανή να «εξουδετερώσει» τις ελκτικές δυνάμεις του πυρήνα.

Αντίστοιχα, η ενέργεια δεύτερου ιοντισμού, E_{i2} , ορίζεται:



Είναι αναμενόμενο πως η δεύτερη ενέργεια ιοντισμού έχει μεγαλύτερη τιμή από την πρώτη, καθώς πιο εύκολα φεύγει το ηλεκτρόνιο από το ουδέτερο άτομο απ' ό,τι από το φορτισμένο ιόν. Δηλαδή, έχουμε:

$E_{i2} > E_{i1}$. Με ανάλογο τρόπο προκύπτει: $E_{i3} > E_{i2}$. κ.ο.κ.

- Παράμετροι που επηρεάζουν την ενέργεια ιοντισμού:

- i. Ατομική Ακτίνα

- ii. Φορτίο πυρήνα
- iii. Ενδιάμεσα ηλεκτρόνια
- iv. Μέταλλα

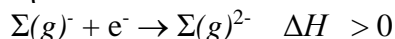
- Μεταβολή:

Γενικά τα **μέταλλα** έχουν σχετικά χαμηλές τιμές ενέργειας ιοντισμού με αποτέλεσμα εύκολα να αποβάλλουν ηλεκτρόνια και να μετατρέπονται σε ηλεκτροθετικά ιόντα. Για το λόγο αυτό και τα μέταλλα χαρακτηρίζονται ως **ηλεκτροθετικά στοιχεία**. Η δε τάση που έχουν να αποβάλλουν ηλεκτρόνια **ηλεκτροθετικότητα**. Η μεταβολή της πρώτης ενέργειας ιοντισμού των στοιχείων των κύριων ομάδων των πρώτων έξι περιόδων σε σχέση με τη θέση τους στον περιοδικό πίνακα δίνεται στο σχήμα 1.9. Επίσης να σημειώσουμε, ότι την ίδια λογική μεταβολών εμφανίζει και η ηλεκτροθετικότητα των στοιχείων.

3) Ηλεκτρονιοσυγγένεια (εκτός ύλης)

- Ορισμός: Ηλεκτρονιοσυγγένεια (E_{ea}) στοιχείου είναι η μεταβολή της ενέργειας που παρατηρείται κατά την πρόσληψη ενός ηλεκτρονίου από άτομο που βρίσκεται στη θεμελιώδη του κατάσταση και σε αέρια φάση. Όταν δηλαδή: $\Sigma(g) + e^- \rightarrow \Sigma(g)^-$, $\Delta H < 0$ Η ηλεκτρονιοσυγγένεια εκφράζεται συνήθως σε kJ mol^{-1} .

Η πρόσληψη ηλεκτρονίου είναι συνήθως εξώθερμο φαινόμενο. Αυτό συμβαίνει επειδή το ηλεκτρόνιο διατάσσεται σε περιβάλλον, όπου αναπτύσσονται ελκτικές δυνάμεις από τον πυρήνα. Αντίθετα προς τη λογική αυτή, είναι η πρόσληψη ηλεκτρονίων από τα ευγενή αέρια, που είναι ενδόθερμη αντίδραση. Να παρατηρήσουμε ότι η δεύτερη ηλεκτρονιοσυγγένεια, δηλαδή, αυτή που περιγράφεται από την εξίσωση:



είναι ενδόθερμη, καθώς το ηλεκτρόνιο διατάσσεται αυτή τη φορά σε αρνητικά φορτισμένο περιβάλλον, όπου ασκούνται απωστικές δυνάμεις, κατά την πρόσληψη ηλεκτρονίων.

Γενικά τα **αμέταλλα** έχουν σχετικά μεγάλη (κατά απόλυτη τιμή) ηλεκτρονιοσυγγένεια, δηλαδή, έχουν μεγάλη τάση να προσλαμβάνουν ηλεκτρόνια και να μετατρέπονται σε ηλεκτραρνητικά ιόντα. Για το λόγο αυτό χαρακτηρίζονται ως **ηλεκτραρνητικά στοιχεία**. Η δε τάση που έχουν τα στοιχεία να προσλαμβάνουν ηλεκτρόνια ονομάζεται **ηλεκτραρνητικότητα**.

- Παρατηρήσεις:

- Η ηλεκτρονιοσυγγένεια πολλές φορές στη διεθνή και Ελληνική βιβλιογραφία συμβολίζεται EA. Στο παρόν βιβλίο υιοθετείται η πρόταση της IUPAC και συμβολίζεται E_{ea} .
- Η ηλεκτραρνητικότητα αναφέρεται σε άτομο ενωμένο με άλλα άτομα στο μόριο μιας ένωσης. Αντίθετα, η έννοια της ενέργειας ιοντισμού και ηλεκτρονιοσυγγένειας αναφέρεται σε ελεύθερα άτομα, που βρίσκονται στη θεμελιώδη τους κατάσταση.
 - Μεταβολή: η μεταβολή της ηλεκτρονιοσυγγένειας ενός στοιχείου σε σχέση με τη θέση του στον περιοδικό πίνακα ακολουθεί την ίδια πορεία με αυτή της ενέργεια ιοντισμού, δηλαδή,
- Η απόλυτη τιμή της ηλεκτρονιοσυγγένειας αυξάνεται κατά κανόνα από αριστερά προς τα δεξιά και από κάτω προς τα πάνω. Την ίδια λογική ακολουθεί και η ηλεκτραρνητικότητα των στοιχείων.

D. Ηλεκτρονική Θεωρία Σθένους- Ηλεκτρονικοί Τύποι κατά Lewis

Ηλεκτρονική θεωρία σθένους (Ramsey, Kossel-Lewis): η πληρέστερη προ-κβαντική θεωρία για το χημικό δεσμό (σήμερα στη θέση της χρησιμοποιούνται οι κβαντομηχανικές θεωρίες Δεσμού-Σθένους και Ατομικών Τροχιακών). Οι βασικές της αρχές είναι

- στους θεσμούς συμμετέχουν μόνο του σθένους
- σύμφωνα με τον κανόνα της οκτάδας, τα άτομα αποβάλλουν ή προσλαμβάνουν ηλεκτρόνια (ετεροπολικός δεσμός) ή αμοιβαία συνεισφέρουν ηλεκτρόνια (ομοιοπολικός δεσμός), προκειμένου να αποκτήσουν δομή ευγενούς αερίου, δηλαδή οκτώ ηλεκτρόνια στην εξωτερική τους στιβάδα. Η στιβάδα K συμπληρώνεται με δύο ηλεκτρόνια. ημιπολικός δεσμός ή δοτικός δεσμός: το κοινό ζεύγος e συνεισφέρει μόνο το ένα από τα δύο συνδεόμενα άτομα.

Βήματα για τη γραφή ηλεκτρονιακών τύπων κατά Lewis:

- 1) προσθέτουμε τα ηλεκτρόνια των ατόμων που περιέχονται στο μόριο.
- 2) βρίσκουμε το κεντρικό άτομο της ένωσης με βάση τα ακόλουθα κριτήρια
 - αυτό με δείκτη 1
 - το λιγότερο ηλεκτραρνητικό
 - ποτέ το H

- 3) συνδέουμε το κεντρικό άτομο περιφερειακά με απλούς δεσμούς (δεσμικά ζεύγη ηλεκτρονίων).
- 4) τα υπόλοιπα τοποθετούνται ανά ζεύγη στα περιφερειακά άτομα (μη δεσμικά ζεύγη ηλεκτρονίων).
- 5) αν το κεντρικό άτομο έχει λιγότερα από οκτώ ηλεκτρόνια τότε δοκιμάζουμε διπλούς και τριπλούς.

Παραδείγματα στις δομές Lewis

- 1) HNO_3 : ομοιοπολική ένωση

${}_1\text{H}:1s^1$: 1e σθένους

${}_7\text{N}:1s^22s^22p^3$: 5e σθένους

${}_8\text{O}:1s^22s^22p^4$: 6e σθένους

1^ο στάδιο: $1+5+6.3 = 24e$

2^ο στάδιο: H-O-(N-O)-O (8 e)

3^ο στάδιο: συμπληρώνουμε τα ηλεκτρόνια σθένους στο οξυγόνο (για τεχνικούς λόγους δεν παριστάνονται εδώ) H-O-(N-O)-O

4^ο στάδιο: Επειδή το κεντρικό άτομο (N) δεν είναι συμπληρωμένο, ένα μη δεσμικό ζεύγος ηλεκτρονίων, γίνεται δεσμικό, συνεπώς H-O-(N=O)-O (για τεχνικούς λόγους τα μη δεσμικά ηλεκτρόνια σθένους δεν παριστάνονται εδώ)

- 2) $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$: ιοντική ένωση, οπότε ο τύπος δείχνει αναλογία ιόντων στο κρυσταλλικό πλέγμα, δηλαδή



Για το NH_4^+ :

1^ο στάδιο: $5+4-1 = 8e$

2^ο στάδιο: $[\text{H}-(\text{H}-\text{N}-\text{H})-\text{H}]^+$

Για το CO_3^{2-} :

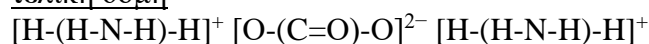
1^ο στάδιο: $4+6.3+2 = 24e$

2^ο στάδιο: $\text{O}-(\text{C}-\text{O})-\text{O}$ (-6 e)

3^ο στάδιο: συμπληρώνουμε τα ηλεκτρόνια σθένους στο οξυγόνο (για τεχνικούς λόγους δεν παριστάνονται εδώ) $\text{O}-(\text{C}-\text{O})-\text{O}$

4^ο στάδιο: $[\text{O}-(\text{C}=\text{O})-\text{O}]^{2-}$

τελική δομή



- 3) SO_2 : οξείδιο αμετάλλου (ομοιοπολική ένωση), η δομή Lewis θα είναι O-S=O (για τεχνικούς λόγους δεν παριστάνονται εδώ τα μη δεσμικά ηλεκτρόνια σθένους)
- 4) CaO : ιοντική ένωση, με $\text{N}(\text{Ca}^{+2}) : \text{N}(\text{O}^{2-}) = 1:1$, η δομή Lewis θα είναι $[\text{Ca}]^{2+} [\text{O}]^{2-}$ (για τεχνικούς λόγους δεν παριστάνονται εδώ τα μη δεσμικά ηλεκτρόνια σθένους)

Ασκήσεις Α΄ Ομάδας

1. Κατά τη μετάπτωση του ηλεκτρονίου στο άτομο του υδρογόνου από τη στιβάδα Μ στη στιβάδα Κ εκπέμπεται ακτινοβολία συχνότητας f_1 , από την Μ στην L εκπέμπεται ακτινοβολία συχνότητας f_2 , ενώ από την L στην Κ εκπέμπεται ακτινοβολία συχνότητας f_3 . Μεταξύ των τριών αυτών συχνοτήτων ισχύει η σχέση:

i) $f_1 = f_2 + f_3$

ii) $f_2 = f_1 + f_3$

iii) $f_3 = f_1 + f_2$

iv) $f_1 < f_2 + f_3$

2. Ποιο άτομο Η έχει απορροφήσει μεγαλύτερο ποσοστό ενέργειας; Ένα στο οποίο το ηλεκτρόνιο κινήθηκε από την πρώτη ενεργειακή στάθμη στην τέταρτη ή ένα στο οποίο το ηλεκτρόνιο κινήθηκε από τη δεύτερη ενεργειακή στάθμη στην πέμπτη;

3. Όταν ηλεκτρόνιο στο άτομο του Η βρίσκεται στις στιβάδες L, Μ έχει ενέργεια κατά Bohr E_2 και E_3 αντίστοιχα. Να υπολογιστεί ο λόγος $\frac{E_3}{E_2}$.

4. Ένα άτομο Η βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση, οπότε απορροφά φωτόνιο με συχνότητα ν_1 και μεταπίπτει σε διεγερμένη κατάσταση στην οποία έχει ενέργεια $E = \frac{-2,18 \cdot 10^{-18}}{9} J$.

i) Ποιος είναι ο κύριος κβαντικός αριθμός της στιβάδας στην οποία έχει διεγερθεί το ηλεκτρόνιο;

ii) Να υπολογιστεί η συχνότητα f_1 .

iii) Στη συνέχεια το άτομο εκπέμπει δύο φωτόνια και επανέρχεται στη θεμελιώδη ενεργειακή κατάσταση.

- Πως εξηγείται η εκπομπή δύο φωτονίων;
- Ποιο φωτόνιο έχει τη μεγαλύτερη συχνότητα;

Δίνεται ότι $h = 6,63 \cdot 10^{-34} J \cdot Sec$.

Ασκήσεις Β΄ Ομάδας

1. Σε ένα άτομο ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων τα οποία χαρακτηρίζονται με τους κβαντικούς αριθμούς:

1) $n=3, l=2$

2) $n=2, l=1$

3) $n=3, l=3$

είναι αντίστοιχα:

a) 10, 2 και 14

b) 10, 2 και 0

c) 10, 6 και 14

d) 10, 6 και 0

2. Ποια από τις επόμενες ηλεκτρονιακές δομές αντιστοιχεί σε ένα ουδέτερο άτομο φθορίου (${}^9\text{F}$) σε διεγερμένη κατάσταση:

i) $1s^2 2s^2 2p^5$

ii) $1s^2 2s^2 2p^6$

iii) $1s^2 2s^1 2p^6$

iv) $1s^1 2s^1 2p^7$

3. Ο μέγιστος αριθμός των ηλεκτρονίων ενός πολυηλεκτρονιακού ατόμου που έχουν τους κβαντικούς αριθμούς:

i) $n=3$ και $l=2$ είναι α

ii) $n=2$ και $l=2$ είναι β

iii) $n=4$ και $l=1$ είναι γ

iv) $n=4$ και $m_l=0$ είναι δ .

v) $n=2$ και $m_s=-\frac{1}{2}$ είναι ϵ .

vi) $n=3$, $m_l=-2$ και $m_s=m_s=-\frac{1}{2}$ είναι ζ .

Να διατάξετε τους αριθμούς α, β, γ, δ, ε και ζ κατά αύξουσα σειρά.

4. Να διατάξετε τα στοιχεία ${}_{25}\text{Mn}$, ${}_{19}\text{K}$, ${}_{15}\text{P}$, ${}_{6}\text{C}$ και ${}_{18}\text{Ar}$ κατά σειρά αυξανόμενου αριθμού μονήρων ηλεκτρονίων που περιέχονται στα άτομα τους σε θεμελιώδη κατάσταση.
5. Το άθροισμα των κβαντικών αριθμών του spin για το σύνολο των ηλεκτρονίων στο άτομο ενός στοιχείου Σ είναι ίσο με $\frac{7}{2}$.
 - i) Βρείτε το συνολικό αριθμό των μονήρων ηλεκτρονίων στο άτομο του Σ.
 - ii) Δεδομένου ότι το στοιχείο Σ δεν είναι υπερουράνιο ($Z \leq 92$), βρείτε τον ατομικό του αριθμό.
6. Στο άτομο του ${}_{32}\text{Ge}$ στη θεμελιώδη κατάσταση περιέχονται 4 μονήρη e. Σ.
Λ.
7. Σε ένα ατομικό τροχιακό 3d, ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων που μπορεί να βρεθούν είναι 10. Σ.
Λ.
8. Ο μέγιστος αριθμός μονήρων ηλεκτρονίων που μπορεί να βρεθούν στη στοιβάδα L είναι 4.
Σ. Λ.

Ασκήσεις Γ' Ομάδας

1. Το άτομο ενός στοιχείου, στη θεμελιώδη κατάσταση, έχει 2 μονήρη ηλεκτρόνια στην υποστοιβάδα 2p. Το στοιχείο ανήκει στην ομάδα:
 - i) II_A
 - ii) VII_A
 - iii) IV_A
 - iv) IV_A
 - v) VI_A
2. Ποιο από τα επόμενα στοιχεία σχηματίζει έγχρωμες σύμπλοκες ενώσεις;
 - i) ${}_{19}\text{K}$
 - ii) ${}_{33}\text{As}$

- iii) ${}_{27}\text{Co}$
- iv) ${}_{36}\text{Kr}$
3. Ποιο από τα επόμενα άτομα έχει μεγαλύτερο μέγεθος;
- i) ${}_{19}\text{K}$
- ii) ${}_{35}\text{Br}$
- iii) ${}_{33}\text{As}$
- iv) ${}_{37}\text{Rb}$
4. Ποιο από τα επόμενα στοιχεία έχει μικρότερη τιμή E_{i1} ;
- i) ${}_{4}\text{Be}$
- ii) ${}_{3}\text{Li}$
- iii) ${}_{11}\text{Na}$
- iv) ${}_{12}\text{Mg}$
5. Σε ποια από τις παρακάτω ηλεκτρονικές δομές ατόμων αντιστοιχεί μεγαλύτερη τιμή E_{i1} ;
- i) $3s^23p^2$
- ii) $3s^23p^5$
- iii) $3s^23p^4$
- iv) $4s^24p^1$
6. Για το Ca είναι $E_{i1} = 590 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$. Για τη μετατροπή: $\text{Ca}_{(g)} \rightarrow \text{Ca}^{2+}_{(g)} + 2e^-$ απαιτούνται:
- i) $1180 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- ii) $1735 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- iii) $950 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
7. Τα ιόντα ${}_{16}\text{S}^{-2}$ και ${}_{40}\text{Ca}^{+2}$ έχουν τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων, οπότε έχουν και το ίδιο μέγεθος. Σ.
Λ.

8. Η ενέργεια ιοντισμού E_{i1} ενός στοιχείου που βρίσκεται σε διεγερμένη κατάσταση, είναι μικρότερη από την E_{i1} του ίδιου στοιχείου όταν βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση.
Σ. Λ.
9. Να κατατάξετε τα παρακάτω ιόντα κατά σειρά αυξανόμενης ατομικής ακτίνας:
- i) ${}_{15}\text{P}^{-3}$, ${}_{16}\text{S}^{2-}$, ${}_{17}\text{Cl}^{-}$
- ii) ${}_{37}\text{Rb}^{+1}$, ${}_{38}\text{Sr}^{+2}$
10. Ποιο ηλεκτρόνιο είναι πιο κοντά στον πυρήνα; Ένα ηλεκτρόνιο με $n = 2$ του ${}_{10}\text{Ne}$ ή ένα ηλεκτρόνιο με $n = 2$ του ${}_{18}\text{Ar}$;

Ασκήσεις Δ΄ Ομάδας

2. Στοιχείο Α έχει μαζικό αριθμό 40. Ο λόγος των πρωτονίων προς τα νετρόνια είναι 9 : 11
- a) Ποια η ηλεκτρονική του διαμόρφωση;
b) Σε ποια ομάδα και περίοδο ανήκει;
c) Ποια η ηλεκτρονική διαμόρφωση του προηγούμενου και του επόμενου στοιχείου στο Π.Σ ;
3. Στοιχείο Α έχει 5 e στην εξωτερική του στοιβάδα και το πιο κοντινό του ευγενές αέριο είναι το 36 Kr.
- a) Ποιος ο ατομικός του αριθμός;
b) Ποια η ηλεκτρονική δομή του ιόντος του;
4. Πως μεταβάλλεται η ατομική ακτίνα κατά μήκος και ομάδας ή κατά μήκος μιας περιόδου του Π.Σ ;
5. Σε ποια περίοδο ανήκει το 2^ο αλογόνο; Ποια η ηλεκτρονική του διαμόρφωση; Ποια η διαμόρφωση του ιόντος του;
6. Το τελευταίο στοιχείο μιας ομάδας του Π.Σ. έχει ατομικό αριθμό $Z = 85$
- a) Ποια η ομάδα αυτή;
b) Ποια στοιχεία περιέχει;
7. Το ιόν Cs^{+} έχει 54 e.
- a) Ποιος ο ατομικός αριθμός του Cs;
b) Ποια η θέση του στο Π.Σ.
c) Ποιος ο ατομικός αριθμός του ευγενούς αερίου της επόμενης περιόδου;

8. Να γίνουν οι δομές Lewis των ενώσεων: H_3PO_4 , H_2SO_3 , HClO_4 , CaSO_4 , NH_4NO_3 , SO_3 , Cl_2O , K_2O , Ag_2O .
9. Στοιχείο Α ανήκει στην 3^η περίοδο του ΠΣ και μπορεί να δημιουργήσει μόνο ένα ομοιοπολικό δεσμό. Ποιος ο μέγιστος αριθμός οξείδωσης του;

Προτεινόμενα Θέματα

1. Στοιχείο Σ στη θεμελιώδη του κατάσταση έχει 2 μονήρη e^- στην στοιβάδα Μ.
- i) Ποιος ο μέγιστος ατομικός αριθμός που μπορεί να έχει το στοιχείο αυτό;
 - ii) Σε ποια περίοδο, σε ποιο τομέα και σε ποια ομάδα του Π.Π. ανήκει;
 - iii) Πόσα εξωτερικά e^- έχουν την μεγαλύτερη ενέργεια και ποιο το συνολικό άθροισμα spin;
 - iv) Ποια η ηλεκτρονιακή δομή του κατιόντος Σ^{+2} για το στοιχείο αυτό;
2. Για τα στοιχεία των οποίων οι ατομικοί αριθμοί Z ικανοποιούν τη σχέση $Z=2^{n+1}$ όπου n ο αριθμός της περιόδου του Π.Π. στην οποία ανήκει το στοιχείο, να βρείτε τη σειρά κατάταξης τους κατ' αύξουσα ατομική ακτίνα.

Ειδικά Θέματα

2. Ποιά από τα παρακάτω σώματα εμφανίζουν αγωγιμότητα και που οφείλεται αυτή;
- i) υγρό καθαρό HNO_3
 - ii) σύρμα Cu
 - iii) τήγμα NaCl
 - iv) στερεό NaCl
 - v) διάλυμα HNO_3

Βοηθητικά σχόλια

- i) Η αγωγιμότητα οφείλεται στην ύπαρξη φορτίων που μπορούν να κινηθούν ελεύθερα. Τα φορτία είτε υπάρχουν, είτε μπορούν να

δημιουργηθούν. Άρα απαιτείται γνώση της φύσης των χημικών δεσμών των ενώσεων του προβλήματος.

ii) Το HNO_3 είναι ομοιοπολική ένωση. Στις ομοιοπολικές ενώσεις φορτία δεν υπάρχουν αλλά δημιουργούνται με την διάλυσή τους, π.χ. $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{NO}_3^-$

iii) Το NaCl είναι ετεροπολική ένωση. Στο στερεό NaCl τα ιόντα υπάρχουν στο πλέγμα σε καθορισμένες θέσεις ενώ με την τήξη ελευθερώνονται.

iv) Στο σύρμα χαλκού υπάρχουν τα ελεύθερα ηλεκτρόνια λόγω της φύσης του μεταλλικού δεσμού.

3. Δίνονται τα παρακάτω τέσσερα ζεύγη στοιχείων που χαρακτηρίζονται μόνο από τους ατομικούς τους αριθμούς.

i) 3 και 8

ii) 3 και 9

iii) 3 και 10

iv) 3 και 11.

Σε ποιά περίπτωση αναμένεται ζωηρότερη αντίδραση και γιατί; Ποιος είναι ο ηλεκτρονικός τύπος κατά Lewis της ένωσης που προκύπτει;

Βοηθητικά σχόλια

Η ζωηρότερη αντίδραση θα πραγματοποιηθεί μεταξύ ηλεκτροθετικού και του ισχυρότερα ηλεκτραρνητικού στοιχείου.

4. Στοιχείο Α μπορεί να δημιουργήσει ένα μόνο ομοιοπολικό δεσμό. Ποιό το ετεροπολικό σθένος του και ποιό το ομοιοπολικό;

Βοηθητικά σχόλια

Αφού δημιουργεί ένα μόνο ομοιοπολικό δεσμό θα έχει στην εξωτερική του στοιβάδα μόνο ένα μονήρες ηλεκτρόνιο. Θα ανήκει δηλαδή ή στην ομάδα VII_A ή στην I_A (το H). Στην VII_A ομάδα πιθανόν να είναι το πρώτο στοιχείο της (F) ή άλλο. Σε κάθε περίπτωση από τις παραπάνω το ετεροπολικό και το ομοιοπολικό σθένος διαφέρουν.

5. Τα στοιχεία Α-Ε έχουν αντίστοιχα ατομικούς αριθμούς $Z_A = 11$, $Z_B = 15$, $Z_\Gamma = 17$, $Z_\Delta = 36$, $Z_E = 50$. Ποιό από αυτά

i) είναι μονοσθενές μέταλλο

ii) έχει την μικρότερη ατομική ακτίνα

- iii) είναι το πλέον ηλεκτραρνητικό
 - iv) υφίσταται σαν μονοατομικό αέριο
 - v) ποιος ο ηλεκτρονικός τύπος των ενώσεων A+Γ και E+Γ .
6. Το μόριο του CO₂ έχει ευθύγραμμη στερεοχημεία ενώ το μόριο της NH₃ έχει τριγωνικής πυραμίδας με το N στην κορυφή. Οι δύο ενώσεις σε συνήθειες συνθήκες είναι αέριες. Ποιά υγροποιείται πιο εύκολα; Δίνονται ατομικοί αριθμοί H , N, O, C αντίστοιχα 1, 7, 8 και 6.

Βοηθητικά σχόλια

Εύρεση ηλεκτρονικών τύπων. Εύρεση πολικότητας μορίου. Όποια ένωση δημιουργεί ισχυρές διαμοριακές δυνάμεις υγροποιείται πιο εύκολα.

7. Γιατί είναι δύσκολο να οξειδωθεί ένα στοιχείο προς αριθμό οξείδωσης μεγαλύτερο του αριθμού της ομάδας του περιοδικού συστήματος στην οποία ανήκει;

Βοηθητικά σχόλια

- i) Ο αριθμός της κύριας ομάδας του Π.Σ στην οποία ανήκει ένα στοιχείο παρέχει το πλήθος των e της εξωτερικής του στοιβάδας.
 - ii) Τα e της εξωτερικής στοιβάδας (ηλεκτρόνια σθένους) συμμετέχουν στην δημιουργία χημικών δεσμών κατά κανόνα.
 - iii) Μετακίνηση e από εσωτερική στοιβάδα για δημιουργία δεσμών απαιτεί μεγάλη ενέργεια, οπότε δύσκολα μπορεί στοιχείο εκτός των e της εξωτερικής να χρησιμοποιήσει και e εσωτερικών στοιβάδων, άρα να αποκτήσει αριθμό οξείδωσης μεγαλύτερο από την ομάδα του Π.Σ που ανήκει.
8. Μπορεί στοιχείο να εμφανίζει κλασματικό αριθμό οξείδωσης σε κάποια ένωση;

Βοηθητικά σχόλια

Υπάρχουν ενώσεις όπου ένα στοιχείο έχει δημιουργήσει χημικούς δεσμούς με διαφορετικό τρόπο, συμμετέχοντας με περισσότερα του ενός άτομα. Τότε ο αριθμός οξείδωσης που θα προκύψει σαν «μέσος αριθμός οξείδωσης» μπορεί να είναι κλασματικός. π.χ στο επιτεταρτοξείδιο του σιδήρου ο Fe εμφανίζεται και με +2 και με +3. Ο αριθμός οξείδωσης δε στην ένωση Fe₃O₄ είναι $+ \frac{8}{3}$.

9. Δίνονται οι ατομικοί αριθμοί για το Cl και I αντίστοιχα 17 και 53. Ποια από τις παρακάτω αντιδράσεις μπορεί να πραγματοποιηθεί και γιατί;



(1)



(2)

Βοηθητικά σχόλια

Η ηλεκτρονική διαμόρφωση των στοιχείων Cl (2,8,7), I (2,8,18,18,7) τα κατατάσσει στην VII ομάδα και σε διαφορετική περίοδο. Το Cl είναι ηλεκτραρνητικότερο του I άρα επιτρέπεται η αντικατάσταση όπου το Cl οξειδώνει το I. Άρα από τις παραπάνω γίνεται μόνο η (2) .

Οργανική Χημεία

Θεωρία

Α. Δομή Οργανικών Ενώσεων: Διπλός-Τριπλός Δεσμός

Οργανική Χημεία: είναι η χημεία των ενώσεων του άνθρακα, εκτός από το CO, CO₂, H₂CO₃, ανθρακικά άλατα (π.χ. CaCO₃, MgCO₃ κ.λ.π.).

Προ-κβαντικές θεωρίες για την ερμηνεία του ομοιοπολικού δεσμού: ηλεκτρονιακοί τύποι κατά Lewis και η θεωρία VSEPR.

Κβαντομηχανική αντίληψη για το ηλεκτρόνιο: το ηλεκτρόνιο δεν έχει καθορισμένη θέση αλλά απλώνεται σε μια περιοχή του χώρου που ονομάζεται τροχιακό.

Κβαντομηχανικές θεωρίες για την περιγραφή του ομοιοπολικού δεσμού: η θεωρία του δεσμού-σθένους (Valence Bond theory) και θεωρία του Γραμμικού Συνδυασμού Ατομικών Τροχιακών.

1) Βασικά σημεία της θεωρίας του Γραμμικού Συνδυασμού Ατομικών Τροχιακών. (L.C.A.O.):

- 1) Τα μοριακά τροχιακά προκύπτουν με (γραμμικό- οι αντίστοιχες εξισώσεις είναι πρώτου βαθμού) συνδυασμό ατομικών τροχιακών. Σχηματίζονται τόσα μοριακά τροχιακά όσα είναι τα ατομικά τροχιακά που συνδυάζονται.
- 2) Τα μοριακά τροχιακά είναι για τα μόρια ότι τα ατομικά τροχιακά για τα άτομα. Τα μοριακά τροχιακά περιγράφουν τις περιοχές του χώρου σε ένα μόριο όπου έχουν τη μεγαλύτερη πιθανότητα να βρεθούν τα ηλεκτρόνια. Τα μοριακά τροχιακά δύο ή περισσότερους πυρήνες ενώ τα ατομικά τροχιακά περιβάλλουν ένα μόνο πυρήνα.
- 3) Τα μοριακά τροχιακά έχουν ορισμένο σχήμα, μέγεθος, ενεργειακό επίπεδο.
- 4) Υπάρχουν δύο είδη μοριακών τροχιακών, τα δεσμικά και τα αντιδεσμικά. Τα αντιδεσμικά αντιστοιχούν σε υψηλότερη ενεργειακή στάθμη από τα δεσμικά.

2) Βασικά σημεία της θεωρίας Δεσμού-Σθένους (Valence-Bond theory)

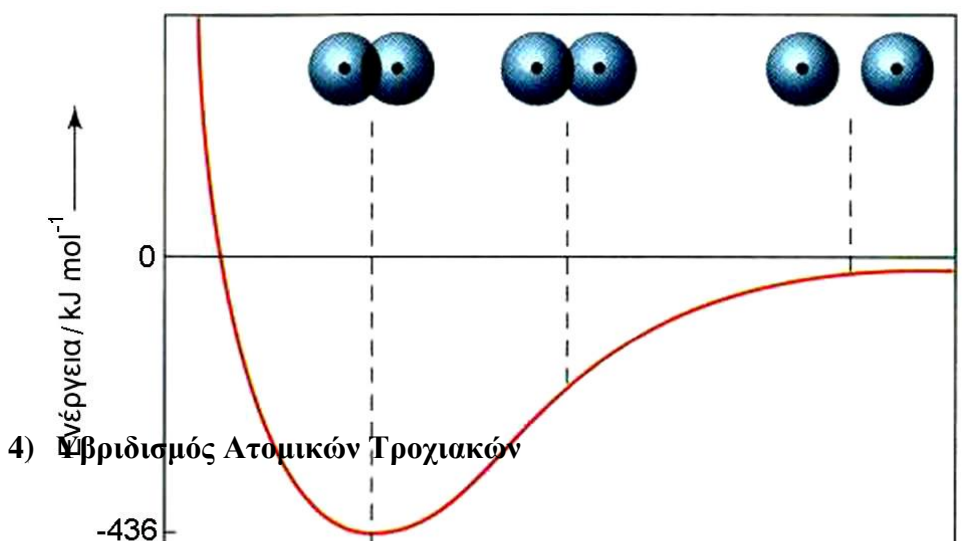
- 1) Κατά την ανάπτυξη ομοιοπολικού δεσμού ανάμεσα σε δύο άτομα, τροχιακά της στιβάδας σθένους του ενός ατόμου επικαλύπτουν τροχιακά της στιβάδας σθένους του άλλου.
- 2) Αν στο κάθε τροχιακό που συμμετέχει στο μηχανισμό αυτής της επικάλυψης περιέχεται ένα μονήρες ηλεκτρόνιο, τότε ηλεκτρόνια με αντιπαράλληλα spin δημιουργούν ζεύγη ηλεκτρονίων που ανήκουν και στα δύο συνδεόμενα άτομα. Η έλξη του ζεύγους ηλεκτρονίων από τους πυρήνες των δύο ατόμων οδηγεί στην ανάπτυξη δεσμού ανάμεσα τους.
- 3) Η ισχύς του δεσμού είναι τόσο μεγαλύτερη, όσο ο βαθμός επικάλυψης των τροχιακών αυτών (με ένα μονήρες ηλεκτρόνιο) είναι μεγαλύτερος.
- 4) Υπάρχουν δυο είδη σχηματιζόμενων δεσμών, οι δεσμοί σ(σίγμα) και δεσμοί π(πί).

Δεσμός σ (σίγμα): δεσμός σ (σίγμα) ονομάζεται ο δεσμός που προκύπτει με επικαλύψεις s-s, s-p και p-p ατομικών τροχιακών κατά τον άξονα που συνδέει τους πυρήνες δύο συνδεόμενων ατόμων. Κατά τη διεύθυνση αυτή εξασφαλίζεται η μεγαλύτερη δυνατή επικάλυψη.

Δεσμός π (πι): οι π (πι) δεσμοί προκύπτουν με πλευρικές επικαλύψεις p-p ατομικών τροχιακών οι άξονες των οποίων είναι παράλληλοι, είναι δε ασθενέστεροι των σ δεσμών.

3) Μελέτη σχηματισμού μορίου H₂

Υπάρχει μια απόσταση μεταξύ των πυρήνων, στην οποία επιτυγχάνεται η ελάχιστη ενέργεια.



Ορισμός: ο υβριδισμός είναι ο γραμμικός συνδυασμός (πρόσθεση-αφαίρεση) ατομικών τροχιακών προς σχηματισμό νέων ισότιμων ατομικών τροχιακών (υβριδικών τροχιακών). Τα υβριδικά τροχιακά είναι αριθμητικά ίσα με τα συνδυαζόμενα ατομικά τροχιακά, διαφέρουν όμως απ' αυτά ως προς την ενέργεια, τη μορφή και τον προσανατολισμό. Έχουν σχήμα ζεύγους ομοαξονικών αλλά άνισου

μεγέθους λοβών (βλέπε σχήμα 5.5). Τέλος, να σημειωθεί ότι, τα ηλεκτρόνια που υπήρχαν στα αρχικά ατομικά τροχιακά, κατανέμονται στα ισάριθμα υβριδικά τροχιακά που αντικατέστησαν, σύμφωνα με τις αρχές της ηλεκτρονιακής δόμησης, π.χ. αρχή ελάχιστης ενέργειας. Η θεωρία του υβριδισμού προτάθηκε από τον Linus Pauling το 1931.

Υβριδισμός sp : ένα υβριδικό ατομικό τροχιακό sp σχηματίζεται με συνδυασμό ενός s και ενός p ατομικού τροχιακού. Στη δημιουργία του συμμετέχει δηλαδή κατά 50% το τροχιακό s και κατά 50% το τροχιακό p . Τα sp υβριδικά ατομικά τροχιακά έχουν γραμμική διάταξη στο χώρο.

Υβριδισμός sp^2 : τρία υβριδικά ατομικά τροχιακά sp^2 σχηματίζονται με συνδυασμό ενός s και δύο p ατομικών τροχιακών. Τα sp^2 υβριδικά τροχιακά έχουν επίπεδη τριγωνική διάταξη, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.

Υβριδισμός sp^3 : Τα τέσσερα ισότιμα υβριδικά τροχιακά (sp^3) προκύπτουν με συνδυασμό ενός s και τριών p ατομικών τροχιακών και έχουν τετραεδρική διάταξη (διάταξη κανονικού τετράεδρου).

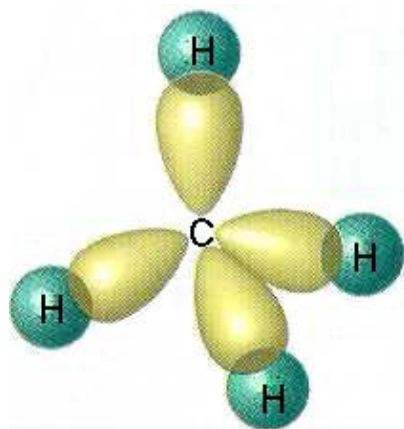
Παρατήρηση: ο υβριδισμός δεν περιορίζεται μεταξύ s και p τροχιακών. Υπάρχουν υβριδικά τροχιακά στα οποία συμμετέχουν s, p , και d τροχιακά π.χ. dsp^2 .

5) Παραδείγματα στον Υβριδισμό Ατομικών Τροχιακών

Σχηματισμός Μορίου Μεθανίου (CH_4)

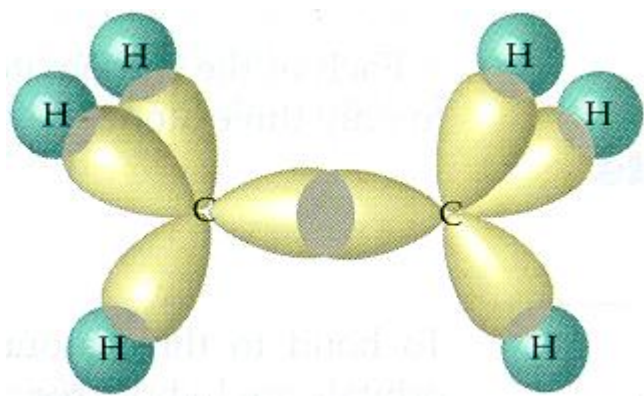
Με βάση τα παραπάνω μπορεί να ερμηνευθεί ο σχηματισμός του CH_4 . Στην περίπτωση αυτή έχουμε σχηματισμό τεσσάρων σ δεσμών με επικάλυψη των τεσσάρων sp^3 υβριδικών τροχιακών του C με τέσσερα s τροχιακά των ατόμων H , όπως φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί. Τα τέσσερα ισότιμα υβριδικά τροχιακά (sp^3) προκύπτουν με συνδυασμό ενός s και τριών p ατομικών τροχιακών και έχουν τετραεδρική διάταξη.

	1s	2s	2p _x	2p _y	2p _z	
⁶ C	↑↓	↑↓	↑	↑	—	θεμελιώδης
κατάσταση						
	1s	2s	2p _x	2p _y	2p _z	
⁶ C	↑↓	↑	↑	↑	↑	προωθημένα
κατάσταση						
	1s	2s	2p _x	2p _y	2p _z	
⁶ C	↑↓	↑	↑	↑	↑	υβριδισμός sp^3



Απλός δεσμός C-C

Στα μόρια των κορεσμένων υδρογονανθράκων υφίστανται σ δεσμοί του τύπου $s-sp^3$ ανάμεσα στα άτομα του άνθρακα και στα άτομα του υδρογόνου και σ δεσμοί του τύπου sp^3-sp^3 ανάμεσα στα άτομα άνθρακα.

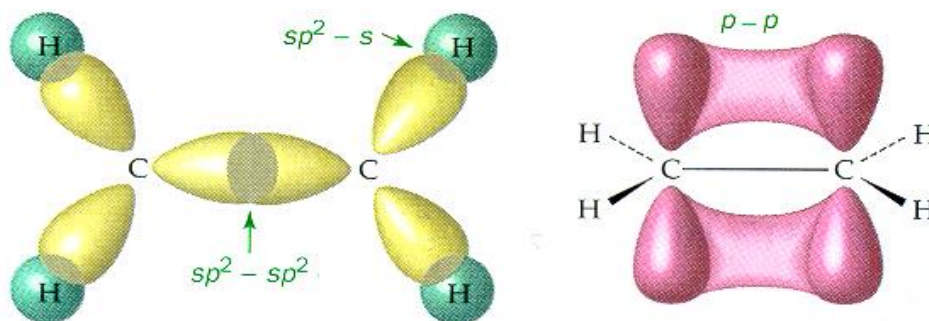


Διπλός δεσμός C=C

Με βάση τη θεωρία δεσμού σθένους και τον υβριδισμό, μπορούμε να ερμηνεύσουμε το διπλό δεσμό $>C=C<$ π.χ. στο αιθυλένιο $CH_2=CH_2$. Ως γνωστόν η ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου του άνθρακα είναι η ακόλουθη:

	1s	2s	2p _x	2p _y	2p _z	
⁶ C	↑↓	↑↓	↑	↑	—	θεμελιώδης
κατάσταση						
	1s	2s	2p _x	2p _y	2p _z	
⁶ C	↑↓	↑	↑	↑	↑	προωθημένη
κατάσταση						
	1s	2	2p _x	2p _y	2p _z	
⁶ C	↑↓	↑	↑	↑	↑	υβριδισμός sp ²

Στο μόριο του αιθυλενίου κάθε άτομο άνθρακα έχει τρία sp^2 υβριδικά τροχιακά και παραμένει ένα τροχιακό p , το οποίο είναι προσανατολισμένο καθέτως προς το επίπεδο των υβριδικών τροχιακών. Ανάμεσα στα άτομα του άνθρακα και στα άτομα του υδρογόνου δημιουργούνται σ δεσμοί του τύπου sp^2-s . Τα δύο άτομα C συνδέονται μεταξύ τους με ένα σ δεσμό του τύπου sp^2-sp^2 και ένα π που προκύπτει με επικάλυψη p_z-p_z . Δηλαδή, στο διπλό δεσμό $>C=C<$ ο ένας δεσμός είναι σ και ο άλλος είναι π . Ο σ δεσμός είναι πιο σταθερός από τον π . Η περιγραφή του διπλού δεσμού με τον υβριδισμό δικαιολογεί πολλές από τις ιδιότητες του διπλού δεσμού, π.χ. αντιδράσεις προσθήκης.



Τριπλός δεσμός $C\equiv C$

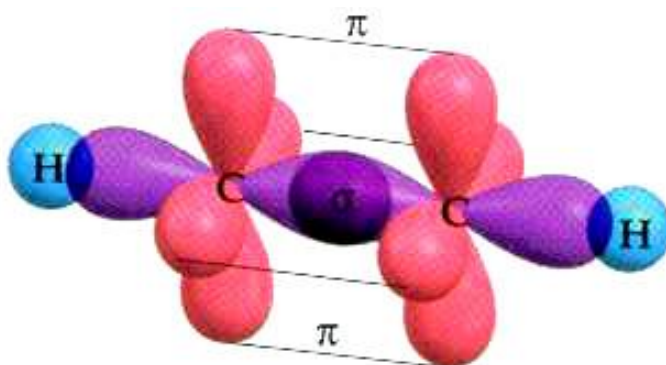
Με ανάλογες σκέψεις μπορεί να περιγραφεί ο σχηματισμός του τριπλού δεσμού στο ακετυλένιο $HC\equiv CH$. Στο άτομο του άνθρακα συνδυάζονται δύο

	1s	2s	2p _x	2p _y	2p _z	
⁶ C	↑↓	↑↓	↑	↑	—	θεμελιώδης
κατάσταση						
	1s	2s	2p _x	2p _y	2p _z	
⁶ C	↑↓	↑	↑	↑	↑	προωθημένη
κατάσταση						

τροχιακά ένα s και ένα p και δημιουργούνται δύο sp υβριδικά τροχιακά ενώ περισσεύουν δύο p τροχιακά (p_y, p_z), με ένα μονήρες ηλεκτρόνιο το καθένα.



Κατά το σχηματισμό του $\text{HC} \equiv \text{CH}$, κάθε άτομο C ενώνεται με σ δεσμό μ' ένα άτομο H (επικάλυψη τροχιακών $sp-s$), ενώ τα δύο άτομα C συνδέονται μεταξύ τους με ένα δεσμό σ (επικάλυψη τροχιακών $sp-p$) και δύο π δεσμούς (επικάλυψη τροχιακών $p-p$), όπως φαίνεται στο σχήμα 5.13.

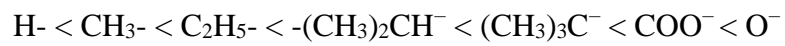


6) Επαγωγικό φαινόμενο

Ορισμός: Επαγωγικό φαινόμενο ονομάζεται η μετατόπιση ηλεκτρονίων (πόλωση) ενός δεσμού, λόγω της παρουσίας γειτονικών ομάδων ή ατόμων. Η πολικότητα αυτή εξαρτάται κατά κύριο λόγο από τη διαφορά ηλεκτραρνητικότητας μεταξύ των συνδεδεμένων ατόμων. Όμως, η πόλωση ενός δεσμού μπορεί να επηρεαστεί και από γειτονικά άτομα ή ομάδες ατόμων που έλκουν ή απωθούν ηλεκτρόνια. Με το επαγωγικό φαινόμενο ερμηνεύονται πολλές ιδιότητες οργανικών ενώσεων, καθώς και μηχανισμοί πολλών αντιδράσεων. Να θυμίσουμε επίσης ότι με το επαγωγικό φαινόμενο ερμηνεύεται πολλές φορές η ισχύς ενός οξέος ή μιας βάσης σε συσχετισμό με τη μοριακή δομή τους.

- Οι υποκαταστάτες (άτομα ή ομάδες ατόμων) που έλκουν ηλεκτρόνια, π.χ. αλογόνα προκαλούν το **-I επαγωγικό φαινόμενο**. Η σειρά αύξησης του **-I** επαγωγικού φαινομένου για μια σειρά υποκαταστατών είναι: $\text{C}_6\text{H}_5^- < -\text{NH}_2 < -\text{OH} < -\text{I} < -\text{Br} < -\text{Cl} < -\text{F} < -\text{CN} < -\text{NO}_2$.

- Οι υποκαταστάτες που απωθούν τα ηλεκτρόνια π.χ. μέταλλα προκαλούν το **+I επαγωγικό φαινόμενο**. Η σειρά αύξησης του +I επαγωγικού φαινομένου για μια σειρά υποκαταστατών είναι:



B. Κατηγορίες Οργανικών Αντιδράσεων

Η ταξινόμηση των οργανικών αντιδράσεων μπορεί βασικά να γίνει με δύο διαφορετικούς τρόπους :

a. Με βάση το μηχανισμό της αντίδρασης

- i) μηχανισμοί ριζών
- ii) πολικοί μηχανισμοί

b. Με βάση το είδος της αντίδρασης:

- i) Προσθήκη
- ii) Απόσπαση
- iii) Υποκατάσταση
- iv) Πολυμερισμός
- v) Οξειδοαναγωγή
- vi) Αντιδράσεις οξέων-βάσεων

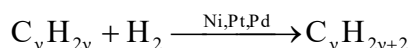
Παρατήρηση: μια οργανική αντίδραση μπορεί να ανήκει σε περισσότερες απο μία κατηγορίες.

Αντιδράσεις προσθήκης

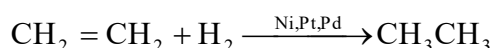
Οι αντιδράσεις προσθήκης είναι γενικά εξώθερμες αντιδράσεις ($\Delta H < 0$). Οι σπουδαιότερες αντιδράσεις προσθήκης είναι:

1) Προσθήκη στο διπλό δεσμό

- i) προσθήκη H_2 παρουσία καταλύτη μετάλλου σε λεπτό διαμερισμό (σκόνη), οπότε προκύπτει αλκάνιο

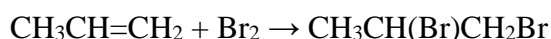
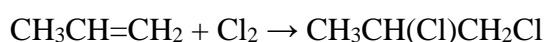


Π.χ.



- ii) Προσθήκη Cl_2 , Br_2 , I_2 , οπότε προκύπτει διαλογονοπαράγωγο

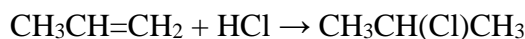
Π.χ.



(αποχρωματισμός διαλύματος Br_2 , ο οποίος οδηγεί στην αντίχνευση των ακόρεστων ενώσεων)

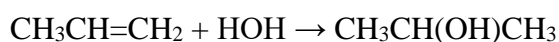
- iii) Προσθήκη HCl , HBr , HI , οπότε προκύπτει αλκυλαλογονίδιο

Π.χ.



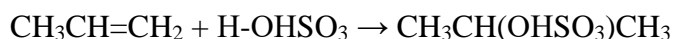
- iv) Προσθήκη νερού (HOH), οπότε προκύπτει κορεσμένη μονοσθενής αλκοόλη

Π.χ.



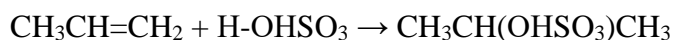
- v) Προσθήκη θειϊκού οξέος (H_2SO_4), οπότε προκύπτει όξινος εστέρας του θειϊκού οξέος με κορεσμένη μονοσθενή αλκοόλη

Π.χ.



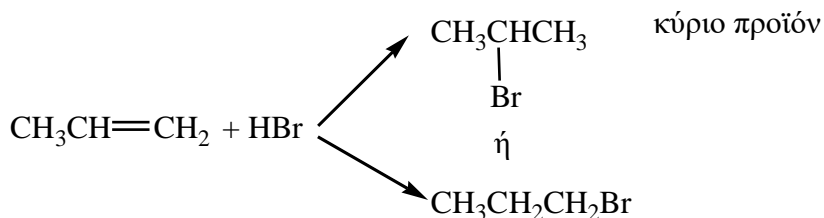
vi) Προσθήκη υποχλωριώδους οξέος (HClO), οπότε προκύπτουν ενώσεις που λέγονται χλωρυδρίνες

Π.χ.



Παρατηρήσεις:

- 1) Γενικά, αν προσθέσουμε αλκένιο σε διάλυμα Br₂ σε τετραχλωράνθρακα (π.χ. CH₂ = CH₂ + Br₂ → CH₂BrCH₂Br), τότε το αλκένιο αντιδρά με το Br₂ και το διάλυμα του Br₂, από κόκκινο που είναι, αποχρωματίζεται. Ανάλογες αντιδράσεις προσθήκης με Br₂ δίνουν και άλλοι ακόρεστοι υδρογονάνθρακες. Γενικότερα, η προσθήκη Br₂ αποτελεί ένα απλό εργαστηριακό έλεγχο της ακορεστότητας, καθώς η άμεση εξαφάνιση της κόκκινης χροιάς του Br₂ σημαίνει ότι η ένωση είναι ακόρεστη.
- 2) Κατά την προσθήκη HBr ή HOH ή HA στο προπένιο είναι δυνατόν να



σχηματιστούν δύο προϊόντα.

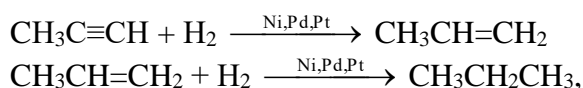
Το κύριο προϊόν, δηλαδή αυτό που σχηματίζεται σε πολύ μεγαλύτερη ποσότητα από το άλλο, προβλέπεται από τον κανόνα του Markovnikov.

Κανόνας Markovnikov: όταν ένα μόριο AB προστίθεται στο διπλό δεσμό ενός μη συμμετρικού αλκενίου το κύριο προϊόν της αντίδρασης είναι αυτό που προκύπτει με την προσθήκη του θετικού τμήματος (συνήθως H^{δ+}) στον άνθρακα με τα περισσότερα υδρογόνα.

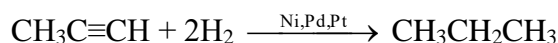
- 2) Προσθήκη στον τριπλό δεσμό:

i) Προσθήκη H-H (H₂) προς παραγωγή αλκενίων ή αλκανίων

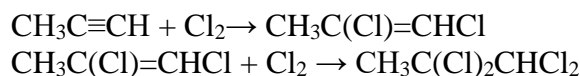
Π.χ.



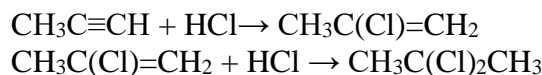
δηλαδή συνολικά



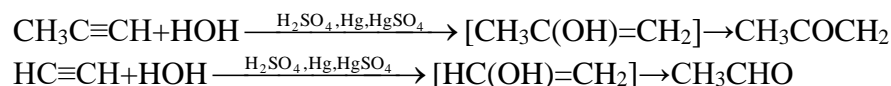
- ii) Προσθήκη αλογόνων ($\text{Cl}-\text{Cl}$ ή Cl_2 , Br_2 , I_2) προς παραγωγή πολυαλογονοπαραγώγων



- iii) Προσθήκη υδραλογόνων (HCl , HBr , HI) προς παραγωγή πολυαλογονοπαραγώγων (οι αντιδράσεις αυτές υπακούουν στον κανόνα του Markovnikov)



- iv) Προσθήκη νερού (H_2O) προς παραγωγή ενόλων (ακόρεστων αλκολών, ασταθών ενώσεων που τελικά μεταπίπτουν στις αντίστοιχες καρβονυλικές ενώσεις, δηλαδή σε αλδεΐδες ή κετόνες) και τελικά αλδεΐδων ή κετονών (οι αντιδράσεις αυτές υπακούουν στον κανόνα του Markovnikov)

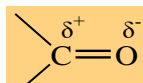


Παρατηρήσεις:

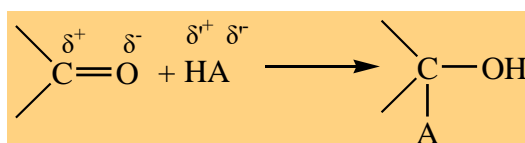
- i) Οι αντιδράσεις αυτές μοιάζουν πολύ με τις αντίστοιχες αντιδράσεις προσθήκης του διπλού δεσμού, με τη διαφορά ότι εδώ καταναλώνεται διπλάσια ποσότητα αντιδραστήριου απ' ότι στο διπλό δεσμό, καθώς η προσθήκη γίνεται σε δύο βήματα. Πρώτα, προστίθεται ένα μόριο στον τριπλό δεσμό, οπότε προκύπτει ένωση με διπλό δεσμό και στη συνέχεια προστίθεται άλλο νέο μόριο, ώστε ο διπλός δεσμός να γίνει απλός. Με κατάλληλη επιλογή συνθηκών, οι αντιδράσεις προσθήκης στον τριπλό δεσμό μπορούν να περιοριστούν στο πρώτο στάδιο προσθήκης.
- ii) Οι αντιδράσεις προσθήκης στα ασύμμετρα αλκίνια ακολουθούν τον κανόνα του Markovnikov.
- iii) Η προσθήκη νερού στα αλκίνια γίνεται σε ένα στάδιο. Όταν σε μια ένωση, το ίδιο άτομο C συνδέεται με υδροξύλιο και με διπλό δεσμό με άλλο άτομο C, η ένωση είναι σε ισορροπία με καρβονυλική ένωση, η οποία συνήθως επικρατεί.

Στην τελευταία αντίδραση σχηματίζεται ενδιάμεσα η ασταθής ένωση $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{OH}$ (ενόλη) η οποία μετατρέπεται στη συνέχεια σε καρβονυλική ένωση.

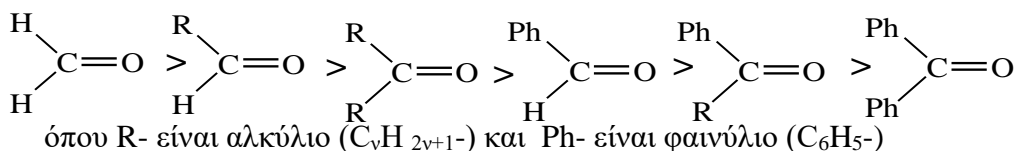
3) Προσθήκη στο καρβονύλιο των αλδευδών και κετόνων



Το ηλεκτρονικό νέφος του καρβονυλικού διπλού δεσμού είναι ισχυρά μετατοπισμένο προς την πλευρά του ηλεκτραρνητικότερου ατόμου, δηλαδή του οξυγόνου. Γι' αυτό και ο καρβονυλικός διπλός δεσμός, σε αντίθεση με το διπλό δεσμό των αλκενίων, είναι ισχυρά πολωμένος. Εξ' αιτίας αυτού οι καρβονυλικές ενώσεις δίνουν εύκολα αντιδράσεις προσθήκης με ενώσεις του τύπου $\text{H}^{\delta+} \text{A}^{\delta-}$ σύμφωνα με το σχήμα:

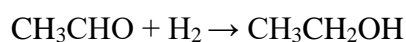


Σειρά δραστηριότητας:



Παραδείγματα προσθήκης στο καρβονύλιο:

- i) υδρογόνου (H-H) για παρασκευή αλκοολών

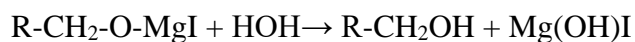
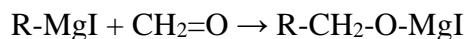


- ii) αντιδραστήρια Grignard (R-MgX) για παρασκευή αλκοολών

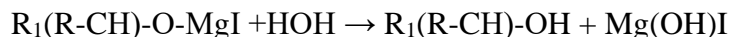
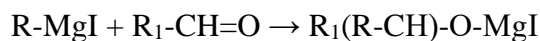
Παρασκευή αντιδραστηρίων Grignard:



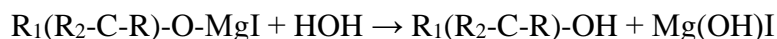
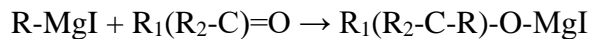
- a) παρασκευές πρωτοταγών αλκοολών: με προσθήκη αντιδραστηρίων Grignard στη φορμαλδεΐδη και υδρόλυση του ενδιάμεσου προϊόντος



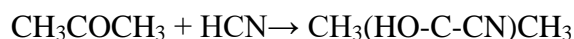
- b) παρασκευές δευτεροταγών αλκοολών: με προσθήκη αντιδραστηρίων Grignard στις αλδεΐδες και υδρόλυση του ενδιάμεσου προϊόντος



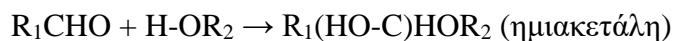
- c) παρασκευές τριτοταγών αλκοολών: με προσθήκη αντιδραστηρίων Grignard στις κετόνες και υδρόλυση του ενδιάμεσου προϊόντος



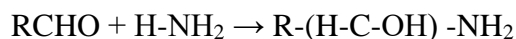
- iii) υδροκυάνιου (H-CN) για παρασκευή κυανιδρίνης ($R_1(HO-C-CN)R_1$)



- iv) αλκοολών (ROH) για παρασκευή ημιακετάλων (από αλδεΐδες) και ημικετάλων (από κετόνες)



- v) αμμωνίας (H-NH₂)



Παρατηρήσεις:

- 1) Στις αντιδράσεις αυτής της κατηγορίας αυξάνεται η ανθρακική αλυσίδα (αντιδράσεις ανοικοδόμησης).
- 2) Τα αντιδραστήρια Grignard ονομάζονται με βάση την ονομασία των αλκυλίων και την κατάληξη -μαγνησιοαλογονίδιο, π.χ. CH₃MgCl μεθυλομαγνησιοχλωρίδιο.

Θυμηθείτε ότι τα αλκύλια έχουν το γενικό τύπο C_vH_{2v+1} -

v = 1 CH₃- μεθύλιο

v = 2 CH₃CH₂- αιθύλιο

v = 3 CH₃CH₂CH₂- προπύλιο

v = 3 (CH₃)₂CH- ισοπροπύλιο

v = 4 CH₃CH₂CH₂CH₂- βουτύλιο

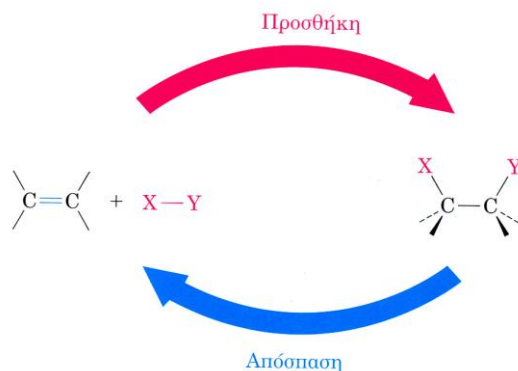
v = 4 (CH₃)₂CHCH₂- ισοβουτύλιο

v = 4 (CH₃)₃C- τριτοταγές βουτύλιο

v = 4 (CH₃CH₂)(CH₃)CH- δευτεροταγές βουτύλιο

Αντιδράσεις απόσπασης

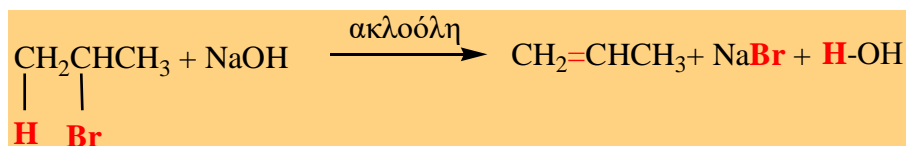
Οι αντιδράσεις απόσπασης είναι στην ουσία αντίθετες των αντιδράσεων προσθήκης, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



Συνήθως στις αντιδράσεις αυτές αποσπάται ένα ή και περισσότερα μόρια ανόργανης ουσίας (π.χ H_2 , HCl , HOH) από μία κορεσμένη ένωση, οπότε προκύπτει ακόρεστη ένωση με διπλό ή τριπλό δεσμό. Χαρακτηριστικά παραδείγματα τέτοιων αντιδράσεων είναι:

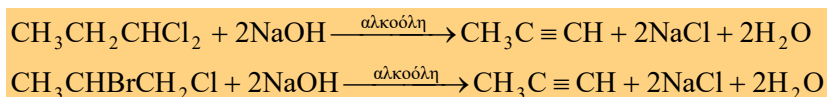
- 1) Αφυδραλογόνωση αλκυλαλογονιδίων προς σχηματισμό αλκενίων

Π.χ. κατά τη θέρμανση 1-βρωμοπροπανίου με αλκοολικό διάλυμα $NaOH$, αποσπάται ένα μόριο HBr και δημιουργείται προπένιο.



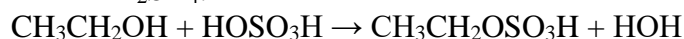
- 2) Αφυδραλογόνωση διαλογονιδίων προς σχηματισμό αλκινίων

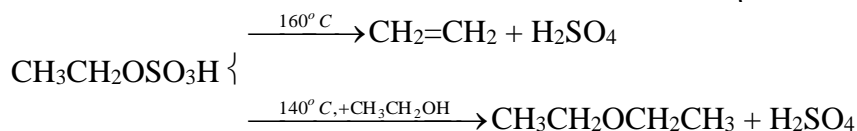
Αν αποσπάσουμε δύο μόρια HCl από το 1,1-διχλωροπροπάνιο ή από το 1,2-διχλωροπροπάνιο με αντίστοιχο τρόπο δημιουργείται προπίνιο.



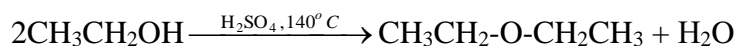
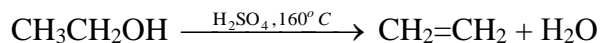
- 3) Αφυδάτωση κορεσμένων μονοσθενών αλκοολών προς σχηματισμό αλκενίων (αλλά και αιθέρων)

Η αντίδραση αυτή μπορεί να πραγματοποιηθεί με θέρμανση στους 170°C παρουσία πυκνού H_2SO_4 .





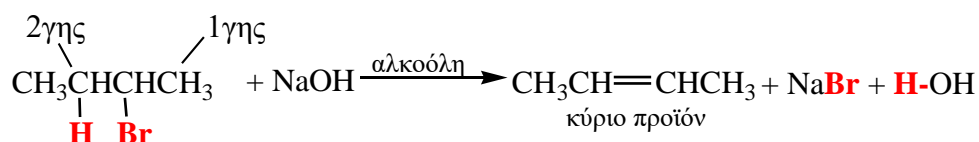
Συνολικές αντιδράσεις:



Παρατηρήσεις:

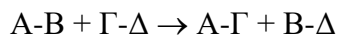
Στις αντιδράσεις αφυδάτωσης αλκοολών και αφυδραλογόνωσης αλκυλαλογονιδίων το κύριο προϊόν καθορίζεται από τον κανόνα του Saytseff.

Κανόνας Saytseff: κατά την απόσπαση μορίου ΗΑ από οργανική ένωση το Η αποσπάται ευκολότερα από τριτοταγές άτομο άνθρακα, λιγότερο εύκολα από το δευτεροταγές άτομο άνθρακα και δυσκολότερα από το πρωτοταγές άτομο άνθρακα C. Δηλαδή, κατά την απόσπαση ΗBr από το 2-βρωμοβουτάνιο το κύριο προϊόν είναι το 2-βουτένιο.



Αντιδράσεις υποκατάστασης

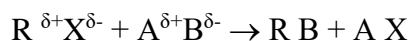
Στις αντιδράσεις αυτές δύο αντιδρώντα ανταλλάσσουν κάποιο τμήμα τους για να σχηματίσουν δύο νέα προϊόντα. Οι αντιδράσεις δηλαδή αυτές έχουν τη γενική μορφή:



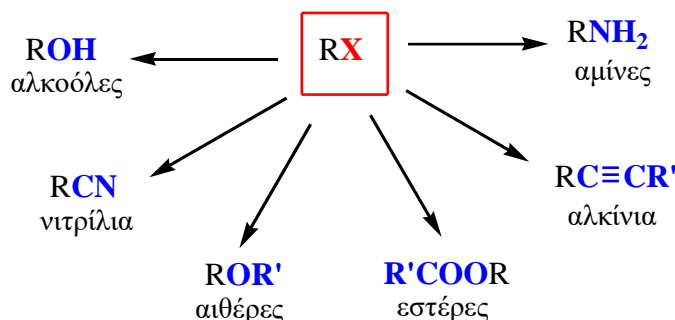
Σε αυτήν την κατηγορία αντιδράσεων ένα άτομο ή μία ομάδα ατόμων αντικαθίσταται από μία άλλη.

Χαρακτηριστικές αντιδράσεις υποκατάστασης είναι :

- 1) Αντιδράσεις αλκυλαλογονιδίων (RX) με ενώσεις του τύπου $A^{\delta+}B^{\delta-}$. Οι αντιδράσεις αυτές έχουν τη γενική μορφή



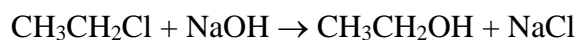
και αποτελούν τη βάση για τη σύνθεση ενός μεγάλου αριθμού οργανικών ενώσεων, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



Να επισημάνουμε ότι τα αλκυλαλογονίδια είναι πολύ δραστικές ενώσεις, λόγω της ισχυρής πόλωσης του δεσμού C-X. Η δραστικότητα τους ακολουθεί τη σειρά: $RI > RBr > RCl > RF$.

Παραδείγματα αντιδράσεων αυτής της μορφής δίνονται παρακάτω:

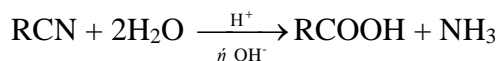
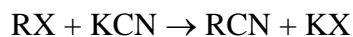
- a) Η αντίδραση αλκυλαλογονιδίου με υδατικό διάλυμα NaOH στην οποία εννοείται η υποκατάσταση του αλογόνου από υδροξύλιο, π.χ.



Προσοχή: Κατά την αντίδραση $C_nH_{2n+1}Cl$ με αλκοολικό διάλυμα NaOH εννοείται η απόσπαση HCl και η δημιουργία αλκενίου, ενώ κατά την αντίδραση $C_nH_{2n+1}Cl$ με

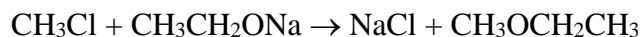
υδατικό διάλυμα NaOH ευνοείται η αντικατάσταση -Cl από -OH και η δημιουργία αλκοόλης.

- b) Η αντίδραση αλκυλαλογονιδίου με κυανιούχο κάλιο (KCN) οδηγεί στο σχηματισμό νιτριλίου (RCN), το οποίο στη συνέχεια μπορεί να υδρολυθεί προς σχηματισμό οξέος.

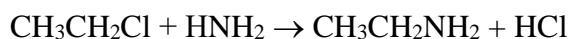


Παρατήρηση: τα νιτρίλια της μορφής RCN ονομάζονται με βάση το συνολικό αριθμό των ατόμων άνθρακα και τη κατάληξη -νιτρίλιο, π.χ. CH₃CN αιθανονιτρίλιο

- c) Η αντίδραση αλκυλαλογονιδίου με αλκοξείδιο του νατρίου (RONa) οδηγεί στο σχηματισμό αιθέρα. Αν διαλέξουμε διαφορετικά αλκύλια στο RX και στο R'ONa (R ≠ R'), τότε σχηματίζεται μικτός αιθέρας. π.χ.



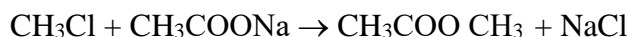
- d) Με αντίδραση αλκυλαλογονιδίου με NH₃ παίρνουμε αμίνες. π.χ.



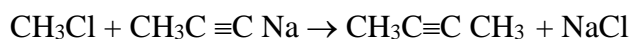
Παρατηρήσεις:

- Στην πραγματικότητα η αμίνη αντιδρά με το HCl και δίνει άλας CH₃CH₂NH₃⁺Cl⁻. Από το άλας αυτό με προσθήκη βάσης NaOH δίνει αλάτι NaCl και την αμίνη CH₃CH₂NH₂.
- Οι πρωτοταγείς αμίνες της μορφής RNH₂, ονομάζονται με βάση την ονομασία του αλκυλίου και την κατάληξη αμίνη, π.χ. CH₃NH₂ μεθυλαμίνη

- e) Με άλατα καρβοξυλικών δίνουν εστέρες. π.χ.



- f) Με ακετυλίδια παίρνουμε ανώτερα αλκίνια. π.χ.



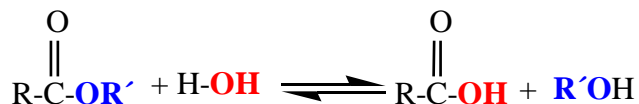
- 2) Αντιδράσεις αλογόνωσης των αλκοόλων (ROH)

Χαρακτηριστική είναι η υποκατάσταση υδροξυλίου (-OH) με Cl κατά την αντίδραση αλκοόλης με θειονυλοχλωρίδιο SOCl_2 .



Το τελικό προϊόν (RCl) εύκολα απομονώνεται, καθώς τα δευτερεύοντα προϊόντα (SO_2 , HCl) είναι αέρια και απομακρύνονται.

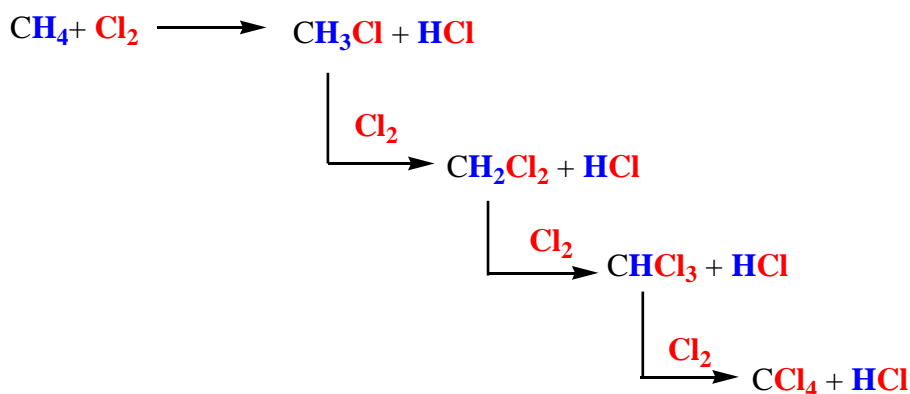
3) Αντιδράσεις όξινης υδρόλυσης εστέρων και εστεροποίησης των αλκοολών



Η προς τα δεξιά αντίδραση χαρακτηρίζεται υδρόλυση και γίνεται σε όξινο ή βασικό περιβάλλον, ενώ η προς τα αριστερά ονομάζεται εστεροποίηση και γίνεται σε όξινο περιβάλλον (π.χ. H_2SO_4). Οι αντιδράσεις αυτές είναι σε χημική ισορροπία, οπότε ανάλογα με τις συνθήκες η αντίδραση ωθείται προς τα δεξιά (υδρόλυση) ή προς τα αριστερά (εστεροποίηση).

4) Αλογόνωση αλκανίων

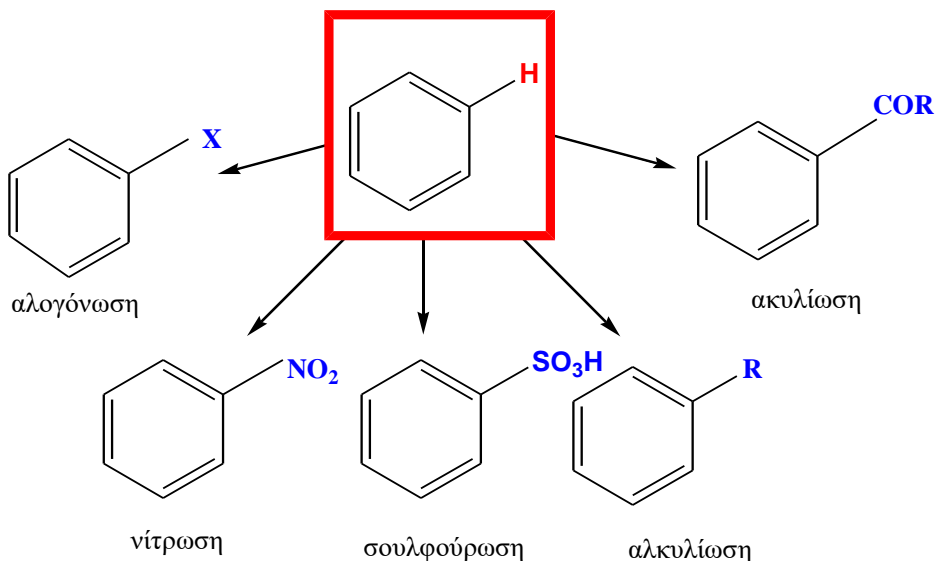
Η αλογόνωση των αλκανίων είναι μια υποκατάσταση φωτοχημική που γίνεται μέσω ριζών και που δε σταματά στη λήψη μονοπαραγώγου, αλλά συνεχίζει, με αποτέλεσμα να λαμβάνονται μίγματα προϊόντων. Π.χ η αλογόνωση του CH_4 παρουσία διάχυτου φωτός οδηγεί στις παρακάτω αντιδράσεις :



5) Αρωματική υποκατάσταση

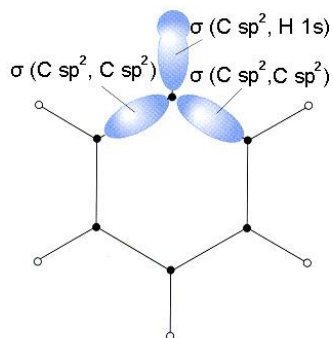
Είναι γνωστό ότι τα άτομα του άνθρακα του βενζολίου συνδέονται μεταξύ τους ανά δύο με τον ίδιο τρόπο που δεν είναι ούτε απλός ούτε διπλός δεσμός. Ο δεσμός αυτός είναι δηλαδή ένας ενδιάμεσος δεσμός μεταξύ απλού και διπλού δεσμού. Εξαιτίας αυτού ο βενζολικός δακτύλιος δίνει εύκολα αντιδράσεις υποκατάστασης και

η συμπεριφορά αυτή αποτελεί τη βάση του χημικού χαρακτήρα των αρωματικών ενώσεων (αρωματικός χαρακτήρας). Παρακάτω δίνονται σχηματικά οι πιο χαρακτηριστικές αντιδράσεις υποκατάστασης του βενζολίου. Με βάση τις αντιδράσεις αυτές μπορούν να παρασκευαστούν χιλιάδες υποκατεστημένες αρωματικές ενώσεις.

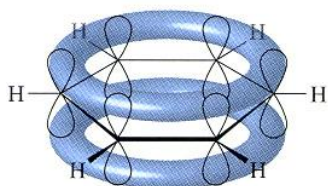


- Η αλκυλίωση γίνεται με RX παρουσία AlX_3 , ενώ η ακυλίωση γίνεται με παρουσία $RCOX$ παρουσία AlX_3 .
- Η νίτρωση επιτυγχάνεται με χρήση μείγματος πυκνού HNO_3 και πυκνού H_2SO_4 (οξύ νίτρωσης).
- Η αλογόνωση γίνεται με X_2 παρουσία FeX_3 ή AlX_3 .
- Η σουλφούρωση γίνεται με πυκνού H_2SO_4 .

Παρατήρηση (κβαντομηχανική περιγραφή της δομής του βενζολίου): στο βενζόλιο κάθε άτομο άνθρακα είναι συνδεδεμένο με δύο άλλα άτομα άνθρακα και ένα άτομο υδρογόνου με σ δεσμούς που προέρχονται από επικάλυψη sp^2 υβριδικών τροχιακών (όπως στο αιθένιο). Το βενζόλιο είναι ένα επίπεδο μόριο, καθώς όλα τα άτομα άνθρακα και υδρογόνου βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο. Επίσης όλες οι γωνίες δεσμών είναι 120° .



Επιπλέον κάθε άτομο άνθρακα διαθέτει από ένα p τροχιακό κάθετο στο επίπεδο του εξαμελούς δακτυλίου τα οποία επικαλύπτονται σχηματίζοντας π- δεσμούς. Κατά το σχηματισμό των π- δεσμών κάθε p τροχιακό επικαλύπτεται με τα δύο γειτονικά του, με αποτέλεσμα το π τροχιακό να είναι μη εντοπισμένο, να συνδέει δηλαδή και τα έξι άτομα άνθρακα και να εκτείνεται πάνω και κάτω από το επίπεδο του μορίου.



Αντιδράσεις πολυμερισμού

Ορισμοί

Πετρελαιοειδή: πετρελαιοειδή ονομάζονται τα προϊόντα του αργού πετρελαίου καθώς και αυτά που λαμβάνονται κατά τη διύλιση του.

Πετροχημεία: ο κλάδος της χημείας που ασχολείται με την παρασκευή άλλων χημικών ουσιών, οργανικών συνήθως, από το πετρέλαιο. Οι παρασκευαζόμενες ουσίες λέγονται πετροχημικά.

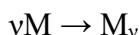
Πετροχημικά: πετροχημικά είναι τα χημικά προϊόντα που προέρχονται από το πετρέλαιο. Ο κλάδος της χημείας που ασχολείται με τη μελέτη και την παραγωγή αυτών των προϊόντων ονομάζεται πετροχημεία.

Μακρομόρια: πελώρια άτομα, τα οποία περιέχουν εκατοντάδες χιλιάδες άτομα. Τα μακρομόρια μπορούν να είναι φυσικά (π.χ. άμυλο) και συνθετικά (π.χ. πολυαιθυλένιο).

Πολυμερή: πολυμερή λέγονται οι μεγαλομοριακές (οργανικές συνήθως) ενώσεις που προκύπτουν από τη συνένωση μικρότερων μορίων. Διακρίνονται σε πολυμερή προσθήκης (π.χ. πολυαιθυλένιο, πολυπροπυλένιο) και σε πολυμερή συμπύκνωσης (π.χ. κυτταρίνη, πρωτεΐνες). Στα Αγγλικά λέγονται Polymers, από τα ελληνικά πολλά μέρη. Όπως τα μικρά οργανικά μόρια παρουσιάζουν ενδιαφέρον για τις χημικές ιδιότητές τους, έτσι και τα πολυμερή που είναι γιγαντιαία μόρια παρουσιάζουν ενδιαφέρον για τις φυσικές (μηχανικές) τους ιδιότητες. Τα πολυμερή έχουν επιφέρει επανάσταση τα τελευταία πενήντα χρόνια. Τα περισσότερα από τα υφάσματα, χρώματα, γυαλιά που χρησιμοποιούμε σήμερα είναι συνθετικά πολυμερή.

Πλαστικά: πλαστικά ονομάζονται τα υλικά εκείνα που εύκολα και σε σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες μπορούν να διαμορφωθούν σε διάφορα σχήματα. Περιέχουν ως συστατικό τους κάποιο πολυμερές και μπορούν να είναι ελαστικά, άθραυστα ή εύθραυστα.

Πολυμερισμός: πολυμερισμός είναι η χημική διεργασία (χημική αντίδραση) κατά την οποία παράγεται κάποιο πολυμερές (πολυμερή = μεγάλα μόρια) από τα αντίστοιχα μονομερή του (μονομερή = μικρά μόρια). Με άλλα λόγια είναι η αντίδραση συνένωσης πολλών μικρών μορίων (μονομερών) για το σχηματισμό μακρομορίων (πολυμερών). Αν Μ το μονομερές θα έχουμε



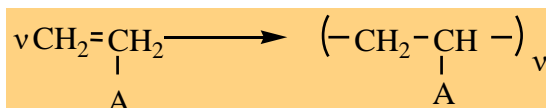
Για να κλείσει η αλυσίδα χρησιμοποιούνται υπεροξειδικές ενώσεις του τύπου ROOR.
 $R-O-O-R + \lambda M \rightarrow RO-M-M \dots M-OR$

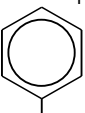
Συμπολυμερισμός: ονομάζεται ο πολυμερισμός που γίνεται με δύο ή περισσότερα είδη μονομερούς. Η κατανομή των μονομερών στο συμπολυμερές είναι είτε τυχαία, είτε αυστηρά εναλλασσόμενη κατά μήκος της αλυσίδας.

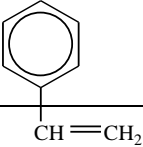
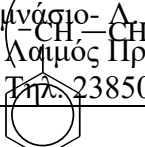
Χαρακτηριστικά παραδείγματα πολυμερισμού:

1) Πολυμερισμός ενώσεων που έχουν τη ρίζα βινύλιο

Το μονομερές έχει το γενικό τύπο: $\text{CH}_2 = \text{CH}-\text{A}$, όπου A είναι μονοσθενές στοιχείο ή μονοσθενής ρίζα. Ο πολυμερισμός του αιθυλενίου και των υποκατεστημένων παραγώγων του ακολουθεί αλυσιδωτό μηχανισμό μέσω ριζών. Περιλαμβάνει την έναρξη, τη διάδοση και τον τερματισμό του πολυμερισμού. Η γενική αντίδραση πολυμερισμού μπορεί να συμβολιστεί:

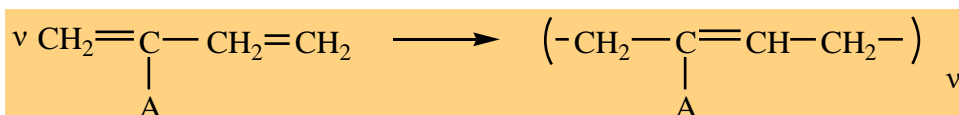


A	Μονομερές	Πολυμερές	Χρήση
H-	$\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ αιθυλένιο	πολυαιθυλένιο $(-\text{CH}_2 - \text{CH}_2 -)_n$	Από τα σημαντικότερα πολυμερή. Πλαστικές σακούλες, πλαστικά παιχνίδια
CH ₃ -	$\text{CH}_3\text{CH} = \text{CH}_2$ προπένιο	Πολυπροπένιο $\left(-\text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \right)_n$	Πλαστικά σχοινιά
Cl-	$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{Cl}$ βινυλοχλωρίδιο	Πολυβινυλοχλωρίδιο $(-\text{CH}_2 - \text{CHCl} -)_n$	Δίσκοι, πλαστικά χρώματα
 φαινύλιο	στυρόλιο	Πολυστυρόλιο	Πλαστικά δάπεδα

			
κυάνιο CN-	Ακρυλονιτρίλιο CH ₂ =CH-CN	Πολυακρυλονιτρίλιο $\left(-\text{CH}_2-\underset{\text{CN}}{\text{CH}}- \right)_v$	Συνθετική υφάνσιμη ύλη (orlon)

2) Πολυμερισμός 1,4

Την αντίδραση αυτή δίνουν τα συζυγή αλκαδιένια και τα παράγωγά τους. Η γενική αντίδραση μπορεί να συμβολιστεί:



A	Μονομερές	Πολυμερές	Χρήση
H ₃ -	2-μεθυλο-1,3-βουταδιένιο ή ισοπρένιο $\text{CH}_2=\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\text{CH}=\text{CH}_2$	πολυϊσοπρένιο $\left(-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}=\text{CH}-\text{CH}_2- \right)_v$	Cis δομή, φυσικό καουτσούκ και συνθετικό καουτσούκ trans δομή, γουταπέρκα.
1-	2-χλωρο-1,3-βουταδιένιο $\text{CH}_2=\underset{\text{Cl}}{\text{C}}-\text{CH}=\text{CH}_2$	$\left(-\text{CH}_2-\underset{\text{Cl}}{\text{C}}=\text{CH}-\text{CH}_2- \right)_v$ νεοπρένιο	Τεχνητό καουτσούκ.
-	1,3-βουταδιένιο CH ₂ =CH-CH=CH ₂	$\left(-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2- \right)_v$ Buna	Τεχνητό καουτσούκ.

3) Συμπολυμερισμός

Δύο μόρια που το καθένα από μόνο του δίνει ένα πολυμερές, π.χ. το 1,3-βουταδιένιο που πολυμερίζεται σε Buna και το στυρόλιο που πολυμερίζεται σε πολυστυρόλιο, είναι δυνατόν να συμπολυμεριστούν και να δώσουν ένα νέο προϊόν το συμπολυμερές τους. Το προϊόν συμπολυμερισμού του παραδείγματος που θίξαμε (1,3-βουταδιένιο και στυρόλιο) χρησιμοποιείται ως τεχνητό καουτσούκ και

Γυμνάσιο- Λ. Τ. Λαιμού Πρεσπών
Λαιμός Πρεσπών, Φλώρινα
Τηλ. 2385051330, 2385051395

ονομάζεται Buna S (από τα αρχικά Bu για το βουταδιένιο na για το Na παρουσία του οποίου γίνεται ο συμπολυμερισμός και S για το στυρόλιο). Αντίστοιχα από το συμπολυμερισμό του 1,3-βουταδιενίου και του ακρυλονιτριλίου ($\text{CH}_2 = \text{CH-CN}$) προκύπτει προϊόν που χρησιμοποιείται και αυτό ως τεχνητό καουτσούκ και ονομάζεται Buna N.

Αντιδράσεις οξείδωσης- αναγωγής

Ορισμοί:

Οξείδωση: οξείδωση είναι η αύξηση του αριθμού οξείδωσης ατόμου ή ιόντος

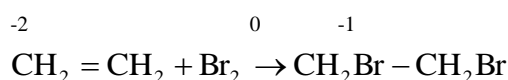
Αναγωγή: είναι η ελάττωση του αριθμού οξείδωσης ατόμου ή ιόντος

Ειδικά στην οργανική χημεία

- Οξείδωση είναι η μείωση της ηλεκτρονιακής πυκνότητας του άνθρακα, η οποία προκαλείται από
 - σχηματισμό δεσμών C-O, C-N, C-X.
 - διάσπαση δεσμών C-H.

- Αναγωγή είναι η αύξηση της ηλεκτρονιακής πυκνότητας του άνθρακα, η οποία προκαλείται από
 - σχηματισμό δεσμών C-H.
 - διάσπαση δεσμών C-O, C-N, C-X.

Να παρατηρήσουμε ότι πολλές από τις αντιδράσεις στις οποίες έχουμε ήδη αναφερθεί, όπως αντιδράσεις προσθήκης, απόσπασης, υποκατάστασης, μπορούν να ενταχθούν στην κατηγορία της οξείδωσης - αναγωγής. Για παράδειγμα φέρνουμε την προσθήκη του Br₂ σε αιθέριο:



Ο C οξειδώνεται από A.O. = -2 σε -1 και το Br ανάγεται από A.O. = 0 σε -1. Επίσης μπορούμε να πούμε ότι το CH₂ = CH₂ οξειδώνεται, επειδή σχηματίζονται δύο δεσμοί C-Br.

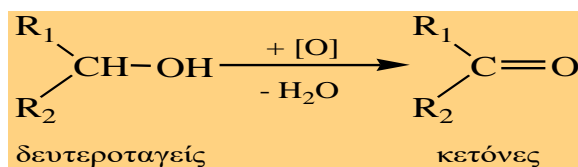
Αντιδράσεις οξείδωσης - αναγωγής που παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον στην οργανική χημεία είναι οι εξής:

- 1) Οξείδωση αλκοολών

- a) Οι πρωτοταγείς αλκοόλες οξειδώνονται σε αλδεΐδες (διάσπαση ενός δεσμού C-H) και στη συνέχεια σε οξέα (σχηματισμός ενός δεσμού C=O), σύμφωνα με το σχήμα:



- b) Οι δευτεροταγείς αλκοόλες οξειδώνονται σε κετόνες (διάσπαση ενός δεσμού C-H):



- c) Οι κετόνες και οι τριτοταγείς αλκοόλες δεν οξειδώνονται παρά μόνο σε πολύ δραστικές συνθήκες με διάσπαση του μορίου τους.

Από τα πιο κοινά οξειδωτικά μέσα για την οξείδωση των αλκοολών είναι το όξινο διάλυμα KMnO_4 και το όξινο διάλυμα $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Το πρώτο (KMnO_4) έχει χρώμα ιώδες και μετατρέπεται σε άχρωμο Mn^{2+} . Το δεύτερο ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) είναι πορτοκαλί και μετατρέπεται σε πράσινο (Cr^{3+}). Το όξινο διάλυμα KMnO_4 είναι ισχυρότερο οξειδωτικό από το $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ και οδηγεί τις πρωτοταγείς αλκοόλες αποκλειστικά σε καρβοξυλικά οξέα. Αντίθετα, η οξείδωση μιας πρωτοταγούς αλκοόλης μέχρι το στάδιο της αλδεΐδας γίνεται συνήθως με $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Οι πρωτοταγείς αλκοόλες μπορούν επίσης να οξειδωθούν σε αλδεΐδες και οι δευτεροταγείς αλκοόλες σε κετόνες με θέρμανση παρουσία χαλκού (καταλυτική αφυδρογόνωση).

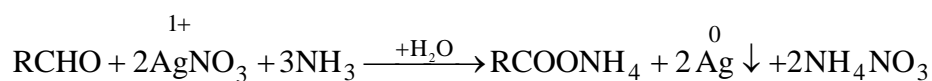
2) Οξείδωση αλδευδών

Οι αλδεΐδες δεν οξειδώνονται μόνο από τα αντιδραστήρια που οξειδώνουν τις πρωτοταγείς και δευτεροταγείς αλκοόλες (KMnO_4 και $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), αλλά και με πολύ ήπια οξειδωτικά μέσα, όπως είναι:

- a) **Το αντιδραστήριο Fehling (Φελίγγειο υγρό):** πρόκειται για αλκαλικό διάλυμα ιόντων Cu^{2+} , γαλάζιου χρώματος και το οποίο ανάγεται σε καστανέρυθρο ίζημα Cu_2O , σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:

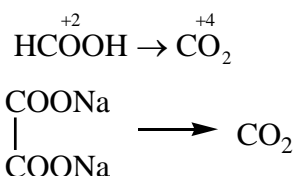


- b) **Το αντιδραστήριο Tollens:** είναι αμμωνιακό διάλυμα AgNO_3 , οξειδώνει την αλδεΐδη σε οξύ, ενώ ταυτόχρονα ο Ag^+ μετατρέπεται σε Ag , ο οποίος σχηματίζει στα τοιχώματα του δοχείου που γίνεται η αντίδραση κάτοπτρο (καθρέπτη).



Οι δύο παραπάνω αντιδράσεις χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση των αλδεϋδών.

- 3) Οξείδωση μεθανικού οξέος και αλάτων του οξαλικού ή αιθανοδικού οξέος και αλάτων του.



Το παραγόμενο CO_2 προκαλεί θόλωμα σε ασβεστόνερο (διάλυμα Ca(OH)_2)

Παρατήρηση: η συμπλήρωση των συντελεστών των αντιδράσεων οξειδοαναγωγής στηρίζεται στην ίδια λογική με αυτήν της ανόργανης χημείας. Η συνολική μεταβολή του Αριθμού Οξείδωσης (Α.Ο.) σε μια οργανική ένωση την μπορεί να υπολογιστεί με βάση τους εξής πρακτικούς κανόνες:

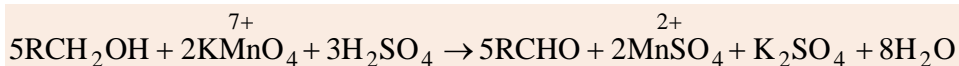
- Όταν μια οργανική ένωση χάνει 1 άτομο H ή 1 άτομο αλκαλίου (π.χ. Na ή K) έχουμε αύξηση Α.Ο. = 1. Στην πραγματικότητα οξειδώνεται κάποιο άτομο C, αλλά αυτό δε μας απασχολεί για τη συμπλήρωση των αντιδράσεων.
- Όταν μια οργανική ένωση κερδίζει 1 άτομο οξυγόνου, έχουμε αύξηση Α.Ο. = 2.

Για παράδειγμα

- στην ένωση RCH_2OH ο Α.Ο. του C είναι -1. Αν αφαιρέσουμε 2 άτομα H και σχηματιστεί αλδεΐδη RCHO , ο Α.Ο. του C γίνεται +1, δηλαδή όπως βρίσκουμε και με τον πρακτικό κανόνα παρατηρείται αύξηση Α.Ο. = 2.
- Ομοίως αν προσθέσουμε ένα άτομο O στην αλδεΐδη RCHO και σχηματιστεί οξύ RCOOH όπου ο Α.Ο. του C είναι +3, παρατηρούμε ότι έχουμε αύξηση του Α.Ο. κατά 2, όπως βρίσκουμε και με τον πρακτικό κανόνα.

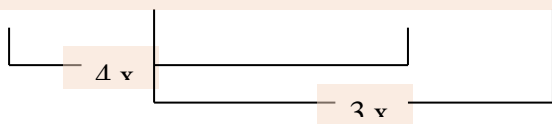
Παραδείγματα οξειδοαναγωγικών αντιδράσεων στην οργανική χημεία

- i) Οξείδωση RCH_2OH σε RCHO με διάλυμα KMnO_4 παρουσία H_2SO_4



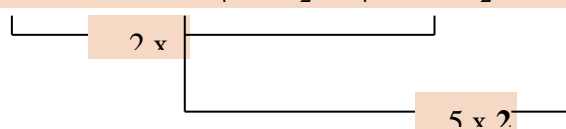
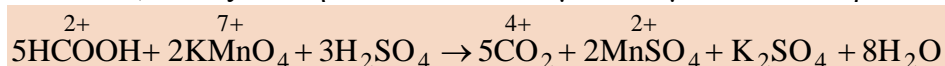
Κατά την οξείδωση αλκοόλης RCH_2OH σε αλδεύδη RCHO παρατηρείται αύξηση. Α.Ο. = 2, γιατί η αλκοόλη χάνει 2 άτομα Η.

ii) Οξείδωση RCH_2OH σε RCOOH με διάλυμα $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ παρουσία H_2SO_4 .



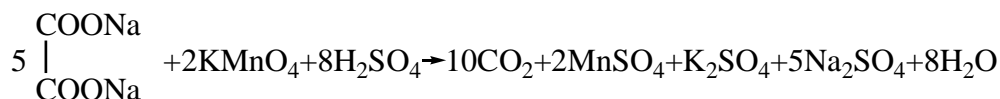
Κατά την οξείδωση $\text{RCH}_2\text{OH} \rightarrow \text{RCOOH}$ υπολογίζουμε ότι η συνολική αύξηση του Α.Ο. είναι 4, γιατί η ένωση χάνει 2 άτομα Η και κερδίζει 1 άτομο οξυγόνου ($2+2=4$).

iii) Οξείδωση HCOOH σε CO_2 με διάλυμα KMnO_4 παρουσία H_2SO_4 .



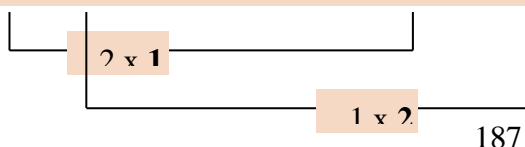
Εδώ ήταν εύκολο να βρούμε τη μεταβολή από τον Α.Ο. του C στο HCOOH και στο CO_2 .

iv) Η οξείδωση $(\text{COONa})_2$ σε CO_2 με KMnO_4 παρουσία H_2SO_4

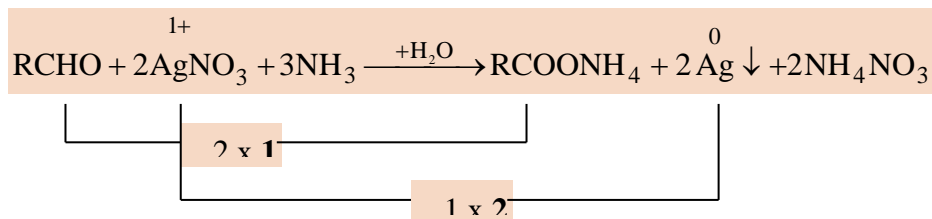


Η συνολική αύξηση του Α.Ο. είναι 2 γιατί χάνει 2 άτομα Na.

v) Οξείδωση RCHO σε RCOOH (που δημιουργεί RCOONa) με διάλυμα Fehling ($\text{CuSO}_4 + \text{NaOH}$).



- vi) Οξείδωση RCHO σε RCOOH (που δημιουργεί RCOONH₄) με αμμωνιακό διάλυμα AgNO₃.

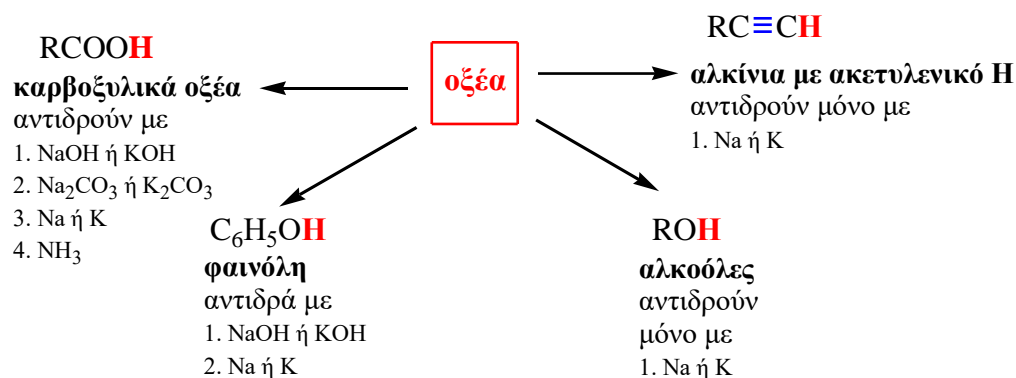


4) Αντιδράσεις αναγωγής οργανικών ενώσεων

Στις αντιδράσεις αυτές μπορούν να ενταχθούν οι αντιδράσεις προσθήκης με υδρογόνο των αλκενίων, αλκινίων, αλδευδών, κετονών και νιτριλίων. π.χ. $\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{N} + 2\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$

Αντιδράσεις οξέων και βάσεων

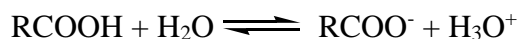
Να θυμίσουμε, με βάση τις αντιλήψεις των Bronsted- Lowry, οξέα είναι οι δότες πρωτονίων (H^+), ενώ βάσεις οι δέκτες πρωτονίων. Τα οξέα διαφέρουν ως προς την ικανότητα τους να προσφέρουν πρωτόνια. Τα ισχυρά οξέα αντιδρούν σχεδόν ποσοτικά με το νερό, ενώ τα ασθενή αντιδρούν πολύ λίγο. Η ισχύς των οξέων εκφράζεται με βάση τη σταθερά ισορροπίας (k_a) η οποία εξαρτάται μόνο από τη θερμοκρασία. Να θυμίσουμε, τέλος, ότι όσο πιο ισχυρό είναι ένα οξύ τόσο ασθενής είναι η συζυγής βάση. Χαρακτηριστικές οργανικές ενώσεις με ιδιότητες οξέων είναι:



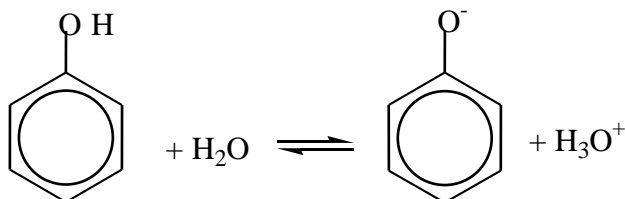
Η ισχύς των οξέων ακολουθεί το σχήμα:

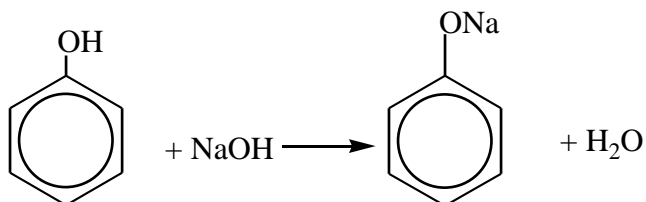
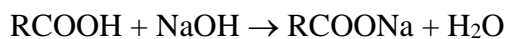


Από τα παραπάνω οξέα, μεγαλύτερη ισχύ από το νερό έχουν μόνο τα καρβοξυλικά οξέα και οι φαινόλες. Για τις ενώσεις αυτές μπορούμε να γράψουμε τις αντιδράσεις ιοντισμού τους.

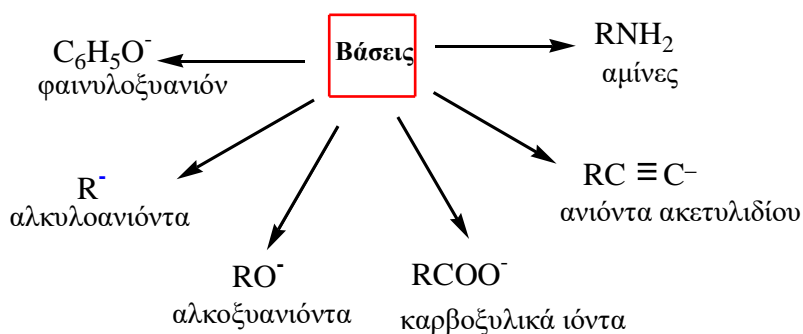


Συνέπεια αυτών είναι η αντίδραση τους με βασικά διαλύματα

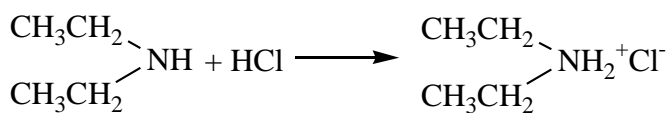
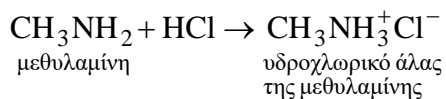




Οργανικές βάσεις κατά Bronsted- Lowry είναι:



Χαρακτηριστικές είναι οι αντιδράσεις των **αμίνων** με διαλύματα οξέων.



διαιθυλαμίνη

υδροχλωρικό άλας της διαιθυλαμίνης

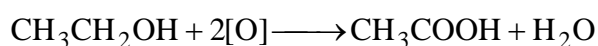
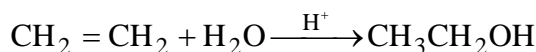
Κ. Οργανικές συνθέσεις- διακρίσεις

Οργανικές συνθέσεις

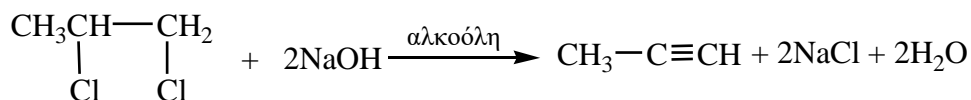
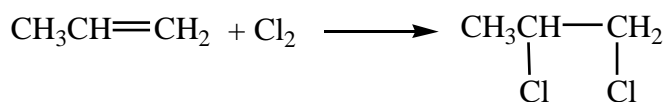
Ορισμός: Οργανική σύνθεση είναι μία διαδικασία παρασκευής οργανικής ουσίας με πρώτες ύλες μία ή περισσότερες οργανικές ενώσεις, όπου συνήθως μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε οποιαδήποτε ανόργανα αντιδραστήρια. Είναι δυνατόν επίσης να ζητείται να συνθέσουμε μία οργανική ένωση μόνο από ανόργανες ουσίες. Για να επιτύχουμε τη σύνθεσή μας είναι απαραίτητη η γνώση των σημαντικών αντιδράσεων της οργανικής χημείας και μια σχετική εμπειρία.

Για την καλύτερη αντιμετώπιση των οργανικών συνθέσεων σας προτείνουμε την εξής ταξινόμηση.

- 1) Η ένωση της οποίας ζητείται η σύνθεση, έχει στο μόριο της τον ίδιο αριθμό ατόμων άνθρακα με την ένωση που αποτελεί την πρώτη ύλη.



Γνωρίζουμε ότι ένα αλκίνιο παράγεται από την αντίδραση ενός κατάλληλου διαλογονοπαραγώγου με αλκοολικό διάλυμα NaOH. Το αλκένιο όμως μετατρέπεται εύκολα σε διαλογονοπαραγώγο:

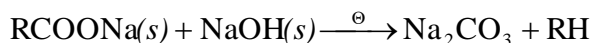


- 2) Η οργανική ένωση που δίνεται ως πρώτη ύλη έχει στο μόριό της ν άτομα άνθρακα και αυτή που πρέπει να συνθέσουμε έχει μ άτομα άνθρακα (μ≠ν). Στην περίπτωση αυτή πρέπει να αλλάξει ο αριθμός των ατόμων του άνθρακα στην ανθρακική αλυσίδα, οπότε θα πρέπει να ψάξουμε για μια «αντίδραση - κλειδί», την οποία θα χρησιμοποιήσουμε για τη λύση της άσκησης.

Διακρίνουμε τις ακόλουθες περιπτώσεις μεταβολής στην ανθρακική αλυσίδα:

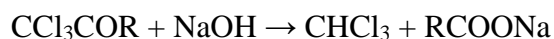
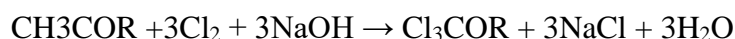
a) Η ανθρακική αλυσίδα μικραίνει κατά ένα άτομο άνθρακα.

Στην ύλη της Β΄ Λυκείου είχαμε αναφερθεί σε μία αντίδραση που μας επιτρέπει μια τέτοια αποικοδόμηση και αυτή είναι η αποκαρβοξυλίωση, που λαμβάνει χώρα αν θερμάνουμε σε υψηλή θερμοκρασία άλας κορεσμένου μονοκαρβοξυλικού οξέος με Na ή K με στερεό NaOH ή KOH αντίστοιχα.



Μια άλλη αντίδραση που οδηγεί σε προϊόν με ένα άτομο άνθρακα λιγότερο από την πρώτη ύλη, η οποία έχει ιδιαίτερη σημασία για τις διακρίσεις που θα αναφέρουμε στην επόμενη ενότητα, είναι η αλογονοφορμική αντίδραση. Την αντίδραση αυτή δίνουν:

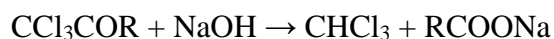
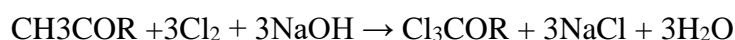
i) η ακεταλδεΐδη CH_3CHO και οι μεθυλοκετόνες του τύπου CH_3COR



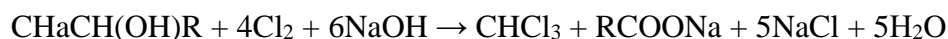
Συνολική αντίδραση:



ii) οι αλκοόλες που μπορούν να οξειδωθούν σε τέτοιες ενώσεις, δηλαδή οι αλκοόλες του τύπου $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{R}$ (δευτεροταγείς) και η $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$.



Συνολική αντίδραση:

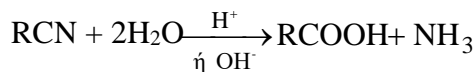
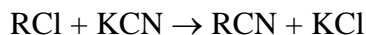


M. Παρατήρηση: με I_2 και KOH η αλοφορμική αντίδραση οδηγεί στο σχηματισμό CHI_3 , το οποίο είναι κίτρινο ίζημα.

b) Η ανθρακική αλυσίδα μεγαλώνει κατά ένα άτομο άνθρακα

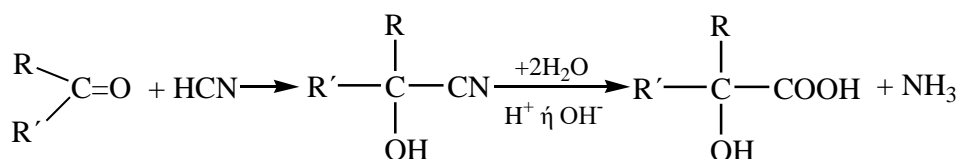
Οι σπουδαιότερες αντιδράσεις από αυτές που έχουμε αναφέρει, που μας δίνουν τη δυνατότητα να μεγαλώσουμε την ανθρακική αλυσίδα κατά ένα άτομο άνθρακα, είναι οι εξής δύο:

i) Μετατροπή αλκυλαλογονιδίου σε οξύ



ii) Κυανυδρινική σύνθεση

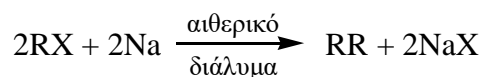
Η αντίδραση αυτή ξεκινάει από μια καρβονυλική ένωση, η οποία αντιδρά με υδροκυάνιο και δίνει κάποιο υδροξυνιτρίλιο ή κυανυδρίνη, από το οποίο μπορούμε να παρασκευάσουμε α - υδροξυοξύ.



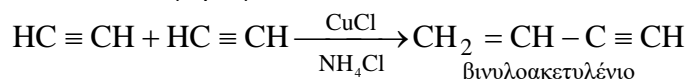
c) Σχηματισμός ανθρακικής αλυσίδας με διπλάσιο αριθμό ατόμων άνθρακα από την αρχική ένωση

Αν η ένωση που θέλουμε να συνθέσουμε έχει διπλάσιο αριθμό ατόμων άνθρακα στο μόριό της από την ένωση που διαθέτουμε, τότε μπορούμε να αξιοποιήσουμε μια από τις παρακάτω αντιδράσεις.

i) Μέθοδος Wurtz:



ii) Διμερισμός ακετυλενίου:



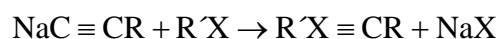
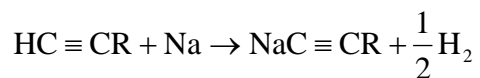
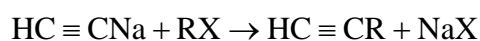
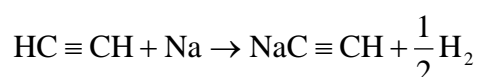
Η τελευταία αντίδραση δε μας επιτρέπει γενικά το διπλασιασμό των ατόμων του άνθρακα, αλλά μας επιτρέπει από ένωση με δύο άτομα άνθρακα να συνθέσουμε ένωση με τέσσερα άτομα άνθρακα.

iii) Αντίδραση καρβονυλικών ενώσεων με αντιδραστήρια Grignard.

d) Αύξηση της ανθρακικής αλυσίδας

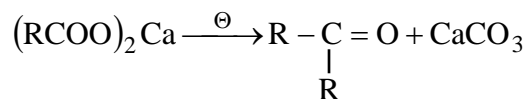
Αν η ανοικοδόμηση αυτή δεν υπάγεται σε μια από τις προηγούμενες κατηγορίες, τότε μπορεί αυτή να επιτευχθεί με μια από τις παρακάτω αντιδράσεις:

i) *Αλκυλίωση ακετυλενίου*



Μπορούμε να δημιουργήσουμε όποια ανθρακική αλυσίδα μας ζητάνε, επιλέγοντας τα αλκυλαλογονίδια που θα αντιδράσουν.

ii) *Πύρωση αλάτων ασβεστίου κορεσμένων μονοκαρβοξυλικών οξέων*



iii) *Αντίδραση καρβονυλικών ενώσεων με αντιδραστήρια Grignard.*

Διακρίσεις – Ταυτοποιήσεις

Διάκριση: όταν λέμε διάκριση μιας ένωσης, εννοούμε ότι δίνεται μία ένωση που είναι είτε η Α είτε η Β και ζητάμε να βρούμε μια δοκιμασία (αντίδραση) που μας

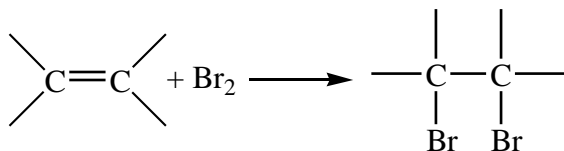
επιτρέπει να διακρίνουμε ποια από τις δύο είναι η ένωση που διερευνάμε. Η αντίδραση αυτή πρέπει να πραγματοποιείται σχετικά εύκολα, αλλά και να έχει κάποιο παρατηρήσιμο αποτέλεσμα: έκλυση αερίου, αλλαγή χρώματος ενός διαλύματος, παραγωγή ιζήματος κ.ά. Παρόμοια, αλλά πιο πολύπλοκη, είναι η περίπτωση διάκρισης μιας ένωσης μεταξύ τριών ή περισσότερων ενώσεων.

Ταυτοποίηση: ταυτοποίηση είναι η διαδικασία για τον καθορισμό μιας ένωσης, όταν δίνεται ο μοριακός τύπος και ορισμένες χαρακτηριστικές ιδιότητες της ένωσης.

Στη συνέχεια δίνονται βασικές αντιδράσεις για κάθε κατηγορία οργανικών ενώσεων (υδρογονάνθρακες, αλκοόλες - αιθέρες, αλδεΐδες - κετόνες, οξέα - εστέρες, οξέα - φαινόλες), που αποτελούν τη βάση για την ταυτοποίηση - διάκριση των.

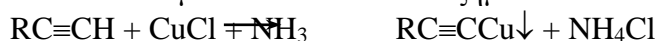
1) Υδρογονάνθρακες

- a) Το διάλυμα του Br_2 σε CCl_4 έχει καστανοκόκκινο χρώμα και αποχρωματίζεται αν επιδράσει σ' αυτό περίσσεια ακόρεστης ένωσης, λόγω της αντίδρασης:



Κατ' αυτό τον τρόπο διακρίνουμε τους κορεσμένους από τους ακόρεστους υδρογονάνθρακες ή γενικότερα τις κορεσμένες από τις ακόρεστες ενώσεις.

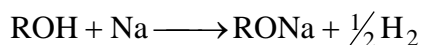
- b) Οι υδρογονάνθρακες της μορφής $\text{RC}\equiv\text{CH}$ αντιδρούν με αμμωνιακό διάλυμα CuCl και δίνουν ιζήμα του τύπου $\text{RC}\equiv\text{CCu}$.



Κατά αυτό τον τρόπο διακρίνουμε τα αλκίνια της μορφής $\text{R}-\text{C}\equiv\text{CH}$ από τους υπόλοιπους υδρογονάνθρακες. Η ίδια διάκριση μπορεί να γίνει, λόγω έκλυσης αερίου H_2 που παρατηρείται κατά την επίδραση Na ή K σε υδρογονάνθρακες της μορφής $\text{RC}\equiv\text{CH}$.

2) Αλκοόλες - Αιθέρες

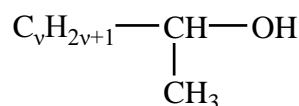
- a) Μπορούμε να διακρίνουμε μια αλκοόλη από ένα αιθέρα, αν επιδράσουμε στην άγνωστη ένωση μεταλλικό νάτριο (Na). Αν η ένωση αντιδρά με το νάτριο και παράγεται αέριο υδρογόνο H_2 , τότε είναι αλκοόλη.



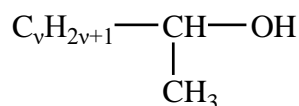
Αν δεν αντιδρά με το νάτριο, τότε η ένωση είναι αιθέρας.

b) Μπορούμε να διακρίνουμε μια τριτοταγή αλκοόλη από ένα σύνολο αλκοολών, στηριζόμενοι στην ιδιότητα της τριτοταγούς αλκοόλης να μην οξειδώνεται (παρά μόνο σε έντονες οξειδωτικές συνθήκες και με διάσπαση της ανθρακικής αλυσίδας της). Αντίθετα, οι δευτεροταγείς και οι πρωτοταγείς αλκοόλες οξειδώνονται εύκολα. Η οξείδωση γίνεται συνήθως με όξινο διάλυμα KMnO_4 . Έτσι, μια πρωτοταγής ή δευτεροταγής αλκοόλη προκαλεί τον αποχρωματισμό του ρόδινου χρώματος του διαλύματος KMnO_4 , ενώ μια τριτοταγής δεν προκαλεί τέτοια μεταβολή.

c) Μπορούμε να διακρίνουμε τις αλκοόλες που έχουν τη μορφή:



από ένα σύνολο αλκοολών, καθώς οι αλκοόλες αυτής της μορφής δίνουν την αλογονοφορμική αντίδραση. Δηλαδή, αν η επίδραση διαλύματος $\text{I}_2 + \text{NaOH}$ στην άγνωστη αλκοόλη προκαλεί σχηματισμό κίτρινου ιζήματος (που είναι το ιωδοφόρμιο), τότε η αλκοόλη είναι της μορφής:



Να σημειωθεί ότι την αλογονοφορμική αντίδραση δίνει μόνο μια πρωτοταγής αλκοόλη, η $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ και καμιά τριτοταγής.

3) Αλδεΐδες - Κετόνες

Η διάκριση μεταξύ αλδεϋδών και κετονών στηρίζεται στην ιδιότητα των αλδεϋδων να οξειδώνονται ακόμα και με ήπια οξειδωτικά, ενώ οι κετόνες δεν οξειδώνονται.

a) Για να εξακριβώσουμε αν μία ένωση είναι αλδεΐδη ή κετόνη, ελέγχουμε αν αντιδρά με φελίγγειο υγρό. Αν αντιδρά είναι αλδεΐδη, αν δεν αντιδρά είναι κετόνη. Η ίδια διάκριση μπορεί να πραγματοποιηθεί με αντιδραστήριο Tollen's (αμμωνιακό διάλυμα νιτρικού αργύρου).

Αντίδραση με φελίγγειο υγρό

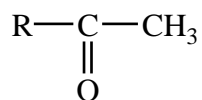


Το αποτέλεσμα της αντίδρασης αυτής είναι ο σχηματισμός κεραμέρυθρου ιζήματος Cu_2O .

Αντίδραση με αμμωνιακό διάλυμα AgNO_3

$\text{RCHO} + 2\text{AgNO}_3 + 3\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{RCOONH}_4 + 2\text{Ag} \downarrow + 2\text{NH}_4\text{NO}_3$ Το αποτέλεσμα της αντίδρασης αυτής είναι η αποβολή Ag στον πυθμένα του δοχείου (συχνά υπό μορφή κατόπτρου).

b) Μπορούμε να διακρίνουμε μία κετόνη της μορφής:

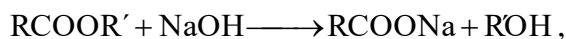


από ένα σύνολο κετονών, αν στηριχτούμε στην αλογονοφορμική αντίδραση. Δηλαδή, επιδρούμε με διάλυμα $I_2 + NaOH$ στην άγνωστη κετόνη, οπότε αν σχηματιστεί κίτρινο ίζημα (CHI_3), τότε η κετόνη έχει την παραπάνω μορφή Να σημειωθεί ότι την αλογονοφορμική αντίδραση δίνει μόνο μια αλδεΐδη, η ακεταλδεΐδη.

4) Οξέα –Εστέρες

Τα κορεσμένα μονοκαρβοξυλικά οξέα και οι εστέρες αυτών των οξέων με κορεσμένες μονοσθενείς αλκοόλες είναι ενώσεις ισομερείς. Ο κοινός γενικός μοριακός τύπος τους είναι ο $C_nH_{2n}O_2$. Οι εστέρες διακρίνονται από τα οξέα, αφού μόνο τα οξέα εμφανίζουν «όξινο χαρακτήρα»: αλλάζουν το χρώμα των δεικτών, αντιδρούν με μέταλλα εκλύοντας υδρογόνο, διασπούν τα ανθρακικά άλατα εκλύοντας διοξείδιο του άνθρακα κλπ.

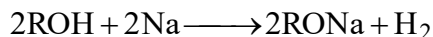
- Μπορούμε να διακρίνουμε ένα οξύ από ένα εστέρα, αν χρησιμοποιήσουμε κάποιο δείκτη. Αν προσθέσουμε, για παράδειγμα, στην ένωση που έχουμε «βάμμα του ηλιοτροπίου», το οποίο είναι κυανό, και παρατηρήσουμε ότι ο δείκτης αλλάζει χρώμα και γίνεται κόκκινος, τότε συμπεράνουμε ότι η ένωση είναι οξύ. Αν ο δείκτης δεν αλλάξει χρώμα, τότε η ένωση είναι εστέρας. Την ίδια διάκριση μπορούμε να πραγματοποιήσουμε προσθέτοντας στην ένωση διάλυμα ανθρακικού νατρίου. Αν γίνει αντίδραση και παραχθεί CO_2 , τότε η «άγνωστη» ένωση είναι οξύ. Αν δεν αντιδράσει, τότε είναι εστέρας.
- Το μυρμηκικό και το οξαλικό οξύ διακρίνονται από τα υπόλοιπα καρβοξυλικά οξέα, επειδή μόνον αυτά παρουσιάζουν αναγωγικές ιδιότητες, δηλαδή, οξειδώνονται. Έτσι, τα παραπάνω οξέα μπορούν να προκαλέσουν μεταβολή στο χρώμα όξινου διαλύματος υπερμαγγανικού ή διχρωμικού καλίου. Τα υπόλοιπα οξέα δεν μπορούν να προκαλέσουν τέτοια μεταβολή, αφού δεν οξειδώνονται.
- Η ταυτοποίηση ενός εστέρα μπορεί να γίνει με υδρόλυση αυτού, οπότε ταυτοποιούνται τα προϊόντα της υδρόλυσης (οξύ και αλκοόλη) που θα παραχθούν.
- Με την ίδια λογική μπορεί να γίνει σαπωνοποίηση του εστέρα με θερμό διάλυμα $NaOH$ ή KOH :



οπότε η ταυτοποίηση των προϊόντων της αντίδρασης αποτελεί την βάση για την ταυτοποίηση του εστέρα.

5) Διάκριση αλκοολών ROH, φαινολών ArOH και οξέων RCOOH

Έχουμε αναφέρει ότι το υδρογόνο του υδροξυλίου των αλκοολών είναι «ευκίνητο» και αντικαθίσταται από νάτριο.



Δεν είναι όμως τόσο ευκίνητο ώστε να δημιουργεί όξινα υδατικά διαλύματα, γιατί η k_a της αιθανόλης στο H_2O είναι περίπου 10^{-16} . Δηλαδή, υδατικό διάλυμα αιθανόλης έχει pH περίπου 7. Η φαινόλη $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ και γενικώς οι φαινόλες δημιουργούν όξινα διαλύματα και η K_a της φαινόλης $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$, είναι περίπου ίσο με 10^{-10} . Δηλαδή η k_a της $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ είναι μικρότερη από την k_{a1} του ανθρακικού οξέος H_2CO_3 , που είναι περίπου 10^{-6} και αυτή είναι μικρότερη από την k_a των κορεσμένων μονοκαρβονικών οξέων RCOOH που είναι συνήθως περίπου 10^{-5} .

Ασκήσεις

Χημικές αντιδράσεις

1. Επίδραση NaOH επί:

- 1 χλωροβουτάνιο
- 2,2 διχλωροβουτάνιο
- οξικό νάτριο
- χλωράλη
- χλωροφόρμιο
- οξικό οξύ
- οξικό νάτριο
- α-αλανίνη
- φορμαλδεΰδη
- α-χλωρο-προπανικό οξύ.

2. Επίδραση H₂O επί:

- i) Μεθυλομαγνησιοχλωρίδιο
- ii) Αμυγδαλίνη
- iii) Χλωράλη
- iv) Προπίνιο
- v) Προπένιο
- vi) διπεπτίδιο γλυκίνης-αλανίνης
- vii) αμυγδαλίνης
- viii) ουρίας
- ix) οξικού ανυδρίτη
- x) οξικός ισοπροπυλεστέρας
- xi) προπανονιτρίδιο
- xii) δικυάνιο
- xiii) α- υδροξύ-προπανονιτρίλιο

3. Επίδραση NH₃ επί:

- i) μεθυλοχλωριδίου
- ii) οξικού οξέος
- iii) οξικού ανυδρίτη
- iv) α-χλωρο-προπανικού οξέος

4. Επίδραση Na επί:

- i) αιθανόλης
- ii) ισοπροπυλοχλωριδίου
- iii) υπερμαγκανικού οξέος
- iv) προπίνιου.

5. Επίδραση Cl₂ επί:

- i) προπενίου
- ii) 2- βουτενίου στους 600°C
- iii) προπανικού οξέος
- iv) προπανόνης
- v) μεθανίου σε άπλετο ηλιακό φως

Ταυτοποιήσεις

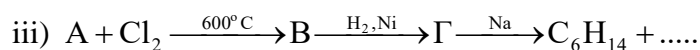
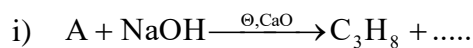
1. Σχεδιάστε το στερεοχημικό μοντέλο και δώστε τις γωνίες των δεσμών στις ενώσεις:

- i) μεθάνιο
- ii) προπένιο
- iii) προπίνιο
- iv) βουτέν(1)ιο

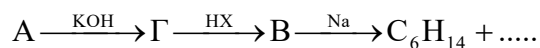
2. Ποιά ισομερές του τύπου C₆H₁₂ έχει όλα τα άτομα C στο ίδιο επίπεδο στο χώρο;

3. Ποιά ισομερές του τύπου C₄H₆ έχει όλα τα άτομα C στην ίδια ευθεία στο χώρο;

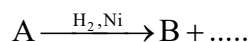
4. Να συμπληρωθούν οι αντιδράσεις



iv) Ισομερείς ενώσεις A και B έχουν τύπο C_vH_{2v+1}Br

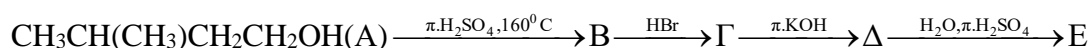


v) Ένωση A έχει τύπο C_vH_{2v+1}Br

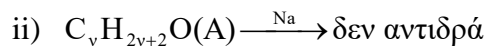
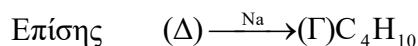
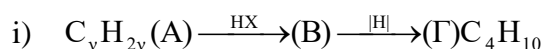


Η Β παρασκευάζεται επίσης με επίδραση Na σε ένωση Γ ίδιας ομόλογης σειράς με την Α. Καύση της Β με περίσσεια CuO παρέχει τετραπλάσιο όγκο ατμών CO₂ από τους ατμούς της ένωσης.

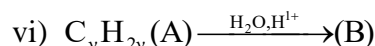
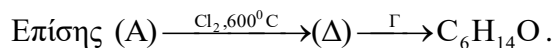
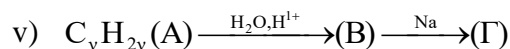
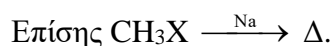
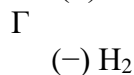
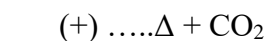
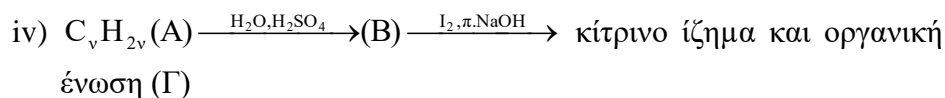
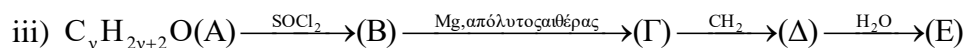
vi) Να βρεθούν ενώσεις Β, Γ, Δ και Ε που αντιστοιχούν στα κύρια προϊόντα των παρακάτω αντιδράσεων:



5. Να ταυτοποιηθούν οι παρακάτω ενώσεις:



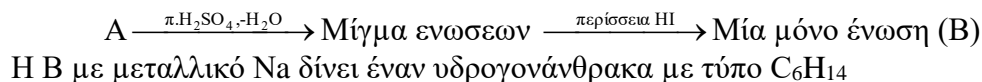
Επίσης $(\text{A}) \xrightarrow{\text{περίσσεια HBr}} (\text{B}) \xrightarrow{\text{περίσσεια Na}} \text{μίγμα τριών ισομερών του τύπου C}_6\text{H}_{14}$



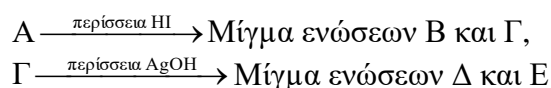
Επίσης η Β προκύπτει και ως $(\Gamma) \xrightarrow{H_2, Ni} (B)C_4H_{10}O$.

6. Να ταυτοποιηθούν οι ενώσεις του προβλήματος

i) Ένωση Α έχει τύπο $C_nH_{2n+1}OH$ και ακολουθεί το παρακάτω διάγραμμα:



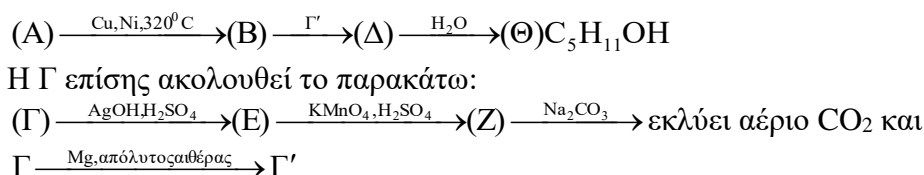
ii) Ένωση Α έχει τύπο $C_6H_{14}O$ και δεν αντιδρά με Na. Επίσης



Οι Δ και Ε ξεχωριστά η κάθε μία δίνουν χαρακτηριστικό ίζημα με I_2 και περίσσεια NaOH.

iii) Ένωση Α έχει τύπο $C_6H_{14}O$ και δεν αντιδρά με μεταλλικό Na. Στην Α επιδρά περίσσεια πυκνού θερμού διαλύματος HI. Το προϊόν επιδρά με δινατριαακετυλενίδιο, οπότε προκύπτουν τρεις ισομερείς ενώσεις. Ποιές οι ενώσεις και οι αντιδράσεις του προβλήματος;

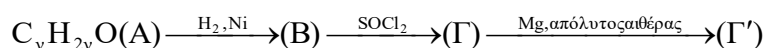
iv) Ένωση Α είναι κορεσμένη μονοσθενής αλκοόλη και δίνει το παρακάτω διάγραμμα:

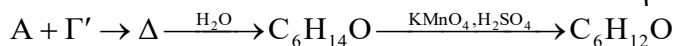


Ποιές οι ενώσεις και οι αντιδράσεις του προβλήματος δεδομένου ότι

- η Ε δίνει αλοφορμική και
- η Θ αποχρωματίζει διάλυμα $KMnO_4$ και H_2SO_4 .

v) Να γραφούν οι αντιδράσεις και να ταυτοποιηθούν οι ενώσεις





vi) Ένωση A έχει τύπο $C_5H_{12}O$ και

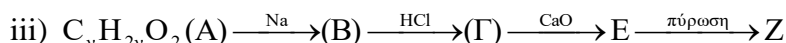
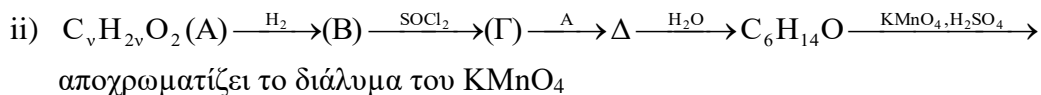
- δίνει την αλοφορμική αντίδραση
- με π. H_2SO_4 στους $160^\circ C$ δίνει ακόρεστη ένωση B
- η B με οξυνισμένο διάλυμα- ίζημα δίνει ένωση Γ ισομερή της A, η οποία δεν αποχρωματίζει οξυνισμένο διάλυμα $KMnO_4$.

7. Να ταυτοποιηθούν οι παρακάτω ενώσεις

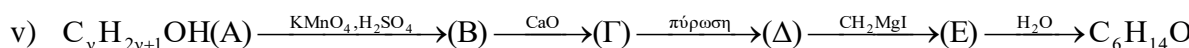
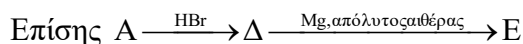
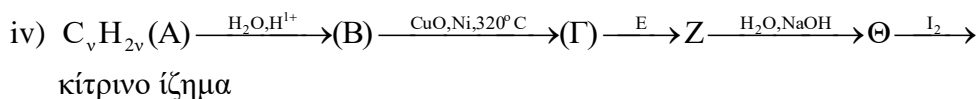
i) A και B διαδοχικά μέλη των λιπαρών οξέων και ακολουθούν τα παρακάτω:



Η E δίνει χαρακτηριστικό ίζημα με $I_2/NaOH$.

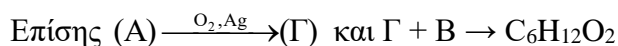
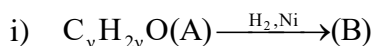


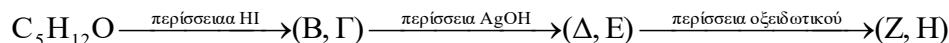
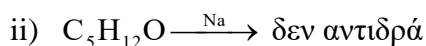
Η Z δίνει την αλοφορμική αντίδραση.



Η B έχει μεγαλύτερο βάρος από το βάρος της A που οξειδώθηκε.

8. Να ταυτοποιηθούν οι παρακάτω ενώσεις

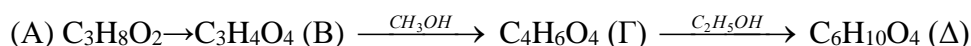




Τα Z, H δίνουν ξεχωριστά αντιδράσεις με

- $NaHCO_3$
- I_2 και περίσσεια $NaOH$

9. Να ταυτοποιηθούν οι ενώσεις του προβλήματος και να γραφούν οι αντιδράσεις:



10. Ενώση Α έχει τύπο $C_6H_{12}O$, και δεν αντιδρά με Na_2CO_3 . Όταν κατεργάζεται η Α με $[H]$ δίνει προϊόντα Β και Γ που το μεν Β δεν αποχρωματίζει διάλυμα $KMnO_4$ (με H_2SO_4) ενώ το Γ δίνει χαρακτηριστική αντίδραση με διάλυμα $I_2/NaOH$. Ποιές οι ενώσεις και οι αντιδράσεις του προβλήματος;

11. Ενώση Α έχει τύπο $C_7H_{14}O_2$ και δεν δίνει όξινη αντίδραση. Όταν κατεργάζεται με $[H]$ δίνει δύο ενώσεις Β και Γ με τύπους αντίστοιχα C_3H_8O και $C_4H_{10}O$. Από αυτές η Γ με Cu στους $320^\circ C$ δίνει ένωση Δ που στη συνέχεια δεν αντιδρά με αμμωνιακό διάλυμα $AgNO_3$. Να γράψετε τις ενώσεις και τις αντιδράσεις του προβλήματος.

12. Να ταυτοποιηθούν οι ενώσεις με Μ.Τ. C_2H_x .

Διακρίσεις

1. Με ποιές αντιδράσεις θα διακρίνουμε:

- πεντάνιο από πεντέν(2)ιο
- πεντέν(1)ιο από βουτίν(1)ιο
- πεντίνιο-1 από πεντίνιο-2
- προπάνιο από προπένιο και προπίνιο
- μεθανόλη από αιθανόλη
- αιθανόλη από βουτανόλη-2
- πεντανόλη-1 από πεντανάλη-2
- προπίνιο από προπαδιένιο
- βουταδιέν(1,2)ιο από βουταδιέν(1,3)ιο
- βουττανόλη-2 από 2-μεθυλοπροπανόλη-2
- βουτανάλη από βουτανόνη
- εξάνιο από διαιθυλαιθέρα

- xiii) μυρμηκικό οξύ από οξικό οξύ
- xiv) κορεσμένο μονοκαρβονικό οξύ από εστέρα
- xv) νιτροπαραφίνη από νιτρώδη εστέρα
- xvi) μηλεϊνικό από φουμαρικό οξύ
- xvii) πεντανόνη-2 από εξανόνη-3
- xviii) οξαλικό από ηλεκτρικό οξύ
- xix) πρωτοταγή από δευτεροταγή και τριτοταγή αλκοόλη
- xx) πεντανόλη-2 από πεντανάλη, πεντανόνη-2 και πεντανόνη-3

2. Τέσσερα δοχεία Α, Β, Γ, Δ περιέχουν HCOOH , CH_3COOH , CH_3CHO και $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$. Να βρεθεί σε ποιο δοχείο περιέχεται κάθε σώμα από τα παρακάτω:

- i) Με επίδραση Na εκλύεται H_2 από τα Α,Β,Γ.
- ii) Τα Α, Γ αλλάζουν το χρώμα δείκτη
- iii) Τα Γ,Δ δίνουν κάτοπτρο Ag με αμμωνιακό διάλυμα AgNO_3 .

3. Να διακριθούν με χαρακτηριστικές αντιδράσεις η φορμαλδεΰδη, η ακεταλδεΰδη και η ακετόνη.

4. Να διακριθούν οι παρακάτω ενώσεις, μέσω χημικών διεργασιών:

- i) προπάνιο - προπένιο - προπίνιο
- ii) βουτάνιο - βουτένιο 1 - βουτένιο 2 - βουτίνιο 1
- iii) ισοβουτανόλη - τριτοταγής βουτανόλη

5. Να διακριθούν μέσω χημικών ιδιοτήτων οι παρακάτω ενώσεις

- i) πεντίνιο 1, πεντίνιο 2, προπανόλη 1, προπανόλη 2, πεντάνιο 1-χλωρο-βουτάνιο, 2-χλωρο-βουτάνιο, βουτανόλη 1, βουτανόλη 2 διαιθυλαιθέρας, αιθανόλη, προπανόλη 1, προπανόλη 2
- ii) οξικό οξύ, πεντάνιο, πεντένιο 1, πεντένιο 2
- iii) πρωτοταγής βουτανόλη, δευτεροταγής βουτανόλη, τριτοταγής βουτανόλη

6. Προτείνετε τρόπο διαχωρισμού των παρακάτω μιγμάτων:

- i) μίγμα προπένιου και προπίνιου
- ii) μίγμα διαιθυλαιθέρα και αιθανόλης
- iii) μίγμα οξικού οξέος και αιθανόλης

7. Να διακριθούν οι παρακάτω ενώσεις

- i) προπανάλη, προπανόνη
- ii) ακεταλδεΐδη, προπανόνη, πεντανόνη 3, προπανάλη
- iii) αιθανόλη, αιθανάλη, προπανόλη 2, προπανόλη 1

8. Να διακριθούν οι ενώσεις:

- i) οξαλικό οξύ, μηλονικό οξύ, οξικό οξύ και οξικός αιθυλεστέρας.
- ii) μίγμα οξικού και προπανικού οξέος από μίγμα προπανικού και βουτανικού οξέος.
- iii) αιθανόλη, προπανόλη 1, οξικό οξύ, μεθανικό οξύ.

9. Να προτείνετε τρόπους διάκρισης μεταξύ των παρακάτω οργανικών ενώσεων:

- i) CH_3CHO , $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, CH_3COCH_3
- ii) HCOOH , CH_3COOH
- iii) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$, CH_3CHO

10. Σε 4 δοχεία βρίσκονται: προπανικό οξύ - οξικό οξύ - οξικός αιθυλεστέρας και προπανικός προπυλεστέρας. Προτείνετε τρόπο διάκρισης με χημικές ιδιότητες.

11. Σε 2 δοχεία βρίσκονται προπανικός προπυλεστέρας και προπανικός ισοπροπυλεστέρας. Προτείνετε τρόπο διάκρισης στηριζόμενοι σε χημικές ιδιότητες.

12. Σε δύο δοχεία βρίσκονται μυρμηκικός ισοπροπυλεστέρας και οξικός προπυλεστέρας. Προτείνετε τρόπο διάκρισης στηριζόμενοι σε χημικές ιδιότητες.

13. Σε δύο δοχεία βρίσκονται μυρμηκικός αιθυλεστέρας και οξικός αιθυλεστέρας. Προτείνετε τρόπο διάκρισης στηριζόμενοι σε χημικές ιδιότητες.

Παρασκευές

1. Να παρασκευαστούν από ανόργανες πρώτες ύλες:

- i) Μεθάνιο, αιθάνιο, προπάνιο, βουτάνιο, 2,3-διμεθυλοβουτάνιο, 3,4-διμεθυλοεξάνιο
- ii) Αιθυλένιο, προπένιο, βουτένιο-1, βουτέν(2)ιο.
- iii) Ακετυλένιο, προπίνιο, βουτίνιο-1, βουτίν(2)ιο.
- iv) Βουταδιέν(1,3)ιο, βουταδιέν(1,2)ιο, χλωροπρένιο.
- v) Μεθυλοχλωρίδιο, αιθυλοχλωρίδιο, προπυλοχλωρίδιο, ισοπροπυλοχλωρίδιο, βουτυλοχλωρίδιο, ισοβουτυλοχλωρίδιο.
- vi) Μεθανόλη, αιθανόλη, προπανόλη-1, προπανόλη-2, βουτανόλη-1, βουτανόλη-2, μεθυλοπροπανόλη-1, μεθυλοπροπανόλη-2, 2-μεθυλοβουτανόλη-2, 2,3-διμεθυλοβουτανόλη- 2
- vii) Διμεθυλαιθέρας, μεθυλαιθυλαιθέρας, διαιθυλαιθέρας, μεθυλοπροπυλαιθέρας, μεθυλοϊσοπροπυλαιθέρας, διϊσοπροπυλαιθέρας.
- viii) Φορμαλδεΰδη, ακεταλδεΰδη, προπανάλη, βουτανάλη, πεντανάλη.
- ix) Ακετόνη, βουτανόνη, πεντανόνη- 2 , πεντανόνη- 3.
- x) Μυρμηκικό οξύ, οξικό οξύ, προπανικό οξύ, 2-μεθυλοβουτανικό οξύ.
- xi) Ακρυλικό οξύ, μεθακρυλικό οξύ
- xii) Οξαλικό οξύ, μηλονικό οξύ, ηλεκτρικό οξύ, γλουταρικό οξύ, αδιπικό οξύ
- xiii) Βουτανοδικό οξύ, τρυγικό οξύ, γαλακτικό οξύ, υδροξυοξικό οξύ
- xiv) Γλυκίνη, α-αλανίνη, β-αλανίνη
- xv) Μεθανικός μεθυλεστέρας, οξικός αιθυλεστέρας, οξικός ισοπροπυλεστέρας, προπανικός ισοπροπυλεστέρας
- xvi) υδροκυάνιο, ουρία.
- xvii) Όξινος θειικός αιθυλεστέρας, θειικός αιθυλεστέρας, νιτρώδης αιθυλεστέρας
- xviii) Φορμυλοχλωρίδιο, ακετυλοχλωρίδιο, οξικός ανυδρίτης
- xix) Χλωροφόρμιο, ιωδοφόρμιο, τετραχλωράνθρακας, φωσγένιο
- xx) Οξικό νάτριο, προπανικό ασβέστιο, οξαλικό ασβέστιο

2. Να παρασκευαστούν οι ενώσεις της αριστερής στήλης από τις αντίστοιχες ενώσεις της δεξιάς:

i)	Προπανόλη-1 →	1,2- διχλωροπροπάνιο
ii)	Προπίνιο →	ακετόνη
iii)	Προπανόλη-1 →	Προπανόλη-2
iv)	Προπανικό οξύ →	Κανονικό βουτάνιο
v)	Αιθυλένιο →	ακετόνη

vi)	Προπανάλη-1 →	Κανονικό βουτάνιο
vii)	Ακετυλένιο →	Οξικός αιθυλεστέρας
viii)	Ακετυλένιο →	βουτανόνη
ix)	Βουτένιο-2 →	3,4- διμεθυλοεξάνιο
x)	Βουτανικό οξύ →	Κανονικό εξάνιο
xi)	Μεθακρυλικό οξύ →	2,3- διμεθυλοβουτάνιο
xii)	Ακετυλένιο →	Βουταδιέν(1,3)ιο
xiii)	Προπανικό οξύ →	αιθανόλη
xiv)	Οξικό οξύ →	Βουτανόλη- 1
xv)	1,4- διχλωροβουτάνιο →	Βουταδιέν(1,3)ιο
xvi)	Ακετόνη →	προπίνιο
xvii)	Οξικό οξύ →	Βουτανικό οξύ
xviii)	Μεθανόλη →	Αιθανόλη
xix)	Προπανάλη-1 →	Βουτανόλη-1 και Βουτανόλη-2
xx)	Ανθρακασβέστιο →	Χλωροπρένιο και βινυλοχλωρίδιο

3. Από οξύ με n άτομα άνθρακα να παρασκευαστούν παραφίνες με n και $n-1$ άτομα άνθρακα.
4. Από πρωτοταγή αλκοόλη με n άτομα άνθρακα να παρασκευαστούν
 - i) οξύ με n και $n+1$ άτομα άνθρακα
 - ii) αλκοόλη με $n+1$ και $n+2$ άτομα άνθρακα
 - iii) αλκοόλη με $n-1$ άτομα άνθρακα.
5. Να παρασκευαστεί προπανοτριόλη-1,2,3 (γλυκερίνη) με πρώτη υλη προπένιο.
6. Με ανόργανα βοηθητικά αντιδραστήρια να παρασκευαστούν: βουτάνιο, προπάνια, αιθάνια, μεθάνιο, βουτίνιο 2, κυκλοεξένιο, βουτίνιο 1, 4-χλωροβουτανόλη-1, (2,3)-διχλωρο-βουτάνιο, (2,2)-διχλωρο βουτάνιο, (1,4)-διχλωρο βουτάνιο, 3-μεθυλο-πεντίνιο-1.
7. Από οξικό οξύ παρασκευάστε μεθάνιο και αιθάνιο.

8. Από ισοπροπυλική αλκοόλη να παρασκευαστούν: προπάνιο, προπίνιο, 4-μεθυλοπεντίνιο-2, (2,3)-διμεθυλο-βουτάνιο, (1,2,3)-τριχλωρο-προπάνιο, (2,2)-διχλωροπροπάνιο, κανονικό εξάνιο.
9. Από (2,2)-διμέθυλο-(3)-χλωρο βουτάνιο να παρασκευαστεί ισοβουτάνιο.
10. Από $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$ να παρασκευαστούν: προπανικό οξύ, 3-μεθυλοπεντανόλη 3, προπανικός αιθυλεστέρας, βουτανοδιόλη- 2,3, βουτανοδικό οξύ.
11. Από 1-χλωρο-προπάνιο να παρασκευαστούν: βουτανικό οξύ, 2-μεθυλοπεντανόλη 3, 2-μεθυλο-πεντανόλη 2, προπίνιο, ισοπροπυλ-προπυλαιθέρας.
12. Από προπανόλη 1 να παρασκευαστούν: βουτάνιο, βουτανόλη 1, προπανόνη.
13. Από CaC_2 και ανόργανα αντιδραστήρια να παρασκευαστούν: ακεταλδεΐδη, βρωμάλη, Ιωδοφόρμιο, βουτίνιο 2.
14. Με ανόργανα βοηθητικά αντιδραστήρια, μέσω αντιδραστηρίων Grignard να παρασκευαστούν: 2-μεθυλο-βουτανόλη 2, βουτανόλη 2, προπανικό οξύ, 3-μεθυλοπεντανόλη 3, 2-μεθυλο βουτανικό οξύ.
15. Με πρώτη ύλη προπένιο και ανόργανα βοηθητικά αντιδραστήρια να παρασκευαστεί ένωση με τύπο $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}$ που
 - i) δεν αντιδρά με Na
 - ii) με περίσσεια HI δίνει δύο ισομερείς ενώσεις.
16. Με πρώτη ύλη προπανόνη να παρασκευαστούν:
 - i) χλωροφόρμιο
 - ii) (1,1,1) τριχλωρο προπανόνη
 - iii) (2,2) διχλωρο προπάνιο
 - iv) (1,2,2) τριχλωρο προπάνιο
 - v) μεθάνιο

- vi) αιθάνιο
- vii) βουτάνιο

17. Με ανόργανες ύλες να παρασκευαστούν:

- i) 2-μεθυλο-2-χλωρο-βουτάνιο
- ii) 1-βρωμο-(2,3)-διχλωρο
- iii) βουτάνιο
- iv) 1-χλωρο(2,3)-διβρωμοβουτάνιο
- v) (1,2,3)-τριχλωρο-βουτάνιο
- vi) (1,2,4)-τριχλωροβουτάνιο
- vii) 2-μεθυλο-2-χλωροπεντάνιο.

18. Με ανόργανα βοηθητικά αντιδραστήρια να παρασκευαστούν:

- i) ακεταλδεΐδη, οξόνη, βουτανόνη, πεντανόνη-3, μεθυλο-βουτανόνη, προπάνιο, προπανικό οξύ, προπανάλη, προπανόλη 1.
- ii) 2-υδροξύ-προπανικό οξύ και 2-μεθυλο-2-υδροξύ βουτανικό οξύ.

14. Με ανόργανες ύλες να παρασκευαστούν:

μυρμηγκικό οξύ, οξικό οξύ, προποπανικό οξύ, βουτανικό οξύ, μηλονικό οξύ, ηλεκτρικό οξύ, γαλακτικό οξύ, μεθακρυλικό οξύ, ακεταμίδιο, οξικός αιθυλεστέρας, α-χλωρο προπανικό οξύ, α-αμινο-βουτανικό οξύ, οξικός ανυδρίτης, ακετυλοχλωρίδιο.

19. Με μοναδική οργανική ύλη να παρασκευαστούν:

- i) από 1-χλωρο-βουτάνιο προπάνιο
- ii) από 2-χλωρο-βουτάνιο κανονικό εξάνιο 2,2-διχλωρο-προπάνιο, προπανικό οξύ και αιθάνιο
- iii) από 1-χλωρο-βουτάνιο βουτίνιο 1 και βουτανόνη
- iv) από (2,2)-διμεθυλο-3-χλωρο-βουτάνιο ισοβουτάνιο

20. Με πρώτη ύλη προπανόλη 1 να παρασκευαστούν:

- i) προπανικός προπυλεστέρας
- ii) προπανικός ισοπροπυλεστέρας
- iii) αιθανικός προπυλεστέρας

21. Με πρώτη ύλη CaC_2 και βοηθητικά ανόργανα αντιδραστήρια να παρασκευαστούν:

- i) προπανικός αιθυλεστέρας
- ii) αιθανικός προπυλεστέρας
- iii) οξικός ισοβουτυλεστέρας

22. Με πρώτη ύλη προπανικό αιθυλεστέρα να παρασκευάσετε βουτανόνη.

23. Με πρώτη ύλη προπανικό ισοπροπυλεστέρα να παρασκευαστούν: ,

- i) προπανόλη 1
- ii) ακεταμίδιο
- iii) προπαναμίδιο
- iv) προπανικός προπυλεστέρας
- v) προπανικός ανυδρίτης
- vi) βουτάνιο

24. Με πρώτη ύλη CaC_2 να παρασκευάσετε:

- i) οξικό αιθυλεστέρα
- ii) θεικό διαιθυλεστέρα
- iii) όξινο θεικό προπυλεστέρα
- iv) νιτρώδη αιθυλεστέρα
- v) νιτρικό αιθυλεστέρα

25. Να γραφούν οι συντακτικοί τύποι των παρακάτω ενώσεων:

- i) όξινος οξαλικός αιθυλεστέρας
- ii) οξαλικός μεθυλ-αιθυλ-εστέρας
- iii) οξικός ανυδρίτης
- iv) βουτανιδιόνη
- v) ηλεκτρικός ανυδρίτης

Ασκήσεις Α΄ Ομάδας

1. Οργανική ένωση αποτελείται από C, H και S. Ορισμένη ποσότητα της ένωσης καίγεται με CuO, οπότε παράγονται CO₂, H₂O και SO₂. Το μίγμα των προϊόντων περιέχει 40 % κ.ό. CO₂ και 50 % κ.ό. H₂O. Εξάλλου 0,18 g της ένωσης με κατάλληλη κατεργασία δίνουν 0,466 g BaSO₄. Αν οι ατμοί της ένωσης έχουν σχετική πυκνότητα ως προς τον αέρα ίση με 3,125, να βρεθεί ο μοριακός τύπος της ένωσης. Σύσταση αέρα 80% κ.ό. N₂- 20% κ.ό. O₂.
2. 6,8 g οργανικής ένωσης ελευθερώνουν με τη μέθοδο Dumas 1025 ml N₂ στους 27 °C και πίεση 1,2 atm. Η μάζα του C που περιέχεται στο μόριο της ένωσης είναι τριπλάσια από τη μάζα του N που περιέχει το μόριο της ένωσης. Ορισμένη ποσότητα ένωσης περιέχει 4.10²² άτομα H και 5.10²¹ άτομα O. Όταν διαλυθούν εξάλλου 34 g της ένωσης σε 500 g C₆H₆ παρατηρείται ανύψωση του σημείου ζέσεως του C₆H₆ κατά 1,25 °C. Αν η ένωση σχηματίζει μοριακό διάλυμα και δεν είναι πτητική, να βρεθεί ο μοριακός τύπος της. Για το C₆H₆ k_b = 2,5 °C.m⁻¹.
3. Η ασπιρίνη είναι μία οργανική ένωση που περιέχει C, H και O και εμφανίζει ιδιότητες μονοκαρβονικού οξέος. Η ένωση περιέχει 60 % C, ενώ η αναλογία ατόμων H και O είναι 2: 1 αντίστοιχα. Ακόμη 1,8 9 ασπιρίνης απαιτούν για πλήρη εξουδετέρωση 50 ml διαλύματος NaOH 0,2 N. Να βρεθεί ο μοριακός τύπος της ασπιρίνης.
4. 0,6 g οργανικής ένωσης θερμαίνονται με περίσσεια CuO. Τα αέρια προϊόντα που σχηματίζονται διαβιβάζονται αρχικά σε διάλυμα H₂SO₄ και στη συνέχεια σε διάλυμα KOH των οποίων αυξάνουν τα βάρη κατά 0,36 g και 0,88 g αντίστοιχα. Αν η ένωση αυτή παρουσιάζει ιδιότητες μονοκαρβονικού οξέος και το άλας της με άργυρο περιέχει 54,8% κ.β. άργυρο να προσδιοριστούν

- i) Ο μοριακός τύπος της ένωσης.
- ii) Τα συντακτικά ισομερή της.
5. 1,957 g κορεσμένου αμινο-καρβονικού οξέος Α σχηματίζουν με τη μέθοδο Dumas 246 ml N₂, τα οποία συλλέχθηκαν πάνω από διάλυμα ΚΟΗ στους 27 °C και βαρομετρική πίεση 746 Torr. Αν η τάση ατμών του διαλύματος είναι 23 Torr να βρεθεί ο Σ.Τ. του Α.
6. Για το αλκένιο Α διαπιστώθηκε ότι όλα τα άτομα C βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο, ενώ εμφανίζει και γεωμετρική ισομέρεια. Με επίδραση Cl₂, στους 600°C το αλκένιο Α σχηματίζει το οργανικό προϊόν Β το οποίο με καταλυτική υδρογόνωση μετατρέπεται στο αλκυλαλογονίδιο Γ. Αλκίνιο Δ αντιδρά με Na και μετατρέπεται στο αντίστοιχο μονοατριοκαρβίδιο το οποίο αντιδρώντας με την ένωση Γ δίνει το οργανικό προ-ίον Ε. Η ένωση Ε αντιδρά με υδατικό διάλυμα που περιέχει H₂SO₄ HgSO₄ και δίνει ένα μόνο οργανικό προϊόν Ζ. Να προσδιοριστούν οι συντακτικοί τύποι των ενώσεων Α, Β, Γ, Δ, Ε και Ζ.
7. Ένα διάλυμα περιέχει τα άλας με Na ενός κορεσμένου μονοκαρβονικού οξέος Α. Το διάλυμα ηλεκτρολύεται μέχρι να σταματήσει ο σχηματισμός υδρογονάνθρακα Β στην άνοδο. Το διάλυμα που μένει μετά το τέλος της ηλεκτρόλυσης ζυγίζει 6 g λιγότερο απ' το αρχικό διάλυμα και απαιτεί για πλήρη εξουδετέρωση 125 ml διαλύματος HCl 0,8 N. Να βρεθούν οι συντακτικοί τύποι των Α και Β.
8. Διάλυμα έχει pH = 9 και περιέχει το άλας με νάτριο κορεσμένου μονοκαρβονικού οξέος Α. 500 ml από το διάλυμα αυτό ηλεκτρολύονται μέχρι να σταματήσει ο σχηματισμός υδρογονάνθρακα στην άνοδο. Αν τελικά ελευθερώθηκαν στην άνοδο 2,95 g αερίου:
- i) Να υπολογιστεί ο μοριακός τύπος του οξέος Α.
- ii) Ποιός όγκος κανονικού διαλύματος HCl απαιτείται για την εξουδετέρωση του διαλύματος που μένει μετά την ηλεκτρόλυση;
- iii) Πώς μπορεί να διαχωριστεί το μίγμα των αερίων που σχηματίζεται στην άνοδο;

Δίνεται ότι $k_a(\text{HA}) = 10^{-5}$, $k_w = 10^{-14}$.

9. Κορεσμένη μονοσθενής αλκοόλη Α θερμαίνεται παρουσία Al₂O₃ και δίνει το αλκένιο Β, οπότε παρουσιάζει ελάττωση βάρους κατά 4,5 g. Η ένωση Β

αναμιγνύεται με 0,4 g H_2 και θερμαίνεται παρουσία Ni. Το αέριο που προκύπτει διοχετεύεται σε διάλυμα H_2SO_4 προκαλώντας αύξηση βάρους του διαλύματος κατά 2,1 g. Να βρεθούν οι συντακτικοί τύποι των Α και Β.

10. 84 kg αιθυλενίου πολυμερίζονται σε κατάλληλες συνθήκες και δίνουν 63 kg πολυμερούς. Ένα διάλυμα από το πολυμερές αυτό περιεκτικότητας 0,7 % κ.ό. παρουσιάζει ωσμωτική πίεση 0,0041 atm στους 27 °C.

- i) Ποιά είναι η απόδοση της αντίδρασης πολυμερισμού;
- ii) Να βρεθεί το μοριακό βάρος του πολυμερούς και να γραφεί η εξίσωση της αντίδρασης πολυμερισμού.

11. Αέριο μίγμα ολεφίνης Α και παραφίνης Β έχει βάρος 10,6 g. Το μίγμα διοχετεύεται σε 300 ml διαλύματος Br_2 8 % κ.ό., οπότε σχηματίζεται το ελαιώδες υγρό Γ. Έτσι δεσμεύεται το ένα συστατικό του μίγματος και μένει το άλλο συστατικό το οποίο έχει όγκο 1,12 l σε Κ.Σ. Το υγρό Γ θερμαίνεται με αλκοολικό διάλυμα KOH και δίνει ένωση Δ η οποία αντιδρά με υδατικό διάλυμα $HgSO_4-H_2SO_4$ οπότε σχηματίζονται 10,8 g ένωσης Ε. Να βρεθούν οι συντακτικοί τύποι των ενώσεων Α, Β, Γ, Δ και Ε.

12. Αέριο μίγμα C_2H_2 και H_2 έχει σχετική πυκνότητα ως προς υδρογόνο ίση με 5,8. Το μίγμα διοχετεύεται σε θερμαινόμενο Ni. Να βρεθεί η % κ.ό. σύσταση του προϊόντος που προκύπτει.

13. 3,9 g αλκίνιου Α διοχετεύονται μαζί με H_2 σε σωλήνα με θερμαινόμενο Ni. Το αέριο που προκύπτει δεν αντιδρά με αμμωνιακό διάλυμα CuCl, ενώ μπορεί να αποχρωματίσει 200 ml διαλύματος Br_2 6 % κ.ό. Αν το αέριο αυτό περιέχει 50 % κ.ό. από τον ακόρεστο υδρογονάνθρακα Β, να βρεθούν οι συντακτικοί τύποι των ενώσεων Α, Β και η ποσότητα του H_2 .

14. Υδρογονάνθρακας Α αντιδρά με αμμωνιακό διάλυμα CuCl και δίνει κεραμέρυθρο ίζημα. 20 ml από τον Α αναμιγνύονται με 200 ml O_2 και το μίγμα καίγεται πλήρως. Τα προϊόντα της καύσης μετά την ψύξη έχουν όγκο 170 ml, ενώ όταν διαβιβαστούν σε διάλυμα KOH μένει αέριος όγκος 70 ml.

- i) Ποιοί είναι οι δυνατοί συντακτικοί τύποι του Α;
- ii) Όταν ο Α αντιδράσει με ισομοριακή ποσότητα H, δίνει την ένωση Β η οποία αντιδρά με μηλεϊνικό ανυδρίτη. Με πολυμερισμό της Β

προκύπτει ένα είδος καουτσούκ. Ποιός είναι τελικά ο συντακτικός τύπος του Α;

15. Ορισμένος όγκος αέριου υδρογονάνθρακα αντιδρά πλήρως με διπλάσιο όγκο H_2 (στις ίδιες συνθήκες μετρημένο). 4,05 g του υδρογονάνθρακα διοχετεύονται μέσα από σωλήνα με Na. Τα αέρια που βγαίνουν από τον σωλήνα, υποβάλλονται σε ανάλυση, οπότε διαπιστώνεται ότι αποτελούνται από 0,54 g αμετάβλητου υδρογονάνθρακα και 728 cm^3 ενός άλλου αερίου, μετρημένου σε Κ.Σ. Ποιός ο Σ.Τ. του υδρογονάνθρακα;
16. Ακόρεστος υδρογονάνθρακα βάρους 8,4 g διαβιβάζεται σε περίσσεια διαλύματος Br_2 σε τετραχλωράνθρακα και δίνει 40,4 g ενός βρωμοπαράγωγου. Αν ο υδρογονάνθρακας δίνει κατά την πλήρη καύση του, τριπλάσιο όγκο CO_2 από τον όγκο του, ποιός ο Μ.Τ. του;
17. Μίγμα HBr και βουταδιενίου βάρους 20,25 g διοχετεύεται σε CCl_4 . Το διάλυμα που προκύπτει μπορεί να δεσμεύσει 8 g Br_2 . Ποιά η % κ.β. σύσταση του αρχικού μίγματος και ποιές ενώσεις λαμβάνονται τελικά;
18. 18 g μιάς κορεσμένης μονοσθενούς αλκοόλης δίνουν με απόσπαση H_2O , και ποσότητα αλκένιου ικανή να δεσμεύσει 48 g Br_2 . Ποιός ο πιθανός Σ.Τ. του αλκένιου και ποιός της αλκοόλης;
19. Αέριο μίγμα C_2H_2 , C_2H_4 και H_2 όγκου 200 ml καίγεται με περίσσεια O_2 και παρέχει 160 ml CO_2 . Η ίδια ποσότητα μίγματος, όταν θερμαίνεται παρουσία Ni παρέχει ένα μόνο αέριο προϊόν. Ποιά η % κ.ό σύσταση του αρχικού μίγματος;
20. Καίγονται 20 ml αλκίνιου με περίσσεια αέρα. Μετά καύση και ψύξη παρατηρείται συστολή όγκου ίση με 50 cm^3 . Ποιός ο Μ.Τ. του αλκίνιου, ποιά τα πιθανά ισομερή του; Προτείνετε τρόπο διαχωρισμού των ισομερών από μίγμα τους.
21. Αν Α και Β είναι δύο διαδοχικά μέλη της σειράς των λιπαρών οξέων. Το Α, με ηλεκτρόλυση του μετά Na αλατός του και το Β με θέρμανση του μετά Na αλατός του με νατράσβεστο, δίνουν την ίδια ένωση Γ. Ποιές οι ενώσεις και οι αντιδράσεις του προβλήματος;
22. Ορισμένη ποσότητα RI ανάγεται πλήρως με HI και P και δίνει έναν υδρογονάνθρακα που καίγεται πλήρως και περιέχει 4,4 g CO_2 . Η ίδια ποσότητα

RI με περίσσεια Na δίνει έναν υδρογονάνθρακα που έχει βάρος κατά 6,35 g μικρότερο από το βάρος του ιωδίδιου. Ποιές οι ενώσεις του προβλήματος;

23. Μία ποσότητα CH_4 βάρους 5,2 g αντιδρά πλήρως με 80,7625 g χλωρίου. Τα προϊόντα της αντίδρασης είναι άνθρακας, τετραχλωράνθρακας και υδροχλώριο. Ποιά τα βάρη του άνθρακα και του τετραχλωράνθρακα; Ποιά η εξίσωση της αντίδρασης που πραγματοποιήθηκε;
24. Ορισμένες ποσότητες CH_3I και $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{I}$ διαλύονται σε απόλυτο αιθέρα. Με την επίδραση περίσσειας μεταλλικού Na οι ποσότητες των διαλυμένων αλκυλαλογονιδίων αντιδρούν πλήρως και δίνουν ένα αέριο μίγμα με την εξής σύσταση: 37,5 % βουτάνιο, 50 % αιθάνιο, το δε υπόλοιπο αποτελείται από έναν άλλο υδρογονάνθρακα. Πόσα g προϊόντων θα ληφθούν από επίδραση 159,75 g CH_3I σε 136,5 g $\text{C}_2\text{H}_5\text{I}$;
25. Σε ένα διάλυμα που περιεχει 4,5 g κορεσμένου μονοκαρβονικού οξέος προσθέτουμε ισοδύναμη ποσότητα KOH. Το διάλυμα που προκύπτει ηλεκτρολύεται μέχρι να σταματήσει η παραγωγή CO_2 στην άνοδο. Τελικά μένει ένα διάλυμα που απαιτεί για εξουδετέρωση 125 ml διαλύματος οξέος 0,6 N. Ποιά η ποσοτική σύσταση των αερίων της ανόδου;
26. Η ένωση A έχει τύπο C_4H_{10} και σχηματίζεται ή με αναγωγή με H_2 αλκυλοβρωμίδιου B, ή με επίδραση μεταλλικού Na σε αλκυλοβρωμίδιο Γ. Η B με αραιό αλκαλικό περιβάλλον δίνει ένωση Δ που αφυδατώνεται με π. H_2SO_4 στους 160 °C και δίνει ακόρεστη ένωση E. Η E με HBr δίνει ένωση Z, ισομερή της B. Ποιές οι ενώσεις και οι αντιδράσεις του προβλήματος;
27. Ένωση A έχει τύπο $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{X}$. Όταν κατεργάζεται με π. KOH δίνει ακόρεστη ένωση B. Αν η B αντιδράσει με HX δίνει ένωση Γ, ισομερή της A. Ποιό το προϊόν επίδρασης, Na στις A και Γ ξεχωριστά, αν είναι γνωστό ότι με επίδραση H_2O στη B παρουσία H_2SO_4 προκύπτει ένωση Δ που έχει σχετική πυκνότητα ως προς το H_2 και δεν αποχρωματίζει οξυνοσμένο διάλυμα KMnO_4 ;
28. Ορισμένη ποσότητα μιάς παραφίνης πυρολύεται πλήρως, οπότε παράγονται 67,2 g αιθυλενιο, 16,8 g προπυλενιο και 2,4 g H_2 . Αν τα σώματα αυτά αποτελούν τα μοναδικά προϊόντα της πυρόλυσης ποιός ο Μ.Τ. της παραφίνης;
29. Ποσότητα βουτανίου πυρολύεται κατάλληλα. Έτσι σχηματίζεται αιθάλη και αέριο μίγμα ίσων όγκων C_2H_4 και H_2 . Ποιά η χημική εξίσωση της πυρόλυσης;

30. Μίγμα C_2H_4 και H_2 έχει πυκνότητα $0,5357 \text{ g.l}^{-1}$ σε Κ.Σ. Το μίγμα αυτό διοχετεύεται σε θερμαινόμενο Ni και τα αέρια που προκύπτουν, διοχετεύονται σε διάλυμα H_2SO_4 . Έτσι μένει αέριο του οποίου η πυκνότητα βρίσκεται $0,7143 \text{ g.l}^{-1}$ σε Κ.Σ. Ποιά η ποιοτική και ποσοτική σύσταση των αερίων, πριν την διοχέτευσή τους στο διάλυμα του H_2SO_4 ;
31. Για την παρασκευή μιάς ολεφίνης κατεργάστηκαν $4,07 \text{ g}$ 1-χλωροβουτάνιου με αλκοολικό διάλυμα KOH. Έτσι σχηματίστηκαν $2,0944 \text{ g}$ ολεφίνης. Ποιά ήταν η απόδοση της παρασκευής; Σε $1,792 \text{ gr}$ από την ολεφίνη που παρασκευάστηκε προστέθηκε HCl οπότε σχηματίστηκαν $2,775 \text{ g}$ μίγματος δύο αλκυλοχλωριδίων. Η ανάλυση έδειξε ότι το μίγμα περιέχει $0,185 \text{ g}$ του 1-χλωροβουτάνιου. Ποιά η απόδοση της προσθήκης, για κάθε ένα από τα προϊόντα της προσθήκης;
32. Ένα μίγμα αποτελείται από ποσότητα ολεφίνης και $0,12 \text{ g}$ H_2 . Το μίγμα διοχετεύεται σε διάλυμα Br_2 το οποίο παρουσιάζει αύξηση βάρους $4,48 \text{ g}$ (το διάλυμα Br_2). Ποσότητα από το αρχικό μίγμα ίση με την αρχική θερμαίνεται παρουσία Ni και τα αέρια που προκύπτουν διοχετεύονται σε διάλυμα H_2SO_4 . Έτσι το διάλυμα παρουσιάζει αύξηση βάρους $1,12 \text{ g}$. Ποιός όγκος O_2 σε Κ.Σ. απαιτείται για την πλήρη καύση ποσότητας μίγματος ίση με την αρχική; Ποιός ο Μ.Τ. της ολεφίνης;
33. Μία ολεφίνη δεν εμφανίζει φαινόμενο γεωμετρικής ισομέρειας. Αν $2,45 \text{ g}$ της ολεφίνης αυτής αντιδρούν πλήρως με $2,835 \text{ g}$ HBr, ποιός μπορεί να είναι ο Σ.Τ. της ολεφίνης; Το βρωμίδιο που σχηματίστηκε με την προσθήκη HBr στην ολεφίνη κατεργάζεται με αλκοολικό διάλυμα KOH. Το κύριο προϊόν της αντίδρασης αυτής είναι μία ισομερής ολεφίνη, της αρχικής, που εμφανίζει φαινόμενο γεωμετρικής ισομέρειας. Ποιός ο πραγματικός Σ.Τ. της ολεφίνης;
34. Σε $2,53 \text{ g}$ μεταλλικού Na διοχετεύονται $1,68 \text{ l}$ C_2H_2 σε Κ.Σ. Έτσι οι ποσότητες του ακετυλένιου και του Na αντιδρούν πλήρως. Στο προϊόν επιδρά περίσσεια μεθυλοϊωδίδιου. Ποιά η ποσοτική και ποιοτική σύσταση των προϊόντων της αντίδρασης αυτής;
35. Ορισμένη ποσότητα C_2H_2 διοχετεύεται μαζί με $0,1 \text{ g}$ H_2 σε θερμαινόμενο Ni. Τα αέρια που προκύπτουν διοχετεύονται σε 120 ml διαλύματος Br_2 4% κ.ό. Μετά την διοχέτευση αυτή, το διάλυμα του Br_2 εξακολουθεί να έχει καστανέρυθρο χρώμα και για τον πλήρη αποχρωματισμό του καταναλώνονται 336 cm^3 C_2H_4 σε Κ.Σ. Ποιά η % κ.β και % κ.ό σύσταση των αερίων που σχηματίστηκαν όταν το αρχικό C_2H_2 διοχετεύθηκε μαζί με H_2 στο θερμαινόμενο Ni;

36. Αέριο μίγμα αποτελείται από $50 \text{ cm}^3 \text{ C}_2\text{H}_2$ και ορισμένη ποσότητα H_2 . Το μίγμα αυτό διοχετεύεται σε Ni οπότε προκύπτουν αέρια με σύσταση 40 % κ.ό σε C_2H_4 . Ποιός ο όγκος του H_2 στο αρχικό μίγμα; Όλοι οι όγκοι μετρούνται στις ίδιες συνθήκες.
37. Μίγμα C_2H_6 , C_2H_4 και C_2H_2 χωρίζεται σε τρία ίσα μέρη, των οποίων οι ποσότητες έχουν σχέση 1 :2 :3. Το πρώτο μέρος του μίγματος, με την μικρότερη ποσότητα, αποχρωματίζει $V \text{ ml}$ ενός διαλύματος Br_2 . Το δεύτερο μέρος, αφού διοχετευτεί αρχικά σε CuCl/NH_3 , αποχρωματίζει στη συνέχεια πάλι $V \text{ ml}$ από το ίδιο διάλυμα Br_2 . Το τρίτο μέρος του μίγματος, δηλαδή αυτό με την μεγαλύτερη ποσότητα απαιτεί για πλήρη υδρογόνωση $8,064 \text{ l H}_2$ σε Κ.Σ. Το προϊόν της υδρογόνωσης αυτής, απαιτεί για πλήρη καύση $28,224 \text{ l O}_2$ σε Κ.Σ. Ποιά η σύσταση σε mole του αρχικού μίγματος;
38. Ένα μίγμα ατμών πεντάνιου και ισοπρένιου έχει όγκο $5,6 \text{ l}$ σε Κ.Σ. Το μίγμα αντιδρά με μηλεϊνικό ανυδρίτη οπότε καταναλώνονται $0,1 \text{ mole}$ ανυδρίτη. Αλλά $2,8 \text{ l}$ του αρχικού μίγματος, σε Κ.Σ., διοχετεύονται σε πυρωμένο σωλήνα με CuO σε περίσσεια. Ποιά ελάττωση βάρους θα παρουσιάσει ο σωλήνας και το περιεχόμενό του;
39. Αέριο μίγμα που αποτελείται από 200 ml βουταδιένιου- 1,3 και ποσότητα H_2 διοχετεύεται σε Ni . Τα αέρια που προκύπτουν περιέχουν 40% κ.ό βουτένιο- 2. Ποιός ο όγκος του H_2 στο αρχικό μίγμα; Οι όγκοι στις ίδιες συνθήκες.
40. Οργανική ένωση Α περιέχει 35% άνθρακα, 6,6% υδρογόνο και 58,4% βρώμιο. Η σχετική πυκνότητα των ατμών της ένωσης ως προς υδρογόνο είναι 68,5. Η ένωση Α αντιδρά με υδατικό αιώρημα Ag_2O και δίνει την ένωση Β. Αλκυλαλογονίδιο Γ μετατρέπεται στο αντίστοιχο αντιδραστήριο Grignard το οποίο προστίθεται σε ακεταλδεΐδη. Με υδρόλυση του προϊόντος προκύπτει πάλι η ένωση Β. Να βρεθούν οι συντακτικοί τύποι των ενώσεων Α, Β, και Γ.
41. Κατά τη μετατροπή κορεσμένης μονοσθενούς αλκοόλης Α στο αντίστοιχο αλκυλοβρωμίδιο Β, παρατηρείται αύξηση του βάρους της κατά 105%. Το αλκυλοβρωμίδιο Β εξάλλου μετατρέπεται στην αντίστοιχη ένωση Grignard η οποία αντιδρά με ακεταλδεΐδη και το προϊόν που προκύπτει υδρολύεται. Η ένωση Γ που σχηματίζεται τελικά αφυδατώνεται, οπότε παράγεται ακόρεστη οργανική ένωση Δ η οποία δεν εμφανίζει γεωμετρική ισομέρεια. Να καθοριστούν οι συντακτικοί τύποι Α, Β, Γ και Δ.

42. Κορεσμένη μονοσθενής αλκοόλη Α θερμαίνεται παρουσία Cu στους 300 °C δίνει την ένωση Β. 15,7 g αλκυλοχλωριδίου Γ μετατρέπονται στην αντίστοιχη ένωση Grignard η οποία προστίθεται στην ένωση Β και το προϊόν υδρολύεται. Η ένωση Δ που προκύπτει απαιτεί για πλήρη οξείδωση 800 ml όξινου διαλύματος KMnO_4 0,5 N. Αν η ένωση Α δίνει την αλοφορμική αντίδραση, να βρεθούν οι συντακτικοί τύποι των ενώσεων Α, Β, Γ και Δ.
43. Σε ένα διάλυμα που περιέχει 12 g προπανόλης-1 προσθέτουμε 700 ml όξινου διαλύματος KMnO_4 1 N, οπότε οι ποσότητες και των δύο σωμάτων αντιδρούν πλήρως. Να βρεθεί η σύσταση του οργανικού προϊόντος που παράγεται. Τι ποσοστό της αλκοόλης οξειδώθηκε προς κάθε προϊόν;
44. 4 g κορεσμένης μονοσθενούς αλκοόλης καίγονται πλήρως σε σωλήνα που περιέχει CuO. Μετά την απομάκρυνση των καυσαερίων παρατηρείται μεταβολή του βάρους του σωλήνα κατά 12 g. Όξινο διάλυμα $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 1 N αντιδρά με ίση ποσότητα από την παραπάνω αλκοόλη. Η μεταβολή του χρώματος του διαλύματος $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ σταματάει όταν προσθέτουμε 100 ml διαλύματος. Ποιοί είναι οι δυνατοί συντακτικοί τύποι της αλκοόλης;
45. 3,7 g κορεσμένης οργανικής ένωσης καίγονται με CuO, οπότε σχηματίζονται 8,8 g CO_2 και 4,5 g H_2O . Εξάλλου 18,5 g της ένωσης διαλύονται σε 250 g H_2O , οπότε προκύπτει διάλυμα με Σ.Π. $-1,86\text{ }^\circ\text{C}$.

i) Να βρεθεί ο μοριακός τύπος της ένωσης.

ii) Να βρεθεί ο συντακτικός τύπος αν γνωρίζουμε ότι:

- αντιδρά με Na,
- 14,8 g της ένωσης μπορούν να αποχρωματίσουν 800 ml όξινου διαλύματος KMnO_4 0,5 N.

Δίνεται ότι για το H_2O $k_f = 1,86\text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{m}^{-1}$.

46. Ορισμένη ποσότητα αλκυλοβρωμιδίου Α αντιδρά πλήρως με υδατικό αιώρημα Ag_2O , οπότε σχηματίζονται 11,5 g οργανικής ένωσης Β. Διπλάσια ποσότητα από την ένωση Α διαλύεται σε αιθέρα και στο διάλυμα προστίθεται περίσσεια Mg. Το προϊόν που προκύπτει αντιδρά πλήρως με κορεσμένη μονοκαρβονυλική ένωση και το νέο προϊόν υδρολύεται δίνοντας 37 g οργανικής ένωσης Γ. Αν οι ενώσεις Β και Γ δίνουν την αλοφορμική αντίδραση, να βρεθούν οι συντακτικοί τύποι των ενώσεων Α, Β και Γ.

47. Ορισμένη ποσότητα αλκοόλης Α διαλύεται σε 200 g H₂O και προκύπτει διάλυμα με Σ.Π. -0,93 °C. Ίση ποσότητα της αλκοόλης Α αντιδρά με περίσσεια Na, οπότε εκλύονται 1,12 l αερίου σε Κ.Σ.

- i) Να βρεθεί ο αριθμός OH στο μόριο της αλκοόλης.
- ii) 15 g CH₃COOH αντιδρούν με περίσσεια της αλκοόλης Α, οπότε σχηματίζονται 23,2 g εστέρα με απόδοση 80%. Αν η αλκοόλη Α δεν οξειδώνεται, να βρεθεί ο συντακτικός τύπος της.

Δίνεται ότι για το H₂O $k_f = 1,86 \text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{m}^{-1}$.

48. 15 g κορεσμένης μονοσθενούς αλκοόλης Α αφυδατώνονται πλήρως, οπότε το 80 % μετατρέπεται σε αλκένιο Β και το υπόλοιπο σε αιθέρα Γ. Η ένωση Β αναμιγνύεται με 3,36 l H₂ (STP) και θερμαίνεται παρουσία Ni. Το αέριο που προκύπτει καίγεται πλήρως, οπότε παράγονται 26,4 g CO₂. Αν η ένωση Α δίνει την αλοφορμική αντίδραση, να βρεθούν:

- i) Οι συντακτικοί τύποι των ενώσεων Α, Β και Γ.
- ii) Η σύσταση του αερίου που καίγεται.

49. Μία ποσότητα προπυλοβρωμιδίου αντιδρά με υδατικό διάλυμα NaOH, οπότε προκύπτουν οι οργανικές ενώσεις Α και Β οι οποίες διαχωρίζονται κατάλληλα. Το $\frac{1}{5}$ της ποσότητας της ένωσης Α αντιδρά με μεταλλικό νάτριο, οπότε εκλύονται 672 ml αερίου σε Κ.Σ. Η ποσότητα της ένωσης Β που σχηματίστηκε διοχετεύεται σε περίσσεια διαλύματος βρωμίου, οπότε το βάρος του διαλύματος αυξάνεται κατά 8,4 g. Να βρεθεί το ποσοστό μετατροπής του προπυλοβρωμιδίου στις ενώσεις Α και Β και να γραφεί η εξίσωση της αντίδρασης που πραγματοποιείται.

50. Ορισμένη ποσότητα προπανόλης-1 θερμαίνεται με Al₂O₃ οπότε αφυδατώνεται πλήρως. Το οργανικό προϊόν που σχηματίζεται έχει βάρος κατά 18 % μικρότερο από το αρχικό βάρος της προπανόλης-1.

- i) Να βρεθεί η % κ.β. σύσταση του οργανικού προϊόντος.
- ii) Να γραφεί η εξίσωση της αντίδρασης αφυδάτωσης που πραγματοποιήθηκε.

51. 15,2 g κορεσμένης οργανικής ένωσης Α διαλύονται σε 400 g νερού και προκύπτει μοριακό διάλυμα με Σ.Π. $-0,93^{\circ}\text{C}$. Ίση ποσότητα από την ένωση Α αντιδρά με περίσσεια Na, οπότε ελευθερώνονται 4,48 l αερίου σε Κ.Σ. Διπλάσια ποσότητα εξάλλου από την Α, οξειδώνεται πλήρως και η οργανική ένωση που προκύπτει απαιτεί για πλήρη εξουδετέρωση 800 ml διαλύματος NaOH 1 N. Αν γνωρίζουμε ότι η ένωση Α δεν παρουσιάζει ιδιότητες οξέος να βρεθεί ο συντακτικός τύπος της.
52. 18 g κορεσμένης αλκοόλης Α διαλύονται σε 100 g H_2O , οπότε προκύπτει διάλυμα με σημείο πήξης $-3,72^{\circ}\text{C}$. 1,8 g εξάλλου από την ίδια αλκοόλη αντιδρούν με περίσσεια μεταλλικού νατρίου, οπότε εκλύονται 448 ml αερίου σε Κ.Σ .
- Αν η αλκοόλη Α έχει ευθύγραμμη ανθρακική αλυσίδα, να βρεθούν οι δυνατοί συντακτικοί τύποι της.
 - 4,5 g της ένωσης Α μπορούν να αποχρωματίσουν 800 ml όξινου διαλύματος KMnO_4 0,1 M. Ποιός είναι τελικά ο συντακτικός τύπος της Α;

Δίνεται ότι για το H_2O $k_f = 1,86^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^{-1}$.

53. Οι ατμοί κορεσμένης οργανικής ένωσης Α έχουν σχετική πυκνότητα ως προς το CH_4 ίση με 5,5. Τα προϊόντα που προκύπτουν από την καύση 1,32 g της Α διαβιβάζονται διαδοχικά σε διάλυμα H_2SO_4 και KOH και αυξάνουν το βάρος των δύο διαλυμάτων κατά 3,3 g και 1,62 g αντίστοιχα.
- Αν η ένωση Α δεν αντιδρά με Na, να βρεθούν οι δυνατοί συντακτικοί τύποι της.
 - Η ένωση Α αντιδρά με περίσσεια HI και το προϊόν της αντίδρασης κατεργάζεται με AgOH. Έτσι σχηματίζονται δύο ενώσεις από τις οποίες μόνο η μία οξειδώνεται. Να βρεθεί ο συντακτικός τύπος της Α.
54. Κορεσμένος μονοσθενής αιθέρας Α περιέχει 70,6 % κ.β. άνθρακα.
- Να βρεθεί ο μοριακός τύπος του αιθέρα.
 - 5,1 g του αιθέρα Α αντιδρούν με περίσσεια HI και δίνουν μία μόνο ένωση Β. Η ένωση Β αντιδρά ποσοτικά με Ag_2O και μετατρέπεται

στο σώμα Γ. Αν η ποσότητα που σχηματίστηκε από το Γ μπορεί να αποχρωματίσει 500 ml όξινου διαλύματος KMnO_4 0,4 N, να καθοριστεί ο συντακτικός τύπος του αιθέρα.

55. Ισομοριακό μίγμα δύο κορεσμένων μονοσθενών αλκοολών Α και Β θερμαίνεται παρουσία Al_2O_3 και δίνει μίγμα τριών αιθέρων. Με ποσοτική ανάλυση του μίγματος των αιθέρων διαπιστώθηκε ότι ο ένας αιθέρας περιέχει 60 % κ.β. άνθρακα και ζυγίζει 30 g. Αν υποθέσουμε ότι η πιθανότητα σχηματισμού των τριών αιθέρων είναι η ίδια, να βρεθεί η μάζα του μίγματος των αλκοολών Α και Β.
56. 3,7 g από τον αιθέρα $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ αντιδρούν με ισομοριακή ποσότητα HI. Το μίγμα των προϊόντων που σχηματίζεται αντιδρά με I_2 και NaOH, οπότε σχηματίζονται 15,76 g κίτρινου ιζήματος. Να γραφεί η εξίσωση της αντίδρασης του αιθέρα με το HI.
57. 11,5 g κορεσμένης μονοσθενούς αλκοόλης θερμαίνονται με H_2SO_4 οπότε αντιδρούν πλήρως και σχηματίζεται μίγμα των ενώσεων Α και Β οι οποίες διαχωρίζονται. Η ένωση Α ζυγίζει 7,4 g και δεν αντιδρά με νάτριο, ενώ η ποσότητα της ένωσης Β αποχρωματίζει 125 ml διαλύματος βρωμίου 6,4 % κ.ό. Να υπολογιστεί το ποσοστό μετατροπής της αλκοόλης στις ενώσεις Α, Β και να γραφεί η εξίσωση της συνολικής αντίδρασης που πραγματοποιήθηκε.
58. Μία ολεφίνη και μία κορεσμένη μονοσθενής αλκοόλη περιέχουν στο μόριό τους τον ίδιο αριθμό ατόμων άνθρακα. Σε ισομοριακό μίγμα της ολεφίνης και της αλκοόλης επιδρά HBr σε περίσσεια οπότε σχηματίζεται ένα μόνο αλκυλοβρωμίδιο. Αν οι αντιδράσεις θεωρηθούν ποσοτικές και το βάρος του αλκυλοβρωμιδίου είναι κατά 141,176 % μεγαλύτερο από το βάρος του αρχικού ισομοριακού μίγματος, να καθοριστούν οι τύποι όλων των οργανικών ενώσεων που αναφέρθηκαν.
59. Ένα μίγμα αποτελείται από βουτένιο-1 και βουτένιο- 2, περιέχει δε ίσα βάρη από αυτά. Στο μίγμα γίνεται προσθήκη HBr και παρασκευάζεται μίγμα 2 βρωμιδίων που περιέχει 96 % 2-βρωμο-βουτάνιο. Ποιό το ποσοστό από το βουτένιο 1 που μετατράπηκε σε 1-βρωμο-βουτάνιο;
60. Ισομοριακό μίγμα CH_3Cl και $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$ ζυγίζει 14,26 g και αντιδρά πλήρως με διάλυμα NaOH. Έτσι σχηματίζεται ένα νέο μίγμα που αποτελείται από δύο αλκοόλες και μία ολεφίνη με όγκο 336 cm^3 σε Κ.Σ. Ποιό το βάρος των δύο αλκοολών;

61. Ποσότητα ακετόνης περιέχει πρόσμιξη νερού σε ποσοστό 4 %. Σε 1,392 g από την ακετόνη αυτή επιδρούν 6,142 g μεθυλομαγνήσιο ιωδίδιου και ύστερα υδρολύεται το μίγμα που προκύπτει. Να υπολογιστούν τα βάρη όλων των οργανικών ενώσεων που σχηματίστηκαν με τη διαδικασία που αναφέρθηκε και οι οποίες δεν περιέχουν μαγνήσιο.
62. Με πλήρη οξείδωση 80 g μίγματος αιθανόλης και ακεταλδεΐδης παράγεται οξύ που εξουδετερώνεται από 1750 ml κανονικού διαλύματος βάσης. Πόσα g ιζήματος θα ληφθούν από την αντίδραση 40 g του αρχικού μίγματος σε I_2 και περίσσεια NaOH;
63. Ποσότητα RI αντιδρά με αιώρημα οξειδίου του αργύρου οπότε παράγονται 5,52 g οργανικής ένωσης Α. Ποσότητα του RI ίση με την αρχική διαλύεται σε άνυδρο αιθέρα και στο διάλυμα που προκύπτει, επιδρά Mg. Το προϊόν που σχηματίζεται αντιδρά με φορμαλδεΐδη και το νέο προϊόν υδρολύεται. Τελικά παράγονται 7,2 g οργανικής ένωσης Β. Αν όλες οι αντιδράσεις θεωρηθούν ποσοτικές να καθοριστούν οι τύποι των ενώσεων Α και Β.
64. Ορισμένη ποσότητα κορεσμένης μονοσθενούς αλκοόλης αντιδρά με HI. Έτσι σχηματίζονται 40 g αλκυλοϊωδίδιου, ενώ η απόδοση της αντίδρασης είναι 60 %. Ποσότητα της ίδιας αλκοόλης διπλάσια από την αρχική αντιδρά με HNO_3 . Έτσι σχηματίζονται 70 g εστέρα, ενώ η απόδοση της αντίδρασης είναι 85 %. Ποιός ο Σ.Τ. της αλκοόλης;
65. Μία ποσότητα ατμών ισοπροπυλικής αλκοόλης διοχετεύεται σε θερμαινόμενο Al_2O_3 , οπότε αφυδατώνεται πλήρως. Αν το οργανικό προϊόν της αφυδάτωσης έχει βάρος κατά 15 % μικρότερο από το βάρος της αρχικής ποσότητας της αλκοόλης, να καθοριστεί η ποιοτική και ποσοτική σύσταση του προϊόντος.
66. Ατμοί αιθανόλης διοχετεύονται σε θερμαινόμενο Al_2O_3 οπότε αφυδατώνονται πλήρως. Τα προϊόντα της αφυδάτωσης, μετά την απαλλαγή τους από τους υδρατμούς έχουν βάρος ίσο με το 74 % του βάρους της αρχικής ποσότητας της αλκοόλης. Να καθοριστεί η ποιοτική και ποσοτική σύσταση των προϊόντων της αφυδάτωσης μετά την απομάκρυνση των υδρατμών.
67. Αιθανόλη περιέχει πρόσμιξη νερού. Με επίδραση περίσσειας Na σε 2,39 g από την αλκοόλη αυτή ελευθερώνονται 0,616 l αερίου σε ΚΣ. Με ποιόν όγκο O_2 σε ΚΣ. πρέπει να γίνει ανάφλεξη ποσότητας 23,9 g αλκοόλης αν θέλουμε τα καυσαέρια πριν την ψύξη τους να περιέχουν 8 % κ.ό O_2 ;

68. Σε 357 g προπυλένιου γίνεται προσθήκη νερού. Έτσι προκύπτει μίγμα δύο αλκοολών, με απόδοση 80 %. Στο $\frac{1}{100}$ του μίγματος των αλκοολών επιδρά KMnO_4 0,5 N παρουσία H_2SO_4 . Έτσι καταναλώνονται 288 ml του παραπάνω διαλύματος. Ποιά η περιεκτικότητα του μίγματος των αλκοολών στα συστατικά του;
69. Σε 200 g νερό διαλύονται 9 g μιας αλκοόλης, οπότε προκύπτει διάλυμα με σημείο πήξης $-0,93^\circ\text{C}$. Με επίδραση μεταλλικού Na σε 1,8 g της ίδιας αλκοόλης ελευθερώνονται 448 cm^3 αερίου σε Κ.Σ. Όταν οξειδώνονται 3,6 g της ίδιας αλκοόλης, προκύπτει οξύ με σύγχρονη αύξηση βάρους της αλκοόλης κατά 1,12 g. Τέλος με επίδραση περίσσειας HI παρουσία ερυθρού φωσφόρου στην ίδια αλκοόλη σχηματίζεται κανονικό βουτάνιο. Ποιός ο Σ.Τ. της αλκοόλης; Δίνεται ότι για το H_2O $k_f = 1,86 \text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{m}^{-1}$.
70. Ένα μίγμα δύο ισομερών ενώσεων που αποτελούνται από C, H και O χωρίζεται σε τρία ίσα μέρη. Το πρώτο μέρος διοχετεύεται σε σωλήνα με πυρωμένο CuO . Έτσι παράγονται 3,96 g CO_2 και 2,16 g H_2O , ενώ ο σωλήνας παρουσιάζει ελάττωση βάρους κατά 4,32 g. Το δεύτερο μέρος αντιδρά με Na, οπότε ελευθερώνονται 336 cm^3 αερίου σε Κ.Σ. Το τρίτο μέρος αντιδρά με I_2 και διάλυμα NaOH οπότε προκύπτουν 8,668 g κίτρινου στερεού. Ποιά η ποιοτική και ποσοτική σύσταση του μίγματος του ισομερών ενώσεων;
71. Αέρια ολεφίνη έχει όγκο 1,904 l σε Κ.Σ. Η ολεφίνη αυτή με προσθήκη H_2O μετατρέπεται σε αλκοόλη που κατόπιν αντιδρά πλήρως με αλκυλοχλωρίδιο, οπότε παράγονται 7,48 g οργανικού προϊόντος. Ποιοί οι συντακτικοί τύποι των ενώσεων του προβλήματος;
72. Ένας κορεσμένος μονοαιθέρας αντιδρά με περίσσεια HI και δίνει δύο διαφορετικά αλκυλοϊωδιδία. Με την επίδραση αλκοολικού διαλύματος KOH στα αλκυλοϊωδιδία αυτά προκύπτει ένας μόνο υδρογονάνθρακας. Αν η αρχική ποσότητα του αιθέρα είναι 1,122 g και η τελική ένωση του προβλήματος είναι υδρογονάνθρακας και μπορεί να αποχρωματίσει 88 ml διαλύματος Br_2 4 % κ.ό, να καθοριστεί ο Σ.Τ. του αιθέρα.
73. Από την αντίδραση RBr με KOH προέκυψε μίγμα προϊόντων μεταξύ των οποίων 2,3 g ROH με $M_r = 46$, ένας ακόρεστος υδρογονάνθρακας και 11,9 g βρωμιούχου καλίου. Ποιές οι ενώσεις του προβλήματος, καθώς και το ποσοστό μετατροπής του βρωμίδιου σε αλκοόλη;

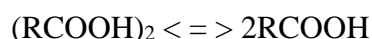
74. 8,4 g αλκενίου Α αντιδρούν με HBr και η ένωση που προκύπτει μετατρέπεται σε αντιδραστήριο Grignard. Με προσθήκη φορμαλδεΰδης στο αντιδραστήριο Grignard και υδρόλυση του προϊόντος σχηματίζονται 14,8 g ένωσης Β. Η ποσότητα της ένωσης Β αντιδρά πλήρως με 700 ml όξινου διαλύματος KMnO_4 1 N. Το μίγμα των προϊόντων που σχηματίζονται διαχωρίζεται με απόσταξη. Το ένα προϊόν αντιδρά με φελίγγειο υγρό και σχηματίζει ίζημα, ενώ το άλλο εξουδετερώνεται με περίσσεια διαλύματος NaOH. Το διάλυμα που προκύπτει εξατμίζεται πλήρως και το στερεό υπόλειμμα θερμαίνεται, οπότε εκλύεται αέριο Γ. Να βρεθούν η μάζα του ιζήματος που σχηματίστηκε και ο όγκος του αερίου Γ σε Κ.Σ.
75. Ισομοριακό μίγμα δύο κορεσμένων μονοκαρβονυλικών ενώσεων Α και Β απαιτεί για πλήρη καύση 36,4 l αέρα, μετρημένα σε Κ.Σ. Τα προϊόντα της καύσης, μετά την ψύξη τους, διαβιβάζονται σε περίσσεια διαλύματος KOH, οπότε αυξάνεται το βάρος του διαλύματος κατά 11 g. Εξάλλου ίση ποσότητα από το αρχικό μίγμα αντιδρά πλήρως με αλκαλικό διάλυμα ιωδίου και δίνει 39,4 g κίτρινου ιζήματος. Να βρεθούν οι συντακτικοί τύποι των ενώσεων Α και Β. Δίνεται η σύσταση του αέρα: 80 % κ.ό. N_2 - 20 % κ.ό. O_2 .
76. Ενα μίγμα που περιέχει ακεταλδεΰδη και μία κορεσμένη μονοκαρβονυλική ένωση Α με αναλογία μορίων 1:2 αντίστοιχα ζυγίζει 4,8 g. Το μίγμα αυτό χρειάζεται για πλήρη οξειδωση 150 ml διαλύματος KMnO_4 0,24 M παρουσία H_2SO_4
- Να βρεθεί ο συντακτικός τύπος της ένωσης Α.
 - Διπλάσια ποσότητα του αρχικού μίγματος αντιδρά πλήρως με φελίγγειο υγρό. Να υπολογιστεί η μάζα του ιζήματος που σχηματίζεται.
77. Ενα διάλυμα περιέχει 4,6% κ.ό. HCOOH και 12% κ.ό. CH_3COOH . Το διάλυμα εξουδετερώνεται πλήρως με $\text{Ca}(\text{OH})_2$ και το διάλυμα που προκύπτει εξατμίζεται πλήρως. Το στερεό υπόλειμμα με πύρωση δίνει τις οργανικές ενώσεις Α και Β. Το μίγμα των Α και Β απαιτεί για πλήρη υδρογόνωση 6,72 l H_2 σε Κ.Σ.
- Να βρεθεί ο όγκος του αρχικού διαλύματος.
 - Ποιός όγκος διαλύματος KMnO_4 0,5 N απαιτείται για την οξειδωση της ποσότητας του μίγματος των Α και Β;

78. Κορεσμένη μονοσθενής αλκοόλη Α αντιδρά με I_2 σε κατάλληλες συνθήκες και δίνει κίτρινο ίζημα. Ορισμένος όγκος της αλκοόλης Α αντιδρά πλήρως με όξινο διάλυμα $KMnO_4$ 0,9 N. Το οργανικό προϊόν της αντίδρασης χωρίζεται σε δύο ίσα μέρη. Το ένα μέρος αντιδρά με φελίγγειο υγρό και δίνει 7,15 g ιζήματος, ενώ το άλλο μέρος απαιτεί για πλήρη εξουδετέρωση 200 ml κανονικού διαλύματος NaOH. Να υπολογιστούν ο όγκος της αλκοόλης Α και του διαλύματος $KMnO_4$ που αντέδρασε. Για την αλκοόλη Α: $d = 0,8 \text{ g.ml}^{-1}$.
79. 1 l διαλύματος CH_3COOH , που έχει $pH = 2,5$ εξουδετερώνεται πλήρως με $Ca(OH)_2$. Το διάλυμα που προκύπτει εξατμίζεται πλήρως και το στερεό υπόλειμμα αναμιγνύεται με ισομοριακή ποσότητα ενός άλατος με ασβέστιο κορεσμένου μονοκαρβονικού οξέος Α. Το μίγμα με πύρωση σχηματίζει 22 g οργανικής ένωσης Β. Η ένωση Β αντιδρά πλήρως με αντιδραστήριο Grignard και το προϊόν υδρολύεται, οπότε σχηματίζονται 44 g οργανικής ένωσης Γ. Ποιες είναι οι ενώσεις και οι αντιδράσεις του προβλήματος;
80. Ισομοριακό μίγμα των αλάτων με Ca δύο κορεσμένων μονοκαρβονικών οξέων πυρώνεται, οπότε προκύπτει η ένωση Α. Η ένωση Α απαιτεί για πλήρη οξείδωση 2 l διαλύματος φελίγγειου υγρού περιεκτικότητας 15,95 g $CuSO_4$ ανά 1 διάλυμα. Η ένωση Β που προκύπτει απ' την αντίδραση εξουδετερώνεται με ισοδύναμη ποσότητα NaOH και το διάλυμα ηλεκτρολύεται, οπότε προκύπτει στην άνοδο ένωση Γ που έχει σχετική πυκνότητα ως προς τον αέρα ίση με 2.
- Να βρεθούν οι συντακτικοί τύποι των ενώσεων Α, Β, Γ και να υπολογιστεί ο όγκος της ένωσης Γ σε Κ.Σ.
 - Με μοναδική οργανική ένωση την Α να παρασκευαστούν μεθάνιο, 3-βρωμοπεντάνιο, μεθυλοϊσοπροπυλαιθέρας.
81. Όταν οξειδώνεται ένα μίγμα αιθανάλης και προπανάλης και μετατρέπεται πλήρως σε μίγμα των αντίστοιχων οξέων, παρατηρείται αύξηση βάρους του αρχικού μίγματος κατά 30%. Πόσα g κίτρινου ιζήματος θα ληφθούν από επίδραση I_2 και περίσσειας NaOH σε 50 g του αρχικού μίγματος;
82. Ατμοί μεθανόλης διοχετεύονται σε θερμαινόμενο σωλήνα που περιέχει χαλκό. Ένα δείγμα των αερίων που βγαίνει από τον σωλήνα διοχετεύεται σε ψυχρό διάλυμα $AgNO_3$ και αμμωνίας. Έτσι το διάλυμα παρουσιάζει αύξηση βάρους 2,584 g ενώ συγχρόνως σχηματίζονται 14,688 g αδιάλυτου σώματος. Ποιά η σύσταση, ποιοτική και ποσοτική, των αερίων που βγαίνουν από το σωλήνα με τον χαλκό, πριν την διοχέτευσή τους στο διάλυμα του $AgNO_3$;

83. Ορισμένη ποσότητα μίγματος φορμαλδεΐδης, ακεταλδεΐδης και ακετόνης, χωρίζεται σε τρία ίσα μέρη. Το πρώτο μέρος εξαερώνεται και οι ατμοί του διοχετεύονται σε πυρωμένο σωλήνα με περίσσεια CuO . Τα αέρια που βγαίνουν από τον σωλήνα διοχετεύονται σε διαυγές διάλυμα Ca(OH)_2 και σχηματίζουν 14 g ιζήματος. Στο δεύτερο μέρος επιδρά όξινο διάλυμα KMnO_4 0,2 N, οπότε ο αποχρωματισμός του διαλύματος σταματά όταν έχουν καταναλωθεί 400 ml από το διάλυμα. Το τρίτο μέρος κατεργάζεται με περίσσεια υγρού Felling οπότε σχηματίζονται 4,29 g ιζήματος. Ποιό το βάρος του αρχικού μίγματος;
84. Θερμαίνονται 5,952 g μετά ασβεστίου άλατος κορεσμένου μονοκαρβονικού οξέος και προκύπτει πτητικό προϊόν. Αυτό το προϊόν με περίσσεια H_2 διοχετεύεται σε θερμαινόμενο Ni . Έτσι σχηματίζονται 2,816 g οργανικής ένωσης. Ποιός ο Σ.Τ. του προϊόντος του προβλήματος;
85. Ένα μίγμα αποτελείται από όλα τα αλειφατικά κορεσμένα ισομερή με τύπο C_4H_8 . Ποσότητα από το παραπάνω μίγμα παρουσιάζει αύξηση βάρους ίση με 3 g όταν αντιδρά πλήρως με H_2 παρουσία Ni . Ποσότητα του ίδιου μίγματος, ίση με την αρχική θερμαίνεται με I_2 και KOH οπότε σχηματίζονται 118,2 g κίτρινου ιζήματος. Ποιός όγκος διαλύματος KMnO_4 1 N απαιτείται για πλήρη αντίδραση με 9 g του αρχικού μίγματος;
86. Ποσότητα ισοπροπυλικής αλκοόλης κατεργάζεται με όξινο διάλυμα $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Έτσι μέρος της αλκοόλης οξειδώνεται και το προϊόν απομονώνεται με απόσταξη, παρασύροντας μαζί του και το μέρος της αλκοόλης που δεν οξειδώθηκε. Όταν επιδρά I_2 και NaOH σε 5,82 g του αποστάγματος σχηματίζονται 39,4 g ιζήματος. Ποιό ποσοστό αλκοόλης οξειδώθηκε;
87. Ενώσεις Α και Β έχουν τύπο $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{O}$ και έχουν τα παρακάτω γνωρίσματα:
- διαφέρουν κατά ένα άτομο C
 - δεν αποχρωματίζουν διάλυμα Br_2
 - η Α δίνει ίζημα με AgNO_3 , NH_3 ενώ η Β όχι
 - δίνουν και οι δύο αλοφορμική αντίδραση.

Ορισμένη ποσότητα του Α και Β όταν οξειδώνεται από $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ με H_2SO_4 μετά την απομάκρυνση του νερού και των ανοργάνων αλάτων παρουσιάζει αύξηση βάρους κατά 1,12 g. Ίση ποσότητα του μίγματος με πλήρη υδρογόνωση μετατρέπονται στις αλκοόλες που στη συνέχεια μετατρέπονται στους οξικούς τους εστέρες, με αποτέλεσμα το βάρος του μίγματος να αυξηθεί κατά 4,2 g. Ποιές οι ενώσεις του προβλήματος καθώς και η ποσοτική σύσταση του μίγματος των Α και Β.

88. Κορεσμένη μονοσθενής αλκοόλη οξειδώνεται και παρέχει μίγμα καρβονυλικής ένωσης και οξέος. Με περαιτέρω οξείδωση του μίγματος πραγματοποιείται αύξηση βάρους του μίγματος κατά 15,385%. Ποιός ο Σ.Τ. της αλκοόλης;
89. Η ένωση C_3H_8O (Α) αντιδρά με όξινο διάλυμα $KMnO_4$ και δίνει την ένωση Β η οποία αντιδρά με Na_2CO_3 . Η ένωση Β αντιδρά με ισομοριακή ποσότητα Cl_2 παρουσία Ρ και το προϊόν της αντίδρασης κατεργάζεται με υδατικό διάλυμα $NaOH$ και στη συνέχεια οξινίζεται. Η ένωση Γ που προκύπτει, οξειδώνεται και δίνει την ένωση Δ. Να βρεθούν οι συντακτικοί τύποι των ενώσεων Α, Β, Γ και Δ.
90. Διάλυμα γλυκόζης υποβάλλεται σε γαλακτική ζύμωση σε κατάλληλες συνθήκες, οπότε σχηματίζεται το σώμα Α. Το σώμα Α θερμαίνεται με H_2SO_4 με αποτέλεσμα να σχηματίζονται οι οργανικές ενώσεις Β και Γ, οι οποίες διαχωρίζονται κατάλληλα. Το περισσότερο πτητικό σώμα Γ ανάγεται με H_2 καταλυτικά προς την ένωση Δ η οποία αντιδρά με το σώμα Α σχηματίζοντας το προϊόν Ε. Εξάλλου η ένωση Γ με επίδραση όξινου διαλύματος $KMnO_4$ μετατρέπεται στην ένωση Ζ η οποία αντιδρώντας με το σώμα Α σχηματίζει την οργανική ένωση Η. Να καθοριστούν οι συντακτικοί τύποι των ενώσεων Α, Β, Γ, Δ, Ε, Ζ και Η.
91. Τα μόρια των οργανικών οξέων εμφανίζονται διπλά και υπάρχει η παρακάτω ισορροπία:



Αν το πειραματικό M_r ενός οξέος είναι 100 και στις συνθήκες αυτές το 20 % των διπλών μορίων διασπάται, να βρεθεί ο συντακτικός τύπος του οξέος.

92. Όταν καίγονται πλήρως 3,34 g του άλατος με Ag ενός κορεσμένου μονοκαρβονικού οξέος Α μένουν 2,16 g στερεού υπολείμματος. Ποιός ο συντακτικός τύπος του Α; Ισομοριακό μίγμα που περιέχει το Α και κορεσμένο μονοκαρβονικό οξύ Β εξουδετερώνεται πλήρως με 100 ml διαλύματος $NaOH$ 1 N. Το διάλυμα εξατμίζεται και το στερεό υπόλειμμα θερμαίνεται με νατράσβεστο. Το αέριο που προκύπτει απαιτεί για πλήρη καύση 39,2 l αέρα (STP). Να βρεθεί ο συντακτικός τύπος του Β. (Σύσταση αέρα 20 % O_2).
93. Δίνεται ένα μίγμα που περιέχει $HCOOH$, CH_3COOH και CH_3CH_2OH . Ορισμένη ποσότητα μίγματος αντιδρά με Zn , οπότε εκλύονται 1120 ml αερίου, μετρημένα σε Κ.Σ. Ιση ποσότητα του μίγματος μπορεί να αποχρωματίσει 500 ml όξινου διαλύματος $KMnO_4$ 1 N. Τέλος διπλάσια ποσότητα του μίγματος με επίδραση

μεταλλικού νατρίου ελευθερώνει 4,48 l αερίου μετρημένα σε Κ.Σ. Να βρεθεί η σύσταση του μίγματος.

94. Ένα μίγμα HCOOH και ενός κορεσμένου μονοκαρβονικού οξέος Α απαιτεί για πλήρη εξουδετέρωση 300 ml διαλύματος NaOH 0,5 N. Το διάλυμα που προκύπτει εξατμίζεται και το στερεό υπόλειμμα θερμαίνεται με νατράσβεστο, οπότε εκλύεται αέριο μίγμα που έχει σχετική πυκνότητα προς H_2 ίση με 15. Ίση ποσότητα από το αρχικό μίγμα αποχρωματίζει 250 ml όξινου διαλύματος KMnO_4 0,4 N. Να βρεθεί ο συντακτικός τύπος του οξέος Α. 2,15 g μονοκαρβονικού οξέος ογκομετρούνται με διάλυμα NaOH 0,5 N. Μέχρι το τελικό σημείο της ογκομέτρησης καταναλώθηκαν 50 ml διαλύματος NaOH .

- i) Αν το οξύ εμφανίζει στερεοϊσομερή, να βρεθεί ο συντακτικός του τύπος.
- ii) Να παρασκευαστεί το οξύ αυτό με μοναδική οργανική ένωση το αιθυλένιο.

95. Ένα διάλυμα που αποτελείται από τα οξέα $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ και $\text{CH}_2=\text{CHCOOH}$ έχει $\text{pH} = 2,5$. Εξάλλου 50 ml του διαλύματος μπορούν να αποχρωματίσουν 72 ml διαλύματος Br_2 2 % κ.ό. Ποιός όγκος διαλύματος NaOH 0,4 N απαιτείται για να εξουδετερώσει 100 ml από το αρχικό διάλυμα των δύο οξέων; Για τα δύο οξέα $k_a = 10^{-5}$ και $k_a' = 5 \cdot 10^{-5}$.

96. 2,6 g κορεσμένου οξέος Α απαιτούν για πλήρη εξουδετέρωση 100 ml διαλύματος NaOH 0,5 M. Το διάλυμα που προκύπτει εξατμίζεται και το στερεό υπόλειμμα θερμαίνεται με νατράσβεστο και δίνει 560 ml αερίου σε Κ.Σ.

- i) Να βρεθούν οι συντακτικοί τύποι των ενώσεων Α και Β.
- ii) Από την ένωση Α και ανόργανα σώματα να παρασκευαστούν μεθακρυλικό οξύ, n-εξάνιο.

97. 0,05 mol κορεσμένου οργανικού οξέος απαιτούν για πλήρη καύση 16,8 l αέρα (20% κ.ό. O_2) σε Κ.Σ. και δίνουν 6,6 g CO_2 και 2,7 g H_2O . Ακόμη 4,5 g του οξέος με επίδραση περίσσειας Na δίνουν 1,12 l αερίου σε Κ.Σ. Ποιοί είναι οι δυνατοί συντακτικοί τύποι του οξέος;

98. Κορεσμένη οργανική ένωση Α που περιέχει C, H, O και έχει $M_r = 90$ παρουσιάζει τις εξής ιδιότητες:

- i) Διασπά το NaHCO_3 .
- ii) Παρουσιάζει αναγωγικές ιδιότητες
- iii) 2,25 g της ένωσης Α όταν αντιδρούν με περίσσεια Na ελευθερώνουν 560 ml H_2 (Κ.Σ.).

Ποιοί είναι οι δυνατοί συντακτικοί τύποι της ένωσης Α και πώς μπορούν να διακριθούν μεταξύ τους;

99. Ένα οργανικό οξύ Α σχηματίζει δύο σειρές αλάτων. Ένα άλας του Α με νάτριο περιέχει 31,08 % νάτριο.

- i) Να βρεθεί ο συντακτικός τύπος του οξέος.
- ii) 6,5 g από το Α αντιδρούν με περίσσεια κορεσμένης μονοσθενούς αλκοόλης, οπότε προκύπτουν 6,6 g ένωσης Β. Αν η απόδοση της αντίδρασης είναι 80 %, να βρεθεί η ένωση Β.
- iii) Να παρασκευαστεί η ένωση Β με μοναδική οργανική ένωση την $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$.

100. Για την εξουδετέρωση μίγματος 6,98 g από ακρυλικό οξύ, μεθακρυλικό οξύ και προπανικό οξύ καταναλώθηκαν 90 ml κανονικού διαλύματος βάσης. Έσο βάρος μίγματος αποχρωματίζει 133,3 ml διαλύματος Br_2 6% κ.ό. Ποιά η αναλογία moles των συστατικών του μίγματος;

101. 1,7 g οργανικού οξέος διαλύονται σε νερό και σχηματίζουν 250 ml διαλύματος. Για την εξουδετέρωση 20 ml διαλύματος χρειάζονται 186,4 ml διαλύματος NaOH 1,104 N. Αν το M_r του οξέος είναι 210, πόσα καρβοξύλια έχει το οξύ στο μόριό του;

102. 5,55 g μίγματος ένυδρου οξαλικού οξέος και ένυδρου ανθρακικού νατρίου, συγκρυσταλλωμένου με δέκα μόρια νερού ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) διαλύονται σε νερό, οπότε εκλύονται 224 cm^3 αερίου σε Κ.Σ. Μετά την αντίδραση, στο διάλυμα προστίθεται περίσσεια HCl και εκλύονται άλλα 112 cm^3 αερίου. Ποιός ο αριθμός των μορίων του νερού που συγκρυσταλλώθηκαν σε ένα μόριο οξέος;

103. Σε 200 ml διαλύματος οξαλικού οξέος 1 M προστίθενται 280 ml διαλύματος NaOH 1 M και το διάλυμα θερμαίνεται μέχρι ξηρού. Ποιά η % κ.β σύσταση του στερεού υπολείματος;

104. Ποσότητα πολυκαρβονικού οξέος όταν σχηματίζει το άλας του με ασβέστιο παρουσιάζει αύξηση βάρους κατά 3,72 g. Διπλάσια ποσότητα του οξέος όταν σχηματίζει τον αντίστοιχο εστέρα με μονοσθενή κορεσμένη αλκοόλη παρουσιάζει αύξηση βάρους ίση με 10,96 g. Ποιός ο Μ.Τ. της αλκοόλης;
105. Για την εξουδετέρωση μίγματος μηλονικού και οξαλικού οξέος καταναλώθηκαν 60 ml διαλύματος KOH 1 M. Ίση ποσότητα μίγματος των οξέων με ισχυρή θέρμανση εκλύει μίγμα αερίων. Το διάλυμα που απομένει εξουδετερώνεται με περίσσεια Ca(OH)₂ και σχηματίζει ένα ίζημα βάρους 0,79 g. Ποιά η σύσταση του μίγματος των οξέων;
106. Ισομοριακό μίγμα δύο κορεσμένων μονοκαρβονικών οξέων ζυγίζει 1,608 g. Το μίγμα αυτό επιδρά σε αρκετή ποσότητα διαλύματος όξινου ανθρακικού νατρίου οπότε ελευθερώνεται αέριο όγκου 537,6 cm³ σε Κ.Σ. Αν είναι γνωστό ότι το μίγμα των οξέων δεν αποχρωματίζει οξυνισμένο διάλυμα KMnO₄, ποιοι οι Σ.Τ. των ενώσεων του προβλήματος;
107. Ορισμένη ποσότητα ισομοριακού μίγματος δύο λιπαρών οξέων απαιτεί για πλήρη αντίδραση 300 ml διαλύματος NaOH 1 N. Το διάλυμα που προκύπτει, μετά την εξουδετέρωση, εξατμίζεται πλήρως και το στερεό υπόλειμμα θερμαίνεται ισχυρά με νατράσβεστο. Έτσι προκύπτει αέριο που απαιτεί για την πλήρη καύση του 18,48 l O₂ σε Κ.Σ. Ποσότητα του μίγματος των δύο οξέων, ίση με την αρχική αντιδρά πλήρως με οξείδιο του ασβεστίου και μετατρέπεται σε μίγμα αλάτων ασβεστίου. Το μίγμα πυρώνεται και προκύπτει μία μόνο ένωση που ανάγει το φελίγγειο υγρό. Ποιά η ποσότητα της ένωσης αυτής; Ποιοί οι Σ.Τ. των ενώσεων του αρχικού μίγματος;
108. Κορεσμένη δισθενής και διπρωτοταγής αλκοόλη οξειδώνεται προσεκτικά και μετατρέπεται ποσοτικά στο αντίστοιχο οξύ. Για την οξείδωση αυτή καταναλώθηκαν 60 ml διαλύματος KMnO₄ 1,2 N οξυνισμένου με H₂SO₄ ενώ σχηματίστηκαν 0,81 g οξέος. Να καθοριστούν οι Σ.Τ. των ενώσεων του προβλήματος και να γραφούν οι αντιδράσεις του προβλήματος.
109. Ποσότητα οξαλικού νατρίου θερμαίνεται με πυκνό H₂SO₄. Τα αέρια που προκύπτουν διοχετεύονται σε πυρωμένο σωλήνα που περιέχει περίσσεια CuO. Έτσι παρατηρείται ελάττωση βάρους ίση με 4,8 g. Ποσότητα οξαλικού νατρίου ίση με την αρχική θερμαίνεται με νατράσβεστο. Έτσι προκύπτει αέριο που διοχετεύεται στον σωλήνα με το CuO. Ποιά η νέα ελάττωση βάρους;
110. Ακόρεστο δικαρβονικό οξύ με ένα διπλό δεσμό μετατρέπεται με υδρογόνωση στο αντίστοιχο κορεσμένο οξύ. Αν με την υδρογόνωση αυτή το βάρος του

ακόρεστου οξέος αυξάνεται κατά 1,724%, ποιόι οι στερεοχημικοί τύποι του ακόρεστου οξέος;

111. Μίγμα ένυδρου κιτρικού οξέος και άνυδρου ανθρακικού νατρίου ζυγίζει 5,81 g. Όταν το μίγμα αυτό διαλύεται σε νερό ελευθερώνονται 336 cm³ αερίου σε Κ.Σ. Στο διάλυμα αυτό που προκύπτει επιδρά περίσσεια διαλύματος αραιού οξέος και ελευθερώνονται 448 cm³ αερίου σε Κ.Σ. Πόσα μόρια νερού κρυσταλλώνονται στο κιτρικό οξύ;
112. Ανάλυση οξέος έδειξε περιεκτικότητα 26,67% σε C, 2,22% σε H και 71,11 % σε O. Όταν αντιδρούν πλήρως με μαγνήσιο 0,15 mole του οξέος ελευθερώνονται 3,36 l H₂ σε Κ.Σ. και συγχρόνως σχηματίζονται 16,8 g ουδέτερου άλατος. Ποιός ο Σ.Τ. του οξέος;
113. 8,16 g εστέρα κορεσμένου μονοκαρβονικού οξέος με κορεσμένη μονοσθενή αλκοόλη υδρολύονται με απόδοση 90 %. Έτσι παράγονται το οξύ Α, που περιέχει 40 % C, και η αλκοόλη Β που περιέχει 60 % C. Η αλκοόλη Β απαιτεί για πλήρη οξείδωση 90 ml όξινου διαλύματος KMnO₄ 1,6 N.
- i) Να βρεθούν οι συντακτικοί τύποι των ενώσεων Α και Β.
- ii) Να παρασκευαστεί ο εστέρας χρησιμοποιώντας ανόργανα σώματα.
114. 2,25 g οργανικού οξέος Α που έχει Mr = 90 εξουδετερώνονται πλήρως με 50 ml διαλύματος NaOH 1 N. Εξάλλου 18 g από το Α αντιδρούν με περίσσεια κορεσμένης μονοσθενούς αλκοόλης Β, οπότε σχηματίζονται 20,06 g οργανικής ένωσης Γ με απόδοση 85 %.
- i) Αν η ένωση Γ δεν αντιδρά με διάλυμα Na₂CO₃, να βρεθούν οι συντακτικοί τύποι των ενώσεων Α, Β και Γ.
- ii) Ορισμένη ποσότητα από την ένωση Γ θερμαίνεται με περίσσεια διαλύματος KOH, οπότε προκύπτει το άλας Δ. Το Δ θερμαίνεται με περίσσεια πυκνού διαλύματος H₂SO₄ και τα αέρια διαβιβάζονται σε περίσσεια διαλύματος KOH. Τελικά συλλέγονται 1,12 l αερίου σε Κ.Σ. Να βρεθεί η ποσότητα του Γ που χρησιμοποιήθηκε.
115. Οργανική ένωση Α αντιδρά με NaHCO₃ και ελευθερώνει CO₂. 29,5 g από τη ένωση Α υδρολύονται πλήρως, οπότε προκύπτει κορεσμένο δικαρβονικό οξύ Β και κορεσμένη μονοσθενής αλκοόλη Γ. Η ποσότητα της αλκοόλης αντιδρά με αλκαλικό διάλυμα I₂ και δίνει 98,5 g ιζήματος. Το οξύ Β αντιδρά πλήρως με

διάλυμα $\text{Ca}(\text{OH})_2$ και σχηματίζει 32 g ιζήματος. Να βρεθούν οι συντακτικοί τύποι των ενώσεων Α, Β και Γ.

116. Κορεσμένος εστέρας Α με αναγωγή δίνει ένα μόνο προϊόν Β το οποίο δίνει την αλοφορμική αντίδραση. 8,8 g από τον Α αναμιγνύονται με περίσσεια H_2O σε κατάλληλες συνθήκες και αποκαθίσταται τελικά ισορροπία. Το μίγμα ισορροπίας απαιτεί για πλήρη εξουδετέρωση 90 ml διαλύματος NaOH 1 Μ.

- i) Να βρεθούν οι συντακτικοί τύποι των Α και Β.
- ii) Να υπολογιστεί η αρχική ποσότητα του H_2O .
- iii) Από την ένωση Α να παρασκευαστούν φορμαλδεΐδη, βουτανικό οξύ και πεντανόλη-2.

Δίνεται για την αντίδραση εστεροποίησης $k_c = 4$.

117. Εστέρας Α κορεσμένου μονοκαρβονικού οξέος με κορεσμένη μονοσθενή αλκοόλη έχει σχετική πυκνότητα ως προς αέρα ίση με 4. Ποσότητα του εστέρα ίση με 23,2 g υδρολύεται και το μίγμα ισορροπίας χωρίζεται σε τρία ίσα μέρη. Το πρώτο μέρος απαιτεί για πλήρη εξουδετέρωση 60 ml διαλύματος NaOH 1 Ν. Το δεύτερο μέρος δεν αντιδρά με αμμωνιακό διάλυμα AgNO_3 , ενώ με αλκαλικό διάλυμα I_2 δίνει κίτρινο ίζημα. Τέλος το τρίτο μέρος μπορεί να αποχρωματίσει 240 ml όξινου διαλύματος KMnO_4 1 Ν.

- i) Να βρεθεί το ποσοστό του εστέρα που υδρολύθηκε.
- ii) Να βρεθούν οι δυνατοί συντακτικοί τύποι του εστέρα.
- iii) Πώς μπορεί να παρασκευαστεί ο εστέρας από αιθυλένιο;

118. 22 g εστέρα Α κορεσμένου μονοκαρβονικού οξέος με κορεσμένη μονοσθενή αλκοόλη σαπωνοποιούνται πλήρως με KOH , οπότε παράγεται το άλας Β και η αλκοόλη Γ που διαχωρίζονται κατάλληλα. Το άλας Β διαλύεται σε νερό και προκύπτει διάλυμα όγκου 2,5 l με $\text{pH} = 8,5$. Η αλκοόλη Γ οξειδώνεται προς καρβονυλική ένωση Δ η οποία δεν αντιδρά με αμμωνιακό διάλυμα AgNO_3 . Να βρεθούν οι συντακτικοί τύποι των ενώσεων Α, Β, Γ και Δ. Για το αντίστοιχο οξύ του άλατος Β $k_a = 10^{-4}$, $k_w = 10^{-14}$.

119. Καίγονται 0,89 g εστέρα που αποτελείται από C, H και O και τα προϊόντα καύσης προκαλούν αύξηση βάρους του σωλήνα του KOH κατά 1,76 g (μετά ψύξη) και αύξηση βάρους του σωλήνα H_2SO_4 κατά 0,72 gr (πριν ψύξη). Το ίδιο

βάρους εστέρα σε κατάσταση ατμού έχει όγκο 289,64 ml σε 80°C και πίεση 760 mmHg. Να βρεθούν οι δυνατοί Σ.Τ. Αν 0,6 g του οξέος του εστέρα διαλυθούν σε 100 ml νερό και 20 ml του διαλύματος του οξέος εξουδετερώνονται από 10 ml διαλύματος Na_2CO_3 0,1 M, ποιός ο Σ.Τ. του εστέρα;

120. Μονοσθενής αλκοόλη Α με οξικό οξύ δίνει τον εστέρα Β. 1 g του Β υδρολύεται σε συσκευή με 50 ml διαλύματος NaOH 1 M για αρκετό χρόνο. Το διάλυμα που λαμβάνεται τελικά μετά ψύξη απαιτεί για πλήρη εξουδετέρωση 36,5 ml διαλύματος. Ποια τα Α και Β;
121. Σε ένα δοχείο προσθέτουμε 4 mole αλκοόλης, 2 mole εστέρα και 1 mole νερού. Ποια η σύσταση του μίγματος στην κατάσταση ισορροπίας αν για την εστεροποίηση ισχύει $k_c = 4$.
122. Ένωση του τύπου $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$ σαπωνοποιείται με NaOH και δίνει δυο προϊόντα Α και Β. Από αυτά το Β αν κατεργαστεί παρουσία I_2 και NaOH δίνει στα τελικά προϊόντα σαν υδατοδιαλυτό το Α. Ποιες είναι οι ενώσεις και οι αντιδράσεις του προβλήματος;
123. Σε 5,2 g προπανικού οξέος προσθέτουμε περίσσεια μεθανόλης. Μετά την αποκατάσταση της χημικής ισορροπίας προσθέτουμε 2,4 g NaOH και διαπιστώνουμε ότι το διάλυμα είναι αλκαλικό και χρειάζεται για την πλήρη εξουδετέρωσή του 40 ml HCl 1N. Να βρεθούν:
- Πόσα προπανικού οξέος σχημάτισαν εστέρα;
 - Ποια η απόδοση της εστεροποίησης για το οξύ;
124. Με ανόργανες πρώτες ύλες να παρασκευαστεί ένωση με τύπο $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2$ που να έχει τα παρακάτω γνωρίσματα:
- Έχει ουδέτερη αντίδραση.
 - Με αναγωγή δίνει μόνο ένα προϊόν.
125. Εστέρας Α με τύπο $\text{C}_8\text{H}_{16}\text{O}_2$ υδρολύεται δίνοντας το οξύ Β και την αλκοόλη Γ. Οξειδώνοντας τη Γ καταλήγουμε σε οξύ Δ. Τα οξέα Β και Δ μετατρέπονται στα μετά Να άλατά τους. Τα άλατα αντιδρούν ξεχωριστά το καθένα με νατράσβεστο σε υψηλές θερμοκρασίες και δίνουν το καθένα ξεχωριστά οργανική ένωση Ε. Ποιες είναι οι ενώσεις και οι αντιδράσεις του προβλήματος;

126. Ποια είναι τα άκυκλα και κορεσμένα ισομερή του τύπου $C_8H_{16}O_2$; Ποια από αυτά

- i) Έχει ουδέτερη αντίδραση;
- ii) Με υδρόλυση δίνει ενώσεις που η μια οξειδώνεται με οξυνισμένο διάλυμα $KMnO_4$;
- iii) Με αναγωγή με $[H]$ δίνει προϊόν που δε δίνει χαρακτηριστική αντίδραση με $I_2/NaOH$;

127. Να βρεθεί η χημική ένωση του τύπου $C_6H_{12}O_2$ για την οποία ισχύει:

- i) είναι άκυκλη
- ii) δεν αποχρωματίζει διάλυμα Br_2
- iii) έχει ουδέτερη αντίδραση
- iv) με αναγωγή δίνει δύο ενώσεις που και οι δύο αντιδρούν με $Cl_2/NaOH$.

128. Εστέρας κορεσμένου μονοκαρβονικού οξέος και κορεσμένης αλκοόλης, σαπωνοποιείται με $NaOH$. 0,1 moles του άλατος που λαμβάνεται με επίδραση $CaO/NaOH$ και θέρμανση δίνει 1,6 g αέριου προϊόντος. 4,6 g της αλκοόλης που παράχθηκε απαιτούν για πλήρη εστεροποίηση 6,3 g HNO_3 και παράγονται 0,1 moles εστέρα. Ποιός ο Σ.Τ. του αρχικού εστέρα καθώς και οι ενώσεις και οι αντιδράσεις του προβλήματος;

129. Κορεσμένη ένωση (Α) έχει τύπο $C_6H_{12}O_2$. Η ένωση δεν αντιδρά με $NaHCO_3$. Κατεργάζεται επί μακρόν με $NaOH$. Στα προϊόντα της αντίδρασης γίνεται επίδραση με $I_2/NaOH$ και δεν εμφανίζεται χαρακτηριστικό ίζημα. Άλλη ποσότητα της αρχικής ένωσης κατεργάζεται με $[H]$. Τα προϊόντα της αντίδρασης κατεργάζονται με $I_2/NaOH$ και εμφανίζεται κίτρινο στερεό. 12 g του μίγματος που προκύπτει με αναγωγή με το $[H]$ κατεργάζονται με Cu στους $320^\circ C$ και η αντίδραση γίνεται ποσοτική, οπότε παράγονται 2,24 l H_2 σε κανονικές συνθήκες. Ποιός ο Σ.Τ. της ένωσης;

130. 3,9 g εστέρα σαπωνοποιούνται με $NaOH$ και παράγεται κορεσμένη μονοσθενής αλκοόλη και αλάτι κορεσμένου μονοκαρβονικού οξέος. Η αλκοόλη με $I_2/NaOH$ παρέχει 11,82 g κίτρινου στερεού και αλάτι του ίδιου οργανικού

οξέος με το προϊόν της σαπωνοποίησης. Ποιές οι ενώσεις και οι αντιδράσεις του προβλήματος.

131. 5,92 g μίγματος όλων των αλειφατικών συντακτικών ισομερών του τύπου C_4H_9OH με προσθήκη περίσσειας I_2 και $NaOH$ παρέχουν 7,88 g κίτρινου στερεού. Ίση μάζα από το αρχικό μίγμα αποχρωματίζει 160 ml διαλύματος $KMnO_4$ 1 N σε όξινο περιβάλλον. Ίση μάζα από το αρχικό μίγμα αφυδατώνεται παρουσία H_2SO_4 στους $170^\circ C$ ποσοτικά. Στα προϊόντα γίνεται αφυδάτωση και παράγεται μίγμα αλκοολών που αποχρωματίζει 60 ml κανονικού διαλύματος $KMnO_4$ οξιτισμένου με H_2SO_4 . Ποιά η σύσταση του αρχικού μίγματος;
132. 15,3 g εστέρα Α κορεσμένου μονοκαρβονικού οξέος με κορεσμένη μονοσθενή αλκοόλη σαπωνοποιούνται πλήρως με $NaOH$. Οι ενώσεις Β και Γ που σχηματίζονται διαχωρίζονται κατάλληλα. Η ένωση Β θερμαίνεται με νατράσβεστο, οπότε εκλύονται 3,36 l υδρογονάνθρακα Δ σε Κ.Σ. Η ένωση Γ εξάλλου μπορεί να αποχρωματίσει 240 ml όξινου διαλύματος $KMnO_4$ 0,5 M. Αν η ένωση Γ αντιδρά με αλκαλικό διάλυμα I_2 , να βρεθούν οι συντακτικοί τύποι των ενώσεων Α, Β, Γ και Δ.
133. Κορεσμένος εστέρας Α με αναγωγή δίνει ένα μόνο προϊόν Β το οποίο δίνει την αλοφορμική αντίδραση. 8,8 g από τον Α αναμιγνύονται με περίσσεια H_2O σε κατάλληλες συνθήκες και αποκαθίσταται τελικά ισορροπία. Το μίγμα ισορροπίας απαιτεί για πλήρη εξουδετέρωση 90ml διαλύματος $NaOH$ 1M.
- Να βρεθούν οι συντακτικοί τύποι των Α και Β.
 - Να υπολογιστεί η αρχική ποσότητα του H_2O .
 - Απο την ένωση Α να παρασκευαστούν φορμαλδεύδη, βουτανικό οξύ και πεντανόλη-2.

Για την αντίδραση εστεροποίησης: $k_C = 4$.

134. Εστέρας (Α) κορεσμένου μονοκαρβονικού οξέος με κορεσμένη μονοσθενή αλκοόλη έχει $d_{σγ/αερ.} = 4$. Ποσότητα του εστέρα ίση με 23,2 g υδρολύεται και το μίγμα ισορροπίας χωρίζεται σε τρία ίσα μέρη. Το πρώτο μέρος απαιτεί για πλήρη εξουδετέρωση 60ml διαλύματος $NaOH$ 1 N. Το δεύτερο μέρος δεν αντιδρά με αμμωνιακό διάλυμα $AgNO_3$, ενώ με αλκαλικό διάλυμα I_2 , δίνει κίτρινο ίζημα. Τέλος το τρίτο μέρος μπορεί να αποχρωματίσει 240ml όξινου διαλύματος $KMnO_4$ 1 N.

- i) Να βρεθεί το ποσοστό του εστέρα που υδρολύθηκε.
- ii) Να βρεθούν οι δυνατοί συντακτικοί τύποι του εστέρα.
- iii) Πώς μπορεί να παρασκευαστεί ο εστέρας από αιθυλένιο;
135. 52,8 g εστέρα Α κορεσμένου μονοκαρβονικού οξέος με κορεσμένη μονοσθενή αλκοόλη υδρολύονται με ισομοριακή ποσότητα H_2O . Οι οργανικές ενώσεις Β και Γ που σχηματίζονται διαχωρίζονται κατάλληλα. Η ένωση Β μετατρέπεται στο αντίστοιχο άλας με ασβέστιο το οποίο με πύρωση δίνει την ένωση Δ. Με επίδραση φελίγγειου υγρού στην ένωση Δ σχηματίζονται 14,3 g ιζήματος. Η ένωση Γ εξάλλου μπορεί να αποχρωματίσει 500 ml όξινου διαλύματος $KMnO_4$ 0,8 N. Να καθοριστούν οι συντακτικοί τύποι των ενώσεων Α, Β, Γ και Δ. Για την αντίδραση εστεροποίησης: $k_C = 4$.
136. 22 g εστέρα Α κορεσμένου μονοκαρβονικού οξέος με κορεσμένη μονοσθενή αλκοόλη σαπωνοποιούνται πλήρως με KOH , οπότε παράγεται το άλας Β και η αλκοόλη Γ που διαχωρίζονται κατάλληλα. Το άλας Β διαλύεται σε νερό και προκύπτει διάλυμα όγκου 2,5 l με $pH = 8,5$. Η αλκοόλη Γ οξειδώνεται προς καρβονυλική ένωση Δ η οποία δεν αντιδρά με αμμωνιακό διάλυμα $AgNO_3$. Να βρεθούν οι συντακτικοί τύποι των ενώσεων Α, Β, Γ και Δ. Για το αντίστοιχο οξύ του άλατος Β: $k_a = 10^{-4}$, $k_w = 10^{-14}$.
137. Για την εξουδετέρωση 1 g κορεσμένου μονοκαρβονικού οξέος χρειάζονται 0,933g KOH . Εξάλλου 1 g του ίδιου οξέος θερμαίνεται με περίσσεια αιθανόλης και στο προϊόν της αντίδρασης προστίθεται 1 g KOH . Διαπιστώνεται ότι το διάλυμα που σχηματίστηκε έτσι είναι αλκαλικό και χρειάζεται για εξουδετέρωση 0,385 g H_2SO_4 . Να βρεθούν:
- i) ο τύπος του οξέος.
- ii) η ποσότητα του οξέος που αντέδρασε με την αλκοόλη.
138. Εστέρας κορεσμένου μονοκαρβονικού οξέος με κορεσμένη μονοσθενή αλκοόλη έχει μοριακό βάρος 116. Ορισμένη μάζα του εστέρα σαπωνοποιείται πλήρως και δίνει άλας και αλκοόλη. Το άλας, αφού απομονωθεί κατάλληλα, πυρώνεται με περίσσεια νατράσβεστου, οπότε προκύπτουν 4,48 l αιθανίου σε Κ.Σ. Η αλκοόλη οξειδώνεται από όξινο διάλυμα $KMnO_4$ και δίνει καρβονυλική ένωση που δεν ανάγει το φελίγγειο υγρό.
- i) Πόσα mol εστέρα αντέδρασαν;

ii) Να προσδιοριστεί ο συντακτικός τύπος του εστέρα.

139. Δύο διαφορετικές οργανικές ενώσεις Α και Β βρέθηκαν να έχουν την ίδια εκατοστιαία κατά βάρος σύσταση $C = 54,55\%$, $H = 9,09\%$ $O = 36,36\%$. Με θέρμανση της Α με αμμωνιακό διάλυμα $AgNO_3$ προκύπτει το αμμωνιακό άλας μονοβασικού οξέος Γ του οποίου το άλας με άργυρο περιέχει $64,67\%$ Ag. Αν κατεργαστούμε τη Β με υδατικό διάλυμα KOH , παίρνουμε το άλας καλίου της Γ και ένωση που δίνει την αλοφορμική αντίδραση.

i) Να βρεθούν οι συντακτικοί τύποι των Α, Β και Γ.

ii) Να γραφούν οι χημικές εξισώσεις που δείχνουν τη μετατροπή των Α και Β στη Γ.

140. 29 g εστέρα Α υδρολύονται με περίσσεια νερού οπότε σχηματίζονται 9 g κορεσμένου μονοκαρβονικού οξέος Β και κορεσμένη μονοσθενής αλκοόλη Γ τα οποία διαχωρίζονται κατάλληλα. Η ποσότητα του οξέος Β διαλύεται στο νερό και προκύπτει διάλυμα όγκου 300 ml με $pH = 2,5$. Η ποσότητα της αλκοόλης Γ θερμαίνεται παρουσία Cu και το προϊόν Δ χωρίζεται σε δύο μέρη. Το πρώτο μέρος αντιδρά με αλκαλικό διάλυμα I_2 και δίνει 19,7 g κίτρινου ιζήματος. Το δεύτερο μέρος αντιδρά πλήρως με HCN και το προϊόν υδρολύεται οπότε σχηματίζονται 11,8 g οργανικής ένωσης Ε. Να βρεθούν:

i) οι συντακτικοί τύποι των ενώσεων Α, Β, Γ, Δ και Ε.

ii) η απόδοση της αντίδρασης υδρόλυσης του εστέρα.

Δίνεται ότι για το οξύ Β: $K_a(B) = 2 \cdot 10^{-5}$.

141. Ορισμένη ποσότητα εστέρα Α κορεσμένου μονοκαρβονικού οξέος με κορεσμένη μονοσθενή αλκοόλη αντιδρά πλήρως με $NaOH$ οπότε σχηματίζονται το άλας Β και η ένωση Γ τα οποία διαχωρίζονται κατάλληλα. Το άλας Β διαλύεται σε H_2O και σχηματίζει διάλυμα όγκου 500 ml με $pH = 9$. Η ποσότητα της ένωσης Γ οξειδώνεται πλήρως με όξινο διάλυμα $KMnO_4$ οπότε σχηματίζονται 3,6 g ένωσης Δ. Διπλάσια ποσότητα από τον ίδιο εστέρα ανάγεται πλήρως και δίνει μίγμα οργανικών ενώσεων το οποίο αντιδρά με περίσσεια αλκαλικού διαλύματος I_2 και σχηματίζει 78,8 g ιζήματος.

i) Να βρεθούν οι συντακτικοί τύποι των ενώσεων Α, Β, Γ και Δ.

ii) Με μοναδική οργανική ένωση τον εστέρα Α να παρασκευαστεί 3-υδροξυβουτανικό οξύ.

Δίνεται για το οξύ του άλατος Β: $k_a = 10^{-5}$, $k_w = 10^{-14}$.

Ασκήσεις Β' Ομάδας

- 17.6 g κορεσμένης μονοσθενούς αλκοόλης Α με αφυδάτωση δίνουν το αλκένιο Β το οποίο δεν έχει γεωμετρική ισομέρεια. Η ένωση Β αντιδρά πλήρως με 7,3 g HCl και το προϊόν κατεργάζεται με αλκοολικό διάλυμα ΚΟΗ. Έτσι σχηματίζεται η ένωση Γ, η οποία έχει γεωμετρικά ισομερή. Να βρεθούν οι συντακτικοί τύποι των ενώσεων Α, Β και Γ.
- 4 g εναντιομερούς διαλύονται σε αιθανόλη και σχηματίζεται διάλυμα όγκου 100 ml. Πόση είναι η ειδική στροφή αν η γωνία στροφής βρέθηκε $3,72^\circ$ σε πολωσιμετρικό σωλήνα 10 cm. Πόσο θα μεταβληθεί η γωνία στροφής αν το διάλυμα αραιωθεί με αιθανόλη σε διπλάσιο όγκο;
- Πόσα είναι τα στερεοϊσομερή της ένωσης που μπορεί να ληφθεί με επίδραση υποχλωριώδους οξέος σε βουτένιο-2;
- Πόσα οπτικά ισομερή δίνει η ένωση $\text{CH}_2(\text{OH})\text{CH}(\text{Cl})\text{CH}(\text{Cl})\text{CH}_2\text{OH}$ πριν και μετά την οξείδωσή της;
- Πόσα στερεοϊσομερή θα προκύψουν αν σε ακεταλδεΐδη επιδράσει HCN και το προϊόν υδρολυθεί ;
- Αντιδραστήριο Grignard προστίθεται σε κορεσμένη μονοκαρβονυλική ένωση Α και το προϊόν υδρολύεται και δίνει την ένωση Β. Η ένωση Β θερμαίνεται παρουσία Cu στους 300°C , οπότε παράγεται η ένωση Γ. 14,5 g από τη Γ αντιδρούν με HCN και το προϊόν υδρολύεται, οπότε προκύπτουν 26 g ένωσης Δ η οποία μπορεί να διαχωριστεί σε δύο οπτικά ενεργές μορφές.
 - Να βρεθούν οι συντακτικοί τύποι των Α, Β, Γ, Δ και να γραφούν τα στερεοϊσομερή της Δ.
 - Πώς μπορεί να παρασκευαστεί η Δ από ανόργανα σώματα;
- Κορεσμένη μονοκαρβονυλική ένωση Α απαιτεί για αναγωγή 3,36 l H_2 σε Κ.Σ. Η ένωση Β που προκύπτει αντιδρά με Na και το οργανικό προϊόν που προκύπτει με επίδραση αλκυλαλογονιδίου Γ δίνει την ένωση Δ. Όταν η ένωση Δ καίγεται πλήρως σε σωλήνα με CuO, παρουσιάζεται ελάττωση βάρους του σωλήνα κατά 36 g. Αν η ένωση Α δεν αντιδρά με φελίγγειο υγρό και η ένωση Δ δεν περιέχει ασύμμετρο άτομο C
 - να βρεθούν οι συντακτικοί τύποι των ενώσεων Α, Β, Γ και Δ,
 - από την ένωση Δ να παρασκευαστεί μεθακρυλικός μεθυλεστέρας.

8. Ακόρεστο μονοκαρβονικό οξύ με ένα διπλό δεσμό (A) με καταλυτική υδρογόνωση μετατρέπεται στην ένωση B, οπότε παρουσιάζει αύξηση βάρους 2%.
- Αν το οξύ A έχει γεωμετρικά ισομερή ενώ το B περιέχει ασύμμετρο άτομο C, να βρεθούν οι συντακτικοί τύποι των A και B και να γραφούν τα στερεοϊσομερή τους.
 - Να παρασκευαστούν οι ενώσεις A και B από αιθυλένιο.
9. 2,25 g της ένωσης $C_3H_6O_3$ αντιδρούν πλήρως με Na, οπότε εκλύονται 560 ml αερίου σε Κ.Σ. Αν η ένωση αυτή αντιδρά με φελίγγειο υγρό και είναι οπτικά ενεργή, να γραφούν τα στερεοϊσομερή της ένωσης.
10. 17,6 g κορεσμένης μονοσθενούς αλκοόλης A απαιτούν για πλήρη οξειδωση προς το αντίστοιχο οξύ B 1600 ml διαλύματος $KMnO_4$ 0,5 N.
- Αν η ένωση A έχει ασύμμετρο άτομο C να βρεθούν οι συντακτικοί τύποι των A και B.
 - Με επίδραση Cl_2 στο B προκύπτει η ένωση Γ η οποία θερμαίνεται με αλκοολικό διάλυμα NaOH. Με οξίνιση του προϊόντος σχηματίζεται η ένωση Δ η οποία διαχωρίζεται σε δύο στερεοϊσομερή τα οποία δεν έχουν στροφική ικανότητα. Να βρεθούν οι στερεοχημικοί τύποι των Γ και Δ.
 - Πώς μπορούν να παρασκευαστούν οι ενώσεις A και B από βουτανόλη-1;
11. Ένωση A έχει τύπο $C_4H_{10}O$ και εμφανίζει φαινόμενο οπτικής ισομέρειας.
- Ποιός ο Σ.Τ. της
 - Ποιά τα οπτικά ισομερή της εν προβολή;
 - Προτείνετε τρόπο παρασκευής της με πρώτη ύλη CaC_2 ;
12. Ποιά τα συντακτικά ισομερή της ένωσης $C_5H_{11}Cl$; Ποιά από αυτά εμφανίζουν φαινόμενο οπτικής ισομέρειας;

13. 1,5 g ενός εναντιομερούς διαλύεται σε αιθανόλη και σχηματίζει 50 ml διαλύματος. Να βρεθεί η ειδική στροφική ικανότητα του στους 20 °C για την ακτινοβολία N_{α} ($\lambda = 589,3 \text{ nm}$), αν το διάλυμα παρουσιάζει γωνία στροφής +2,79° σε πολωσίμετρο πάχους κυψελίδας 10 cm. Ποιά η γωνία στροφής αν το διάλυμα αραιωθεί στα. 150 ml;
14. Με ανόργανες πρώτες ύλες να παρασκευαστεί ένωση του τύπου $C_4H_8Cl_2$ που να εμφανίζεται με την μορφή τριών στερεοϊσομερών.
15. Ποια τα στερεοϊσομερή και τα ονόματά τους για την πεντεν(3)όλη-2;
16. Από διάλυμα οπτικά ενεργής ουσίας A με ειδική στροφική ικανότητα του δεξιόστροφου αντίποδά της +63° παρασκευάζεται αιθανολικό διάλυμα και των δύο οπτικών της ισομερών, που περιέχει 2 g ένωσης σε 200 ml αιθανόλης, με κ.β. σύσταση 20% του (+) και 80% του (-). Αν το πάχος της κυψελίδας είναι 10 cm ποιά η στροφή του πολωμένου φωτός;
17. Ένωση A έχει τύπο $C_5H_{10}O$ αντιδρά με $AgNO_3/NH_3$ και εμφανίζει φαινόμενο οπτικής ισομέρειας. Ποιά η ένωση και οι αντιδράσεις του προβλήματος;
18. Ένωση A έχει τύπο $C_nH_{2n+2}O_2$. Όταν καίγεται με τη μορφή ατμών δίνει τετραπλάσιο όγκο CO_2 . Όταν αντιδρά με Na 0,1 mole της ένωσης εκλύει 2,24 l αερίου σε STP. Αν είναι γνωστό ότι η ένωση αυτή εμφανίζεται με δυο οπτικά ενεργές μορφές και μια μεσομορφή, ποιές είναι οι ενώσεις και οι αντιδράσεις του προβλήματος;
19. Το χλωρίδιο ακόρεστου μονοκαρβονικού οξέος αντιδρά πλήρως με ορισμένη ποσότητα πολυσθενούς αλκοόλης. Ο εστέρας που σχηματίζεται έχει μάζα κατά 10,2g μεγαλύτερη από την μάζα της αλκοόλης. Η ποσότητα του εστέρα που σχηματίστηκε απαιτεί για σαπωνοποίηση 75 ml διαλύματος $NaOH$ 8% κ.ό. Αν το ακόρεστο οξύ εμφανίζει γεωμετρική ισομέρεια:
- Να βρεθεί ο συντακτικός τύπος του οξέος
 - Να παρασκευαστεί το οξύ αυτό με μοναδική οργανική ύλη το 1-βρωμοβουτάνιο.
20. Η δισθενής αλκοόλη $C_4H_{10}O_2$ έχει δύο οπτικά ενεργές μορφές και μία μεσομορφή. Πως μπορεί να παρασκευαστεί η αλκοόλη αυτή από αιθυλένιο;

21. Η ένωση $C_5H_{10}O$ (A) έχει τις εξής ιδιότητες:

- Αντιδρά με Na
 - Αποχρωματίζει διάλυμα Br_2 σε CCl_4 .
 - Έχει 4 στερεοϊσομερή
- i) Ποιος είναι ο συντακτικός τύπος της ένωσης;
- ii) Ποια ένωση προκύπτει με θέρμανση της A στους $160^\circ C$ παρουσία H_2SO_4 και ποια είναι τα στερεοϊσομερή του προϊόντος;

22. Η ένωση $C_5H_8O_2$ (A) έχει τις εξής ιδιότητες:

- i) Αντιδρά με $NaHCO_3$ και ελευθερώνει αέριο.
- ii) Διαχωρίζεται εύκολα σε δύο ισομερή τα οποία διαφέρουν στις φυσικές ιδιότητες.
- iii) Με προσθήκη H_2 δίνει την ένωση B η οποία εμφανίζει οπτικούς αντίποδες.

Να βρεθούν οι στερεοχημικοί τύποι των A και B και να παρασκευαστεί η ένωση A με πρώτη ύλη τον $CH_3COOCH_2CH_3$.

23. Οι ενώσεις A και B έχουν μοριακό τύπο C_5H_9Cl και είναι οπτικά ενεργές. Με προσθήκη ισομοριακής ποσότητας H_2 παρουσία Ni οι A και B μετατρέπονται αντίστοιχα στις ενώσεις Γ και Δ. Η ένωση Γ περιέχει διακλάδωση και είναι οπτικά ενεργή, ενώ η Δ δεν έχει στροφική ικανότητα.

- i) Να βρεθούν οι συντακτικοί τύποι των A, B, Γ και Δ.
- ii) Πως μπορεί να παρασκευαστεί η B από αιθυλένιο;

24. Να γραφεί ο απλούστερος δυνατός συντακτικός τύπος του αλκανίου με δύο ασύμμετρα άτομα άνθρακα που μπορεί να δίνει μόνο ένα ρακεμικό μίγμα.

25. Κατά την επίδραση $HOCl$ σε βουτένιο-2 λαμβάνεται η ένωση A.

- i) Να γραφεί η εξίσωση της αντίδρασης.

- ii) Να γραφούν οι δυνατοί στερεοχημικοί τύποι της Α. Αριθμήσατε τις ενώσεις και υποδείξατε τα ζεύγη των εναντιομερών και των διαστερεοϊσομερών.

26. Το γαλακτικό οξύ υπάρχει στη φύση, ιδιαίτερα στο ξινό γάλα.

- i) Ποιος είναι ο στερεοχημικός τύπος του γαλακτικού οξέος;
- ii) Το γαλακτικό οξύ μπορεί να παρασκευαστεί από $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$. Να περιγράψετε αναλυτικά την αντίστοιχη διαδικασία και να δώσετε τις σχετικές χημικές αντιδράσεις. Εξηγήστε γιατί το γαλακτικό οξύ που παρασκευάζεται με αυτόν τον τρόπο, μπορεί να διαφέρει από το γαλακτικό οξύ που απομονώνεται από το ξινό γάλα.
- iii) Το γαλακτικό οξύ σχηματίζεται ακόμη στο μυϊκό ιστό από το CH_3COCOOH (πυροσταφυλικό οξύ) και η αντίδραση καταλύεται από ένζυμο. Προτείνεται ένα αντιδραστήριο, για να πραγματοποιηθεί η αντίδραση αυτή στο εργαστήριο.

27. Δίνεται αλειφατική ένωση του τύπου $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_2$ (Α) η οποία αντιδρά με NaHCO_3 και παρουσιάζει δύο γεωμετρικά ισομερή. Ζητείται:

- i) να παρασκευαστεί η Α από ακετυλένιο.
- ii) να βρεθεί ο αριθμός των στερεοϊσομερών που προκύπτουν από την αντίδραση προσθήκης μοριακού δευτερίου (D_2) στην ένωση Α.

28. Η ένωση $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}$ (Α) είναι μια ακόρεστη αλδεύδη με ένα ασύμμετρο άτομο C. Αν η Α αντιδράσει με $\text{C}_5\text{H}_8\text{MgBr}$ δίνει προϊόν το οποίο υδρολύεται και δίνει ένωση Β, $\text{C}_{11}\text{H}_{14}\text{O}$.

- i) Να βρεθεί ο συντακτικός τύπος, το όνομα και τα στερεοϊσομερή της Α.
- ii) Να γραφούν οι αντιδράσεις.
- iii) Να βρεθεί ο συντακτικός τύπος και τα στερεοϊσομερή της Β και να καθοριστούν τα ζεύγη εναντιομερών και διαστερεοϊσομερών.

29. Ποια από τις επόμενες ενώσεις βρίσκεται σε τέσσερις ισομερείς μορφές;

- i) 2-μεθυλοεξαδιένιο-2,4.

- ii) Τρυγικό οξύ.
- iii) 4-μεθυλοεξένιο-2.
- iv) Βουτεν-3-όλη-2.

30. Ορισμένη ποσότητα εστέρα Α κορεσμένου μονοκαρβονικού οξέος με κορεσμένη μονοσθενή αλκοόλη υδρολύεται πλήρως, οπότε προκύπτουν οι ενώσεις Β και Γ. Η ένωση Β αντιδρά με Cl_2 παρουσία Ρ και δίνει το σώμα Δ, το οποίο περιέχει ασύμμετρο άτομο C. Η ένωση Γ αντιδρά με PCl_5 και το προϊόν κατεργάζεται με KCN. Η ένωση Ε που σχηματίζεται με υδρόλυση δίνει την ένωση Β. Αν η ένωση Γ δεν έχει ασύμμετρο άτομο C, ενώ με επίδραση αλκαλικού διαλύματος I_2 δίνει κίτρινο ίζημα:

- i) να βρεθούν οι συντακτικοί τύποι των ενώσεων Α,Β,Γ,Δ και Ε.
- ii) από την ένωση Α να παρασκευαστεί ο βουτανικός μεθυλεστέρας.

31. Αλκίνιο Α αντιδρά με αμμωνιακό διάλυμα CuCl και δίνει ίζημα. 8,2 g από το Α αντιδρούν με διάλυμα HgSO_4 , H_2SO_4 και η ένωση Β που προκύπτει ανάγεται με H_2 και δίνει την ένωση Γ. Με επίδραση Na στη Γ εκλύονται 1,12 l αερίου σε Κ.Σ. Αν η ένωση Γ εμφανίζεται με τη μορφή τεσσάρων στερεοϊσομερών, να βρεθούν οι συντακτικοί τύποι των Α,Β και Γ.

32. Ακόρεστο δικαρβονικό οξύ με ένα διπλό δεσμό (Α) εμφανίζεται με τη μορφή δύο στερεοϊσομερών. 8,7 g από το Α αντιδρούν πλήρως με 300ml διαλύματος Br_2 4% κ.ο. και δίνουν την ένωση Β. Να γραφούν τα στερεοϊσομερή των ενώσεων Α και Β.

33. Οργανική ένωση Α έχει σχετική πυκνότητα ως προς τον αέρα (80% N_2 -20% κ.ο. O_2) ίση με 1.875. Ποσότητα της ένωσης ίση με 0,27g καίγεται πλήρως και δίνει 0,88 gCO_2 και 0,27g H_2O . Με επίδραση περίσσειας Br_2 στην ένωση Α σχηματίζεται προϊόν Β που έχει τρία στερεοϊσομερή.

- i) Να βρεθούν οι συντακτικοί τύποι των Α και Β.
- ii) Η Α αντιδρά με ισομοριακή ποσότητα H_2 και η ένωση Γ που προκύπτει με επίδραση HOCl δίνει την ένωση Δ. Να βρεθούν τα στερεοϊσομερή των Γ και Δ.

34. Ορισμένη ποσότητα αλκένιου Α αντιδρά με Br_2 και δίνει την ένωση Β η οποία θερμαίνεται με αλκοολικό διάλυμα KOH , οπότε προκύπτουν 5,4g ένωσης Γ. Διπλάσια ποσότητα από το Α με προσθήκη H_2O δίνει 14,8g ένωσης Δ, η οποία είναι οπτικά ενεργή. Αν η ένωση Γ δεν αντιδρά με αμμωνιακό διάλυμα CuCl , να βρεθούν οι συντακτικοί τύποι των Α,Β,Γ,Δ και να γραφούν οι στερεοχημικοί τύποι των Α,Β και Δ.
35. Ορισμένη ποσότητα κορεσμένης μονοκαρβονυλικής ένωσης Α αντιδρά με αμμωνιακό διάλυμα AgNO_3 και δίνει 10,8g ιζήματος. Ίση ποσότητα της Α καίγεται πλήρως, οπότε εκλύονται 11g CO_2 .
- Αν η ένωση Α περιέχει ασύμμετρο άτομο C, να βρεθεί ο συντακτικός της τύπος.
 - Η ένωση Α αντιδρά με HCN και το προϊόν υδρολύεται προς την ένωση Β. Πόσα στερεοϊσομερή έχει η ένωση Β;
 - Να παρασκευαστεί η ένωση Α από ανόργανα σώματα.
36. Αντιδραστήριο Grignard προστίθεται σε κορεσμένη μονοκαρβονυλική ένωση Α και το προϊόν υδρολύεται και δίνει την ένωση Β. Η ένωση Β θερμαίνεται παρουσία Cu στους 300°C , οπότε παράγεται η ένωση Γ. 14,5 g από τη Γ αντιδρούν με HCN και το προϊόν υδρολύεται, οπότε προκύπτουν 26g ένωσης Δ η οποία μπορεί να διαχωριστεί σε δύο οπτικά ενεργές μορφές.
- Να βρεθούν οι συντακτικοί τύποι των Α,Β,Γ,Δ και να γραφούν τα στερεοϊσομερή της Δ.
 - Πως μπορεί να παρασκευαστεί η Δ από ανόργανα σώματα;
37. Μονοκαρβονικό οξύ Α μετατρέπεται στον αντίστοιχο μεθυλεστέρα ο οποίος έχει σχετική πυκνότητα ως προς το H_2 ίση με 52. Εξάλλου 0,45g του Α καίγονται πλήρως με CuO και δίνουν 0,66g CO_2 και 0,27g H_2O . Αν το οξύ Α παρουσιάζει στροφική ικανότητα:
- να βρεθούν οι στερεοχημικοί τύποι του Α και να χαρακτηριστούν ως (+) ή (-).
 - Πως μπορούν να σχηματιστούν καθарές οι στερεοϊσομερείς μορφές του Α;

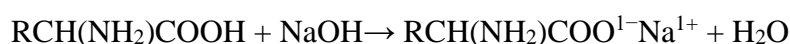
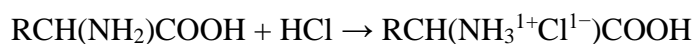
38. Κορεσμένη μονοκαρβονυλική ένωση Α απαιτεί για αναγωγή $3,361 \text{ H}_2$ σε Κ.Σ. Η ένωση Β που προκύπτει αντιδρά με Na και το οργανικό προϊόν που προκύπτει με επίδραση αλκυλαγονιδίου Γ δίνει την ένωση Δ. Όταν η ένωση Δ καίγεται πλήρως σε σωλήνα με CuO παρουσιάζεται ελάττωση βάρους του σωλήνα κατά 36g. Αν η ένωση Α δεν αντιδρά με φελίγγειο υγρό και η ένωση Δ δεν περιέχει ασύμμετρο άτομο C,
- να βρεθούν οι συντακτικοί τύποι των ενώσεων Α,Β,Γ και Δ.
 - απο την ένωση Δ να παρασκευαστεί μεθακρυλικός μεθυλεστέρας.
39. Ακόρεστο μονοκαρβονικό οξύ με ένα διπλό δεσμό (Α) με καταλυτική υδρογόνωση μετατρέπεται στην ένωση Β, οπότε παρουσιάζει αύξηση βάρους 2%.
- Αν το οξύ έχει γεωμετρικά ισομερή ενώ το Β περιέχει ασύμμετρο άτομο C, να βρεθούν οι συντακτικοί τύποι των Α και Β και να γραφούν τα στερεοϊσομερή τους.
 - Να παρασκευαστούν οι ενώσεις Α και Β από αιθυλένιο.
40. 2,25g της ένωσης $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ αντιδρούν πλήρως με Na, οπότε εκλύονται 560ml αερίου σε Κ.Σ. Αν η ένωση αυτή αντιδρά με φελίγγειο υγρό και είναι οπτικά ενεργή, να γραφούν τα στερεοϊσομερή της ένωσης.
41. 17,6 g κορεσμένης μονοσθενούς αλκοόλης Α απαιτούν για πλήρη οξειδωση προς το αντίστοιχο οξύ Β 1600ml διαλύματος KMnO_4 0,5 N.
- Αν η ένωση Α έχει ασύμμετρο άτομο C, να βρεθούν οι συντακτικοί τύποι των Α και Β.
 - Με επίδραση Cl_2 στο Β προκύπτει η ένωση Γ η οποία θερμαίνεται η ένωση Δ η οποία διαχωρίζεται σε δύο στερεοϊσομερή τα οποία δεν έχουν στροφική ικανότητα. Να βρεθούν οι στερεοχημικοί τύποι των Γ και Δ.
 - Πώς μπορούν να παρασκευαστούν οι ενώσεις Α και Β απο βουτανόλη-1;
42. 25,5 g εστέρα Α υδρολύονται μερικώς, σχηματίζεται κορεσμένο μονοκαρβονικό οξύ Β και κορεσμένη μονοσθενής αλκοόλη Γ τα οποία διαχωρίζονται. Το $\frac{1}{4}$ της ποσότητας του Β αντιδρά πλήρως με αμμωνιακό διάλυμα AgNO_3 και δίνει 10,8 gr ιζήματος. Ολόκληρη η ποσότητα της ένωσης Γ αντιδρά πλήρως με HBr και το προϊόν με επίδραση Na δίνει 11,4 g ένωσης Δ η οποία έχει στερεοϊσομερή.

- i) Να βρεθούν οι συντακτικοί τύποι των Α,Β,Γ και Δ.
- ii) Τι ποσοστό απο τον εστέρα υδρολύθηκε;
- iii) Να γραφούν τα στερεοϊσομερή των Γ και Δ.

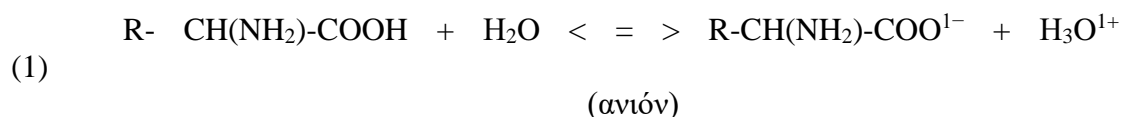
ΕΙΔΙΚΟ ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ ΘΕΜΑ- ΑΜΦΟΛΥΤΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΩΝ ΑΜΙΝΟΞΕΩΝ- ΙΣΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΣΗΜΕΙΟ

Θεωρία

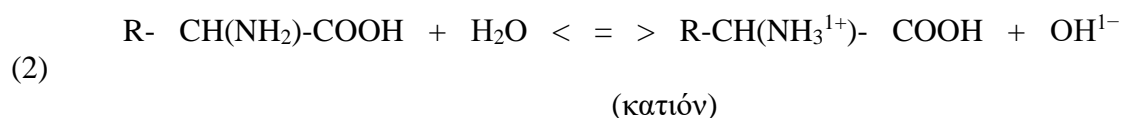
Τα αμινοξέα ($R-CH(NH_2)-COOH$) περιέχουν στο μόριό τους και όξινη ομάδα ($-COOH$) και βασική ομάδα ($-NH_2$) άρα έχουν τη δυνατότητα να συμπεριφέρονται και σαν οξέα και σαν βάσεις. Η δυνατότητα αυτή τα χαρακτηρίζει σαν αμφολύτες. Λόγω της αμφολυτικής δράσης τους σχηματίζουν άλατα είτε με οξέα είτε με βάσεις π.χ.



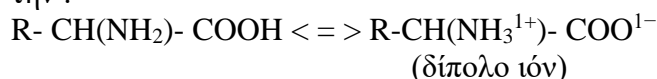
Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η συμπεριφορά των αμινοξέων σαν αμφολυτών σε υδατικά διαλύματα, γιατί συγχρόνως συμμετέχουν σε δύο ιοντικές ισορροπίες (όξινη και βασική διάσταση). Αυτές μπορούν να αποδοθούν απλά από τα παρακάτω φαινόμενα:



και



Υπάρχει μία καθορισμένη τιμή του pH για κάθε αμινοξύ, για την οποία η όξινη και η βασική διάσταση του αμινοξέος έχουν εξισωθεί. Στη τιμή αυτή του pH το H^+ της όξινης διάστασης έχει «μεταπηδήσει» στο άζωτο της αμινο ομάδας σύμφωνα με την :



Η τιμή αυτή του pH ονομάζεται ισοηλεκτρικό σημείο. Το ισοηλεκτρικό σημείο των περισσότερων αμινοξέων έχει τιμή περίπου ίση με 6.

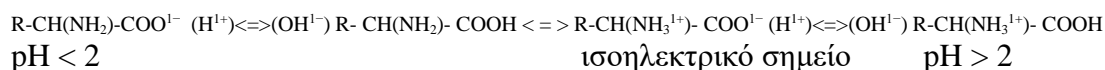
Στο ισοηλεκτρικό σημείο το αμινοξύ έχει δημιουργήσει ένα είδος εσωτερικού άλατος (γιατί έχει συμβεί ένα είδος αυτοεξουδετέρωσης της όξινης από τη βασική του ομάδα). Η μορφή του εσωτερικού άλατος αποτελεί ένα ιδιαίτερο είδος ιόντος όπου στο ίδιο σωματίδιο συνυπάρχουν και ο θετικός και ο αρνητικός πόλος. Το ιόν αυτό ορίζεται σαν δίπολο ιόν, διαφέρει δε από τα κλασσικά ιόντα όπου είναι ή θετικά φορτισμένα ή αρνητικά φορτισμένα. Η στερεή κρυσταλλική φυσική κατάσταση των αμινοξέων εξηγείται, γιατί το αμινοξύ βρίσκεται με τη μορφή δίπολου ιόντος.

Από τα προηγούμενα λοιπόν πρέπει να έχει γίνει σαφές ότι στα υδατικά διαλύματα των αμινοξέων θα συνυπάρχουν και οι τέσσερις μορφές του αμφολύτη, δηλαδή και η αδιάστατη και η μορφή του δίπολου ιόντος και η μορφή των απλών ιόντων, ανιόντων και κατιόντων.

Ανάλογα με την τιμή του pH του διαλύματος, οι ισορροπίες (1) και (2) μετατοπίζονται έτσι ώστε να επικρατεί η μία ή η άλλη μορφή. Έτσι στο ισοηλεκτρικό

σημείο επικρατεί σχεδόν αποκλειστικά η μορφή του δίπολου ιόντος, σε όξινη περιοχή η ισορροπία (1) είναι μετατοπισμένη προς την αδιάστατη μορφή ενώ η (2) προς την εν διαστάσει και το αμινοξύ βρίσκεται στο διάλυμα με την μορφή του κατιόντος R-CH(NH₃¹⁺)-COOH. Αντίθετα στη βασική περιοχή η ισορροπία (2) είναι περιορισμένη και η (1) σχεδόν ποσοτική, οπότε το αμινοξύ βρίσκεται στο διάλυμα με την μορφή του ανιόντος R-CH(NH₂)-COO¹⁻.

Τα παραπάνω μπορούν να αποδοθούν από το σχήμα:.

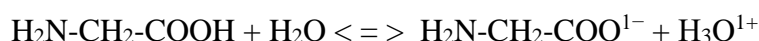


Αν λοιπόν σε διάλυμα αμινοξέος γίνει ηλεκτρόλυση τότε ανάλογα με την τιμή του pH του διαλύματος θα ποικίλουν και τα προϊόντα ηλεκτρόλυσης. Σε όξινη τιμή του pH το αμινοξύ θα κατευθύνεται στην κάθοδο (συμπεριφορά κατιόντος). Σε βασική τιμή του pH το αμινοξύ θα κατευθύνεται στην άνοδο (ανιόν) ενώ σε pH κοντά στο ισοηλεκτρικό σημείο το αμινοξύ έχοντας μορφή δίπολου ιόντος θα συμπεριφέρεται ουδέτερα και δεν θα μετακινείται.

N. Εφαρμογή

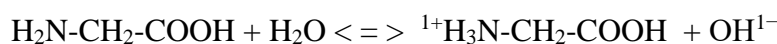
Ποιό το ισοηλεκτρικό σημείο της γλυκίνης (H₂N-CH₂-COOH) αν δίνεται k_a = 2.10⁻¹⁰, k_β = 1,83.10⁻¹², k_w = 10⁻¹⁴.

Οι δύο σύγχρονες ισορροπίες έχουν ως εξής:



$$k_a = \frac{[\text{H}_2\text{N-CH}_2\text{-COO}^{1-}][\text{H}_3\text{O}^{1+}]}{[\text{H}_2\text{N-CH}_2\text{-COOH}]}$$

(1)



$$k_\beta = \frac{[{}^{1+}\text{H}_3\text{N-CH}_2\text{-COOH}][\text{H}_3\text{O}^{1+}]}{[\text{H}_2\text{N-CH}_2\text{-COOH}]}$$

(2)

Εφόσον ισοηλεκτρικό σημείο η όξινη και η βασική διάσταση είναι ίσες, άρα:

$$[\text{H}_2\text{N-CH}_2\text{-COO}^{1-}] = [{}^{1+}\text{H}_3\text{N-CH}_2\text{-COOH}]$$

(3)

Επίσης

$$[\text{H}_3\text{O}^{1+}][\text{OH}^{1-}] = 10^{-14}$$

(4)

Από (3) & (4) ⇒ pH ≈ 5,97

Γυμνάσιο- Λ. Τ. Λαιμού Πρεσπών
Λαιμός Πρεσπών, Φλώρινα
Τηλ. 2385051330, 2385051395