



Χημεία Ενώσεων Συναρμογής

Ενότητα 3: Σύνθεση, Δραστικότητα και Δομή Ενώσεων
Συναρμογής

Ακρίβος Περικλής
Τμήμα Χημείας



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.





Σύνθεση, Δραστικότητα και Δομή Ενώσεων Συναρμογής

Ερωτήσεις



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Περιεχόμενα ενότητας

1. Ερωτήματα σχετικά με την σύνθεση, δραστικότητα και δομή ενώσεων συναρμογής



Σκοποί ενότητας

- Κατανόηση σχετικά με την σύνθεση, δραστικότητα και δομή ενώσεων συναρμογής μέσω ερωτήσεων και απαντήσεων





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Ερωτήσεις και Απαντήσεις

Σύνθεση, Δραστικότητα και Δομή ενώσεων συναρμογής

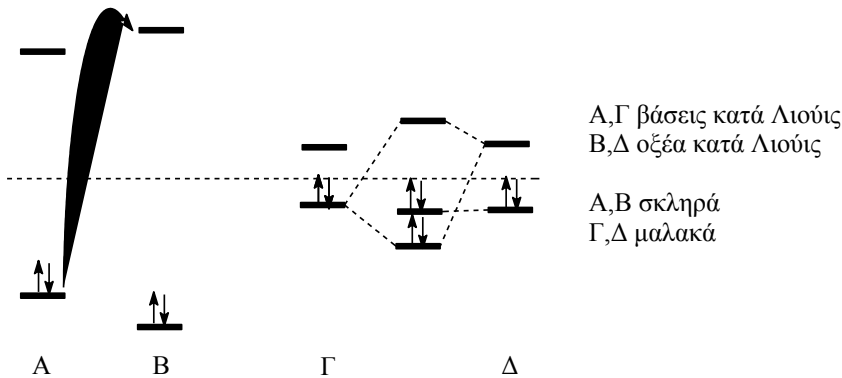
Ερώτηση 1^η

- Λαμβάνονται 10 mL από υδατικό διάλυμα όπου περιέχονται 0,01 M Pb^{2+} και 0,01 M Mg^{2+} . Αυτό το διάλυμα αντιδρά με ίσο όγκο υδατικού διαλύματος όπου περιέχονται 0,1 M φαινόλης (PhOH) και 0,1 M θειοφαινόλης (PhSH). Με βάση την θεωρία περί σκληρών οξέων και βάσεων να εκτιμήσετε ποια είναι τα πιθανά σύμπλοκα που μπορεί να σχηματισθούν κατά την αντίδραση που περιγράφεται.
- Σύμφωνα με την αρχή του Pearson, δύο κατηγορίες συμπλόκων είναι θερμοδυναμικά σταθερές, αυτές που προκύπτουν από την αλληλεπίδραση
- σκληρό οξύ – σκληρή βάση ή μαλακό οξύ – μαλακή βάση



Η θεωρία σκληρών και μαλακών οξέων και βάσεων έχει ως εξής:

- Στην περίπτωση σκληρών αντιδραστηρίων αναμένεται αλληλεπίδραση μεταξύ δύο τροχιακών με μεγάλη ενεργειακή διαφορά και άρα το τελικό σύστημα θα περιγράφεται με "ιοντικές" καταστάσεις ενώ στην περίπτωση μαλακών αντιδραστηρίων αναμένεται ο σχηματισμός ενός ομοιοπολικού συστήματος.



Σκληρά –Μαλακά Αντιδραστήρια

| ΟΞΕΑ | κατηγορία | ΒΑΣΕΙΣ |
|--|------------------|--|
| Μικρή ακτίνα r , μεγάλο θετικό φορτίο $+q$, κενή στοιβάδα σθένους H^+ , Li^+ , Na^+ , Be^{2+} , Mg^{2+} , Al^{3+} , Ti^{4+} , Fe^{3+} , Sn^{4+} , Co^{3+} , La^{3+} , Ac^{3+} | Σκληρά | Μικρή ακτίνα r , μεγάλη ηλεκτραρνητικότητα χ . OH_2 , OR_2 , NH_3 , NR_3 , OH^- , O^{2-} , F^- , Cl^- , ClO_4^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} |
| Ενδιάμεσα Fe^{2+} , Co^{2+} , Cu^{2+} , Sn^{2+} , Pd^{2+} , Rh^{3+} , Ir^{3+} | Ενδιάμεσα | Ενδιάμεσα NO_2^- , Br , $PhNH_2$, py |
| Μεγάλη ακτίνα r , μικρό θετικό φορτίο $+q$, κατειλημένη στοιβάδα σθένους Cu^+ , Ag^+ , Au^+ , Tl^+ , Pt^{2+} , Pt^{4+} , Cd^{2+} , Rh^+ , Hg^{2+} | Μαλακά | Μεγάλη ακτίνα r , μικρή ηλεκτραρνητικότητα χ . SR_2 , PR_3 , CO , αλκένια, RS^- , I^- , CN^- , SCN^- |



Σκληρότητα Αντιδραστηρίων

- Προφανώς για τα ενδιάμεσου τύπου αντιδραστήρια αναμένεται να πραγματοποιούν αλληλεπιδράσεις τόσο με σκληρά όσο και με μαλακά αντιδραστήρια.
- Η «σκληρότητα» είναι κάτι μεταβλητό και εξαρτώμενο από το περιβάλλον του αντιδραστηρίου. Για παράδειγμα το CuCl_2 μπορεί να αντιδράσει ευκολότερα με σκληρές βάσεις ενώ το $\text{Cu}(\text{SCN})_2$ ευκολότερα με μαλακές. Έτσι, πιθανότερη είναι η απομόνωση $\text{CuCl}_2(\text{NR}_3)_2$ παρά $\text{CuCl}_2(\text{PR}_3)_2$



Ερώτηση 1^η συνέχεια

- Πίσω στο «πρόβλημα». Δίνεται ότι **10 mL** από υδατικό διάλυμα όπου περιέχονται **0,01 M Pb²⁺** και **0,01 M Mg²⁺**. Εδώ υπάρχει ένα τυπικό μαλακό κι ένα τυπικό σκληρό οξύ κατά Lewis.
- Δίνεται ακόμη ότι : Αυτό το διάλυμα αντιδρά με ίσο όγκο υδατικού διαλύματος όπου περιέχονται **0,1 M φαινόλης (PhOH)** και **0,1 M θειοφαινόλης (PhSH)**. Κι εδώ έχουμε μια τυπικά σκληρή και μια τυπικά μαλακή βάση, αφού οι δότες των δύο μορίων είναι τα άτομα **O** και **S** αντίστοιχα.
- Συνεπώς έχουμε επίδραση των βάσεων σε μια δεκαπλάσια περίσσεια ως προς τα οξέα, άρα δεν υπάρχει περίπτωση να ισχυριστούμε την ύπαρξη ισορροπίας. Οι αντιδράσεις που συμβαίνουν πρέπει να θεωρηθεί ότι ολοκληρώνονται.



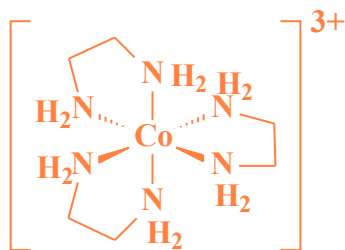
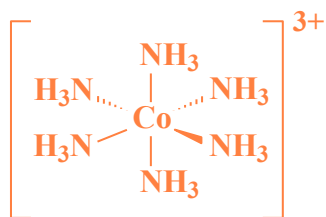
Ερώτηση 2^η

- Έχοντας υπόψιν ότι οι κυριότεροι αριθμοί συναρμογής στις ενώσεις των μετάλλων είναι 6 και δευτερευόντως 4, μπορούμε να προτείνουμε τον σχηματισμό των εξής σταθερών ενώσεων.
 - $[\text{Pb}(\text{PhSH})_6]^{2+}$ και $[\text{Mg}(\text{PhOH})_6]^{2+}$
- Πραγματοποιήθηκε αντίδραση 1 mmol υδατικών διαλυμάτων $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ και $[\text{Co}(\text{en})_3]^{3+}$ με στοιχειομετρική ποσότητα διθειοκαρβαμιδικού άλατος του καλίου. Τα αρχικά διαλύματα έχουν πορτοκαλί χρώμα και μετά παρέλευση 72 ωρών υπό ανάδευση παρατηρείται η καταβύθιση ενός πράσινου προϊόντος. Στην πρώτη περίπτωση το διήθημα είναι άχρωμο ενώ στην δεύτερη ανοιχτό πορτοκαλί και το στερεό προϊόν λαμβάνεται σε μικρή ποσότητα. Να γραφούν οι αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα και να εξηγηθεί λεπτομερώς η παρατηρούμενη διαφοροποίηση στην συμπεριφορά των δύο συμπλόκων.

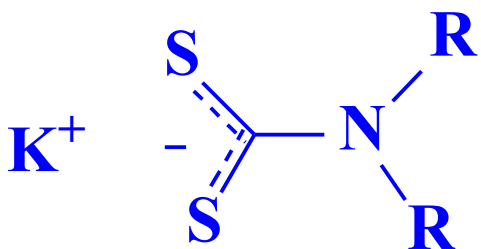


$[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ και $[\text{Co}(\text{en})_3]^{3+}$

- Οι δύο ενώσεις είναι σύμπλοκα του τρισθενούς κοβαλτίου με αριθμό συναρμογής 6, άρα οκταεδρικές, με μόρια που έχουν άτομα-δότες N. Άρα οι αντιδράσεις τους είναι άμεσα συγκρίσιμες μεταξύ τους.



Διθειοκαρβαμιδικό Άλας του Καλίου



- Το διθειοκαρβαμιδικό άλας του καλίου έχει την δυνατότητα συναρμογής πρώτον γιατί φέρει αρνητικό φορτίο και δεύτερον επειδή μπορεί να σχηματίσει χηλικό δακτύλιο με το μεταλλικό ιόν (σταθερότερο σύμπλοκο). Άρα θα πραγματοποιηθεί, σε κάθε περίπτωση αντίδραση αντικατάστασης του δότη από το διθειοκαρβαμιδικό ανιόν.

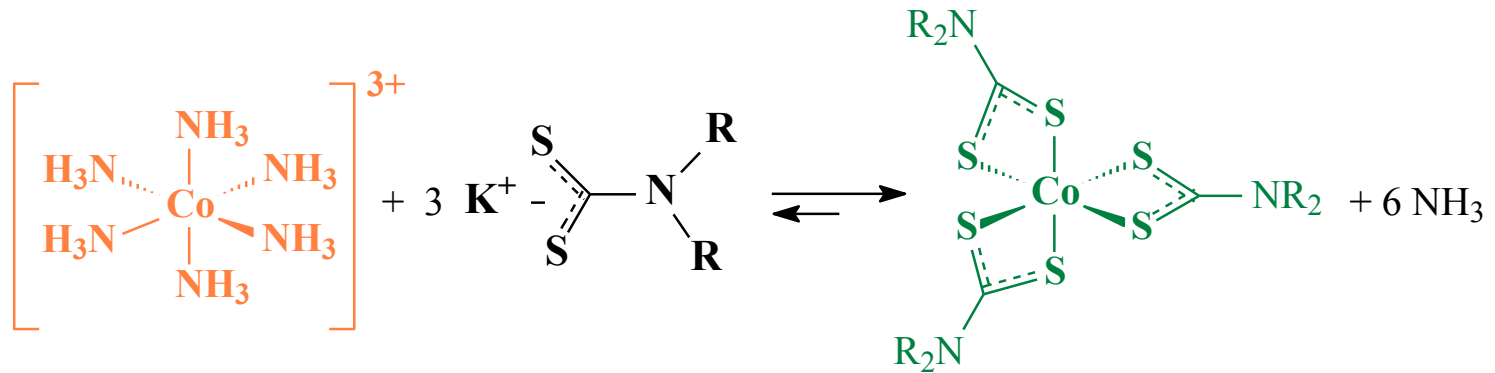


Πορεία Αντίδρασης Ερώτησης 2^η

- Το ότι η αντίδραση πραγματοποιείται για 72 ώρες σημαίνει πως οποιαδήποτε ισορροπία υπήρχε έχει αποκατασταθεί.
- Το ότι σχηματίζεται ένα πράσινο ίζημα σημαίνει ότι δημιουργείται ένα νέο προϊόν το οποίο είναι δυσδιάλυτο στο νερό, άρα πρέπει να είναι μια ένωση ομοιοπολική και με σχετικά μεγάλο μοριακό βάρος. Η ένωση αυτή είναι κοινή και στις δύο αντιδράσεις.
- Το ότι το διάλυμα στην μία περίπτωση είναι άχρωμο ενώ στην άλλη ανοιχτό πορτοκαλί σημαίνει ότι στην πρώτη περίπτωση η αντίδραση ολοκληρώθηκε ενώ στην δεύτερη όχι.
- Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η δεύτερη ένωση είναι πιο σταθερή και κατά συνέπεια δεν πραγματοποιεί σε μεγάλο βαθμό την αντίδραση αντικατάστασης της αιθυλενοδιαμίνης από το διθειοκαρβαμιδικό ανιόν.



Τυπικό παράδειγμα εμφάνισης του λεγομένου χηλικού αποτελέσματος



Ερώτηση 3^η

- Έχουν απομονωθεί οι ενώσεις με συντακτικό τύπο $[\text{Hg}(\text{SCN})_4]^{2-}$ και $[\text{Co}(\text{SCN})_4]^{2-}$ για τις οποίες τα φάσματα υπερύθρου έδειξαν από μια χαρακτηριστική έντονη κορυφή στα 2160 και 1940 cm^{-1} αντίστοιχα.

α) Να εξηγηθεί η πηγή της απορρόφησης αυτής και να συσχετισθεί με τον συντακτικό τύπο των ενώσεων.

β) Κάποιος σκέφτηκε να πραγματοποιήσει μια αντίδραση με προσθήκη σε υδατικό διάλυμα 1 mol HgCl_2 , 1 mol CoCl_2 και 4 mol NH_4SCN . Το προϊόν που καταβυθίστηκε είχε την αναμενόμενη στοιχειομετρία $\text{CoHg}(\text{SCN})_4$. Το φάσμα υπερύθρου του αναμένεται να εμφανίζει και τις δύο παραπάνω ταινίες απορρόφησης και αν όχι γιατί. Να προταθεί δομή για την νέα αυτή ένωση.



Απάντηση 3^{ης} Ερώτησης

- Πρόκειται για την περίπτωση της δημιουργίας ενώσεως ενός αμφιδραστικού δότη όπως είναι το ιόν SCN^- . Σε πρώτη προσέγγιση αναμένεται ο σχηματισμός συμπλόκου και με τα δύο μεταλλικά ιόντα. Απ' αυτά ο μεν υδράργυρος μπορεί να θεωρηθεί μαλακό το δε κοβάλτιο σκληρό οξύ, άρα πρέπει ανάλογα και το SCN^- να συμπεριφερθεί ως μαλακή και σκληρή βάση αντίστοιχα. Αυτό είναι δυνατόν επειδή μπορεί να δράσει ως δότης τόσο από το «μαλακό» S όσο και από το «σκληρό» N.
- Πριν προχωρήσουμε στον τρόπο συναρμογής καλό είναι να διαπιστώσουμε αν πραγματικά μπορεί να γίνει συναρμογή και από τα δύο άκρα. Στην περίπτωση αυτή (όπως και σε κάθε παρόμοια) χρησιμοποιείται ένα «μείγμα» προσεγγίσεων, με τρόπο συμπληρωματικό ή μια της άλλης, ώστε να «κερδίζουμε» από κάθε προσέγγιση τα πλεονεκτήματα που δίνει.
- **Συνεπώς αρχίζουμε με την περιγραφή του ιόντος του SCN^- με τις πιθανές δομές Lewis.**



Περιγραφή του ιόντος του SCN⁻ με τις πιθανές δομές Lewis.

- Κατ' αρχήν σημειώνουμε τα άτομα με τα ηλεκτρόνια σθένους που έχει το καθένα.
- Κατόπιν αρχίζουμε τις προσπάθειες να «ικανοποιήσουμε» το καθένα, δηλαδή να σχηματίσουμε τους απαραίτητους δεσμούς ώστε όλα τα άτομα να έχουν συμπληρώσει την εξωτερική τους τροχιά με 8 ηλεκτρόνια.

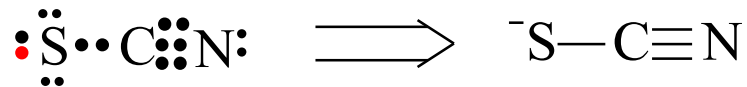


- Για να γίνει αυτό θα απαιτούνταν $3 \times 8 = 24$ ηλεκτρόνια ενώ είναι διαθέσιμα μόνο $6 + 4 + 5 + 1 = 16$
- Άρα πρέπει να διαμοιραστούν, με σκοπό να γίνουν «κοινά», $24 - 16 = 8$ ηλεκτρόνια, δηλαδή θα απαιτηθεί ο σχηματισμός 4 δεσμών (σ- ή π- αδιακρίτως).

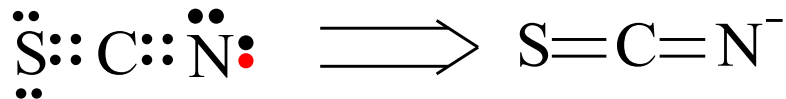


Δεσμοί στο ιόν SCN⁻

- Αν αρχίσουμε από το N προς τα αριστερά, τότε έχουμε την εξής κατάληξη:



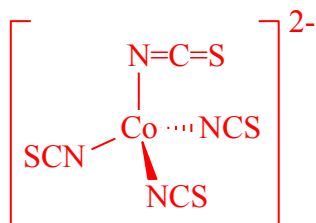
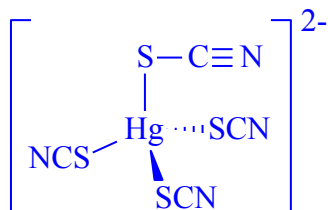
- Αν αρχίσουμε από το S προς τα δεξιά, τότε έχουμε την εξής κατάληξη



- Προκύπτουν δύο δομές συντονισμού με 4 δεσμούς η καθεμιά (άρα σωστές) αλλά με τις εξής διαφορές. Η πρώτη έχει τριπλό δεσμό μεταξύ C και N και το αρνητικό φορτίο εντοπισμένο στο «μαλακό» S, ενώ η δεύτερη έχει διπλό δεσμό μεταξύ C και N και το αρνητικό φορτίο εντοπισμένο στο «σκληρό» N.



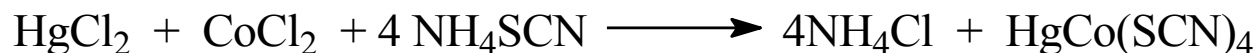
Πιθανές Δομές Συντονισμού SCN⁻



- Οι δύο απορροφήσεις που δίνονται βρίσκονται σε ψηλούς κυματάριθμους και αποδίδονται στην ύπαρξη στα μόρια αυτά κάποιων ισχυρών πολλαπλών δεσμών, στην περίπτωση μας πιθανότατα του δεσμού μεταξύ C και N. Πράγματι, στο σύμπλοκο του Hg προβλέπεται «τριπλός» δεσμός (απορρόφηση στους 2150 cm^{-1}) και στο αντίστοιχο του Co «διπλός» και άρα απορρόφηση σε μικρότερο κυματάριθμο.



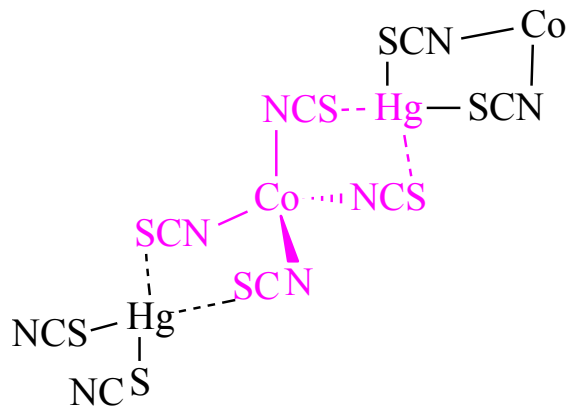
Αντίδραση που πραγματοποιήθηκε



- Ελλείψει άλλου δεδομένου, θεωρούμε ότι η ένωση είναι μια, ενιαία, μη ηλεκτρολύτης, άρα το πιο πιθανό είναι να αποτελεί μια διμεταλλική ένωση με προφανή τον σχηματισμό γεφυρών μεταξύ των δύο μετάλλων. Οι γέφυρες αυτές μπορούν εύκολα να θεωρηθούν ότι σχηματίζονται αν κάθε ιόν συνδέεται με το αντίστοιχο μέταλλο με το αντίστοιχο άκρο του, δηλαδή κατά κάποιο τρόπο διατηρούνται οι επιμέρους δομές που έχουμε ήδη βρει για τα επιμέρους μονοπυρηνικά σύμπλοκα.
- Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία ενός πολυμερούς πλέγματος του ακόλουθου γενικού τύπου.



Πολυμερές Πλέγμα που δημιουργήθηκε



- Εννοείται πως στην περίπτωση αυτή δεν μπορεί να περιγραφεί η συναρμογή του ανιόντος της γέφυρας με καμιά από τις δύο προηγούμενες δομές συντονισμού του άρα περιγράφεται από την μεσομερή δομή, όπου προφανώς η τάξη δεσμού μεταξύ C και N είναι μεταξύ 2 και 3. Συνεπώς στο μόριο που παρασκευάστηκε, αναμένεται να εμφανίζεται μία κορυφή στην περιοχή που απορροφά η ομάδα του SCN⁻ και μάλιστα μεταξύ των 2150 και των 1900 κυματάριθμων.



4^η Ερώτηση

- Έχουν καταγραφεί τα φάσματα ορατού των ενώσεων $[\text{Ni}(\text{PPh}_3)_2\text{Br}_2]$ και $[\text{Ni}(\text{PPh}_3)_2(\text{CN})_2]$ με το καθένα να εμφανίζει μια ταινία τύπου d-d. Οι ταινίες αυτές σημειώθηκε κάπου πρόχειρα ότι ήταν στα 527 nm και στα 583 nm αλλά δεν σημειώθηκε η αντιστοίχισή τους.
 - α) Να βρεθεί και να δικαιολογηθεί η αντιστοίχιση των ταινιών.
 - β) Να εκτιμηθούν οι μαγνητικές ιδιότητες των δύο ενώσεων.
 - γ) Να προταθεί μοριακή δομή για καθεμιά από τις ενώσεις.

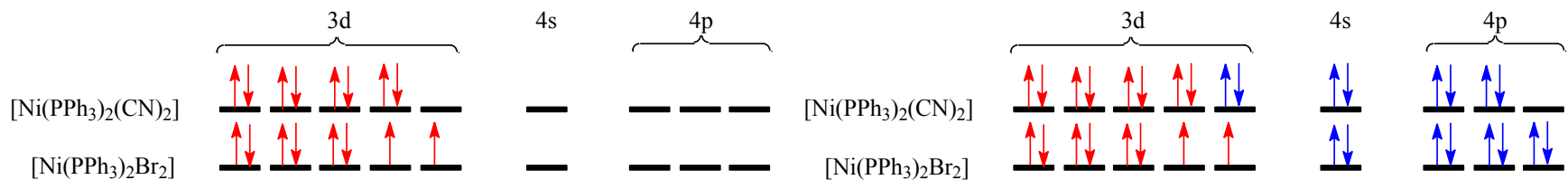


Δικαιολόγηση Αντιστοίχησης Ταινιών

- Σε καθένα από τα δύο σύμπλοκα συμμετέχουν δύο φωσφίνες που είναι δότες μονοδραστικοί και ουδέτεροι. Συμμετέχουν επίσης από δύο ανιονικοί μονοδραστικοί δότες. Αυτό σημαίνει ότι τα δύο σύμπλοκα έχουν αριθμό συναρμογής 4 και άρα είναι είτε τετραεδρικά είτε επίπεδα τετραγωνικά. Αφού τα σύμπλοκα είναι ουδέτερα, αυτό σημαίνει ότι η βαθμίδα οξείδωσης του μετάλλου είναι η +2. Η ηλεκτρονιακή διαμόρφωση για το Ni είναι $4s^23d^8$ και συνεπώς για το δισθενές Ni $3d^8$.
- Η διαφοροποίηση στην θέση της ταινίας d-d αντιστοιχεί στην διαφοροποίηση Δ του καθενός από τα δύο σύμπλοκα. Οι δύο δότες είναι κοινοί στις δύο ενώσεις, όμως οι άλλοι δύο διαφέρουν και το μεν Br είναι ασθενούς πεδίου, το δε CN ισχυρού.
- Αν υιοθετηθεί η προσέγγιση της θεωρίας δεσμού σθένους, τότε το ισχυρό πεδίο του CN συνεπάγεται «συμπίεση» των ηλεκτρονίων του μετάλλου ώστε να σχηματίσουν 4 ζεύγη αφήνοντας ένα d τροχιακό κενό, ενώ το ασθενές πεδίο του Br συνεπάγεται την τυπική διάταξη των ηλεκτρονίων σύμφωνα με τον κανόνα του Hund, άρα την ύπαρξη δύο μονήρων ηλεκτρονίων.



Κατανομή των ηλεκτρονίων στα d τροχιακά του Ni



Έτσι, η κατανομή των ηλεκτρονίων στα d τροχιακά του Ni είναι η ακόλουθη για τις δύο ενώσεις

Αυτό σημαίνει ότι η κατανομή των ζευγών ηλεκτρονίων από τους δότες θα ακολουθήσει το επόμενο γενικό σχήμα.

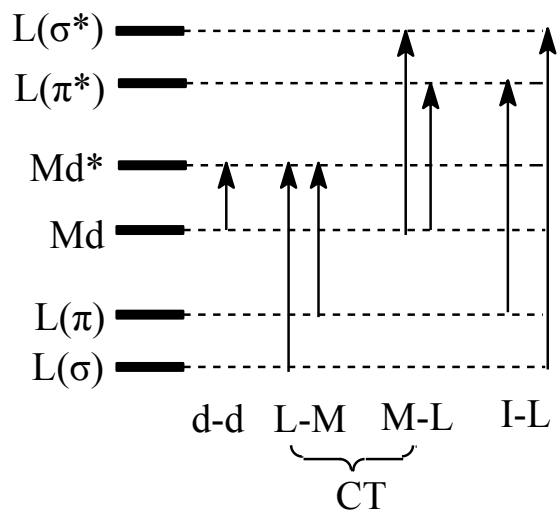


Μαγνητική Συμπεριφορά των 2 Ενώσεων

- Προκύπτει ένα άμεσο συμπέρασμα για την μαγνητική συμπεριφορά των δύο ενώσεων. Αυτές είναι, η μεν κυανιούχος διαμαγνητική η δε βρωμιούχος παραμαγνητική.
- Ακόμη προκύπτει άμεσα ο υβριδισμός του κεντρικού μετάλλου που είναι dsp^2 (δηλαδή τετραγωνικός) για την κυανιούχο και sp^3 (δηλαδή τετραεδρικός) για την βρωμιούχο ένωση.
- Τέλος, ισχυρότερο πεδίο για το CN σημαίνει για το σύμπλοκό του μεγαλύτερο Δ , μεγαλύτερη n και μικρότερο λ απορρόφησης απ' ότι για το σύμπλοκο του Br. Άρα το κυανιούχο σύμπλοκο απορροφά στα 527 nm.



Διάγραμμα Ενεργειακών Καταστάσεων Σύμπλοκης Ένωσης

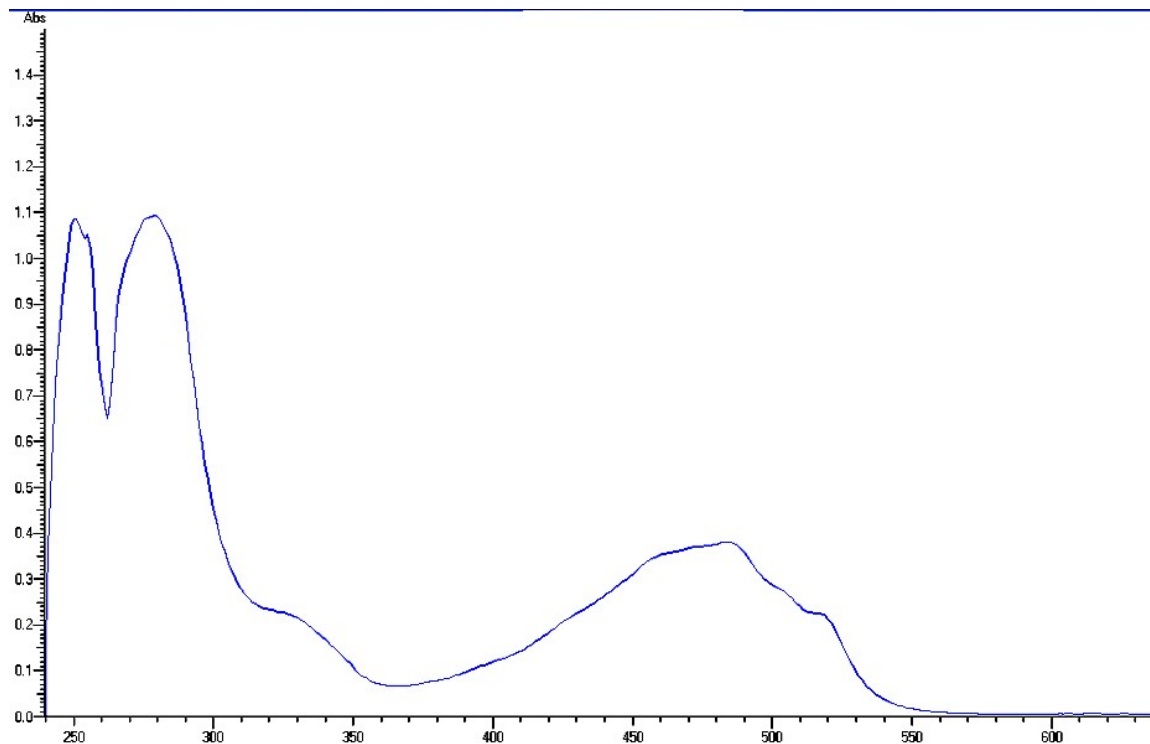


- Τυπικό διάγραμμα ενεργειακών καταστάσεων σε μια ένωση συναρμογής. Η διαδοχή των σ , π , π^* και σ^* τροχιακών που είναι εντοπισμένα κυρίως στα ligand είναι όπως και στα ελεύθερα ligand αν και οι θέσεις των τροχιακών είναι διαφοροποιημένες σε σχέση με εκείνες στα ελεύθερα μόρια.
- Στο σύμπλοκο παρεμβάλλονται τα d και d^* τροχιακά που είναι κυρίως εντοπισμένα στο μεταλλικό ιόν.



Φάσμα ορατού-υπεριώδους ενός συμπλόκου

Χαρακτηριστικές θέσεις και εντάσεις απορροφήσεων στο φάσμα ορατού-υπεριώδους ενός συμπλόκου.



Χημεία Ενώσεων Συναρμογής

Τμήμα Χημείας



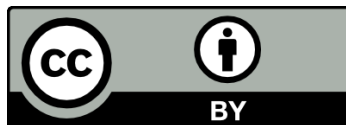
Είδη διέγερσης και περιπτώσεις που παρατηρούνται

| είδος διέγερσης | περιοχή τιμών ε | Περιπτώσεις όπου παρατηρούνται |
|--|-----------------|---|
| Σπιν απαγορευμένη και Λαγόρτε απαγορευμένη | 0,1 - 10 | Οι περισσότερες περιπτώσεις διεγέρσεων τύπου d-d στις σύμπλοκες ενώσεις και κυρίως στις οκταεδρικές ενώσεις |
| Σπιν επιτρεπτή και Λαγόρτε απαγορευμένη | 10 - 100 | Οι d-d διεγέρσεις στα «ιοντικά» οκταεδρικά σύμπλοκα, καθώς και σε αρκετά επίπεδα τετραγωνικά. |
| | 100 – 1.000 | Οι d-d διεγέρσεις σε τετραεδρικά σύμπλοκα καθώς και σε οκταεδρικού τύπου αλλά χαμηλής συμμετρίας |
| Σπιν επιτρεπτή και Λαγόρτε επιτρεπτή | 100 - 10.000 | Οι ταινίες μεταφοράς φορτίου |
| | > 10.000 | Διεγέρσεις μεταξύ ενεργειακών σταθμών που εντοπίζονται στους δότες |



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>





Τέλος ενότητας

Επεξεργασία: <Άννα Μάντη>
Θεσσαλονίκη, <Δεκέμβριος 2014>



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Σημειώματα

Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

