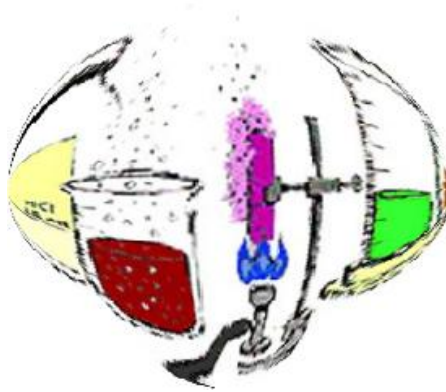




ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΒΟΡΕΙΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΧΗΜΕΙΑ



26 Ιανουαρίου 2019

ΛΥΚΕΙΟ:

ΟΜΑΔΑ ΜΑΘΗΤΩΝ: 1.
2.
3.

ΜΟΝΑΔΕΣ:

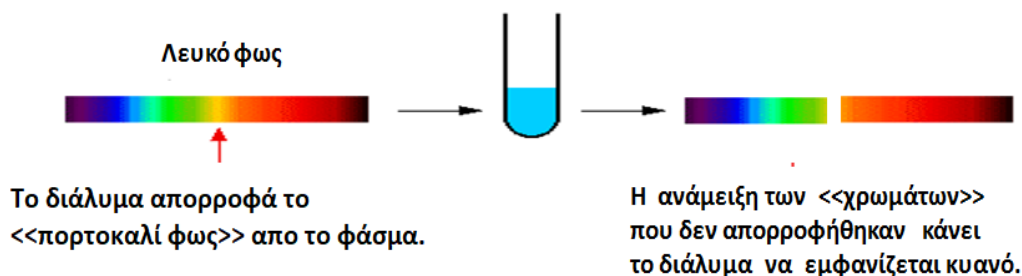
ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΦΩΤΟΣ VS ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η φασματοφωτομετρία βρίσκει αναλυτικές εφαρμογές (ανίχνευση, ταυτοποίηση, ποσοτικός προσδιορισμός) στη Χημεία, στην Κλινική Χημεία και σε άλλα επιστημονικά πεδία. Στη συγκεκριμένη άσκηση εστιάζουμε στον ποσοτικό προσδιορισμό και συγκεκριμένα στην εύρεση της περιεκτικότητας ή της συγκέντρωσης ενός διαλύματος που περιέχει μία διαλυμένη έγχρωμη ουσία.

ΤΟ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

Η διέλευση του λευκού φωτός μέσα από ένα σώμα έχει ως αποτέλεσμα την απορρόφηση κάποιων τμημάτων του φάσματος αυτού. Αν απορροφηθεί ολόκληρο το φάσμα του λευκού φωτός, το υλικό εμφανίζεται μαύρο. Αν δεν απορροφηθεί κανένα τμήμα του φάσματος και ανακλαστεί ολόκληρο, φαίνεται άσπρο. Το τμήμα του φάσματος του λευκού φωτός το οποίο δεν απορροφάται ελευθερώνεται, δηλαδή ανακλάται ή περνά μέσα από τη μάζα της ουσίας και δίνει το χαρακτηριστικό χρώμα μιας ουσίας. Στο παρακάτω Σχήμα 1 φαίνεται η περίπτωση διαλύματος θεικού χαλκού (CuSO_4), το οποίο απορροφά το «πορτοκαλί φως» με αποτέλεσμα το διάλυμα να εμφανίζει χρώμα κυανό.



Σχήμα 1

Κάποια μόρια, όπως αναφέρθηκε, όταν ακτινοβοληθούν, απορροφούν μέρος της ακτινοβολίας. Όσο περισσότερα μόρια υπάρχουν στην δέσμη του φωτός, τόσο περισσότερο φως απορροφάται. Άρα μετρώντας τη διαφορά της ποσότητας του φωτός με και χωρίς τα προς μέτρηση μόρια μπορούμε να εκτιμήσουμε την ποσότητά τους. Το **φασματοφωτόμετρο** είναι όργανο το οποίο μετρά την ένταση μιας επιλεγμένης συχνότητας ακτινοβολίας. Χρησιμοποιείται κυρίως στην Αναλυτική Χημεία, αλλά και σε άλλες θετικές επιστήμες (Αστρονομία, Φυσική κλπ). Μερικές φορές αντί για φασματοφωτόμετρο χρησιμοποιούμε τα μάτια μας και παρατηρώντας πόσο σκούρο είναι ένα διάλυμα χρωστικής βγάζουμε ποιοτικά συμπεράσματα για τη συγκέντρωσή του. Δηλαδή ένα σκούρο διάλυμα είναι πιο πυκνό από ένα ανοιχτόχρωμο.

Η φασματοφωτομετρία χρησιμοποιείται, για να υπολογίσουμε με ακρίβεια την συγκέντρωση ενός άγνωστου διαλύματος. Χρησιμοποιώντας μια σειρά πρότυπα διαλύματα (με γνωστές συγκεντρώσεις μιας ουσίας) κατασκευάζουμε μια γραφική παράσταση που μας βοηθάει να υπολογίσουμε την συγκέντρωση ενός άγνωστου διαλύματος.

Η παραπάνω μεθοδολογία στηρίζεται στον Νόμο των Lambert-Beer. Ο νόμος αυτός συσχετίζει την ποσότητα του φωτός (ένταση ακτινοβολίας) που προσπίπτει σε ένα διάλυμα και την ποσότητα του φωτός που απορροφάται από αυτό με την περιεκτικότητα σε διαλυμένη ουσία Σχήμα 2.



Σχήμα 2

Συγκεκριμένα εκφράζεται από τον τύπο:

$$I = I_0 \cdot 10^{-\epsilon C d} \quad (\text{Σχέση 1})$$

Όπου:

I_0 : είναι η ένταση της ακτινοβολίας που προσπίπτει στο διάλυμα

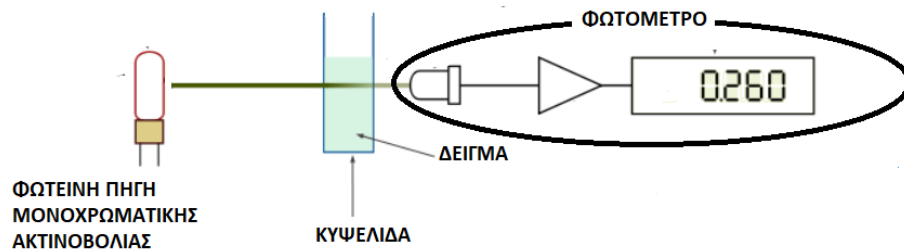
I : η ένταση της ακτινοβολίας που διαπερνά το διάλυμα

ϵ : ο μοριακός συντελεστής απορρόφησης

C : η συγκέντρωση της ουσίας στο διάλυμα

d : το πάχος της στιβάδας του διαλύματος

Η πιο απλή μορφή φασματοφωτόμετρου είναι το φασματοφωτόμετρο ορατού φάσματος. Σε αυτό μια φωτεινή πηγή εκπέμπει μονοχρωματική ακτινοβολία την οποία απορροφά η διαλυμένη ουσία ενός διαλύματος. Η ακτινοβολία αυτή περνάει μέσα από μια κυψελίδα (διαφανές άχρωμο δοχείο) που περιέχει το προς εξέταση διάλυμα και όσο φως δεν απορροφά το διάλυμα μετريέται από ένα φωτόμετρο που βρίσκεται στην απέναντι πλευρά της κυψελίδας Σχήμα 3.



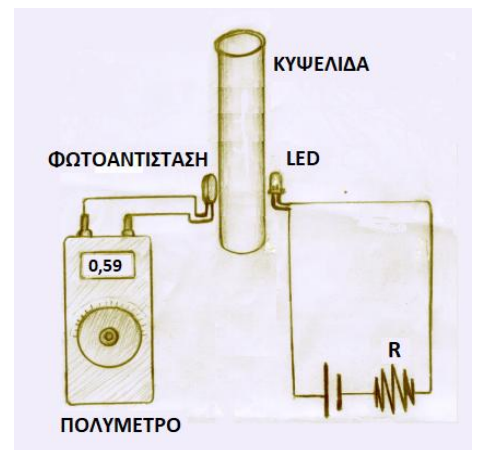
Σχήμα 3

Η ΥΠΟΘΕΣΗ

Ο φωτοαντιστάτης ή φωτοαντίσταση είναι ένα ηλεκτρικό εξάρτημα του οποίου η τιμή της ηλεκτρικής αντίστασης R_ϕ αλλάζει αντιστρόφως ανάλογα με την ποσότητα του φωτισμού που πέφτει στην επιφάνεια του ($I = \lambda/R_\phi$). Η ηλεκτρική αντίσταση του φωτοαντιστάτη μειώνεται όταν η ένταση του φωτός που προσπίπτει σε αυτή αυξάνεται και το αντίστροφο. Η μέτρηση της τιμής της R_ϕ μπορεί να γίνει με ένα κοινό πολύμετρο. Με βάση τα παραπάνω η Σχέση 1 διαμορφώνεται ως εξής:

$$\lambda/R_\phi = \lambda/R_{\phi 0} \cdot 10^{-\epsilon C d} \rightarrow R_\phi = R_{\phi 0} \cdot 10^{\epsilon C d} \quad (\text{Σχέση 2})$$

Για να κάνετε τις μετρήσεις σας διαθέτετε μια κατασκευή που αναπαριστά το φασματοφωτόμετρο. Η κυψελίδα του φασματοφωτόμετρου, που σας δίνεται έτοιμη, αποτελείται από ένα δοκιμαστικό σωλήνα πάνω στον οποίο έχουν κολληθεί, με μαύρη μονωτική ταινία, μία ηλεκτρική αντίσταση και ένα LED που εκπέμπει χρώμα πορτοκαλί όταν συνδέεται με μια μπαταρία. Το LED και η φωτοαντίσταση έχουν κολληθεί αντιδιαμετρικά σε απόσταση 2 cm από τον πυθμένα του δοκιμαστικού σωλήνα ώστε να έχουν οπτική επαφή μεταξύ τους, δηλαδή το φως του LED να μπορεί να πέσει πάνω στη φωτοαντίσταση. Οι ακροδέκτες της φωτοαντίστασης και του LED είναι ελεύθεροι ώστε να μπορούν να συνδεθούν με ένα πολύμετρο και μία μπαταρία αντίστοιχα. Το αυτοκόλλητο χαρτάκι με την ένδειξη LED δείχνει τη θέση των ακροδεκτών του LED. Όλος ο σωλήνας έχει καλυφτεί με μαύρη ταινία για να μην επηρεάζεται η φωτοαντίσταση από το εξωτερικό φως. Εσείς θα στερεώσετε την κυψελίδα στο στήριγμα που σας δίνεται και θα συνδέσετε τη φωτοαντίσταση με τα καλώδια μαύρο-κόκκινο του πολύμετρου. Ομοίως χρησιμοποιώντας τα κροκοδειλάκια θα συνδέσετε το LED με τη συστοιχία των μπαταριών και την ηλεκτρική αντίσταση R που σας δίνεται, όπως φαίνεται στο Σχήμα 4. **Λεπτομέρειες συναρμολόγησης στην δραστηριότητα 1 παρακάτω.**



Σχήμα 4

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Όργανα Σκευή και Υλικά που θα πρέπει να έχετε μπροστά σας:

- Πολύμετρο
- 3 Καλώδια (κροκοδειλάκι - κροκοδειλάκι)
- Συστοιχία μπαταριών 3 Volt
- Ηλεκτρική αντίσταση R
- Κατασκευή που αντικαθιστά την κυψελίδα
- Στατώ και λαβίδα
- Πώμα (από πλαστικό μπουκάλι νερού)
- Πουάρ 3 βαλβίδων
- Σιφόνιο πλήρωσης των 50ml
- Ογκομετρική φιάλη των 100 ml με πώμα
- Χωνί διήθησης
- Πλαστική ράβδος ανάδευσης
- Πλαστικό ποτήρι με ένδειξη Ξ
- Υδροβολέας με απιονισμένο νερό
- 4 Πλαστικά ποτήρια με ενδείξεις 0,8M, 0,4M, 0,2M και 0,1M.

Δραστηριότητα 1

«Σύνδεση στοιχείων φασματοφωτόμετρου»

Συνδέστε κατάλληλα τα στοιχεία του φασματοφωτόμετρου, όπως περιγράφεται παραπάνω και όπως δείχνει το Σχήμα 4. Βλέποντας από πάνω στο εσωτερικό της κυψελίδας και κλείνοντας το ηλεκτρικό κύκλωμα θα πρέπει να ανάβει το λαμπάκι LED. Αν δεν ανάβει θα πρέπει να αλλάξετε την πολικότητα της σύνδεσης της μπαταρίας (το

ηλεκτρικό ρεύμα περνάει από το LED κατά μία μόνο φορά). Με αναμμένο το LED ανοίξτε το πολύμετρο, μετακινήστε τον περιστροφικό επιλογέα στην περιοχή που μετρά αντίσταση και βρείτε τη θέση που δείχνει τιμές. Αναβοσβήστε το LED για να ελέγξετε αν μεταβάλλεται η τιμή στο πολύμετρο, που σημαίνει ότι λειτουργεί σωστά.

Παρατήρηση: Η διάταξη μπορεί να λειτουργήσει και χωρίς την χρήση της ηλεκτρικής αντίστασης. Στην περίπτωση αυτή το LED θα φωτοβόλει πιο ισχυρά. Ο ρόλος της ηλεκτρικής αντίστασης είναι να μην καταστραφεί (καεί) το LED επειδή η αντικατάστασή του είναι δύσκολη.

Αφού ολοκληρώσετε την σύνδεση **δείξτε την στον επιτηρητή σας.**

Δραστηριότητα 2

«Υπολογισμός μάζας ένυδρου θειικού χαλκού που χρειάζεται για την παρασκευή διαλύματος θειικού χαλκού όγκου 80 ml και συγκέντρωσης 0,8M»

Το $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (ένυδρος θειικός χαλκός) είναι ένα ένυδρο άλας. Τα ένυδρα άλατα συγκρατούν ορισμένο αριθμό μορίων νερού (κρυσταλλικό νερό) για τον σχηματισμό του κρυσταλλικού τους πλέγματος. Ο τύπος του ένυδρου άλατος $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ δείχνει ότι ένα ιόν χαλκού (Cu^{++}) είναι ενωμένο με ένα ιόν SO_4^{-2} και 5 μόρια νερού (στις ιοντικές ενώσεις δεν υπάρχει η έννοια του μορίου). Να υπολογίσετε τη μάζα (g) του $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ που χρειάζεται για να παρασκευαστεί ένα διάλυμα θειικού χαλκού (CuSO_4) όγκου 80ml και συγκέντρωσης 0,8M. Αφού ολοκληρώσετε τους υπολογισμούς σας **ζητήστε από τον επιτηρητή σας** να σας δώσει το διάλυμα αυτό.

Δίνονται τα Ar: Cu=63,5 S=32 O=16 H=1

Υπολογισμοί:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Δραστηριότητα 3

«Παρασκευή διαλυμάτων 0,4M 0,2M και 0,1M θειικού χαλκού»

Προσοχή: Στο τέλος της δραστηριότητας αυτής θα πρέπει να παρουσιάσετε στον επιτηρητή σας τέσσερα διαλύματα θειικού χαλκού: 0,8M - 0,4M – 0,2M και 0,1M με ελάχιστο όγκο 20ml το καθένα.

Τοποθετήστε το διάλυμα των 80ml του (CuSO_4) 0,8M που σας δόθηκε στο πλαστικό ποτήρι με την ένδειξη 0,8M. Από το διάλυμα αυτό και με τη βοήθεια των οργάνων που διαθέτετε, να παρασκευάσετε τρία διαλύματα: 0,4M 0,2M και 0,1M και να τα τοποθετήσετε στα πλαστικά ποτήρια με τις αντίστοιχες ενδείξεις. **Καλέστε τον επιτηρητή σας**, για να του δείξετε τα διαλύματα που παρασκευάσατε.

Υπολογισμοί – τρόπος εργασίας :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Δραστηριότητα 4

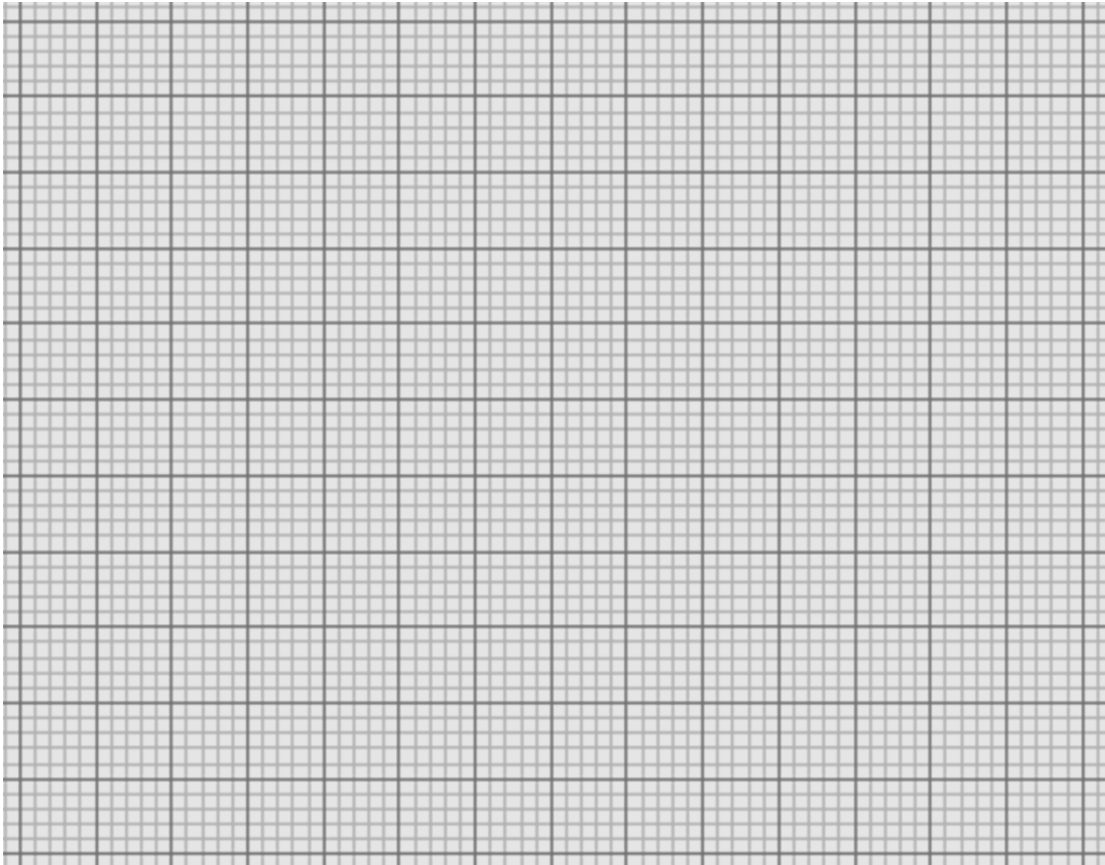
«Φασματοφωτομέτρηση καθαρού νερού, και των τεσσάρων διαλυμάτων CuSO_4 και κατασκευή καμπύλης αναφοράς»

Η φασματοφωτομέτρηση ενός διαλύματος γίνεται ως εξής: Τοποθετούμε το διάλυμα στην κυψελίδα σχεδόν ως το χείλος του σωλήνα. Κλείνουμε με το πώμα το πάνω άκρο της, για να μην εισέρχεται φως από την ατμόσφαιρα και επηρεάζει το αποτέλεσμα της μέτρησης. Στη συνέχεια κλείνουμε το κύκλωμα για να ανάψει το LED. Ανοίγοντας το πολύμετρο μετακινούμε τον περιστροφικό επιλογέα στην περιοχή που μετρά αντίσταση μέχρι να πάρουμε την πιο κατάλληλη ένδειξη και τον αφήνουμε στην θέση αυτή. Περιμένουμε μέχρι να σταθεροποιηθεί η ένδειξη και την καταγράφουμε.

Θα φασματοφωτομετρήσετε το καθαρό νερό και τα τέσσερα διαλύματα CuSO_4 (0,8M, 0,4M, 0,2M και 0,1M) που παρασκευάσατε στις προηγούμενες δραστηριότητες και θα συμπληρώσετε τον παρακάτω πίνακα. Προτείνεται να αρχίσετε την διαδικασία με την χρήση του καθαρού νερού. **Στην περίπτωση που δεν μπορείτε να πάρετε μετρήσεις να συμβουλευτείτε τον επιτηρητή σας.**

	Διάλυμα CuSO_4 με συγκέντρωση (C)	Ένδειξη πολυμέτρου Rφ
1	0M καθαρό νερό	
2	0,1M	
3	0,2M	
4	0,4M	
5	0,8M	

Με βάση τον παραπάνω πίνακα θα κατασκευάσετε τη γραφική παράσταση άξονας X=C και άξονας Y=Rφ



Δραστηριότητα 5

«Εύρεση περιεκτικότητας μίγματος ένυδρου θειικού χαλκού και ζάχαρης»

Χρησιμοποιώντας το φασματοφωτόμετρο, την καμπύλη αναφοράς που κατασκευάσατε και ό,τι άλλο νομίζετε θα πρέπει να υπολογίσετε τη σύσταση ενός μίγματος που αποτελείται από ένυδρο θειικό χαλκό και ζάχαρη και έχει μάζα 4,5 g. Θα ζητήσετε από τον επιτηρητή σας το μίγμα της άγνωστης σύστασης. Να περιγράψετε τη διαδικασία που θα ακολουθήσετε για να βρείτε τη σύσταση του μίγματος και στη συνέχεια να κάνετε την πειραματική διαδικασία που προτείνετε για να δώσετε ένα τελικό αποτέλεσμα:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Το άγνωστο μίγμα αποτελείται απόg ζάχαρης και g $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

«Εμπειρία είναι μια χτένα που την αποκτάς όταν έχεις φαλάκρα!!»

ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ!!!!