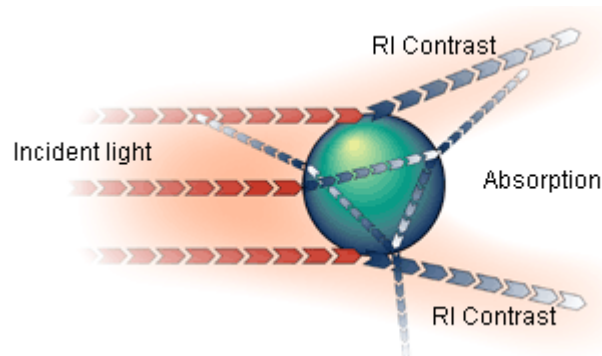


ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΝΑΝΟΡΕΥΣΤΩΝ



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΑΝΤΥΠΑΣ ΔΙΟΝΥΣΙΟΣ
ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΒΕΝΙΕΡΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΔΡ.ΘΕΟΔΩΡΟΠΟΥΛΟΥ Π-ΜΑΡΙΑ

ΠΑΤΡΑ 2010

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν τεύχος αποτελεί την Πτυχιακή Εργασία που εκπονήθηκε στο Τμήμα Μηχανολογίας του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πάτρας και αναφέρεται στην πειραματική μελέτη ιδιοτήτων των νανορευστών. Συγκεκριμένα, μελετήσαμε την ευστάθεια διαλυμάτων νανορευστών που παρασκευάσαμε στο εργαστήριο. Τα διαλύματα που παρασκευάσαμε, έχουν διαφορετική συγκέντρωση κατ'όγκο. Το 1^ο, είναι ένα διάλυμα τιτανίας σε αιθυλενογλυκόλη με 4% συγκέντρωση κατ'όγκο και το 2^ο είναι ένα διάλυμα τιτανίας σε αιθυλενογλυκόλη με 8% κατ'όγκο. Για να μπορέσουμε να εξασφαλίσουμε ασφαλή συμπεράσματα, θα μελετήσουμε έναν πολύ σημαντικό παράγοντα σταθεροποίησης, που είναι η μικρή κατανομή μεγέθους των νανοσωματιδίων. Μελετώντας την ευστάθεια των νανορευστών, θα μπορέσουμε να τα χρησιμοποιήσουμε σε εγκαταστάσεις θέρμανσης και έτσι θα μπορέσουμε να εκμεταλλευτούμε τα πολλά οφέλη που μας παρέχουν σε σχέση με τα συμβατικά ρευστά.

Ευχαριστούμε θερμά την καθηγήτρια μας Δρ Θεοδωροπούλου Π. Μαρία, που μας ανέθεσε αυτήν τη πτυχιακή εργασία, καθώς και για την πολύτιμη βοήθεια και την καθοδήγηση της κατά την διάρκεια εκπόνησης αυτής.

Επίσης, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε πολύ την Δρ Συγγούνη Βαρβάρα για τον χρόνο που μας αφιέρωσε για την διεξαγωγή των πειραμάτων, τις πολύτιμες συμβουλές της σχετικά με τα διάφορα θέματα που προέκυψαν και τέλος θα θέλαμε να την ευχαριστήσουμε πολύ για την ηθική της συμπαράσταση.

Τέλος, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά τον Δρ Τσακίρογλου Χρήστο, ο οποίος είναι κύριος ερευνητής και υπεύθυνος του εργαστηρίου ρευστομηχανικής και πορώδων υλικών του Ε.Ι.Χ.Μ.Υ.Θ/ΙΤΕ για την παραχώρηση του εργαστηρίου και την διεξαγωγή των πειραμάτων.

Βενιέρης Γεώργιος, Διονύσης Αντύπας

Ιούλιος 2010

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή διαπραγματεύεται το πρόβλημα της ευστάθειας νανορευστών τιτανίας σε αιθυλενογλυκόλη. Αποτελεί συνέχεια προηγούμενων εργασιών, στις οποίες μελετήθηκε το ίδιο υλικό, εξετάζοντας την ρεολογική συμπεριφορά των συγκεκριμένων νανορευστών και έμμεσα εξήχθησαν συμπεράσματα για την σταθερότητα τους. Στην παρούσα πτυχιακή εργασία μελετήσαμε πιο άμεσα το πρόβλημα της ευστάθειας, με μέθοδο που βασίζεται στην κατανομή του μεγέθους των διεσπαρμένων σωματιδίων της τιτανίας σε αιθυλενογλυκόλη.

Στο 1^ο κεφάλαιο κάνουμε μια εισαγωγή στη Νανοτεχνολογία και τις εφαρμογές της.

Στο 2^ο κεφάλαιο αναφερόμαστε στα είδη, παρασκευές και στις φυσικοχημικές ιδιότητες των νανομορίων και των νανορευστών με ιδιαίτερη έμφαση στη θερμική συμπεριφορά τους.

Στο 3^ο κεφάλαιο αναφερόμαστε στα κολλοειδή, στις παρασκευές και τις μεθόδους σταθεροποίησης τους.

Το 4^ο κεφάλαιο διαπραγματεύεται θεωρητικά τις τεχνικές ανάλυσης κατανομής και μεγέθους σωματιδίων.

Το 5^ο κεφάλαιο αφορά το πειραματικό μέρος της πτυχιακής και τη μεθοδολογία μετρήσεων που εφαρμόσαμε. Δηλαδή την τεχνική παρασκευής νανοσωματιδίων και την μεθοδολογία που εφαρμόσαμε για την μέτρηση κατανομής των νανοσωματιδίων.

Στο 6^ο κεφάλαιο παραθέτουμε τα συμπεράσματά μας καθώς και τα αποτελέσματα του πειράματός μας.

Π Ε Ρ Ι Ε Χ Ο Μ Ε Ν Α

ΠΡΟΛΟΓΟΣ ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. ΝΑΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

- 1.1 Γενικά σελ 6
1.2 Εφαρμογές της Νανοτεχνολογίας σελ 7

2. ΝΑΝΟΜΟΡΙΑ

- 2.1 Νανομόρια σελ 11
2.2 Είδη νανομορίων σελ 11
2.3 Παρασκευή νανομορίων σελ 14
2.4 Τεχνικές χαρακτηρισμού των νανομορίων σελ 15
2.5 Νανορευστά σελ 17

3. ΚΟΛΛΟΕΙΔΗ

- 3.1 Είδη κολλοειδών συστημάτων σελ 21
3.2 Μέθοδοι παρασκευής σελ 21
3.3 Εξίσωση Stokes σελ 26
3.4 Σταθερότητα κολλοειδών συστημάτων σελ 27
3.5.2.1 Χαρακτηριστικά ηλεκτρ/κής σταθεροποίησης σελ 28
3.5.3.2 Χαρακτηριστικά στερικής σταθεροποίησης. σελ 29
3.6 Σημασία των κολλοειδών σελ 30

4. ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΜΕΓΕΘΟΥΣ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

4.1 Μέγεθος σωματιδίων	σελ 31
4.2 Διαστασιολόγηση σωματιδίων με διάθλαση laser	σελ 33
4.3 Ανάλυση δεδομένων διάθλασης φωτός	σελ 35
4.5 Σύγκριση τεχνικών διαστασιολόγησης	σελ 36

5. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

5.1 Συσκευές – όργανα	σελ 38
5.2 Υλικά	σελ 38
5.3 Πειραματική διαδικασία	σελ 38
5.4.1 Συνιστώσες συστήματος και έλεγχος	σελ 42
5.4.2 Εγκατάσταση οργάνου	σελ 43
5.4.3 Δοκιμές μετρήσεων	σελ 44
5.4.4 Καθαρισμός κελιού	σελ 45
5.4.5 Αναδευόμενο κελί μικρού όγκου	σελ 46

6. ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

6.1 Διαγράμματα	σελ 49
6.2 Συμπεράσματα	σελ 57

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	σελ 58
---------------------------	---------------

1. ΝΑΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η Νανοτεχνολογία είναι μια τεχνολογία, η οποία χρησιμοποιείται για την κατανόηση των ιδιοτήτων της ύλης σε νανοκλίμακα, με σκοπό επιστημονικές και τεχνολογικές εφαρμογές. Συγκεκριμένα, ένα νανόμετρο ισοδυναμεί με το μήκος ενός μικρού σωματιδίου και αναλυτικότερα ισοδυναμεί με ένα δισεκατομμυριοστό του μέτρου. Καθώς εμβαθύνουμε σε αυτό το επίπεδο, αρχίζουν να αποκαλύπτονται κάποιες από τις ιδιότητες της ύλης τις οποίες θα μπορούσαμε να τις χαρακτηρίσουμε πραγματικά κάτι το καταπληκτικό, κάτι το διαφορετικό. Έτσι, μπορούμε να αναφέρουμε ότι η εφαρμογή της Νανοτεχνολογίας προκαλεί διάφορες επιπτώσεις σε διάφορες μεθόδους της βιομηχανικής παραγωγής. Προβλήματα που τυχόν να υπήρχαν, με την νανοτεχνολογία αρχίζουν να εξαλείφονται, μιάς και έχουμε παραγωγή αποδοτικότερων, ταχύτερων και ελαφρύτερων υλικών. Είναι τόσο μεγάλη η πρόοδος της Νανοτεχνολογίας, που αναμένεται να μπορέσουμε στο μέλλον να μειώσουμε σε σημαντικό βαθμό τις εκπομπές διαφόρων ρύπων, αλλά και τα απόβλητα τα οποία προέρχονται από βιομηχανίες. Χάρη στη πρόοδο της Νανοτεχνολογίας που όπως ήδη αναφέρθηκε είναι πολύ μεγάλη και σημαντική, στην Ευρώπη επενδύουν σε διάφορα προγράμματα που αφορούν τις νανοεπιστήμες με σκοπό την συνεχόμενη πρόοδο και εξέλιξη για την ανάπτυξη διεργασιών και νέων προϊόντων τα οποία μπορούμε να πούμε ότι θα ξεχωρίζουν.

Για να φτάσει στην Νανοτεχνολογία, η επιστήμη στις αρχές του 20^{ου} αιώνα ξεκίνησε με τα άτομα, καθώς και τα στοιχειώδη σωματίδια. Στη συνέχεια άρχισε να επεκτείνεται και σε θεωρίες που αφορούσαν την προέλευση του σύμπαντος. Ωστόσο, επικρατέστερη επιστημονική δραστηριότητα μετά τον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο ήταν η πυρηνική φυσική. Στις αρχές του 21^{ου} αιώνα μέσω της χημείας, αλλά και της επιστήμης των υλικών, είχαμε τη σύνθεση νέων ενώσεων, χρησιμοποιώντας μεμονωμένα άτομα. Έτσι, φτάσαμε στην γέννηση ενός καινούργιου κλάδου, αυτού της Νανοεπιστήμης όπου μέσω αυτού του

κλάδου είχαμε την ανάπτυξη νέων επιστημονικών διατάξεων,όπως του Ατομικού μικροσκοπίου αλλά και του Ηλεκτρονικού μικροσκοπίου. Επίσης, είχαμε τη δημιουργία επιστημονικών τεχνικών, όπως η φασματοσκοπία νετρονίων,που επέτρεψαν στους επιστήμονες να μελετούν υλικά μεγέθους νανομέτρου,αλλά και να διαπιστώσουν ότι οι εφαρμογές είναι ποικίλες σε πάρα πολλά πεδία.Με την προοπτική της προσκόμισης τεράστιων κερδών, διάφοροι επενδυτές βρήκαν τον τρόπο να επενδύσουν στην Νανοτεχνολογία για την πρόοδο της οποίας μπορούμε να πούμε με σιγουριά ότι έχει πάρει ξέφρενο ρυθμό.Η Νανοτεχνολογία αποδείχτηκε πολύ σημαντική,μιάς και κάλυπτε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών όπως αυτό της *Ιατρικής της Βιολογίας,Υγείας,Χημείας,Περιβάλλοντος,Ενέργειας,Μηχανολογίας,Ηλεκτρολογίας,Ηλεκτρονικής* κ.α

1.2 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΝΑΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

Θα αναφέρουμε μερικές εφαρμογές σε περιοχές μεγάλου επιστημονικού,αλλά και κοινωνικού ενδιαφέροντος.Αυτό που πρέπει να γίνει αντιληπτό είναι,ότι σε καμία περίπτωση δέν μπορούν να καλυφθούν στο παρόν κείμενο όλες οι εφαρμογές.

1.2.1 Ενέργεια και περιβάλλον

Όπως αναφέρθηκε ήδη η Νανοτεχνολογία,έχει σαν σκοπό να βοηθήσει σημαντικά το περιβάλλον στη μείωση των αποβλήτων,αλλά και στην εκπομπή τών ρύπων,που προέρχονται ή από τις βιομηχανίες ή απο άλλές πηγές εκπομπής ρύπων.Συγκεκριμένα,με την χρησιμοποίηση τών νανოსωματιδίων,μπορεί να γίνει καλύτερος καθαρισμός των υδάτινων και των αέριων ρύπων,αλλά και να αναπτυχθούν «*πράσινες*» διαδικασίες για την αύξηση της βιομηχανικής δραστηριότητας.

1.2.2 Αεροναυπηγική και εξερεύνηση του διαστήματος

Εξ' αιτίας των περιορισμών σχετικά με την μεταφορά φορτίων στο διάστημα, αλλά και των αποστολών που διαρκούν πολύ καιρό είναι ανάγκη να γίνει κάποια σμίκρυνση στο μέγεθος, το βάρος αλλά και την κατανάλωση. Έχουν δημιουργηθεί ήδη δορυφόροι *νανοδιαστάσεων* με καλύτερες μηχανικές και θερμικές ιδιότητες.

1.2.3 Πληροφορική

Μέσω της Νανοτεχνολογίας η οποία προοδεύει όλο και πιο πολύ κάθε μέρα, έχουν αρχίσει να κατασκευάζονται επεξεργαστές οι οποίοι είναι πολύ *ελαφρότεροι, γρηγορότεροι, αλλά και λιγότερο ενεργοβόροι*. Σαν αποτέλεσμα αυτής της εξέλιξης και της συνεχόμενης προόδου, έχουμε και τη δημιουργία σκληρών δίσκων, όπου η χωρητικότητα έχει αυξηθεί τουλάχιστον 1 (ένα) εκατομμύριο φορές.

1.2.4 Ιατρική

Λόγω του ότι, το μέγεθος των νανοσωματιδίων είναι παρόμοιο με τα βασικά μοριακά δομικά στοιχεία, οι επιστήμονες χρησιμοποιούν συσκευές μεγέθους νανομέτρων. Έχουν καταφέρει α) τη χρησιμοποίηση νανοσωματιδίων για την μεταφορά φαρμάκων β) τη μελέτη γονιδιακού κώδικα γ) την τοπική μαγνητική υποθερμία κ.α. Τέλος, γίνεται μια προσπάθεια στην Ιαπωνία να δημιουργηθούν μοριακές μηχανές, οι οποίες θα έχουν τη δυνατότητα να εισέλθουν στο ανθρώπινο σώμα, να μετρούν διάφορες ουσίες και όταν θα αντιμετωπίζουν κάποιο πρόβλημα να το λύνουν. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα που θα μπορούσαμε να αναφέρουμε είναι η αντιμετώπιση του διαβήτη ή της πίεσης.

1.2.5 Τρόφιμα

Μέσω της Νανοτεχνολογίας έχουμε τη δημιουργία προϊόντων που θα επιτρέπουν την καλύτερη κατάσταση και συντήρηση των τροφών για μεγάλο χρονικό διάστημα, αλλά και την κατασκευή μιας νέας γενιάς πλαστικών που θα έχουν ιδιότητες παρόμοιες με τα υάλινα δοχεία.

1.2.6 Ένδυση

Η Νανοεπιστήμη έχει συνεισφέρει σημαντικά στη βιομηχανία των ρούχων, μιάς και έχει δημιουργήσει ρούχα, τα οποία όσο και να φαίνεται περίεργο σε μας, δεν λερώνονται. Είναι ανθεκτικά, μπορούν να αλλάζουν ακόμα μέχρι και το χρώμα τους. Όλα αυτά βέβαια πραγματοποιούνται με τη βοήθεια διαφόρων αισθητήρων. Υπάρχουν κάποιες εταιρείες παγκόσμιας φήμης οι οποίες χρησιμοποιούν ρούχα τα οποία κατασκευάζονται από νανο-ίνες και όχι μετά από κάποια κατεργασία μαλλιού, βαμβακιού ή μεταξιού.

1.2.7 Κτίρια και εγκαταστάσεις

Όσον αφορά στα κτίρια, έχουν βρεθεί λύσεις οι οποίες πραγματικά χαρακτηρίζονται επαναστατικές και πρωτοποριακές. Συγκεκριμένα, μέσω της Νανοτεχνολογίας έχουν βρεθεί υλικά κατάλληλα, τα οποία τοποθετούνται κατά την ανέγερση του κτιρίου, ή και μετά την ολοκλήρωση του. Όλα αυτά έχουν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ιδανικών συνθηκών διαβίωσης, εμποδίζοντας την ανάπτυξη υψηλών βαθμών Κελσίου κατά την καλοκαιρινή περίοδο. Μέσω μιας επίστρωσης, η θερμοκρασία αυτή μπορεί να μειωθεί μέχρι και 5 βαθμούς Κελσίου. Βέβαια, στην συγκεκριμένη περίπτωση υπάρχουν κατηγορίες και ποικίλες ποιότητες επιστρώσεων. Μία ακριβή επίστρωση μπορεί να μειώσει μέχρι και 10 βαθμούς Κελσίου την θερμοκρασία του κτιρίου. Στην Ελλάδα, αρχίζουν να κάνουν την εμφάνισή τους δειλά. Στο εξωτερικό δε, η

χρησιμοποίησή τους είναι δεδομένη. Παράδειγμα, στις ΗΠΑ χρησιμοποιούνται κατά κόρον μιάς και ο καύσωνας δέν αφήνει άλλα περιθώρια.

1.2.8 Γενική εικόνα

Η Νανοτεχνολογία, έχει φέρει τα πάνω κάτω στον χώρο των επιστημονικών δραστηριοτήτων, καθώς έχει πάρα πολλές εφαρμογές σε πολλά πεδία όπως έχουμε ήδη αναφέρει. Παρ όλα αυτά, υπάρχουν κάποιες επιφυλάξεις και κάποιοι είναι διστακτικοί, μιας και υπάρχει ελλιπής πληροφόρηση αλλά και φόβος, εξαιτίας των νανοσωματιδίων, τα οποία μπορούν εύκολα να διασκορπιστούν επειδή λόγω του νανομεγέθους τους, είναι πολύ δεισδυτικά και μπορούν να προκαλέσουν διάφορα προβλήματα.

2.ΝΑΝΟΜΟΡΙΑ

2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Σαν νανομόρια χαρακτηρίζονται τα σωματίδια που έχουν διάμετρο μερικά νανόμετρα.

Διαστάσεις:(1-100nm)

Μέγεθος: 10^{-9} m

1 νανόμετρο = (1/80 000) μιάς ανθρώπινης τρίχας

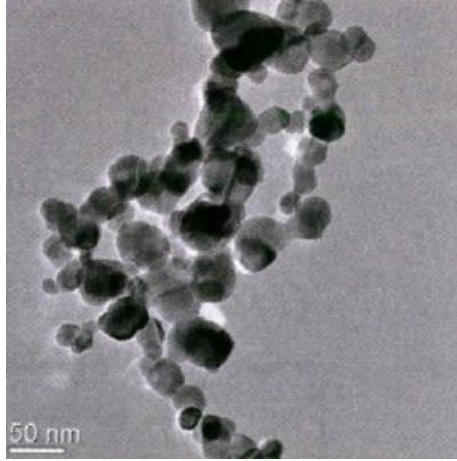
2.2 Είδη νανομορίων

Απαραίτητη προϋπόθεση για την παρασκευή νανορευστών,είναι η χρησιμοποίηση νανομορίων.Παρακάτω,θα παραθέσουμε κάποια κύρια νανομόρια,καθώς και τα χαρακτηριστικά τους.

CuO νανομόρια

Σχήμα: πολυγωνικό, βελονοειδές, σφαιρικό, τετραγωνικό.

Μέση διάμετρος: 33 nm

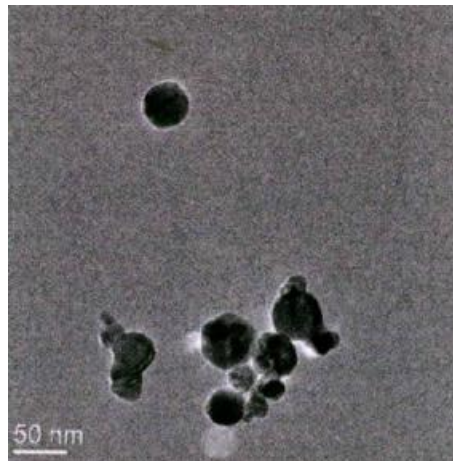


ΕΙΚΟΝΑ 2.2.1 CuO νανομόρια

TiO₂ νανομόρια

Σχήμα: σφαιρικό

Μέση διάμετρος: 40 nm

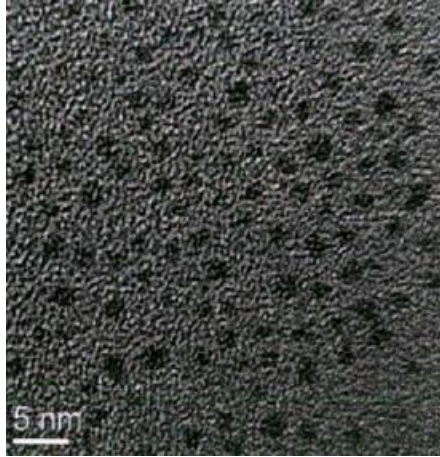


ΕΙΚΟΝΑ 2.2.3 TiO₂ νανομόρια

Αυ νανομόρια

Σχήμα: σφαιρικό

Μέση διάμετρος: 1.65 nm

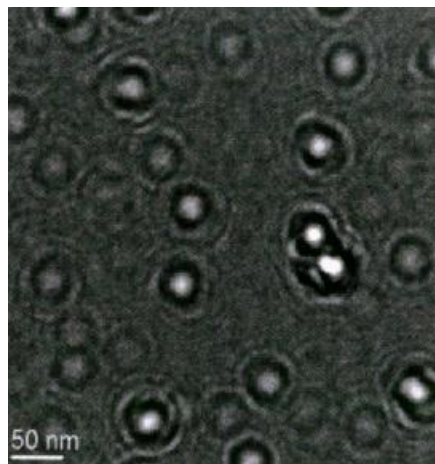


ΕΙΚΟΝΑ 2.2.4 Αυ νανομόρια

Al₂O₃ νανομόρια

Σχήμα: σφαιρικό

Μέση διάμετρος: 20 nm

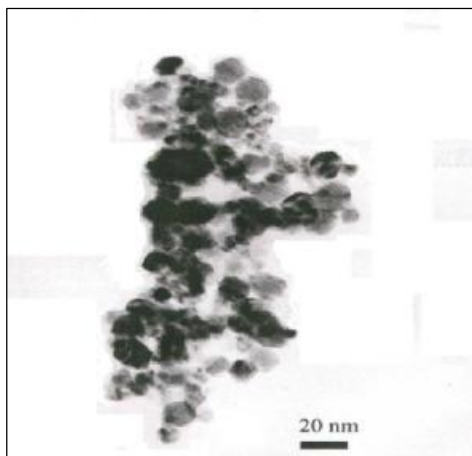


ΕΙΚΟΝΑ 2.2.5 Al₂O₃ νανομόρια

Cu₂O νανομόρια

Σχήμα: πολυγωνικό, βελονοειδές, σφαιρικό, τετραγωνικό.

Μέση διάμετρος: 33 nm



ΕΙΚΟΝΑ 2.2.6 Cu₂O νανομόρια

2.3 Παρασκευή των νανομορίων

Για την παρασκευή των νανομορίων, υπάρχουν διάφορες μέθοδοι και τεχνικές. Κυριότερες από αυτές είναι, η *μηχανική τριβή*, η *πυρόλυση* και η *συμπύκνωση*.

2.3.1 Μηχανική τριβή

Επιμήκη και σφαιρικά σωματίδια, επεξεργάζονται και λειοτριβούνται με τέτοιο τρόπο, σε ειδικούς μύλους, έτσι ώστε να αποκτούν μικρότερο μέγεθος. Έτσι τα νανομόρια, έχουν μικρή διασπορά ως προς την κατανομή μεγέθους. (διάμετρο ή όγκο)

2.3.2 Πυρόλυση

Με αυτή την μέθοδο, τα νανομόρια αποκτούν πιο μικρό μέγεθος σε σχέση με τη μηχανική τριβή. Εφόσον βρεθούν μέσα σε νερό ή σε αιθυλενογλυκόλη, για παράδειγμα, περνούν μέσα από στόμιο ειδικής συσκευής με υψηλή πίεση και σε υψηλή θερμοκρασία. Το αποτέλεσμα κάτω από αυτές τις συνθήκες, είναι να επαναψύχονται και να στερεοποιούνται εκ νέου. Έτσι τα νανομόρια έχουν μικρή κατανομή μεγέθους και πιο ομοιόμορφα σχήματα.

2.3.3 Συμπύκνωση

Με την μέθοδο αυτή, τα υλικά εξατμίζονται σε ειδικούς φούρνους που αναπτύσσονται πολύ υψηλές θερμοκρασίες. Εξαερώνουμε το υλικό και μετά διασπείρουμε το αέριο σε ένα υγρό μέσο, όπου εκεί ψύχεται, με αποτέλεσμα τα σωματίδια τα οποία παράγονται να έχουν διαστάσεις νανομέτρων. Η μέθοδος αυτή έχει εφαρμογή στην περίπτωση που θέλουμε να έχουμε νανοσωματίδια μετάλλων, επειδή είναι ελεγχόμενη η θερμοκρασία εξαέρωσης. Έτσι, έχουμε καθαρό υλικό χωρίς προσμίξεις. Αυτό είναι και το βασικό πλεονέκτημα της μεθόδου αυτής.

Μειονέκτημα της μεθόδου, είναι ότι τα παραγόμενα νανοσωματίδια εμφανίζουν τάσεις συσσωμάτωσης.

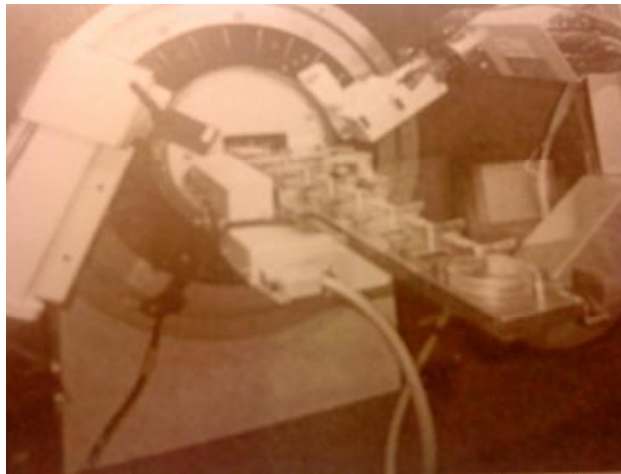
2.4 Τεχνικές χαρακτηρισμού των νανομορίων

Υπάρχουν διάφορες τεχνικές, με τις οποίες μπορούμε να κάνουμε ανάλυση και χαρακτηρισμό των νανομορίων, τις κυριότερες των οποίων αναφέρουμε παρακάτω.

Οι κυριότερες μέθοδοι με τις οποίες μπορούμε να προσδιορίσουμε τη χημική σύσταση, το σχήμα και το μέγεθος των νανομορίων είναι:

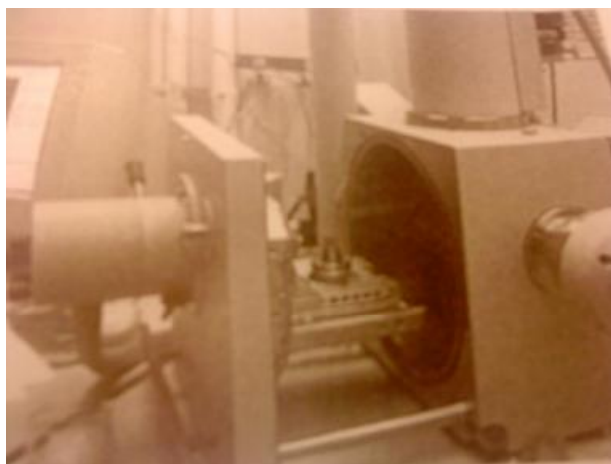
- 1) Μικροσκοπία Ατομικών Δυνάμεων (Atomic Force Microscope).
- 2) Φασματοσκοπία Υπερύθρου Μετασχηματισμού Fourier (FT.IR).
- 3) Φασματοσκοπία κόνεος ακτίνων Χ (XRD).
- 4) Φασματοσκοπία Ακτίνων Χ πρωτονιόμενης δέσμης (XPS).
- 5) Δυναμική διάθλαση δέσμης φωτός (DLS).
- 6) Ηλεκτρονική μικροσκοπία (SEM-TEM).
- 7) Nanoparticle Tracking Analysis-NTA

Είναι μια μέθοδος η οποία μας επιτρέπει να ταξινομήσουμε τα μεμονωμένα νανομόρια στο διάλυμα, αλλά και να μελετήσουμε την τροχιά των νανομορίων.



Φασματοσκοπία κόνεος ακτίνων Χ.

ΕΙΚΟΝΑ 2.4.1



Ηλεκτρονική μικροσκοπία.

ΕΙΚΟΝΑ 2.4.2

2.5 ΝΑΝΟΡΕΥΣΤΑ

Τα νανορευστά είναι ρευστά επόμενης γενιάς, τα οποία έχουν βελτιωμένες θερμικές ιδιότητες, καθώς και αυξημένη ταχύτητα μεταφοράς θερμότητας. Δημιουργούνται με προσθήκη σφαιρικών μικροσκοπικών νανοσωματιδίων σε συμβατικό υγρό.

Εάν θα μπορούσε να γίνει μια σύγκριση μεταξύ ρευστών (συμβατικών) και στερεών, τότε θα μπορούσαμε να πούμε ότι τα ρευστά (συμβατικά) παρουσιάζουν γενικά χαμηλή θερμική αγωγιμότητα. Το να προσθέσουμε στερεά σωματίδια για να ενισχύσουμε την θερμική αγωγιμότητα αυτών των ρευστών, κρίνεται ως μια μέθοδος που είναι προβληματική στην εφαρμογή της και αυτό γιατί παρουσιάζεται το πρόβλημα της συσσωμάτωσης, αλλά και της κατακρήσθησης των σωματιδίων. Επίσης, έχουμε και αύξηση της πτώσης πίεσης κατά μήκος των σωλήνων μεταφοράς. Εάν θα προστεθούν νανοσωματίδια στα συμβατικά ρευστά, έχουμε παραγωγή κολλοειδών. Αυτά έχουν σαν χαρακτηριστικό, το ότι παρουσιάζουν σημαντικά ενισχυμένη θερμική αγωγιμότητα, σε σχέση με το συμβατικό ρευστό.

Τα χαρακτηριστικά των νανορευστών (κολλοειδή αιωρήματα), εξαρτώνται από κάποιες παραμέτρους.

Οι παράμετροι αυτοί είναι: α) το είδος των νανοσωματιδίων β) η ποιότητα, το μέγεθος και το σχήμα γ) η σταθερότητα και το κατά πόσο είναι ομοιογενές το νανορευστό δ) η συγκέντρωση των νανοσωματιδίων.

Η χρήση ενός νανορευστού παρουσιάζει κάποια πλεονεκτήματα, τα οποία εξαρτώνται από τη θερμική αγωγιμότητα και το ιξώδες.

2.5.1 Μεταφορά θερμότητας με νανορευστά

Υπάρχουν πολλές επιστημονικές εργασίες από τη δεκαετία του 90, που αναφέρονται στην θερμική συμπεριφορά των νανορευστών. Αναφέρουμε την εργασία των Williams et al στην οποία έχουμε τρία (3) δείγματα διαφορετικά όσον αφορά την επί % συγκέντρωση κ.ο. Συγκεκριμένα

έχουμε 2% , 4% και 8% συγκέντρωση κ.ο. νανοσωματιδίων οξειδίου του χαλκού,σε νερό.Το δείγμα με 4% συγκέντρωση κ.ο.,παρουσιάζει την καλύτερη συμπεριφορά και εφαρμόζει μεταφορά θερμότητας μέσω σωλήνων.Το δείγμα με 2% συγκέντρωση κ.ο. παρουσιάζει πολύ μικρή αύξηση της θερμικής αγωγιμότητας,ενώ αυτό με 8% συγκέντρωση κ .ο .έχει πολύ αυξημένο ιξώδες.

	<u>Θερμ αγωγ</u> (κ,W/Mk)	<u>Ειδ θερμ</u> (cp,J/kgK)	<u>Ιξώδες</u> (μ mPas)	<u>Πυκνότη</u> (ρ,kg/m ³)
<u>Νερό</u>	0.607	4180	1.0	1000
<u>CuO 2% κ ο</u>	0.630	3720	1.3	1130
<u>CuO 4% κ ο</u>	0.670	3280	2.0	1250
<u>CuO 8% κ ο</u>	0.720	2700	5.6	1510

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1: ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΘΕΡΜΟΦΥΣΙΚΕΣ ΤΩΝ ΝΑΝΟΡΕΥΣΤΩΝ **CuO** ΚΑΙ ΤΟΥ **ΝΕΡΟΥ** ΣΤΟΥΣ 25 ΒΑΘΜΟΥΣ ΚΕΛΣΙΟΥ.

2.5.2 Τεχνικές και συμπεράσματα

Οι τεχνικές – συμπεράσματα τα οποία μπορούμε να εξάγουμε είναι:

1) αύξηση της θερμικής αγωγιμότητας ως προς το συμβατικό ρευστό 2) αύξηση της πυκνότητας 3) μείωση της ειδικής θερμότητας 4) αύξηση του ιξώδους.

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει,η χρήση των νανορευστών,παρουσιάζει πλεονεκτήματα σε σχέση με τα συμβατικά ρευστά,λόγω της ενίσχυσης της μεταφοράς θερμότητας.Το νανορευστό έχει μεγαλύτερο ιξώδες και κατά συνέπεια προκαλεί μεγαλύτερη πτώση πίεσης για την ίδια ογκομετρική παροχή.Όταν όμως η σύγκριση γίνεται βάσει της θερμικής αγωγιμότητας, αποδεικνύεται ότι η πτώση πίεσης του νανορευστού και η αντλητική ισχύς, είναι σημαντικά χαμηλότερη,εξ'αιτίας της μικρότερης παροχής του.Άρα το

νανορευστό όχι μόνο απορροφά το ίδιο ποσό θερμότητας με μικρότερη παροχή, αλλά απαιτεί και λιγότερη αντλητική ισχύ.

Έτσι η θερμική απόδοση ενός νανορευστού εξαρτάται από:

- α) το πεδίο ροής που διαμορφώνεται σε κάθε συσκευή.
- β) όλες τις θερμοφυσικές του ιδιότητες.

Όπως αναφέραμε, τα προβλήματα της χρήσης των νανορευστών σε συστήματα θέρμανσης, (ευρεία κλίμακα), είναι κυρίως τα φαινόμενα αποσταθεροποίησης, που παρουσιάζονται σε όλες τις κolloειδείς διασπορές και τα συνεπαγόμενα προβλήματα απόθεσης (deposition) που παρατηρούνται στις σωληνώσεις των εγκαταστάσεων. Επομένως, είναι βασικό πρόβλημα η σταθεροποίηση των νανορευστών για να μπορεί να επιτραπεί η χρήση τους σε εμπορική κλίμακα. Το πρόβλημα αυτό είναι ανοικτό επιστημονικά.

3. ΚΟΛΛΟΕΙΔΗ

Συστήματα διασποράς δηλ. μείγματα που προκύπτουν από την ανάμειξη δύο ή περισσοτέρων συστατικών στα σωματίδια της ουσίας που διαμερίζεται. Έχουν διαστάσεις μικρότερες από $5 \cdot 10^{-5}$ cm και μεγαλύτερες από 10^{-7} cm και δεν φαίνονται με κοινό μικροσκόπιο, παρά μόνο με υπερμικροσκόπιο.

Στα συστήματα αυτά, διακρίνουμε δύο φάσεις, την "**εν διασπορά**" φάση, που ονομάζεται και εσωτερική φάση και τη "**διασπείρουσα ή διαμερίζουσα**", που ονομάζεται και εξωτερική φάση.

Κολλοειδή συστήματα είναι: η ομίχλη (κολλοειδές διάλυμα υγρού σε αέριο), ο καπνός (κολλοειδές διάλυμα στερεού σε αέριο), νερό σε βενζόλιο, κολλοειδής χρυσός σε ύαλο, θειούχο αρσενικό σε νερό, εγκλείσματα νερού σε ορυκτά κ.λ.π.

Τα κολλοειδή για λόγους θερμοδυναμικής ισορροπίας, αποβάλλουν τα ηλεκτρικά φορτία τους, συσσωματώνονται και κατακρημνίζονται με τη μορφή ιζήματος.

Το φαινόμενο αυτό της εγκατάλειψης της κατάστασης διασποράς από τα κολλοειδή σωματίδια και της κατακρίμνησης τους σε ίζημα, ονομάζεται **κροκίδωση ή θρόμβωση** του κολλοειδούς.

Η κροκίδωση οδηγεί στην καταστροφή του κολλοειδούς συστήματος διασποράς, δηλαδή στο θάνατο του κολλοειδούς. Η θρόμβωση των κολλοειδών, μπορεί να γίνει με **θέρμανση, προσθήκη ηλεκτρολύτη, υπερφυγοκέντρωση, υπερδιήθηση και ηλεκτροφόρηση**.

3.1 Είδη κολλοειδών συστημάτων

Για να δημιουργηθεί κολλοειδές σύστημα, πρέπει η ύλη κολλοειδών διαστάσεων, να βρεθεί διασκορπισμένη σε μέσο διασποράς. Επειδή η ύλη αυτή μπορεί να βρίσκεται σε μία απ' τις τέσσερις (4) φυσικές καταστάσεις και το μέσο διασποράς επίσης, είναι δυνατή θεωρητικά η παρασκευή εννέα (9) ειδών κολλοειδών συστημάτων. Αυτό είναι δυνατό και στην πραγματικότητα, εκτός απ' την περίπτωση αερίου σε αέριο, που η ύπαρξή του είναι δυνατή σε μεγάλη κλίμακα: στη Φύση.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1

Είδη κολλοειδών συστημάτων

Διασκορπισμένη ουσία	Μέσο διασποράς	Ονομασία	Παραδείγματα
1. Αέριο 2. Υγρό 3. Στερεό	Αέριο » »	Αερόλυμα Αερόλυμα » ή αιώρημα » » »	Ατμόσφαιρα Σύννεφα, ομίχλη Καπνός, σκόνη
4. Αέριο 5. Υγρό 6. Στερεό	Υγρό » »	Υδρόλυμα Αφρός Γαλάκτωμα Αιώρημα	Κρέμα Chanti λ.χ. νερό σε λάδι χρωματισμένο AS_2S_3
7. Αέριο 8. Υγρό 9. Στερεό	Στερεό » »	Στερεόλυμα Στερεός αφρός Λύμα ή πηκτή Στερεό λύμα	H_2 σε Pd Ζελέ

3.2 Μέθοδοι παρασκευής κολλοειδών συστημάτων

Οι μέθοδοι παρασκευής κολλοειδών συστημάτων, ανήκουν σε δύο κατηγορίες:

- **A. Μέθοδοι διασκόρπισης**

- **B. Μέθοδοι συσσωμάτωσης**

Κοινό χαρακτηριστικό των μεθόδων της πρώτης κατηγορίας,είναι το γεγονός ότι ξεκινούν από αδρομερή ύλη (διαστάσεων πάνω από 500 μm) και της δεύτερης κατηγορίας που ξεκινούν από ύλη διαστάσεων μικρότερων του 1 μm ,δηλαδή,από διαλύματα. Η πράξη της παρασκευής κολλοειδών συστημάτων από «ύλη κολλοειδών διαστάσεων» ή από χονδροειδή ύλη λέγεται «πέψη».

A. Μέθοδοι διασκόρπισης

1. Μηχανική πέψη

Το συστατικό [στερεό, άμορφο ή μεσόμορφο (πλαστικοί κρύσταλλοι)] κατανέμεται πρώτα σε κολλοειδείς διαστάσεις και διασκορπίζεται,με την προϋπόθεση,ότι για υγρό μέσο διασποράς,η ύλη που διασκορπίζεται,είναι αδιάλυτη σ' αυτό ή το μέσο είναι κορεσμένο σ' αυτή. Μετά τη διασπορά,πολύ σπάνια μετατρέπεται αυτόματα σε κολλοειδές σύστημα.

Τα κολλοειδή σωματίδια,έχουν έμμεση θερμική κίνηση,με ορισμένη συχνότητα που οδηγεί σε συγκρούσεις μεταξύ τους και με τα τοιχώματα των δοχείων, που περιέχουν το κολλοειδές σύστημα. Τη συχνότητα αυτή ακριβώς πρέπει να ελέγξουμε με μηχανικά μέσα,για να γίνει η πέψη και να δημιουργηθεί κολλοειδές σύστημα. Αυτό πετυχαίνεται μερικές φορές, με απλή ανάδευση,ή κατά τη λειοτριβή της ουσίας στον κολλοειδόμυλο,αν θέλουμε ο υγρός φορέας που χρησιμοποιούμε,να είναι και το μέσο διασποράς. Χρησιμοποιούνται ακόμη υπέρηχοι ή υψίσυχνα ρεύματα. Ο χρόνος εφαρμογής του παλμού, πρέπει να είναι μικρός,γιατί ο μεγαλύτερος χρόνος αποτελεί και αίτιο καταστροφής των κολλοειδών συστημάτων.

2. Πέψη με ιόντα

Επειδή τα κολλοειδή σωματίδια πρέπει σύγχρονα να φορτιστούν, η πέψη επιτυγχάνεται και με προσθήκη μικρών ποσών ηλεκτρολυτών, όπου ιόντα ορισμένου είδους φορτίου, συγκρατούνται από τις κολλοειδείς μονάδες. Τα μικρά αυτά ποσά ηλεκτρολυτών λέγονται: «μέσα πέψης» ή «αιωρηματικές ουσίες».

Η μέθοδος αυτή, εφαρμόζεται για την παρασκευή κολλοειδών συστημάτων στερεών, άμορφων ή υγρών σε ρευστά μέσα διασποράς. Τα ποσά ηλεκτρολύτη, που προστίθενται πρέπει να είναι μικρά, γιατί μεγαλύτερα αποτελούν παράγοντα καταστροφής των κολλοειδών συστημάτων.

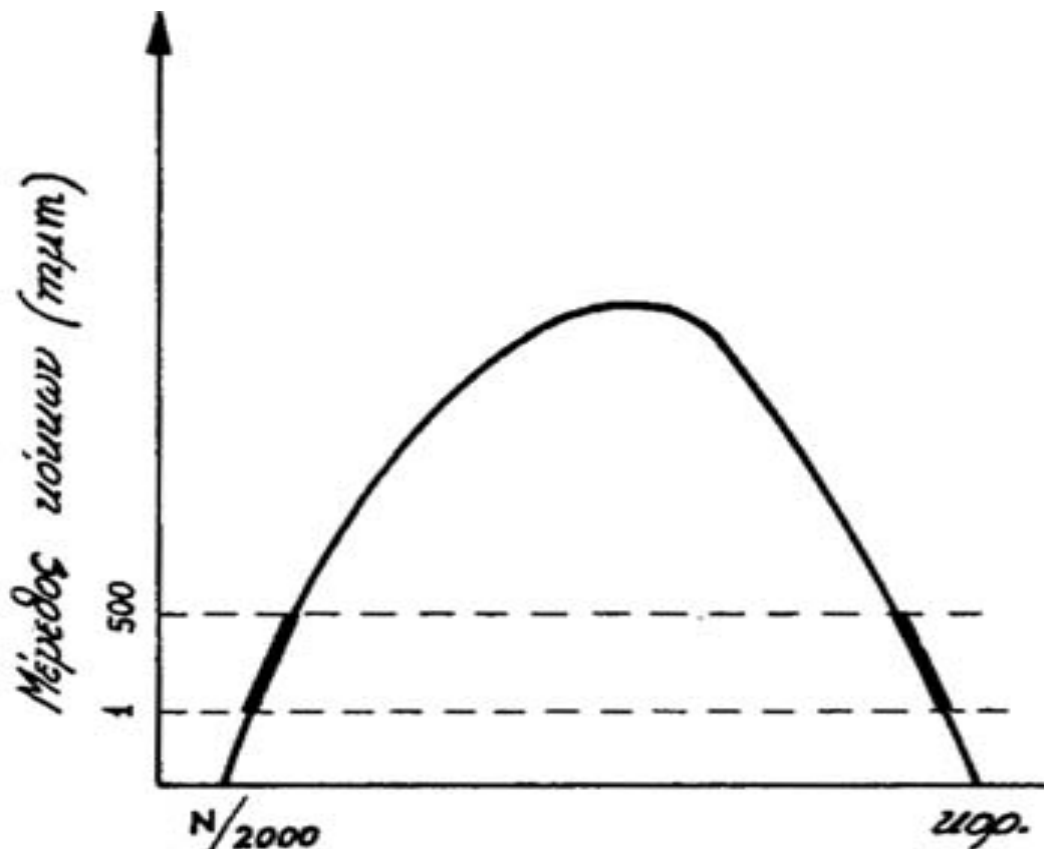
Για τον παραπάνω λόγο, αν απομακρυνθεί η περίσσεια των ιόντων από ίζημα που χρειάστηκαν για την παρασκευή του και το κολλοειδές ανήκει στην κατηγορία των αντιστρεπτών, το σύστημα παθαίνει *πέψη*.

Απομάκρυνση της περίσσειας των ιόντων, γίνεται με πλύση ή με διαπίδυση και ηλεκτροδιαπίδυση.

B. Μέθοδοι συσσωμάτωσης

1. Διπλή αντικατάσταση

Πρόκειται για αντίδραση διπλής αντικατάστασης, που οδηγεί σε σύστημα κολλοειδών διαστάσεων, αν τηρηθούν ορισμένες αρχικές συνθήκες. Τα αρχικά διαλύματα που αντιδρούν, πρέπει να είναι πολύ αραιά ή πολύ πυκνά. Αυτά φαίνονται στο διάγραμμα του Σχήματος 3.1, που λέγεται καμπύλη Von Weimarn. Με τη μέθοδο αυτή, παρασκευάζονται κολλοειδή συστήματα σχεδόν όλων των υλικών, που μπορούν να δημιουργηθούν με διπλή αντικατάσταση.



ΣΧΗΜΑ 3.1: Σχηματική παράσταση της καμπύλης Von Weimarn.

2. Αναγωγή

Αν σε διάλυμα μεταλλικού άλατος επιδράσει αναγωγικό μέσο, το μέταλλο που αποβάλλεται είναι συνήθως κολλοειδών διαστάσεων, αν η αντίδραση είναι αρκετά γρήγορη. (αναγωγικό μέσο αρκετά έντονο). Ως αναγωγικά μέσα, χρησιμοποιούνται συνήθως υδρογόνο, μονοξειδίο του άνθρακα, φώσφορος, φορμαλδεΰδη, υδραζίνη, διχλωριούχος κασσίτερος κ.α

3. Οξείδωση

Γρήγορες οξειδώσεις διαλυμάτων διαφόρων ουσιών, οδηγούν κι'αυτές σε κολλοειδή συστήματα. Έτσι, διαλύματα H_2S , H_2Se , H_2Te με έντονη οξείδωση με οξυγόνο, π.χ. HNO_3 κ.τ.λ., σχηματίζουν κολλοειδή συστήματα θείου, σελήνιου και τελλούριου αντίστοιχα.

4. Υδρόλυση

Η υδρόλυση των ιόντων διαφόρων αλάτων, που προήλθαν από αλληλεπιδράσεις ισχυρού ή ασθενούς οξέος με ασθενή ή ισχυρή βάση με ασθενές οξύ, οδηγεί σε κολλοειδές σύστημα. Βράζουμε αραιό διάλυμα της ουσίας, γιατί η υδρόλυση ευνοείται με αραιώση και θέρμανση.

5. Αλλαγή διαλυτικού

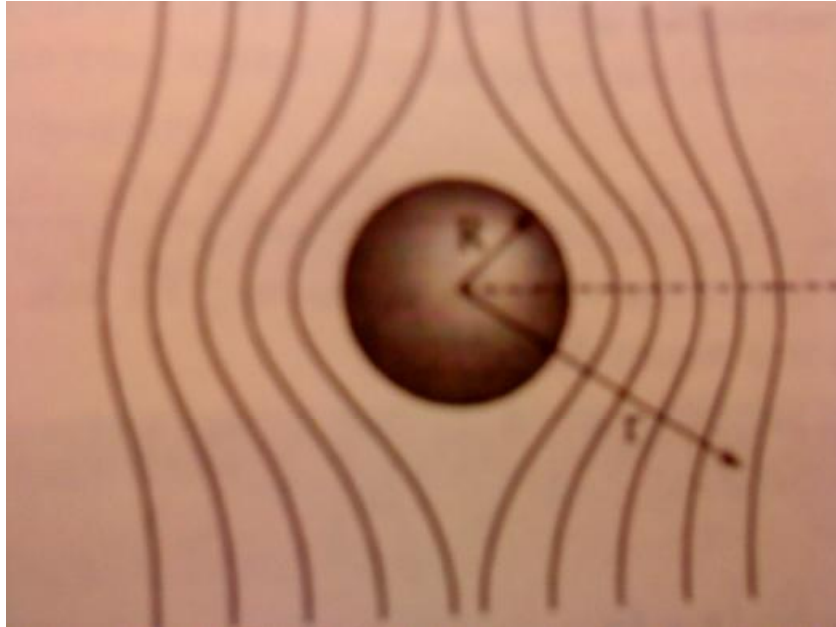
Αν σε διάλυμα μιας ουσίας, η οποία είναι αδιάλυτη, προστεθεί υγρό μέσο, δημιουργείται κολλοειδές σύστημα στο νέο μέσο διασποράς.

6. Ηλεκτρικό τόξο (Bredig-Svedberg)

Αν σε νερό δημιουργηθεί τόξο (με τάση 110-120V) με ηλεκτρόδια από το ίδιο μέταλλο, το μέταλλο με την επίδραση της υψηλής θερμοκρασίας, που δημιουργείται, λιώνει και εξατμίζεται (ή εξαχνώνεται). Κατ'επέκταση οι ατμοί ψύχονται απότομα στο νερό, μακριά απ' το σημείο της υψηλής θερμοκρασίας, με αποτέλεσμα την συμπύκνωσή τους σε κολλοειδείς διαστάσεις, σχηματίζοντας κολλοειδές σύστημα σε νερό.

3.3 ΚΙΝΗΣΗ ΚΟΛΛΟΕΙΔΩΝ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ ΣΕ ΜΕΣΟ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ.

ΕΞΙΣΩΣΗ STOKES



ΕΙΚΟΝΑ 3.1 Σφαιρικό σωματίδιο σε υγρό περιβάλλον.

Στην εικόνα 3.1, παρατηρούμε σωματίδιο σφαιρικό, το οποίο κινείται με ταχύτητα u σε σχέση με το υγρό περιβάλλον. Πρώτος ο Stokes, μελέτησε την κίνηση σωματιδίου σε υγρό περιβάλλον. Το σωματίδιο βρίσκεται υπό την επίδραση δύο (2) δυνάμεων, της βαρύτητας B και της άνωσης A .

Εάν δεν υπήρχε το σφαιρικό σωματίδιο, θα παρατηρούσαμε μία διαφοροποίηση όσον αφορά τις γραμμές ροής. Δηλαδή οι γραμμές ροής θα ήταν κατακόρυφες και όχι με τον τρόπο που αναπαρίστανται στην παραπάνω εικόνα. (Εικόνα 3.1)

Η σχετική ταχύτητα του υγρού, μεταβάλλεται με την απόσταση r από το κέντρο του σωματιδίου. Η μεταβολή αυτή, dv/dr , μηδενίζεται όταν το r μεγαλώνει και οι γραμμές ροής δεν «αισθάνονται» το σωματίδιο το οποίο κινείται. Έτσι η διασπορά θεωρείται άπειρα αραιή.

Ο Stokes έδειξε ότι ο ρυθμός απόσβεσης της κινητικής ενέργειας, είναι ίσος με $6\pi\eta\frac{2}{z}R$. Το γινόμενο της ιξώδους δύναμης F_v επί την ταχύτητα u του

σωματιδίου είναι επίσης, ίσο με τον ρυθμό, με τον οποίο γίνεται έργο στο υγρό από το κινούμενο σωματίδιο.

Εξισώνοντας τους δύο ρυθμούς:

$$F_v \cdot u_z = 6 \cdot \pi \cdot \eta \cdot v_z \cdot R$$

Όταν ένα σωματίδιο κινείται προς μια κατεύθυνση το υγρό μέσο αντιτίθεται στην κίνηση, με μια δύναμη προς την αντίθετη κατεύθυνση. Η δύναμη δίνεται από τον νόμο του Stokes, ο οποίος με την παραπάνω εξίσωση γράφεται:

$$F = 6\pi\eta vR$$

Πρέπει να γνωρίζουμε, ότι ο νόμος του Stokes ισχύει για σφαιρικά ή κατά προσέγγιση σφαιρικά σωματίδια. Τα κολλοειδή σωματίδια πολλές φορές δεν είναι σφαιρικά.

3.4 Σταθερότητα των κολλοειδών συστημάτων

Μία από τις σημαντικότερες φυσικές ιδιότητες των κολλοειδών, είναι η τάση για συσσωμάτωση των εν διασπορά σωματιδίων. Λόγω της θερμικής κίνησης σε ένα ρευστό μέσο διασποράς, τα σωματίδια συγκρούονται συχνά μεταξύ τους. Η σταθερότητα του κολλοειδούς, εξαρτάται από τη φύση της διασωματιδιακής αλληλεπίδρασης κατ'αυτές τις συγκρούσεις. Οι δυνάμεις Van Der Waals, είναι η κύρια αιτία συσσωμάτωσης. Οι απωστικές δυνάμεις μεταξύ των ομώνυμων φορτισμένων ηλεκτροκινητικών μονάδων ή μικυλίων και η έλξη των σωματιδίων από τον διαλύτη, υποβοηθάει τη σταθερότητα καθώς αυξάνεται η ελεύθερη ενέργεια του συστήματος.

3.5 Τεχνικές ομοιόμορφης διασποράς και σταθεροποίησης αιωρημάτων

Για την ομοιόμορφη διασπορά και σταθεροποίηση των αιωρημάτων, υπάρχουν τεχνικές όπως, η προσθήκη επιφανειοδραστικών ουσιών (ανιονικών, κατιονικών και μη-ιονικών), η υπερηχητική ανάδευση και η ρύθμιση του pH των αιωρημάτων.

Για να σταθεροποιήσουμε ένα κολλοειδές μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τρεις (3) κύριες μεθόδους.

- 1) Αύξηση του ιξώδους της συνεχούς φάσης.
- 2) Προσθήκη φορτίων (ηλεκτρικών) στα σωματίδια.
- 3) Στερική ή πολυμερική σταθεροποίηση.

3.5.1 Αύξηση του ιξώδους της συνεχούς φάσης.

Με την αύξηση αυτή,μειώνεται η ταχύτητα καθίζησης των διεσπαρμένων σωματιδίων.Σύμφωνα με την εξίσωση του Stokes,η αύξηση του ιξώδους μειώνει την ταχύτητα καθίζησης των σωματιδίων,με αποτέλεσμα να μένει σταθερό για μεγάλο χρονικό διάστημα.(κολλοειδές)

3.5.2 Προσθήκη φορτίων (ηλεκτρικών) στα σωματίδια.

Με τον τρόπο αυτό τα σωματίδια,αποκτούν αντίθετα μεταξύ τους φορτία,με αποτέλεσμα να αναπτύσσονται απωστικές δυνάμεις.Μια πρακτική για να σταθεροποιήσουμε μια διασπορά,είναι η τροποποίηση του pH συνεχούς φάσης.Η πιο κοινή μέθοδος είναι,η προσθήκη σταθεροποιητικού μέσου.

3.5.2.1 Χαρακτηριστικά ηλεκτροστατικής σταθεροποίησης

- 1) Η προσθήκη ηλεκτρολυτών σε ηλεκτροστατικά σταθεροποιημένα κολλοειδή,οδηγεί σε συσσωμάτωση.
- 2) Αποτελεσματική,κυρίως σε υδατικά μέσα διασποράς.
- 3) Αποτελεσματική,κυρίως σε αραιές κολλοειδείς διασπορές.
- 4) Η προκαλούμενη συσσωμάτωση είναι συχνά αναντιστρεπτή.
- 5) Η κατάψυξη οδηγεί συνήθως σε αναντιστρεπτή κροκίδωση.

Ένας παράγοντας σταθεροποίησης,είναι η ύπαρξη όσο το δυνατόν πιο ομοιόμορφων σωματιδίων με μικρή κατανομή μεγέθους.Για το λόγο αυτό,εμείς εξετάζουμε την κατανομή μεγέθους των σωματιδίων,που μπορεί να

οδηγήσει σε ασφαλή συμπεράσματα,σε σχέση με την σταθεροτητά τους.Τα αποτελέσματα αυτά θα συνδιαστούν με ρεολογικές μετρήσεις.

3.5.3 Προσθήκη σταθεροποιητικού μέσου: Επιτυγχάνεται με την προσθήκη λυόφιλου υλικού,που προσροφάται πάνω στην επιφάνεια των σωματιδίων(λυόφοβου κολλοειδούς).

Ωστόσο,η σταθερότητα εξαρτάται και από άλλους παράγοντες,όπως είναι: η “ αλληλεπίδραση ηλεκτρικών διπλοστιβάδων” και η “αλληλεπίδραση Van Der Waals”.

3.5.3.1 Στερική ή πολυμερική σταθεροποίηση

Με βάση τις ηλεκτροστατικές απώσεις λόγω διπλοστιβάδας και τις έλξεις λόγω δυνάμεων Van Der Waals δεν μπορούμε απλά να εξάγουμε ασφαλή συμπεράσματα για τη σταθερότητα προστατευμένων κολλοειδών διασπορών.Οι δυνάμεις αυτές, πρέπει τουλάχιστον να είναι συγκρίσιμες και η δυσκολία έγκειται στο γεγονός ότι η απαιτούμενη εμβέλεια των απωστικών αλληλεπιδράσεων πρέπει να επεκτείνεται σε μήκος πολλών νανομέτρων.Εδώ μπορεί να χρησιμοποιηθεί η στερική σταθεροποίηση,που ουσιαστικά είναι η προσρόφηση μακρομορίων στην επιφάνεια των κολλοειδών σωματιδίων.

3.5.3.2 Χαρακτηριστικά στερικής σταθεροποίησης

- 1) Δεν επηρεάζεται από την παρουσία ηλεκτρολυτών.
- 2) Είναι εξίσου αποτελεσματική σε υδατικά και μη υδατικά μέσα διασποράς.
- 3) Εξίσου αποτελεσματική σε αραιά και πυκνά κολλοειδή συστήματα.
- 4) Συχνά οδηγεί σε αντιστρεπτή θρόμβωση.
- 5) Οδηγεί σε καλή σταθερότητα κατά τη θερμική καταπόνηση των κολλοειδών σε κύκλους κατάψυξης ή απόψυξης.

3.6 Σημασία των κολλοειδών

Τα κολλοειδή συστήματα, τα πήγματα από αυτά ή από πηκτές έχουν εξαιρετικά μεγάλη σημασία για τη ζωή των ανθρώπων, των ζώων και των φυτών, τόσο γιατί αποτελούν τα κύρια συστατικά τους, όσο και γιατί συναντιούνται σε πολλές βιομηχανίες.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ: Ολόκληρο το κύτταρο αποτελείται από κολλοειδή συστήματα, μέσα στα οποία γίνονται όλες οι φυσικοχημικές μεταβολές που χαρακτηρίζουν τη ζωή.

Πολλά φάρμακα και εμβόλια, αποτελούν φυσικά κολλοειδή συστήματα διασποράς. Κολλοειδή συστήματα διασποράς αργύρου, χρυσού, λευκόχρυσου, άνθρακα, θείου και σεληνίου χρησιμοποιούνται ως αντισηπτικά και αντιτοξικά φάρμακα.

Τα ένζυμα είναι κολλοειδή πρωτεϊνικού χαρακτήρα. Στη βιομηχανία η σημασία των κολλοειδών είναι πολύ μεγάλη, επειδή πολλές πρώτες ύλες και πολλά προϊόντα είναι κολλοειδούς σύστασης. Τέτοια, είναι πολλά βερνίκια και χρώματα.

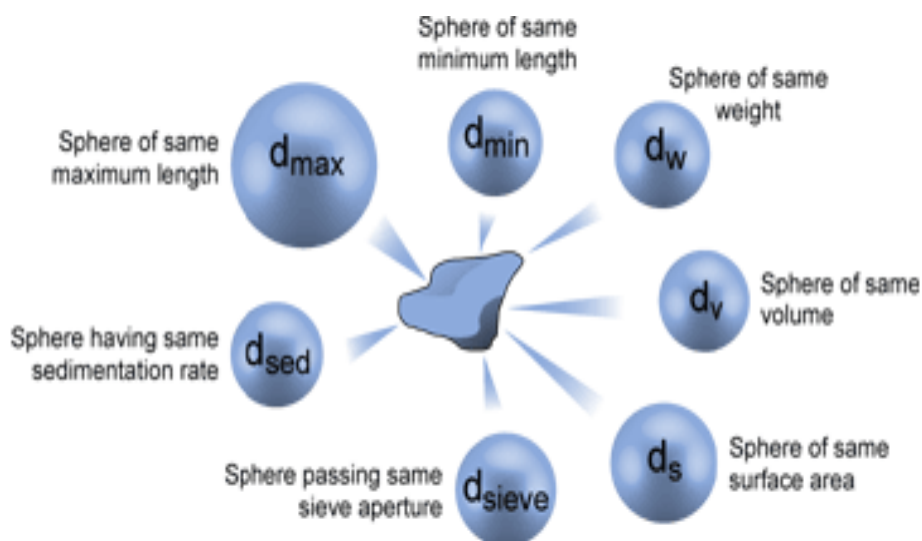
4. ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΜΕΓΕΘΟΥΣ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

4.1 ΓΕΝΙΚΑ

Πολύ σημαντικό ρόλο για την μελέτη της σταθερότητας μιας κolloειδούς διασποράς,είναι η κατανομή μεγέθους των σωματιδίων.Η γνώση της,μας επιτρέπει να προβλέψουμε πολλές φυσικοχημικές ιδιότητες του συστήματος αυτού,καθώς και τη συμπεριφορά του σε επίδραση θερμοκρασίας.

4.2 Μέγεθος σωματιδίων

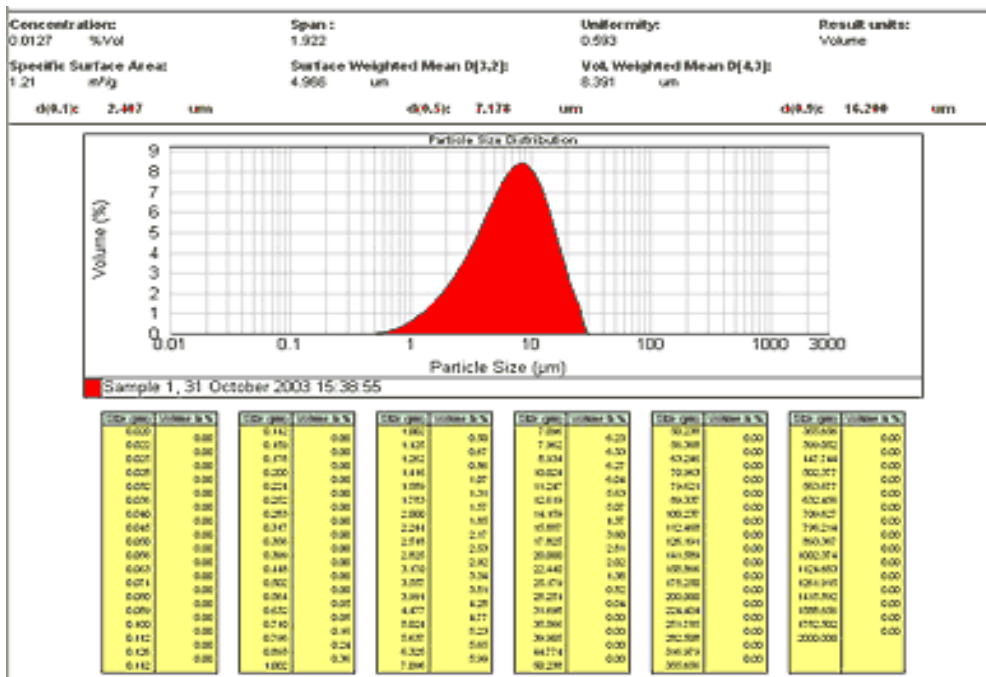
Ο στόχος όλων των τεχνικών προσδιορισμού του μεγέθους σωματιδίων,είναι να παρέχει ένα μοναδικό νούμερο που είναι ενδεικτικό του μεγέθους των σωματιδίων.Ωστόσο,τα σωματίδια είναι τρισδιάστατα αντικείμενα,για τα οποία τουλάχιστον τρεις (3) παράμετροι απαιτούνται προκειμένου να έχουμε πλήρη περιγραφή τους (μήκος,πλάτος,ύψος).Οι περισσότερες τεχνικές διαστασιολόγησης,γι'αυτό το λόγο θεωρούν ότι τα υλικά που μετρώνται είναι σφαιρικά και αναφέρουν το σωματιδιακό μέγεθος ως τη διάμετρο της « ισοδύναμης σφαίρας» η οποία θα έδινε την ίδια μέτρηση όπως το σωματίδιο που επιμετράται.



ΕΙΚΟΝΑ 4.1: Προσέγγιση « Ισοδύναμης σφαίρας » για σωματίδιο ακανόνιστου σχήματος.

Στην παραπάνω εικόνα (4.1), φαίνεται ένα σωματίδιο ακανόνιστου σχήματος, καθώς και ο τρόπος που δουλεύει η προσέγγιση της « ισοδύναμης σφαίρας ». Η διάμετρος που αναφέρεται σε αυτό το σωματίδιο, θα εξαρτάται από τη φυσική ιδιότητα που προσμετράται από την επιλεγμένη κάθε φορά τεχνική. Στην περίπτωση της διάθλασης LASER, εξαρτάται από τη διάθλαση της σφαίρας, που είναι ισοδύναμη με τη διάθλαση του μετρώμενου σωματιδίου.

Μόλις υπολογισθεί το σωματιδιακό μέγεθος για το μετρούμενο δείγμα, πρέπει να εμφανιστεί η κατανομή μεγέθους των σωματιδίων. Τα συστήματα διάθλασης LASER, έχουν ρυθμιστεί για να εξασφαλίζουν ίσους όγκους σωματιδίων διαφορετικών μεγεθών και να παρέχουν αποτέλεσμα ισοδύναμης κατανομής. Γι' αυτό το λόγο, αναφέρεται η κατανομή του όγκου που δείχνει το ποσοστό επί τοις %. Αυτό αντιστοιχεί σε μια μαζική κατανομή, στην περίπτωση όπου η πυκνότητα των σωματιδίων είναι η ίδια για όλα τα μεγέθη.



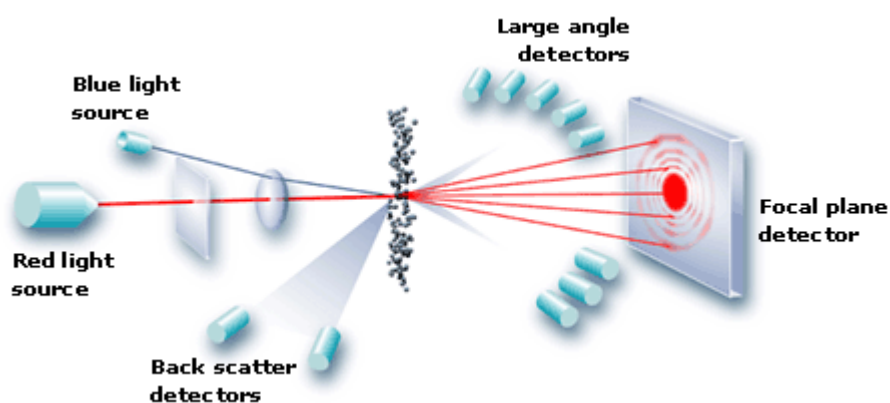
ΕΙΚΟΝΑ 4.2: Πίνακας κατανομής και μεγέθους σωματιδίων.

4.3 Διαστασιολόγηση σωματιδίων απο διάθλαση LASER

Η τεχνική της διάθλασης LASER, βασίζεται γύρω απο την αρχή ότι τα σωματίδια που διαπερνώνται απο μια δέσμη LASER,θα διαθλάσουν το φως σε γωνία που έχει άμεση σχέση με το μέγεθος τους.Καθώς μειώνεται το σωματιδιακό μέγεθος,η γωνία διασκόρπισης του φωτός αυξάνεται λογαριθμικά. Η παρατηρούμενη (scattering intensity) ταυτοποίηση σκέδασης, εξαρτάται επίσης απο το μέγεθος των σωματιδίων και μειώνεται (σε μια καλή προσέγγιση) απο την αύξηση του αριθμού των διελαυνόντων σωματιδίων της διατομής.Έτσι τα μεγάλα σωματίδια,διαχέουν το φως σε μικρές γωνίες και με μεγάλη ένταση (intensity),ενώ τα μικρά σωματίδια διασκορπούν το φως σε μεγαλύτερες και ευρείες γωνίες,αλλά με μικρότερη ένταση (intensity).

Η πρωταρχική μέτρηση που πρέπει να πραγματοποιηθεί σε ένα σύστημα διάθλασης LASER,είναι η σύλληψη του διαθλασθέντος φωτός απο τα σωματίδια που μελετάμε.Ένα τυπικό σύστημα αποτελείται απο:

- Ένα LASER για να παρέχει μια συμπυκνωμένη και έντονη πηγή φωτός με σταθερό μήκος κύματος.
- Ένα σύστημα παρουσίασης δείγματος, που διασφαλίζει ότι το υλικό που ελέγχουμε, περνάει μέσα από την ακτίνα LASER, όπως ένα ομοιογενές μείγμα, από σωματίδια σε αναπαραγωγίμη κατάσταση της διασποράς.
- Μια σειρά από ανιχνευτές, που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση του φωτός που παράγεται σε ένα ευρύ φάσμα γωνιών.



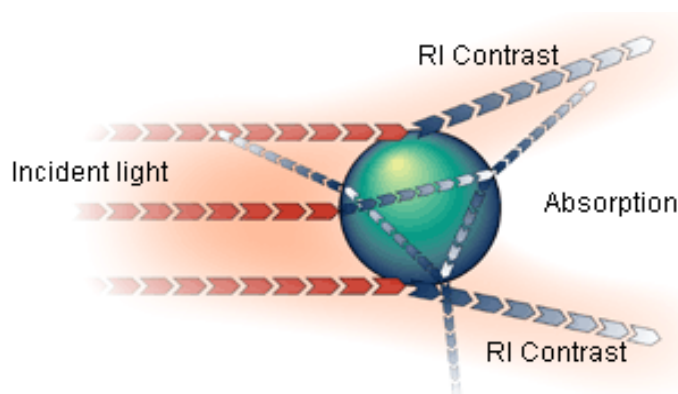
EIKONA 4.3 Τυπικό σύστημα διάθλασης LASER.

Το εύρος μεγεθών που μπορούμε να μετρήσουμε σχετίζεται άμεσα με το εύρος γωνιών του διασκορπισμένου φωτός. Τα σύγχρονα όργανα μετρήσεων, κάνουν μετρήσεις σε μια περιοχή από 0.02 βαθμούς έως 135 βαθμούς. Μία λογαριθμική ακολουθία ανιχνευτών, όπου οι ανιχνευτές ομαδοποιούνται σε αυτούς που μετράνε μικρές γωνίες και σε αυτούς που μετράνε μεγάλες, βοηθάνε στην απόδοση και την βέλτιστη ευαισθησία. Τέλος, η ακολουθία ανιχνευτών είναι ρυθμισμένη, έτσι ώστε ίσοι όγκοι σωματιδίων διαφορετικών μεγεθών να παράξουν παρόμοιο σήμα. Αυτό προϋποθέτει το μέγεθος των ανιχνευτών να αυξάνεται, όσο αυξάνεται η γωνία του διασκορπισμένου φωτός.

4.4 Ανάλυση δεδομένων διάθλασης φωτός

Στην περίθλαση LASER, οι κατανομές μεγεθών των σωματιδίων, υπολογίζονται συγκρίνοντας ένα διασκορπισμένο δείγμα, με το κατάλληλο οπτικό μοντέλο, χρησιμοποιώντας μια μαθηματική μέθοδο αναστροφής. Παραδοσιακά, είναι δύο διαφορετικά μοντέλα που χρησιμοποιούνται: η “ προσέγγιση Fraunhofer ” και η “θεωρία Mie”. Η θεωρία Mie, παρέχει μια αυστηρή λύση για τον υπολογισμό της κατανομής μεγέθους των σωματιδίων από τα δεδομένα περίθλασης του φωτός και βασίζεται στις εξισώσεις μαγνητικού πεδίου του Maxwell. Προβλέπει αποτελέσματα ταυτοποιήσεων σκέδασης (scattering intensities) για όλα τα σωματίδια, μικρά ή μεγάλα, διαφανή ή αδιαφανή μέσα στις ακόλουθες παραδοχές:

- Τα σωματίδια που μετρώνται είναι σφαιρικά.
- Το αιώρημα είναι αραιό, έτσι ώστε να μετρηθεί η διάθλαση του φωτός πριν από μια εκ νέου διάθλαση από άλλα σωματίδια.
- Οι οπτικές ιδιότητες των σωματιδίων και του μέσου που τα περιβάλλει είναι γνωστά.
- Τα σωματίδια είναι ομοιογενή.



ΕΙΚΟΝΑ 4.4 Ομοιογενές σφαιρικό σωματίδιο.

Η θεωρία Mie, προβλέπει την πρωταρχική διάθλαση που παρατηρείται από την επιφάνεια του σωματιδίου, με την ταυτοποίηση (intensity) να προβλέπεται από τη διαφορά του δείκτη διάθλασης μεταξύ των σωματιδίων και του μέσου διασποράς. Προβλέπει επίσης, την δευτεροβάθμια διάθλαση του φωτός που συμβαίνει από την πρωταρχική διάθλαση στο σωματίδιο. Αυτό, είναι ιδιαίτερα σημαντικό για τα σωματίδια κάτω των 50 μικρομέτρων σε διάμετρο και είναι εξαιρετικά σημαντικό όταν το σωματίδιο είναι διαφανές, όπως προκύπτει από το διεθνές πρότυπο για την μέτρηση διάθλασης LASER (ISO13320-1(1999)).

Η προσέγγιση Fraunhofer, είχε χρησιμοποιηθεί στα πρώτα μέσα μέτρησης διάθλασης LASER, κυρίως επειδή είναι ευκολότερο να υπολογιστεί και δεν χρειάζεται εισαγωγή των οπτικών ιδιοτήτων του δείγματος. Είναι βασισμένη σε παρόμοιες υποθέσεις με τη θεωρία Mie, αλλά θεωρεί επιπλέον ότι:

- Τα σωματίδια που μετρώνται είναι αδιαφανή δίσκοι.
- Το φως διαθλάται σε μικρές γωνίες.
- Όλα τα σωματίδια ανεξαρτήτως μεγέθους, διαθλούν το φως με την ίδια αποτελεσματικότητα.
- Η διαφορά του δείκτη διάθλασης ανάμεσα στα σωματίδια και το περιβάλλον είναι άπειρη.

Οι προσεγγίσεις αυτές, έχουν σαν αποτέλεσμα αρκετά μικρό αριθμό σφαλμάτων σε μεγάλα μεγέθη σωματιδίων (πάνω από 50 μικρά στο μέγεθος). Τα λάθη αυξάνονται όσο μικραίνουν τα σωματίδια.

4.5 Σύγκριση διαφορετικών τεχνικών διαστασιολόγησης σωματιδίων

Είναι εύλογη η προσδοκία να μετράμε το ίδιο δείγμα και μέγεθος κατά την πρώτη ανάλυση του σωματιδιακού μεγέθους για διαφορετικές τεχνικές. Ωστόσο, λόγω της εφαρμογής της «ισοδύναμης σφαίρας», η οποία εφαρμόζεται, προκειμένου να προσδιοριστεί μια ενιαία διάμετρος που θα είναι ενδεικτική του μεγέθους, διαφορετικές τεχνικές θα παρέχουν διάφορες

κατανομές μεγεθών,εάν δεν μετρώνται σφαιρικά μόρια.Αυτό αναγνωρίστηκε στη δεκαετία του 1940 απο τον Heywood,ο οποίος προτείνει οτι οι τεχνικές ανάλυσης και τα αποτελεσματα τους ήταν «εξαρτημένα απο τις φυσικές ιδιότητες και τις υποθέσεις που έχουμε κάνει».Καθώς διαφορετικές τεχνικές, μετράνε διαφορετικές ιδιότητες όπως,ταχύτητα καθίζησης,πρότυπο διάχυσης φωτός,προβολή μεγέθους εικόνας δεν είναι αδικαιολόγητο να περιμένουμε να παράγουν διαφορετικά αποτελέσματα.Γ'αυτό,είναι σημαντικό να λάβουμε υπ'οψιν τα ακόλουθα,όταν συγκρίνουμε τα αποτελέσματα απο διαφορετικές μεθόδους.

Μή-σφαιρικότητα: Οι τεχνικές επηρεάζονται απο την παρουσία μή-σφαιρικών σωματιδίων και εξαρτώνται απο τις φυσικές ιδιότητες που μετρώνται,με διαφορετικό τρόπο και με σκοπό να προκύψει το μέγεθος των σωματιδίων.Αυτός είναι ένας λόγος,που η διαστασιολόγηση σωματιδίων αναφοράς,που τείνουν να είναι σφαιρικά,μπορούν να παραχθούν απο διαφορετικές τεχνικές.

Στατιστικά αποτελέσματα: Διαφορετικές τεχνικές,φέρνουν διαφορετικές μετρήσεις στατιστικού βάρους των σωματιδίων μέσα στο εσωτερικό της κατανομής.Για παράδειγμα,μια τεχνική μπορεί να μετρήσει τον αριθμό των σωματιδίων ενός συγκεκριμένου μεγέθους και μια άλλη μπορεί να μετρήσει τη μάζα των σωματιδίων.Αυτό θα επηρεάσει το σχήμα της διασποράς και την ευαισθησία της τεχνικής σε αλλαγές στο περιβάλλον που μετράμε.Στο τέλος,καμία εκπροσώπηση σωματιδιακού μεγέθους δεν μπορεί να χαρακτηριστεί πιο ακριβής απο μια άλλη.Αντ'αυτού,αυτό που είναι πιο σημαντικό,είναι οτι η μετρούμενη παράμετρος,σχετίζεται καλύτερα με την εφαρμογή που αναπτύσσεται.Σε πολλές εφαρμογές,όπως στην παραγωγή φαρμακευτικών προϊόντων,είναι σημαντικό να γίνει κατανοητό πως η μάζα ή ο όγκος του υλικού διανέμεται ανάμεσα σε σωματίδια διαφορετικού μεγέθους.Είναι ένας λόγος,που η διάθλαση LASER έχει γίνει ευρέως γνωστή στη βιομηχανία.

5. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

5.1 ΣΥΣΚΕΥΕΣ-ΟΡΓΑΝΑ

Για τα πειράματα που πραγματοποιήσαμε χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω συσκευές:

- 1) Ζυγός ακριβείας τεσσάρων (4) δεκαδικών ψηφίων.
- 2) Μαγνητικός αναδευτήρας.
- 3) Λουτρό υπερήχων.
- 4) Συσκευή μέτρησης κατανομής μεγέθους σωματιδίων.

5.2 Υλικά

Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν στα πειράματα μας για την παρασκευή των διασπορών είναι τα εξής:

1. Τιτανία (TiO_2) της τάξεως περίπου 30 nm.
2. Αιθυλενογλυκόλη 20.000 με 97% καθαρότητα.

5.3 Πειραματική διαδικασία

Παρασκευάσαμε αιωρήματα τιτανίας σε αιθυλενογλυκόλη και μελετήσαμε τη μεταβολή του μεγέθους των σωματιδίων στο αιώρημα.

Η ζύγιση έγινε με ζυγό ακριβείας τύπου ABS220-4. Έτσι, παρασκευάστηκαν διαλύματα 4% και 8% κ.β τιτανίας σε αιθυλενογλυκόλη, η οποία είχε αναλυτική καθαρότητα 97%. Για την παρασκευή του κάθε διαλύματος, αναδεύουμε τη διασπορά σε μαγνητικό αναδευτήρα με εφαρμογή ισχυρού μαγνητικού πεδίου για δύο ώρες. Στη συνέχεια, αφού τοποθετήσουμε το παρασκεύασμα εντός

κωνικής φιάλης, το τοποθετούμε σε λουτρό υπερήχων (υψηλή ταχύτητα) για είκοσι ώρες (20), έτσι ώστε να επιτύχουμε σπάσιμο των συσσωματωμάτων και ομοιόμορφη κατανομή των νανομορίων στο συνεχές υγρό.

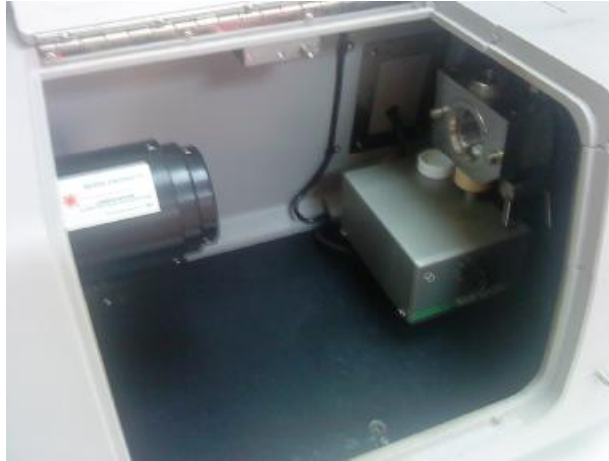
Μετρήσαμε την κατανομή σωματιδίων με τη συσκευή Master Sizer.



ΕΙΚΟΝΑ 5.1 Ηλεκτρονικός ζυγός ακριβείας.



ΕΙΚΟΝΑ 5.2 Συσκευή μέτρησης κατανομής μεγέθους σωματιδίων.



ΕΙΚΟΝΑ 5.3 Φωτογραφία απο το εσωτερικό της συσκευής.
(Master Sizer)



ΕΙΚΟΝΑ 5.4 Περιφερειακά τμήματα της συσκευής.
(Master Sizer)



ΕΙΚΟΝΑ 5.5 Πίνακας ελέγχου της συσκευής Master Sizer.

5.4 Αναλυτική περιγραφή συσκευής μέτρησης κατανομής μεγέθους σωματιδίων.

MSX 14

Μονάδα δείγματος αιωρήματος.

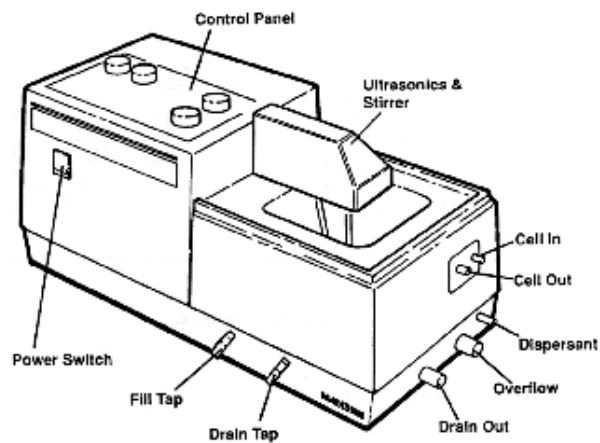


Fig. 1.1 MSX 14 Unit.

ΕΙΚΟΝΑ 5.6

5.4.1 Συνιστώσες Συστήματος και έλεγχος.

Τα κύρια στοιχεία του MSX 14 φαίνονται στην εικόνα 5.6. Στο κέντρο της μονάδας, είναι η πανίσχυρη δεξαμενή υπερήχων, που ενσωματώνει το βοηθητικό αναδευτήρα και το μηχανισμό της αντλίας.

Το MSX 14 συνδέεται με τη μονάδα ροής (MSX 23) μέσω δύο υποδοχών σωλήνων στον πίνακα που είναι σημαδεμένα "Cell From" και "Cell To".

Το παρασκεύασμα μπορεί να τοποθετηθεί στη δεξαμενή μέσω της ειδικής εισόδου και ελέγχεται από το μοχλό συμπλήρωσης (γυρίζει αριστερόστροφα για να συμπληρώσει τη δεξαμενή) ή τοποθετώντας το χειροκίνητα κατευθείαν μέσα στη δεξαμενή. Μόλις γεμίσει η δεξαμενή, προστίθεται και το δείγμα. Το δείγμα μπορεί να διατηρηθεί σε αιώρηση, ρυθμίζοντας το διακόπτη του αναδευτήρα στον πίνακα ελέγχου (φαίνεται λεπτομερώς στην εικόνα 5.7). Στο τέλος, το δείγμα μπορεί να αντληθεί μέσω του κελιού ροής ρυθμίζοντας το διακόπτη άντλησης δείγματος και έτσι είμαστε έτοιμοι να κάνουμε μέτρηση. Η ταχύτητα ροής από την αντλία ποικίλλει, δίνοντας υψηλές ταχύτητες για εκκένωση, μέσες ταχύτητες για την διασφάλιση μεγάλης ροής για βαριά σωματίδια και χαμηλές ταχύτητες όπου το φαινόμενο της σπηλαιώσης μπορεί να δημιουργήσει πρόβλημα. Μόλις τελειώσει η μέτρηση, η δεξαμενή μπορεί να αδειάσει γυρίζοντας το μοχλό διαρροής στο "open".

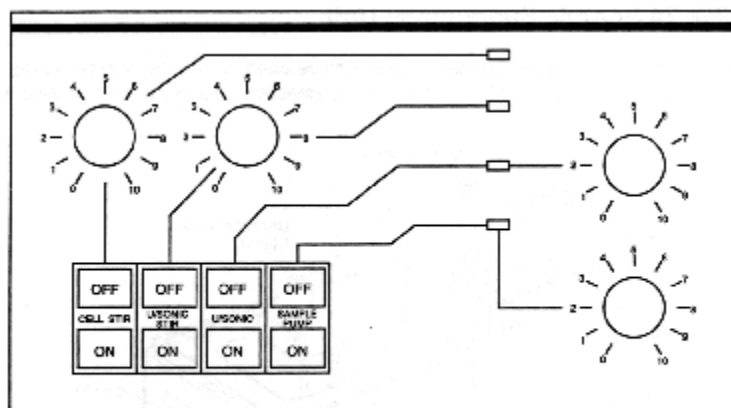


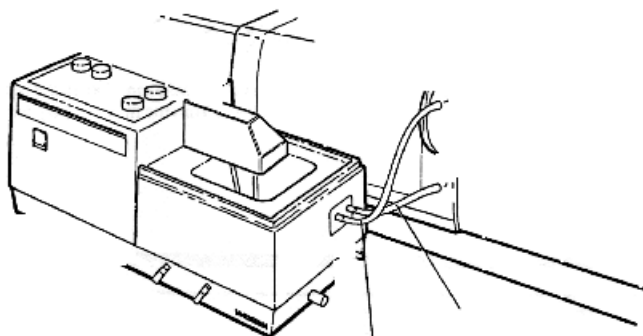
Fig. 1.2 Top Panel Controls.

EΙΚΟΝΑ 5.7

5.4.2 Εγκατάσταση οργάνου.

Λύνουμε τον εξοπλισμό και τον διατηρούμε έτσι μέχρι το σύστημα να εγκατασταθεί. Πρωτού κάνουμε οποιαδήποτε σύνδεση με το όργανο, μεταφέρουμε τον εξοπλισμό που πρέπει να αφαιρεθεί από τη μονάδα. Διασφαλίζουμε ότι ο εξοπλισμός είναι καθαρός από κομμάτια υλικού και σκόνη. Προσέχουμε επίσης να μην έχουν πέσει μικρά κομμάτια υλικού στην δεξαμενή υπερήχων. Πρέπει να πραγματοποιηθεί έλεγχος σε όλα τα ανταλλακτικά του MSX 14. Σε αυτό το στάδιο δεν συνδέουμε το Master Sizer X με τον υπολογιστή και διασφαλίζουμε ότι είναι κλειστό. Ταιριάζουμε το MSX 23 στο εύρος φακού MasterSizer X (ή τη μονάδα του δέκτη αν χρησιμοποιείται η αντίστροφη διεύθυνση Fourier).

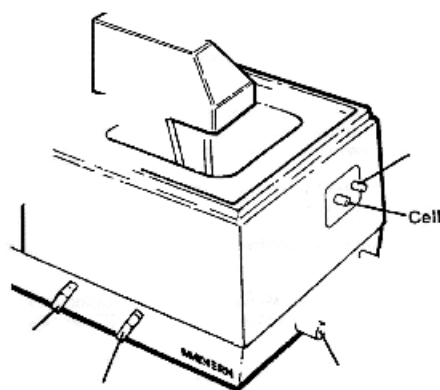
Χρησιμοποιώντας την εικόνα 5.8 ως οδηγό, παίρνουμε τα τρία μήκη σωλήνων tygon και συνδέουμε έναν σωλήνα από την έξοδο με την ένδειξη "Cell To", στην κάτω υποδοχή της περιοχής δείγματος του MasterSizer X. Παίρνουμε το δεύτερο σωλήνα και τον συνδέουμε από την είσοδο στο (end panel) που σημειώθηκε ως "Cell From" στην πάνω υποδοχή της περιοχής δείγματος του MasterSizer X. Ο τρίτος σωλήνας χωρίζεται σε δύο μέρη. Ένα μέρος χρησιμοποιείται για να συνδέσει την κάτω υποδοχή στο εσωτερικό της περιοχής δείγματος, με την κάτω υποδοχή του σωλήνα στο κελί MSX 23. Το άλλο μέρος, χρησιμοποιείται για να συνδέσει την πάνω υποδοχή του εσωτερικού της περιοχής δείγματος, με την πάνω υποδοχή του σωλήνα στο MSX 23 (σημειωμένο ως "Top Out").



EIKONA 5.8

Εάν κάποιος απο τους σωλήνες έχει υπερβολικό μήκος,τον κόβουμε ώστε να εφαρμόζει σωστά.Συνδέουμε τα δύο μέρη των 5/8” σωλήνων στις εξόδους αδειάσματος και υπερχειλίσης,όπως φαίνεται στην εικόνα 5.9.Οι ελεύθερες άκρες πρέπει να είναι κάπου,που να μπορεί άνετα να χωρέσει το περιεχόμενο της δεξαμενής και του κελιού.

Εξασφαλίζουμε ότι ο μοχλός συμπλήρωσης βρίσκεται στη θέση off και ο μοχλός αδειάσματος είναι κλειστός.Ο σωλήνας παρασκευάσματος προσαρμόζεται απο την παροχή νερού,στην υποδοχή σημειωμένη ως “dispersant” στο “end panel”.Διασφαλίζουμε ότι ο διακόπτης στο μπροστινό μέρος της μονάδας είναι κλειστός.Γυρίζουμε στο μηδέν (0) τα τέσσερα (4) μεταβλητά κουμπιά που βρίσκονται στον πίνακα ελέγχου και πιέζουμε τα τέσσερα (4) κουμπιά off.Συνδέουμε το κύριο καλώδιο τροφοδοσίας στην υποδοχή AC IN και την άλλη άκρη σε μπρίζα σωστής τάσης.Τέλος,ανοίγουμε την παροχή ρεύματος.



ΕΙΚΟΝΑ 5.9

5.4.3 Δοκιμές μετρήσεων χρησιμοποιώντας το κελί ροής.

Το σύστημα τώρα,είναι έτοιμο να κάνει τις μετρήσεις.Διαλέγουμε ένα υλικό,που να κυμαίνεται σε μέγεθος μεταξύ 5-560 μm και είναι εύκολα διαλυτό στο νερό.Πρώτα, διασφαλίζουμε ότι το όργανο και οι επιλογές ανάλυσης είναι σωστά ρυθμισμένες,χρησιμοποιώντας το κουμπί ρυθμίσεων.

Στον Setup Hardware διάλογο,ελέγχουμε ότι οι επιλογές του οργάνου είναι ρυθμισμένες σωστά.Το εύρος που επιλέγεται,πρέπει να είναι 300mm και η μονάδα δείγματος πρέπει να είναι None.Δεν αλλάζουμε τη δέσμη φωτός ή τις ρυθμίσεις επικοινωνίας των διόδων.

5.4.4 Καθαρισμός κελιού.

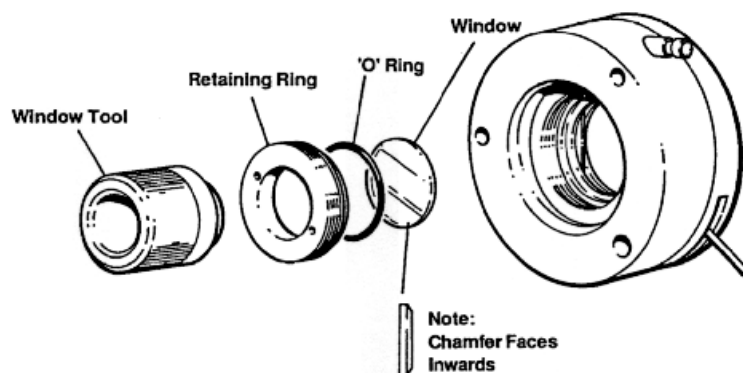
Η διάθλαση LASER, είναι μια οπτική μέθοδος υψηλής ανάλυσης, όπου οι φακοί και τα παράθυρα του κελιού είναι βασικά στοιχεία της μετρούμενης περιοχής.Η σκόνη και τα υπολείμματα στους φακούς θα διασκορπίσουν το φώς που θα μετρηθεί μαζί με τη διασκόρπιση απο το δείγμα.Γενικότερα,η καθαρότητα των φακών και του κελιού βοηθάει στο να μην γίνει υποβάθμιση της ευαισθησίας του οργάνου.

Γι'αυτό προτείνεται,να διασφαλίζουμε πάντα ότι οι φακοί και τα τζαμάκια του κελιού είναι καθαρά,χρησιμοποιώντας τις διαδικασίες που περιγράφονται παρακάτω.Αν υπάρχει αμφιβολία για την οπτική καθαρότητα, χρησιμοποιούμε την εντολή View Data που δείχνει τις μετρούμενες τιμές για κάθε δαχτυλίδι ανιχνευτή.Αν αυτά τα δαχτυλίδια έχουν τιμές που ξεπερνούν το 100,είναι σωστό να καθαρίσουμε το σύστημα,χωρίς προηγουμένως να κάνουμε άλλες μετρήσεις.

Πρίν απο κάθε μέτρηση,απαιτείται συντήρηση ρουτίνας.Παρακάτω περιγράφουμε τη συντήρηση ρουτίνας που απαιτείται για το MSX 14. Η πιο συχνή μορφή συντήρησης,είναι ο καθαρισμός του κελιού.Καθώς χρησιμοποιείται το κελί,σιγά σιγά δημιουργείται ένα στρώμα(ταινίες) που επικάθεται απο το αιώρημα και το δείγμα.Αυτές οι ταινίες,θα επιδεινώσουν τη διασκόρπιση στο υπόβαθρο.Οι ταινίες αυτές,δεν φαίνονται πάντα εύκολα με γυμνό μάτι,αλλά συνήθως με φωτισμό LASER.Δεν μπορούμε όμως να βασιστούμε στο αν φαίνονται για να κάνουμε καθαρισμό ρουτίνας,αλλά πρέπει να ακολουθούμε την αποδεδειγμένη μέθοδο ρουτίνας.Στο τέλος κάθε ομάδας μετρήσεων,το κελί και οι φακοί πρέπει να καθαριστούν σωστά.Η διάλυση και η συναρμολόγηση για τα παράθυρα των κελιών είναι ίδια για όλα τα κελιά.Η σειρά αποσυναρμολόγησης,φαίνεται στην εικόνα 5.10.Παρατηρούμε, ότι το παράθυρο πάει στο κελί πρώτα και μετά ακολουθεί

το δαχτυλίδι στεγανοποίησης και το δαχτυλίδι σύσφιξης. Ένα εργαλείο κελιού επιτρέπει να εφαρμοστεί πλήρως το δαχτυλίδι σύσφιξης. Θα πρέπει να υπάρχει προσοχή κατά τη διάρκεια καθαρισμού των παραθύρων. Είναι όργανα οπτικής ακρίβειας και θα επιδεινωθεί η απόδοσή τους αν γρατζουνιστούν. Ο καθαρισμός γίνεται με απλό καθαρισμό σε νερό ή σε οργανικό διαλύτη, όπως η μεθανόλη. Μπορούμε επίσης να χρησιμοποιήσουμε, καθαριστικά υαλικών, όπως είναι το "Deco". Επιπλέον, τα παράθυρα θα πρέπει να ξεπλυθούν καλά για να αποφευχθεί το ενδεχόμενο να μείνουν υπολείμματα.

Πρίν και μετά από κάθε μέτρηση, τα παράθυρα θα πρέπει να επιβλέπονται για τυχόν γρατσουνιές. Αν φαίνονται γρατσουνιές, τότε χρησιμοποιούμε καινούργιο σετ παραθύρων άμεσα. Εάν υπάρχουν όμως λεκέδες, τότε μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε όπως προαναφέραμε οργανικό διαλύτη (μεθανόλη). Για το στέγνωμα του παραθύρου, εξασφαλίζουμε ότι δεν θα χρησιμοποιηθούν στεγνωτικά-λειαντικά πανιά.



EIKONA 5.10

5.4.5 MSX 7 Αναδευόμενο κελί μικρού όγκου.

Το MSX 7 είναι ένα κελί μικρού όγκου χωρητικότητας 15 ml, όπου το δείγμα αναδύεται με τη χρήση ενός μαγνητικού αναδευτήρα, που περιστρέφεται σε μια εσοχή στη βάση του κελιού. Καθώς το δείγμα αναδύεται στο κελί, δεν χρειάζονται αντλίες, σωληνώσεις κτλ. Ο μαγνητικός αναδευτήρας,

διατηρεί το δείγμα σε αιώρηση. Το δείγμα προς ανάλυση, μπορεί να προστεθεί κατευθείαν από την κεφαλή του κελιού. Επίσης, υπάρχει ένα κάλυμμα κελιού στο πάνω μέρος για να εμποδίζει την είσοδο σκόνης, ιδιαίτερα, όταν οι διασπορές, πρόκειται να μείνουν ανέπαφες για μεγάλο χρονικό διάστημα. Το ολοκληρωμένο κελί φαίνεται στο εικόνα 5.11.

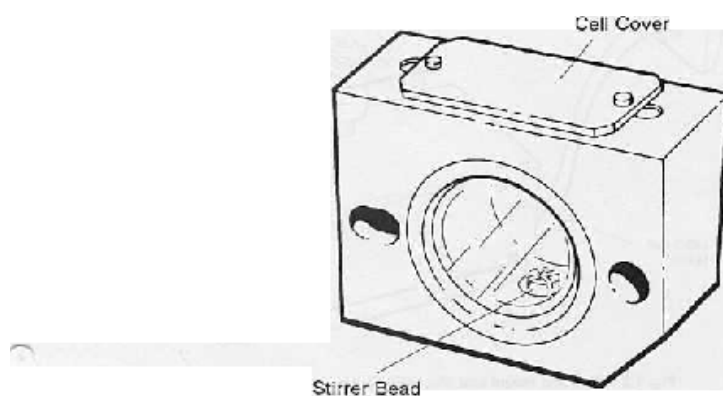


Fig. 1.1 MSX7 Small Volume Stirred Cell

ΕΙΚΟΝΑ 5.11.

Το κελί τοποθετείται πάνω στο MSX 3 κελί με τον μαγνητικό αναδευτήρα όπως φαίνεται στην εικόνα 5.12. Το κελί πιέζεται πάνω στις στερεωτικές ράβδους μέχρι να ακουστεί το χαρακτηριστικό «κλίκ».

Η βάση του κελιού τοποθετείται μπροστά από τους φακούς, χρησιμοποιώντας το ίδιο σύστημα έδρασης όπως οι φακοί. Αντικαθιστούμε την εισαγωγή του πίνακα του Master Sizer X με την εισαγωγή του MSX 3. Διασφαλίζουμε, ότι το κουμπί του μαγνητικού αναδευτήρα βρίσκεται στη θέση off (τέρμα αριστερόστροφα) και τότε συνδέουμε τον αναδευτήρα με το ρεύμα. Μόλις μπει ο αναδευτήρας στο κελί και προστεθεί το μείγμα, η μονάδα είναι έτοιμη προς χρήση.

Αυτό το κελί, είναι κατάλληλο για τους περισσότερους συνδυασμούς υγρού-σκόνης, αλλά ιδιαίτερα χρήσιμο για σκληρά διαλύματα, όπου η διασπορά με νερό είναι αδύνατη. Τα «0» δακτυλίδια είναι ικανά να ενισχύσουν την χημική συμβατότητα.

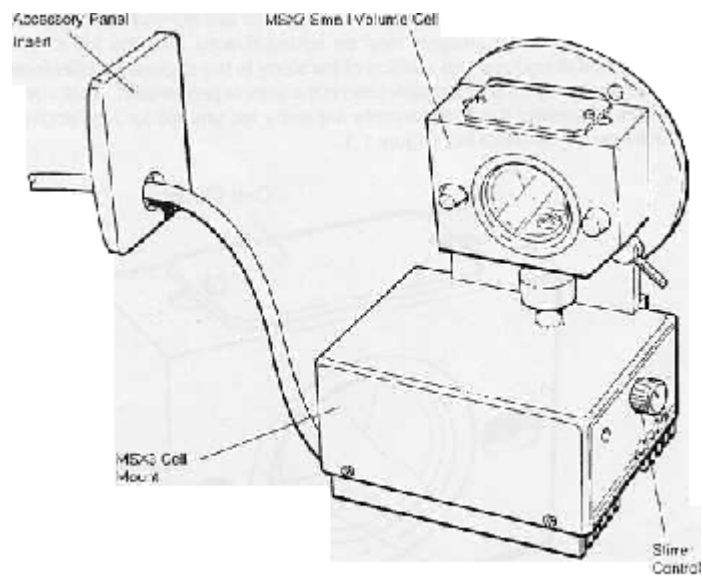


Fig. 1.2 MSX3 Cell Mount and Magnetic Stirrer

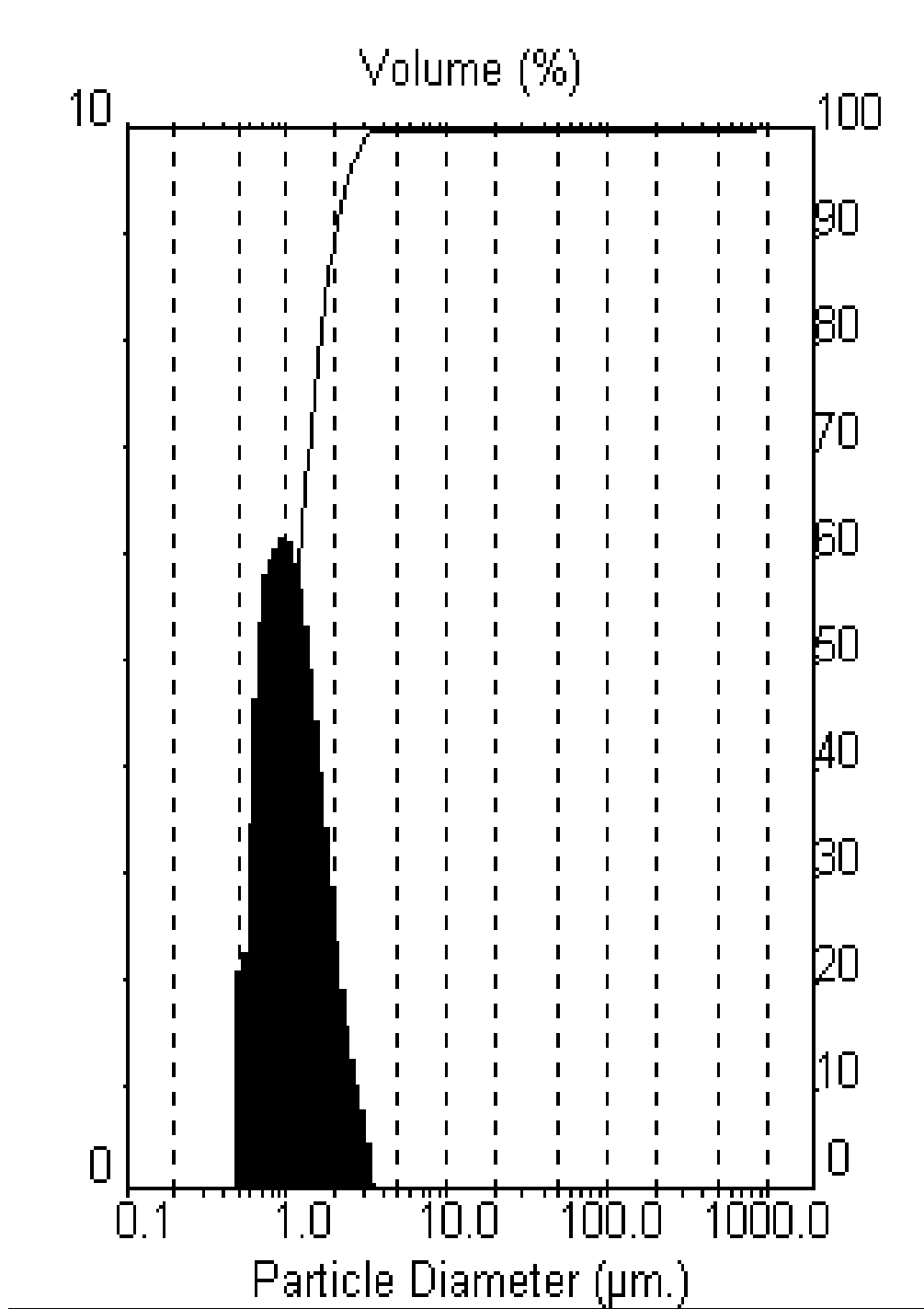
EIKONA 5.12

6. ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

6.1 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΙΝΑΚΕΣ

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6.1

4% κ.ο



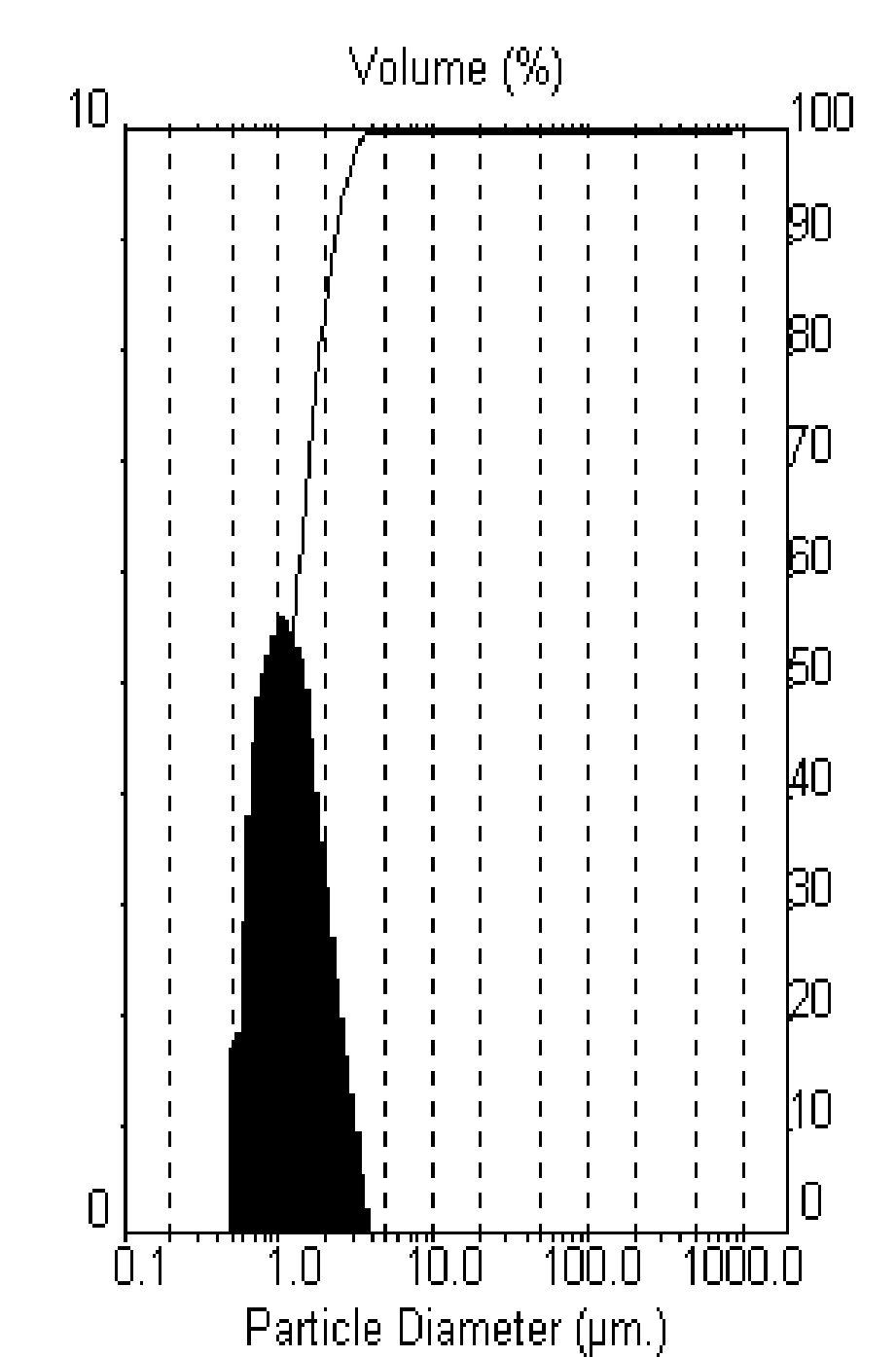
ΠΙΝΑΚΑΣ 6.1

4% κ.ο

Size (μm)	Volume Under%	Size (μm)	Volume Under%	Size (μm)	Volume Under%	Size (μm)	Volume Under%
0.49	0.00	3.60	100.00	26.20	100.00	190.80	100.00
0.58	4.45	4.19	100.00	30.53	100.00	222.28	100.00
0.67	12.86	4.88	100.00	35.56	100.00	258.95	100.00
0.78	24.34	5.69	100.00	41.43	100.00	301.68	100.00
0.91	36.64	6.63	100.00	48.27	100.00	351.46	100.00
1.06	49.24	7.72	100.00	56.23	100.00	409.45	100.00
1.24	61.44	9.00	100.00	65.51	100.00	477.01	100.00
1.44	72.46	10.48	100.00	76.32	100.00	555.71	100.00
1.68	81.69	12.21	100.00	88.91	100.00	647.41	100.00
1.95	88.82	14.22	100.00	103.58	100.00	754.23	100.00
2.28	93.74	16.57	100.00	120.67	100.00	878.67	100.00
2.65	96.98	19.31	100.00	140.58	100.00		
3.09	99.07	22.49	100.00	163.77	100.00		

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6.2

4% κ.ο



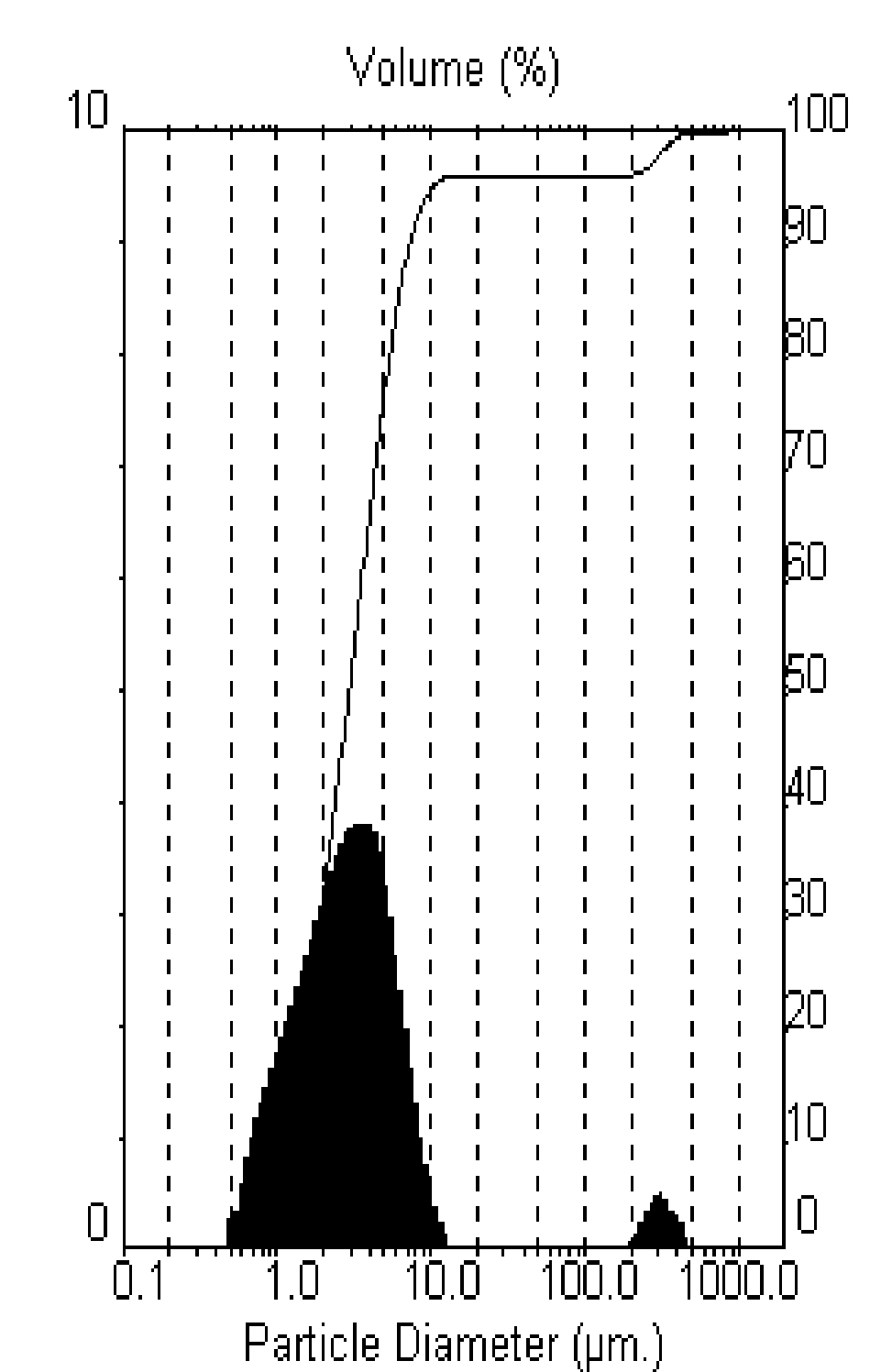
ΠΙΝΑΚΑΣ 6.2

4% κ.ο

Size (μm)	Volume Under%	Size (μm)	Volume Under%	Size (μm)	Volume Under%	Size (μm)	Volume Under%
0.49	0.00	3.60	99.49	26.20	100.00	190.80	100.00
0.58	3.63	4.19	100.00	30.53	100.00	222.28	100.00
0.67	10.54	4.88	100.00	35.58	100.00	258.95	100.00
0.78	20.13	5.69	100.00	41.43	100.00	301.68	100.00
0.91	30.74	6.63	100.00	48.27	100.00	351.48	100.00
1.06	41.99	7.72	100.00	56.23	100.00	409.45	100.00
1.24	53.35	9.00	100.00	65.51	100.00	477.01	100.00
1.44	64.30	10.49	100.00	76.32	100.00	555.71	100.00
1.68	74.48	12.21	100.00	88.91	100.00	647.41	100.00
1.95	82.86	14.22	100.00	103.58	100.00	754.23	100.00
2.28	89.37	16.57	100.00	120.67	100.00	878.67	100.00
2.65	94.18	19.31	100.00	140.58	100.00		
3.09	97.55	22.49	100.00	163.77	100.00		

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6.3

8% κ.ο



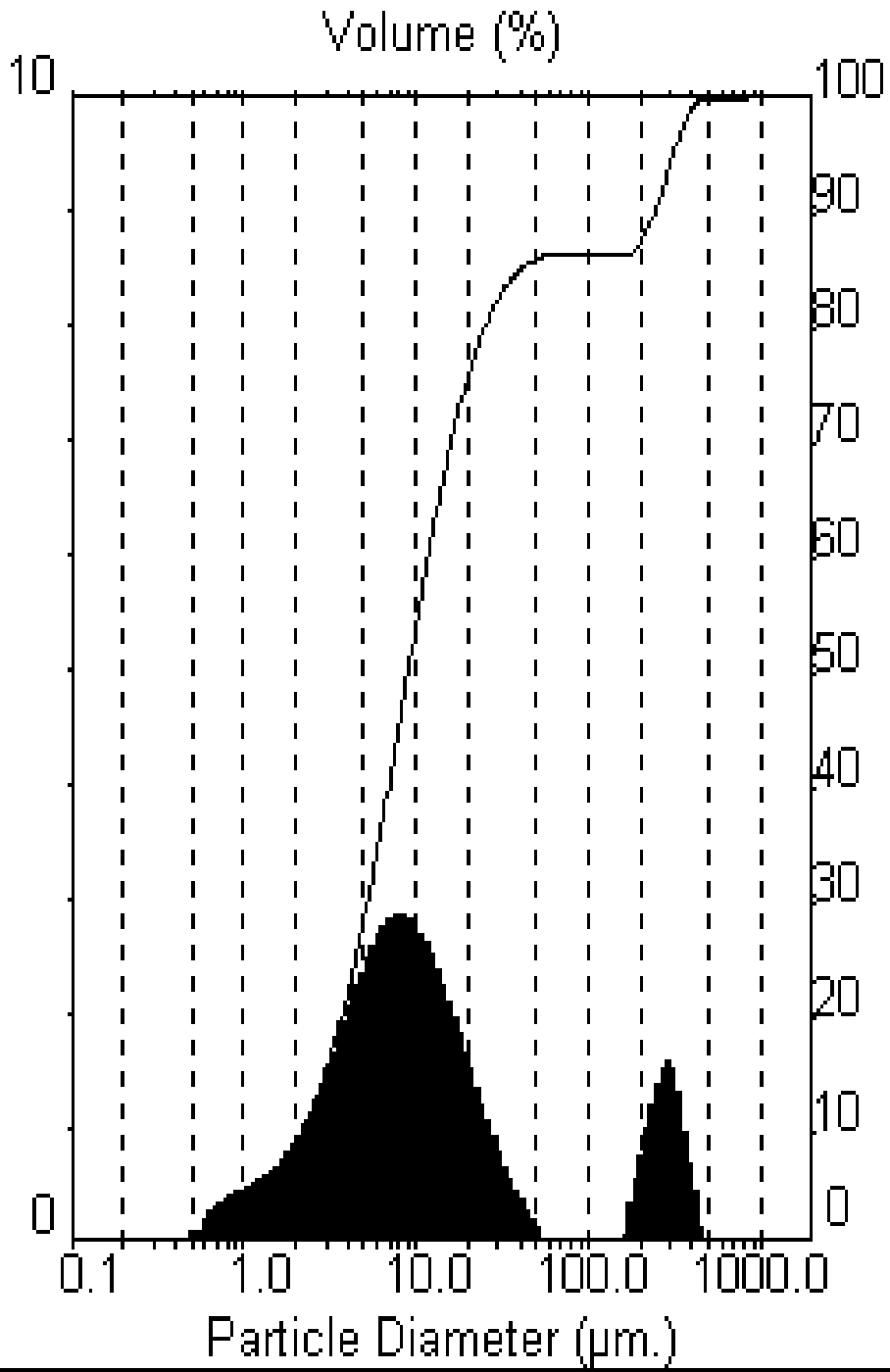
ΠΙΝΑΚΑΣ 6.3

8% κ.ο

Size (μm)	Volume Under%	Size (μm)	Volume Under%	Size (μm)	Volume Under%	Size (μm)	Volume Under%
0.49	0.00	3.60	60.10	26.20	96.12	190.80	96.12
0.58	0.67	4.19	67.85	30.53	96.12	222.28	96.34
0.67	2.14	4.88	75.44	35.56	96.12	258.95	96.89
0.78	4.42	5.69	82.03	41.43	96.12	301.68	97.80
0.91	7.32	6.63	87.32	48.27	96.12	351.46	98.83
1.06	10.84	7.72	91.20	56.23	96.12	409.45	99.56
1.24	14.97	9.00	93.74	65.51	96.12	477.01	100.00
1.44	19.69	10.48	95.20	76.32	96.12	555.71	100.00
1.68	25.03	12.21	95.89	88.91	96.12	647.41	100.00
1.95	30.98	14.22	96.11	103.58	96.12	754.23	100.00
2.28	37.57	16.57	96.12	120.67	96.12	878.67	100.00
2.65	44.72	19.31	96.12	140.58	96.12		
3.09	52.31	22.40	96.12	163.77	96.12		

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6.4

8% κ.ο



ΠΙΝΑΚΑΣ 6.4

8% κ.ο

Size (μm)	Volume Under%	Size (μm)	Volume Under%	Size (μm)	Volume Under%	Size (μm)	Volume Under%
0.49	0.00	3.60	19.06	26.20	80.67	190.80	86.99
0.58	0.27	4.19	23.06	30.53	82.71	222.28	88.65
0.67	0.78	4.88	27.66	35.56	84.19	258.95	91.21
0.78	1.50	5.69	32.80	41.43	85.24	301.68	94.36
0.91	2.36	6.63	38.35	48.27	85.91	351.46	97.39
1.06	3.31	7.72	44.15	56.23	86.24	409.45	99.27
1.24	4.40	9.00	50.03	65.51	86.24	477.01	100.00
1.44	5.61	10.48	55.80	76.32	86.24	555.71	100.00
1.68	6.99	12.21	61.28	88.91	86.24	647.41	100.00
1.95	8.59	14.22	66.33	103.58	86.24	754.23	100.00
2.28	10.51	16.57	70.85	120.67	86.24	878.67	100.00
2.65	12.83	19.31	74.75	140.58	86.24		
3.09	15.66	22.49	78.02	163.77	86.24		

Τα αποτελέσματα των πειραμάτων, φαίνονται στους παραπάνω πίνακες και διαγράμματα.

Πραγματοποιήσαμε μετρήσεις σε διάστημα 2 μηνών μεταξύ τους, διαλυμάτων τιτανίας 4% και 8% κ.ο. σε αιθυλενογλυκόλη. Συγκρίνουμε τα διαγράμματα και παρατηρούμε τα εξής:

6.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1) Με την πάροδο του χρόνου, αυξάνει το εύρος κατανομής των νανοσωματιδίων και αρχίζουν να δημιουργούνται μεγαλύτερα συσσωματώματα. Στο πιο αραιό διάλυμα (4%) κ.ο. παρατηρούμε ότι το εύρος κατανομής των νανοσωματιδίων είναι μικρότερο από αυτό που παρατηρείται στο διάλυμα (8%) κ.ο.. Ουσιαστικά, η μεταβολή είναι πολύ μικρή πράγμα που σημαίνει ότι το διάλυμα με (4%) κ.ο. είναι σταθερό. Αυτό είναι σύμφωνο και με τα αποτελέσματα των ρεολογικών μετρήσεων που είχαν πραγματοποιηθεί με τα ίδια διαλύματα.

2) Όσον αφορά το διάλυμα με (8%) κ.ο. παρατηρούμε ότι υπάρχει ένα σοβαρό πρόβλημα συσσωμάτωσης. Αυτό το πρόβλημα είναι ήδη ορατό από τις πρώτες μετρήσεις με ταυτόχρονη δημιουργία σωματιδίων τα οποία παύουν να έχουν νανοδιαστάσεις. (Διαγράμματα 3 και 4). Συμπέρασμα το οποίο είναι σε συμφωνία με τις ρεολογικές μετρήσεις που έχουν ήδη πραγματοποιηθεί με τις ίδιες διασπορές, στις οποίες παρατηρήθηκε αποσταθεροποίηση του διαλύματος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) www.malvern.com
- 2) Πειραματική Μελέτη της Ρεολογικής Συμπεριφοράς Νανορευστών Τιτανίας σε Αιθυλενογλυκόλη Παρουσία Αλκοξειδίου.(Πτυχιακή Εργασία)
- 3) Y. Yang, Z. Zhang, E. Grulke, W. Anderson, G. Wu, Heat transfer properties of nanoparticle – in fluid dispersions (nanofluids) in laminar flow, Int. J. Heat Mass Transfer 48 (2005) 1107-1116
- 4) N. Pruta, W. Roetzel, S.K. Das, Natural convection of nano-fluids, Heat Mass Transfer 39 (2003) 775-784
- 5) X.Q. Wang, A.S. Mujumdar, C. Yap, Free convection heat transfer in horizontal and vertical rectangular cavities filled with nanofluids, in: Proceedings of the 13th International Heat Transfer Conference, Sydney, Australia, 2006
- 6) Y.M. Xuan, Q. Li, Investigation on convective heat transfer and flow features of nanofluids, J. Heat Transfer 125 (2003) 151-155
- 7) <http://en.wikipedia.org/wiki/Nanoparticles>.
- 8) <http://en.wikipedia.org/wiki/Νανοτεχνολογία>.