

ΚΟΛΛΟΕΙΔΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Γενικότητες. 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 τέσσερες φυσικές καταστάσεις και το μέσο διασποράς μπορεί επίσης να βρίσκεται σε μία απ' τις τέσσερες φυσικές καταστάσεις, είναι δυνατή θεωρητικά η παρασκευή εννέα ειδών κολλοειδών συστημάτων (τα μεσόμορφα παίρνονται ή σαν υγρά ή σαν στερεά). Αυτό είναι δυνατό και στην πραγματικότητα, εκτός απ' την περίπτωση αερίου σε αέριο, που η ύπαρξή του είναι δυνατή σε μεγάλη κλίμακα: στη Φύση.

Στον πίνακα 41 φαίνονται τα είδη αυτά των κολλοειδών συστημάτων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 41

Είδη κολλοειδών συστημάτων

Διασκορπισμένη ουσία	Μέσο διασποράς	Ονομασία	Παραδείγματα
I. 1. Αέριο 2. Υγρό 3. Στερεό	Αέριο » »	Αερόλυμα Αερόλυμα » ή αιώρημα » » »	Ατμόσφαιρα* Σύννεφα, ομίχλη Καπνός, σκόνη**
II. 4. Αέριο 5. Υγρό 6. Στερεό	Υγρό » »	Υδρόλυμα Αφρός Γαλάκτωμα Αιώρημα	Κρέμα Chantilly { λ.χ. νερό σε λάδι, χρωματισμένο γυαλί AS ₂ S ₃ σε νερό
III. 7. Αέριο 8. Υγρό 9. Στερεό	Στερεό » »	Στερεόλυμα Στερεός αφρός Λύμα ή πηκτή Στερεό λύμα	H ₂ σε Pd Ζελέ, εγκλείσεις

Γενικές 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 ότι αυτές ξεκινούν από αδρομερή ύλη (διαστάσεων πάνω από 500 nm) και των μεθόδων της δεύτερης κατηγορίας ότι ξεκινούν από ύλη διαστάσεων μικρότερων του 1 nm , δηλ. από διαλύματα. Η πράξη της παρασκευής κολλοειδών συστημάτων από «ύλη κολλοειδών διαστάσεων» ή από χονδροειδή ύλη λέγεται «πέψη».

* Εξαιτίας της διαφοράς θερμοκρασιών και συγκεντρώσεων, θεωρείται ότι τμήματα αέρα μεγαλύτερης πυκνότητας είναι διασκορπισμένα στον υπόλοιπο αέρα σε κολλοειδείς διαστάσεις, έτσι που ν' αποτελούν κολλοειδές σύστημα. Στο γεγονός αυτό οφείλεται το γαλάζιο χρώμα του ουρανού.

** Πρόκειται για τεμαχίδια στερεών, κολλοειδών διαστάσεων, στον αέρα, που γίνονται ορατά, όταν ακτίνα φωτός περάσει από σχισμή και πέσει επάνω τους σε σχετικά σκοτεινό χώρο.

A. Μέθοδοι διασκορπίσης

1. Μηχανική πέψη

Το συστατικό [στερεό, άμορφο ή μεσόμορφο (πλαστικοί κρύσταλλοι)] κατανέμεται πρώτα σε κολλοειδείς διαστάσεις, και διασκορπίζεται, με την προϋπόθεση βέβαια 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 με το μέσο διασποράς.

Οι κολλοειδείς μονάδες 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 δώσουμε με μηχανικά μέσα, για να γίνει η πέψη και να δημιουργηθεί κολλοειδές σύστημα. Αυτό πετυχαίνεται μερικές φορές με απλή ανάδευση ή κατά τη λειοτρίβη 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 οι κολλοειδείς μονάδες πρέπει σύγχρονα να φορτιστούν, η πέψη βοηθείται και με προσθήκη μικρών ποσών ηλεκτρολυτών, που ιόντα τους ορισμένου είδους 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 προσθέτονται πρέπει να είναι μικρά, γιατί μεγαλύτερα ποσά αποτελούν παράγοντα καταστροφής των κολλοειδών συστημάτων.

3. Πέψη με πλύση

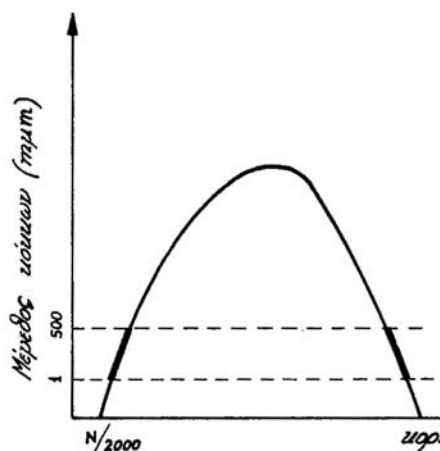
Για τον παραπάνω λόγο, αν απομακρυνθεί η περίσσεια των ιόντων από ίζημα, που χρειάστηκαν για την παρασκευή του, και το κολλοειδές ανήκει στην κατηγορία των αντιστρεπτών, το ίζημα παθαίνει πέψη.

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 ίζημα κολλοειδών διαστάσεων, αν τηρηθούν ορισμένες αρχικές



Σχ. 155. Σχηματική παράσταση της καμπύλης Von Weimarn

συνθήκες. Τα αρχικά διαλύματα, που αντιδρούν, πρέπει να είναι πολύ αραιά ή πολύ πυκνά. Αυτά φαίνονται στο διάγραμμα του σχήματος 155, που λέγεται καμπύλη von Weimarn. Με τη μέθοδο αυτή παρασκευάζονται κολλοειδή συστήματα σχεδόν όλων των ιζημάτων, που μπορούν να δημιουργηθούν με διπλή αντικατάσταση.

2. Αναγωγή

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

3. Οξειδωση

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. 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 βάση ή ισχυρής βάσης με ασθενές οξύ οδηγεί σε κολλοειδές σύστημα. Η υδρόλυση ευνοείται με αραιώση και θέρμανση, γι' αυτό βράζουμε αραιό διάλυμα της ουσίας (Εργ. Ασκ. μέθ. Φυσικ. εφαρμ. Ηλεκτρ.).

5. Αλλαγή διαλυτικού

Αν σε διάλυμα μιας ουσίας προστεθεί υγρό μέσο, όπου είναι αδιάλυτη, δημιουργείται κολλοειδές σύστημα στο νέο μέσο διασποράς (Εργ. ασκ. μέθ. Φυσικ. Εφαρμ. Ηλεκτρ.).

6. Ηλεκτρικό τόξο (Bredig-Svedberg)

Αν σε νερό δημιουργηθεί τόξο (με τάση 110–120 V) με ηλεκτρόδια από το ίδιο μέταλλο, το μέταλλο με την επίδραση της υψηλής θερμοκρασίας, που δημιουργείται, λιώνει και εξατμίζεται (ή εξαχνώνεται). Οι ατμοί ψύχονται απότομα στο νερό, μακρυνά απ' το σημείο της υψηλής θερμοκρασίας και συμπυκνώνονται σε κολλοειδείς διαστάσεις, σχηματίζοντας κολλοειδές σύστημα σε νερό.

Κάθαρση των κολλοειδών συστημάτων

Όπως προκύπτει απ' τους τρόπους Β, 1 - 4, τα κολλοειδή συστήματα περιέχουν ποσά ηλεκτρολυτών, που αποτελούν παράγοντα καταστροφής τους. Είναι έτσι απαραίτητη η απομάκρυνσή τους [Αυτή δεν πρέπει να είναι τέλεια, γιατί όπως αναφέρθηκε, μικρά ποσά ηλεκτρολύτη βοηθούν στην πέψη και επόμενα στην συντήρηση των κολλοειδών συστημάτων]:

α) Διαπίδυση

Στην περίπτωση αυτή οι πόροι της μεμβράνης διαπίδυσης πρέπει να είναι μεταξύ 500 και 250 nm, ώστε να μην είναι εύκολη η διάδοση των μυκηλίων των κολλοειδών, που πάντως διαχέονται πολύ βραδύτερα από τα ιόντα.

β) Ηλεκτροδιαπίδυση

Αυτή, όπως αναφέρθηκε, έχει ως σκοπό την επιτάχυνση του φαινομένου της διαπίδυσης και διάχυσης, που είναι πολύ βραδύ [Εργ. Ασκ. μεθ. Φυσικ. εφαρμ. Ηλεκτρ.].

γ) Υπερδιήθηση

Με την ίδια μέθοδο και με χρησιμοποίηση ηθμών κολλωδίου γνωστού μεγέθους πόρων, γίνεται δυνατός ο προσδιορισμός κατά προσέγγιση του μεγέθους των μυκηλίων [Εργ. Ασκ. μεθ. Φυσικ. εφαρμ. Ηλεκτρ.] και η «ανάλυση με κόσκινα», δηλ. ένα είδος κοκκομετρικής ανάλυσης, γιατί το μέγεθος των μυκηλίων του ίδιου κολλοειδούς δεν είναι ορισμένο, αλλά διαφέρει μεταξύ ορίων. Μάλιστα μεταξύ ποσοστού μυκηλίων και μεγέθους ισχύει καμπύλη, που, κατά προσέγγιση μοιάζει με την καμπύλη Maxwell κατανομής των ταχυτήτων των αέριων μορίων.

Η κολλοειδής μονάδα. Μυκήλιο. Διάχυτη διπλοστοιβάδα Helmholtz. Λυόσφαιρα. Ηλεκτροκινητικό δυναμικό ζ

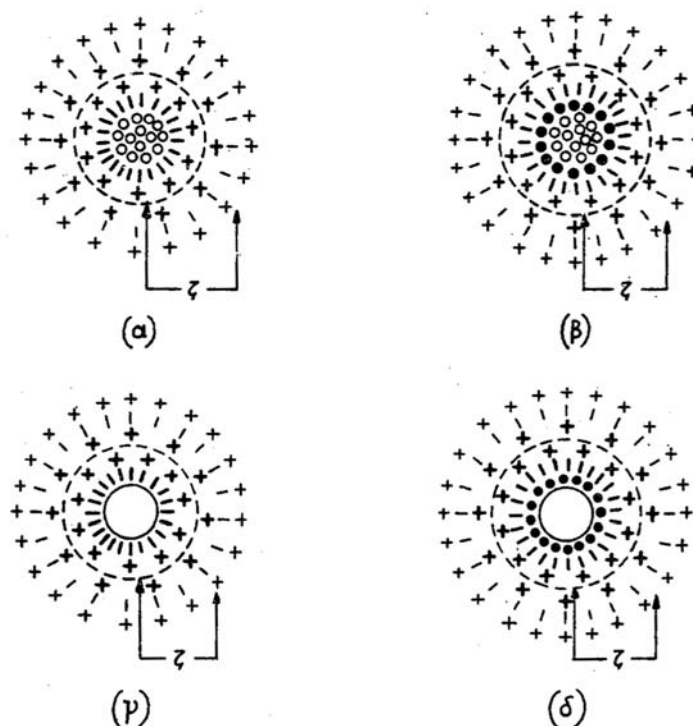
Αν το ίδιο μόριο μιας ουσίας έχει κολλοειδείς διαστάσεις, όπως αυτό συμβαίνει σε πλήθος οργανικών ενώσεων, η κολλοειδής μονάδα θα είναι μονομοριακή (μοριακά κολλοειδή), αλλιώς αυτή θα αποτελείται από τόσο αριθμό μορίων, ώστε το σύνολο να αποκτήσει κολλοειδείς διαστάσεις. Έτσι η κολλοειδής μονάδα αποτελείται από ν μόρια (Σχ. 156, α, β), όπου το ν δυνατό να είναι και 1 (Σχ. 156, γ, δ). Ο αριθμός επόμενα νM δείχνει το «μοριακό βάρος» της κολλοειδούς μονάδας, αν M το μοριακό βάρος της ουσίας. Αν ο αριθμός αυτός (εκφρασμένος σε gr) διαιρεθεί με το ειδικό βάρος της ουσίας και τον αριθμό Loschmidt, βρίσκεται ο όγκος της κολλοειδούς μονάδας:

$$V_{\kappa\mu} = \frac{\nu M}{N_L \delta} \quad (165)$$

Θεωρώντας τη μονάδα αυτή σφαιρικού σχήματος, προκύπτει με τον παρακάτω τύπο η διάμετρος της:

$$\Delta = \sqrt[3]{\frac{6V_{\kappa\mu}}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{6\nu M}{\pi N_L \delta}} \quad (165\alpha)$$

Με τη βοήθεια του τύπου αυτού προσδιορίζεται ο αριθμός των μορίων της ουσίας για κάθε κολλοειδή μονάδα για τα ακραία όρια των κολλοειδών διαστάσεων



Σχ. 156. Σχηματική παράσταση πολυμοριακού λυόφοβου (α) μυκήλιου και λυόφιλου (β) μυκήλιου· μονομοριακού λυόφοβου (γ) και λυόφιλου (δ) μυκήλιου. (Όπου • : μόρια νερού).

Έτσι, για το NaCl ($M = 58,47$ και $\delta = 2,17$), θα πρέπει να αποτελείται από $n = 14 \cdot 10^7$ (500 nm) μέχρι τουλάχιστον 120 μόρια NaCl (1 nm).

Η κολλοειδής μονάδα, αν ανήκει σε κολλοειδές της κατηγορίας των λυοφίλων, αποτελείται και από μόρια του μέσου διασποράς, που έχουν ροφηθεί στο μόριο (Σχ. 156 δ) ή στο συγκρότημα μορίων (Σχ. 156 β).

Οι κολλοειδείς μονάδες είναι πάντοτε φορτισμένες ηλεκτρικά είτε από ρόφιση ιόντων απ' το μέσο διασποράς, είτε απ' το μέσο πέψης, ή από τριβή των κολλοειδών μονάδων με το μέσο διασποράς ή και από ιοντισμό.

Το είδος του φορτίου, που αποκτούν οι κολλοειδείς μονάδες, μπορεί με βεβαιότητα να προβλεφτεί, αν πρόκειται για λυόφοβο κολλοειδές. Αυτό εξαρτάται απ' την ευχέρεια απόσπασης ηλεκτρονίων ή πρόσληψης θετικών ιόντων από την ουσία σε διασπορά και πρόσληψής τους ή απόσπασής τους από το μέσο διασποράς αντίστοιχα και αντίστροφα. Απ' τα μεγάλα μόρια αποσπώνται ευκολότερα ηλεκτρόνια και προσλαμβάνονται ευκολότερα θετικά ιόντα, παρά απ' τα μικρότερα μόρια (θετική φόρτιση των κολλοειδών μονάδων). Το είδος του φορτίου αυτού δεν εξαρτάται απ' τη θερμοκρασία, ούτε απ' το pH του μέσου διασποράς, ούτε απ' την ιοντική ισχύ του, για το ίδιο μέσο διασποράς. Είναι όμως φανερό ότι για την ίδια ουσία σε διασπορά, αν χρησιμοποιηθεί άλλο μέσο διασποράς, που γι' αυτό αντιστρέφονται οι παραπάνω όροι φόρτισης, οι κολλοειδείς μονάδες μπορεί να αποκτήσουν αντίθετου είδους φορτίο (αυτό όμως, σπάνια συμβαίνει).

Αυτό, γιατί τα στερεά που είναι οξέα κατά Lewis, φορτίζονται αρνητικά· οι βάσεις κατά Lewis, φορτίζονται θετικά.

Για τα λυόφιλα κολλοειδή, ισχύουν οι ίδιες γενικά προϋποθέσεις, με τη διαφορά ότι το είδος του φορτίου εξαρτάται και απ' τη θερμοκρασία, το pH και την ιοντική ισχύ για το ίδιο μέσο διασποράς [Εργ. Ασκ. μέθ. Φυσικ. εφαρμ. Ηλεκτρ.].

Στην περίπτωση «μοριακών κολλοειδών», αν το μόριο εκπέμπει υδροξόνια και, επόμενα, φορτίζεται αρνητικά, σε μέσο διασποράς που έχει δημιουργηθεί pH μεταξύ 0 και 7, παρεμποδίζεται ο ιοντισμός του οξέος και ευνοείται ο ιοντισμός βάσεων (θετική φόρτιση), αν, όπως συμβαίνει συνήθως, το οργανικό μεγαλομόριο έχει και βασικές ομάδες. Έτσι, το είδος του φορτίου μεταβάλλεται με το pH.

Μέρος των φορτίων, που αποκτήθηκαν με οποιοδήποτε τρόπο από τις κολλοειδείς μονάδες, εξουδετερώνεται από αντίστροφα φορτία, που απόμειναν στο διάλυμα και συνδέονται έντονα με τις φορτισμένες κολλοειδείς μονάδες. Τα υπόλοιπα φορτία για εξουδετέρωση βρίσκονται σε μεγαλύτερη απόσταση και είναι ευκίνητα, δίνοντας φορτίο στο μέσο διασποράς. Η νοερή σφαίρα, που περικλείει την κολλοειδή μονάδα με το φορτίο της και το αντίθετο φορτίο, που εξουδετερώνει μερικά το πρώτο, λέγεται: «λυόσφαιρα» (Σχ. 156, διακομμένη γραμμή). Το συγκρότημα μέσα σ' αυτή λέγεται: «μυκήλιο» ή κολλοειδής μονάδα ή τίλη (ΖΑΧΑΡΙΑΣ). Το δυναμικό, που αναπτύσσεται μέσα κι' έξω απ' τη λυόσφαιρα λέγεται: «ηλεκτροκινητικό δυναμικό ζ».

Η διπλή στοιβάδα ιόντων που δημιουργείται δεξιά και αριστερά της λυόσφαιρας λέγεται : «διάχυτη διπλοστοιβάδα Helmholtz» (Φυσικ. II_{1α,1β}).

Αν θεωρηθεί ότι η διάχυτη διπλοστοιβάδα Helmholtz ισοδυναμεί προς ένα πυκνωτή, το δυναμικό ζ θα είναι η τάση μεταξύ των πλακών του πυκνωτή:

$$\zeta = \frac{4\pi e A'}{\epsilon} \quad (166)$$

όπου ζ: το ηλεκτροκινητικό δυναμικό, e: στοιχειώδες ηλεκτρικό φορτίο, A': απόσταση των συγκεντρικών σφαιρών, μεταξύ των επιφανειών που δημιουργείται το δυναμικό ζ (Σχ.156), και ε: διηλεκτρική σταθερή [Εργ. Ασκ. μέθ. Φυσικ. εφαρμ. Ηλεκτρ.] του μέσου μεταξύ των σφαιρών.

Το συγκρότημα μέσα στη λυόσφαιρα, δηλ. το μυκήλιο του κολλοειδούς, αποτελεί ξεχωριστή οντότητα. Έτσι, κατά την έμμεση θερμική κίνηση και κατά τις ηλεκτροφορήσεις κινείται ολόκληρο.

Τονίζεται ότι μερικές φορές το μέγεθος των μυκηλίων του ίδιου κολλοειδούς δεν είναι το ίδιο για όλα. Τότε το κολλοειδές λέγεται: «πολύτιλο».

Κατηγορίες κολλοειδών συστημάτων

Αυτές φαίνονται στον Πιν. 42

ΠΙΝΑΚΑΣ 42

Κατηγορίες κολλοειδών συστημάτων και χαρακτηριστικές ιδιότητές τους

A Πολυμοριακά (Πολλά μόρια στο μυκήλιο)	A ₁ Λυόφιλα (Υδρόφιλα) ή αντιστρεπτά	Μόρια του μέσου διασποράς βρίσκονται στα μυκήλια και δεν καθορίζεται από πριν το είδος του φορτίου τους. Κροκιδώνονται δύσκολα. Ξαναγυρίζουν στην πέψη, με την εξάλειψη του αίτιου, που προκάλεσε την κροκιδώσή τους. Αλλάζουν αισθητά τις φυσικές ιδιότητες του μέσου διασποράς. Το φαινόμενο Tyndall, όχι έντονο μέχρι ασήμαντο.
	A ₂ Λυόφοβα (Υδρόφοβα) ή αναντίστρεπτα	Δεν βρίσκονται μόρια του μέσου διασποράς στα μυκήλια. Το φορτίο του καθορίζεται. Κροκιδώνονται εύκολα. Δεν επανέρχονται στην πέψη. Δεν αλλάζουν τις φυσικές ιδιότητες του μέσου διασποράς. Το φαινόμενο Tyndall έντονο.
B Μοριακά ή μονομοριακά (Ένα μόριο στο μυκήλιο)	B ₁ Λυόφιλα (Υδρόφιλα) ή αναντίστρεπτα	Όπως το A ₁
	B ₂ Λυόφοβα (Υδρόφοβα) ή αναντίστρεπτα	Όπως το A ₂

Ιδιότητες των κολλοειδών συστημάτων

Όπως αναφέρθηκε, οι μοναδικές ιδιότητες, που αποκρά η ύλη σε κολλοειδείς διαστάσεις, είναι οι εξαιρετικά έντονες ροφητικές ικανότητές της. Όμως ύλη κολλοειδών διαστάσεων, διασκορπισμένη σε μέσο διασποράς, που αποτελεί μ' αυτό κολλοειδές σύστημα, αποκτά και νέες ιδιότητες, που οφείλονται κατά βάση στο μέγεθος, το φορτίο και την έμμεση θερμική κίνηση των μυκηλίων.

Οι ιδιότητες αυτές είναι φυσικές, ομαδικές, οπτικές, κινητικές και ηλεκτρικές.

A. Φυσικές ιδιότητες

α) Λυόφιλα κολλοειδή

Γενικά, τα λυόφιλα κολλοειδή αλλοιώνουν σημαντικά ορισμένες φυσικές ιδιότητες του μέσου διασποράς, γιατί οι ιδιότητες (πυκνότητα, παραμόρφωση) των μορίων του, που αποτελούν δομικά στοιχεία του μυκηλίου, διαφέρουν σημαντικά, από εκείνες των ελεύθερων μορίων του μέσου διασποράς, εξαιτίας των έντονων ροφητικών δυνάμεων, που ασκούνται σ' αυτά από τις κολλοειδείς μονάδες.

Έτσι, συνήθως, λυόφιλο κολλοειδές σύστημα σε υγρό μέσο διασποράς έχει μεγαλύτερο ειδικό

βάρος από το μέσο διασποράς, μερικές όμως φορές και μικρότερο. Η επιφανειακή τάση μικραίνει και το ιξώδες του μέσου διασποράς μεγαλώνει, μόλις δημιουργηθεί το λυόφιλο κολλοειδές σύστημα.

Η εξάρτηση του ιξώδους απ' τη θερμοκρασία δίνεται από τον ίδιο τύπο, που δίνεται και η εξάρτηση του ιξώδους ενός καθαρού υγρού.

Η τιμή του δείκτη διάθλασης των μυκηλίων αλλάζει σημαντικά, εξαιτίας της συγκράτησης απ' αυτά μορίων του μέσου διασποράς, και πλησιάζει προς την τιμή του δείκτη διάθλασης του μέσου διασποράς.

β) Λυόφοβα κολλοειδή

Επειδή σ' αυτά δεν συγκρατούνται από τα μυκίλια μόρια του μέσου διασποράς, η παρουσία των μυκηλίων δεν αλλάζει τις φυσικές ιδιότητες του μέσου διασποράς.

B. Ομαδικές ιδιότητες

Πρόκειται για τις ιδιότητες, που εξαρτιούνται απ' τον αριθμό των σωματιδίων σε διασπορά και όχι απ' τη φύση τους.

Λυόφιλα και λυόφοβα κολλοειδή

Στην περίπτωση αυτή δεν υπάρχει διαφορά μεταξύ λυόφιλων και λυόφοβων κολλοειδών.

Γενικά οι ομαδικές ιδιότητες του μέσου διασποράς πολύ λίγο επηρεάζονται απ' την παρουσία της ύλης σε διασπορά, εξαιτίας του μικρού αριθμού σωματιδίων. Έτσι η ταπείνωση της τάσης ατμών είναι ελάχιστη, επόμενα και η ανύψωση του σημείου βρασμού και η ταπείνωση (ή ανύψωση) του σημείου πήξης.

Η μοναδική μεταβολή ομαδικής ιδιότητας, που είναι μετρήσιμη εδώ, είναι η ωσμική πίεση και το $\eta_{\text{ειδ}}$.

Γ. Οπτικές ιδιότητες των κολλοειδών συστημάτων. Νόμος του Rayleigh. Φαινόμενο Tyndall και ωφέλειες απ' την ύπαρξή του

Εξαιτίας του γεγονότος ότι το μέγεθος των μυκηλίων (500- 1 μm) είναι γειτονικό του μέσου μήκους κύματος του ορατού φωτός (600 μm) και ότι το μικρότερο μήκος κύματος του ορατού φωτός, το ιώδες (400 μm), είναι μέσα στην κολλοειδή περιοχή, περιμένουμε το ορατό φως να παθαίνει περίθλαση από τα μυκίλια και κάθε μυκίλιο να γίνεται δευτερογενής πηγή φωτός.

Για την περίθλαση αυτή ισχύει ο νόμος του Rayleigh:

$$I = \frac{I_0 K' N r^6 (n_1^2 - n_2^2)^2}{\lambda^4 (n_1^2 + 2n_2^2)^2} \cdot \eta \mu^2 \Theta \quad (167)$$

όπου I: ισχύς ακτινοβολίας, που έπαθε περίθλαση, I_0 : ισχύς ακτινοβολίας, που φωτίζει, N: αριθμός μυκηλίων στο ml, K' : σταθερή, r: ακτίνα μυκηλίων, n_1 : δείκτης διάθλασης ουσίας σε διασπορά, n_2 : δείκτης διάθλασης μέσου διασποράς, λ : μήκος κύματος ακτινοβολίας, που φωτίζει, Θ : γωνία μεταξύ

κατεύθυνσης εμφώτισης και κατεύθυνσης παρατήρησης.

Εκτός από τις φανερές συνέπειες της εξάρτησης της ισχύος περίθλασης απ' τις άλλες παραμέτρους, οι εξαρτήσεις απ' τις τρεις τελευταίες παραμέτρους $\left[(n_1^2 - n_2^2)^2, \lambda \text{ και } \Theta \right]$ είναι οι ακόλουθες:

1ο. Δεν πραγματοποιείται περίθλαση ορατού φωτός ($I = 0$) σε κολλοειδή συστήματα, όπου $n_1 = n_2$. Επειδή, στα λυόφιλα κολλοειδή ισχύει αυτή η συνθήκη (ή $n_1 \approx n_2$), δεν παρουσιάζεται σ' αυτά περίθλαση ή είναι πολύ μικρή. Αντίθετα στα λυόφοβα κολλοειδή, όπου $n_1 \neq n_2$, παρουσιάζεται έντονη περίθλαση, εκτός αν $n_1 \approx n_2$, που συμβαίνει μερικές φορές, οπότε η περίθλαση είναι μηδενική ή ελάχιστη.

2ο. Η ισχύς περίθλασης είναι μεγαλύτερη για μικρά μήκη κύματος, που βρίσκονται μέσα στην κολλοειδή περιοχή. Έτσι, αν λευκό φως πέσει σε λυόφοβο κολλοειδές σύστημα, σκεδάζεται περισσότερο το γαλάζιο φως παρά το κίτρινο. Στον λόγο αυτόν οφείλεται το γαλάζιο χρώμα του ουρανού, που αποτελεί το μοναδικό στη Φύση κολλοειδές σύστημα αερίου σε αέριο (Πίν. 41).

Για το λόγο αυτόν στις ομιχλώδεις χώρες, χρησιμοποιούνται στα αυτοκίνητα κίτρινα φανάρια. Επειδή, τμήμα της ακτινοβολίας, που φωτίζει, ανακλάται (περιθλάται), τμήμα περνάει και τμήμα απορροφάται, το τμήμα, που περιθλάται είναι μικρό εξαιτίας της χρησιμοποίησης μεγάλου μήκους κύματος (λίγο έξω από την κολλοειδή περιοχή), το τμήμα που περνάει (αυτό είναι που φωτίζει) είναι μεγαλύτερο αφού το άθροισμα των λόγων $\frac{I_a}{I_0} + \frac{I_d}{I_0} + \frac{I_{ap}}{I_0}$ είναι ίσο με τη μονάδα). Αν ο φωτισμός γίνει με λευκό φως, και πάλι βέβαια το κίτρινο θα περάσει, αλλά η περίθλαση του γαλάζιου εμποδίζει να δούμε σε βάθος.

3ο. Η παρατήρηση της περίθλασης γίνεται από τα πλάγια ως προς την κατεύθυνση της εμφώτισης.

Το φαινόμενο της περίθλασης του φωτός σε λυόφοβα κολλοειδη συστήματα, αποκαλύφθηκε από τον Tyndall και γι' αυτό ονομάζεται «φαινόμενο Tyndall». Το φαινόμενο συμβάλλει στα ακόλουθα:

α) Διάκριση μεταξύ διαλύματος και λυόφοβου, και μεταξύ λυόφοβου και λυόφιλου κολλοειδούς συστήματος

Συνέπεια της ύπαρξης του φαινομένου Tyndall, είναι το γεγονός, ότι δέσμη ορατού φωτός (δέσμη ή κώνος Tyndall) γίνεται ορατή κατά τη διαδρομή της από λυόφοβο κολλοειδές, πράγμα που δεν συμβαίνει σε διάλυμα χωρίς παρασιτικά αιωρήματα (Λ.χ. σκόνη κολλοειδών διαστάσεων).

Αυτό βοηθεί στη διαφοροποίηση μεταξύ διαλύματος και λυόφοβου κολλοειδούς συστήματος, με την προϋπόθεση ότι δεν ισχύει για τα τελευταία η σπάνια συνθήκη ($n_1 = n_2$).

Με την ίδια προϋπόθεση μπορεί να γίνει διάκριση μεταξύ λυόφιλου και λυόφοβου κολλοειδούς, αφού στο πρώτο πραγματοποιείται ελάχιστη περίθλαση.

β) Αριθμός μυκηλίων ανα ml, διάμετρος τους, φορτίο τους

Κάτω από το μικροσκόπιο επειδή το φαινόμενο Tyndall προκαλεί φαινομενική αύξηση της διαμέτρου των μυκηλίων αυτά γίνονται ορατά και μπορεί να μετρηθεί ο αριθμός τους ανά cm^2 ή και ml, η διάμετρος τους και το είδος του φορτίου του με εφαρμογή ηλεκτρικής τάσης.

γ) Πιστοποίηση και παρακολούθηση της κροκίδωσης

Το φαινόμενο της κροκίδωσης, δηλ. η καταστροφή κολλοειδούς συστήματος, μπορεί να πιστοποιηθεί και να παρακολουθηθεί σε συνάρτηση με το χρόνο: ευκολότερα και καλύτερα με τη βοήθεια του φαινομένου Tyndall, γιατί η φωτεινή ακτίνα δεν είναι ορατή στο τμήμα του μέσου διασποράς, που έχει απαλλαγεί από τα μυκίλια, εξαιτίας της κροκίδωσης και κατακάθισής τους.

δ) Παρακολούθηση διάχυσης (παρακάτω)

Δ. Κινητικές ιδιότητες. Έμμεση θερμική κίνηση των μυκηλίων: κίνηση Brown

Για τους ίδιους λόγους που παρατηρείται έμμεση θερμική κίνηση των μορίων ή ιόντων σε διάλυση, τα μυκίλια των κολλοειδών βρίσκονται σε συνεχή άτακτη κίνηση προς τις τρεις διευθύνσεις του χώρου και σε περιστροφή. Η τελευταία μπορεί να παρατηρηθεί (όπως και η πρώτη) στο μικροσκόπιο, για όχι σφαιρικά μυκίλια. Η έμμεση θερμική κίνηση των μυκηλίων ονομάστηκε: «κίνηση Brown».

Στην κίνηση αυτή οφείλεται το γεγονός ότι τα μυκίλια διαχέονται προς αραιότερο κολλοειδές σύστημα ή προς καθαρό μέσο διασποράς και ισχύουν οι ίδιοι νόμοι της διάχυσης.

Έτσι, ισχύει ο πρώτος και ο δεύτερος νόμος του Fick (τύποι 128 και 130). Ο Einstein διερεύνησε παραπέρα τη φυσική έννοια του συντελεστή διάχυσης των κολλοειδών και βρήκε τον ακόλουθο τύπο:

$$D = \frac{RT}{N_L} \cdot \frac{1}{6\pi\eta r} \quad (168)$$

N_L : αριθμός Loschmidt, η : ιξώδες του μέσου διασποράς σε poise, r : ακτίνα μυκηλίων ή μορίων ή ιόντων σε διάλυση.

Η αντίδραση δηλ. που προβάλλεται από το μέσο διασποράς στη διάχυση είναι η ίδια, που προβάλλεται από υγρό κατά την πτώση μέσα σ' αυτό σφαίρας.

Έτσι, ο πρώτος νόμος του Fick, γίνεται:

$$dn = - \frac{RT}{N_L \cdot 10^3} \cdot \frac{1}{6\pi\eta r} \cdot q \cdot \frac{dC}{dx} \cdot dt \quad (169 \equiv 128)$$

Ο Einstein απόδειξε ότι ο συντελεστής διάχυσης (D) εξαρτάται απ' την προβολή (Δ), πάνω σε άξονα συντεταγμένων, της μετατόπισης ενός μυκηλίου σε χρόνο (t) με την παραβολική σχέση $\Delta^2 = 2Dt$.

$$D = \frac{RT}{W} = \frac{RT}{N_L} \cdot \frac{1}{6\pi\eta} = \frac{\Delta^2}{2t} \quad (168a)$$

Με τη βοήθεια των τύπων (168), (169) και (168a) είναι δυνατό να βρεθεί το ιζώδες του μέσου διασποράς, η μετατόπιση των μυκηλίων σε ορισμένο χρόνο, ο συντελεστής διάχυσης, ο αριθμός Loschmidt και η ακτίνα των μυκηλίων.

Κατακάθιση ή άνοδος των μυκηλίων

Τα μυκίλια κατακαθίζουν αργά προς τον πυθμένα του δοχείου απ' την επίδραση της βαρύτητας. Έτσι, δημιουργείται διαφοροποίηση συγκέντρωσης των μυκηλίων, που είναι μεγαλύτερη στον πυθμένα του δοχείου και ελαττώνεται προς την επιφάνεια του μέσου διασποράς, που μάλιστα μετά την μακροχρόνια παραμονή μπορεί να απαλλαγεί τέλεια κοντά στην επιφάνεια απ' τα μυκίλια. Τα παραπάνω ισχύουν, όταν το ειδικό βάρος της διασκορπισμένης ουσίας είναι μεγαλύτερο από το ειδικό βάρος του μέσου διασποράς, αλλιώς τα μυκίλια ανεβαίνουν προς την επιφάνεια και η κατανομή των συγκεντρώσεων είναι αντίστροφη.

Ποσοτικά το φαινόμενο της κατακάθισης ή ανόδου των μυκηλίων εκφράζεται με τον τύπο του Stokes, όπου εδώ r : ακτίνα μυκηλίου, ρ_{μ} : πυκνότητα διασκορπισμένης ουσίας, $\rho_{\mu\delta}$: πυκνότητα μέσου διασποράς και η : ιζώδες μέσου διασποράς (Ερ. Ασκ. μέθ. Φυσικ. εφαρμ. Ηλεκτρ.).

Η εξίσωση αυτή χρησιμεύει, για να βρεθεί η ακτίνα του μυκηλίου και η ταχύτητα κατακάθισης ή ανόδου των μυκηλίων.

Υπερφυγοκέντρωση

Η ταχύτητα κατακάθισης μπορεί να επιταχυνθεί και με υπερφυγοκέντρωση, οπότε το g μπορεί να αυξηθεί και κατά 1.000.000 φορές. Στις συνθήκες αυτές ο τύπος Stokes πολλαπλασιάζεται με $\omega^2 x$, όπου ω : γωνιακή ταχύτητα και x : απόσταση του κολλοειδούς συστήματος απ' τον άξονα περιστροφής. Με την υπερφυγοκέντρωση, βρίσκεται πιο γρήγορα η ακτίνα του μυκηλίου. Η μέθοδος χρησιμεύει και για τον ταχύτερο διαχωρισμό της ουσίας σε διασπορά απ' το μέσο διασποράς.

Ε. Ηλεκτρικές ιδιότητες

Ηλεκτροφόρηση

Οι ηλεκτρικές ιδιότητες των κολλοειδών πηγάζουν από το ηλεκτρικό φορτίο των μυκηλίων των κολλοειδών συστημάτων και εξαρτιούνται από το δυναμικό ζ (Σχ. 156 και τύπος 166).

Έτσι, αν σε κολλοειδές σύστημα μπου δύο ηλεκτρόδια με τάση (συνεχές ρεύμα), τα φορτισμένα μυκίλια θα μετακινηθούν προς τον πόλο με αντίθετο φορτίο.

Σύμφωνα με θεωρητικές σκέψεις των Helmholtz και Debye - Hückel η δύναμη για ηλεκτροφόρηση είναι ίση με ζV_{er} [όπου ζ : το ηλεκτροκινητικό δυναμικό, V : η τάση (από 30 V και πάνω, συνήθως 110 V), ϵ : διηλεκτρική σταθερή και r : ακτίνα του μυκηλίου], η δύναμη, που αντιδρά (η αντίδραση όδευσης), είναι ίση με $6\pi\eta v$.

Οι δύο αυτές δυνάμεις γίνονται ίσες μεταξύ τους, αν πάρουμε υπόψη την απόσταση των ηλεκτροδίων 1 και τον συντελεστή μετατροπής των μονάδων: Έτσι:

$$v = \frac{\zeta \epsilon V}{6\pi\eta l (300)^2} = \frac{4\pi e A' V}{6\pi\eta l (300)^2} \quad (\text{τύπος 166}) \quad (170)$$

Ο τύπος αυτός αποδείχτηκε πειραματικά (Εργ. ασκ. μέθ, Φυσικ. εφαρμ. Ηλεκτρ.).

Ηλεκτρώσωση. Διήθηση

Αναφέρθηκε ότι το φαινόμενο της ώσωσης μπορεί να αυξηθεί ή και να αντιστραφεί με επέμβαση ηλεκτρικού ρεύματος. Αυτό είναι εντονότερο, αν το υγρό που παθαίνει ώσωση είναι μέσο διασποράς κολλοειδούς. Στις συνθήκες αυτές εκτός από τη φόρτιση των ημιπερατών μεμβρανών και του υγρού μέσου που παρουσιάζεται και κατά την συνηθισμένη ώσωση, το φαινόμενο επηρεάζεται και απ' την παρουσία των φορτισμένων μηκυλίων και των αντίθετων ισοδύναμων φορτίων του μέσου διασποράς. Η ώσωση, που παρουσιάζεται με τη βοήθεια ηλεκτρικού ρεύματος, λέγεται: «ηλεκτρώσωση». Αν το μέσο διασποράς ή το διαλυτικό φορτίζεται θετικά και συνδεθεί ο θετικός πόλος σ' αυτό και ο αρνητικός στο διάλυμα ή το κολλοειδές σύστημα, τότε η αυθόρμητη ώσωση ενισχύεται αν αντιστραφούν οι πόλοι, η ώσωση σταματάει ή και αντιστρέφεται. Και στις δύο περιπτώσεις το φαινόμενο παρακολουθείται με την ανύψωση ή ελάττωση της στάθμης των υγρών ή του εμβόλου (Σχ. 123). Ειδικά, στην περίπτωση που το διαλυτικό ή το μέσο διασποράς βγαίνει από το διάλυμα ή το κολλοειδές σύστημα μιλάμε για: «ηλεκτροεξώσωση», αλλιώς για: «ηλεκτροενδώσωση».

Ποσοτικά το φαινόμενο εκφράζεται με τον ακόλουθο τύπο, που ισχύει μετά την αναστολή της ηλεκτρώσωσης, δηλ. μετά τη δημιουργία της μέγιστης δυνατής ανύψωσης (h) της στάθμης:

$$P = \frac{2\zeta \cdot V \cdot \epsilon}{\pi r'} = \frac{8 \cdot \pi \cdot e \cdot A' \cdot V}{\pi r'} , \quad (171)$$

$$\text{ή} \quad h = \frac{2 \zeta \cdot V \cdot \epsilon}{\pi \cdot r' \cdot \rho \cdot g} = \frac{8 \pi \cdot e \cdot A' \cdot V}{\pi r' \cdot \rho \cdot g}$$

όπου $P\pi r'^2$: δύναμη, που αντιδρά [P : πίεση, $\pi r'^2$: διατομή ενός πόρου της μεμβράνης ή του διαφράγματος (r' : ακτίνα πόρου)], ίση με $h\rho g\pi r'^2$ [h : μέγιστη ανύψωση, ρ : πυκνότητα του υγρού μέσου διασποράς ή του διαλυτικού, g : επιτάχυνση βαρύτητας], ζ : ηλεκτροκινητικό δυναμικό των κολλοειδών συστατικών της μεμβράνης ή του διαφράγματος (αν πρόκειται για διάλυμα) ή συνδυασμός του δυναμικού αυτού και του δυναμικού των μυκηλίων, που ακινητοποιήθηκαν στην μεμβράνη (αν πρόκειται για κολλοειδές σύστημα), V : τάση, που επιβάλλομε, ϵ : διηλεκτρική σταθερή του μέσου, e : στοιχειώδες ηλεκτρικό φορτίο, A' : απόσταση σφαιρών εμφάνισης του δυναμικού ζ (τύπος 166).

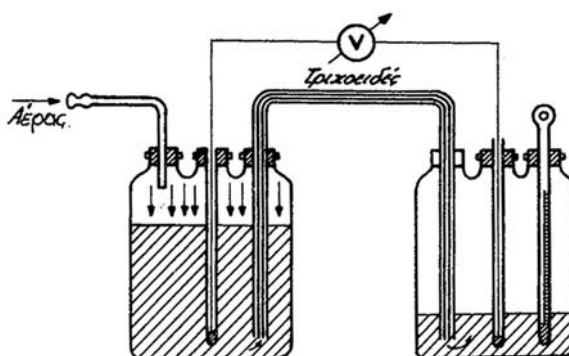
Με τη βοήθεια του τύπου αυτού και με μέτρηση του ύψους h , μπορεί να προσδιοριστεί ένα από τα έξι μεγέθη, αν είναι γνωστά τα πέντε άλλα. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η δυνατότητα προσδιορισμού της ακτίνας των πόρων του διαφράγματος και αυτή είναι η μοναδική έμμεση μέθοδος. [Το μέγεθος των πόρων μπορεί βέβαια να προσδιοριστεί και απ' ευθείας με ηλεκτρονικό μικροσκόπιο].

Το φαινόμενο της ηλεκτρώσμωσης παίζει ιδιαίτερο ρόλο, κατά τις ηλεκτρολύσεις με διάφραγμα (Φυσικ. II_{α,β} και Εφαρμ. Ηλ. Β,Γ,Δ), όπου συνήθως ενδιαφέρει η καταπολέμησή του και χρειάζεται για αυτό η γνώση της μεγαλύτερης ανύψωσης, που μπορεί να συμβεί. Έτσι, τα δύο υγρά δεξιά και αριστερά από το διάφραγμα τοποθετούνται απ' την αρχή με τη διαφορά αυτή στάθμης και δεν πραγματοποιείται ηλεκτρώσμωση, που θα άλλαζε τη σύσταση τους σε βάρος της απόδοσης.

Εκτός απ' αυτό με το φαινόμενο της ηλεκτρώσμωσης πραγματοποιούνται διηθήσεις και αφυγράνσεις, που δεν πετυχαίνουν με συνηθισμένα μέσα, εξαιτίας της έντονης συγκράτησης του νερού στους κόκκους των ουσιών. Έτσι, μεταξύ των άλλων, απομακρύνεται με ηλεκτρώσμωση το νερό από τον καολίνη, την αλούμινα κ.τ.λ.

Δυναμικό ροής

Αν υγρό αναγκαστεί να περάσει με πίεση μέσα από τριχοειδή σωλήνα με χρησιμοποίηση της διάταξης του σχήματος 157, μεταξύ υγρού, που βρίσκεται στο χώρο, όπου ασκείται η πίεση και χώρου ροής του υγρού απ' τον τριχοειδή παρουσιάζεται διαφορά δυναμικού, δημιουργείται δηλ. ένα είδος γαλβανικού στοιχείου (Φυσικ. II_{α,β}). Αυτό οφείλεται στην έντονη τριβή μεταξύ του υγρού και του σωλήνα, οπότε φορτίζονται και τα δύο με αντίθετα φορτία, και τα δύο με αντίθετα φορτία, και το φορτισμένο υγρό, που ρέει (ροή φορτίων), αποτελεί ηλεκτρικό ρεύμα, που στα άκρα ροής του αναπτύσσεται η διαφορά δυναμικού. Το δυναμικό, που αναπτύσσεται έτσι, λέγεται: «δυναμικό ροής».



Σχ. 157. Συσκευή παραγωγής δυναμικού ροής

Το φαινόμενο είναι ακόμη εντονότερο (μεγαλύτερη διαφορά δυναμικού), αν αντί καθαρού υγρού, χρησιμοποιηθεί κολλοειδές σύστημα.

Ο τύπος, που ισχύει για ροή κολλοειδών, είναι ο ακόλουθος:

$$V = \frac{P \cdot \zeta \cdot \varepsilon}{2\pi \eta \cdot l'} \quad (172)$$

όπου V : δυναμικό, που αναπτύσσεται μεταξύ των ηλεκτροδίων, P : πίεση για τον εξαναγκασμό του υγρού για ροή, ζ : ηλεκτροκινητικό δυναμικό, ε : διηλεκτρική σταθερή του μέσου διασποράς, η : ιξώδες του μέσου διασποράς και l' : μήκος τριχοειδούς. Με αύξηση της πίεσης κατά μία ατμόσφαιρα το δυναμικό ροής δε βρήκε ακόμη εφαρμογή· επειδή όμως για μεγάλο P αναπτύσσεται και όχι σε

τριχοειδείς σωλήνες, το παίρνουμε σοβαρά υπόψη κατά τη ροή υγρών σε μεταλλικούς σωλήνες, κύρια όταν αυτά είναι καύσιμα (πετρέλαιο, βενζίνη, κ.τ.λ.), και γειώνεται ο σωλήνας για να μη γίνει έκρηξη.

Δυναμικό πτώσης

Άλλη συνέπεια της φόρτισης των μυκηλίων των κολλοειδών είναι ότι, όταν κολλοειδών διαστάσεων ύλη (υγρή ή στερεή) πέφτει από ψηλά, τα μυκίλια, που φορτίζονται από τριβή, δημιουργούν διαφορά δυναμικού μεταξύ αρχικού και τελικού επίπεδου πτώσης. Το δυναμικό αυτό λέγεται: «δυναμικό πτώσης» και είναι 25 V για κάθε 10 μέτρα ύψους πτώσης. Για καύσιμα υλικά, όπως άνθρακας, αλεύρι κ.τ.λ., για να μη γίνει έκρηξη, χρειάζεται η γείωση του αρχικού και τελικού σημείου πτώσης.

Εύρεση των χαρακτηριστικών μεγεθών των κολλοειδών συστημάτων

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη των κολλοειδών συστημάτων είναι: ο αριθμός μυκηλίων στη μονάδα όγκου του συστήματος (αριθμός «γραμμομορίων» στο λίτρο: συγκέντρωση), ο αριθμός απλών μορίων στο μυκίλιο, το είδος του φορτίου των μυκηλίων και το ποσό του φορτίου, η ακτίνα των μυκηλίων, το δυναμικό ζ, η ταχύτητα ηλεκτροφόρησης. Οι μέθοδοι προσδιορισμού των μεγεθών αυτών φαίνονται στον πίνακα 43. Βλέπε και Εργ. Ασκ. Μεθ. Φυσικ. Εφαρμ. Ηλεκτρ.

ΠΙΝΑΚΑΣ 43

Μέθοδοι προσδιορισμού των χαρακτηριστικών μεγεθών των κολλοειδών

Μέγεθος για προσδιορισμό	Μέγεθος που μετριέται	Μέθοδοι και διατάξεις
α ₁) Συγκέντρωση	Αριθμός μυκηλίων σε ορισμένο όγκο κολλοειδούς συστήματος και βάρος διασπαρμένης ουσίας στον ίδιο όγκο.	1. Μικροσκόπιο 2. Ηλεκτρονικό μικροσκόπιο
α ₂) Μοριακό βάρος	1. Όπως παραπάνω 2. Ακτίνα μυκηλίων 3. Ωσμική πίεση	Όπως παραπάνω Βλέπε δ.
α ₃) Αριθμός απλών μορίων στο μυκίλιο (ν)	Όπως σε α ₁ : $v = \frac{M'}{M} (M' = MB \text{ μυκηλίου, } M : MB \text{ ουσίας})$	Όπως σε α ₁
β) Είδος φορτίου μυκηλίων	1. Κατεύθυνση μετακίνησης	1. Απλή ηλεκτροφόρηση 2. Ηλεκτροφόρηση κάτω από μικροσκόπιο
	2. Κροκιδωτική συγκέντρωση διαφόρων ηλεκτρολυτών	Κροκίδωση. (παρακάτω)
γ) Σθένος μυκηλου Ποσό φορτίου	Ποσό ρεύματος, που πέρασε κατά ηλεκτροφόρηση, και βάρος ουσίας, που αποβλήθηκε.	Ηλεκτροφόρηση (τύπος 170)

δ) Ακτίνα μυκηλίων	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ισχύς φωτός, που φωτίζει και περιθλάται. 2. Ταχύτητα διάχυσης. 3. Ταχύτητα αυθόρμητης κατακάθισης ή ανόδου. 4. Ταχύτητα εκβιασμένης κατακάθισης. 5. Βάρος μυκηλίων. 6. Ακτίνα μυκηλίων. 	Περίθλαση (Tyndall) (τύπος 167) Διάχυση (τύπος 168α). Κατακάθιση. Ανοδος. Υπερφυγοκέντρωση α_1 και δ_{1-4} Ηλεκτρονικό μικροσκόπιο
ε) Ηλεκτροκινητικό δυναμικό ζ	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ταχύτητα ηλεκτροφόρησης 2. Ανύψωση στάθμης 3. Δυναμικό ροής 	Όπως σε α_1 (τύπος 170). Ηλεκτρώσωση (τύπος 171).

Καταστροφή των κολλοειδών συστημάτων. Κροκίδωση

Ενεργειακή κατάσταση κολλοειδών συστημάτων και ενεργειακές ανταλλαγές κατά τη δημιουργία τους

Όπως αναφέρθηκε, η κατανομή της ύλης σε κολλοειδείς διαστάσεις έχει ως συνέπεια την εξαιρετικά μεγάλη αύξηση της ελεύθερης επιφανειακής ενέργειάς της και σύμφωνα με τον δεύτερο θερμοδυναμικό νόμο, η ύλη αυτή τείνει αυθόρμητα να υποβαθμιστεί ενεργειακά. Αυτό συμβαίνει σε στερεά πολύ αργά με τη στερεή γήρανση και πολύ γρήγορα με συγκράτηση απ' αυτά ουσιών (ρόφηση). Έτσι, στερεή ύλη σε κολλοειδείς διαστάσεις σταθεροποιείται μερικά, χωρίς ρόφηση να σταματάει τη γήρανση.

Αν ύλη διασπαρεί με κολλοειδείς διαστάσεις σε ρευστό μέσο διασποράς και αποτελέσει κολλοειδές σύστημα, το κολλοειδές αυτό σύστημα είναι ενεργειακά αναβαθμισμένο ως προς το άθροισμα της ενέργειας του μέσου διασποράς και της ενέργειας της καταμερισμένης ύλης απ' όπου προήλθε. Αυτό συμβαίνει, γιατί η ενέργεια που είχε το μέσο διασποράς αναβαθμίστηκε, εξαιτίας της φόρτισής του και η ύλη των κολλοειδών διαστάσεων, αναβαθμίστηκε εξαιτίας και της φόρτισής της και της κίνησης Brown, που απόκτησε απορροφώντας κινητική ενέργεια απ' το μέσο διασποράς (ψύχεται), που στη συνέχεια την αποκτά ξανά απ' το περιβάλλον, έτσι που να διατηρήσει τη θερμοκρασία του. Αυτά συμβαίνουν στα λυόφοβα κολλοειδή.

Στα λυόφιλα κολλοειδή η ψύξη, η θέρμανση ή η θερμική αδιαφορία του μέσου διασποράς εξαρτάται απ' το ποσό της ενέργειας, που χρειάζεται για την κίνηση Brown, και το ποσό, που παράγεται κατά την προσκόλληση μορίων του μέσου διασποράς στα μηκύλια. Αν το τελευταίο αυτό ποσό είναι μικρότερο από το πρώτο, το μέσο διασποράς ψύχεται (πάντως λιγότερο απ' ότι κατά τη δημιουργία λυόφοβου κολλοειδούς). Αν είναι ίσο με το πρώτο, δεν παρατηρείται μεταβολή θερμοκρασίας και, τελικά η θερμοκρασία του γίνεται ίση με του περιβάλλοντος.

Απ' τα παραπάνω φαίνεται ότι γενικά τα κολλοειδή συστήματα είναι ενεργειακά αναβαθμισμένα, ως προς το άθροισμα της ενέργειας των ουσιών, απ' όπου προήλθαν χωριστά και θα καταστρεφόταν γρήγορα (διαχωρισμός μέσου διασποράς και ύλης σε διασπορά), αν δεν αυτοαμυνόταν.

Η αυτοάμυνα των λυόφοβων κολλοειδών οφείλεται στην ομώνυμη φόρτιση των μυκηλίων τους και την κινητικότητα τους. Η πρώτη έχει ως συνέπεια την άπωση των μυκηλίων μεταξύ τους και η δεύτερη δεν επιτρέπει την άσκηση των δυνάμεων συνοχής της ύλης για μακρύ χρονικό διάστημα, που θα οδηγούσε σε γρήγορη συσσωμάτωση και καταστροφή του συστήματος.

Η αυτοάμυνα των λυόφιλων κολλοειδών είναι μεγαλύτερη, γιατί οφείλεται και στην προσκόλληση στα μυκήλια μορίων του μέσου διασποράς, πράγμα που κατά τις συγκρούσεις των μυκηλίων μεγαλώνει την απόσταση των κέντρων, όπου εφαρμόζονται οι δυνάμεις συνοχής της ύλης, και ελαττώνει τις δυνάμεις van der Waals, κύρια για μέσο διασποράς, που έχει μεγάλη διηλεκτρική σταθερή.

Κροκίδωση. Κολλοειδές πήγμα

Παρά την αυτοάμυνα των κολλοειδών συστημάτων, ο δεύτερος θερμοδυναμικός νόμος είναι αμείλικτος και παρουσιάζεται αυθόρμητη καταστροφή των κολλοειδών συστημάτων, ιδιαίτερα των λυόφοβων. Η καταστροφή αυτή δυνατό να προκύψει και με εξωτερική – σκόπιμη ή όχι επιθυμητή – επέμβαση.

Η διαδοχή των αυθόρμητων ή εκβιασμένων μερικών δράσεων – που είναι η αποφόρτιση των μυκηλίων, η απομάκρυνση των προσκολλημένων μορίων του μέσου διασποράς (για λυόφιλα κολλοειδή), η συσσωμάτωση των μυκηλίων (για λυόφοβα κολλοειδή) και η κατακάθισή τους στον πυθμένα του δοχείου, που περιέχει το σύστημα ή η συγκέντρωσή τους στην επιφάνεια του μέσου διασποράς (για μυκήλια ειδικού βάρους μικρότερου από το μέσο διασποράς) – που οδηγούν στον διαχωρισμό της ύλης σε διασπορά απ' το μέσο διασποράς, λέγεται: «κροκίδωση» (ή «θρόμβωση»). Η στερεή ή άμορφη ύλη, που διαχωρίζεται μ' αυτό τον τρόπο, λέγεται: «κολλοειδές πήγμα».

α) Αυθόρμητη κροκίδωση

Αυτή πραγματοποιείται με τον ακόλουθο τρόπο: οι συγκρούσεις των μυκηλίων μεταξύ τους είναι στιγμιαίες και σύγχρονα ελαστικές και δεν δίνεται η ευκαιρία στην άσκηση για μακρύτερο χρονικό διάστημα των δυνάμεων συνοχής της ύλης, απ' όπου αποτελούνται. Αν όμως οι συγκρούσεις αυτές είναι τριπλές (σύγχρονα μεταξύ τριών μυκηλίων), τότε είναι δυνατό δύο απ' τα μυκήλια να χάσουν κινητική ενέργεια υπέρ του τρίτου μυκηλίου. Η ελάττωση αυτή της κινητικότητας των δύο μυκηλίων έχει ως συνέπεια τη επί μακρύτερο χρονικό διάστημα άσκηση μεταξύ τους των δυνάμεων συνοχής της ύλης και την συσσωμάτωσή τους σε ένα κόκκο (ή μία σταγόνα ή φυσαλίδα). Ο μεγαλύτερος αυτός κόκκος, δεν μπορεί να συγκρατήσει ιόντα, που δίνουν στα μυκήλια το φορτίο τους, ή και γενικά ηλεκτρικά φορτία, που αποκτήθηκαν με τριβή, όσα και οι δύο προηγούμενοι· ακόμα, επειδή ο κόκκος κινείται βραδύτερα, επιτρέπει την άσκηση των ηλεκτροστατικών έλξεων μεταξύ του και των μυκηλίων για μακρύτερο χρονικό διάστημα. Συνέπεια αυτών είναι η αποφόρτισή του. Αυτό συμβαίνει σε διάφορα σημεία του κολλοειδούς συστήματος. Οι μεγάλοι και

ΠΙΝΑΚΑΣ 44
Μέθοδοι κροκίδωσης κολλοειδών συστημάτων

			Χαρακτηρισμός κροκίδωσης	
α. Αυθόρμητη κροκίδωση	Επιδίωξη	Τρόπος	A. Λυόφοβα	B. Λυόφιλα
			Μικρή μέχρι τέλεια. Αργή	Ελάχιστη. Πολύ αργή
β. Εκβιασμένη κροκίδωση	α) επιβράδυνση της κινητικότητας των μηκυλίων	1. Ψύξη 2. Επέμβαση με ηλεκτρικό ρεύμα	Μικρή. Αργή. Μεγαλύτερη. Γρήγορη.	Πολύ αργή -
I. Επέμβαση στην κινητικότητα των μυκηλίων	β) Επιτάχυνση της κινητικότητας των μηκυλίων και αύξηση του αριθμού τριπλών συγκρούσεων.	1. Θέρμανση 2. Υπέρηχοι 3. Υψίσυχο ρεύμα	Τέλεια. Γρήγορη Τέλεια. Γρήγορη Τέλεια. Γρήγορη	Πολύ λίγη. Τέλεια. Γρήγορη Τέλεια. Γρήγορη
II. Αποφόρτιση των μυκηλίων	1. Ηλεκτροφόρηση 2. Αμοιβαία κροκίδωση 3. Με ηλεκτρολύτες		Τέλεια. Γρήγορη Τέλεια. Γρήγορη Τέλεια. Γρήγορη	Τέλεια. Αργή Μικρή. Αργή Τέλεια. Γρήγορη (για μεγάλα ποσά)
III. Απομάκρυνση του προσαρτημένου στα μυκίλια μέσου διασποράς	1. Ψύξη 2. Βρασμός 3. Αλλαγή μέσου διασποράς		(Τέλεια. Γρήγορη)* (Τέλεια. Γρήγορη)* (Δυνατό μερικές φορές να παρουσιαστεί κροκίδωση)	Τέλεια. Γρήγορη Τέλεια. Γρήγορη Τέλεια. Γρήγορη

* Αυτή δεν οφείλεται σε απομάκρυνση του μέσου διασποράς απ' τα μυκίλια γιατί δε μετέχει στη δομή τους.

βραδυκίνητοι κόκκοι, που δημιουργούνται, αποτελούν κατά τις συγκρούσεις με τα μυκήλια παράγοντα επιβράδυνσης της κίνησης των τελευταίων, κατά τρόπο, που εξελίσσεται αργά ή ολική κροκίδωση του συστήματος.

β) Εκβιασμένη κροκίδωση

Σύμφωνα με τα αίτια σχετικής σταθερότητας των κολλοειδών συστημάτων και τον μηχανισμό της αυθόρμητης κροκίδωσης, για να καταστρέψουμε, κροκιδώσουμε, ένα κολλοειδές σύστημα, θα πρέπει να εξουδετερώσουμε ένα ή περισσότερα αίτια της σταθερότητάς τους. Έτσι, οι μέθοδοι κροκίδωσης ανήκουν στις μεθόδους, που επεμβαίνουν στην κινητικότητα των μυκηλίων ή που ευνοούν τις τριπλές συγκρούσεις και στις μεθόδους εξουδετέρωσης των φορτίων των μυκηλίων και, για λυόφιλα κολλοειδή, στις μεθόδους απαλλαγής των μυκηλίων απ' την προσαρτημένη στοιβάδα του μέσου διασποράς. Οι μέθοδοι κροκίδωσης φαίνονται στον πίνακα 44 (βλέπε και Εργ. ασκ. μέθ. Φυσικ. Εφαρμ. Ηλεκτρ.).

Με κατάλληλη διάταξη: «μέθοδος Cotrell» και με χρησιμοποίηση υψίσυχνου ρεύματος ή συνεχούς [Μέθοδοι βI, β, 3(πιν. 44)] κατορθώνεται η συγκράτηση αιωρουμένων σωματίων κολλοειδών διαστάσεων απ' τα καυσάερια (καταπολέμηση ατμοσφαιρικής ρύπανσης απ' αυτά). Ένα άλλο μακροσκοπικό παράδειγμα κροκίδωσης με υψίσυχνο ρεύμα είναι η μετατροπή των υδρατμών σε βροχή με τους κεραυνούς και τις αστραπές. Επίσης σε μακροσκοπική κλίμακα κροκιδούνται οι φερτές κολλοειδείς ύλες ποταμών από τα άλατα της θάλασσας: σχηματισμός Δέλτα.

Ευαισθητοποίηση και προστασία λυόφοβων κολλοειδών. Προστατευτικά κολλοειδή. Αριθμός χρυσού

Αν σε λυόφοβο κολλοειδές προστεθούν μικρά ποσά λυόφιλου, με αντίθετο φορτίο μυκηλίων, παρατηρείται μερικές φορές ότι το λυόφοβο κολλοειδές γίνεται ευαισθητότερο ως προς την αυθόρμητη ή την κροκίδωση με εξωτερική επέμβαση. Αν, αντίθετα, σε λυόφοβο κολλοειδές προστεθεί λυόφιλο με το ίδιο είδος φορτίου μυκηλίων ή αν προστεθούν μεγαλύτερα ποσά (όχι τόσο μεγάλα, που να γίνει αμοιβαία κροκίδωση) λυόφιλου με αντίθετο φορτίο μυκηλίων, τότε το λυόφοβο κολλοειδές γίνεται σταθερότερο, γιατί η παρουσία του σταθερότερου λυόφιλου: «προστατεύει» το λυόφοβο από την κροκίδωση.

Η πράξη αυτή της σταθεροποίησης των λυόφοβων κολλοειδών με λυόφιλα λέγεται: «προστασία» και τα λυόφιλα κολλοειδή, που χρησιμοποιούνται για το σκοπό αυτό, λέγονται: «προστατευτικά κολλοειδή».

Ο καθορισμός των ορίων συγκέντρωσης των δύο κολλοειδών, ώστε το αποτέλεσμα να είναι προστασία και όχι αμοιβαία κροκίδωση, γίνεται όπως περιγράφεται στις Εργ. ασκ. μεθ. Φυσικ. εφαρμ. Ηλεκτρ.

Η προστατευτική δράση διαφόρων λυόφιλων κολλοειδών χαρακτηρίζεται, με τον «αριθμό χρυσού», που χρησιμοποίησε ο Zsigmondy. Πρόκειται για τα mg/l ξηρής ύλης, πήγμα, λυόφιλου κολλοειδούς, που αν προστεθούν σε 10 ml κολλοειδούς συστήματος χρυσού (λυόφοβου κολλοειδές), περιεκτικότητας 0,0053 – 0,0058 % (βάρος σε όγκο), αρκούν για να εμποδίσουν την κροκίδωσή του,

αν προστεθεί σ' αυτό 1 ml 10% διαλύματος χλωριούχου νατρίου. Εδώ, όπως και σε άλλες περιπτώσεις κολλοειδών, η κροκίδωση έχει ως συνέπεια της συσσωμάτωσης των μυκηλίων, την μεταβολή του χρώματος. Πριν την κροκίδωση το κολλοειδές σύστημα χρυσού είναι κόκκινο, μετά την κροκίδωση, γαλάζιο· έτσι, η παρεμπόδιση της κροκίδωσης του κολλοειδούς συστήματος χρυσού φαίνεται από την σταθερότητα του χρώματός του. Όσο ο αριθμός χρυσού είναι μικρότερος, τόσο η προστατευτική ικανότητα του λυόφιλου κολλοειδούς είναι μεγαλύτερη.

Γαλακτώματα. Γαλακτωματοποιές ουσίες. Ρήξη των γαλακτωμάτων

Όπως φαίνεται στον πίνακα 41, η κολλοειδής σκόρπιση υγρού σε υγρό μέσο διασποράς, που δεν είναι αναμίξιμο με το πρώτο υγρό, δημιουργεί κολλοειδές σύστημα, που λέγεται: «γαλακτώμα». Η ιδιοτυπία τέτοιων συστημάτων είναι και σταγόνες υγρού, μεγαλύτερες των κολλοειδών διατάσεων, διασκορπισμένες σε υγρό μέσο διασποράς και αιωρούμενες είτε μη μηχανική ανακίνηση του συστήματος, είτε εξαιτίας της μικρής διαφοράς ειδικού βάρους μεταξύ σταγόνων και υγρού μέσου διασποράς, έχουν σχεδόν όλες τις ιδιότητες των κολλοειδών συστημάτων, δηλ. οι διασκορπισμένες σταγόνες είναι φορτισμένες και πραγματοποιούν κίνηση Brown (μόνο το φαινόμενο Tyndall δεν παρουσιάζεται).

Οι μέθοδοι παρασκευής τους, όπως και πραγματικών κολλοειδών γαλακτωμάτων, είναι η μηχανική πέψη με μέσο πέψης, όπως οι αλκαλικοί σάπωνες, η λανολίνη, σουλφονικά οξέα, λυόφιλα κολλοειδή, λεπτές σκόνες άνθρακα, μετάλλων ή αλάτων, που στην προκειμένη περίπτωση λέγονται: «γαλακτωματοποιά μέσα». Η μηχανική πέψη γίνεται με ανάμιξη σε γουδί, με κολλοειδόμυλο ή με χρησιμοποίηση εκνεφωτή. Μπορεί ακόμη να χρησιμοποιηθεί μέθοδος παρασκευής με αλλαγή του διαλυτικού μέσου.

Η κροκίδωση τους γίνεται με τις μεθόδους, που περιγράφηκαν (Πιν. 44) και ονομάζεται: «ρήξη του γαλακτώματος».

Στα γαλακτώματα δεν μπορούμε να προβλέψουμε κατά την παρασκευή τους ποιο απ' τα υγρά θα είναι η ουσία σε διασπορά και ποιο το μέσο διασποράς. Αυτό εξαρτάται απ' το γαλακτωματοποιό μέσο. Είναι δυνατό μετά την παρασκευή του γαλακτώματος η ουσία σε διασπορά να μετατραπεί σε μέσο διασποράς, με αλλαγή του γαλακτωματοποιού μέσου.

Ο έλεγχος ποιο απ' τα δύο υγρά είναι το μέσο διασποράς, γίνεται με τον ακόλουθο τρόπο:

α) Βάζουμε στην επιφάνεια του γαλακτώματος σταγόνα ενός απ' τα δύο υγρά. Αν αυτή αφομοιωθεί γρήγορα, τότε το υγρό αυτό αποτελεί το μέσο διασποράς, αλλιώς είναι η ουσία σε διασπορά.

β) Στην επιφάνεια του γαλακτώματος βάζουμε κόκκους χρωστικής, που διαλύεται στο ένα μόνο υγρό. Αν αυτοί διαλυθούν, το μέσο διασποράς είναι εκείνο που είναι διαλυτή η χρωστική.

γ) Αν ένα απ' τα δύο υγρά αποτελεί διαλυτικό μέσο αλάτων και προσθέτοντας άλας πιστοποιούμε αύξηση της αγωγιμότητας του γαλακτώματος, τότε μέσο διασποράς είναι το υγρό, που αποτελεί διαλυτικό μέσο αλάτων.

Γνωστό φυσικό γαλάκτωμα είναι το γάλα, σύστημα λίπους σε υδατικό διάλυμα καζεϊνικού ασβεστίου, λακτόζης, λευκωμάτων, μεταλλικών αλάτων, βιταμινών κ.τ.λ. Αν το αφήσουμε σε ηρεμία, το γάλα διαχωρίζεται σε δύο στοιβάδες, που η πάνω αποτελείται από τα σφαιρίδια λίπους και η άλλη απ' το μέσο διασποράς. Αυτός ο αυθόρμητος διαχωρισμός σε δύο στοιβάδες είναι βραδύτερος, αν το

γάλα με τη μηχανική επεξεργασία, που λέγεται: «ομοιογενοποίηση», αποτελέσει κολλοειδές γαλάκτωμα, εξαιτίας της κατάτμησης λιποσφαιρίων σε κολλοειδείς διαστάσεις. Για τον λόγο αυτό και γιατί τα μικρού μεγέθους λιποσφαίρια είναι πιο εύπεπτα, εφαρμόζεται σήμερα γενικά στο γάλα η ομοιογενοποίηση (Τεχνολογ. Γεωργικών Βιομηχανιών). Για την εξουδετέρωση της δυσάρεστης μυρωδιάς και γεύσης ορισμένων ουσιών, που χρησιμοποιούνται στην ιατρική (λ.χ. μουρουνέλαιο), δίνουν σ' αυτές μορφή γαλακτώματος. Γαλακτώματα ασφάλτου ή πίσσας σε νερό χρησιμοποιούνται για την ψυχρή επίστρωση των δρόμων. Γαλάκτωμα ορυκτέλαιου σε νερό χρησιμεύει για την ψύξη και λίπανση των οργάνων, που ανοίγουν τρύπες ή κόβουν τα μέταλλα. Στην γεωργία χρησιμοποιούνται γαλακτώματα πετρελαίου σε νερό ως παρασιτοκτόνα. Στη βυρσοδεψία χρησιμοποιείται γαλάκτωμα ελαιόλαδου σε νερό.

Πηκτές. Θιξοτροπία. Συναίρεση

«Πηκτές» δημιουργούνται με απορρόφηση μεγάλων ποσών υγρού από κολλοειδές πήγμα. Το ποσοστό του υγρού μιας πηκτής κυμαίνεται ανάμεσα σε πλατιά όρια, χωρίς να υπάρχει σταθερή αναλογία μεταξύ του και του κολλοειδούς.

Οι πηκτές δημιουργούνται με απλή επαφή ορισμένων μοριακών κολλοειδών με υγρό. Έτσι, η ζελατίνα σε επαφή με ζεστό νερό απορροφά μεγάλα ποσά απ' αυτό, διογκώνεται και σχηματίζει πηκτή. Το ίδιο συμβαίνει με το λάστιχο, που απορροφά βενζίνη, διθειάνθρακα, αιθέρα, πετρέλαιο, τετραχλωράνθρακα, κ.τ.λ. Η γλυκερίνη σχηματίζει πηκτή με απλή επαφή με οξεικό οξύ· η νιτρογλυκερίνη με νιτρικό οξύ, ασετόνη ή αιθέρα. Πηκτές μπορούν ακόμη να δημιουργηθούν με ψύξη κολλοειδούς συστήματος. Έτσι, παίρνουμε πηκτές ζελατίνας, αγάρ-αγάρ και πηκτές φρούτων (ζελέ).

Η θερμοκρασία, όπου δημιουργείται πηκτή με ψύξη, είναι τόσο ψηλότερη όσο το κολλοειδές σύστημα πυκνότερο. Οι πηκτές, που παρασκευάζονται έτσι, καταστρέφονται με θέρμανση. Πηκτές σχηματίζονται και με διπλή αντικατάσταση. Έτσι, με επίδραση οξέως σε υδατικό διάλυμα υδρούλου (πυριτικό νάτριο) σχηματίζεται μια πηκτή, που μετά από εξάτμιση μετατρέπεται σε πήγμα, το γνωστό Silica Gel. Με αλλαγή διαλυτικού σχηματίζονται πήκτες. Έτσι, αν σε διάλυμα οξεικού ασβεστίου επιδράσει οινόπνευμα, το οξεικό ασβέστιο μετατρέπεται σε πηκτή.

Ορισμένες πηκτές καταστρέφονται με το χρόνο, άλλες απαιτούν έντονα μέσα για την καταστροφή τους. Η καταστροφή των πηκτών λέγεται «συναίρεση» ή «κατάρρευση». Μετά την καταστροφή τους, ορισμένες πηκτές έρχονται ξανά στην αρχική τους κατάσταση, μετά την εξάλειψη του αίτιου που προκάλεσε την καταστροφή τους. Αυτές οι πηκτές λέγονται: «αντιστρεπτές».

Με αύξηση της περιεκτικότητας του κολλοειδούς, απ' όπου δημιουργήθηκε μία πηκτή, αυξάνει η μηχανική αντοχή της, έτσι που μερικές απ' αυτές είναι εξαιρετικά ανθεκτικές.

Ορισμένες απ' τις πηκτές παρουσιάζουν την ιδιοτυπία να καταστρέφονται με απλή μηχανική καταπόνηση και να έρχονται στην αρχική τους κατάσταση μηχανικής αντοχής, αν μείνουν σε ηρεμία. Το φαινόμενο αυτό λέγεται: «θιξοτροπία» (απ' το θίγω και τρέπεσθαι) και οι πηκτές: «θιξότροπες». Τέτοιες είναι, μεταξύ των άλλων η πηκτή υδρίτη οξειδίου του σιδήρου, οξειδίου του αλουμινίου, πεντοξειδίου του βαναδίου κ.τ.λ. Θιξοτροπία παρουσιάζουν και ορισμένες πηκτές, που το συστατικό σε διασπορά στο υγρό δεν είναι κολλοειδών διαστάσεων. Έτσι, μεταξύ των άλλων, ο καολίνης και ο μπετονίτης, που απορροφούν νερό και διογκώνεται, είναι θιξότροποι.

Το φαινόμενο της θιξοτροπίας παρουσιάζεται συχνά στη Φύση. Το πρωτόπλασμα των κυττάρων είναι θιξότροπο. Θιξότροπα είναι και ορισμένα εδάφη ή έλη, που περιέχουν θιξότροπη άργιλλο και γι' αυτό είναι ασταθή, παρά την ανθεκτική τους μορφή. Αν κάποιος θελήσει να περπατήσει πάνω τους, βυθίζεται και κάθε προσπάθεια να απαλλαγεί οδηγεί σε μεγαλύτερη βύθιση· αντίθετα, αν μείνει ακίνητος, δεν βυθίζεται περισσότερο.

Προσθέτοντας στις κονιές γρήγορης πήξης μπετονίτη, αυτός εμποδίζει την πήξη του κονιάματος μέσα στην μπετονιέρα, όπου γίνεται η ανάμιξη της κονιάς με τα αδρανή υλικά και νερό, εξαιτίας της θιξότροπης ιδιότητάς του. Το ίδιο γίνεται και με ανάδευση, για τη μεταφορά του έτοιμου τσιμέντου.

Οι πηκτές, γενικά έχουν πολλές εφαρμογές. Έτσι, μερικές απ' αυτές χρησιμεύουν ως συγκολλητικές ουσίες και για τη παρασκευή βερνικιών βαφής μετάλλων. Άλλες είναι αρκετά μαλακές σε ψηλές θερμοκρασίες, ώστε να σχηματουρηθούν, και είναι σκληρές σε συνηθισμένη θερμοκρασία. Τέτοια πηκτή είναι ο βακελίτης. Οι φυσικές (από δένδρα ή το έδαφος) ρητίνες και οι τεχνητές είναι πήγματα από πηκτές. Μερικές απ' τις τεχνητές ρητίνες έχουν ιονεναλλακτικές ικανότητες. Ορισμένες σιλικόνες είναι πήγματα από πηκτές.

Σημασία των κολλοειδών

Τα κολλοειδή συστήματα ή 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 συναντώνται σε μεγάλο αριθμό βιομηχανιών.

Εκτός από αυτά που αναφέρθηκαν η γενική σημασία τους είναι η ακόλουθη:

α) Ο ρόλος τους στη Βιολογία, τη Φυσιολογία και την Ιατρική

Οι ιστοί των ζωικών και φυτικών οργανισμών, το αίμα, το μεσοκυττάριο υγρό, το πρωτόπλασμα, τα τοιχώματα των κυττάρων είναι κολλοειδή συστήματα, πηκτές, ή πήγματα κολλοειδών συστημάτων ή πηκτών. Τα οστά περιέχουν κολλοειδή. Απ' αυτό φαίνεται η εξαιρετική σημασία τους για τη ζωή. Ο Graham θεώρησε ότι «τα κολλοειδή είναι η έδρα της ζωής». Ο βιολόγος Loeb θεώρησε τους ζώντες οργανισμούς ως «χημικές μηχανές που αποτελούνται κύρια από κολλοειδή και είναι ικανές να αυξάνουν και να αναπαράγονται αυτόματα». Ο Lumière θεώρησε τις παθολογικές καταστάσεις, τα γηρατιά και το θάνατο ως αποτέλεσμα παροδικής ή μόνιμης κροκιδώσης των κολλοειδών του οργανισμού. Πραγματικά, η αυτοάμυνα του οργανισμού βασίζεται κύρια στην προσπάθεια διατήρησης των κολλοειδών συστημάτων. Αυτό γίνεται, γιατί τα περισσότερα απ' τα κολλοειδή είναι λυόφιλα, που αυτοσυντηρούνται αποτελεσματικότερα και πέπτονται ξανά, αν κροκιδωθούν επεισοδιακά. Για την συντήρηση αυτών των λυόφιλων κολλοειδών ο οργανισμός περιέχει ή δημιουργεί, αν χρειαστεί, μεγάλο αριθμό αιωρηματικών ουσιών και ρυθμιστικών διαλυμάτων, για την αποφυγή μεταβολής του pH. Εκτός απ' την άμυνα αυτή, που κατευθύνεται από τα νευρικά κύτταρα, ο οργανισμός αλλάζει τελείως και ανανεώνει, κατά ορισμένα χρονικά διαστήματα, τα κολλοειδή του συστήματος με αντικατάσταση κυττάρων. Μόνο τα νευρικά κύτταρα δεν αντικαθιστούνται και στα κολλοειδή συστήματά τους εκδηλώνεται ο δεύτερος θερμοδυναμικός νόμος. Αυτός οδηγεί σε αργή καταστροφή τους και επόμενα όλων των κολλοειδών συστημάτων του οργανισμού, δηλ. στα γηρατιά και στο θάνατο. Τα πρωτόζωα, που δεν έχουν νευρικά κύτταρα και συντηρούν τα κολλοειδή τους συστήματα,

μπορεί να θεωρηθούν σαν αθάνατα. Αυτό, η πιστοποίηση ότι η εισαγωγή στα φυτά και στα πειραματόζωα κροκιδωτικών ουσιών φέρνει διαταραχές, που θυμίζουν συμπτώματα γνωστών ασθενειών, και ότι αντίθετα η εισαγωγή μέσω πύλης και προστατευτικών κολλοειδών μικρού αριθμού χρυσού προκαλεί ανανέωση του οργανισμού, αποτέλεσαν τη βάση του κλάδου της ιατρικής, της «Γεροντολογίας». Αυτή ασχολείται με την ανανέωση του οργανισμού και την παράταση της ζωής, χρησιμοποιώντας σε γενικές γραμμές μέσα πύλης ή διέγερσης του οργανισμού για την παραγωγή τους (Nichans, Bolgomoletz κ.τ.λ.) ή επεμβαίνοντας κατ'ευθείαν στα νευρικά κύτταρα (Aslan κ.τ.λ.).

Εκτός απ' αυτό, αναφέρθηκε η εκλεκτικότητα των κυτταρικών μεμβρανών, που αποτελούνται από κολλοειδή πήγματα, και η υπόνοια ότι παθολογική συσσώρευση τροφών στα κύτταρα, εξαιτίας χαλάρωσής τους (διατήρηση των κυτταρικών πόρων ανοιχτών), μπορεί να αποτελεί ένα απ' τα αίτια του καρκίνου.

Οι διαστάσεις, που αποτελούν τους οργανικούς καταλύτες, είναι κολλοειδή, που παράγονται από τους ζωντανούς οργανισμούς.

Οι «διηθητικοί ιοί», που σ' αυτούς οφείλονται διάφορες αρρώστιες, όπως η λύσσα, ο αφθώδης πυρετός, η ιλαρά, η πολιομελίτιδα, η επιδημική γρίπη κ.τ.λ. είναι νουκλεοπρωτεΐνες, διαστάσεων 300–10 nm, ανήκουν δηλ. στα κολλοειδή. Δεν έχει ακόμη εξακριβωθεί, αν μπορούν να θεωρηθούν ως ζωντανοί οργανισμοί. Θεωρούνται η ενδιάμεση βαθμίδα ανάμεσα στα βακτήρια (που ανήκουν ασφαλώς στους ζωντανούς οργανισμούς, διαστάσεων > 300 nm και τα όχι ζωντανά οργανικά μόρια (συνήθως διαστάσεων < 300 nm).

Η αυθόρμητη ή η εκβιασμένη κροκιδώση του ορού του αίματος με διάφορα κροκιδωτικά μέσα, αποτελεί διαγνωστικό μέσο ασθενειών και παρακολούθησης της εξέλιξής τους.

Πολλά φάρμακα, εμβόλια, θεραπευτικά σκευάσματα είναι εξευγενισμένα φυσικά κολλοειδή. Άλλα φυσικά κολλοειδή φυτικής ή ζωικής προέλευσης, όπως άμυλο, αραβικό κόμμι, βάμμα του Καναδά, αλβουμίνες χρησιμοποιούνται για την παρασκευή φαρμάκων.

β) Ο ρόλος τους στην Οικιακή Οικονομία

Τα περισσότερα τρόφιμα αποτελούνται από κολλοειδή, όπως το ψωμί, το γάλα, το κρέας, τα λαχανικά. Η μαγιονέζα, οι διάφορες πηκτές, η κρέμα Bechamel, η κρέμα Chantilly, οι σάλτσες είναι κολλοειδή συστήματα. Το ψήσιμο των φαγητών έχει σχέση με την κροκιδώση. Το κρασί είναι κολλοειδές σύστημα ταννίνης και χρωστικών σε νερό και οινόπνευμα' οι αλλοιώσεις του και η παλαιώσή του οφείλονται σε κροκιδώσεις. Ακόμη, το ούζο και η μαστίχα σχηματίζουν γαλάκτωμα με νερό.

γ) Ο ρόλος τους στη Γεωργία

Το έδαφος περιέχει από 1–50 % κολλοειδή ανόργανα, όπως η άργιλλος, το οξείδιο του πυριτίου και το οξείδιο του αργιλίου, και οργανικά, που αποτελούν τον «χουν». Με την παρουσία των κολλοειδών αυτών, που ορισμένα σχηματίζουν πηκτές, βοηθούνται οι χημικές αντιδράσεις και οι φυσικές ανταλλαγές, απαραίτητες για την ανάπτυξη των φυτών. Τα οργανικά κύρια κολλοειδή, όπως τα υδρόφιλα και αυτά που σχηματίζουν πηκτές, συμβάλλουν στη διατήρηση της συνεκτικότητας του εδάφους και κατά τις ξηρασίες και τροφοδοτούν τα φυτά κατά τις εποχές αυτές με νερό.

δ) Ο ρόλος τους στη Βιομηχανία

Αναφέρθηκε η παρασκευή και η χρησιμότητα του Silica Gel και της αλούμινας, πηγμάτων κολλοειδών. Το γυαλί είναι κολλοειδές πήγμα, που προήλθε από αντιστρεπτή πηκτή, γιατί με θέρμανση σε 200°C και πίεση 10 atm δημιουργεί πηκτή. Οι άργιλλοι, που χρησιμοποιούνται στην κεραμική, περιέχουν κολλοειδείς οργανομεταλλικές ενώσεις, που δίνουν σ' αυτές τις ιδιότητές τους, κύρια της πλαστικότητάς τους. Μετά τη σχηματουργία και θέρμανσή τους μετατρέπονται σε πήγμα, που δεν γυρίζει στην αρχική κατάσταση της πηκτής (αναντίστρεπτες πηκτές). Ο καολίνης, πρώτη ύλη παρασκευής πορσελάνης, που χρησιμοποιείται και στην καλλιτεχνική κεραμεική και στη χαρτοποιία, είναι κολλοειδής. Ο μπετονίτης διογκώνεται έντονα με νερό και σχηματίζει θιξότροπη πηκτή. Χρησιμοποιείται γι' αυτό στις κονιές γρήγορης πήξης και για την αντικατάσταση λιπαρών σωμάτων σε ειδικές χρήσεις, όπως για την παρασκευή καλλυντικών, κρεμών και αλοιφών, ως μέσο αποσκλήρυνσης του νερού, γιατί έχει ιονεναλλακτικές ιδιότητες, για αδιάβροχα κονιάματα, στην εξόρυξη και βιομηχανία πετρελαίου. Η ασφάλτος και η πίσσα αποτελούν κολλοειδή συστήματα σε νερό. Τα πετρέλαια είναι κολλοειδή συστήματα ασφάλτου και πίσσας σε ελαφρότερους υδρογονάνθρακες. Οι φυσικές και τεχνητές ρητίνες είναι πήγματα κολλοειδή από πηκτές. Ο ελατερίτης, ορυκτό λάστιχο, το φυσικό λάστιχο, το τεχνητό λάστιχο, η κυτταρίνη, η νιτροκυτταρίνη είναι κολλοειδή πήγματα, που διογκώνονται σε υγρά μέσα και σχηματίζουν πηκτές. Η οξεική κυτταρίνη (Celluloid) χρησιμεύει για την κατασκευή άκαυστων φωτογραφικών φιλμ. Το μαλί, εξαιτίας της κερατίνης, διογκώνεται σε υψηλή θερμοκρασία και πίεση με την παρουσία αλκάλειας και σχηματίζει πηκτή. Το ίδιο ισχύει και για το τεχνητό μαλί. Το μετάξι και οι αζωτούχες ιφάνσιμες ίνες, όπως το Nylon, είναι κολλοειδή πήγματα. Οι περισσότερες απ' τις οργανικές χρωστικές, αν διαλυθούν σε νερό, αποτελούν κολλοειδή συστήματα, οι αμυλώδεις ουσίες σχηματίζουν με νερό κολλοειδή συστήματα. Το άμυλο σχηματίζει με νερό και θέρμανση πηκτή, που χρησιμοποιείται για την επεξεργασία των υφασμάτων πριν τη βαφή. Με την παρουσία οξέος και με θέρμανση υδρολύεται διαδοχικά σε διαλυτό άμυλο, δεξτρίνη, μαλτόζη και γλυκόζη με τις γνωστές χρήσεις. Τα αγάρ-αγάρ (Φυσικ. $\text{Pi}_{\alpha, \beta}$) αποτελεί επεξεργασμένη μορφή αμύλου, που προέρχεται από ορισμένο είδος φυκών της Κίνας και της Ιαπωνίας. Η αλβουμίνη και η ζελατίνη σχηματίζουν με νερό πηκτές, που χρησιμοποιούνται ως συγκολλητικές ουσίες, για το «κολλάρισμα» των υφάνσιμων ινών και τη διαύγαση των κρασιών. Το φωτογραφικό φιλμ είναι κολλοειδές αιώρημα φωτοπαθών ουσιών σε διάφορες ουσίες.

Ακόμη σε πλήθος βιομηχανιών η κυριότερη πράξη έχει σχέση με κολλοειδείς μετασχηματισμούς. Έτσι, κατά την παρασκευή τεχνητού μεταξιού η κύρια πράξη είναι η κροκίδωση της βισκόζης. Η βαφή των υφασμάτων, χωρίς πρόστυμμα αποτελεί κροκίδωση των μυκηλίων των χρωστικών. Στη βυρσοδεψία γίνονται κολλοειδείς μετασχηματισμοί. Τα δέρματα αποτελούνται κύρια από πρωτεϊνικές ουσίες, που, μετά την κατεργασία με βασικές ουσίες, μετατρέπονται σε πηκτές θετικού φορτίου μυκηλίων. Οι δερμικές ύλες, που χρησιμοποιούνται στη συνέχεια, όπως η ταννίνη (φαινολικά οξέα), είναι μοριακά κολλοειδή αρνητικού φορτίου μυκηλίων. Έτσι, η κύρια δράση κατά τη δέψη των δερμάτων, είναι η αμοιβαία κροκίδωση. Στη συνέχεια το πήγμα μετατρέπεται με οξείδωση, σε ενώσεις, που αντέχουν στο νερό. Η πήξη, τέλος των κονιαμάτων οφείλεται κύρια στο άμορφο και κολλοειδές πυριτικό ασβέστιο και στο κρυσταλλικό κολλοειδές αργιλικό ασβέστιο. Με νερό, το αργιλικό ασβέστιο δημιουργεί πηκτή, που μέσα της αρχίζουν να σχηματίζονται κρύσταλλοι ένυδρου αργιλικού

ασβεστίου, που αφυδατώνουν συνεχώς την πηκτή και τελικά την μετατρέπουν σε πήγμα. Αυτό είναι το συνδετικό υλικό όλων των ένυδρων ενώσεων, που σχηματίζονται μεταξύ τους και με τα αδρανή υλικά.

II

ΑΝΔΡΟΜΕΡΗ Ή ΧΟΝΔΡΟΕΤΕΡΟΓΕΝΗ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

ΓΕΝΙΚΟΤΗΤΕΣ

Ως αδρομερή (διασκορπισμένο συστατικό σε διαστάσεις πάνω από 500 μm) παρουσιάζονται μόνο τα οκτώ απ' τα εννέα δυνατά συστήματα, γιατί δεν είναι δυνατή η ύπαρξη αδρομερούς συστήματος αερίου σε αέριο. Στα συστήματα υγρών σε αέρια, στερεών σε αέρια, αερίων σε υγρά, στερεών σε υγρά, αερίων σε στερεά, υγρών σε στερεά δεν έχουν πιστοποιηθεί φαινόμενα, που οφείλονται στο συνδυασμό των ουσιών, έτσι δεν χρειάζεται η ανάπτυξη κανενός νέου νόμου. Στις περιπτώσεις αυτές ισχύουν για κάθε συστατικό του συστήματος οι νόμοι, που αναπτύχθηκαν χωριστά για καθένα απ' αυτά.

Οι μοναδικές περιπτώσεις, που παρουσιάζονται νέα φαινόμενα στα συστήματα αυτά, και που γι' αυτά ισχύουν νέοι νόμοι, είναι τα αδρομερή συστήματα μη αναμίξιμων υγρών και τα στερεά μη αναμίξιμα σε στερεή κατάσταση.

ΑΔΡΟΜΕΡΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΓΡΩΝ ΣΕ ΥΓΡΑ

Τάση ατμών τους και απόσταξη

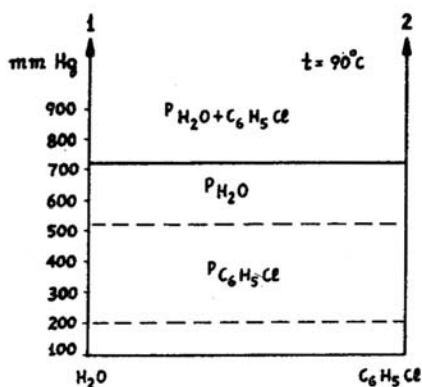
Εξαιτίας της αμελητέας αναμιξιμότητας δύο μη αναμίξιμων υγρών, η επαφή τους δε προκαλεί μεταβολή κανενός απ' αυτά. Σε ορισμένη θερμοκρασία η τάση ατμών καθενός είναι η ίδια μ' εκείνη, που στις ίδιες συνθήκες θα είχε καθένα υγρό, αν ήταν μόνο του, αρκεί και τα δύο να παρουσιάζουν ελεύθερη επιφάνεια.

Έτσι, η ολική τάση ατμών πάνω από τέτοιου είδους συστήματα με ελεύθερη επιφάνεια και για τα δύο υγρά, θα είναι ίση με το άθροισμα των μερικών τάσεων ατμών των υγρών χωριστά (Σχ. 158).

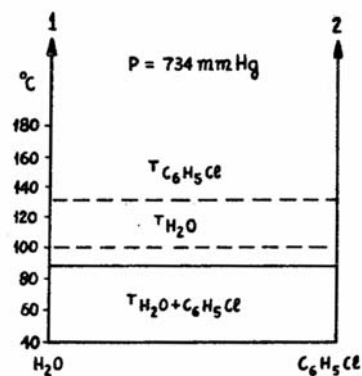
$$P_{ολ} = P_1 + P_2 \quad (173)$$

Ένα τέτοιο σύστημα θα βράζει, όταν η ολική τάση ατμών του γίνει ίση με την πίεση πάνω απ' αυτό. Έτσι, και με βάση τη σχέση (173), κάθε υγρό θα αποστάζει με πίεση ίση με την πίεση πάνω απ' το σύστημα μείον την τάση ατμών του άλλου υγρού. Αυτό ισοδυναμεί με την απόσταξη κάθε υγρού με ελαττωμένη πίεση, πράγμα που έχει ως αποτέλεσμα τον βρασμό του συστήματος σε θερμοκρασία χαμηλότερη απ' τα σημεία βρασμού και των δύο υγρών (Σχ. 159).

$$T_{ολ} < T_1, T_2 \quad (174)$$



Σχ. 158. Διάγραμμα τάσης ατμών μη αναμιξιμων υγρών



Σχ. 159. Διάγραμμα σημείων βρασμού μη αναμιξιμων υγρών

Κατά την διάρκεια του βρασμού η θερμοκρασία διατηρείται σταθερή και η ολική τάση ατμών (σταθερή κατά την διάρκεια του βρασμού) είναι ίση με την πίεση πάνω από το σύστημα.

Ολ' αυτά ισχύουν ανεξάρτητα από τις ποσότητες των δύο υγρών αρκεί να είναι και τα δύο παρόντα και έχουν και τα δύο ελεύθερη επιφάνεια. Το τελευταίο αυτό γίνεται είτε με έντονη μηχανική ανάδευση του συστήματος, είτε με διοχέτευση σ' αυτό ρεύματος αέρα ή και με υδρατμούς.

Απόσταξη με υδρατμούς. Μοριακό βάρος κατά Küster

Στην ιδιοτυπία αυτή των μη αναμιξεων υγρών, όπου κάθε συστατικό του συστήματος βράζει με ελαττωμένη πίεση, βασίζεται η μέθοδος της απόσταξης με υδρατμούς, που εφαρμόζεται στη Βιομηχανία. Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται για κάθαρση οργανικών υγρών ουσιών, μη αναμιξιμων με το νερό. Η κάθαρση τέτοιων ουσιών με απόσταξη θα είχε συνέπεια τη διάσπαση και τη μεταβολή τους με οξειδωση, αν η απόσταξη γινόταν στο σημείο βρασμού της ουσίας. Για να το αποφύγουμε αυτό χρειάζεται η απόσταξη με κενό. Η δημιουργία και η συντήρηση κενού στη Βιομηχανία είναι δαπανηρές. Γι' αυτό, παρά το γεγονός ότι απαιτείται η ίδια ενέργεια για την απόσταξη ενός χιλιόγραμμου μιας ουσίας με δημιουργία υποπίεσης, και για την απόσταξη του ίδιου ποσού της ουσίας με βρασμό σε αδρομερές σύστημα, προτιμάται η τελευταία μέθοδος. Ως δεύτερο υγρό χρησιμοποιείται νερό και η μέθοδος λέγεται: «μέθοδος απόσταξης με υδρατμούς κατά Küster».

Κατά την απόσταξη με υδρατμούς στο σύστημα ουσίας και νερού, ισχύουν τα ακόλουθα: Αν $P_{ολ}$: η ολική πίεση πάνω από το σύστημα κατά τον βρασμό του, δηλ. η ατμοσφαιρική, P_1, P_2 : οι μερικές πιέσεις των υγρών 1 και 2 αντίστοιχα, X_1, X_2 : τα μοριακά κλάσματα των συστατικών 1 και 2 αντίστοιχα στους ατμούς ισχύει ο νόμος Dalton:

$$P_1 = X_1 P_{ολ}, P_2 = X_2 P_{ολ}$$

$$\text{και: } \frac{P_1}{P_2} = \frac{X_1}{X_2} = \frac{\frac{n_1}{n_1 + n_2}}{\frac{n_2}{n_1 + n_2}} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{B_1 \cdot M_2}{B_2 \cdot M_1}$$

όπου B_1 και B_2 : βάρη νερού και ουσίας αντίστοιχα, που βράζουν, και M_1, M_2 : μοριακά βάρη νερού και ουσίας αντίστοιχα. Αλλά: $P_{ολ} = P_1 + P_2$ και $P_2 = P_{ολ} - P_1$, έτσι:

$$B_1 = \frac{P_1}{P_{ολ} - P_1} \cdot \frac{B_2 \cdot M_1}{M_2} \quad (175)$$

Έτσι, γνωρίζοντας την τάση ατμών του νερού (P_1) στη θερμοκρασία βρασμού του συστήματος, το βάρος (B_2) της ουσίας για απόσταξη και τα μοριακά βάρη του νερού (M_1) και της ουσίας (M_2), είναι δυνατό με τη βοήθεια του τύπου αυτού να υπολογιστεί το βάρος των υδρατμών, που απαιτείται. Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται στη Βιομηχανία και το Εργαστήριο προκειμένου να καθαρίσουν, μεταξύ των άλλων, το βενζόλιο, το νιτροβενζόλιο, η ανιλίνη κ.τ.λ.

Με συνθήκες, που περιγράφονται σε Εργ. ασκ. μέθ. Φυσικ. εφαρμ. Ηλεκτρ. Και με χρήση του τύπου 175, αυτά εφαρμόζονται στο εργαστήριο για να βρεθεί το μοριακό βάρος ουσίας μη αναμίξιμης με νερό ή άλλο υγρό. Η μέθοδος λέγεται «μέθοδος Küster» και είναι λιγότερο ακριβής από άλλες μεθόδους, δίνει όμως αποτελέσματα με αρκετή προσέγγιση. Έτσι, λ.χ., το μοριακό βάρος του χλωριοβενζόλιου βρίσκεται με τη μέθοδο αυτή ίσο με 112,3, αντί 112,6 του πραγματικού μοριακού βάρους του.

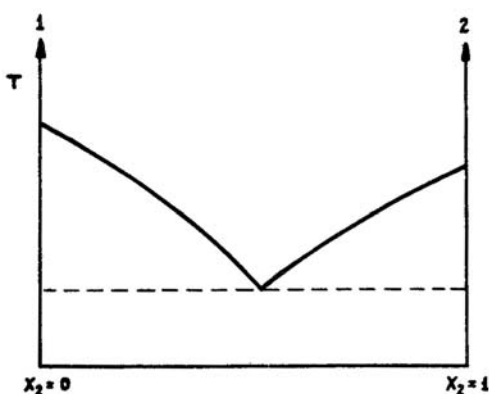
Τέτοια αδρομερή συστήματα είναι και τα μη κολλοειδή γαλακτώματα, που αναφέρθηκαν.

ΑΔΡΟΜΕΡΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΤΕΡΕΩΝ ΣΕ ΣΤΕΡΕΑ

Γενικότητες. Ευτηκτική.

Αδρομερή συστήματα στερεών σε στερεά παίρνονται κατά την πήξη δύο μη αναμίξεων (που δεν σχηματίζουν μιζοκρύσταλλους) ουσιών σε στερεή κατάσταση. Το καταστατικό διάγραμμα τέτοιων συστημάτων φαίνεται στο σχήμα 160, όπου η παχειά καμπύλη αποτελεί το γεωμετρικό τόπο των σημείων πήξης σε συνάρτηση με την περιεκτικότητα· η καμπύλη αυτή είναι η καμπύλη Liquidus, ενώ η διακομμένη γραμμή, η καμπύλη Solidus. Μεταξύ των δύο καμπυλών υπάρχει τήγμα και στερεό. Το διάγραμμα αυτό προκύπτει με θερμική ανάλυση (Εργ. ασκ. μέθ. Φυσικ. εφαρμ. Ηλεκτρ.).

Όπως φαίνεται από το διάγραμμα, με προσθήκη του συστατικού 1 στο 2 και στο 2 στο 1, προκύπτει ελάττωση του σημείου τήξης για τους ίδιους λόγους (ελάττωση της τάσης ατμών), που γι' αυτούς προκαλείται ελάττωση του σημείου πήξης υγρού διαλυτικού με διάλυση σ' αυτό αερίου, υγρού, μεσόμορφου ή στερεού. Εδώ δεν παρουσιάζεται δυνατότητα ανύψωσης του σημείου πήξης, εξαιτίας της μη διαλυτότητας μεταξύ τους



Σχ. 160. Διάγραμμα μη αναμίξιμων στερεών σε στερεή κατάσταση

των στερεών, που αποβάλλονται. Απ' το διάγραμμα φαίνεται ότι οι δύο καμπύλες συναντιώνται πάνω στη γραμμή του Solidus· το σημείο αυτό λέγεται: «εύτηκτο σημείο» και στην περίπτωση αυτή μιλάμε για τη δημιουργία: «ευτηκτικής».

Αν ψύξομε πήγμα σύστασης μεταξύ συστατικού 1 και εύτηκτου σημείου, όταν η θερμοκρασία φτάσει στην καμπύλη Liquidus, αρχίζει να αποβάλλεται καθαρό συστατικό 1. Η σύσταση του τήγματος ακολουθεί την καμπύλη του Liquidus, μέχρι το εύτηκτο σημείο, όπου αποβάλλονται και τα δύο μαζί συστατικά 1 και 2 με την ευτηκτική αναλογία. Επόμενα, στη θερμοκρασία πριν την ευτηκτική αναλογία μπορούμε να παραλάβομε καθαρό συστατικό 1. Αντίστοιχα συμβαίνουν στην περιοχή από το εύτηκτο σημείο μέχρι το 100% συστατικού 2, δηλ. αποβάλλεται συστατικό 2, μέχρι που το τήγμα να αποκτήσει την ευτηκτική αναλογία και τότε αποβάλλονται μαζί τα συστατικά 1 και 2. Η ευτηκτική αναλογία μεταβάλλεται, με τη μεταβολή της εξωτερικής πίεσης, πράγμα που αποδεικνύει ότι στο σημείο αυτό δεν σχηματίζεται χημική ένωση μεταξύ των συστατικών. Αυτό άλλωστε αποδεικνύεται και απ' το γεγονός ότι κατά την ακτινανάλυση στερεού, που προήλθε από πήξη ευτηκτικής αναλογίας, δεν παίρνομε νέες γραμμές. Δεν δημιουργούνται ούτε μιξοκρύσταλλοι, γιατί το ακτινογράφημα δεν μοιάζει με εκείνο του σχήματος 145. Πρόκειται για συγκρυστάλλωση των δύο συστατικών στο κρυσταλλικό πλέγμα καθενός.

Αν η κρυστάλλωση είναι αργή, όπως συμβαίνει συνήθως στη πράξη, η ευτηκτική είναι αδρομερής, δηλ. οι κόκκοι και των δύο συστατικών είναι μεγαλύτεροι από κολλοειδείς διαστάσεις και ορατοί στο μεταλλογραφικό μικροσκόπιο· αν γίνει γρήγορη πήξη, ένα απ' τα συστατικά διασπείρεται σε κολλοειδείς διαστάσεις (Πιν. 41) στο άλλο και στο μεταλλογραφικό μικροσκόπιο η ευτηκτική έχει φαινομενικά εμφάνιση ομοιογενή.

Η πιστοποίηση ότι το ένα συστατικό έχει κατανεμηθεί σε κολλοειδείς διαστάσεις γίνεται με βάση τις γνωστές ιδιότητες των κολλοειδών στερεών σε στερεά [Tyndall, ροφητικές ικανότητες (τα μυκήλια δεν έχουν κινητικότητα ούτε ηλεκτρικό φορτίο)], με τους ακόλουθους τρόπους:

α) Επιφάνεια ευτηκτικής, που έχει επεξεργαστεί για το μεταλλογραφικό μικροσκόπιο (Μεταλλογνωσία) και έχει απολιπανθεί βυθίζεται σε ζεστό διάλυμα χρωστικής. Τότε η ευτηκτική βάφεται και αποκτά το χρώμα της χρωστικής, που έχει ροφηθεί στο συστατικό με κολλοειδή καταμερισμό.

β) Η επιφάνεια αυτή, με κατάλληλο φωτισμό και παρατήρηση σε υπερμικροσκόπιο από ανάκλαση παρουσιάζει φωτεινές κηλίδες, που οφείλονται στο φαινόμενο Tyndall στους κολλοειδείς κόκκους.

Τα καταστατικά διαγράμματα μη αναμίξιμων στερεών σε στερεή κατάσταση χρησιμεύουν ως καθοδηγητικά για παρασκευή κραμάτων διάφορων ιδιοτήτων (Μεταλλογνωσία και Μεταλλουργία). [Βλέπε Θερμοδυναμική και Θερμοχημική εξέταση των αδρομερών συστημάτων σε Φυσικ. II_{1α,1β}].

ΠΛΑΣΜΑ

Γενικότητες. Ορισμός

Όπως αναφέρθηκε, το πλάσμα είναι ένα σύστημα ιοντοποιημένων μορίων ή (και) ατόμων με τα ηλεκτρόνια, που αποσπάστηκαν ή προσκολλήθηκαν σ' αυτά και ηλεκτρικά ουδέτερων μορίων ή (και) ατόμων.

Παρ' όλο που η ιοντοποίηση και επόμενα η δημιουργία πλάσματος ανήκει στις χημικές δράσεις, το έτοιμο πλάσμα και μάλιστα σε ισορροπία αντιμετωπίζεται ως φυσικό σύστημα.

Λέγοντας: «σε ισορροπία», εννοούμε ότι δεν μεταβάλλεται σ' αυτό το είδος και το ποσοστό των συστατικών του ή ο αριθμός των ιοντοποιήσεων είναι ίσος με τον αριθμό των αποϊοντοποιήσεων, κατά τρόπο που πρακτικά σε συνθήκες ισορροπίας μπορεί να θεωρηθεί ότι δεν πραγματοποιείται καμία χημικής φύσης μεταβολή μετά τη δημιουργία του. Είναι σωστότερο να πούμε ότι οι χημικές μεταβολές, που πραγματοποιούνται, αλληλοεξουδετερώνονται και καθορίζουν, αλλά δεν αλλάζουν σε συνάρτηση με το χρόνο, τις φυσικές ιδιότητες του πλάσματος.

Η δημιουργία του πλάσματος σε ισορροπία ή όχι, οι φυσικές και χημικές ιδιότητες του, τα φυσικά και χημικά φαινόμενα, που πραγματοποιούνται σ' αυτό ή (και) προκαλούνται απ' αυτό, και οι εφαρμογές του, σε υψηλές και χαμηλές θερμοκρασίες, εξετάζονται στη Φυσικ. Π_{1,2} με την ευκαιρία της πραγματοποίησης φυσικών και χημικών φαινομένων με την επίδραση ή για την παραγωγή «ιοντιζουσών ακτινοβολιών», κύρια σωματικού τύπου.

Εδώ θα γίνει η εξέταση του πλάσματος σε ισορροπία, σε συνηθισμένες θερμοκρασίες.

Ύπαρξη πλάσματος στη Φύση

Το πλάσμα βρίσκεται στη φύση ή δημιουργείται τεχνητά τυχαία ή θεληματικά.

Στη φύση ο ήλιος και τα μη ετερόφωτα άστρα, θερμοκρασίας 5.000 ως 70.000° K και πάνω, αποτελούνται ολόκληρα από πλάσμα, εξαιτίας της τέλει ιοντοποίησης του θερμότερου εσωτερικού τμήματός τους και της μερικής ιοντοποίησης του ψυχρότερου εξωτερικού. Ο διαστρικός χώρος στους γαλαξίες αποτελείται από αραιό πλάσμα (1 ιόν/ml). Και ο διαγαλαξιακός χώρος, από πολύ αραιό πλάσμα (10⁻⁶ ιόντα/ml). Ειδικά, η ατμόσφαιρα της γης, από το βομβαρδισμό της με ακτινοβολίες του ήλιου και από περιοχές του παραπάνω χώρου (υπεριώδης ακτινοβολία και κοσμική ακτινοβολία) περιέχει πλάσμα, κύρια η περιοχή της, που λέγεται «ιονόσφαιρα».

Τυχαία δημιουργία πλάσματος στο εργαστήριο, τη βιομηχανία και την πράξη

Στο εργαστήριο, τη βιομηχανία και την πράξη το πλάσμα παρουσιάζεται χωρίς να το θέλομε κατά τις καύσεις ουσιών, κύρια στις φλόγες, κατά τις εκρήξεις, κατά ελεγχόμενες πυρηνικές αντιδράσεις, σε καμίνους που θερμαίνονται ηλεκτρικά, κατά ηλεκτρικές εκκενώσεις (σπινθήρες, τόξα), κατά ηλεκτρικές, μαγνητικές και χημικές κρούσεις (κρουστικά κύματα), κατά επιδράσεις κατάλληλου μεγέθους κβάντου ηλεκτρομαγνητικών ακτινοβολιών, έντονων ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων (Φυσικ. Π_{1,2}), στις λυχνίες νέου και φθορισμού (Φυσικ. Π_{1,2}), στους σωλήνες παραγωγής Laser

(Φυσικ. Π_{1γ2}), στους ανορθωτές ατμών υδραργύρου (Ηλεκτροτεχνία), στους κινητήρες πυραύλων κ.λ.π.

Θελημένη τεχνητή δημιουργία πλάσματος

Η θελημένη τεχνητή δημιουργία πλάσματος σε ισορροπία ή όχι, για τη μελέτη του στο εργαστήριο ή για την πραγματοποίηση των παρακάτω εφαρμογών, γίνεται μεταξύ όλων των παραπάνω δυνατοτήτων, κύρια με ανύψωση της θερμοκρασίας ατόμων ή (και) μορίων πάνω από 10³⁰ K, με επίδραση σ' αυτά κατάλληλου μήκους κύματος ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας ή ισχυρών ηλεκτρικών ή μαγνητικών πεδίων.

Θερμοδυναμική εξέταση. Μήκος Debye

Το πλάσμα σε ισορροπία μπορεί να αντιμετωπισθεί θερμοδυναμικά ως φυσικό σύστημα (Φυσικ. Π_{1α,1β}).

Το μόνο στοιχείο, που προστίθεται εδώ είναι, ότι το πλάσμα μπορεί να εξεταστεί με τη βοήθεια της θεωρίας Debye-Hückel των ισχυρών ηλεκτρολυτών. Ισχύει για το πλάσμα η σχέση (μονοσθενή θετικά ιόντα και ισοδύναμα ηλεκτρόνια):

$$\Gamma_D = \left(\frac{KT}{4\pi n_e e^2} \right)^{1/2} = 6,90 \left(\frac{T}{n_e} \right)^{1/2} \text{ cm} \quad (176)$$

που μ' αυτή βρίσκεται η απόσταση (Γ_D), που λέγεται: «μήκος Debye» και είναι στατιστικά η απόσταση μεταξύ ηλεκτρονίων και γειτονικών θετικών ιόντων.

Κινητική εξέταση. Συνάρτηση Margenau και Druyvesteyn

Η κινητική εξέταση αποτελεί την προσπάθεια να βρεθεί η συνάρτηση της κατανομής των ταχυτήτων των ηλεκτρονίων, του πλάσματος, σε σχέση με τη θερμοκρασία ή το ηλεκτρικό πεδίο, που εφαρμόζεται.

Η συνάρτηση αυτή, προέκυψε με τη βοήθεια συνάρτησης του Boltzmann, που επεκτάθηκε από τον Margenau:

$$f = C \frac{m_e v_e^2}{2} \cdot \frac{e^2 i^2 M}{6m_e^2 v^2} \quad (177)$$

Συνάρτηση Margenau

όπου C : σταθερή, που προκύπτει για κάθε σύστημα απ' τη συνθήκη κανονικοποίησης (Φυσικ. Π_{1γ1}),
 m_e : μάζα ηλεκτρονίου (Φυσικ. Π_{1γ1}), v_e : ταχύτητα ηλεκτρονίων, e : φορτίο ηλεκτρονίου (Φυσικ. Π_{1γ1}), i : ένταση ηλεκτρικού πεδίου, που εφαρμόζεται, M : μοριακό βάρος αερίου, v : συχνότητα ανελαστικών συγκρούσεων (Φυσικ. Π_{1γ2}).

Η μορφή της εξίσωσης αυτής είναι η ίδια, με τη μορφή της εξίσωσης Maxwell κατανομής των ταχυτήτων αερίων, αν μπει, όπου $\frac{e^2 i M}{6m_e^2 v^2}$, KT. Η συχνότητα ανελαστικών συγκρούσεων είναι ίση με: $v = N' v_e \sigma$, όπου N' : αριθμός ατόμων / ml, v_e : ταχύτητα ηλεκτρονίων, σ : ολική μικροσκοπική ενεργός διατομή ανελαστικών συγκρούσεων (Φυσικ. Π_{1,2}). Σε συνθήκες $v = N' \sigma$, δηλ. η συχνότητα συγκρούσεων να είναι ανεξάρτητη απ' την ταχύτητα των ηλεκτρονίων, ο τύπος (177) μετασχηματίζεται στον:

$$f = C \frac{m_e v_e^2 \cdot e^2 i^2 M}{2 \cdot 6m_e^2 N^2 \sigma^2} \quad (178)$$

Συνάρτηση Druyvesteyn

Με τη μορφή αυτή, ο τύπος λέγεται: «συνάρτηση του Druyvesteyn» . Επειδή, ο τύπος (178) μοιάζει με τον τύπο (177), έχει την ίδια μορφή με τον τύπο Maxwell. Πραγματικά, αν καταστρώσουμε διάγραμμα κατανομής των ταχυτήτων των ηλεκτρονίων κατά Maxwell και κατά Druyvesteyn, οι καμπύλες για κάθε θερμοκρασία ή, όπως εδώ, για κάθε ένταση ηλεκτρικού πεδίου, που επιβάλλεται, έχουν την ίδια μορφή, μόνο οι καμπύλες Druyvesteyn, έχουν μετατοπισμένα τα μέγιστα προς τα δεξιά.

Ακτινοβολία, που εκπέμπεται από το πλάσμα

Εξαιτίας του γεγονότος ότι στο πλάσμα, ακόμη και σε ισορροπία, εκπέμπονται από τα άτομα ή μόρια ηλεκτρόνια, ότι ηλεκτρόνια κολλάνε στα αντίστοιχα ιόντα και ότι ηλεκτρόνια βομβαρδίζουν τα τοιχώματα του δοχείου, που το περιέχει, ή τα χρησιμοποιούμενα ηλεκτρόδια για τη δημιουργία του, το πλάσμα εκπέμπει μικροκύματα, ορατό φως και ακτίνες X .

Όλ' αυτά εξετάζονται και ερμηνεύονται στη Φυσικ. Π_{1,2}.

Εφαρμογές

Παρ' όλο που, όπως ειπώθηκε, το πλάσμα εξετάζεται ιδιαίτερα στη Φυσικ. Π_{1,2}, θα αναφερθούν ορισμένες απ' τις εφαρμογές του.

1. Τυχαίες εφαρμογές του, από τυχαία δημιουργία του

Πρόκειται για την τυχαία δημιουργία του, που αναφέρθηκε, και τις εφαρμογές του.

2. Στην παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος

Το πλάσμα χρησιμοποιείται για τη μετατροπή θερμικής ενέργειας, που προέρχεται από χημικές ή πυρηνικές δράσεις σε ηλεκτρικό ρεύμα με μεγάλη απόδοση [γεννήτρια διόδων (Ηλεκτροτεχνία), στοιχεία καυσίμων (Εφαρμ. Ηλεκτρ. Α) με ηλεκτρολύτη πλάσμα (Εφαρ, Ηλεκτρ. Β, Γ, Δ), μαγνητοϋδροδυναμικοί ανορθωτές (Ηλεκτροτεχνία) κ.τ.λ.].

3. Παραγωγή μικροκυμάτων

Πλάσμα, που δημιουργείται ηλεκτρικά, χρησιμοποιείται για την παραγωγή μικροκυμάτων.

4. Προώθηση πυραύλων

Ροή πλάσματος χρησιμοποιείται για την προώθηση των πυραύλων στο διάστημα.

5. Στη μεταλλουργία

Το πλάσμα χρησιμοποιείται στη μεταλλουργία για τήξεις δύστηκτων μετάλλων, για εφαρμογή της μεθόδου της τηγμένης ζώνης για κάθαρση μετάλλων και για κοπή και διάτρηση των μετάλλων.

6. Εφαρμογές ως ηλεκτρονιακής ακτινοβολίας και ακτινοβολίας ελαφρών και βαρυνών ιόντων.

Η ροή του πλάσματος, ως ροή ιόντων και ηλεκτρονίων, οδηγεί στη σύγχρονη πραγματοποίηση σειράς φυσικών και χημικών δράσεων, που πραγματοποιούν χωριστά η ηλεκτρονιακή ακτινοβολία και ακτινοβολία ελαφρών και βαρυνών ιόντων. Αυτά αναφέρονται στην Φυσικ. Π_{1,2}.

i. Παρασκευή οργανικών ενώσεων

Πρόκειται για την παρασκευή οργανικών ενώσεων με αντίδραση πλάσματος υδρογόνου, οξυγόνου και αζώτου με οργανικές ουσίες.

ii. Μετατροπή cis-trans

iii. Ανακατάταξη κυκλικών ενώσεων

iv. Δημιουργία δακτυλίων

v. Επίδραση στα πολυμερή

Η επίδραση του πλάσματος στα πολυμερή οδηγεί σε μεταβολές των επιφανειακών τους ιδιοτήτων. Έτσι, επίδραση πλάσματος οξυγόνου οδηγεί σε έντονη αύξηση της διαβρεκτικότητας των πολυμερών, ενώ η επίδραση μη οξυγονούχου πλάσματος οδηγεί σε μικρότερη μεταβολή και σε μεγαλύτερο χρόνο.

Με επίδραση πλάσματος ευγενών αερίων, υδρογόνου ή αζώτου αυξάνει το μοριακό βάρος του πολυμερούς στην επιφάνειά του, ενώ με οξυγονούχο πλάσμα ελαττώνεται το μοριακό βάρος.

vi. Επίδραση σε μέταλλα

Κατάλληλο είδος πλάσματος χρησιμοποιείται για τη βελτίωση των επιφανειακών ιδιοτήτων των μετάλλων, δηλ. την αύξηση της σκληρότητάς τους και της αντοχής τους στη διάβρωση (Εφ. Ηλεκτρ. Α). Με πλάσμα αζώτου πραγματοποιείται επιφανειακή εναζώτηση, με πλάσμα άνθρακα, ενανθράκωση, με πλάσμα φωσφόρου, φωσφορυλίωση, με πλάσμα πυριτίου, πυριτίωση κ.λ.π.

vii. Επίδραση πλάσματος σε διάφορα υλικά.

Η επίδραση κατάλληλου είδους πλάσματος σε διάφορα υλικά, όπως κυτταρινωδές, χαρτί, μαλί, μπαμπάκι κ.τ.λ. αυξάνει τις ιδιότητες συνάφειας της επιφάνειάς τους με άλλα υλικά, όπως νερό, διαβρεκτικά κ.τ.λ.

viii. Πολυμερισμός μέσα σε πλάσμα

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει ο πολυμερισμός μέσα σε πλάσμα για την παρασκευή πλαστικών φύλλων με εξαιρετικά ενδιαφέρουσες ιδιότητες. Αυτός οδηγεί στην παρασκευή μη πτητικών φύλλων πλαστικού, με μεγάλη χημική και θερμική σταθερότητα, ψηλά σημεία τήξης, μικρή

διαλυτότητα και πολύ καλή πρόσφυση (συνάφεια) με το υπόστρωμα. Η παρατήρηση έγινε για πρώτη φορά το 1960 και τα τελευταία χρόνια αποδείχθηκε η δυνατότητα μεγάλης εφαρμογής της παρατήρησης αυτής. Αποδείχθηκε ότι μέσα σε πλάσμα είναι δυνατό να πραγματοποιηθούν πολυμερισμοί με μονομερή, που δεν πολυμερίζονται χωρίς πλάσμα, όπως είναι τα κορεσμένα αλκάνια και οι αρωματικές ενώσεις. Τα φύλλα αυτά χρησιμεύουν: για την κατασκευή πυκνωτών, για επικάλυψη χαρτιού ή χαρτονιού (πλαστικοποίηση), για επικάλυψη μετάλλων (Εφ. Ηλεκτρ. Α), στην ηλεκτρονική και μικροηλεκτρονική, για την παρασκευή επιστρωμάτων πάνω σε διάφορες ουσίες, για την παρασκευή φύλλων φωτοαγωγιμότητας (Φυσικ. Π_{1,2}), ημιπερατών μεμβρανών αντίστροφης ώσμωσης κ.τ.λ.

ix. Πολυμερισμός πλάσματος για την κατασκευή ημιπερατών μεμβρανών.

Πολυμερισμός κατάλληλων μονομερών του ίδιου του πλάσματος οδηγεί στον σχηματισμό ημιπερατών μεμβρανών, που χρησιμοποιούνται για υπερδιήθηση, για μεμβράνες ώσμωσης και κύρια για μεμβράνες αντίστροφης ώσμωσης και διαχωρισμού αερίων.

x. Εφαρμογή στη χημική ανάλυση

Πλάσμα οξυγόνου πίεσης 1 mm Hg και θερμοκρασίας 25–300° C χρησιμεύει για την λήψη δείγματος (μη καταστρεπτική μέθοδος) απ' την επιφάνεια οργανικών, βιολογικών ή πολυμερών ουσιών, για να αναλυθεί. Όμοια, με τέτοιο πλάσμα ή πλάσμα υδρογόνου, πραγματοποιείται δειγματοληψία από ανόργανες και οργανικές ουσίες για άμεση ανάλυση με την αέρια χρωματογραφία ή με τη φασματογραφία μάζας. Ακόμη, με μη οξειδωτικό πλάσμα πραγματοποιείται συγκέντρωση οργανικών ή ανόργανων ατμών, για τον ευκολότερο προσδιορισμό ιχνών, και για τον καθαρισμό επιφανειών ουσιών, με σκοπό την ίδια την κάθαρση ή και την ανάλυση κατά στρώματα.

Οι παραπάνω μέθοδοι βρίσκουν εφαρμογή στην γεωχημεία, τη βιοϊατρική και τη μεταλλουργική ανάλυση.

ix. Εφαρμογή για την Παρασκευή δειγμάτων για παρατήρηση στο μικροσκόπιο

Πλάσμα οξυγόνου χρησιμεύει για την ολική ή τοπική αποτέφρωση επιφανειών δειγμάτων οργανικών ή ανόργανων ουσιών και παρατήρηση στο μικροσκόπιο. Επίσης, τέτοιο πλάσμα χρησιμεύει για την προσβολή της επιφάνειας πολυμερών, μετάλλων, ανόργανων ή βιολογικών ουσιών, για παρατήρηση στο μικροσκόπιο.

xii. Εφαρμογή για την κατασκευή ημιαγωγών