

1 ΔΙΑΜΟΡΙΑΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΥΛΗΣ ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Δεσμός Υδρογόνου

1) Τι ονομάζεται δεσμός υδρογόνου;

• **Δεσμός ή γέφυρα υδρογόνου** : είναι μια ειδική περίπτωση διαμοριακού δεσμού διπόλου-διπόλου, που εμφανίζεται σε ενώσεις με δεσμούς **N-H, O-H, F-H**.

✓ Το νερό, το οποίο είναι το πλέον άφθονα διαδεδομένο υγρό στον πλανήτη μας, παρουσιάζει πολλές «ανωμαλίες» στις ιδιότητές του. Παράδειγμα φέρνουμε το σ.β. του (σε κανονική πίεση είναι $100\text{ }^{\circ}\text{C}$), που είναι αναπάντεχα υψηλό σε σχέση με άλλα υδρίδια με παραπλήσιο M_r , όπως π.χ. του CH_4 . Αυτή η συμπεριφορά του H_2O οφείλεται στην ύπαρξη σχετικά ισχυρών διαμοριακών δυνάμεων μεταξύ των μορίων του. Ο δεσμός αυτός, που είναι μια ειδική περίπτωση δεσμού μεταξύ **διπόλου - διπόλου** και αναπτύσσεται μεταξύ του $\text{H}^{\delta+}$ του ενός μορίου και του $\text{O}^{2\delta-}$ του γειτονικού του μορίου, ονομάζεται **δεσμός ή γέφυρα υδρογόνου**.

✓ Ο δεσμός υδρογόνου δεν υπάρχει μόνο μεταξύ των μορίων του νερού, αλλά εμφανίζεται γενικότερα σε ενώσεις που έχουν τους δεσμούς **N-H, O-H, F-H**. Δηλαδή, ο δεσμός υδρογόνου αναπτύσσεται σε ενώσεις, όπου το **H** είναι ενωμένο ομοιοπολικά με άτομα ισχυρά ηλεκτραρνητικά και μικρό μέγεθος π.χ. **F, O, N**.

Υπό την μορφή αυτή το άτομο H έλκει το αρνητικά φορτισμένο μέρος (F, N, O) ενός άλλου μορίου. Κατ' αυτό τον τρόπο το άτομο H συνδέεται ταυτόχρονα με δύο πολύ ηλεκτραρνητικά άτομα, πρώτον με ομοιοπολικό δεσμό (στο ίδιο μόριο) και δεύτερον με δεσμό υδρογόνου (στο άλλο μόριο).

2) Ποιες είναι οι συνέπειες των διαμοριακών δυνάμεων στις ιδιότητες των σωμάτων;

Συνέπειες που έχουν οι διαμοριακές δυνάμεις στη διαμόρφωση πολλών ιδιοτήτων της ύλης.
Χαρακτηριστικά αναφέρουμε :

1. **τη διαλυτότητα**. Πολλές φορές η διάλυση μιας ουσίας σ' ένα διαλύτη ερμηνεύεται με το σκεπτικό, ότι η ισχύς των διαμοριακών δυνάμεων που αναπτύσσονται μεταξύ της διαλυμένης ουσίας και του διαλύτη υπερβαίνει την αντίστοιχη αυτών των μορίων διαλύτη - διαλύτη και διαλυμένης ουσίας-διαλυμένης ουσίας. Έτσι καταλήγουμε, ότι **τα όμοια διαλύουν όμοια**, δηλαδή οι πολικές ενώσεις διαλύονται στους πολικούς διαλύτες (π.χ. διάλυση αιθανόλης στο νερό) και οι μη πολικές στους μη πολικούς (π.χ. εξάνιο σε τετραχλωράνθρακα).

2. **το σημείο βρασμού**. Για ενώσεις με ίδιο ή παραπλήσιο M_r , όσο αυξάνει η ισχύς των δεσμών τόσο αυξάνει το σημείο ζέσεως, π.χ. το σημείο ζέσεως του H_2O είναι πολύ μεγαλύτερο του CH_4 .

3) Ποιες είναι οι συνέπειες της ύπαρξης των δεσμών υδρογόνου στις ιδιότητες των σωμάτων;

Μερικές από τις συνέπειες του δεσμού υδρογόνου:

- οι ιδιομορφίες που παρουσιάζει το νερό π.χ. υψηλό σ.β., ο πάγος επιπλέει στο νερό κλπ,
 - η μεγάλη διαλυτότητα που έχουν τα κατώτερα μέλη των αλκοολών και καρβοξυλικών οξέων στο νερό,
 - τα υψηλά σ.β που παρουσιάζουν τα κατώτερα μέλη των αλκοολών σε σύγκριση με τους αιθέρες με ίδια ή παραπλήσιες σχετικές μοριακές μάζες,
 - η μεγάλη αντοχή του νάιλον,
 - η ελικοειδής δομή των πρωτεϊνών.
- Υπό μορφή πάγου τα μόρια του νερού έχουν το μέγιστο αριθμό δεσμών υδρογόνου. Έτσι η πυκνότητα του πάγου είναι μικρότερη του νερού, για αυτό και ο πάγος επιπλέει. Μ' αυτό τον τρόπο ο πάγος μονώνει τις παγωμένες θάλασσες και λίμνες και διατηρεί το νερό κάτω από αυτό σε σχετικά υψηλές θερμοκρασίες. Έτσι διατηρείται η ζωή στους πόλους.
- Ο δεσμός υδρογόνου εμφανίζεται σε πολλά βιολογικά μόρια, όπως π.χ. στις πρωτεΐνες. Η παρουσία του πολλές φορές προκαλεί την εμφάνιση χαρακτηριστικών ιδιοτήτων. Έτσι για παράδειγμα το υδροφθόριο HF εμφανίζει ασθενή όξινο χαρακτήρα, σε αντίθεση με τα υπόλοιπα υδραλογόνα που είναι ισχυρά οξέα. Στα μόρια του HF οι γέφυρες υδρογόνου, οι οποίες συμβολίζονται με τρεις στιγμές, αναπτύσσονται μεταξύ ενός ζεύγους ηλεκτρονίων του F^{δ-} και του H^{δ+} του γειτονικού μορίου, όπως φαίνεται παρακάτω:



1.2 Προσθετικές ιδιότητες διαλυμάτων

4) Ποιες ιδιότητες σωμάτων ονομάζονται προσθετικές;

Όταν διαλύεται μία ουσία στο νερό, το διάλυμα που προκύπτει έχει σαφώς νέες ιδιότητες ως προς το διαλύτη (νερό). Άλλη γεύση, άλλη πυκνότητα, άλλο ιξώδες κλπ. Ακόμα και αν διαλυθεί η ίδια ποσότητα από δύο ενώσεις στον ίδιο όγκο διαλύτη, τα διαλύματα που προκύπτουν έχουν διαφορετικές ιδιότητες π.χ. πυκνότητες.

Ωστόσο, υπάρχει ένα σύνολο ιδιοτήτων στο διάλυμα το οποίο είναι ανεξάρτητο από τη φύση της διαλυμένης ουσίας (μορίων ή ιόντων) και εξαρτάται μόνο από τον αριθμό των διαλυμένων σωματιδίων σε ορισμένη ποσότητα διαλύματος (ή διαλύτη). Έτσι, διπλάσια για παράδειγμα ποσότητα διαλυμένου σώματος προκαλεί διπλάσια μεταβολή στις ιδιότητες. Αυτές οι ιδιότητες ονομάζονται προσθετικές ή αθροιστικές και είναι:

- η ελάττωση της τάσης των ατμών του διαλύτη
- η ανύψωση του σημείου βρασμού του διαλύτη
- η ταπείνωση του σημείου πήξεως του διαλύτη
- η ωσμωτική πίεση του διαλύματος.

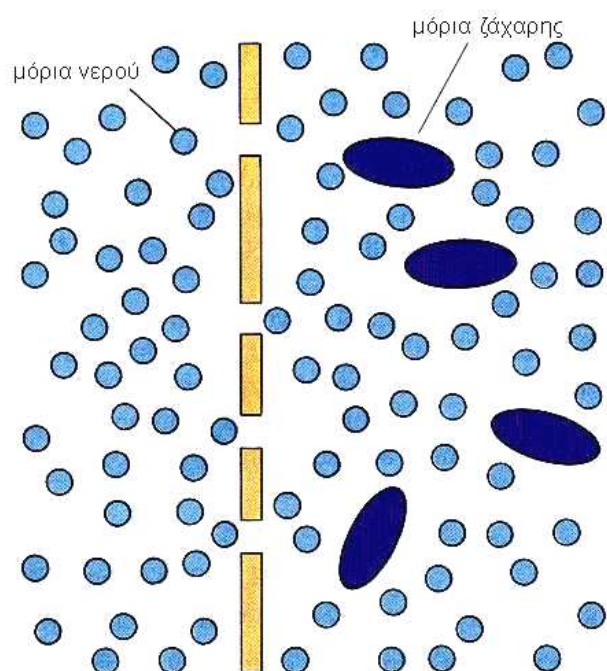
Ωσμωση και Ωσμωτική πίεση

Η ωσμωτική πίεση είναι μία ακόμη προσθετική ιδιότητα των διαλυμάτων, η οποία παρατηρείται μόνο κάτω από ορισμένες συνθήκες. Για να εκδηλωθεί, δηλαδή, απαιτείται μια ημιπερατή μεμβράνη, φυσική ή συνθετική, που επιτρέπει κάποιες ουσίες να περνούν και κάποιες όχι (δρα δηλαδή σαν ένα είδος μοριακού κόσκινου).

ΣΧΗΜΑ Ημιπερατή μεμβράνη που χωρίζει το διαλύτη (νερό) από το διάλυμα (ζαχαρόνερο).

Θεωρήστε μία ημιπερατή μεμβράνη η οποία διαχωρίζει ένα υδατικό διάλυμα από καθαρό νερό.

Αν δεν υπήρχε η μεμβράνη το διάλυμα θα ανακατευόταν με το νερό και θα πρόκυπτε ένα ενιαίο αραιότερο διάλυμα. Όμως, η μεμβράνη επιτρέπει μόνο τη διόδo των μορίων νερού και προς τις δύο κατευθύνσεις και όχι τη διόδo των μορίων του διαλυμένου σώματος. Έτσι,



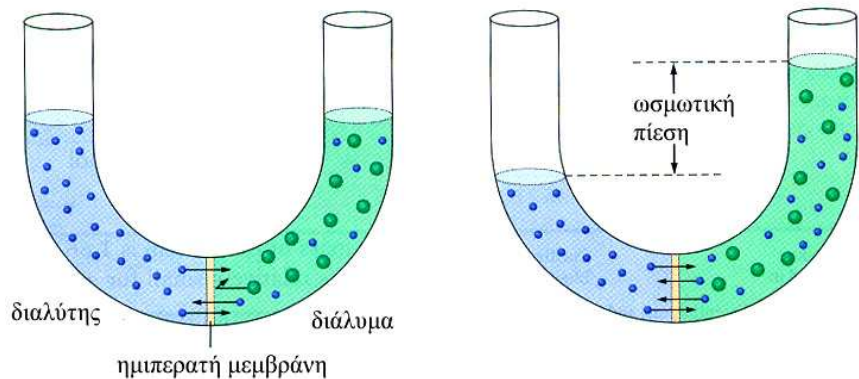
λοιπόν, το νερό εισέρχεται με μεγαλύτερη ταχύτητα στο δεξί μέρος του δοχείου με σκοπό να εξισώσει τις συγκεντρώσεις στα δύο μέρη. Η διάχυση αυτή των μορίων του νερού γίνεται όχι μόνο μεταξύ του καθαρού νερού και του διαλύματος, αλλά και μεταξύ δύο διαλυμάτων διαφορετικής συγκέντρωσης και ονομάζεται **ώσμωση**.

5) Τι ονομάζεται ώσμωση;

Ωσμωση ονομάζεται το φαινόμενο της διάχυσης περισσότερων μορίων διαλύτη (συνήθως νερού), μέσω ημιπερατής μεμβράνης, από το διαλύτη στο διάλυμα ή από το διάλυμα της μικρότερης συγκέντρωσης (υποτονικό διάλυμα) στο διάλυμα της μεγαλύτερης συγκέντρωσης (υπερτονικό διάλυμα).

Αποτέλεσμα της ώσμωσης είναι η στάθμη του υγρού να ανεβαίνει στο δεξιό σκέλος του σωλήνα (βλέπε σχήμα). Θα

περίμενε κανείς ότι η ώσμωση θα συνεχιζόταν μέχρι να εξισωθούν οι συγκεντρώσεις των δύο διαλυμάτων. Μόνο τότε το σύστημα θα έβρισκε τη δυναμική του ισορροπία, οπότε ίδιος αριθμός μορίων διαλύτη θα διαπερνούσε την ημιπερατή μεμβράνη και προς τις δύο κατευθύνσεις. Θα έλεγε



ΣΧΗΜΑ: Διαγραμματική απεικόνιση του φαινομένου της ώσμωσης και της ωσμωτικής πίεσης.

κανείς ότι η στάθμη κατ' αυτό τον τρόπο θα ανέβαινε συνεχώς μια και το διάλυμα όσο και να αραιωθεί δε θα γίνει ποτέ καθαρό νερό. Όμως, καθώς η στάθμη ανεβαίνει μέσα στο σωλήνα η δημιουργούμενη υδροστατική πίεση ($P = \rho \cdot g \cdot h$) αυξάνει την ταχύτητα μετακίνησης του νερού προς το διαλύτη. Έτσι, λοιπόν, κάποια στιγμή η στάθμη μέσα στο σωλήνα είναι τέτοια, ώστε οι δύο ταχύτητες μετακίνησης των μορίων νερού προς και από το διαλύτη εξισώνονται $v_1 = v_2$, οπότε και το φαινόμενο σταματά.

6) Τι ονομάζουμε ωσμωτική πίεση;

Ωσμωτική πίεση διαλύματος, που διαχωρίζεται με ημιπερατή μεμβράνη απ' τον καθαρό διαλύτη του, ονομάζεται η ελάχιστη πίεση που πρέπει να ασκηθεί εξωτερικά στο διάλυμα, ώστε να εμποδίσουμε το φαινόμενο της ώσμωσης, χωρίς να μεταβληθεί ο όγκος του διαλύματος.

Η ωσμωτική πίεση είναι μία **προσθετική ιδιότητα**. Εξαρτάται δηλαδή από την ποσότητα (σε mol) του διαλυμένου σώματος σε ορισμένο όγκο διαλύματος και όχι από την φύση αυτού. Η ωσμωτική πίεση, Π , ενός διαλύματος δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$\Pi V = n RT$$

Όπου,

Π : η ωσμωτική πίεση του διαλύματος

V : ο όγκος του διαλύματος

n : ο αριθμός mol της διαλυμένης ουσίας

R : η παγκόσμια σταθερά των αερίων

T : η απόλυτη θερμοκρασία (K)

Επειδή δε $n/V = c$ έχουμε,

$$\Pi = c RT$$

Όπου,

c : η συγκέντρωση (Molarity) του διαλύματος.

Η αναλογία της σχέσης με την καταστατική εξίσωση των ιδανικών αερίων είναι και εμφανής και εντυπωσιακή.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:

Στο εργαστήριο η μέτρηση της ωσμωτικής πίεσης χρησιμοποιείται για τη μελέτη μεγαλομοριακών ενώσεων, όπως είναι οι πρωτεΐνες και τα νουκλεϊνικά οξέα, π.χ. για τον προσδιορισμό της σχετικής μοριακής μάζας τους. Σ' αυτά, λόγω του μεγάλου M_r , είναι δύσκολο να παρασκευαστούν σχετικά πυκνά διαλύματα. Όμως, τα αραιά διαλύματά τους έχουν υψηλή τιμή ωσμωτικής πίεσης, Π , η οποία μπορεί να μετρηθεί με ακρίβεια.

- *Ωσμωμετρία ονομάζεται η μέθοδος προσδιορισμού της σχετικής μοριακής μάζας με βάση τον πειραματικό προσδιορισμό του Π , κάνοντας χρήση της παραπάνω εξίσωσης.*

Αντίστροφη ώσμωση

7) Να περιγράψτε το φαινόμενο της αντίστροφης ώσμωσης.

Αντίστροφη ώσμωση έχουμε, όταν ασκούμε πίεση στο διάλυμα, που διαχωρίζεται με ημιπερατή μεμβράνη από το καθαρό διαλύτη του, **μεγαλύτερη από την ωσμωτική του πίεση**. Στην περίπτωση αυτή ο διαλύτης διαπερνά την ημιπερατή μεμβράνη, κατά προτίμηση από το διάλυμα της υψηλής προς το διάλυμα της χαμηλής συγκέντρωσης.

- Το φαινόμενο της αντίστροφης ώσμωσης βρίσκει εφαρμογή στην **αφαλάτωση** του θαλασσινού νερού, για την επιτυχή αντιμετώπιση του προβλήματος της λειψυδρίας. Αξίζει να σημειώσουμε ότι το νερό των ωκεανών αποτελεί το 97,2% της συνολικής ποσότητας νερού στη Γη.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

- Η ωσμωτική πίεση είναι η μόνη προσθετική ιδιότητα που εξαρτάται απ' τη θερμοκρασία του διαλύματος.
- **Οι εξισώσεις της ωσμωτικής πίεσης ισχύουν με τη προϋπόθεση ότι:**
 - το διάλυμα είναι αραιό
 - το διάλυμα είναι μοριακό, δηλαδή η διαλυμένη ουσία είναι υπό μορφή μορίων
- **Ισοτονικά διαλύματα:** είναι τα διαλύματα που έχουν την ίδια τιμή ωσμωτικής πίεσης ($\Pi = 7,7 \text{ atm}$) π.χ. φυσιολογικός ορός (0,9% w/v NaCl ή διάλυμα γλυκόζης 5,7% w/v) και αίμα.

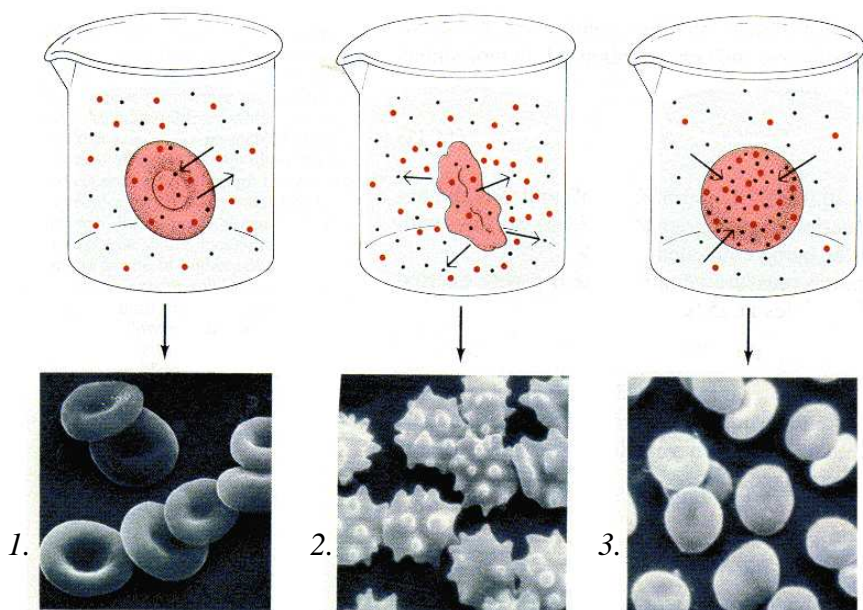
Βιολογική σημασία της ώσμωσης

8) Να αναφέρετε τη βιολογική σημασία του φαινομένου της ώσμωσης.

Το φαινόμενο της ώσμωσης παίζει σημαντικό ρόλο σε πολλά βιολογικά φαινόμενα που συσχετίζονται με τη λειτουργία του κυττάρου.

1. Η κυτταρική μεμβράνη είναι ημιπερατή μεμβράνη. Δηλαδή επιτρέπει τη διέοδο των μορίων του νερού, όχι όμως των μορίων της πρωτεΐνης ή άλλων μεγαλομορίων. Για να μην έχουμε μορφολογικές μεταβολές των ερυθρών αιμοσφαιρίων, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα, θα πρέπει τα ενέσιμα διαλύματα π.χ. **φυσιολογικός ορός (υδατικό διάλυμα 0,9% w/w. NaCl)** να έχουν **την ίδια ωσμωτική** με το αίμα, δηλαδή περίπου **8 atm**.
2. Αν το κύτταρο βυθιστεί σε υδατικό **διάλυμα ισοτονικό** σε σχέση με το ενδοκυτταρικό υγρό (π.χ. φυσιολογικός ορός), τότε το κύτταρο διατηρεί το μέγεθος του, καθώς ο αριθμός των εισερχομένων μορίων νερού ισούται με τον αριθμό των εξερχόμενων.
3. Αν το κύτταρο βυθιστεί σε **διάλυμα υπερτονικό** σε σχέση με το ενδοκυτταρικό υγρό του (πχ πυκνό διάλυμα ζάχαρης), τότε το κύτταρο συρρικνώνεται, καθώς ο αριθμός των εισερχομένων μορίων νερού είναι μικρότερος των εξερχόμενων .
4. Αν το κύτταρο βυθιστεί σε **διάλυμα υποτονικό** σε σχέση με το ενδοκυτταρικό υγρό (πχ καθαρό νερό), τότε το κύτταρο διογκώνεται, καθώς ο αριθμός των εισερχόμενων μορίων νερού είναι μεγαλύτερος των εξερχόμενων. Αυτό μπορεί να οδηγήσει στη διάρρηξη του κυττάρου.

Για παράδειγμα, αν βυθιστούν **ερυθρά αιμοσφαίρια** σε καθαρό νερό, τότε τα αιμοσφαίρια διογκώνονται και σπάζουν, ενώ διαχέεται η αιμοσφαιρίνη (ερυθρά χρωστική) που περιέχουν στο νερό. Αυτό ονομάζεται **αιμόλυση** των ερυθρών αιμοσφαιρίων.



ΣΧΗΜΑ: Ερυθρά αιμοσφαίρια σε διάλυμα α. ισοτονικό β. υπερτονικό και γ. υποτονικό ως προς το ενδοκυττάριο υγρό.

ΜΙΧΑΗΛ ΜΙΧΑΗΛ