

Χρησιμοποιώντας αυτό το βιβλίο

Η φιλοσοφία του βιβλίου

Τόσο το General Medical Council στη Μεγάλη Βρετανία όσο και το Licensing Committee on Medical Education στις Ηνωμένες Πολιτείες έχουν προτείνει σημαντικές αλλαγές στις ιατρικές σπουδές. Η φάση 1 ενός τέτοιου νέου προγράμματος σπουδών δίνει έμφαση στην ολοκλήρωση, μια συστηματική προσέγγιση και μια παρουσίαση της βασικής γνώσης. Η διδασκαλία ενός μαθήματος βασικής βιοχημείας σε φοιτητές ιατρικής ή οδοντιατρικής αντιπροσωπεύει μια μείζονα πρόκληση. Το πρόβλημα που αντιμετωπίζουμε στον σχεδιασμό των βιοχημικών μαθημάτων είναι ότι είναι δύσκολο να προσδιορίσουμε οτιδήποτε δεν είναι βασική γνώση. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα στον ταχέως αναπτυσσόμενο τομέα της μοριακής βιολογίας και στην πλούσια σε γεγονότα περιοχή του μεταβολισμού. Ωστόσο, σχεδόν κάθε καθημερινή εφημερίδα ενημερώνει το κοινό για τα τελευταία ευρήματα που επηρεάζουν την ποιότητα ζωής και την υγειονομική περίθαλψη και αυτό το βιβλίο θα σας βοηθήσει να αναπτύξετε μια βάση γνώσης στην οποία θα μπορείτε να βασιστείτε.

Διάταξη του βιβλίου

Αυτό το βιβλίο καλύπτει τη Γενική και Εφαρμοσμένη Βιοχημεία. Μερικοί από τους συναδέλφους μας μας εφοδίασαν με τους μαθησιακούς στόχους για τις διαλέξεις και έχουμε σχεδιάσει το βιβλίο ώστε να εναρμονίζεται προς αυτές. Δεδομένου ότι αυτό είναι ένα κείμενο που απευθύνεται αρχικά σε φοιτητές ιατρικής, έχουμε συμπεριλάβει σύντομες «κλινικές σημειώσεις» ώστε να περιγράψουμε τις εφαρμογές των γνώσεων βασικής βιοχημείας στην κλινική πρακτική. Μια πιο γενναιόδωρη σελίδα θα μπορούσε να περιλαμβάνει πολύ περισσότερες πληροφορίες.

Αναγνωρίζουμε ότι η αυτοαξιολόγηση από τους φοιτητές μας είναι το κλειδί για αυτούς ώστε να αντεπεξέλθουν με τον φόρτο των ιατρικών σπουδών και έχουν ετοιμαστεί πολλές ασκήσεις που συμπληρώνουν τα διάφορα κεφάλαια σε αυτό το κείμενο βασικής γνώσης. Έχουμε αναδιοργανώσει εντελώς τις Ερωτήσεις Πολλαπλής Επιλογής σε αυτό το βιβλίο και έχουμε υιοθετήσει την προσέγγιση **Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής (μία σωστή απάντηση)** όπου ειδικοί στην αξιολόγηση έχουν αποδείξει ότι είναι καλύτερη για την αξιολόγηση των μαθητών στην κατανόηση μιας επιστήμης. Τα θέματα είναι τώρα πιο μεγάλα, ειδικά στον τομέα της εφαρμοσμένης βιοχημείας, και η λύση του προβλήματος ενθαρρύνεται όποτε αυτό είναι δυνατόν. Λόγω αυτής της απόφασης έχουμε περισσότερες από εκατό νέες ερωτήσεις σε αυτό το βιβλίο.

Μελετώντας βιοχημεία

Η απαραίτητη βασική γνώση για τους φοιτητές των επιστημών της ζωής δεν έχει γίνει πιο εύκολη, αλλά λόγω της εφαρμογής των εργαλείων της σύγχρονης μοριακής βιολογίας τώρα μπορούμε να περιγράψουμε τα συστήματα με σαφέστερο τρόπο. Πώς μπορούν οι φοιτητές να ασχολούνται με την έκρηξη πληροφοριών σε ένα μάθημα βασικής γνώσης; Ακολουθούν οι συμβουλές μας:

- Βεβαιωθείτε ότι λάβατε τα βασικά μαθήματα χημείας, βιολογίας, μαθηματικών και φυσικής πριν μπείτε στην ιατρική σχολή.
- Διαβάστε την κατάλληλη ενότητα από αυτό το κείμενο πριν παρακολουθήσετε τις διαλέξεις. Εάν οι λεπτομερείς σημειώσεις διαλέξεων είναι μέρος αυτής της σειράς μαθημάτων, διαβάστε τες καλά εκ των προτέρων. Εάν είναι απαραίτητο, διαβάστε το σχετικό υλικό σε ένα από τα πολλά εξαιρετικά περιεκτικά κείμενα.
- Να προσπαθήσετε να είστε τίμοι και να παραδέχεστε όταν υπάρχουν περιοχές ή σημεία που τα θεωρείτε μπερδεμένα. Το κλειδί δεν είναι στο να καθυστερείτε να συμπληρώσετε εκείνα τα κενά που κατανοείτε. Συχνά μπορείτε να ξεκαθαρίζετε τα προβλήματά σας μιλώντας με έναν συνάδελφο, αλλά, αν αποτύχει αυτό, μιλήστε σε έναν καθηγητή ή σε έναν βοηθό. Οι φοιτητές που αποτυγχάνουν παταγωδώς και οι οποίοι δεν ζήτησαν βοήθεια δεν εντυπωσιάζουν κανέναν!
- Θα ανακαλύψετε ότι πολλοί νέοι όροι θα συμπεριληφθούν στις διαλέξεις βιοχημείας. Να είστε συνεπείς με την καταγραφή των όρων μαζί με τον ορισμό τους. Προετοιμάστε ένα λεξικό χρησιμοποιώντας αυτό το κείμενο καθώς και άλλα. Η καταγραφή των ορισμών και των περιγραφών θα σας βοηθήσουν να αποθηκεύσετε την πληροφορία στη μνήμη σας.
- Κατά τη διάρκεια της σειράς μαθημάτων, ετοιμάστε μια λίστα με τίτλους των διαφόρων υποεντότητων του υλικού που είναι καλά κατανεμημένο στις σελίδες. Κοντά στον χρόνο εξέτασης πάρτε αυτές τις σελίδες και συμπληρώστε όσα περισσότερα κενά μπορείτε. Συγκρίνετε τα με τις σημειώσεις των διαλέξεων και θα αποδείξετε δύο πράγματα: (α) τι γνωρίζετε καλά και (β) τι πρέπει να μελετήσετε. Με αυτόν τον τρόπο θα αποφύγετε τη συνεχή ανάγνωση όλων των σημειώσεων των διαλέξεων ή του βιβλίου των διαλέξεων. Αυτή είναι μια διαγνωστική προσέγγιση για τον προσδιορισμό της γνώσης σας.
- Στόχος σας είναι να φτάσετε στην αίθουσα εξέτασης και να γνωρίζετε τι ξέρετε ήδη. Είστε εκεί απλώς για να αφήσετε τους καθηγητές να δουν τι γνωρίζετε. Πρέπει

Χρησιμοποιώντας αυτό το βιβλίο

να διεξάγετε την κανονική και διεξοδική αυτοαξιολόγηση. Κάθε κεφάλαιο του βιβλίου τελειώνει με μια σειρά ερωτήσεων αυτοαξιολόγησης. Προσπαθήστε να τις απαντήσετε μετά την επανάληψη σε όλο το υλικό του κεφαλαίου. Βεβαιωθείτε ότι χρησιμοποιείτε κάθε άσκηση αυτοαξιολόγησης που έχουν ετοιμάσει οι καθηγητές σας: μπορεί να είναι εύκολη η πρόσβαση μέσω του ηλεκτρονικού δικτύου του πανεπιστημίου σας. Πρέπει να συνηθίσετε το είδος των ερωτήσεων που συνηθίζουν να κάνουν οι καθηγητές σας.

Τεχνικές εξέτασης

Υπάρχει μεγάλη ποικιλία στις μορφές εξέτασεις που χρησιμοποιούνται στα διάφορα πανεπιστήμια. Δεδομένου ότι τα τμήματα της ιατρικής είναι συνήθως μεγάλα, συχνά χρησιμοποιούνται Ερωτήσεις Πολλαπλής Επιλογής (MCQ), αλλά είναι επίσης χρήσιμο να αναπτύσσετε ικανότητες στην απάντηση ερωτήσεων σύντομης ανάπτυξης. Εδώ αναφέρονται κάποιες υποδείξεις για να εφαρμόσετε στις MCQ:

1. Οι MCQ απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή διότι μια απλή λέξη μπορεί να αλλάξει δραματικά την απάντηση.
2. **Διαβάστε το θέμα περισσότερο από μία φορά.**
3. Αν και οι MCQ σε αυτό το βιβλίο είναι του τύπου μία μόνο σωστή απάντηση, πολλοί καθηγητές χρησιμοποιούν τις MCQ όπου μπορεί να υπάρχει οποιοσδήποτε αριθμός σωστών απαντήσεων, οπότε πρέπει να πάρετε αποφάσεις **σωστό και λάθος** για κάθε ερώτημα. Εάν δεν σας δίνεται κάποια οδηγία για τον αριθμό των σωστών και λανθασμένων απαντήσεων στις MCQ, τις περισσότερες φορές παίρνετε μονάδες για όλες τις σωστές απαντήσεις που έχετε, αλλά χάνεται βαθμολογία για τις λανθασμένες (αρνητική βαθμολόγηση). Βεβαιωθείτε για το σύστημα που χρησιμοποιείται.
4. **Διαβάστε τις οδηγίες των εξετάσεων προσεκτικά πριν ξεκινήσετε!**
5. Να γνωρίζετε εάν οι εξεταστές επιτρέπουν την αμφισβήτηση. Αυτό είναι συχνά πιθανόν εάν λάβετε ένα αντίγραφο του διαγωνισμάτος ή εάν αυτό ανακοινωθεί.

6. Στα θέματα οι λέξεις άμεσα και έμμεσα μπορούν να οδηγήσουν σε τρομερές αλλαγές στις απαντήσεις. Οι λέξεις όπως όλα ή ποτέ είναι συχνά απόδειξη πως η επιλογή είναι λάθος αλλά δεν υπάρχει ούτε αυστηρός ούτε απαράβατος κανόνας.
7. Μην ξοδεύετε πολύ χρόνο σε δύσκολες ερωτήσεις. Δείτε όλες τις ερωτήσεις απαντώντας σε εκένες για τις οποίες είστε βέβαιος/η και κατόπιν επιστρέψτε στις άλλες. Εάν το να μαντέψετε τη σωστή απάντηση δεν τιμωρείται, σιγουρευτείτε πως απαντήσατε σε όλες τις ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής.
8. Εάν μια ερώτηση πολλαπλής επιλογής έχει ως θέμα μία μεγάλη κλινική περιγραφή, δείτε μήπως μπορείτε να καταλήξετε σε κάποια απάντηση προτού δείτε τις επιλογές.
9. Εάν οι εξετάσεις σας διεξάγονται σε τερματικό υπολογιστή, σιγουρευτείτε να εξασκηθείτε με ερωτήσεις παραδείγματα σε ένα τερματικό: αυτό θα βελτιώσει τις πιθανότητες επιτυχίας σας στις πιτυχιακές εξετάσεις.

Εδώ παρατίθενται μερικές συμβουλές οι οποίες θα σας χρειαστούν εάν εξετάζεστε με τη μορφή ερωτήσεων σύντομης απάντησης ή έκθεσης.

1. Ξεκινήστε κάνοντας σχεδιάγραμμα με τα βασικότερα σημεία τα οποία και θα καλύψετε: εάν είναι απαραίτητο, ρωτήστε για πρόσχειρο χαρτί! Αυτό βοηθάει στην οργάνωση της απάντησης και θα εκτιμηθεί από τον έξεταστή.
2. Μην αποτύχετε να απεικονίσετε τις απαντήσεις σας με καλά σχεδιασμένα και ξεκάθαρα διαγράμματα.
3. Μην ξεφεύγετε από το θέμα της ερώτησης: οι εξεταστές κουράζονται και θυμώνουν διαβάζοντας ένα σωρό άσχετες πληροφορίες!
4. Κατανείμετε τον χρόνο σας από τη στιγμή που είναι αξιοσύντοτο να απαντήσετε σε όλες τις ζητούμενες εκθέσεις.
5. Εξασκηθείτε γράφοντας απαντήσεις σε ερωτήσεις που εξετάστηκαν σε προηγούμενα έτη: συνήθως παρέχονται, αλλά εάν όχι, ζητήστε τις! Ρωτήστε τον καθηγητή σας αν επιθυμεί να σας πει τη γνώμη του για τις προσάθειες σας για εξάσκηση.

Τα μόρια στα κύτταρα και στο νερό

1.1 Ποιο είναι το αντικείμενο της βιοχημείας;	3
1.2 Η σπουδαιότητα του νερού	3
Αυτοαξιολόγηση: ερωτήσεις	6
Αυτοαξιολόγηση: απαντήσεις	8

Επισκόπηση

Το νερό είναι το μόριο σε μεγαλύτερη αφθονία στη ζωντανή ύλη. Έχει μοναδικές φυσικές και χημικές ιδιότητες. Ενεργοποιεί ή τροποποιεί το εύρος των παραδικών και αδύναμων αλληλεπιδράσεων μεταξύ των μορίων που συμμετέχουν στις βιοχημικές διαδικασίες. Είναι επίσης αντιδρόν ή προϊόν σε πολλές βιοχημικές αντιδράσεις.

1.1 Ποιο είναι το αντικείμενο της βιοχημείας;

Μαθησιακοί στόχοι

Θα είστε ικανοί να:

- Περιγράφετε τη φύση της βιοχημείας.

Η βιοχημεία είναι η μελέτη των μοριακών γεγονότων που αφορούν στο φαινόμενο της ζωής. Ασχολείται με τη σχέση μεταξύ της δομής και της λειτουργίας των μορίων που υπάρχουν στα ζωντανά συστήματα. Οι βιοχημικοί θεωρούν ότι είναι δυνατόν να δώσουν έναν απολογισμό των φυσιολογικών παρατηρήσεων, όπως της συστολής των μυών, της ανταλλαγής αερίων στους πνεύμονες και της νευρικής αγωγιμότητας, από την άποψη των εμπλεκομένων μορίων και των νόμων της φυσικής και χημείας. Οι περισσότερες από τις διαδικασίες που απασχολούν έναν βιοχημικό συμβίανουν, ή τουλάχιστον εκκινούν, στα κύτταρα, και έτσι ξεκινάμε θέτοντας το ερώτημα τι είδους μόρια συναντάμε στα κύτταρα.

Τα μόρια στα κύτταρα

Τα κύτταρα περιέχουν μια μεγάλη ποικιλία μορίων, από μεγάλα πολυμερή που περιέχουν εκατομμύρια άτομα έως και μικρές δομικές μονάδες και ενεργειακά μόρια με λιγότερα από 100 άτομα. Πριν ξεκινήσουμε τη μελέτη των μορίων που αποτελούν το κύριο αντικείμενο της βιοχημείας (πρωτεΐνες, νουκλεϊκά οξέα, πολυσακχαρίτες, λιπίδια και μεταβολίτες), πρέπει να εξετάσουμε το μόριο με τη μεγαλύτερη αφθονία στα κύτταρα: το νερό.

1.2 Η σπουδαιότητα του νερού

Μαθησιακοί στόχοι

Θα είστε ικανοί να:

- Περιγράφετε τις μοναδικές φυσικές ιδιότητες του νερού
- Περιγράφετε την επιρροή του νερού σε αδύναμες ενδομοριακές δυνάμεις όπως οι δεσμοί υδρογόνου, σε ηλεκτροστατικές δυνάμεις και σε υδροφοβικές αλληλεπιδράσεις
- Δίνετε παραδείγματα βιοχημικών αντιδράσεων στις οποίες το νερό είναι (α) αντιδρόν και (β) προϊόν.

Το νερό αποτελεί το 60% του βάρους του σώματος ενός ενηλίκου:

- Περίπου το 63% του νερού του σώματος βρίσκεται εντός των κυττάρων
- 37% στο εξωκυττάριο υγρό
- Περίπου το ένα-τέταρτο του εξωκυττάριου υγρού είναι το πλάσμα του αίματος.

Η σπουδαιότητα του νερού στο σώμα καταδεικνύεται από την αικρίβεια με την οποία ρυθμίζεται το νερό του σώματος από φυσιολογικούς μηχανισμούς, συμπεριλαμβάνομενης της δίψας και της νεφρικής λειτουργίας. Αποκλίσεις περισσότερο από 1% ή 2% από το φυσιολογικό έχουν δυσμενείς επιδράσεις στην ευημερία και στην επίδοση του ανθρώπου. Η μη ελεγχόμενη απώλεια νερού από το σώμα, η οποία μπορεί να παρουσιαστεί σε ασθένειες όπως η χολέρα και ο σακχαρώδης διαβήτης που δεν αντιμετωπίζεται θεραπευτικά, είναι απειλητική για τη ζωή.

Το νερό είναι σημαντικό στη βιοχημεία όχι μόνο γιατί υπάρχει σε αφθονία αλλά επίσης γιατί επηρεάζει τη συμπεριφορά όλων των υπολοίπων μορίων που παρουσιάζουν βιοχημικό ενδιαφέρον. Όλες οι βιοχημικές διαδικασίες λαμβάνουν μέρος μέσα, ή σε επαφή με, υδατικά διαλύματα, ώστε πρέπει να λάβουμε υπ' όψιν μας τις ιδιότητες του νερού για να κατανοήσουμε το πώς τα άλλα μόρια αλληλεπιδρούν στα κύτταρα.

Φυσικές ιδιότητες του νερού

Ο μοριακός τύπος του νερού, H_2O , δεν αποκαλύπτει το πόσο ασυνήθιστη ουσία είναι το νερό. Το μόριο περιέχει ένα άτομο οξυγόνου το οποίο ενώνεται με ομοιοπολικούς δεσμούς με καθένα από τα δύο άτομα υδρογόνου. Ωστόσο, το σχηματιζόμενο μόριο είναι ισχυρά πολικό καθώς το «κέ-

Ένα: Τα μόρια στα κύτταρα και στο νερό

ντρο βαρύτητας» του θετικού φορτίου του δεν συμπίπτει με το κέντρο του αρνητικού φορτίου. Αυτή η πολική φύση επηρεάζει σημαντικά τις φυσικές ιδιότητες. Τα μόρια του νερού δρουν ως ηλεκτροστατικά δίπολα· έλκουν ισχυρά το ένα το άλλο και σχηματίζουν συμπλέγματα (Εικ. 1). Τα συμπλέγματα που σχηματίζονται από τα μόρια νερού είναι προσωρινά· τα μόρια συνεχώς αφήνουν το ένα συμπλέγμα και ενώνονται με κάποιο άλλο. Το νερό στην υγρή κατάσταση εμφανίζει μεγάλη κινητικότητα και δεν έχει κανονική δομή μακράς εμβέλειας.

Οι πολικές αλληλεπιδράσεις και οι δεσμοί υδρογόνου καθιστούν το νερό υγρό σε θερμοκρασίες στις οποίες όλα τα άλλα μόρια παρόμοιου μεγέθους είναι αέρια.

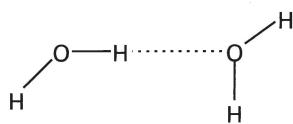
Δεσμοί υδρογόνου

Άλλη μια σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των μορίων του νερού η οποία ευνοεί τον σχηματισμό συμπλεγμάτων είναι ο σχηματισμός των δεσμών υδρογόνου. Ένας δεσμός υδρογόνου είναι το μοίρασμα δύο ηλεκτρονίων ενός ατόμου οξυγόνου ή αζώτου με ένα άτομο υδρογόνου το οποίο είναι ενωμένο με ένα άλλο άτομο, συνήθως οξυγόνο ή αζώτο (αλλά όχι άνθρακας). Αυτός ο δεσμός είναι ασθενέστερος και μακρύτερος από έναν ομοιοπολικό δεσμό (Εικ. 2). Ο δεσμός υδρογόνου έχει μήκος περίπου 0,28 nm σε σύγκριση με έναν ομοιοπολικό δεσμό που έχει μήκος 0,15 nm. Η ενέργεια που απαιτείται για να διασπαστεί ένας δεσμός υδρογόνου είναι περίπου 20 φορές μικρότερη από αυτή που απαιτείται για να διασπαστεί ένα ομοιοπολικός δεσμός.

Ο σχηματισμός δεσμών υδρογόνου στο νερό τείνει να οργανώνει τα μόρια του νερού μέσα στον χώρο. Ένας δεσμός υδρογόνου είναι ισχυρότερος όταν το άτομο υδρογόνου, το άτομο οξυγόνου στο οποίο είναι ενωμένο με ομοιοπολικό δεσμό και το άλλο άτομο με το οποίο σχηματίζεται ο δεσμός υδρογόνου βρίσκονται σε σειρά. Ο πάγος, ή το στερεό νερό, είναι μια συστοιχία μορίων νερού που συγκρατούνται σε ένα μέρος με δεσμούς υδρογόνου· παρουσιάζει μια κανονική δομή μεγάλης εμβέλειας.

Πολλά μόρια με βιοχημικό ενδιαφέρον είναι ικανά να σχηματίζουν δεσμούς υδρογόνου. Οι δεσμοί σχηματίζονται τόσο εντός όσο και μεταξύ των μορίων, αλλά οι περισσότεροι δεσμοί υδρογόνου σχηματίζονται σε ανταγωνισμό με δεσμούς που θα μπορούσαν να σχηματιστούν με το νερό. Το νερό επομένως παρέχει ένα μέσο στο οποίο οι δεσμοί υδρογόνου μπορούν γρήγορα να σχηματιστούν και να διασπαστούν.

Αν και ασθενέστεροι από τους ομοιοπολικούς δεσμούς, οι δεσμοί υδρογόνου είναι πολύ σημαντικοί στη βιοχημεία,



Εικ. 2 Οι δεσμοί υδρογόνου μεταξύ των μορίων του νερού.

γιατί είναι εξαιρετικά πολυάριθμοι και γιατί μπορούν γρήγορα να σχηματιστούν και να διασπαστούν. Η κατάλληλη απόσταση μεταξύ των δεκτών και δοτών των δεσμών υδρογόνου παρέχει έναν μηχανισμό διαμοριακής αναγνώρισης και εξειδικευμένης δέσμευσης.

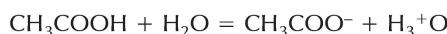
Ιδιότητες διαλύτη και ιοντίζουσες ιδιότητες του νερού

Το νερό, ως πολικό μόριο, είναι ένα άριστος διαλύτης για άλλα πολικά μόρια. Μόρια όπως η γλυκόζη και τα μικρότερα αμινοξέα είναι πολικά και πολύ διαλυτά στο νερό. Ως αποτέλεσμα της πολικής φύσης του, το νερό έχει υψηλή διηλεκτρική σταθερά. Αυτό σημαίνει ότι μειώνει τις ηλεκτροστατικές δυνάμεις μεταξύ των φορτισμένων σωματιδίων που περιβάλλει. Έτσι, το νερό είναι ένας εξαιρέτος διαλύτης για τα ιοντικά υλικά. Τα ιόντα νατρίου και χλωρίου σε έναν κρύσταλλο άλατος έλκουν το ένα το άλλο τόσο ισχυρά, ώστε ο κρύσταλλος αποτελεί μια ισχυρά σταθερή δομή στον αέρα ή στους περισσότερους διαλύτες. Επί παρουσίας νερού, τα ιόντα ενυδατώνονται (περιβάλλονται από ένα κέλυφος μορίων νερού) και οι ελκτικές δυνάμεις μεταξύ των ιόντων μειώνονται σημαντικά. Τα ενυδατωμένα ιόντα μπορούν εύκολα να διαχωριστούν και να εισχωρήσουν στο διάλυμα.

Ένα οξύ είναι ένα μόριο το οποίο μπορεί να διαχωριστεί και να σχηματίσει ένα ιόν υδρογόνου, H^+ , και μία βάση. Το νερό μπορεί να επάγει τον διαχωρισμό των ιόντων υδρογόνου από οξέα με δύο τρόπους:

- Δρα ως αποδέκτης για τα ιόντα υδρογόνου, τα οποία θα πρέπει να αναγράφονται όχι ως H^+ , αλλά ως H_3O^+ , και ακόμα και το H_3O^+ είναι ενυδατωμένο. Το H^+ από μόνο του είναι ασταθές, έτσι ο ιοντισμός των οξέων απαιτεί την παρουσία ενός ιοντιζόμενου διαλύτη όπως το νερό.
- Αν η βάση είναι αρνητικά φορτισμένη, το νερό μειώνει τις ελκτικές δυνάμεις μεταξύ της βάσης και του θετικά φορτισμένου προς αποχώρηση υδρογόνου.

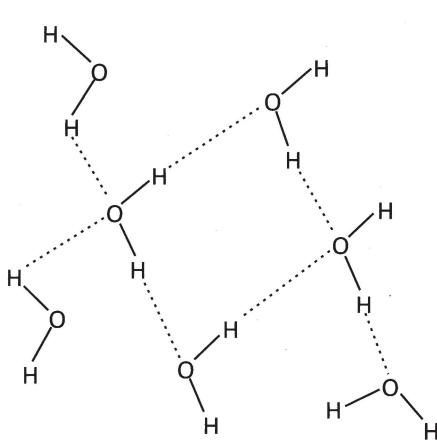
Για παράδειγμα, η διάσταση του οξικού οξέος, ενός τυπικά ασθενούς οξέος, πρωθείται στο νερό, όπου τα H^+ που παράγονται μπορούν να γίνουν πιο σταθερά με ενυδάτωση.



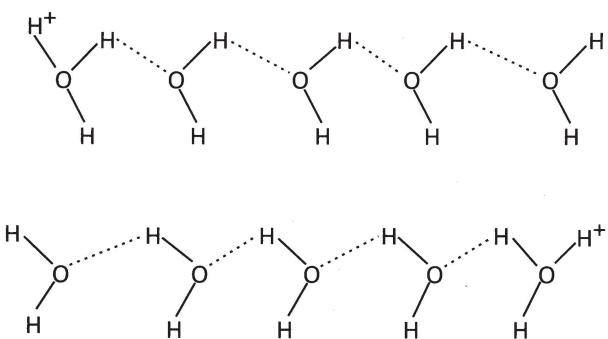
Τα ιόντα υδρογόνου παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο σε πολλές βιοχημικές διεργασίες. Είναι περίπου 100 φορές πιο κινητικά από οποιοδήποτε άλλο ιόν σε υδατικά διαλύματα αφού το νερό παρέχει έναν ειδικό μηχανισμό σήραγγας για την κίνησή τους. Το θετικό φορτίο που αντιπροσωπεύει το άτομο υδρογόνου μπορεί να κινηθεί μεταξύ συμπλεγμάτων μορίων νερού με ελάχιστη μετακίνηση οποιωνδήποτε ατόμων (Εικ. 3).

Η συγκέντρωση των ιόντων υδρογόνου, $[H^+]$, επηρεάζει πολλές βιοχημικές διεργασίες και ρυθμίζεται στα ζωντανά κύτταρα και τα υγρά που τα περιβάλλουν. Αναφέρεται πάντα στη βιοχημεία ως pH , όπου:

$$pH = -\log_{10}[H^+]$$



Εικ. 1 Σύμπλεγμα μορίων νερού τα οποία συγκρατούνται από δεσμούς υδρογόνου.



Εικ. 3 Κινητικότητα των μορίων υδρογόνου στο νερό.

Στην κυριολεξία, η δραστικότητα των ιόντων υδρογόνου, και όχι η συγκέντρωση, πρέπει να χρησιμοποιείται, αλλά ελάχιστοι βιοχημικοί κάνουν αυτόν τον διαχωρισμό.

Τα περισσότερα μόρια βιοχημικού ενδιαφέροντος έχουν μία ή περισσότερες χημικές ομάδες που μπορούν να λειτουργήσουν ως οξεία ή βάσεις, ομάδες που μπορούν να δώσουν ή να πάρουν ένα ιόν υδρογόνου. Κάθε ιόν υδρογόνου που χάνεται μειώνει το φορτίο του μορίου με μία μονάδα και κάθε ιόν υδρογόνου που κερδίζεται αυξάνει το φορτίο. Από τη στιγμή που η διάσταση των οξέων και η πρόσδεση των ιόντων υδρογόνου από βάσεις είναι ταχείες διεργασίες εξισορρόπησης, το φορτίο πολλών βιοχημικών μορίων διαφέρει ανάλογα με το pH του μέσου. Αυτό συχνά επηρεάζει τις ιδιότητες και τις λειτουργίες τους. Κάποια μόρια, όπως τα αμινοξέα, μπορούν να έχουν και θετικά και αρνητικά φορτία. Αυτά τα μόρια είναι γνωστά ως αμφοτερικά ιόντα. Στα περισσότερα βιοχημικά πειράματα, το pH πρέπει να ελέγχεται με τη χρήση ρυθμιστικών διαλυμάτων.

Το νερό και μη-πολικά μόρια

Τα μόρια που δεν είναι πολικά είναι γενικά αδιάλυτα στο νερό. Τα μόρια νερού προσκολλώνται μεταξύ τους, αποκλείοντας τα μη-πολικά μόρια τα οποία παραμένουν σε συμπλέγματα ως στερεά ή μη αμιγή υγρά. Για παράδειγμα, το νερό είναι αμιγές με υγρούς υδρογονάνθρακες όπως το εξάνιο και το βενζόλιο.

Αμφιπαθή μόρια και υδροφοβικές αλληλεπιδράσεις

Πολλά βιοχημικά μόρια, τα λιπαρά οξέα μακράς αλύσου και τα ιόντα τους για παράδειγμα, δεν μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως πολικά ή μη-πολικά. Ένα μέρος του μορίου μπορεί να είναι πολικό και να αντιδρά άμεσα με νερό, και να ονομάζεται υδρόφιλο, ενώ ένα άλλο μέρος να είναι μη-πολικό και να αποκλείεται από το νερό, ονομάζεται υδροφόβιο. Το νερό έχει ισχυρή επιρροή σε αυτά τα μόρια και τα οργανώνει σε σημαντικές βιοχημικές δομές όπως:

- Μεμβράνες (βλέπε σελ. 47).
- Διπλωμένες σφαιρικές πρωτεΐνες (βλέπε σελ. 20).
- Διπλή έλικα του DNA (βλέπε σελ. 170).

Σε αυτές τις δομές, τα υδρόφιβα τμήματα των μορίων συνδέονται με άλλα υδρόφιβα τμήματα και σχηματίζουν έναν πυρήνα από τον οποίο αποκλείεται το νερό. Η επιφάνεια της δομής αποτελείται από τα υδρόφιλα τμήματα των μορίων. Τα περιβάλλοντα μόρια νερού σταθεροποιούν τη δομή.

Το νερό ως αντιδρόν

Οι βιοχημικές αντιδράσεις συχνά περιλαμβάνουν μόρια νερού ως αντιδρώντα ή προϊόντα. Πολλές αντιδράσεις στον μεταβολισμό περιλαμβάνουν την προσθήκη ή την απαλοιφή των μορίων νερού. Ο πολυμερισμός μορίων δομικών για την κατασκευή μακρομορίων όπως πρωτεΐνες ή νουκλεϊκά οξέα εμπλέκει την απαλοιφή ενός μορίου νερού και τον σχηματισμό ενός ομοιοπολικού δεσμού μεταξύ των δομικών μονάδων. Ο καταβολισμός των μακρομορίων, όπως στην πέψη, γίνεται με υδρόλυση, η διάσπαση του δεσμού μεταξύ των δομικών μονάδων με την εισαγωγή ενός μορίου νερού. Λόγω της ύπαρξής του στα κύτταρα σε πολύ υψηλές συγκεντρώσεις, το νερό καθοδηγεί τις αντιδράσεις υδρόλυσης. Συνεπώς, ο καταβολισμός των βιοπολυμερών σε υδατικά διαλύματα ευνοείται ενεργειακά, ενώ η σύνθεση αυτών των πολυμερών από τις δομικές τους μονάδες απαιτεί την εισροή ενέργειας.