



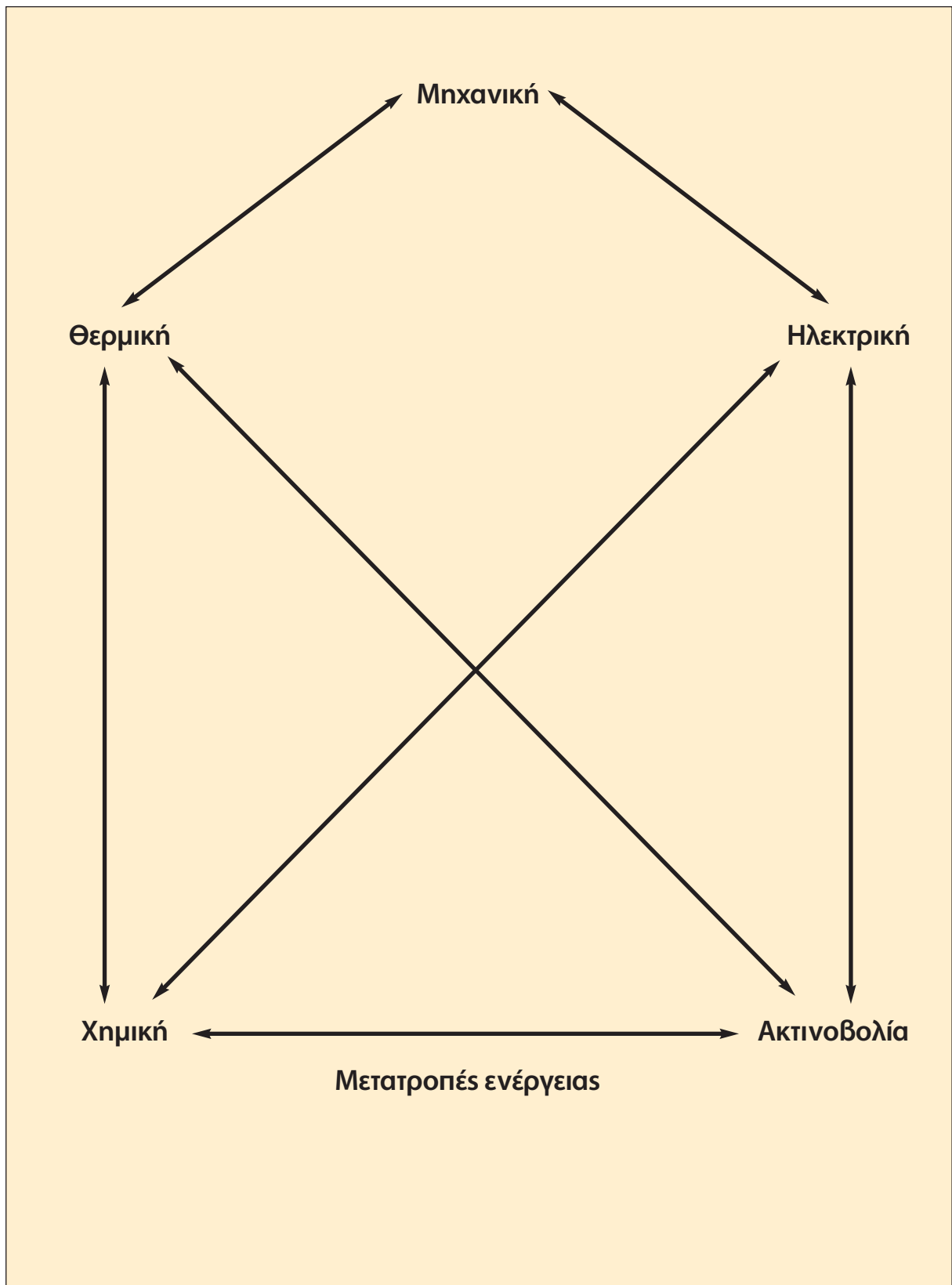
TWAN DE VOS - Spaghetti eaters



μεταβολισμός

3

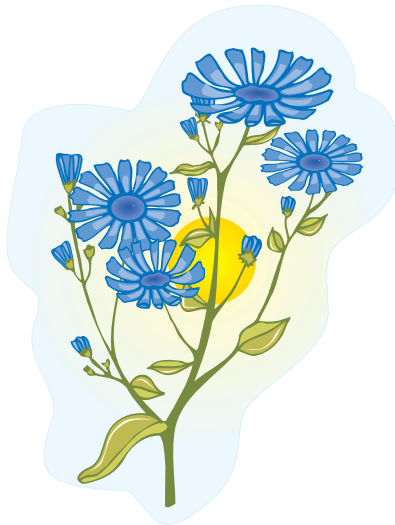
## Προηγούμενες γνώσεις που θα χρειαστώ...



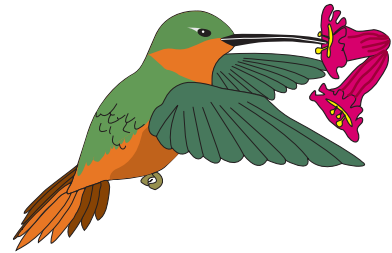
*Η ενέργεια δεν δημιουργείται, ούτε καταστρέφεται, αλλά μετατρέπεται από μία μορφή σε άλλη.*



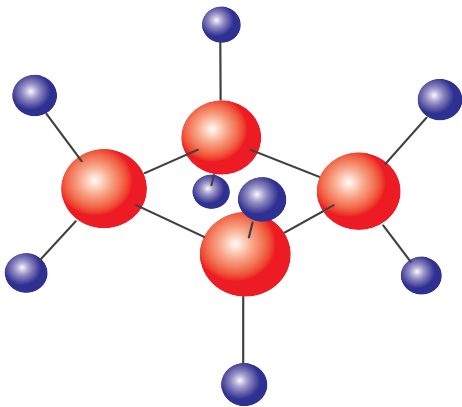
Οι οργανισμοί, για να καλύψουν τις ενεργειακές τους ανάγκες, αλλά και τις ανάγκες τους σε διάφορες χημικές ουσίες, χρειάζονται τροφή...



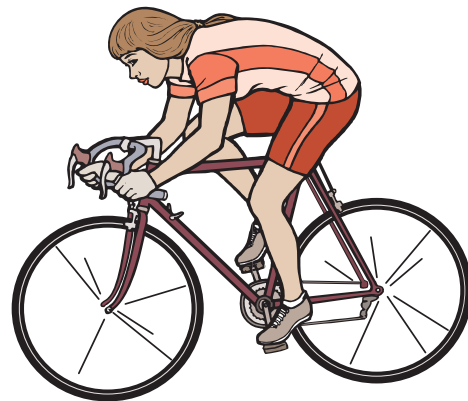
...την οποία είτε την παράγουν μόνοι τους (αυτότροφοι)...



...είτε την προμηθεύονται έτοιμη (ετερότροφοι).



Οι θρεπτικές ουσίες της τροφής περιέχουν χημική ενέργεια...



...η οποία μετατρέπεται σε άλλες μορφές, όπως είναι η κινητική ενέργεια.

## ...καινούριες γνώσεις που θα αποκτήσω

- Γιατί οι οργανισμοί χρειάζονται ενέργεια.
- Πώς εξασφαλίζουν τα κύτταρα ενέργεια και χημικές ουσίες από την τροφή.
- Τι είναι ο μεταβολισμός και ποιος ο ρόλος του.
- Τι είναι και πώς δρουν τα ένζυμα.
- Μέσα στα κύτταρα πραγματοποιούνται χημικές αντιδράσεις, εξώθερμες και ενδόθερμες.

### 3.1 Άνθρωπος και ενέργεια

Έχουμε ήδη ολοκληρώσει ένα μεγάλο ταξίδι που ξεκίνησε από τα κύτταρα και την εσωτερική τους οργάνωση και κατέληξε στην οργάνωση των οικοσυστημάτων. Σε όλους τους σταθμούς αυτού του ταξιδιού συναντήσαμε την ενέργεια, ως απαραίτητη προϋπόθεση της ζωής. Η αξιοποίηση διάφορων μορφών ενέργειας κατέχει σημαντικό ρόλο και σε πολλές διαδικασίες της καθημερινότητάς μας, όπως είναι η κίνηση του αυτοκινήτου και η διατήρηση της οργάνωσης ενός σπιτιού.

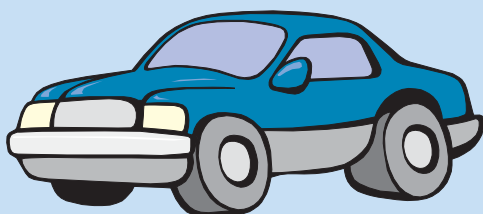
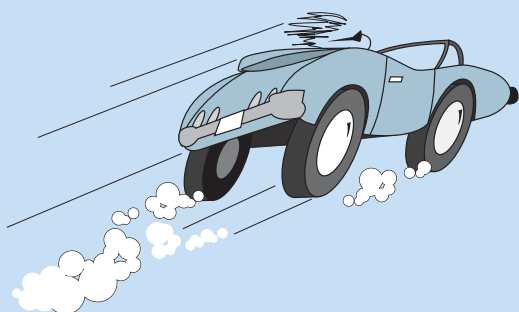
Ο ανθρώπινος οργανισμός αποτελείται από κύτταρα που οργάνωνται σε ιστούς, όργανα και συστήματα οργάνων που συνερ-



#### As σκεφτούμε

Πώς κινείται ένα αυτοκίνητο;

Πώς διατηρείται η οργάνωση ενός σπιτιού;



Για να κινηθεί ένα αυτοκίνητο, απαιτείται ενέργεια (βενζίνη). Η βενζίνη είναι ένα μείγμα χημικών ουσιών που περιέχουν **χημική** ενέργεια. Με την καύση της βενζίνης, μέσα στον κινητήρα παράγονται αέρια που κινούν το έμβολο μέσα στον κύλινδρο (**κινητική** ενέργεια) και η κίνηση του εμβόλου κινεί τους τροχούς (παραγωγή **μηχανικού** έργου). Κατά τη διαδικασία αυτή συμβαίνουν σημαντικές «απώλειες». Τα εξαρτήματα της μηχανής και ο γύρω χώρος θερμαίνονται (**θερμική** ενέργεια), ενώ παράγονται καυσαέρια (**χημική** ενέργεια), που αποβάλλονται στο περιβάλλον από την εξάτμιση. Αν τελειώσει η βενζίνη, το αυτοκίνητο θα σταματήσει να κινείται.

Για να διατηρηθεί ένα σπίτι οργανωμένο, απαιτείται ενέργεια (εργασία). Κατά διαστήματα θα πρέπει να το τακτοποιούμε, να το καθαρίζουμε, να το βάφουμε, να επιδιορθώνουμε τις φθορές και τις βλάβες κ.ο.κ. Και εδώ υπάρχουν «απώλειες». Οι άνθρωποι που εργάζονται για τον σκοπό αυτό (**μηχανική** ενέργεια) ζεσταίνονται (**θερμική** ενέργεια) και ιδρώνουν, ενώ ένα μέρος των υλικών που χρησιμοποιούνται (**χημική** ενέργεια) καταλήγει στα σκουπίδια. Αν σταματήσουμε τις εργασίες συντήρησης, το σπίτι θα βρομίσει, θα φθαρεί και στο τέλος θα γκρεμιστεί. Δηλαδή η οργάνωσή του θα καταστραφεί.

γάζονται αρμονικά και συντονισμένα. Για να επιβιώσει και να αναπαραχθεί, πρέπει να μπορεί να διατηρεί αυτή την πολύπλοκη δομή και να επιτελεί διάφορες λειτουργίες. Οι διαδικασίες αυτές απαιτούν διαρκή προσφορά ενέργειας, όπως συμβαίνει με την κίνηση ενός αυτοκινήτου και τη διατήρηση της οργάνωσης ενός σπιτιού. Ο άνθρωπος, όπως όλοι οι ζωντανοί οργανισμοί, αξιοποιεί τη χημική ενέργεια των ουσιών που περιέχονται στην τροφή, τη μετατρέπει σε άλλες μορφές ενέργειας και παράγει έργο (μηχανικό κ.ά.), καλύπτοντας με τον τρόπο αυτό τις ενεργειακές του ανάγκες.



Οι κινήσεις και η διατήρηση της οργάνωσης των κυττάρων του ανθρώπινου σώματος είναι δύο από τις πολλές διαδικασίες που συμβαίνουν συνεχώς και απαιτούν ενέργεια. Εδώ θα πρέπει να τονίσουμε μια πολύ σημαντική διαφορά! Τα άβια αντικείμενα, όπως είναι το σπίτι και το αυτοκίνητο, δεν μπορούν από μόνα τους να φροντίσουν την τροφοδοσία τους και να διατηρήσουν την οργάνωσή τους. Αντίθετα, οι οργανισμοί, χάρη στο γενετικό υλικό των κυττάρων τους, διαθέτουν προγραμματισμό και εσωτερικούς μηχανισμούς παραγωγής έργου (μηχανικού, χημικού, μεταφοράς ουσιών κτλ.), μέσω των οποίων διατηρούν την οργάνωσή τους και επιτελούν τις λειτουργίες τους.



## ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ... ΑΛΛΗ ΒΙΟΛΟΓΙΑ

### Πού πάει... η ενέργεια;

Ο ανθρώπινος οργανισμός αξιοποιεί τη χημική ενέργεια της τροφής, παράγει έργο και ουσίες και μπορεί να:

- συνθέτει ουσίες (πρωτεΐνες, νουκλεϊκά οξέα, λιπίδια κτλ.)
- διατηρεί την πολύπλοκη οργάνωσή του
- επιτελεί μεταφορά ουσιών μέσα και έξω από τα κύτταρα του
- αντικαθιστά τα μέρη που φθείρονται
- επουλώνει τις πληγές του
- κινείται
- αντιλαμβάνεται τις μεταβολές του περιβάλλοντος
- προσαρμόζεται στις μεταβολές του περιβάλλοντος
- διατηρεί σταθερές εσωτερικές συνθήκες
- αντιστέκεται στην εισβολή παθογόνων μικροοργανισμών
- αναπτύσσεται
- αναπαράγεται κτλ.



1. Να συμπληρώσετε με τους κατάλληλους όρους τα κενά στο παρακάτω κείμενο:  
*Οι οργανισμοί διαθέτουν προγραμματισμό και εσωτερικούς ....., μέσω των οποίων διατηρούν την ..... τους και επιτελούν τις ..... τους. Προκειμένου να καλύψουν τις ενεργειακές τους ανάγκες, αξιοποιούν τη ..... ενέργεια των ουσιών της τροφής.*
2. Να βάλετε σε κύκλο το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση:
  - A. Ο ανθρώπινος οργανισμός χρειάζεται ενέργεια προκειμένου:
    - α. να κινηθεί
    - β. να διατηρήσει τη δομή του
    - γ. να συνθέσει ουσίες
    - δ. να επιτελέσει όλα όσα αναφέρονται στα α, β και γ
  - B. Η μετατροπή ενέργειας που παρατηρείται κατά την κίνηση είναι:
    - α. χημική → μηχανική + θερμική
    - β. μηχανική → χημική + θερμική
    - γ. θερμική → μηχανική + χημική
    - δ. όλες όσες αναφέρονται στα α, β και γ

### 3.2 Ένζυμα και μεταβολισμός

Όταν δίνουμε σε ένα παιδί μια κατασκευή από συναρμολογούμενα τουβλάκια, το παιδί θα διαλύσει την κατασκευή για να συνθέσει με τα τουβλάκια που θα προκύψουν μια άλλη κατασκευή δικής του επινόησης. Κάπως έτσι λειτουργεί και ο οργανισμός μας. Με την τροφή προμηθεύεται διάφορες χημικές ενώσεις τις οποίες διασπά στους βασικούς δομικούς τους λίθους, κάποιους από τους οποίους στη συνέχεια χρησιμοποιεί για να συνθέσει δικές του χημικές ενώσεις. Αυτό γίνεται συνεχώς, δηλαδή ο οργανισμός δεν βρίσκεται

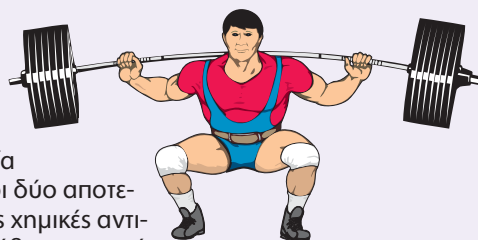


σε μια στατική κατάσταση, αλλά χρειάζεται συνεχώς να διασπά και να συνθέτει διάφορες ουσίες μέσα από χημικές αντιδράσεις. Οι αντιδράσεις κατά τις οποίες γίνεται διάσπαση μορίων αποτελούν τον **καταβολισμό** και συνοδεύονται από απελευθέρωση ενέργειας, ενώ οι αντιδράσεις κατά τις οποίες γίνεται σύνθεση χημικών ενώσεων αποτελούν τον **αναβολισμό**, που απαιτεί ενέργεια. Ο καταβολισμός και ο αναβολισμός συναποτελούν τον **μεταβολισμό** ενός οργανισμού, δηλαδή το σύνολο των χημικών αντιδράσεων με τις οποίες ένα κύτταρο, και κατ'επέκταση ο οργανισμός, ανταλλάσσει ύλη και ενέργεια με το περιβάλλον του. Ένας οργανισμός πάντα αναβολίζει ή καταβολίζει, ανάλογα όμως με τις συνθήκες μπορεί η μία διαδικασία να υπερτερεί της άλλης.



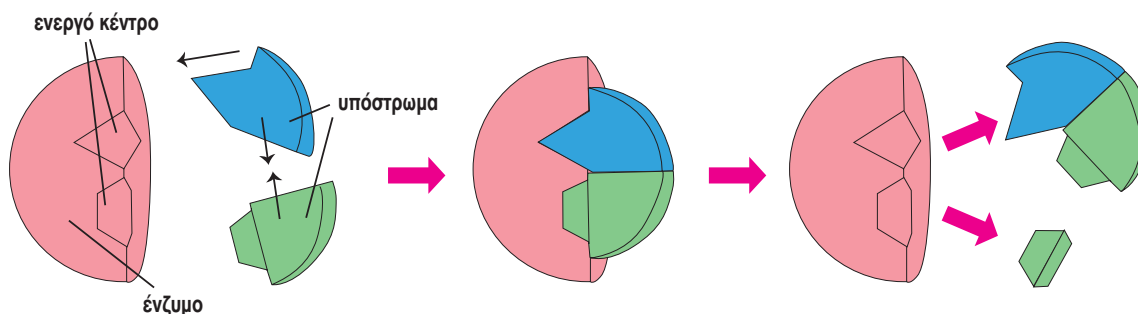
## Η ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ... ΟΙ ΑΛΛΕΣ ΧΗΜΕΙΑ

Προσέχετε να μην... κάψετε τους μους σας



Η κυτταρική αναπνοή διακρίνεται σε αερόβια –παρουσία οξυγόνου– και σε αναερόβια – απουσία οξυγόνου. Και οι δύο αποτελούν αντιδράσεις καταβολισμού, δηλαδή είναι οι βασικές χημικές αντιδράσεις που προμηθεύουν το κύτταρο με ενέργεια. Όμως η αερόβια αναπνοή παρέχει πολύ μεγάλα ποσά ενέργειας (μέχρι και 18 φορές μεγαλύτερα) σε σχέση με την αναερόβια. Κάποιοι οργανισμοί είναι αποκλειστικά αερόβιοι και κάποιοι αποκλειστικά αναερόβιοι. Υπάρχουν ωστόσο περιπτώσεις όπου ένα κύτταρο μπορεί να κάνει και αερόβια και αναερόβια αναπνοή. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν τα μυϊκά κύτταρα του ανθρώπου. Όταν πρέπει να λειτουργήσουν έντονα, όπως στην περίπτωση άσκησης, χρειάζονται μεγάλα ποσά ενέργειας, οπότε κάνουν αερόβια αναπνοή. Όταν όμως το οξυγόνο που τους παρέχεται δεν επαρκεί, τότε, για να προμηθευτούν επιπλέον ποσά ενέργειας, παράλληλα με την αερόβια στρέφονται και σε αναερόβια αναπνοή. Μέσα από αυτή τη διαδικασία παράγεται γαλακτικό οξύ, το οποίο, όταν συσσωρεύεται, προκαλεί μυϊκό κάματο (το αίσθημα καψίματος στους μους).

Ορισμένες χημικές αντιδράσεις του μεταβολισμού πρέπει να γίνονται πάρα πολύ γρήγορα. Αυτό γίνεται αντιληπτό αν αναλογιστούμε



ότι κάποιοι οργανισμοί έχουν πολύ μικρή διάρκεια ζωής, π.χ. είκοσι λεπτά. Υπάρχουν επίσης αντιδράσεις, όπως η διάσπαση της γλυκόζης, που πρέπει να γίνονται σταδιακά. Με αυτόν τον τρόπο δεν καταστρέφεται το κύτταρο, ενώ παράλληλα αξιοποιούνται καλύτερα τα ποσά της ενέργειας που απελευθερώνονται σε κάθε στάδιο. Οι απαιτήσεις αυτές ικανοποιούνται από την ύπαρξη ειδικών πρωτεϊνικών μορίων, των **ενζύμων**. Ο ρόλος των ενζύμων είναι να διευκολύνουν τις χημικές αντιδράσεις που γίνονται μέσα σε έναν οργανισμό, δρώντας ουσιαστικά ως **βιολογικοί καταλύτες**. Αυτό σημαίνει ότι δεν συμμετέχουν στα αντιδρώντα ή στα προϊόντα της αντίδρασης. Έτσι, το ίδιο ένζυμο μπορεί να δράσει πολλές φορές.

Η δράση των ενζύμων είναι ειδική, δηλαδή κάθε ένζυμο καταλύει μια συγκεκριμένη αντίδραση. Τα ένζυμα δεν διευκολύνουν απλώς τις χημικές αντιδράσεις, αλλά, κατά κάποιον τρόπο, τις ελέγχουν κιόλας. Αυτό σημαίνει ότι, για να γίνει μια αντίδραση, είναι απαραίτητο να υπάρχει το κατάλληλο ένζυμο που θα την καταλύσει. Αν αυτό δεν υπάρχει, τότε η αντίδραση πρακτικά δεν γίνεται.

Η δομή κάθε ενζύμου, όπως και κάθε πρωτεΐνης, είναι καθοριστική για τη λειτουργικότητά του. Το ίδιο σημαντική είναι και η διατήρηση αυτής της δομής. Αυτό σημαίνει ότι όποιος παράγο-

*Εικ. 3.1 Ο τρόπος με τον οποίο δρουν τα ένζυμα είναι πάρα πολύ απλός: κάθε ένζυμο έχει μια συγκεκριμένη τρισδιάστατη δομή. Μια περιοχή του ενζύμου, που ονομάζεται **ενεργό κέντρο**, είναι η θέση όπου θα δεσμευτούν τα μόρια που πρόκειται να αντιδράσουν (**υποστρώμα**) με το ένζυμο. Η σύνδεση του υποστρώματος (αντιδρώντα) με το ένζυμο φέρνει κοντά τα αντιδρώντα και τους παρέχει τις κατάλληλες προϋποθέσεις να αντιδράσουν. Με αυτόν τον τρόπο διευκολύνεται η αντίδραση. Μόλις ολοκληρωθεί η αντίδραση, τα μόρια που δημιουργήθηκαν (προϊόντα) απομακρύνονται και το ένζυμο παραμένει όπως ήταν πριν απ' αυτή. Έτσι, νέα αντιδρώντα μόρια (υποστρώμα) μπορούν να δεσμευτούν στο ενεργό κέντρο του ίδιου ενζύμου.*



ντας επηρεάσει τη δομή ενός ενζύμου θα μεταβάλει και τη δραστικότητα του. Στους παράγοντες που επηρεάζουν αυτή τη δομή ανήκουν η θερμοκρασία και η οξύτητα (pH) του περιβάλλοντος του ενζύμου. Η δραστικότητα κάθε ενζύμου γίνεται άριστη σε συγκεκριμένες συνθήκες. Έτσι, άλλα ένζυμα λειτουργούν σε όξινες συνθήκες, άλλα σε βασικές, άλλα σε υψηλή θερμοκρασία και άλλα σε χαμηλή.



### As σκεφτούμε

Υπάρχουν κάποιοι μικροοργανισμοί που είναι θερμοφιλοι (αναπτύσσονται καλύτερα σε υψηλές θερμοκρασίες) και κάποιοι που είναι ψυχρόφιλοι (αναπτύσσονται καλύτερα σε χαμηλές θερμοκρασίες). Για ποιο λόγο πιστεύετε ότι ένας θερμοφίλος μικροοργανισμός αναπτύσσεται καλύτερα σε θερμοκρασίες άνω των 50 °C;

Η γνώση μας για τον τρόπο δράσης των ενζύμων και τις συνθήκες που απαιτούνται γι' αυτόν μας έχει βοηθήσει σε πολλές πλευρές της καθημερινής μας ζωής. Για παράδειγμα, πολλά φάρμακα στοχεύουν στην καταστροφή ενζύμων που είναι απαραίτητα για την επιβίωση των παθογόνων μικροοργανισμών. Ένζυμα χρησιμοποιούνται επίσης για την παραγωγή γλυκών, απορρυπαντικών, καθώς και για τη βελτίωση της γεύσης και της εμφάνισης κάποιων τροφίμων, όπως το κρέας.



Εικ. 3.2 Ένζυμα χρησιμοποιούνται ως φάρμακα. Τα ένζυμα δρουν και έξω από τους οργανισμούς. Τα απορρυπαντικά που υπόσχονται «βιολογικό» πλύσιμο περιέχουν κατάλληλα ένζυμα.



### Ερωτήσεις

### Προβλήματα

### Δραστηριότητες

1. Να συμπληρώσετε με τους κατάλληλους όρους τα κενά στο παρακάτω κείμενο:  
Οι αντιδράσεις κατά τις οποίες γίνεται διάσπαση μορίων αποτελούν τον ..... και συνοδεύονται από απελευθέρωση ..... και οι αντιδράσεις κατά τις οποίες γίνεται σύνθεση χημικών ενώσεων αποτελούν τον ....., που απαιτεί ..... . Ο ..... και ο ..... συναποτελούν τον μεταβολισμό ενός οργανισμού.
2. Με καθεμία από τις παρακάτω λέξεις να σχηματίσετε μία πρόταση, ώστε να αποδίδεται σωστά ο όρος που αντιπροσωπεύει: μεταβολισμός, αναβολισμός, καταβολισμός, ένζυμα.
3. Με βάση τα όσα μάθατε για το πώς η θερμοκρασία επηρεάζει τη δράση των ενζύμων, να αιτιολογήσετε γιατί όταν έχουμε πυρετό δεν γίνονται σωστά διάφορες λειτουργίες του οργανισμού μας και έχουμε ορισμένα συμπτώματα, όπως αδυναμία. Πώς μπορεί να συμβάλει ο πυρετός στην άμυνα του οργανισμού μας;



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι οργανισμοί χρειάζονται ενέργεια για να διατηρούν την οργάνωσή τους και να επιτελούν τις λειτουργίες τους. Την ενέργεια αυτή την προμηθεύονται από την τροφή τους. Η χημική ενέργεια της τροφής μετατρέπεται από τους οργανισμούς σε άλλες μορφές ενέργειας, όπως θερμική, κινητική κτλ.

Οι διάφορες χημικές αντιδράσεις που συμβαίνουν στον οργανισμό αποτελούν τον μεταβολισμό, που περιλαμβάνει αντιδράσεις καταβολισμού και αναβολισμού. Στις πρώτες γίνεται σύνθεση μορίων και απαιτείται ενέργεια, ενώ στις δεύτερες γίνεται διάσπαση μορίων και απελευθερώνεται ενέργεια. Οι χημικές αντιδράσεις των οργανισμών καταλύονται από ειδικές πρωτεΐνες, τα ένζυμα. Η δράση των ενζύμων σχετίζεται άμεσα με τη δομή τους και είναι ειδική. Τα ένζυμα χρησιμοποιούνται πολύ συχνά στην καθημερινή μας ζωή.



**ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ:** ενέργεια, μεταβολισμός, καταβολισμός, αναβολισμός, ένζυμα, ειδική δράση, υπόστρωμα, ενεργό κέντρο.



Ερωτήσεις

Προβλήματα

Δραστηριότητες

ΓΙΑ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ

**1.** Να συμπληρώσετε με τους κατάλληλους όρους τα κενά στο παρακάτω κείμενο:

Ο άνθρωπος, όπως όλοι οι ζωντανοί οργανισμοί, αξιοποιεί τη ..... ενέργεια των ουσιών της τροφής, τη μετατρέπει σε άλλες μορφές ..... και παράγει ..... (μηχανικό, χημικό κτλ.), καλύπτοντας με τον τρόπο αυτό τις ενεργειακές του ανάγκες. Στα κύτταρα του ανθρώπου οι χημικές αντιδράσεις καταλύονται από ειδικά πρωτεϊνικά μόρια, τα ..... . Όπως και όλοι οι καταλύτες, ο ρόλος τους είναι να ..... τις χημικές αντιδράσεις που γίνονται μέσα σε ένα ζωντανό κύτταρο, χωρίς όμως να συμμετέχουν στα ..... ή στα ..... της αντίδρασης.

**2.** Γιατί χρειάζονται ενέργεια οι οργανισμοί; Πώς την προμηθεύονται;

**3.** Ποια είναι η χημική φύση των ενζύμων; Ποια είναι τα δομικά τους συστατικά;

**4.** Αφού διαβάσετε το παρακάτω κείμενο, να απαντήσετε στις ερωτήσεις που ακολουθούν:

«Στα κύτταρα του συκωτιού παράγεται μέσα από ορισμένες αντιδράσεις υπεροξειδίου του υδρογόνου ( $H_2O_2$  – οξυζενέ), που είναι τοξικό για τα κύτταρα. Η καταλάση, ένα ένζυμο, διασπά το μόριο αυτό σε νερό και οξυγόνο, που δεν είναι βλαβερά. Μάλιστα, ένα μόριο καταλάσης δρα τόσο γρήγορα, που μπορεί να διασπάσει 6.000.000 μόρια υπεροξειδίου του υδρογόνου σε ένα λεπτό».

**α.** Γιατί το οξυζενέ θεωρείται πολύ καλό αντισηπτικό;

**β.** Όταν ριζούμε οξυζενέ σε μια ανοικτή πληγή, παρατηρούμε το σχηματισμό φυσαλίδων. Πώς το εξηγείτε;

**5.** Χαρακτηριστικό παράδειγμα χρήσης των ενζύμων στην καθημερινή μας ζωή αποτελούν τα απορρυπαντικά. Τα περισσότερα, αν όχι όλα, περιέχουν ένζυμα (π.χ. πρωτεάσες, δηλαδή ένζυμα που διασπούν πρωτεΐνες). Χάρη στα ένζυμα αυτά, διασπώνται ευκολότερα οι χημικές ενώσεις που περιέχονται στους λεκέδες. Δηλαδή, αν ένα απορρυπαντικό έχει πρωτεάσες, θα διασπά ευκολότερα λεκέδες από κρέας, αίμα, αυγά, γάλα κτλ., ενώ, αν έχει λιπάσες (ένζυμα που διασπούν λίπη), θα διασπά ευκολότερα λεκέδες από βούτυρο, λάδι, σάλτσες κτλ. Με βάση τα παραπάνω, να αναφέρετε γιατί είναι σημαντικό να πλένουμε τα ρούχα μας στη θερμοκρασία που συνιστούν οι οδηγίες οι οποίες αναγράφονται στη συσκευασία των απορρυπαντικών που περιέχουν ένζυμα. Αν πλύνουμε τα ρούχα μας σε θερμοκρασία μεγαλύτερη από αυτήν που προτείνουν οι κατασκευαστές του απορρυπαντικού, θα καθαρίσουν καλύτερα τα ρούχα μας; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.