

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ
ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ

Β' ΛΥΚΕΙΟΥ

**ΠΕΙΡΑΜΑ 1^ο: ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΕΝΖΥΜΙΚΗΣ ΔΡΑΣΗΣ
(ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗΣ–INTERFACE– ΤΩΝ
ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΔΡΑΣΗΣ ΤΩΝ ΕΝΖΥΜΩΝ)**

ΓΕΝΙΚΑ

Στόχοι πειραματικής διερεύνησης

Μετά την ολοκλήρωση της εργαστηριακής άσκησης, θα πρέπει να είστε σε θέση:

1. Να προβλέπετε και να περιγράφετε την επίδραση που μπορεί να έχει η μεταβολή της τιμής διαφόρων παραγόντων (π.χ. θερμοκρασίας, pH κ.ά.), στην ταχύτητα αντίδρασης (ενεργότητας) ενός ενζύμου.
2. Να αποτυπώνετε τα αποτελέσματα μετρήσεων, από μια πειραματική διερεύνηση της ενεργότητας ενός ενζύμου, με τη μορφή γραφικής παράστασης, αλλά και να ερμηνεύετε μια τέτοια γραφική παράσταση.
3. Να υπολογίζετε και να καταγράφετε σε μια γραφική παράσταση, τη στιγμιαία ταχύτητα μιας ενζυμικής αντίδρασης ως τη μεταβολή της συγκέντρωσης του προϊόντος της αντίδρασης στη μονάδα του χρόνου, σε συνάρτηση με τη μεταβολή ενός ελεγχόμενου παράγοντα (ανεξάρτητη μεταβλητή).
4. Να υπολογίζετε την άριστη τιμή ενός ελεγχόμενου παράγοντα (π.χ. θερμοκρασίας, pH κ.ά.) από τη γραφική παράσταση της μεταβολής της ενεργότητας του ενζύμου, συναρτήσει της μεταβολής της τιμής αυτού του παράγοντα.
5. Να μπορείτε να σχεδιάζετε και να εκτελείτε ένα πείραμα που στόχο έχει τη διερεύνηση της άριστης τιμής του pH, της θερμοκρασίας, της συγκέντρωσης του ενζύμου, και της συγκέντρωσης του υποστρώματος μιας συγκεκριμένης, ενζυμικά καταλυόμενης βιοχημικής αντίδρασης.
6. Να μπορείτε να προτείνετε τρόπους βελτίωσης μιας πειραματικής διερεύνησης που αφορά στη δράση των ενζύμων ώστε να αυξάνεται η εγκυρότητα και η αξιοπιστία του πειράματος.
7. Να μπορείτε να εφαρμόζετε τις αρχές της δράσης των ενζύμων σε ιατρικές, οικιακές και περιβαλλοντικές εφαρμογές.

Βασικές αρχές πειραματικής διερεύνησης

Σε μία πειραματική διερεύνηση είναι απαραίτητο:

1. Να τεθούν τα ερωτήματα που θέλουμε να απαντηθούν με τα αποτελέσματα του πειράματος.
2. Να διατυπωθεί μια υπόθεση και μια πρόβλεψη αποτελεσμάτων, με βάση την υπόθεση, που να μπορεί να επαληθευθεί ή να απορριφθεί ως λανθασμένη με βάση τα αποτελέσματα του πειράματος.
3. Να σχεδιαστεί το πείραμα έτσι ώστε να είναι δυνατή η απόδειξη της ορθότητας ή όχι της αρχικής υπόθεσης. Στο σχεδιασμό του πειράματος θα πρέπει:
 - α. Να γίνει αναγνώριση και κατηγοριοποίηση των παραγόντων εκείνων που μπορούν να επηρεάσουν το υπό μελέτη φαινόμενο (καθορισμός μεταβλητών) και να προσδιοριστεί ο τρόπος ελέγχου τους.

Μεταβλητή: Είναι οποιοσδήποτε παράγοντας που μπορεί στην πορεία μιας διερεύνησης να αλλάξει. Π.χ. στη διερεύνηση ανάπτυξης του βλαστού ενός φυτού μεταβλητές είναι το ύψος του βλαστού, το φως, η θερμοκρασία, τα άλατα εδάφους, η σύσταση της ατμόσφαιρας κ.λπ.. Τις μεταβλητές μπορούμε να τις χωρίσουμε σε:

- **Ανεξάρτητη:** Η μια και μόνη μεταβλητή που εμείς μεταβάλλουμε κατά τη διάρκεια του πειράματος προκειμένου να μελετήσουμε την υπόθεσή μας. Αν ενδιαφερόμαστε, για παράδειγμα, να εξετάσουμε αν και κατά πόσο η μεταβολή της θερμοκρασίας επηρεάζει την ανάπτυξη των φυτών, πρέπει κατά τη διάρκεια του πειράματος να μεταβάλλουμε μόνο την τιμή της θερμοκρασίας.

Σε γραφική παράσταση η ανεξάρτητη μεταβλητή απεικονίζεται συνήθως στον άξονα Χ.

- **Εξαρτημένη:** Η μεταβλητή (π.χ. ύψος βλαστού) που μετρούμε σε συνάρτηση με την ανεξάρτητη μεταβλητή (π.χ. θερμοκρασία) προκειμένου να ελέγξουμε την υπόθεσή μας (π.χ. η ανάπτυξη των φυτών εξαρτάται από τη θερμοκρασία).

Σε γραφική παράσταση η εξαρτημένη μεταβλητή απεικονίζεται συνήθως στον άξονα Y.

- **Ελεγχόμενες:** Όλες οι άλλες μεταβλητές (π.χ. φως, άλατα εδάφους, σύσταση ατμόσφαιρας κ.λπ.) που πιθανόν να επηρεάζουν, όπως και η ανεξάρτητη μεταβλητή (π.χ. θερμοκρασία), την εξαρτημένη μεταβλητή (π.χ. ύψος βλαστού) και οι οποίες κατά τη διάρκεια της πειραματικής διερεύνησης είναι απαραίτητο να διατηρούνται σταθερές.

Σε γραφική παράσταση, όπου απεικονίζεται μια μόνο πειραματική διερεύνηση, συνήθως δεν δηλώνονται οι ελεγχόμενες μεταβλητές.

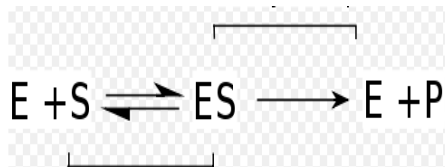
- β. Να γίνει επιλογή και να χρησιμοποιηθεί, κατά περίπτωση, ο κατάλληλος θετικός και αρνητικός μάρτυρας του πειράματος, ώστε να μπορούν να αποκλειστούν, αντίστοιχα, τυχόν ψευδώς αρνητικά και ψευδώς θετικά αποτελέσματα.
 - γ. Να γίνει επιλογή και καταγραφή των κατάλληλων οργανισμών, εργαστηριακών οργάνων, χημικών αντιδραστηρίων και υλικών που είναι απαραίτητα για την εκτέλεση του πειράματος.
 - δ. Να καθοριστεί ο αριθμός του δείγματος που είναι αναγκαίος έτσι ώστε, στατιστικά, το αποτέλεσμα να είναι αξιόπιστο.
 - ε. Να καθοριστεί ο τρόπος λήψης των μετρήσεων (αριθμητική αποτίμηση, ποιοτική αποτίμηση, φωτογραφική αποτύπωση, κ.ο.κ.).
 - στ. Να δημιουργηθεί ένα εύχρηστο σύστημα καταγραφής (π.χ. σε πίνακες) των δεδομένων που θα λαμβάνονται με τις μετρήσεις κατά τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας.
 - ζ. Να ακολουθηθεί, μετά από μελέτη, η μεθοδολογία εκείνη που θα επιτρέπει την ασφαλή, έγκυρη, αξιόπιστη, ακριβή και περιβαλλοντικά και βιοηθικά ορθή διαδικασία εκτέλεσης του πειράματος έτσι ώστε να είναι δυνατή η αποδοχή ή όχι της αρχικής υπόθεσης.
4. Στο τέλος του πειράματος:
- Να παρουσιαστούν, μετά από επεξεργασία, τα αποτελέσματα με τον πιο κατάλληλο τρόπο.
 - Να υπάρχει αναστοχασμός, όσον αφορά την πειραματική διαδικασία, σε επίπεδο ασφάλειας, εγκυρότητας, αξιοπιστίας, ακρίβειας και περιβαλλοντικής-βιοηθικής ευαισθητοποίησης.
 - Να μπορεί να γίνει σε επιστημονικό επίπεδο, με βάση τα αποτελέσματα του πειράματος, μια πρόβλεψη και μια γενίκευση.

Θεωρητικό πλαίσιο

Γενικά

Τα ένζυμα είναι κατά κανόνα πρωτεΐνες με εξειδικευμένες καταλυτικές ιδιότητες. Ως καταλύτες τα ένζυμα:

1. Επιταχύνουν τις βιοχημικές αντιδράσεις (αύξηση ταχύτητας μετατροπής των αντιδρώντων σε προϊόντα).
2. Παραμένουν αμετάβλητα κατά τη διάρκεια της καταλυτικής τους δράσης και μπορούν να συμμετάσχουν σε επαναλαμβανόμενους κύκλους αντιδράσεων, και
3. Δρώντας σε σχετικά μικρές συγκεντρώσεις, σε σχέση με τις συγκεντρώσεις των υποστρωμάτων στα οποία δρουν, δεν επηρεάζουν την ισορροπία της αντίδρασης.



Προκειμένου να δράσει ένα ένζυμο (E) αρχικά θα πρέπει να συνδέσει το υπόστρωμά του (S), στη περιοχή του ενεργού του κέντρου για να δημιουργήσει ένα προσωρινό σύμπλοκο (ES). Με τη δράση του ενζύμου το υπόστρωμα θα μετατραπεί σε προϊόν (P) το οποίο και θα απελευθερωθεί από το ένζυμο.

Μεταξύ της δομής του υποστρώματος και της δομής του ενεργού κέντρου του ενζύμου υπάρχει συμπληρωματικότητα του τύπου κλειδί-κλειδαριά, ενώ κατά την επαφή το ενεργό κέντρο προσαρμόζει ακόμη καλύτερα τη σύνδεση με το υπόστρωμά του με ελαφρά αλλαγή της δομής του (induced fit).

Ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό, μεγάλης σημασίας, είναι η ευαισθησία που παρουσιάζει η δομή των ενζύμων. Ακόμη και μια φαινομενικά μικρή αλλαγή στη δομή του ενζύμου μπορεί να προκαλέσει την απώλεια της ενζυμικής του δράσης.

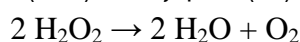
Μερικοί από τους παράγοντες που, ως γνωστό επηρεάζουν την σταθερότητα της δομής των ενζύμων, και επομένως και την ενζυμική ενεργότητα είναι η θερμοκρασία, η συγκέντρωση υδρογονοκατιόντων (pH) και η συγκέντρωση των αλάτων. Την ταχύτητα ενζυμικής δράσης (ενζυμική ενεργότητα) επηρεάζουν επίσης και παράγοντες που δεν επηρεάζουν τη δομή των ενζύμων όπως η συγκέντρωση του ενζύμου, η συγκέντρωση υποστρώματος και η συγκέντρωση αναστολέων.

Συνήθως, υπολογίζουμε τη στιγμιαία ταχύτητα ενζυμικής δράσης (V) μετρώντας τη μεταβολή στο ποσό του προϊόντος (ΔP) που παράγεται σε ένα μικρό χρονικό διάστημα (Δt), δηλ. $V = \Delta P / \Delta t$.

Μια μονάδα ενζυμικής ενεργότητας (1U) οποιοδήποτε ενζύμου ορίζεται ως το ποσό ενζύμου που μπορεί να καταλύσει τη μετατροπή 1μMole υποστρώματος ανά 1' λεπτό υπό καθορισμένες συνθήκες.

Το ένζυμο καταλάση και η δράση του στα κύτταρα

Η καταλάση είναι ένα κοινό ένζυμο που απαντάται σχεδόν σε όλους τους ζωντανούς οργανισμούς, που είναι εκτεθειμένοι στο οξυγόνο. Το μόριο της καταλάσης είναι ένα ομοτετραμερές από τέσσερις πολυπεπτιδικές αλυσίδες, με πάνω από 500 αμινοξέα η κάθε μια. Σε κάθε αλυσίδα υπάρχει ένα μόριο αίμης με ένα άτομο σιδήρου (Fe) που επιτρέπει στο ένζυμο να αντιδράσει και να καταλύσει τη διάσπαση του υπεροξειδίου του υδρογόνου (H₂O₂), κοινώς οξυζενέ, σε νερό (H₂O) και οξυγόνο (O₂), σύμφωνα με την αντίδραση:



Το H₂O₂ είναι μια πολύ επικίνδυνη για τον οργανισμό οξειδωτική ουσία, που παράγεται ως παραπροϊόν σε όλα σχεδόν τα κύτταρα, μέσα από ποικίλες αντιδράσεις του μεταβολισμού στις οποίες συμμετέχει το οξυγόνο. Ως οξειδωτική ουσία είναι δυνατόν να οδηγήσει σε εκφυλισμό των χρωματοσωμάτων, σε καρκίνο και γήρανση. Για την αποφυγή κυτταρικών βλαβών, το H₂O₂ θα πρέπει να μετατραπεί γρήγορα σε άλλες, λιγότερο επικίνδυνες ουσίες. Για το σκοπό αυτό, η καταλάση χρησιμοποιείται συχνά από τα κύτταρα για την ταχεία διάσπαση του υπεροξειδίου του υδρογόνου στο λιγότερο δραστικό αέριο οξυγόνο και σε αδρανή μόρια νερού.

Η καταλάση διαθέτει, μεταξύ των ενζύμων, έναν από τους υψηλότερους ρυθμούς μετατροπής. Ένα μόριο καταλάσης μπορεί να μετατρέψει εκατομμύρια μορίων υπεροξειδίου του υδρογόνου σε νερό και οξυγόνο ανά δευτερόλεπτο.

Το άριστο pH για την ανθρώπινη καταλάση είναι περίπου 7, ενώ στους διάφορους άλλους οργανισμούς κυμαίνεται μεταξύ 4 και 11, ανάλογα με το είδος του οργανισμού. Η άριστη θερμοκρασία κυμαίνεται, επίσης, ανάλογα με το είδος.

ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Απαιτούμενος χρόνος

Δύο (2) συνεχόμενες περίοδοι.

Όργανα και Υλικά

- 1 συσκευή διασύνδεσης (Interface) συνδεδεμένη με υπολογιστή
- 1 αισθητήρας πίεσης (absolute)
- 1 συσκευή ομογενοποίησης (εκχυμωτής τύπου μπλέντερ) ή 1 τρίφτης (ή μηχανή πουρέ)
- 1 ζυγαριά ακριβείας (0,01g)
- 1 χωνί
- 1 τσιμπίδα
- 1 μαχαίρι
- 1 ογκομετρικός κύλινδρος 100 ml
- 2 κωνικές φιάλες 100 ml
- 1 ποτήρι ζέσεως
- σιφώνια (πιπέτες) 10 ml ή αυτόματη πιπέτα 1 ml
- 5-6 φρέσκα συκωτάκια από κοτόπουλο (50 g), ή μια φρέσκια υγιής πατάτα
- φυσιολογικός ορός (0,9% NaCl)
- αποστειρωμένες γάζες ή/και πυκνό σουρωτήρι
- αλουμινοχαρτο
- χαρτί κουζίνας
- παγάκια
- πετσέτα
- ηλεκτρικό μάτι ή γκαζάκι για βραστό νερό
- 6% H₂O₂
- HCl 1M

Εισαγωγή

Σ' αυτή την πειραματική διερεύνηση:

- Θα ομογενοποιήσετε ζωικό ή φυτικό ιστό (συκώτι ή πατάτα) και θα συλλέξετε, μετά από διήθηση (φιλτράρισμα) του ομογενοποιημένου, το διήθημα με το ένζυμο καταλάση.
- Θα διερευνήσετε τη δράση του ενζύμου επιάζοντας μέρος του διηθήματος με το φυσικό υπόστρωμα του ενζύμου, το υπεροξειδίο του υδρογόνου, και μετρώντας την παραγωγή του οξυγόνου (προϊόν της αντίδρασης).
- Η μέτρηση της παραγωγής οξυγόνου γίνεται με τη βοήθεια της συσκευής διασύνδεσης και του αισθητήρα πίεσης.
- Αφού πιστοποιήσετε την ύπαρξη ενεργότητας του ενζύμου καταλάση στο διήθημα, θα διερευνήσετε πώς αυτή η ενεργότητα επηρεάζεται από διάφορες μεταβλητές (pH, θερμοκρασία, συγκέντρωση του ενζύμου).
- Στην ανάλυση των αποτελεσμάτων θα υπολογίσετε την ταχύτητα της ενζυμικής αντίδρασης κάτω από διαφορετικές συνθήκες, μετρώντας τη μεταβολή της πίεσης σε κάποιο χρονικό διάστημα.

Προετοιμασία ενζυμικού παρασκευάσματος

- Να τοποθετήσετε σε μια κωνική φιάλη, ή ένα ογκομετρικό κύλινδρο, ένα χωνί με ένα σουρωτήρι με δύο γάζες.
- Να βάλετε περίπου 50 g συκωτάκια σε ένα εκχυμωτή (blender) και να τα ομογενοποιήσετε μαζί με 40-50 ml παγωμένου φυσιολογικού ορού για 30 sec, ή εναλλακτικά να τρίψετε περίπου 70 g πατάτας ξεπλένοντας τον τρίφτη με 30-40 ml παγωμένου φυσιολογικού ορού.
- Να διηθήσετε γρήγορα το εκχύλισμα (ομογενοποίημα), μαζεύοντας και πιέζοντας αν χρειαστεί ελαφρά τις γάζες, να κρατήσετε το δοχείο, με το διήθημα που περιέχει το ένζυμο, στον πάγο και να απορρίψετε τις γάζες με τον ομογενοποιημένο ιστό.
- Όσο πιο συμπυκνωμένο είναι το διήθημα, τόσο μεγαλύτερη είναι η συγκέντρωση του ενζύμου σ' αυτό.

Προετοιμασία συσκευής διασύνδεσης, υπολογιστή και αισθητήρα πίεσης

- Να συνδέσετε τη συσκευή διασύνδεσης **Pasco Science Workshop 500 Interface** με τον υπολογιστή σας, και τον αισθητήρα πίεσης με τη συσκευή διασύνδεσης σε ένα από τα αναλογικά κανάλια (channels A, B ή C).
- Να ανοίξετε τον υπολογιστή και το πρόγραμμα **Data Studio Software** ώστε να φαίνεται το παράθυρο **Experiment Setup**.
- Στη στήλη **Sensors** αριστερά να επιλέξετε τον αισθητήρα **Pressure Sensor-absolute**, να τον τραβήξετε στο δεξί παράθυρο που φαίνεται εικονίδιο της συσκευής Interface και να τον συνδέσετε εικονικά στο ίδιο κανάλι με αυτό που είναι πραγματικά συνδεδεμένος ο αισθητήρας με την συσκευή διασύνδεσης στο πραγματικό πείραμα.
- Στις ιδιότητες του αισθητήρα να επιλέξετε συχνότητα μετρήσεων ανά 5 s και ευαισθησία αισθητήρα Low (1x).
- Να κάνετε διπλό κλικ στο κουμπί **Graph** στη στήλη **Displays**.
- Μόλις προσθέσετε τα αντιδρώντα στην κωνική φιάλη και ξεκινήσει η ενζυμική αντίδραση να τοποθετήσετε τον αισθητήρα με το λαστιχένιο πώμα στο στόμιο της κωνικής φιάλης και κλείνοντάς την να κάνετε κλικ στο κουμπί **Start** στο παράθυρο του **data studio toolbar**.
- Πρέπει να δείτε τις μετρήσεις να καταγράφονται στη γραφική παράσταση. Συνεχίστε να παίρνετε μετρήσεις για περίπου **180 s**.
- Για να σταματήσετε το πείραμα κάντε κλικ στο κουμπί **Stop** στο παράθυρο του **data studio toolbar**.
- Για κάθε νέο πείραμα να σημειώνετε στη γραφική παράσταση το χρονικό σημείο που επανεκκινείτε τον αισθητήρα. Αυτό μπορείτε να το κάνετε πατώντας το κουμπί **text A** και γράφοντας στο κουτί κειμένου το όνομα του πειράματος (π.χ. Pressure, ChA Catalase only).
- Για όλα τα πειράματα που γίνονται μετρήσεις, οι γραφικές παραστάσεις, αποτυπώνονται στο ίδιο φύλλο εργασίας (εικόνα) έτσι ώστε τα αποτελέσματα να είναι εύκολα συγκρίσιμα.

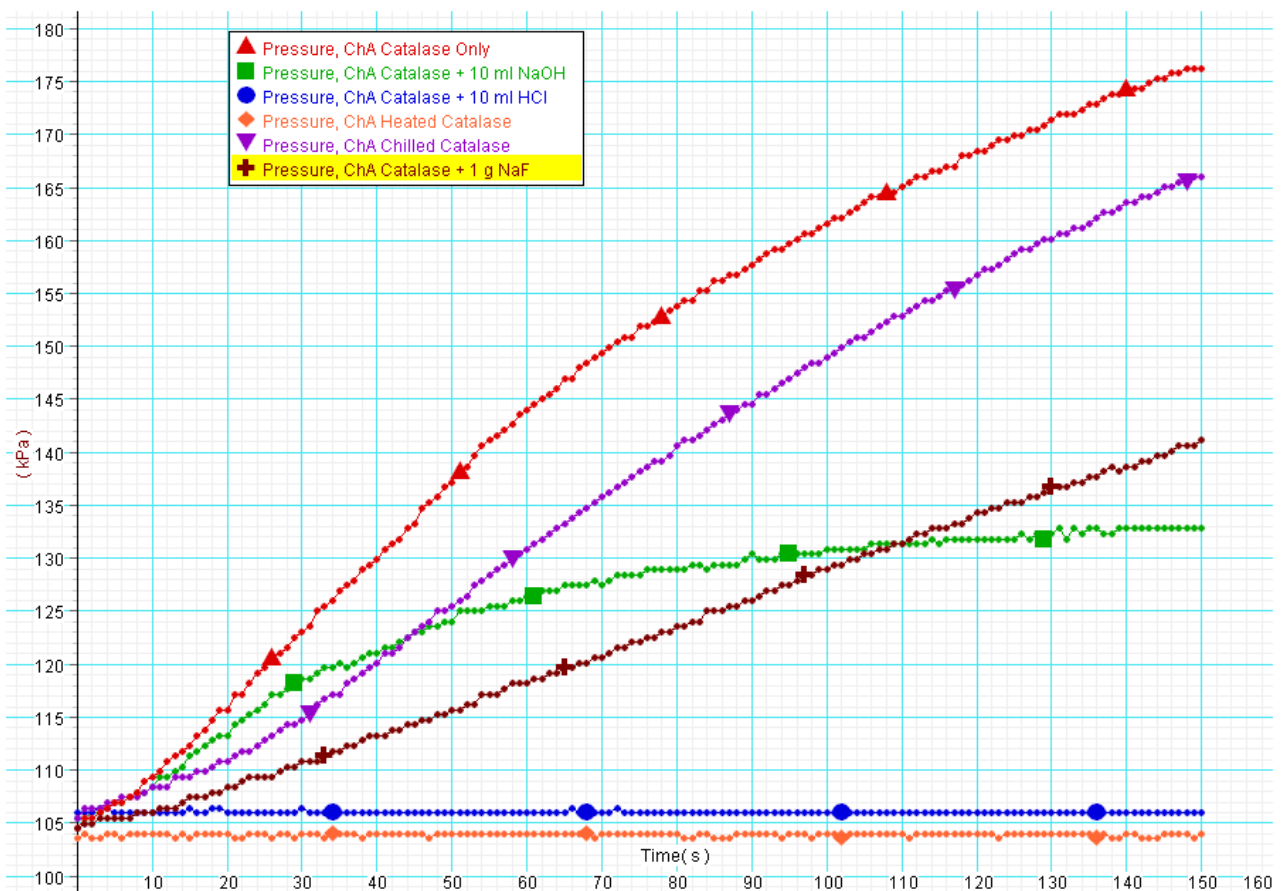
Ετοιμότητα μαθητών για παρακολούθηση της πειραματικής διερεύνησης

- Κατά τη διεξαγωγή των πιο κάτω διερευνήσεων οι μαθητές θα πρέπει να έχουν την ετοιμότητα να αναγνωρίζουν τις μεταβλητές κάθε πειράματος (ανεξάρτητες, εξαρτημένες, ελεγχόμενες) και να παρατηρούν και να καταγράφουν τις όποιες παρατηρήσεις τους
- Για κάθε ενζυμική αντίδραση-πείραμα οι μαθητές θα πρέπει στο τέλος να μπορούν να υπολογίζουν τις τελικές συγκεντρώσεις αντιδρώντων καθώς και την (στιγμιαία) ταχύτητα ενζυμικής αντίδρασης (ταχύτητα ενζυμικής δράσης) σε διαφορετικά χρονικά σημεία της διαδικασίας.
- Οι μαθητές, στο τέλος, θα πρέπει να μπορούν να συγκρίνουν τις ταχύτητες ενζυμικής δράσης στις διαφορετικές συνθήκες κάθε πειράματος και να εξάγουν συμπεράσματα για τον τρόπο που η κάθε αλλαγή, στις μεταβλητές των πειραμάτων, επηρέασε τη δράση του ενζύμου (ταχύτητα αντίδρασης).

Οι γραφικές παραστάσεις που θα αποτυπώνουν τα αποτελέσματα των πειραματικών διερευνήσεών σας θα πρέπει να προσομοιάζουν με τις παρακάτω ενδεικτικές γραφικές παραστάσεις.

Σ' αυτές απεικονίζεται, στον άξονα Υ, η μεταβολή της τιμής της πίεσης του αερίου O_2 που παράγεται, σε διάφορες εργαστηριακές συνθήκες, σε kPa ($PO_2 \rightarrow kPa$), συναρτήσει της μεταβολής του χρόνου που διέρχεται (άξονας Χ), σε s ($t \rightarrow s$).

Από τις γραφικές αυτές παραστάσεις (π.χ. Pressure, ChA Catalase Only) μπορείτε να υπολογίσετε, για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα (π.χ. $\Delta t = 130\text{ s} - 120\text{ s}$), ποια είναι η στιγμιαία ταχύτητα V, αφού υπολογίσετε πρώτα τη διαφορά της πίεσης σ' αυτό το χρονικό διάστημα (π.χ. $\Delta P = 173\text{ kPa} - 166\text{ kPa}$). Ο υπολογισμός γίνεται εύκολα αφού γνωρίζουμε ότι $V = \Delta P / \Delta t$.



Μέθοδοι – Διαδικασία

1. Να τοποθετήσετε σε μια κωνική φιάλη, ή ένα ογκομετρικό κύλινδρο, ένα χωνί με ένα σουρωτήρι με δύο γάζες.
2. Να βάλετε σε ένα εκχυμωτή (blender) 50 g από φρέσκα συκωτάκια πουλερικών μαζί με 40-50 ml παγωμένου φυσιολογικού ορού και να τα ομογενοποιήσετε για 30 s ή, εναλλακτικά, τρίψτε στον τρίφτη (ή σε μηχανή πουρέ) 70 g από μια φρέσκια υγιή πατάτα και ξεπλύνετε με 30-40 ml φυσιολογικού ορού.



Ο εκχυμωτής (blender), ο τρίφτης, τα νυστέρια, τα μαχαίρια και οι λεπίδες μπορούν να σας κόψουν. Να τα χρησιμοποιείτε με απόλυτη προσοχή! Δεν βάζουμε ποτέ τα χέρια μέσα στον εκχυμωτή εφόσον ο ρευματολήπτης δεν έχει αποσυνδεθεί από την παροχή ρεύματος! Αφού τοποθετήσουμε τον ιστό για ομογενοποίηση, κλείνουμε πάντοτε το καπάκι του εκχυμωτή πριν τον θέσουμε σε λειτουργία! Αφαιρούμε τον ρευματολήπτη από την παροχή ρεύματος πριν ανοίξουμε το καπάκι!

3. Να διηθήσετε προσεκτικά το ομογενοποίημα, περνώντας το σιγά-σιγά από τις γάζες που τοποθετήσατε στο σουρωτήρι, και να αφήσετε το διήθημα με το ένζυμο να προχωρήσει μέσα από το χωνί στην κωνική φιάλη, ή τον ογκομετρικό κύλινδρο που βρίσκεται σε ποτήρι ζέσεως με πάγο. Να συμπιέσετε, αν χρειαστεί, ελαφρά τις γάζες για επιτάχυνση της διήθησης.
4. **Να κρατήσετε το δοχείο με το διήθημα, που περιέχει το ένζυμο, στον πάγο (σε όλη τη διάρκεια των πειραμάτων)** και να απορρίψετε τις γάζες με τον ομογενοποιημένο ιστό.
5. Όταν τελειώσετε να καθαρίσετε τον χώρο εργασίας σας και να πλυθείτε.

ΠΕΙΡΑΜΑ 1^ο

1. Να συνδέσετε τη συσκευή διασύνδεσης **Pasco Science Workshop 500 Interface** με τον υπολογιστή σας, και τον αισθητήρα πίεσης με τη συσκευή διασύνδεσης σε ένα από τα αναλογικά κανάλια A, B ή C.
2. Να ανοίξετε τον υπολογιστή και το πρόγραμμα **Data Studio Software** ώστε να φαίνεται το παράθυρο **Experiment Setup**.
3. Στη στήλη **Sensors** αριστερά να επιλέξετε τον αισθητήρα **Pressure Sensor-absolute**, να τον τραβήξετε στο δεξί παράθυρο που φαίνεται εικονίδιο της συσκευής Interface και να τον συνδέσετε εικονικά στο ίδιο κανάλι με αυτό που είναι πραγματικά συνδεδεμένος ο αισθητήρας με την συσκευή διασύνδεσης στο πραγματικό πείραμα.
4. Στις ιδιότητες του αισθητήρα να επιλέξετε συχνότητα μετρήσεων ανά 5 s και ευαισθησία αισθητήρα Low (1x).
5. Κάντε διπλό κλικ στο κουμπί **Graph** στη στήλη **Displays**.
6. Να τοποθετήσετε τα αντιδραστήρια, με την ορθή σειρά όπως φαίνονται στον ΠΙΝΑΚΑ 1α, σε κωνική φιάλη των 100 ml.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1α - Ενζυμική αντίδραση: Ένζυμο + Υπόστρωμα (μόνο) σε θερμ. δωματίου (θ.δ.)			
ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	ΟΓΚΟΣ	Τελική συγκέντρωση $C_{αρχ} \times V_{αρχ} = C_{τελ} \times V_{τελ}$
Φυσιολογικός ορός	√	24 ml	
1M HCl			
Ενζυμικό εκχύλισμα συκωτιού, ή πατάτας	√	3 ml	
6% H ₂ O ₂	√	3 ml	
Τελικός όγκος αντίδρασης (V₂)*		30 ml	*Πρώτα διαλύουμε στο φυσιολογικό ορό το ένζυμο και μετά το H ₂ O ₂



Να θυμάστε πως από τη στιγμή που ενώνετε το ένζυμο με το υπόστρωμα η βιοχημική αντίδραση ξεκινά! Κινηθείτε γρήγορα! Καλή εφαρμογή του πώματος στη κωνική!

7. Να τοποθετήσετε τον αισθητήρα με το λαστιχένιο πώμα στο στόμιο της κωνικής φιάλης και κλείνοντάς την να κάνετε κλικ στο κουμπί **Start** στο παράθυρο του **data studio toolbar**.
8. Να συνεχίσετε να παίρνετε μετρήσεις για περίπου **180 s** ενώ βλέπετε τις μετρήσεις να καταγράφονται στη γραφική παράσταση.
9. Να σταματήσετε το πείραμα κάνοντας κλικ στο κουμπί **Stop** στο παράθυρο του **data studio toolbar**.
10. Χωρίς να βγείτε από το πρόγραμμα να σημειώσετε στη γραφική παράσταση το είδος του πειράματος πατώντας το κουμπί **text A** και γράφοντας στο κουτί κειμένου το όνομα του πειράματος (π.χ. Ένζυμο + Υπόστρωμα (μόνο)).
11. Κατά τη διάρκεια του πειράματος οι μαθητές συμπληρώνουν τον πιο κάτω ΠΙΝΑΚΑ 1β.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1β: Υπόθεση – Πρόβλεψη – Μεταβλητές – Παρατηρήσεις πειράματος	
- Ένζυμο: ...Κατάλαση από.....	Πείραμα: ...Ένζυμο + Υπόστρωμα (μόνο) σε θ.δ. ...
- Υπόθεση:	
- Πρόβλεψη:	
- Μεταβλητές: Ανεξάρτητη:	Εξαρτημένη:
Ελεγχόμενες:	
- Παρατηρήσεις:	
.....	

ΠΕΙΡΑΜΑ 2^ο (1^ο Εναλλακτικό)

1. Για να κάνετε το επόμενο πείραμα, αποσυνδέστε τον αισθητήρα και χρησιμοποιήστε νέα καθαρή κωνική φιάλη.
2. Ανάλογα με τα αποτελέσματα του προηγούμενου πειράματος και εφόσον αυτά δεν είναι ικανοποιητικά, - πολύ μεγάλη κλίση (πολύ μεγάλη ταχύτητα αντίδρασης) ή αντίθετα πολύ μικρή κλίση καμπύλης (πολύ μικρή ταχύτητα αντίδρασης) -, επαναλαμβάνουμε το πείραμα αλλά τοποθετούμε αντίστοιχα τη μισή ή τη διπλάσια ποσότητα ενζυμικού εκχυλίσματος (απ' ότι προηγούμενως). Σε αυτή την περίπτωση να κάνετε τις απαιτούμενες αλλαγές στους όγκους ώστε στα επόμενα πειράματα να χρησιμοποιείτε τον ίδιο όγκο ενζυμικού εκχυλίσματος (1,5 ή 3 ή 4,5 ml) που θα σας έχει δώσει, με βάση τα αποτελέσματα του 1^{ου} και 2^{ου} (1^{ου} Εν.) πειράματος, το πιο εμφανές αποτέλεσμα στη γραφική παράσταση.
3. Να τοποθετήσετε τα αντιδραστήρια, με την ορθή σειρά όπως φαίνονται στον ΠΙΝΑΚΑ 2α, σε κωνική φιάλη των 100 ml.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2α - Ενζυμική αντίδραση: Ένζυμο + Υπόστρωμα (μόνο) σε θ.δ..			
ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	ΟΓΚΟΣ	Τελική συγκέντρωση $C_{αρχ} \times V_{αρχ} = C_{τελ} \times V_{τελ}$
Φυσιολογικός ορός	√	25,5 ή 22,5 ml	
1M HCl			
Ενζυμικό εκχύλισμα συκωτιού, ή πατάτας	√	1,5 ή 4,5 ml	
6% H ₂ O ₂	√	3 ml	
Τελικός όγκος αντίδρασης (V₂)*		30 ml	*Πρώτα διαλύουμε στο φυσιολογικό ορό το ένζυμο και μετά το H ₂ O ₂ .

4. Να επαναλάβετε τα βήματα 7-10 του 1^{ου} πειράματος.
5. Κατά τη διάρκεια του πειράματος οι μαθητές συμπληρώνουν τον πιο κάτω ΠΙΝΑΚΑ 2β.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2β: Υπόθεση – Πρόβλεψη – Μεταβλητές – Παρατηρήσεις πειράματος	
- Ένζυμο: ...Καταλάση από	Πείραμα: ...Ένζυμο + Υπόστρωμα (μόνο) σε θ.δ. ...
- Υπόθεση:	
- Πρόβλεψη:	
- Μεταβλητές: Ανεξάρτητη:	Εξαρτημένη:
Ελεγχόμενες:	
- Παρατηρήσεις:	
.....	
.....	

ΠΕΙΡΑΜΑ 3^ο

1. Για να κάνετε το επόμενο πείραμα, αποσυνδέστε τον αισθητήρα και χρησιμοποιήστε νέα καθαρή κωνική φιάλη.
2. Να τοποθετήσετε τα αντιδραστήρια, με την ορθή σειρά όπως φαίνονται στον ΠΙΝΑΚΑ 3α, σε κωνική φιάλη των 100 ml.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3α - Ενζυμική αντίδραση: Ένζυμο + HCl σε θ.δ..			
ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	ΟΓΚΟΣ	Τελική συγκέντρωση $C_{\text{αρχ}} \times V_{\text{αρχ}} = C_{\text{τελ}} \times V_{\text{τελ}}$
Φυσιολογικός ορός	√	15,5 ή 14 ή 12,5 ml	
1M HCl	√	10 ml	
Ενζυμικό εκχύλισμα συκωτιού, ή πατάτας	√	1,5 ή 3 ή 4,5 ml	
6% H ₂ O ₂	√	3 ml	
Τελικός όγκος αντίδρασης (V₂)*		30 ml	*Πρώτα προσθέτουμε στο φυσιολ. ορό το HCl, μετά το ένζυμο και μετά το H ₂ O ₂ .

3. Να επαναλάβετε τα βήματα 7-10 του 1^{ου} πειράματος.
4. Κατά τη διάρκεια του πειράματος οι μαθητές συμπληρώνουν τον πιο κάτω ΠΙΝΑΚΑ 3β.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3β: Υπόθεση – Πρόβλεψη – Μεταβλητές – Παρατηρήσεις πειράματος	
- Ένζυμο: ...Καταλάση από	Πείραμα: ...Ένζυμο + HCl σε θ.δ. ...
- Υπόθεση:	
- Πρόβλεψη:	
- Μεταβλητές: Ανεξάρτητη:	Εξαρτημένη:
Ελεγχόμενες:	
- Παρατηρήσεις:	
.....	
.....	

ΠΕΙΡΑΜΑ 4^ο

1. Για να κάνετε το επόμενο πείραμα, να αποσυνδέσετε τον αισθητήρα και να χρησιμοποιήσετε νέα καθαρή κωνική φιάλη.
2. Να τοποθετήσετε τα αντιδραστήρια, με την ορθή σειρά όπως φαίνονται στον ΠΙΝΑΚΑ 4α, σε κωνική φιάλη των 100 ml.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4α - Ενζυμική αντίδραση: Ένζυμο (προεπωασμένο σε 80 °C) + Υπόστρωμα σε θ.δ..			
ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	ΟΓΚΟΣ	Τελική συγκέντρωση $C_{\text{αρχ}} \times V_{\text{αρχ}} = C_{\text{τελ}} \times V_{\text{τελ}}$
Φυσιολογικός ορός	✓	25,5 ή 24 ή 22,5 ml	
1M HCl			
Ενζυμικό εκχύλισμα συκωτιού, ή πατά- τας (προεπ. στους 80 °C για 5 min)	✓	1,5 ή 3 ή 4,5 ml	
6% H ₂ O ₂	✓	3 ml	
Τελικός όγκος αντίδρασης (V₂)*		30 ml	*Πρώτα προσθέτουμε στο φυσιολ. ορό το ένζυμο και μετά το H ₂ O ₂ . Η ενζυμική αντίδραση διενεργείται με την κωνική φιάλη, υπό ανακίνηση, σε θ.δ..

3. Να επαναλάβετε τα βήματα 7-10 του 1^{ου} πειράματος.
4. Κατά τη διάρκεια του πειράματος οι μαθητές συμπληρώνουν τον πιο κάτω ΠΙΝΑΚΑ 4β.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4β: Υπόθεση – Πρόβλεψη – Μεταβλητές – Παρατηρήσεις πειράματος	
- Ένζυμο: ...Καταλάση από	Πείραμα: ... προεπ. Ένζυμο + Υπόστρωμα σε θ.δ.
- Υπόθεση:	
- Πρόβλεψη:	
- Μεταβλητές: Ανεξάρτητη:	Εξαρτημένη:
Ελεγχόμενες:	
- Παρατηρήσεις:	
.....	
.....	

ΠΕΙΡΑΜΑ 5^ο

1. Για να κάνετε το επόμενο πείραμα, να αποσυνδέσετε τον αισθητήρα και να χρησιμοποιήσετε νέα καθαρή κωνική φιάλη.
2. Να τοποθετήσετε τα αντιδραστήρια, με την ορθή σειρά όπως φαίνονται στον ΠΙΝΑΚΑ 5α, σε κωνική φιάλη των 100 ml.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5α - Αντίδραση: Χωρίς ένζυμο + Υπόστρωμα σε θ.δ.			
ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	ΟΓΚΟΣ	Τελική συγκέντρωση $C_{\text{αρχ}} \times V_{\text{αρχ}} = C_{\text{τελ}} \times V_{\text{τελ}}$
Φυσιολογικός ορός	✓	27 ml	
1M HCl			
Ενζυμικό εκχύλισμα συκωτιού, ή πατάτας			
6% H ₂ O ₂	✓	3 ml	
Τελικός όγκος αντίδρασης (V₂)		30 ml	

3. Να επαναλάβετε τα βήματα 7-10 του 1^{ου} πειράματος.
4. Κατά τη διάρκεια του πειράματος οι μαθητές συμπληρώνουν τον πιο κάτω ΠΙΝΑΚΑ 5β.

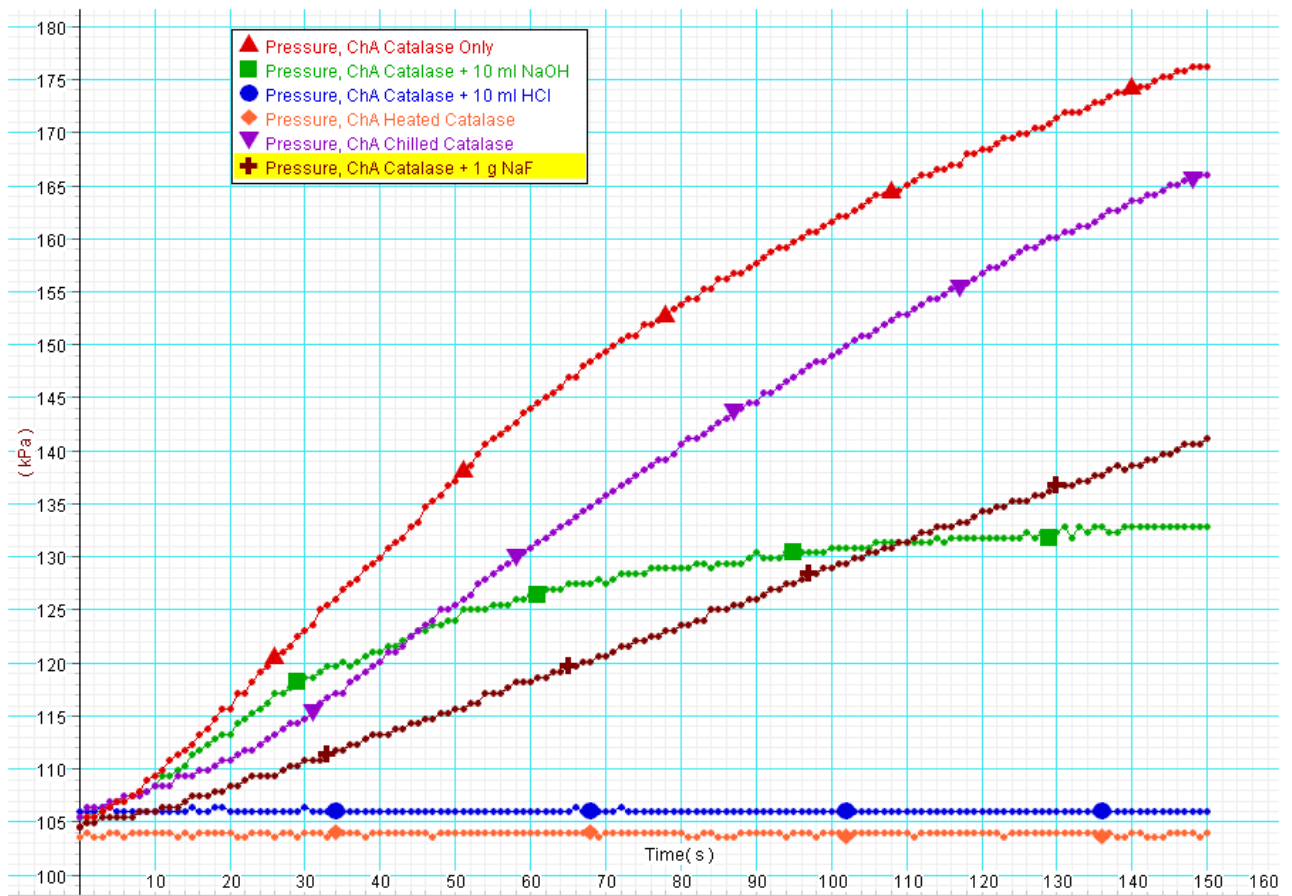
ΠΙΝΑΚΑΣ 5β: Υπόθεση – Πρόβλεψη – Μεταβλητές – Παρατηρήσεις πειράματος
- Ένζυμο: ... Καταλάση από Πείραμα: ... Χωρίς ένζυμο + Υπόστρωμα σε θ.δ. ...
- Υπόθεση:
- Πρόβλεψη:
- Μεταβλητές: Ανεξάρτητη: Εξαρτημένη:
Ελεγχόμενες:
- Παρατηρήσεις:
.....
.....

ΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΑΡΑΣΤΑΣΕΙΣ

Οι γραφικές παραστάσεις που θα αποτυπώνουν τα αποτελέσματα των πειραματικών διερευνήσεών σας θα πρέπει να προσομοιάζουν με τις παρακάτω ενδεικτικές γραφικές παραστάσεις.

Σ' αυτές απεικονίζεται, στον άξονα Y, η μεταβολή της τιμής της πίεσης του αερίου O₂ που παράγεται, σε διάφορες εργαστηριακές συνθήκες, σε kPa (PO₂ → kPa), συναρτήσει της μεταβολής του χρόνου που διέρχεται (άξονας X), σε s (t → s).

Από τις γραφικές αυτές παραστάσεις (π.χ. Pressure, Cha Catalase Only) μπορείτε να υπολογίσετε, για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα (π.χ. Δt = 130 s – 120 s), ποια είναι η στιγμιαία ταχύτητα V, αφού υπολογίσετε πρώτα τη διαφορά της πίεσης σ' αυτό το χρονικό διάστημα (π.χ. ΔP = 173 kPa – 166 kPa). Ο υπολογισμός γίνεται εύκολα αφού γνωρίζουμε ότι $V = \Delta P / \Delta t$.



ΠΡΟΧΩΡΗΣΤΕ ΣΤΗΝ ΕΠΟΜΕΝΗ ΣΕΛΙΔΑ

ΠΕΙΡΑΜΑ 1^ο: ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΕΝΖΥΜΙΚΗΣ ΔΡΑΣΗΣ (ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗΣ –INTERFACE– ΤΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΔΡΑΣΗΣ ΤΩΝ ΕΝΖΥΜΩΝ)

Όνοματεπώνυμο μαθητή/τριας:

Ομάδα: Τμήμα: Ημερομηνία:

Ανάλυση αποτελεσμάτων

1. Να εξηγήσετε, στις γραφικές παραστάσεις που αποτυπώσατε, τι αντιπροσωπεύει ένα οποιοδήποτε σημείο σε κάποια από τις καμπύλες.

.....

2. Να εξηγήσετε πού οφείλεται η πίεση που μετράτε στα διάφορα πιο πάνω πειράματα που εκτελέσατε;

.....

3. Να εξηγήσετε τι εννοούμε με τον όρο στιγμιαία ταχύτητα ενζυμικής αντίδρασης.

.....

4. Να εξηγήσετε, στα πειράματα που έχετε εκτελέσει:

α. Πώς μπορείτε να υπολογίσετε τη στιγμιαία ταχύτητα της αντίδρασης για κάθε επιμέρους χρονικό διάστημα π.χ. 10 s που διενεργείτο η αντίδραση, και

β. Ποια είναι η μονάδα μέτρησης της ταχύτητας αντίδρασης στα πειράματα που διενεργήθηκαν.

α.....

β.....

5. Να υπολογίσετε τη στιγμιαία ταχύτητα αντίδρασης για το κάθε πείραμα της γραφικής παράστασης, στην σελ. 11, για το χρονικό διάστημα Δt από 20 s έως 70 s συμπληρώνοντας τα κενά στον πιο κάτω πίνακα:

A/A	ΠΕΙΡΑΜΑ	$\Delta P = P_{\text{τελ}} - P_{\text{αρχ}}$ (kp)	$\Delta t = t_{\text{τελ}} - t_{\text{αρχ}}$ (s)	ΤΑΧ. ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ $V = \Delta P / \Delta t$ (kp/s)
1	Catalase only			
2	Catalase + NaOH			
3	Catalase + HCl			
4	Catalase Heated			
5	Catalase Chilled			
6	Catalase + NaF			

6. α. Ποια είναι η τιμή της πίεσης στα 60 s στο 1^ο και 2^ο πείραμα που εκτελέσατε;
 β. Πώς εξηγείται η διαφορά μεταξύ των δύο τιμών;
 γ. Σε ποια γενίκευση μπορείτε να καταλήξετε, με βάση τις δύο τιμές, όσον αφορά τον τρόπο με τον οποίο μεταβάλλεται η ταχύτητα ενζυμικής δράσης.

α.....
 β.....

 γ.....

7. Να συγκρίνετε την κλίση της καμπύλης που πήρατε στο πείραμα 1 (ή 2) με την κλίση της καμπύλης του πειράματος 3 και:
 α. Να εξηγήσετε γιατί η προσθήκη οξέος (στο πείραμα 3) προκαλεί αυτή την αλλαγή στη μορφή της καμπύλης.
 β. Να αναφέρετε ένα άλλο είδος αντιδραστηρίου που θα μπορούσε να είχε προστεθεί, αντί του οξέος, και να προκαλούσε παρόμοια αλλαγή στη μορφή της καμπύλης. Να δικαιολογήσετε την άποψή σας.

α.....

 β.....

8. α. Να συγκρίνετε την κλίση της καμπύλης που πήρατε στο πείραμα 1 (ή 2) με την κλίση της καμπύλης του πειράματος 4 και να εξηγήσετε γιατί η προεπώαση του ενζύμου στους 80 °C, προκαλεί αυτή την αλλαγή στη μορφή της καμπύλης.
 β. Να εξηγήσετε γιατί η προεπώαση του ενζύμου στους 0 °C (Πείραμα 1^ο ή 2^ο), δεν έχει το ίδιο αποτέλεσμα, στην κλίση της καμπύλης που λαμβάνετε, με αυτό που έχει η προεπώαση στους 80 °C (Πείραμα 4^ο).

α.....

 β.....

9. Να αποδείξετε, κάνοντας και τους απαραίτητους υπολογισμούς για εύρεση της στιγμιαίας ταχύτητας, σε ποια περιοχή της καμπύλης του πειράματος 1 (ή 2) (στην αρχή, στο μέσο ή στο τέλος) το ένζυμο δρα με τη μέγιστή του ταχύτητα.

.....

10. Από τη καμπύλη του πειράματος 1 (ή 2):

- α. Να υπολογίσετε και να καταγράψετε στον πιο κάτω πίνακα τις στιγμιαίες ταχύτητες ($V_1 - V_9$), ανά 20 s (από 0 - 180 s), της ενζυμικής αντίδρασης.

A/A	ΧΡΟΝΙΚΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ	$\Delta P = P_{\text{τελ}} - P_{\text{αρχ}}$ (kp)	$\Delta t = t_{\text{τελ}} - t_{\text{αρχ}}$ (s)	ΤΑΧ. ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ $V = \Delta P / \Delta t$ (kp/s)	
1	0 – 20 s			V_1	
2	20 – 40 s			V_2	
3	40 – 60 s			V_3	
4	60 – 80 s			V_4	
5	80 – 100 s			V_5	
6	100 – 120 s			V_6	
7	120 – 140 s			V_7	
8	140 – 160 s			V_8	
9	160 – 180 s			V_9	

- β. Να αποτυπώσετε, στο φύλλο τετραγωνισμένου χαρτιού (μιλιομετρέ), τις ταχύτητες $V_1 - V_9$ (kp/s) συναρτήσει του χρόνου (s), και να ενώσετε τα σημεία.

- γ. Να εξηγήσετε γιατί η καμπύλη (γραφική παράσταση) που δημιουργείται έχει αυτή τη μορφή (κλίση).

.....

ΤΕΛΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

**ΠΕΙΡΑΜΑ 2^ο: ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΑΘΗΤΙΚΗΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΟΥΣΙΩΝ
(ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΩΣΜΩΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΠΙΔΥΣΗΣ – ΑΠΛΗΣ ΔΙΑΧΥΣΗΣ
ΔΙΑΛΥΜΕΝΩΝ ΟΥΣΙΩΝ – ΣΕ ΦΥΤΙΚΟ ΙΣΤΟ ΚΟΝΔΥΛΟΥ ΠΑΤΑΤΑΣ)**

ΓΕΝΙΚΑ

Στόχοι πειραματικής διερεύνησης

Μετά την ολοκλήρωση της εργαστηριακής άσκησης, θα πρέπει να είστε σε θέση:

1. Να περιγράφετε το φαινόμενο της παθητικής διάχυσης στο μοριακό επίπεδο.
2. Να περιγράφετε διάφορους παράγοντες που επηρεάζουν την κατεύθυνση και την ταχύτητα κίνησης των μορίων κατά την παθητική διάχυση.
3. Να περιγράφετε τις ιδιότητες μιας εκλεκτικά ημιπερατής μεμβράνης και να εξηγήτε τον ρόλο της στην παθητική διάχυση.
4. Να εξηγήτε τη διαφορά μεταξύ ώσμωσης και παθητικής διάχυσης διαλυμένων ουσιών (διαπίδυσης).
5. Να εξηγήτε τι σημαίνουν οι όροι υποτονικό, υπερτονικό και ισοτονικό διάλυμα με βάση τη συγκέντρωση ωσμωτικά ενεργών ουσιών.
6. Να μπορείτε να αναζητείτε δεδομένα για να προβλέπετε την κατεύθυνση κίνησης διαφόρων χημικών ουσιών από και προς ένα τυπικό κύτταρο.
7. Να εξηγήτε τη σημασία του κυτταρικού τοιχώματος στην ωσμωτική συμπεριφορά ενός τυπικού φυτικού κυττάρου.
8. Να εξηγήτε τη σημασία του φαινομένου της ώσμωσης και διαπίδυσης στα κύτταρα.
9. Να μπορείτε να εφαρμόζετε τις αρχές του φαινομένου της ώσμωσης σε ιατρικές, οικιακές και περιβαλλοντικές εφαρμογές.

Θεωρητικό πλαίσιο

Γενικά

Η ζωή του κυττάρου εξαρτάται από τη δυνατότητα τόσο της συνεχούς διακίνησης ουσιών στο εσωτερικό του κυττάρου όσο και από τη δυνατότητα συνεχούς ανταλλαγής ουσιών μεταξύ κυττάρου και περιβάλλοντος διαμέσου της εκλεκτικά διαπερατής πλασματικής μεμβράνης. Ανάλογα με το αν απαιτείται για τη διακίνηση μιας ουσίας κατανάλωση ενέργειας ή όχι, η διακίνηση χαρακτηρίζεται αντίστοιχα σαν ενεργητική μεταφορά ή παθητική μεταφορά.

Παθητική διάχυση

Παθητική διάχυση ονομάζουμε την τάση που έχουν τα μόρια μιας διαλυμένης ουσίας να διασπείρονται ανάμεσα στα μόρια μιας άλλης ουσίας (του διαλύτη) κινούμενα από περιοχές μεγάλης συγκέντρωσης σε περιοχές μικρότερης συγκέντρωσης (σύμφωνα δηλ. με την κλίση συγκέντρωσης) με σκοπό την επίτευξη ίσων συγκεντρώσεων στο χώρο διασποράς, χωρίς την κατανάλωση ενέργειας.

Τα μόρια κάθε διαλυμένης ουσίας, καθώς και τα μόρια του διαλύτη, κινούνται σύμφωνα με τη δική τους κλίση συγκέντρωσης χωρίς να επηρεάζονται από την κλίση συγκέντρωσης άλλων διαλυμένων ουσιών.

Μετά την επίτευξη ίσων συγκεντρώσεων τα μόρια κάθε ουσίας εξακολουθούν να κινούνται ενώ μακροσκοπικά διατηρούνται οι ίσες συγκεντρώσεις κάθε ουσίας στο χώρο.

Παθητική μεταφορά (διάχυση) μικρομοριακών ουσιών διαμέσου μεμβράνης

Εάν ο χώρος διασποράς μιας διαλυμένης ουσίας έχει διαχωριστεί σε δύο διαμερίσματα με τη βοήθεια εκλεκτικά διαπερατής (ημιπερατής) μεμβράνης τότε μπορούμε να παρατηρήσουμε δύο ξεχωριστά φαινόμενα παθητικής μεταφοράς (διάχυσης) μικρομοριακών ουσιών.

α. Ωσμωση

Είναι το φαινόμενο κατά το οποίο παρατηρείται **παθητική μεταφορά νερού διαμέσου ημιπερατής μεμβράνης** (διαπερατής στο νερό αλλά όχι στη διαλυμένη ουσία), από περιοχές μικρότερης συγκέντρωσης (υποτονικό διάλυμα) σε περιοχές μεγαλύτερης συγκέντρωσης μιας διαλυμένης ουσίας, με σκοπό την επίτευξη ίσων συγκεντρώσεων στις δύο περιοχές (ισοτονικά διαλύματα). Η πίεση που ασκείται στη μεμβράνη σαν αποτέλεσμα της ώσμωσης, και της υπερπλήρωσης επομένως ενός διαμερίσματος με νερό, ονομάζεται **ωσμωτική πίεση**.

Το νερό μπορεί να διαπεράσει τις βιολογικές μεμβράνες καθιστώντας τα κύτταρα ευαίσθητα στα ωσμωτικά φαινόμενα.

- Τα ερυθρά αιμοσφαίρια λ.χ. διατηρούν το σχήμα τους αν τοποθετηθούν σε **ισοτονικό περιβάλλον (διάλυμα 0,9% NaCl)**, συρρικνώνονται αν τοποθετηθούν σε **υπερτονικό περιβάλλον (διάλυμα > 0,9% NaCl)**, ενώ διογκώνονται μέχρι διάρρηξης (**αιμόλυση**) αν τοποθετηθούν σε **υποτονικό περιβάλλον (αποσταγμένο νερό ή διάλυμα < 0,9% NaCl)**.
- Τα φυτικά κύτταρα αν τοποθετηθούν σε υπερτονικό περιβάλλον χάνουν νερό και υφίστανται **πλασμόλυση** (δηλ. αποκολλάται η κυτταρική μεμβράνη από το κυτταρικό τοίχωμα) ενώ αν τοποθετηθούν σε υποτονικό περιβάλλον προσλαμβάνουν νερό και υφίστανται **σπαργή** (π.χ. σε μη ποτισμένα και ποτισμένα φυτά, αντίστοιχα).
- Τα βακτηριακά κύτταρα παθαίνουν πλασμόλυση και πεθαίνουν σε υπερτονικά περιβάλλοντα (π.χ. θάνατος βακτηρίων σε πυκνά διαλύματα άλατος ή ζάχαρης).

Τα κύτταρα προστατεύονται από τα ωσμωτικά φαινόμενα (λόγω διαφοράς στη συγκέντρωση ωσμωτικά ενεργών ουσιών μεταξύ κυτταροπλάσματος και περιβάλλοντος) και την επαπειλούμενη διάρρηξή τους:

Με **ενεργητικούς** μηχανισμούς, όπως:

- Απομάκρυνση νερού (π.χ. συσταλτικά σφυγμώδη κενοτόπια πρωτοζώων)
- Μετακίνηση ιόντων (με τη βοήθεια πρωτεϊνών των μεμβρανών), και

Με **παθητικούς** μηχανισμούς, όπως:

- Με το κυτταρικό τοίχωμα (π.χ. στα φυτικά κύτταρα)
- Με τη μετατροπή μικρομορίων σε μακρομόρια (π.χ. μετατροπή της γλυκόζης σε άμυλο που δεν είναι τόσο ωσμωτικά ενεργό).

β. Διαπίδυση

Είναι το φαινόμενο κατά το οποίο παρατηρείται **παθητική μεταφορά διαλυμένης ουσίας διαμέσου ημιπερατής μεμβράνης** (εκλεκτικά διαπερατής στη διαλυμένη ουσία), από περιοχές μεγαλύτερης συγκέντρωσης σε περιοχές μικρότερης συγκέντρωσης της διαλυμένης ουσίας, με σκοπό την επίτευξη ίσων συγκεντρώσεων στις δύο περιοχές.

Οι παράγοντες που καθορίζουν το **αν**, το **πώς** και το **με ποια ταχύτητα** μια μικρομοριακή ουσία μπορεί να διακινηθεί διαμέσου μιας βιολογικής μεμβράνης είναι:

- Το μοριακό μέγεθος του μορίου
- Ο υδρόφοβος ή υδρόφιλος, κατά περίπτωση, χαρακτήρας του μορίου
- Το φορτίο του μορίου
- Η κλίση συγκέντρωσης της ουσίας (διαφορά συγκέντρωσης μεταξύ των δύο περιοχών)
- Η σύσταση κατά περίπτωση της μεμβράνης
- Η θερμοκρασία, κ.ά.

Ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο η διαλυμένη μικρομοριακή ουσία διαπερνά **παθητικά** τη μεμβράνη διακρίνουμε τα πιο κάτω μοντέλα παθητικής μεταφοράς διαλυμένων ουσιών (διαπίδυσης):

1. Απλή διάχυση

- ❖ Κίνηση κυρίως μικρών μη πολικών (υδρόφοβων-λιποδιαλυτών) μορίων διαμέσου των **φωσφορολιπιδίων** των βιολογικών μεμβρανών (π.χ. ανταλλαγή αερίων όπως O_2 και CO_2 μεταξύ αίματος και κυττάρων των ιστών ή κυττάρων των κυψελίδων των πνευμόνων).
- ❖ Κίνηση ιόντων διαμέσου **πόρων (πρωτεϊνικά κανάλια)**
 - α. Ανοικτοί πόροι** (π.χ. **ανοικτοί πόροι ιόντων K^+** στα νευρικά κύτταρα), ή
 - β. Κλειστοί πόροι** (π.χ. **κλειστοί πόροι ιόντων Na^+ ή K^+ ή Ca^{++} ή Cl^-** στα νευρικά κύτταρα) που ανοίγουν παροδικά λόγω π.χ. αναστροφής του δυναμικού της μεμβράνης.

2. Υποβοηθούμενη μεταφορά

Κίνηση μικρών πολικών μορίων διαμέσου της μεμβράνης με τη βοήθεια **πρωτεϊνών-(μετα)φορέων** που δεσμεύουν και μεταφέρουν την προς μεταφορά ουσία αλλάζοντας παροδικά τη στερεοχημική τους δομή (π.χ. **μεταφορά γλυκόζης** σε ερυθροκύτταρα, ηπατικά και μυϊκά κύτταρα και **μεταφορά Cl^- και HCO_3^-** προς αντίθετες κατευθύνσεις (αντιμεταφορά) από την ίδια πρωτεΐνη-μεταφορέα της κυτταρικής μεμβράνης των ερυθροκυττάρων).

ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Απαιτούμενος χρόνος

Δύο (2) περίοδοι σε ξεχωριστές μέρες η κάθε μια.

Όργανα και Υλικά

- 1 ζυγαριά ακριβείας (0,01g)
- 6 ποτήρια ζέσεως ή κωνικές φιάλες των 250 ml
- 1 ογκομετρικός κύλινδρος 500 ή 1000 ml
- 1 μεγάλο μαχαίρι
- 1 σωλήνας κοπής
- 6 τρυβλία petri
- 1 υαλογραφικός μαρκαδόρος
- 1 τσιμπίδα
- 1 μεγάλη φρέσκια υγιής πατάτα
- διαφανής μεμβράνη
- αλουμινόχαρτο
- χαρτοπετσέτες
- αποσταγμένο νερό
- αλάτι ($NaCl$)
- γλυκόζη
- σακχαρόζη
- κυανού του μεθυλαινίου (ή μελάνι)

Εισαγωγή

Σ' αυτή την πειραματική διερεύνηση:

- Θα ζυγίσετε και θα καταγράψετε τη μάζα διαφόρων κυλινδρικών κομματιών φυτικού ιστού από κόνδυλο πατάτας.
- Στη συνέχεια θα τα επώασετε, σε θερμοκρασία δωματίου, σε μια σειρά από διαλύματα διαφόρων ουσιών.
- Μετά το τέλος της επώασης θα τα ζυγίσετε ξανά.
- Θα υπολογίσετε κατά πόσο η μάζα τους έχει αυξηθεί ή έχει μειωθεί ή παρέμεινε αμετάβλητη.
- Αυτή η πληροφορία θα σας επιτρέψει να κατανοήσετε και να εξηγήσετε την ωσμωτική συμπεριφορά των φυτικών κυττάρων του κόνδυλου της πατάτας.

Υπόθεση

Να διατυπώσετε μια υπόθεση για το ποια περιμένετε να είναι η ωσμωτική συμπεριφορά των φυτικών κυττάρων από τον κόνδυλο της πατάτας σε κάθε ένα από τα διαλύματα (ΠΙΝΑΚΑΣ Α', σελ. 6).

Πρόβλεψη

Να προβλέψετε τα αποτελέσματα του πειράματος (μεταβολή ή όχι της μάζας των κομματιών της πατάτας) με βάση την υπόθεση που διατυπώσατε (εάν/τότε) (ΠΙΝΑΚΑΣ Α', σελ. 6).

Μέθοδοι – Διαδικασία

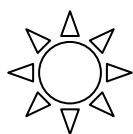
1^η περίοδος

1. Πάρτε 100 ml αποσταγμένου νερού και 100 ml από κάθε ένα από τα διαλύματα 0,154M NaCl (0,9% NaCl), 1M NaCl, 1M γλυκόζη σε 0,9% NaCl, 1M σακχαρόζη σε 0,9% NaCl, και 0,0001M κυανού του μεθυλαινίου σε 0,9% NaCl.
2. Βάλτε κάθε διάλυμα σε ξεχωριστό ποτήρι ζέσεως. Σε κάθε ποτήρι αναγράφεται το είδος του διαλύματος και η συγκέντρωσή του.



Ο σωλήνας κοπής, τα νυστέρια, τα μαχαίρια και οι λεπίδες μπορούν να σας κόψουν. Να τα χρησιμοποιείτε με απόλυτη προσοχή! Για να χρησιμοποιήσετε το σωλήνα κοπής, τοποθετήστε τη φέτα πατάτας με τέτοιο τρόπο ώστε να μην στρώξετε κατά λάθος το σωλήνα πάνω στο χέρι σας.

3. Να καθαρίσετε μία πατάτα και να την κόψετε εγκάρσια σε φέτες πάχους 3 cm περίπου.
4. Να χρησιμοποιήσετε το σωλήνα κοπής (διαμέτρου 2-3 cm) έτσι ώστε να κόψετε από τις φέτες πατάτας 6 κυλίνδρους ίδιου μεγέθους.
5. Να τοποθετήσετε τους κυλίνδρους της πατάτας σε τρυβλία ρετίτι τα οποία και θα σκεπάσετε με διαφανή μεμβράνη όπου θα αναγράφεται το είδος του διαλύματος στο οποίο θα τοποθετηθεί ο κύλινδρος της πατάτας.



Σε διαδοχικά βήματα, να χειριστείτε κάθε δείγμα ξεχωριστά. Εργαστείτε γρήγορα και συγχρονισμένα. Για να έχετε σταθερότητα στον τρόπο χειρισμού, κάθε άτομο θα πρέπει να εκτελεί ένα είδος εργασίας για κάθε κύλινδρο πατάτας. Δηλ. ένα άτομο σκουπίζει τους κυλίνδρους, ένα άλλο τους ζυγίζει, ένα άλλο καταγράφει τις μετρήσεις και ένα άλλο τοποθετεί κάθε κύλινδρο πατάτας στο αντίστοιχο ποτήρι ζέσεως.

6. Να πάρετε από κάθε τρυβλίο ρετίτι τον κύλινδρο της πατάτας και να τον τοποθετήσετε ανάμεσα σε δύο φύλλα απορροφητικού χαρτιού ώστε να απορροφηθεί τυχόν υγρό στην επιφάνεια του κυλίνδρου.
7. Να τοποθετήσετε ένα κομμάτι αλουμινόχαρτο στο ζυγό ακριβείας και να μηδενίσετε το ζυγό. Στη συνέχεια, τοποθετώντας κάθε κύλινδρο της πατάτας στο αλουμινόχαρτο του ζυγού, να ζυγίσετε με ακρίβεια 0,01g τον κάθε κύλινδρο (μη ξεχνάτε να μηδενίζετε το ζυγό πριν από κάθε μέτρηση).
8. Να καταγράψετε την αρχική μάζα του κάθε κυλίνδρου πατάτας ($M_{αρχ.}$) (ΠΙΝΑΚΑΣ Β', σελ. 6).
9. Να τοποθετήσετε κάθε κύλινδρο στο αντίστοιχο για τον καθένα ποτήρι ζέσεως με τα διάφορα διαλύματα.
10. Να αφήσετε τους κυλίνδρους της πατάτας για επώαση στα ποτήρια ζέσεως μέχρι την επόμενη φορά που θα συνεχίσετε το πείραμα.
11. Αφού τελειώσετε και βεβαιωθείτε ότι έχετε καταγράψει ορθά τις μετρήσεις σας, να καθαρίσετε τον χώρο εργασίας σας και να πλυθείτε.



Αποσταγμένο νερό



0,154M NaCl (0,9% NaCl)



1M NaCl



1M Γλυκόζη (σε 0,9% NaCl)



1M Σακχαρόζη (σε 0,9% NaCl)



0,0001M κυανού του μεθυλαινίου (σε 0,9% NaCl)

2^η περίοδος

1. Να πάρετε από κάθε ποτήρι ζέσεως τον κύλινδρο της πατάτας και να τον τοποθετήσετε σε τρυβλίο petri. Σε κάθε τρυβλίο petri αναγράφεται το είδος του διαλύματος στο οποίο είχε τοποθετηθεί ο κύλινδρος της πατάτας.
2. Να πάρετε από κάθε τρυβλίο petri τον κύλινδρο της πατάτας και να τον τοποθετήσετε ανάμεσα σε δύο φύλλα απορροφητικού χαρτιού ώστε να απορροφηθεί απλά η περίσσεια του υγρού από την επιφάνεια του κυλίνδρου.
3. Να τοποθετήσετε ένα κομμάτι αλουμινόχαρτο στο ζυγό ακριβείας και να μηδενίσετε το ζυγό. Στη συνέχεια, τοποθετώντας κάθε κύλινδρο της πατάτας στο αλουμινόχαρτο του ζυγού, να ζυγίσετε με ακρίβεια 0,01g τον κάθε κύλινδρο (μη ξεχνάτε να μηδενίζετε το ζυγό πριν από κάθε μέτρηση).
4. Να καταγράψετε την τελική μάζα του κάθε κυλίνδρου πατάτας ($M_{\text{τελ.}}$) (ΠΙΝΑΚΑΣ Β΄, σελ. 6).
5. Αφού τελειώσετε και βεβαιωθείτε ότι έχετε καταγράψει ορθά τα αποτελέσματά σας, να καθαρίσετε το χώρο εργασίας σας και να πλυθείτε.

ΠΡΟΧΩΡΗΣΤΕ ΣΤΗΝ ΕΠΟΜΕΝΗ ΣΕΛΙΔΑ

**ΠΕΙΡΑΜΑ 2^ο: ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΑΘΗΤΙΚΗΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΟΥΣΙΩΝ
(ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΩΣΜΩΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΠΙΔΥΣΗΣ – ΑΠΛΗΣ ΔΙΑΧΥΣΗΣ
ΔΙΑΛΥΜΕΝΩΝ ΟΥΣΙΩΝ – ΣΕ ΦΥΤΙΚΟ ΙΣΤΟ ΚΟΝΔΥΛΟΥ ΠΑΤΑΤΑΣ)**

Όνοματεπώνυμο μαθητή/τριας:

Ομάδα: Τμήμα: Ημερομηνία:

Αποτελέσματα πειράματος (1^η περίοδος)

ΠΙΝΑΚΑΣ Α΄

ΔΙΑΤΥΠΩΣΗ ΥΠΟΘΕΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΠΡΙΝ ΤΗ ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Υπόθεση

Να διατυπώσετε μια υπόθεση για το ποια περιμένετε να είναι η ωσμωτική συμπεριφορά των φυτικών κυττάρων από τον κόνδυλο της πατάτας σε κάθε ένα από τα διαλύματα.

Πρόβλεψη

Να προβλέψετε τα αποτελέσματα του πειράματος (μεταβολή ή όχι της μάζας των κομματιών της πατάτας) με βάση την υπόθεση που διατυπώσατε (εάν/τότε).

ΔΙΑΛΥΜΑ	ΔΙΑΤΥΠΩΣΗ ΥΠΟΘΕΣΗΣ	ΠΡΟΒΛΕΨΗ
Αποσταγμένο νερό		
0,154 M NaCl (0,9% NaCl)		
1 M NaCl		
1 M γλυκόζη σε 0,9% NaCl		
1 M σακχαρόζη σε 0,9% NaCl		
0,0001 M κυανούν του μεθυλενίου σε 0,9% NaCl		

**ΠΕΙΡΑΜΑ 2^ο: ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΑΘΗΤΙΚΗΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΟΥΣΙΩΝ
(ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΩΣΜΩΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΠΙΔΥΣΗΣ – ΑΠΛΗΣ ΔΙΑΧΥΣΗΣ
ΔΙΑΛΥΜΕΝΩΝ ΟΥΣΙΩΝ – ΣΕ ΦΥΤΙΚΟ ΙΣΤΟ ΚΟΝΔΥΛΟΥ ΠΑΤΑΤΑΣ)**

Όνοματεπώνυμο μαθητή/τριας:

Ομάδα: Τμήμα: Ημερομηνία:

Αποτελέσματα πειράματος (2^η περίοδος)

1. Να ολοκληρώσετε τη συλλογή αποτελεσμάτων καταγράφοντας στον ΠΙΝΑΚΑ Β' τα ευρήματά σας.
2. Να υπολογίσετε τη μεταβολή (Δm) στη μάζα του κυλίνδρου, μετά την επώαση στα διάφορα διαλύματα.

Η Δm μπορεί να έχει θετικό (+) ή αρνητικό (-) πρόσημο.

$$\Delta m = M_{\text{τελ.}} - M_{\text{αρχ.}}$$

3. Να υπολογίσετε το % ποσοστό μεταβολής στη μάζα του κυλίνδρου (% Δm), μετά την επώαση στα διάφορα διαλύματα.

Το % Δm μπορεί να έχει θετικό (+) ή αρνητικό (-) πρόσημο.

$$\% \Delta m = \frac{(M_{\text{τελ.}} - M_{\text{αρχ.}}) \times 100}{M_{\text{αρχ.}}}$$

ΠΙΝΑΚΑΣ Β'

ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

ΔΙΑΛΥΜΑ	Μάζα κυλίνδρου πατάτας		Μεταβολή μάζας κυλίνδρου πατάτας (\pm)	
	$M_{\text{αρχ.}}$ (g)	$M_{\text{τελ.}}$ (g)	$\Delta m = M_{\text{τελ.}} - M_{\text{αρχ.}}$ (g)	$\% \Delta m = \frac{(M_{\text{τελ.}} - M_{\text{αρχ.}}) \times 100}{M_{\text{αρχ.}}}$
Αποσταγμένο νερό				
0,9% NaCl				
1 M NaCl				
1 M γλυκόζη σε 0,9% NaCl				
1 M σακχαρόζη σε 0,9% NaCl				
0,0001 M κυανού του μεθυλενίου σε 0,9% NaCl				

**ΠΕΙΡΑΜΑ 2^ο: ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΑΘΗΤΙΚΗΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΟΥΣΙΩΝ
(ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΩΣΜΩΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΠΙΔΥΣΗΣ – ΑΠΛΗΣ ΔΙΑΧΥΣΗΣ
ΔΙΑΛΥΜΕΝΩΝ ΟΥΣΙΩΝ – ΣΕ ΦΥΤΙΚΟ ΙΣΤΟ ΚΟΝΔΥΛΟΥ ΠΑΤΑΤΑΣ)**

Όνοματεπώνυμο μαθητή/τριας:

Ομάδα: Τμήμα: Ημερομηνία:

Ανάλυση αποτελεσμάτων (2^η περίοδος)

1. Να συγκρίνετε τα αποτελέσματά σας με τις προβλέψεις που είχατε διατυπώσει πριν την ολοκλήρωση του πειράματος. Να καταγράψετε τις τυχόν διαφορές μεταξύ προβλέψεων και αποτελεσμάτων και να προσπαθήσετε να επαναδιατυπώσετε τις αρχικές σας υποθέσεις.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. Να συγκρίνετε μεταξύ τους τις % Δm των διαφόρων κυλίνδρων πατάτας που επώαστηκαν σε διαφορετικά διαλύματα.

α. Ποια % Δm παρουσιάζει τη μικρότερη τιμή και ποια τη μεγαλύτερη;

.....
.....
.....

β. Πώς μπορείτε να ερμηνεύσετε αυτά τα αποτελέσματα;

.....
.....
.....

3. Γιατί υπολογίσατε το % Δm (% ποσοστό μεταβολής της μάζας) και όχι μόνο τη Δm (μεταβολή μάζας);

Γιατί δεν είναι αρκετό να υπολογίσουμε μόνο τη Δm ;

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

4. Να ανακοινωθούν στην τάξη τα ευρήματα, και οι μετρήσεις της κάθε ομάδας να καταγραφούν στον πιο κάτω συγκεντρωτικό ΠΙΝΑΚΑ Γ'. Να υπολογίσετε τον μέσο όρο όλων των Δm και $\% \Delta m$.

ΠΙΝΑΚΑΣ Γ'								
ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ								
ΔΙΑΛΥΜΑ	ΟΜΑΔΑ Α'		ΟΜΑΔΑ Β'		ΟΜΑΔΑ Γ'		ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	
	Δm (g)	$\% \Delta m$	Δm (g)	$\% \Delta m$	Δm (g)	$\% \Delta m$	Δm (g)	$\% \Delta m$
Αποσταγμένο νερό								
0,9% NaCl								
1 M NaCl								
1 M γλυκόζη σε 0,9% NaCl								
1 M σακχαρόζη σε 0,9% NaCl								
0,0001 M κυανού του μεθυλενίου σε 0,9% NaCl								

5. Γιατί χρειάζεται να επαναλαμβάνουμε τις μετρήσεις και να χρησιμοποιούμε τον μέσο όρο;

.....

.....

.....

.....

.....

6. Να δικαιολογήσετε, στον ΠΙΝΑΚΑ Δ', τις μεταβολές που βρήκατε στη μάζα των κυλίνδρων της πατάτας ($\% \Delta m$) για κάθε διάλυμα, σύμφωνα με τον προηγούμενο ΠΙΝΑΚΑ Γ'.

ΠΙΝΑΚΑΣ Δ'		
ΔΙΚΑΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΕΜΦΑΝΙΖΟΜΕΝΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΤΗΣ ΜΑΖΑΣ ($\% \Delta m$)		
ΔΙΑΛΥΜΑ	$\% \Delta m$	ΔΙΚΑΙΟΛΟΓΗΣΗ
Αποσταγμένο νερό		
0,9% NaCl		
1 M NaCl		
1 M γλυκόζη σε 0,9% NaCl		
1 M σακχαρόζη σε 0,9% NaCl		
0,0001 M κυανού του μεθυλενίου σε 0,9% NaCl		

7. Με βάση τα αποτελέσματα του ΠΙΝΑΚΑ Γ' και ΠΙΝΑΚΑ Δ' να καταγράψετε στον ΠΙΝΑΚΑ Ε' τα συμπεράσματά σας.

ΠΙΝΑΚΑΣ Ε'			
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ			
ΔΙΑΛΥΜΑ	ΟΥΣΙΑ ΠΟΥ ΕΙΣΕΡΧΕΤΑΙ	ΟΥΣΙΑ ΠΟΥ ΕΞΕΡΧΕΤΑΙ	ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ
Αποσταγμένο νερό			
0,9% NaCl			
1 M NaCl			
1 M γλυκόζη σε 0,9% NaCl			
1 M σακχαρόζη σε 0,9% NaCl			
0,0001M κυανού του μεθυλενίου σε 0,9% NaCl			

8. Τι αποτελέσματα θα περιμένατε στις μεταβολές της μάζας της πατάτας (% Δm) αν τη βυθίζαμε στα διαλύματα του ΠΙΝΑΚΑ Ζ'. Να βάλετε √ όπου ισχύει.

ΠΙΝΑΚΑΣ Ζ'					
ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΜΑΖΑΣ (% Δm) ΣΕ ΑΛΛΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ					
ΔΙΑΛΥΜΑ	ΕΙΔΟΣ ΟΥΣΙΑΣ ΣΤΟ ΔΙΑΛΥΜΑ		ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΜΑΖΑΣ		
	ΜΙΚΡΟΜΟΡΙΟ	ΜΑΚΡΟΜΟΡΙΟ	ΑΥΞΗΣΗ	ΜΕΙΩΣΗ	ΚΑΜΙΑ
O ₂ σε 0,9% NaCl					
Αργινίνη σε 0,9% NaCl					
Αιμοσφαιρίνη σε 0,9% NaCl					
Λιπαρό οξύ σε 0,9% NaCl					

9. Να δικαιολογήσετε τις προβλέψεις σας σε συζήτηση στην τάξη.
10. Να αναφέρετε τρεις (3) μεταβλητές (συνθήκες) που θα πρέπει να παραμένουν σταθερές σε τυχόν επανάληψη του πειράματος με κάποιο άλλο είδος φυτικού ιστού.
- α.
- β.
- γ.

11. Με ποιο τρόπο νομίζετε θα επηρεάζονταν τα αποτελέσματα αν χρησιμοποιούσαμε ζωικό ιστό σε όλη τη διερεύνηση; Να εξηγήσετε την απάντησή σας.

.....
.....
.....
.....
.....

12. Στην ομάδα, να σκεφτείτε και να καταγράψετε τον λόγο για τον οποίο δεν αναπτύσσονται μικροοργανισμοί σε θρεπτικά υλικά όπως η ζάχαρη, το μέλι, το συμπυκνωμένο γάλα (εβαπορέ ή σακχαρούχο) και τα παστά κρέατα και ψάρια, κ.ά.

.....
.....
.....
.....

13. Να εξηγήσετε τον μηχανισμό με τον οποίο διακινούνται τα αέρια από και προς τα κύτταρα των οργανισμών, όπως για παράδειγμα στις πιο κάτω περιπτώσεις.

α. Κίνηση διοξειδίου του άνθρακα από την ατμόσφαιρα προς τα στόματα των φύλλων μέχρι τους χλωροπλάστες των φυτικών κυττάρων εντός του φύλλου, και αντίθετα του οξυγόνου.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

β. Κίνηση οξυγόνου από την ατμόσφαιρα προς τις πνευμονικές κυψελίδες και το αίμα και από το αίμα προς τα μιτοχόνδρια των κυττάρων των ιστών, και αντίθετα του διοξειδίου του άνθρακα.

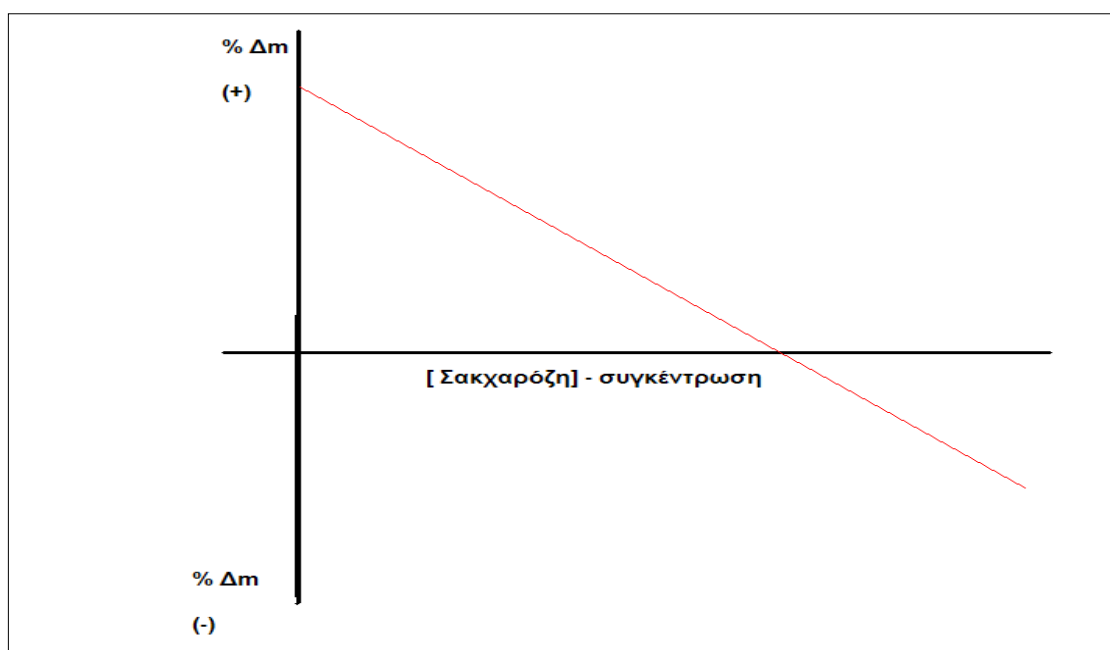
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

14. Το αρχικό πείραμα μπορεί να επαναληφθεί με διαφορετικές συγκεντρώσεις σακχαρόζης (σε αποσταγμένο νερό) και οι μετρήσεις των ομάδων να καταγραφούν στον πιο κάτω ΠΙΝΑΚΑ Η'.

ΠΙΝΑΚΑΣ Η'						
ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ (ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΩΝ) ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ						
ΔΙΑΛΥΜΑ	Μάζα κυλίνδρου πατάτας		Μεταβολή μάζας κυλίνδρου πατάτας (±)			Μέσος όρος
	Μ _{αρχ.} (g)	Μ _{τελ.} (g)	Δm = Μ _{τελ.} - Μ _{αρχ.} (g)	$\% \Delta m = \frac{(M_{\text{τελ.}} - M_{\text{αρχ.}})}{M_{\text{αρχ.}}} \times 100$		
Αποσταγμένο νερό	2,20	2,75	0,55	25,00000		24,99
	1,67	2,18	0,51	30 53892		
	2,06	2,46	0,40	19,41748		
0,2 M σακχαρόζη	1,50	1,67	0,17	11,33333		11,74
	1,44	1,61	0,17	11,80556		
	1,82	2,04	0,22	12,08791		
0,4 M σακχαρόζη	1,80	1,53	-0,27	-15,0000		-15,07
	1,63	1,39	-0,24	-14,7239		
	1,68	1,42	-0,26	-15,4762		
0,6 M σακχαρόζη	1,32	0,96	-0,36	-27,2727		-26,71
	1,47	1,08	-0,39	-26,5306		
	1,52	1,12	-0,40	-26,3158		
0,8 M σακχαρόζη	1,98	1,46	-0,52	-26,2626		-29,06
	1,68	1,17	-0,51	-30,3571		
	1,80	1,25	-0,55	-30,5556		
1 M σακχαρόζη	1,92	1,34	-0,58	-30,2083		-30,29
	1,89	1,34	-0,55	-29,1005		
	1,87	1,28	-0,59	-31,5508		

ΘΕΩΡΗΤΙΚΑ

Αν οι τιμές των % Δm αποτυπωθούν σε γραφική παράσταση, συναρτήσει των διαφόρων συγκεντρώσεων σακχαρόζης, τότε η γραφική παράσταση που θα πάρετε θα πρέπει να έχει περίπου την πιο κάτω μορφή.

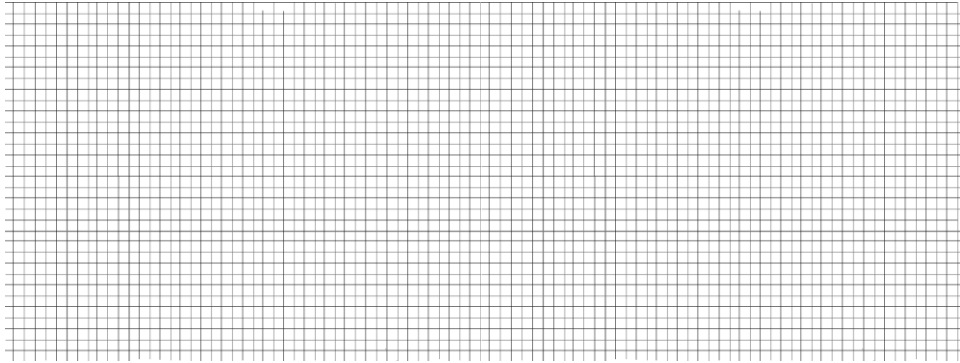


ΠΡΑΚΤΙΚΑ

Να αποτυπώσετε τους μέσους όρους των τιμών των % Δm (από τον Πίνακα Η΄) σε γραφική παράσταση, συναρτήσκει των διαφόρων συγκεντρώσεων σακχαρόζης, για να πάρετε την πραγματική καμπύλη σύμφωνα με τα πειραματικά αποτελέσματα (από τον Πίνακα Η΄).

**Μεταβολή του % Δm του κυλίνδρου της πατάτας
μετά από επώαση σε διάφορες συγκεντρώσεις σακχαρόζης**

**% μεταβολή μάζας κυλίνδρου πατάτας
(% Δm)**



Συγκέντρωση σακχαρόζης (M)

α. Να εξηγήσετε γιατί η καμπύλη έχει αυτή τη μορφή.

.....
.....
.....
.....
.....
.....

β. Να εξηγήσετε ποια σημεία της καμπύλης αντιπροσωπεύουν, ως προς το εσωτερικό των κυττάρων της πατάτας:

i) Υπότονο περιβάλλον

.....
.....

ii) Υπέρτονο περιβάλλον

.....
.....

iii) Ισότονο περιβάλλον

.....
.....

ΤΕΛΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

**ΠΕΙΡΑΜΑ 3^ο/4^ο : ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ
ΤΗΣ ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΣΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΚΥΤΤΑΡΙΚΗΣ ΑΝΑΠΝΟΗΣ
(ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗΣ–INTERFACE)**

ΓΕΝΙΚΑ

Στόχοι πειραματικής διερεύνησης

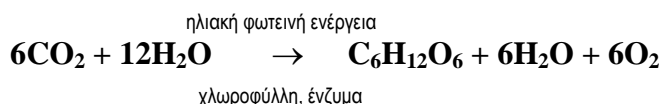
Μετά την ολοκλήρωση της εργαστηριακής άσκησης, θα πρέπει να είστε σε θέση:

1. Να κατανοήσετε ότι ενώ με τη φωτοσύνθεση δεσμεύεται αέριο διοξείδιο του άνθρακα, από την ατμόσφαιρα, με την αερόβια κυτταρική αναπνοή απελευθερώνεται διοξείδιο του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.
2. Να κατανοήσετε ότι ενώ η φωτοσύνθεση είναι μια ασυνεχής διαδικασία (δηλ. εκτελείται όσο υπάρχει φως) η αερόβια κυτταρική αναπνοή είναι μια συνεχής και αδιάκοπη διαδικασία που εκτελείται μάλιστα παράλληλα με τη φωτοσύνθεση (για όσο χρόνο αυτή εκτελείται).
3. Να προβλέπετε και να περιγράφετε την επίδραση που μπορεί να έχει η μεταβολή της τιμής διαφόρων παραγόντων (π.χ. θερμοκρασίας, μήκους κύματος φωτός κ.ά.) στην ταχύτητα της φωτοσύνθεσης.
4. Να σχεδιάζετε και να εκτελείτε πειράματα με τα οποία να μπορείτε να υπολογίζετε την ταχύτητα της φωτοσύνθεσης σε διάφορες συνθήκες του περιβάλλοντος, μεταβάλλοντας ανάλογα παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται ο ρυθμός (ταχύτητα) φωτοσύνθεσης (π.χ. θερμοκρασία, μήκος κύματος φωτός κ.ά.).
5. Να απεικονίζετε τα αποτελέσματα των μετρήσεων, στα πιο πάνω πειράματα, με τη μορφή γραφικών παραστάσεων τις οποίες να μπορείτε να ερμηνεύετε.
6. Να υπολογίζετε, με βάση τις γραφικές παραστάσεις των πιο πάνω πειραμάτων, τη μέση ταχύτητα τόσο της φωτοσύνθεσης όσο και της κυτταρικής αναπνοής.
7. Να μπορείτε να προτείνετε τρόπους βελτίωσης μιας πειραματικής διερεύνησης που αφορά στη λειτουργία της φωτοσύνθεσης ή της κυτταρικής αναπνοής ώστε να αυξάνεται η εγκυρότητα και η αξιοπιστία του πειράματος.
8. Να μπορείτε να εφαρμόζετε τις αρχές λειτουργίας της φωτοσύνθεσης και της κυτταρικής αναπνοής σε ιατρικές, οικιακές και περιβαλλοντικές εφαρμογές.

Θεωρητικό πλαίσιο

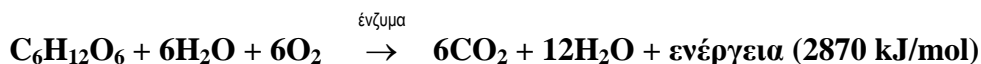
Γενικά

1. Τα περισσότερα πράσινα φυτά και κάποιοι μικροοργανισμοί (π.χ. κυανοβακτήρια) μπορούν και εξασφαλίζουν, ως αυτότροφοι οργανισμοί, όλες τις απαραίτητες γι' αυτούς οργανικές ενώσεις μέσω της λειτουργίας της φωτοσύνθεσης.
2. Με την πιο πάνω λειτουργία δεσμεύονται τεράστια ποσά αερίου διοξειδίου του άνθρακα της ατμόσφαιρας και με τη βοήθεια της φωτεινής ηλιακής ενέργειας μετατρέπονται ξανά σε βιομάζα, στα σώματα των οργανισμών που φωτοσυνθέτουν, σύμφωνα με την γενική χημική εξίσωση:



3. Τα πράσινα φυτά θα δημιουργήσουν από τη γλυκόζη, μέσω του μεταβολισμού τους, όλες τις απαραίτητες γι' αυτούς οργανικές ενώσεις.
4. Όλοι οι ετερότροφοι οργανισμοί θα προμηθευτούν τελικά από τα φυτά, μέσω των τροφικών σχέσεων, τις απαραίτητες γι' αυτούς οργανικές ενώσεις.

5. Οι περισσότεροι οργανισμοί, για να προμηθευτούν την απαραίτητη για τις λειτουργίες τους ενέργεια, εκτελούν αερόβια κυτταρική αναπνοή χρησιμοποιώντας ως αναπνευστικό υπόστρωμα συνήθως μια οργανική ουσία (κατά προτίμηση υδατάνθρακα και κυρίως γλυκόζη), σύμφωνα με την γενική χημική εξίσωση:



6. Η ενέργεια που απελευθερώνεται από την αερόβια κυτταρική αναπνοή διαχέεται κατά το μεγαλύτερο μέρος με τη μορφή θερμότητας (62%) ενώ το υπόλοιπο (38%) αποθηκεύεται προσωρινά, ως χημική ενέργεια, σε μόρια ATP.
7. Η συσσώρευση διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα (όχι μόνο λόγω της αναπνοής των οργανισμών αλλά κυρίως λόγω των καύσεων που προέρχονται από την ανθρώπινη δραστηριότητα καθώς και τις εκπομπές από ηφαίστεια, θερμές πηγές και τη διάσπαση ανθρακικών πετρωμάτων) συμβάλλει στην όξυνση του φαινομένου του θερμοκηπίου, ενώ η δέσμευση του διοξειδίου του άνθρακα, μέσω της φωτοσύνθεσης στην απάμβλυσή του.
8. Από πρόσφατες μετρήσεις (2010) το διοξείδιο του άνθρακα της ατμόσφαιρας μετρήθηκε στο 0,039% των αερίων της ατμόσφαιρας ή στα 388 ppm κατ' όγκο (ppm = parts per million δηλ. μέρη στο εκατομμύριο).

ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Απαιτούμενος χρόνος

Μία (1) περίοδος.

Όργανα και Υλικά

- 1 συσκευή διασύνδεσης (Interface) συνδεδεμένη με υπολογιστή
- 1 αισθητήρας διοξειδίου του άνθρακα
- 1 ζυγαριά ακριβείας (0,01g)
- 1 δυνατή πηγή φωτός (π.χ. λάμπα αλογόνου ή λαμπατέρ γραφείου)
- 1 φυτό (π.χ. γεράνι) με υγιή πράσινα φύλλα
- 1 δοχείο με νερό
- 1 αεροστεγές πλαστικό δοχείο
- 1 θερμομέτρο
- Αλουμινόχαρτο

Εισαγωγή

Σ' αυτή την πειραματική διερεύνηση:

- Θα χρησιμοποιήσετε υγιή φρεσκοκομμένα σκουροπράσινα φύλλα από το φυτό γεράνι (γένος *Geranium*) τα οποία αφού τα ζυγίσετε θα τα τοποθετήσετε σε αεροστεγές δοχείο.
- Θα διερευνήσετε τις λειτουργίες της φωτοσύνθεσης και της αερόβιας κυτταρικής αναπνοής μετρώντας τις μεταβολές στη συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα σε συνθήκες έντονου φωτισμού αλλά και στο σκοτάδι.
- Η μέτρηση της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα (σε ppm), γίνεται με τη βοήθεια του αισθητήρα διοξειδίου του άνθρακα και της συσκευής διασύνδεσης.
- Στην ανάλυση των αποτελεσμάτων θα εξαγάγετε συμπεράσματα για τις βιοχημικές διεργασίες της κυτταρικής αναπνοής και της φωτοσύνθεσης:
 - ❖ μετρώντας τη συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα (σε ppm) στην ατμόσφαιρα του φυτού που εκτελεί αερόβια κυτταρική αναπνοή για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα στην απουσία αλλά και την παρουσία φωτός
 - ❖ υπολογίζοντας τη μέση ταχύτητα με την οποία τα φύλλα εκτελούν τη λειτουργία της αερόβιας κυτταρικής αναπνοής
 - ❖ υπολογίζοντας τη μέση ταχύτητα με την οποία τα φύλλα εκτελούν τη λειτουργία της φωτοσύνθεσης

Προετοιμασία πειραματικής διάταξης

- Να βάλετε σε σειρά τα ακόλουθα:
 - ❖ Να τοποθετήσετε στον πάγκο εργασίας σας την πηγή φωτός.
 - ❖ Μπροστά της να τοποθετήσετε ένα τείχος νερού (διαφανές γυάλινο μπουκάλι γεμάτο με νερό).
 - ❖ Μπροστά από αυτό να τοποθετήσετε ένα θερμόμετρο και στη συνέχεια την πλαστική φιάλη καλυμμένη αρχικά με αλουμινόχαρτο.
 - ❖ Στο στόμιό της, να εφαρμόσετε αεροστεγώς τον αισθητήρα CO₂ συνδεδεμένο με τη συσκευή διασύνδεσης (Interface) που θα είναι ήδη συνδεδεμένη με τον υπολογιστή (βλ. Εικόνα 1).

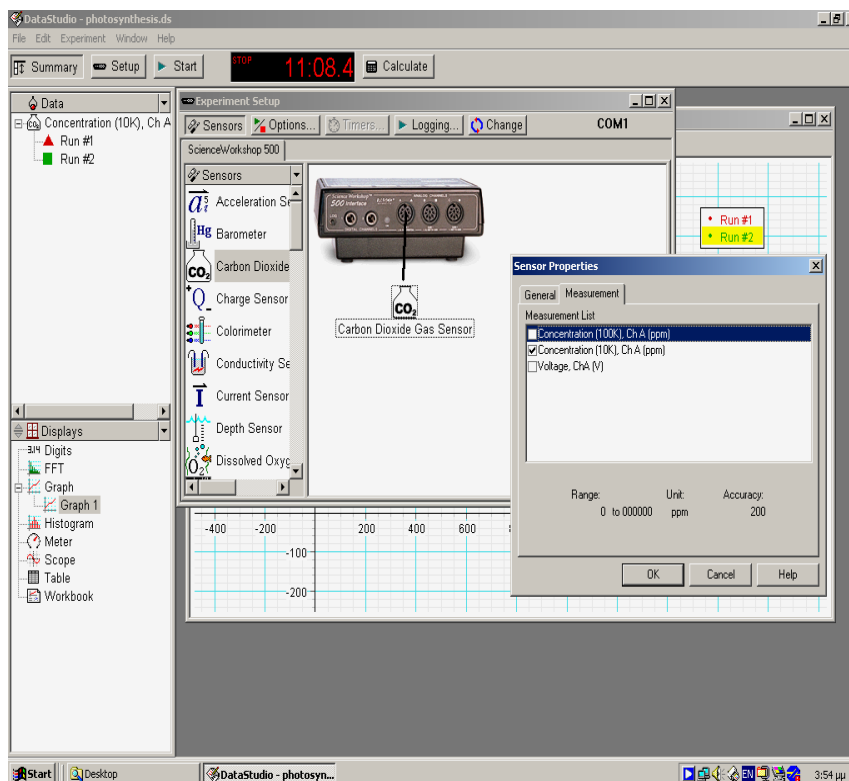


Εικόνα 1: Πειραματική διάταξη πειράματος


- Σημ.: 1. Το τείχος νερού (διαφανές μπουκάλι γεμάτο με νερό) είναι απαραίτητο να παρεμβάλλεται μεταξύ της πηγής φωτός και της πλαστικής μπουκάλου του πειράματος, όπως φαίνεται πιο πάνω (γιατί);.
2. Πριν ξεκινήσετε το πείραμα (περίπου 15 λεπτά πριν) να ανάψετε τη λάμπα για να σταθεροποιηθεί η θερμοκρασία.
3. **ΠΡΟΣΟΧΗ ΜΗΝ ΑΚΟΥΜΠΑΤΕ ΤΗ ΛΑΜΠΑ!** Η λάμπα θερμαίνεται πολύ και παραμένει θερμή ακόμη και μετά που θα τη σβήσετε!

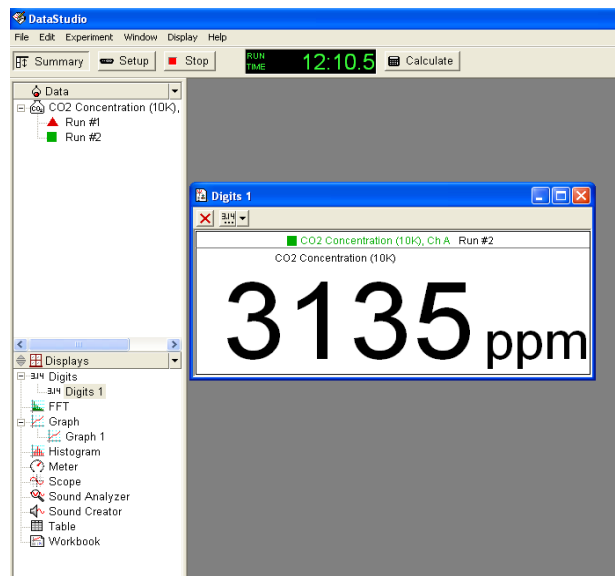
Προετοιμασία συσκευής διασύνδεσης, υπολογιστή και αισθητήρα διοξειδίου του άνθρακα

- Να συνδέσετε τη συσκευή διασύνδεσης **Pasco Science Workshop 500 Interface** με τον υπολογιστή σας, και τον αισθητήρα CO₂ με τη συσκευή διασύνδεσης σε ένα από τα κανάλια (channels A, B ή C).
- Να ανοίξετε τον υπολογιστή και το πρόγραμμα **Data Studio Software** ώστε να φαίνεται το παράθυρο **Experiment Setup**.
- Αριστερά, στη στήλη **Sensors** να επιλέξετε τον αισθητήρα **CO₂ Sensor**, να τον τραβήξετε στο δεξί παράθυρο όπου φαίνεται το εικονίδιο της συσκευής διασύνδεσης και να τον συνδέσετε εικονικά στο ίδιο κανάλι με αυτό που είναι πραγματικά συνδεδεμένος ο αισθητήρας με την συσκευή διασύνδεσης στο πραγματικό πείραμα (βλ. Εικόνα 2).



Εικόνα 2: Προετοιμασία συσκευής διασύνδεσης και αισθητήρα CO₂

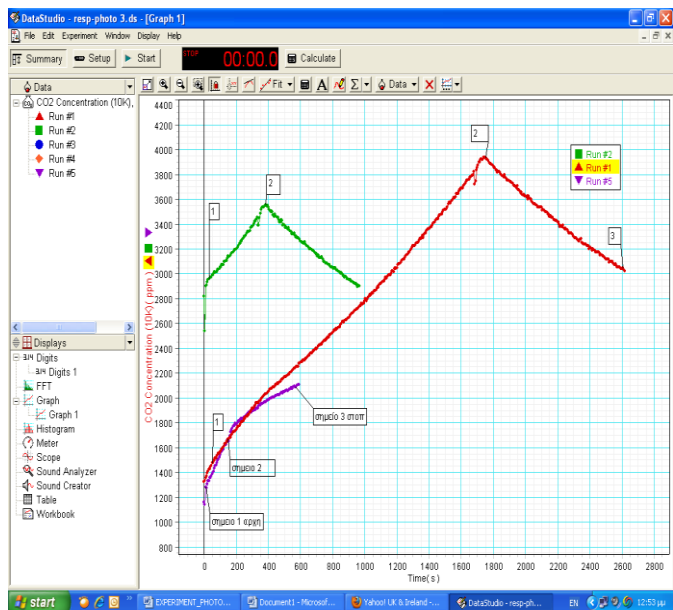
- Να ρυθμίσετε τον αισθητήρα του CO₂ στα 10K με το κουμπάκι στο πλευρό του αισθητήρα.
- Να εφαρμόσετε τον αισθητήρα CO₂ όσο το δυνατό καλύτερα (αεροστεγώς) στην πλαστική φιάλη του πειράματος (βλ. Εικόνα 1).
- Το πράσινο φωτάκι στο πλάι του αισθητήρα CO₂ πρέπει να αναβοσβήνει.
- Στη στήλη **Displays** να ανοίξετε τον τρόπο αριθμητικής απεικόνισης **3.14 Digits** και να κάνετε πάνω σε αυτό διπλό κλικ. Αυτό θα σας ανοίξει δεξιά παράθυρο που θα φαίνεται σαν ένα ψηφιακό ρολόι.
- Να πατήσετε το **Start** στο παράθυρο του data studio toolbar.
- Θα δείτε τις μετρήσεις να καταγράφονται.
- Ο αισθητήρας αυτός του CO₂ χρειάζεται βαθμονόμηση (calibration).
- Για να γίνει αυτό να πατήσετε το κουμπάκι **cal** στον αισθητήρα CO₂ για **3 sec**. Το πράσινο φωτάκι θα πρέπει να σταματήσει να αναβοσβήνει και να μείνει αναμμένο για περίπου 90 sec. Όταν το πράσινο φωτάκι αρχίσει ξανά να αναβοσβήνει τα σημεία που καταγράφονται στο παράθυρο καταγραφής πρέπει να σταθεροποιηθούν γύρω στα 400 ppm CO₂.
- Ενώ οι μετρήσεις συνεχίζονται μπορείτε να αρχίσετε το πείραμα σας. Μπορείτε επίσης να διώξετε το παράθυρο καταγραφής μετρήσεων, πατώντας το εικονίδιο  στο παράθυρο (βλ. Εικόνα 3).



Εικόνα 3: Ρύθμιση αισθητήρα CO₂



Πείραμα 1^ο (Μέρος Α')

- Να κάνετε διπλό κλικ στο **Graph** στη στήλη **Displays**.
- Να αφαιρέσετε τον αισθητήρα CO₂ και να τοποθετήσετε στην πλαστική φιάλη του πειράματος τρία (3) προζυγισμένα φύλλα τα οποία θα πρέπει να φωτίζονται επαρκώς.
- Να επανατοποθετήσετε αεροστεγώς τον αισθητήρα στην πλαστική φιάλη ώστε να μην υπάρχει δυνατότητα διάχυσης των αερίων από ή προς την ατμόσφαιρα (βλ. Εικόνα 1).
- **ΜΗΝ αφαιρέσετε ακόμα το αλουμινόχαρτο.** Οι μετρήσεις συνεχίζουν να καταγράφονται και να απεικονίζονται στη γραφική παράσταση.
- Φροντίστε να σημειώσετε στη γραφική παράσταση το χρονικό σημείο που επανατοποθετήσατε τον αισθητήρα. Αυτό μπορείτε να το κάνετε με το κουμπάκι **text A** που φαίνεται στο toolbar (γραμμή εργαλείων) του παραθύρου της γραφικής παράστασης.
- Οι πειραματικές σας μετρήσεις αρχίζουν ουσιαστικά από τώρα. Να γράψετε στο κουτί κειμένου τον αριθμό **1**.
- Να συνεχίσετε να παίρνετε μετρήσεις για περίπου 100-300s ανάλογα με το είδος και τον αριθμό των φύλλων που βάλατε στη φιάλη (βλ. Εικόνα 4).



Εικόνα 4: Μετρήσεις συγκέντρωσης CO₂

Πείραμα 1^ο (Μέρος Β')

- Μετά τον ενδεδειγμένο χρόνο (100-300s), **χωρίς να αποσυνδέσετε τη συσκευή, να αφαιρέσετε το αλουμινόχαρτο** έτσι ώστε τα φύλλα να εκτίθενται στην πηγή φωτός.
- Να φροντίσετε να σημειώσετε στη γραφική παράσταση το χρονικό σημείο που έχετε αφαιρέσει το αλουμινόχαρτο. Αυτό μπορείτε να το κάνετε με το κουμπάκι **text A**.
Να γράψετε στο κουτί κειμένου τον αριθμό **2**.
- Να συνεχίσετε να παίρνετε μετρήσεις για περίπου 200-500s και μετά να πατήσετε το κουμπάκι **Stop** στο **data studio tool bar**. Να φροντίσετε να σημειώσετε στη γραφική παράσταση το χρονικό σημείο που έχετε σταματήσει την καταγραφή των μετρήσεων. Αυτό μπορείτε να το κάνετε με το κουμπάκι **text A**.
Να γράψετε στο κουτί κειμένου τον αριθμό **3** (βλ. Εικόνα 4).
- Να καταγράψετε τη θερμοκρασία που επικρατεί.
- Στο τέλος για να τυπώσετε  τη γραφική παράσταση  να κάνετε κλικ στο παράθυρο της γραφικής παράστασης και μετά file print.

Άλλα Πειράματα

Το πιο πάνω Πείραμα 1^ο (Μέρος Α' και Β'), ανάλογα με το χρόνο που διατίθεται, μπορεί να επαναληφθεί με τις πιο κάτω διαφοροποιήσεις (ανά πείραμα):

- α. Με την τοποθέτηση χρωματικών φίλτρων (από το εργαστήριο φυσικής), ή απλών διαφανών έγχρωμων μεμβρανών, μπροστά από την πηγή φωτός ώστε να διερευνηθεί η μεταβολή στην ταχύτητα φωτοσύνθεσης, σε φως με διαφορετικό μήκος κύματος και να διαφανεί η χρήση διαφορετικών χρωστικών στο φύλλο για φωτοσύνθεση (Πείραμα 2^ο).
- β. Με τη χρησιμοποίηση φύλλων από διαφορετικό είδος φυτού, αλλά ίδιας μάζας με αυτά που χρησιμοποιήθηκαν στο πρώτο πιο πάνω πείραμα, ώστε να διερευνηθεί η μεταβολή στην ταχύτητα φωτοσύνθεσης ανάλογα με το είδος του φυτού (Πείραμα 3^ο).
- γ. Με την απομάκρυνση του τείχους του νερού, και την επακόλουθη αύξηση της θερμοκρασίας που προκαλεί η πηγή του φωτός, ώστε να διερευνηθεί η μεταβολή στην ταχύτητα φωτοσύνθεσης λόγω μεταβολής της θερμοκρασίας (Πείραμα 4^ο).

ΠΡΟΧΩΡΗΣΤΕ ΣΤΗΝ ΕΠΟΜΕΝΗ ΣΕΛΙΔΑ

**ΠΕΙΡΑΜΑ 3^ο/4^ο : ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ
ΤΗΣ ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΣΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΚΥΤΤΑΡΙΚΗΣ ΑΝΑΠΝΟΗΣ
(ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗΣ-INTERFACE)**

Όνοματεπώνυμο μαθητή/τριας:

Ομάδα: Τμήμα: Ημερομηνία:

Επεξεργασία και ανάλυση αποτελεσμάτων (Πείραμα 1^ο)

1. Να εξηγήσετε, στη γραφική παράσταση του 1^{ου} Πειράματος που αποτυπώσατε, τι αντιπροσωπεύει ένα οποιοδήποτε σημείο της καμπύλης.

.....
.....

2. Να μελετήσετε τη γραφική παράσταση του 1^{ου} Πειράματος και:

α. Να περιγράψετε πώς μεταβάλλεται με τον χρόνο η συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα, στην ατμόσφαιρα της πλαστικής φιάλης με τα φύλλα, από το σημείο 1 μέχρι το 2.

.....
.....
.....

β. Να υπολογίσετε και να καταγράψετε τη διαφορά στη συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα, $\Delta[\text{CO}_2]_{2-1}$ σε ppm, καθώς και τη διαφορά στο χρόνο, Δt_{2-1} σε s, μεταξύ των σημείων 1 και 2.

Μεταβολή	$\Delta[\text{CO}_2]_{2-1}$ (ppm)	Δt_{2-1} (s)
Μεταξύ των σημείων 1-2		

γ. Να εξηγήσετε, με βάση τις λειτουργίες που εκτελούν τα φύλλα, τι εκφράζει η μεταβολή $\Delta[\text{CO}_2]_{2-1}$ που καταγράψατε πιο πάνω και πού οφείλεται.

.....
.....
.....
.....

δ. Να υπολογίσετε το πηλίκο $\Delta[\text{CO}_2]_{2-1} / \Delta t_{2-1}$ (ppm/s) και να εξηγήσετε τι εκφράζει.

.....
.....
.....
.....
.....

3. Να μελετήσετε τη γραφική παράσταση του 1^{ου} Πειράματος και:

α. Να περιγράψετε πώς μεταβάλλεται με το χρόνο η συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα, στην ατμόσφαιρα της πλαστικής φιάλης με τα φύλλα, από το σημείο 2 μέχρι το 3.

.....
.....
.....

β. Να υπολογίσετε και να καταγράψετε τη διαφορά στη συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα, $\Delta[\text{CO}_2]_{3-2}$ σε ppm, καθώς και τη διαφορά στο χρόνο, Δt_{3-2} σε s, μεταξύ των σημείων 2 και 3.

Μεταβολή	$\Delta[\text{CO}_2]_{3-2}$ (ppm)	Δt_{3-2} (s)
Μεταξύ των σημείων 2-3		

γ. Να εξηγήσετε, με βάση τις λειτουργίες που εκτελούν τα φύλλα, τι εκφράζει η μεταβολή $\Delta[\text{CO}_2]_{3-2}$ που καταγράψατε πιο πάνω και πού οφείλεται.

.....
.....
.....
.....

δ. Να υπολογίσετε το πηλίκο $\Delta[\text{CO}_2]_{3-2} / \Delta t_{3-2}$ (ppm/s) και να εξηγήσετε τι εκφράζει.

.....
.....
.....
.....
.....

ε. Να εξηγήσετε, γιατί η πιο πάνω τιμή δεν εκφράζει την πραγματική ταχύτητα με την οποία εκτελείται η λειτουργία της φωτοσύνθεσης. Πώς θα μπορούσατε να υπολογίσετε, για την ταχύτητα με την οποία εκτελείται η φωτοσύνθεση, μια τιμή που να ανταποκρίνεται περισσότερο προς την πραγματικότητα;

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Σημ.: Οι ερωτήσεις 2 και 3 μπορούν να απαντηθούν ξανά στη περίπτωση κατά την οποία θα επαναληφθεί η πειραματική διαδικασία (Πείραμα 2^ο – 4^ο, βλ. σελ. 5).

4. Να αναφέρετε πέντε (5) τουλάχιστο μεταβλητές που πρέπει να παραμένουν σταθερές στο Πείραμα 1^ο;

.....
.....
.....

5. Ποια/ες μεταβλητή/ές, από αυτές που πρέπει να μείνουν σταθερές, έχετε πρακτικά κρατήσει σταθερές στο Πείραμα 1^ο, και πώς το έχετε επιτύχει σε κάθε περίπτωση;

.....
.....
.....
.....

6. Γιατί είναι σημαντικό να χρησιμοποιηθεί το τείχος νερού μεταξύ της πηγής του φωτός και της πλαστικής φιάλης με τα φύλλα; Ποιες φυσικές ιδιότητες του νερού εκμεταλλευόμαστε σε αυτή την περίπτωση;

.....
.....
.....

7. Να αναφέρετε τρεις (3) μεταβλητές που είναι περιοριστικές για τους χρόνους που εκτελείται το Πείραμα 1^ο;

.....
.....

8. Ποια/ες μεταβλητή/ές έχετε μεταβάλει στο Πείραμα 1^ο, και πώς την/τις έχετε μεταβάλει;

.....
.....
.....

9. Ποια/ες μεταβλητή/ές έχετε μετρήσει και πώς την/τις έχετε μετρήσει;

.....
.....
.....

10. Να αναφέρετε τρεις (3) πιθανές πηγές πειραματικού λάθους στο Πείραμα 1^ο.

.....
.....
.....

11. Να αναφέρετε δύο (2) πιθανές βελτιώσεις στις συνθήκες διεξαγωγής του 1^{ου} Πειράματος για να περιοριστούν τα πειραματικά λάθη;

.....
.....

12. Ας υποθέσουμε ότι κάνουμε μετρήσεις στη πειραματική πλαστική φιάλη με ζωντανό ποτισμένο φυτό, και οι συνθήκες (φως, θερμοκρασία και υγρασία) παραμένουν σταθερές. Πότε νομίζετε ότι θα μειωθεί ο ρυθμός φωτοσύνθεσης του φυτού;

.....

.....

.....

.....

Επέκταση του πειράματος

13. Η κλειστή πλαστική φιάλη με τα φύλλα και την πηγή φωτός μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μοντέλο για τη μελέτη ενός φαινομένου που παρατηρείται στη βιόσφαιρα. Ποιο είναι αυτό; Να δώσετε τις ανάλογες αντιστοιχίες.

.....

.....

.....

.....

14. Με ποιο τρόπο θα μπορούσαμε να διαμορφώσουμε το Πείραμα 1^ο έτσι ώστε να μοντελοποιήσουμε όσο το δυνατόν καλύτερα το πιο πάνω φαινόμενο; Να εξηγήσετε.

.....

.....

.....

15. Με αναφορά στα αποτελέσματά σας, ιδιαίτερα για τις ταχύτητες αερόβιας κυτταρικής αναπνοής και φωτοσύνθεσης και το ποσοστό έκλυσης και δέσμευσης του διοξειδίου του άνθρακα από την κάθε διαδικασία αντίστοιχα, μπορείτε να εξηγήσετε γιατί αυτές οι διαφορές είναι απαραίτητες για τη διατήρηση του ισοζυγίου στη βιόσφαιρα;

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

16. Να εξηγήσετε, με βάση το Πείραμα 1^ο, ένα από τους λόγους για τους οποίους η αποψίλωση των δασών επιδεινώνει το φαινόμενο του θερμοκηπίου;

.....

.....

17. Σε γραπτή εργασία να προβλέψετε πότε τα ποσοστά οξυγόνου στην ατμόσφαιρα της Κύπρου βρίσκονται στα ψηλότερα επίπεδα; Να δικαιολογήσετε την άποψή σας επιχειρηματολογώντας με βάση τους διάφορους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η συγκέντρωση του οξυγόνου στην ατμόσφαιρα.

ΤΕΛΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

