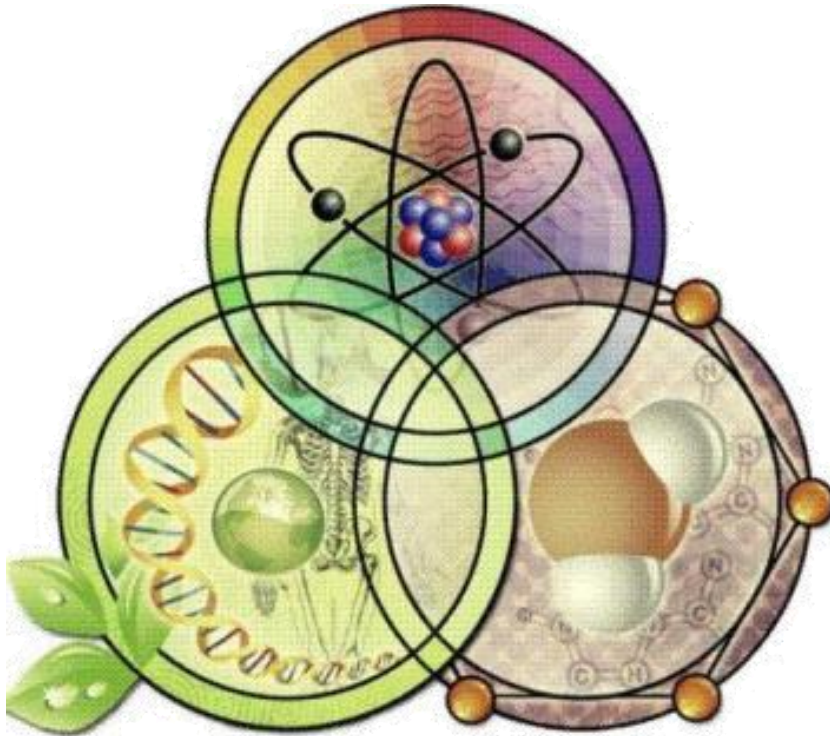


Πανελλήνιος Μαθητικός Διαγωνισμός για την επιλογή
στην 17η Ευρωπαϊκή Ολυμπιάδα Φυσικών Επιστημών
EUSO 2019

ΒΙΟΛΟΓΙΑ



Σχολείο:.....

Ονόματα των μαθητών:

1)

2)

3)

ΑΘΗΝΑ

Σάββατο 26 Ιανουαρίου 2019

ΜΕΛΕΤΩΝΤΑΣ ΤΗ ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΣΗ ΣΤΑ ΥΔΡΟΒΙΑ ΦΥΤΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ζωή πάνω στη Γη άρχισε στους ωκεανούς και οι συνθήκες που επικρατούσαν σ' αυτό το αρχέγονο περιβάλλον σφράγισαν ανεξίτηλα τη χημεία των έμβιων όντων! Κατά συνέπεια, το φαινόμενο της ζωής στηρίζεται στις ιδιότητες του νερού.

Χάρη στους δεσμούς υδρογόνου μεταξύ των μορίων του, το **νερό** εμφανίζει πολλές ασυνήθιστες ιδιότητες, π.χ. αναπτύσσει ισχυρές δυνάμεις συνάφειας που του επιτρέπουν να ανέρχεται μέσα στα αγγεία των φυτών. Το νερό αντιπροσωπεύει περίπου το 70% του βάρους ενός κυττάρου και οι περισσότερες ενδοκυττάρειες αντιδράσεις συμβαίνουν σε υδατικό περιβάλλον.

Το νερό εξάλλου, συμμετέχει και το ίδιο σε κάποιες βιολογικές διαδικασίες. Η σημαντικότερη ίσως μεταβολική διαδικασία στη Βίοςφαιρα είναι η **φωτοσύνθεση**, κατά την οποία ελευθερώνεται **οξυγόνο** από τη διάσπαση μορίων νερού και επιπλέον σχηματίζεται κυρίως γλυκόζη.

Το οξυγόνο που παράγεται από τη φωτοσύνθεση, εξέρχεται από μικροσκοπικά ανοίγματα της επιδερμίδας των φυτών που λέγονται **στόματα**. Η είσοδος του ατμοσφαιρικού **διοξειδίου του άνθρακα** που συμμετέχει στη φωτοσύνθεση, επίσης γίνεται από τα στόματα. Ακολουθως μεταφέρεται με **διάχυση** προς τους μεσοκυττάριους χώρους και στη συνέχεια στα κύτταρα. Η θέση των στομάτων στα διαφορετικά είδη φυτών διαφέρει και σχετίζεται με το περιβάλλον στο οποίο ζουν. Έτσι, συνηθέστερα τα στόματα βρίσκονται στην κάτω επιδερμίδα των φυτών ή και στις δύο πλευρές τους, ενώ στα υδρόβια φυτά βρίσκονται μόνο στην πάνω επιδερμίδα ή δεν υπάρχουν καθόλου στόματα.

Σκοπός της παρούσας εργαστηριακής δραστηριότητας είναι να μελετήσουμε την επίδραση της έντασης της φωτεινής ακτινοβολίας και της παροχής διοξειδίου του άνθρακα στην απόδοση της φωτοσύνθεσης στα υδρόβια φυτά. Παράλληλα να διερευνήσουμε τους τρόπους ανταλλαγής αερίων με το περιβάλλον, όπως και τη δυνατότητα μετακίνησης ορισμένων κυτταρικών οργανιδίων.



Μικροσκοπικά θα εξετάσουμε το βλαστό και τα φύλλα ενός **υδρόβιου φυτού *Elodea* (*Elodea densa*)**. Τα φύλλα των περισσότερων υδρόβιων φυτών είναι πολύ λεπτά. Στα φυτά του γένους *Elodea* είναι εύκολο να παρατηρηθεί η χαρακτηριστική κίνηση των χλωροπλαστών που ενδέχεται να οφείλεται στη σύνδεσή τους με ινίδια του κυτταρικού σκελετού και πιθανόν αυξάνει την απόδοση της φωτοσύνθεσης. Η κίνηση του κυτταροπλάσματος (*cytoplasmic streaming*) παρατηρήθηκε για πρώτη φορά στη δεκαετία του 1830 και βοήθησε τους Βιολόγους να πειστούν ότι τα κύτταρα είναι οι θεμελιώδεις μονάδες της ζωής!

Στο βλαστό των υδρόβιων φυτών, όπως είναι τα γένη *Cabomba* και *Elodea*, η αραιή διάταξη των κυττάρων του θεμέλιου ιστού διαμορφώνει μεγάλους μεσοκυττάριους χώρους και ο εξειδικευμένος αυτός ιστός ονομάζεται **αερέγχυμα**. Το αερέγχυμα προσφέρει πλευστότητα στα υδρόβια φυτά και επιπλέον επιτρέπει στα αναπνευστικά αέρια να διαχέονται γρήγορα στο εσωτερικό τους. Αν κόψουμε το βλαστό διαμέσου

του αερεγχύματος, τα αέρια μπορούν να διαφύγουν από το φυτό, σχηματίζοντας **φυσαλίδες**.

Με δεδομένο ότι η παραγωγή φυσαλίδων από τέτοιες τομές στο βλαστό των φυτών του γένους **Cabomba** είναι σταθερή για αρκετό χρονικό διάστημα και αρκετά αξιόπιστη, η καταμέτρησή τους για δεδομένο χρονικό διάστημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δείκτης για τη μελέτη του ρυθμού φωτοσύνθεσης του φυτού σε μεταβαλλόμενες συνθήκες.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Α. ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ ΤΗΣ ΦΩΤΕΙΝΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΣΤΟ ΡΥΘΜΟ

ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΟΞΥΓΟΝΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗ ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΣΗ

ΥΛΙΚΑ	ΟΡΓΑΝΑ
<ul style="list-style-type: none">• Κομμάτι βλαστού <i>Cabomba aquatica</i> σε δοκιμαστικό σωλήνα με διάλυμα NaHCO_3 1% (πάγκος καθηγητή)• Στήριγμα δοκιμαστικών σωλήνων• Σταγονομετρικό φιαλίδιο με διάλυμα NaHCO_3 1%• Μανταλάκι• Απορροφητικό χαρτί	<ul style="list-style-type: none">• Κασετίνα μικροσκοπίας• Λαμπτήρας στερεωμένος με λαβίδα σε ορθοστάτη• Μετροταινία (στον πάγκο)• Χάρακας• 1 μικροσύριγγα (1 ml)

Έλεγχος της παραγωγής φυσαλίδων από το υδρόβιο φυτό

1. Να τοποθετήσετε το σωλήνα με το φυτό στο στήριγμα δοκιμαστικών σωλήνων.
2. Ανάψτε το λαμπτήρα και αναμείνατε μέχρι να αρχίσουν να ελευθερώνονται φυσαλίδες από το άκρο του βλαστού που βρίσκεται κοντά στην επιφάνεια του διαλύματος NaHCO_3 . Αν δεν αρχίσει ο σχηματισμός των φυσαλίδων μετά από 2 min, να κόψετε το βλαστό 0.5 cm από την άκρη του, με το ψαλίδι μέσα στο διάλυμα.

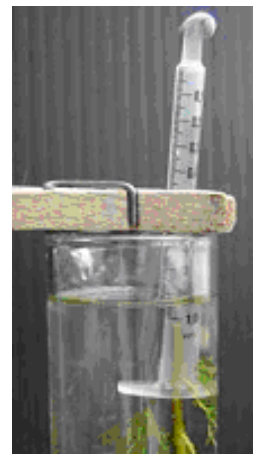


Τοποθέτηση μικροσύριγγας

3. Χρησιμοποιώντας το σταγονομετρικό φιαλίδιο με διάλυμα NaHCO_3 ή το σταγονόμετρο, να γεμίσετε πλήρως τη σύριγγα μέχρι το άνοιγμά της. Κρατώντας τη μικροσύριγγα υπό γωνία και εισάγοντας τις σταγόνες μία - μία με αργό ρυθμό, φροντίστε να μη σχηματιστούν κενά αέρα μέσα στη μικροσύριγγα. Εάν συμβεί αυτό, χτυπήστε ελαφρά κάτω τη σύριγγα, ώστε να κατέβει το διάλυμα ή αποχύστε το περιεχόμενο υγρό στο δοκιμαστικό σωλήνα και ξεκινήστε τη διαδικασία γεμίσματος από την αρχή.

4. Να πιάσετε προσεκτικά με τη λαβίδα μικροσκοπίας την άκρη του βλαστού που ελευθερώνει τις φυσαλίδες, διατηρώντας την μέσα στο διάλυμα. Με το άλλο σας χέρι να αναποδογυρίσετε τη γεμάτη σύριγγα και να τη βυθίσετε μέσα στο διάλυμα. Κρατώντας βυθισμένη τη σύριγγα, να τοποθετήσετε την άκρη του βλαστού μέσα στο άνοιγμα της σύριγγας. Να φροντίσετε ώστε να μην ακουμπάει η κομμένη άκρη του βλαστού στο εσωτερικό της σύριγγας.

5. Καθώς κρατάτε με το ένα χέρι τη λαβίδα με το βλαστό και με το άλλο τη



σύριγγα, ένας άλλος από την ομάδα σας πρέπει να στηρίξει τη σύριγγα με το μανταλάκι προσεκτικά πάνω στο στόμιο του δοκιμαστικού σωλήνα, ώστε να διατηρηθεί σε κατακόρυφη θέση. Έτσι, οι φυσαλίδες που αναδύονται, αθροίζονται κάτω από το κλειστό στόμιο της σύριγγας. Ο όγκος του αερίου μπορεί να μετρηθεί από τις ενδείξεις της βαθμονομημένης σύριγγας.

Έναρξη καταμέτρησης φυσαλίδων και όγκου παραγόμενου οξυγόνου

6. Με το χάρακα βεβαιωθείτε ότι η περιφέρεια του λαμπτήρα διέρχεται στην προέκταση του σημείου 0 στη μετροταινία.

7. Με τη βοήθεια της μετροταινίας και του χάρακα, να ρυθμίσετε την απόσταση της «μπροστινής πλευράς» του σωλήνα από την περιφέρεια του λαμπτήρα στα 5 cm, μετακινώντας το στήριγμα. Να προσανατολίσετε το στήριγμα έτσι ώστε η μεγάλη του πλευρά να είναι κάθετη στη μετροταινία και το φυτό να βρίσκεται ακριβώς απέναντι από το λαμπτήρα.

8. Η διάταξη σας είναι έτοιμη για την έναρξη του πειράματος. Θα μετρήσετε το χρόνο συνεχόμενα για όλες τις μετρήσεις χωρίς να μηδενίζετε το ρολόι/χρονόμετρο. Καταγράψτε τη χρονική στιγμή έναρξης της χρονομέτρησης και την ένδειξη της στάθμης του υγρού στη μικροσύριγγα στη χρονική στιγμή 0 για το σύνολο των μετρήσεων.

Χρονική στιγμή έναρξης συσσώρευσης αερίου στη μικροσύριγγα (χρονική στιγμή 0):	
Αρχική ένδειξη στάθμης στη μικροσύριγγα	

9. Πριν αρχίσετε την καταμέτρηση των φυσαλίδων, να αναμείνετε 2 min.

10. Να μετρήσετε τον **αριθμό των φυσαλίδων** που ελευθερώνονται από το άκρο του βλαστού σε χρονικό διάστημα **1 min**. Ακολούθως επαναλάβετε τη μέτρηση για ένα ακόμη λεπτό (κατά προτίμηση το αμέσως επόμενο λεπτό μετά την πρώτη μέτρηση). Να σημειώσετε τις μετρήσεις σας στον **ΠΙΝΑΚΑ Α**.

11. Στη συνέχεια να ρυθμίσετε την απόσταση του σωλήνα από το λαμπτήρα στα 10 cm. Αναμείνετε 2 min. Ακολούθως να επαναλάβετε τις μετρήσεις, όπως περιγράφονται στο βήμα 10.

12. Να επαναλάβετε τα βήματα 10 και 11 για τις αποστάσεις των 15, 20, 25 cm και να καταχωρίσετε τις μετρήσεις σας στον Πίνακα Α.

Καταμέτρηση όγκου παραγόμενου οξυγόνου σε σταθερή ένταση φωτός

13. Μετά την ολοκλήρωση των μετρήσεων, να καταγράψετε και πάλι την ένδειξη της στάθμης του υγρού στη μικροσύριγγα και να υπολογίσετε το χρονικό διάστημα που έχει περάσει από τη στιγμή έναρξης της συσσώρευσης του παραγόμενου αερίου στη μικροσύριγγα (χρονική στιγμή 0).

Χρονικό διάστημα συσσώρευσης αερίου στη μικροσύριγγα:

Ένδειξη στάθμης στη μικροσύριγγα:

14. Επαναφέρετε το στήριγμα με το σωλήνα σας σε απόσταση 5 cm από τη φωτεινή πηγή.

15. Μετά την παρέλευση 20 min, να καταγράψετε την ένδειξη της στάθμης του υγρού στη μικροσύριγγα.

Τελική ένδειξη στάθμης στη μικροσύριγγα:

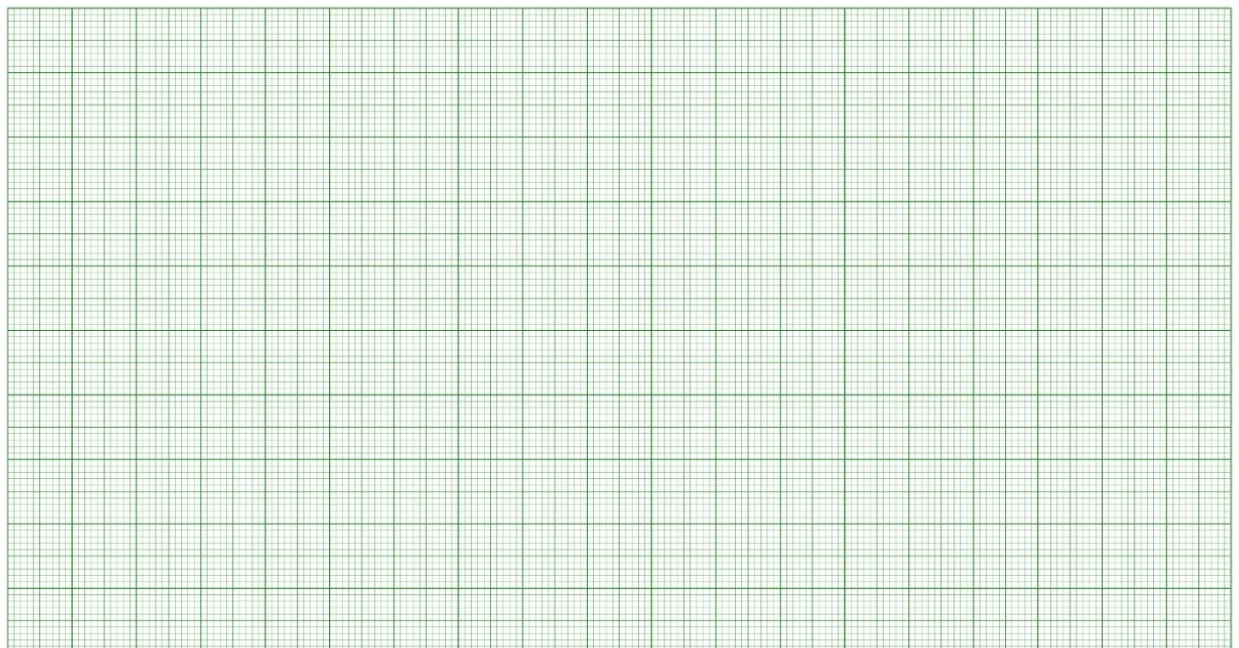
ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ Α

ΠΙΝΑΚΑΣ Α

Απόσταση από φωτεινή πηγή (cm)	Χρονικό διάστημα (min)	1 ^η Μέτρηση (αριθμός φυσαλίδων)	2 ^η Μέτρηση (αριθμός φυσαλίδων)	Μ.Ο. Μετρήσεων (αριθμός φυσαλίδων/min)
5	0-2	Αναμονή		
	2-3	.....	
	3-4		.....	.....
10	4-6	Αναμονή		
	6-7	.....	
	7-8		.....	.....
15	8-10	Αναμονή		
	10-11	.....	
	11-12		.....	.....
20	12-14	Αναμονή		
	14-15	.....	
	15-16		.....	.....
25	16-18	Αναμονή		
	18-19	.....	
	19-20		.....	.....

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΓΡΑΦΙΚΗΣ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗΣ

Αφού υπολογίσετε το μέσο όρο του αριθμού των φυσαλίδων ανά λεπτό για κάθε απόσταση, να σχεδιάσετε το διάγραμμα του αριθμού των φυσαλίδων σε συνάρτηση με την απόσταση του φυτού από το λαμπτήρα σε cm.



ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Να συγκρίνετε το μέσο ρυθμό παραγωγής οξυγόνου (ml/min) στα πρώτα 20 λεπτά του πειράματος (μεταβλητή ένταση ακτινοβολίας) και στα επόμενα 20 λεπτά (σταθερή μεγάλη ένταση ακτινοβολίας).

.....
.....

2. Λαμβάνοντας υπόψη τις μετρήσεις του ρυθμού παραγωγής φυσαλίδων και τις μετρήσεις του όγκου του αερίου στη σύριγγα, ποιο είναι το συμπέρασμά σας σχετικά με την επίδραση της έντασης της φωτεινής ακτινοβολίας στο ρυθμό παραγωγής οξυγόνου από το φυτό;

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

3. Σύμφωνα με το διάγραμμά σας σε ποια απόσταση από το λαμπτήρα ο ρυθμός παραγωγής φυσαλίδων θα γίνει μικρότερος από 1 φυσαλίδα/min; Να εξηγήσετε.

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

4. Ο συνολικός όγκος του αερίου που συσσωρεύτηκε στη σύριγγα δεν αντιπροσωπεύει με ακρίβεια τη συνολική ποσότητα του οξυγόνου που παράχθηκε από το φυτό στο συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Να αναφέρετε τρεις πιθανούς παράγοντες σφάλματος.

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

Β. ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ ΤΟΥ ΒΛΑΣΤΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΦΥΛΛΩΝ *Elodea densa*

ΥΛΙΚΑ	ΟΡΓΑΝΑ
<ul style="list-style-type: none">• Ζευγάρι γάντια• Μικρά σταγονομετρικά φιαλίδια με νερό και διάλυμα NaHCO_3 1%• Κομμάτι βλαστού <i>Elodea</i> (πάγκος καθηγητή)	<ul style="list-style-type: none">• Μικροσκόπιο• Κασετίνα μικροσκοπίας• Αντικειμενοφόροι πλάκες & καλυπτρίδες• Ξυραφάκι

Σημείωση: Όταν πιάνετε το φυτό, συνιστάται να φοράτε γάντια.

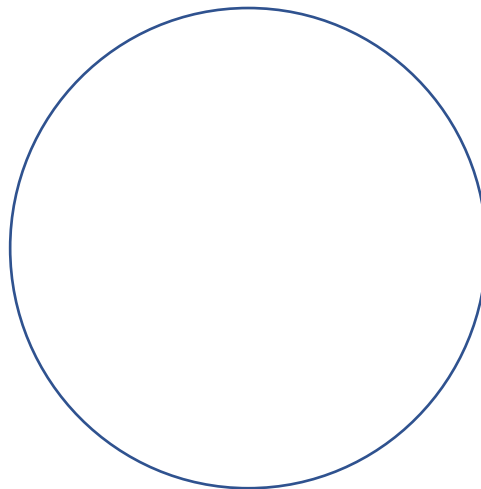
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ ΤΟΜΗΣ ΒΛΑΣΤΟΥ *ELODEA* στο οπτικό μικροσκόπιο

Αφού κάνετε με το ξυράφι μία πολύ λεπτή τομή στο βλαστό του φυτού, να φτιάξετε ένα μικροσκοπικό παρασκεύασμα. Να δείξετε το παρασκεύασμά σας στον επιβλέποντα καθηγητή/-τρια (μεγέθυνση X100).

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΟΜΗΣ ΒΛΑΣΤΟΥ

Εξωτερικά ο βλαστός του φυτού *Elodea* αποτελείται από μία ζώνη με πυκνή διάταξη κυττάρων και εσωτερικά της μία ζώνη αερεγχύματος με ακτινωτή διάταξη μεσοκυττάρων χώρων. Ο αγωγός ιστός περιορίζεται μόνο στο κεντρικό τμήμα του βλαστού.

1. Έχοντας υπόψη την ανωτέρω περιγραφή, να σχεδιάσετε την τομή του βλαστού σε μεγέθυνση X40 και να σημειώσετε τους μεσοκυττάρους χώρους του αερεγχύματος.



2. Το φυτό *Elodea* έχει πάρει το όνομά του από την ελληνική λέξη «ελώδης», ώστε να υποδηλωθεί ο τύπος των οικοσυστημάτων στα οποία φύεται.

Το γεγονός ότι ο αγωγός ιστός δεν είναι ιδιαίτερα εκτεταμένος αποτελεί περιοριστικό παράγοντα στην επιβίωση του φυτού μέσα στο νερό ή όχι και γιατί; Ποια πλεονεκτήματα προσφέρει το εκτεταμένο δίκτυο κενών χώρων μεταξύ των κυττάρων του βλαστού;

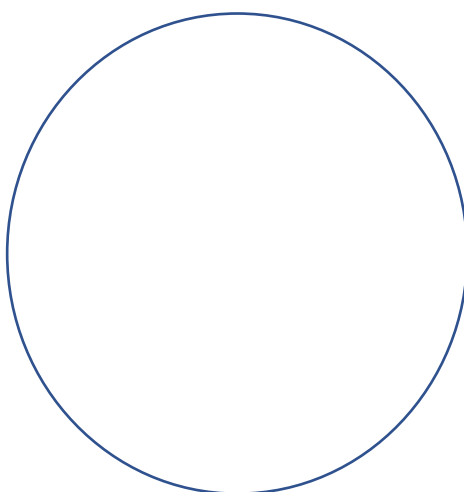
.....
.....
.....
.....

ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ ΦΥΛΛΟΥ *ELODEA* – ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ

1. Με τη λαβίδα μικροσκοπίας να κόψετε προσεκτικά ένα μικρό τρυφερό φύλλο από την άκρη του βλαστού *Eloдея* και να φτιάξετε ένα μικροσκοπικό παρασκεύασμα με νερό, χρησιμοποιώντας ολόκληρο το φύλλο.
2. Εφαρμόζοντας τις πρακτικές της μικροσκοπίας που γνωρίζετε, να παρατηρήσετε το φύλλο σε μεγέθυνση Χ400, σε έντονο φωτισμό και σε διαφορετικά εστιακά επίπεδα.
3. Στο επίπεδο με τη μέγιστη ευκρίνεια, προσπαθήστε να εντοπίσετε την κίνηση των κυτταρικών οργανιδίων. Αυτό υπάρχει περίπτωση να χρειαστεί χρονικό διάστημα 10 λεπτών. Στο μεταξύ μπορείτε να σχεδιάσετε το παρασκεύασμά σας στο Φύλλο εργασίας Β. Μόλις ανιχνεύσετε την κίνηση των οργανιδίων, να δείξετε το παρασκεύασμα στον επιβλέποντα καθηγητή/-τρια.
4. Να αφαιρέσετε την καλυπτρίδα από το παρασκεύασμά σας, χωρίς να παρασύρετε το φύλλο.
5. Να προσθέσετε μία σταγόνα διαλύματος NaHCO_3 που αποτελεί πηγή CO_2 για το φυτό.
6. Να ξανασκεπάσετε προσεκτικά με την καλυπτρίδα.
7. Να παρατηρήσετε αμέσως για λίγα λεπτά τον αγωγό ιστό, την επιφάνεια και το περίγραμμα του φύλλου κυρίως σε μεγέθυνση Χ100. Να δείξετε το φαινόμενο που εξελίσσεται στον επιβλέποντα καθηγητή/-τρια.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ Β

1. Το φύλλο που παρατηρήσατε είναι ιδιαίτερα λεπτό. Σε τι μπορεί να εξυπηρετεί αυτό τη ζωή μέσα στο νερό; Από πόσες στρώσεις κυττάρων αποτελείται το φύλλο του φυτού *Eloдея*;
.....
.....
.....
2. Να σχεδιάσετε το παρασκεύασμά σας στη μεγέθυνση Χ400 και να τοποθετήσετε τις ενδείξεις κυτταρικό τοίχωμα, κυτταρική μεμβράνη, χλωροπλάστες, χυμοτόπιο.



3. Τι παρατηρήσατε στο παρασκεύασμά σας μετά την παροχή διοξειδίου του άνθρακα με τη μορφή διαλύματος NaHCO_3 ; Ποια εξήγηση μπορείτε να δώσετε για το φαινόμενο αυτό;

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

4. Με ποιον κυρίως τρόπο πραγματοποιείται η ανταλλαγή αερίων μεταξύ του φύλλου *Elodea* και του υδατικού περιβάλλοντός του; Υπάρχουν στόματα στην επιφάνειά του;

.....
.....

5. Αν πραγματοποιήσουμε το πείραμα του Μέρους Α με το φυτό *Cabomba* μέσα σε νερό και όχι σε διάλυμα NaHCO_3 , ποια πρόβλεψη μπορείτε να κάνετε για το ρυθμό της φωτοσύνθεσης στο φυτό *Cabomba*; Να λάβετε υπόψη σας τις παρατηρήσεις σας στο φυτό *Elodea*.

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

Καλή διασκέδαση και καλή επιτυχία!

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΔΕΞΙΟΤΗΤΩΝ

ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ	ΟΡΘΟΣ ΤΡΟΠΟΣ	ΜΟΡΙΑ	ΒΑΘΜΟΣ
ΜΕΡΟΣ Α			
Γέμισμα σύριγγας	Χωρίς κενό στο πάνω μέρος (δεν έχει γεμίσει πλήρως)	1	
	Χωρίς κενά κατά μήκος (δεν έχει γεμίσει συνεχόμενα)	1	
Τοποθέτηση γεμάτης σύριγγας	Χωρίς δημιουργία κενού όταν τοποθετείται το φυτό	1	
	Βλαστός μέσα στη σύριγγα και δεν ακουμπάει	2	
Θέση λαμπτήρα	Ευθυγράμμιση με το 0 (χρήση χάρακα)	1	
Αποστάσεις	Στήριγμα στο 4, 9, 14, 19, 24	2	
Χρονομέτρηση	Δεν μηδένισαν κατά τη διάρκεια	1	
ΣΥΝΟΛΟ		9	
ΜΕΡΟΣ Β			
ΤΟΜΗ ΒΛΑΣΤΟΥ			
Σωστή εστίαση		1	
Πάχος τομής		3	
Φυσαλίδες	Να ελεγχθεί κυρίως αν υπάρχουν ή όχι στο αερέγχυμα	2	
Αερέγχυμα	Να το υποδείξουν σωστά στον επιτηρητή	1	
ΣΥΝΟΛΟ		7	
ΦΥΛΛΟ			
Φωτισμός	Γνωρίζουν τη ρύθμιση - Έντονος φωτισμός	2	
Φυσαλίδες Αναδιπλώσεις	Να μην υπάρχουν	1	
		1	
Εστίαση		1	
Κίνηση	Επίδειξη κίνησης χλωροπλαστών (υπήρχε ή όχι)	2	
Προσθήκη σόδας Αναδιπλώσεις Σάρωση-Εναλλαγή φακών	Να μην υπάρχουν	1	
	Να επιδείξουν τις φυσαλίδες (να δείξουν γρήγορα)	3	
ΣΥΝΟΛΟ		11	
	Κατάσταση πάγκου μετά το πέρας - ζημιές	3	
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΔΕΞΙΟΤΗΤΩΝ		30	

ΓΡΑΠΤΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

ΕΡΩΤΗΣΗ	ΑΠΑΝΤΗΣΗ - παρατηρήσεις	ΜΟΡΙΑ	ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ
Μέρος Α			
Μετρήσεις-Μ.Ο.		15	
Τελικός χρόνος	βέλτιστο 20 λεπτά	2	
Τελική ένδειξη όγκου σε μεγάλη ένταση	Μεγαλύτερη της μεταβλητής	1	
Διάγραμμα Επιλογή κλίμακας (1+1) Αναγραφή μεγεθών, μονάδων Τοποθέτηση πειραματικών σημείων Σχεδίαση γραφήματος		2 2 5 2	
1. Όγκοι (1)-Ρυθμοί (2)-Σύγκριση (1)	Σωστοί όγκοι	4	
2. Συμπέρασμα για την επίδραση της έντασης		5	
3. Απόσταση για 1 φυσαλίδα/λεπτό	Θα σημειώνουν την προέκταση	2	
4. Παράγοντες σφάλματος	Οξυγόνο από όλο το φυτό Διοξείδιο του άνθρακα Φυσαλίδες	3	
ΣΥΝΟΛΟ ΜΕΡΟΥΣ Α		43	
Μέρος Β			
ΤΟΜΗ ΒΛΑΣΤΟΥ			
1. Σωστός σχεδιασμός Απεικόνιση στο ανάλογο μέγεθος Σωστή ένδειξη αερεγχύματος		3 1 1	
2. Περιοριστικός παράγοντας ή όχι Πλεονεκτήματα αερεγχύματος	Δεν υπάρχει μεγάλη ανάγκη νερού, είσοδος θρεπτικών με διάχυση Διάχυση αερίων, πλευστότητα	1+2 2	
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ ΦΥΛΛΟΥ			
1. Πλεονέκτημα λεπτού φύλλου Στρώσεις (2)	Καθώς το νερό απορροφά μεγάλο ποσό ακτινοβολίας, στο λεπτό φύλλο το φως φτάνει κατευθείαν στους χλωροπλάστες (επιφανειακή θέση), γρήγορη πρόσληψη θρεπτικών	3 2	
2. Σχέδιο Απεικόνιση στο ανάλογο μέγεθος Ενδείξεις		1 4	
3. Παροχή σόδας → φαινόμενο εξήγηση	Φυσαλίδες που μεγαλώνουν Η παροχή CO ₂ αυξάνει το ρυθμό της φωτοσύνθεσης	1 2	
4. Τρόπος ανταλλαγής αερίων Ύπαρξη ή όχι στομάτων	Διάχυση Δεν υπάρχουν	1 1	
5. Πρόβλεψη για Cabomba σε νερό Εξήγηση με βάση την Elodea	Ελαττώνεται ο ρυθμός φωτοσύνθεσης, λιγότερο CO ₂	1 1	
ΣΥΝΟΛΟ ΜΕΡΟΥΣ Β		27	
ΣΥΛΟΙΚΗ ΓΡΑΠΤΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ		70	
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ		100	