



# ΦΡΟΥΤΑ, ΧΥΜΟΙ και ΤΡΟΦΙΜΑ

2<sup>η</sup> ΑΣΚΗΣΗ

Μούρθια, 2 Απριλίου, 2009

## Εισαγωγή

Ο κ. Hero μόλις διορίστηκε ως Διευθύνων Σύμβουλος της εταιρείας στην οποία έχει εργαστεί για πολλά χρόνια. Θυμήθηκε το χρόνο κατά τον οποίο ζητούσε από τον πατέρα του, διευθυντή στο κεντρικό εργοστάσιο της εταιρείας για πολλά χρόνια: "Μπαμπά, θα είμαι σε θέση να γίνω Διευθύνων Σύμβουλος της εταιρείας μία μέρα;" Και ο πατέρας του απάντησε: "Φυσικά, μπορείς, όπως και οποιοσδήποτε άλλος που θέλει, αλλά για να είσαι ένας καλός διευθυντής θα πρέπει να γνωρίζεις για τα οπωροφόρα δέντρα, διαδικασίες παραγωγής – ταυτόχρονα και τεχνικές πτυχές και εργαστηριακές αναλύσεις - θα πρέπει να διεξάγεις έρευνες αγοράς, κ.λπ. Όλα αυτά και επίσης θα πρέπει να μάθεις για την ανθρώπινη φύση και να γνωρίζεις για τους ανθρώπους που εργάζονται στο εργοστάσιο. Μόνο τότε θα είσαι ένας καλός Διευθυντής".

Ο κ. Hero ήθελε πολύ να είναι Διευθύνων Σύμβουλος και να βοηθά στην επίλυση των προβλημάτων που ανέκυπταν κάθε μέρα στην επιχείρηση και τα οποία θα μπορούσαν να έχουν αρνητικές οικονομικές συνέπειες για την εταιρεία, για την οποία ήταν υπερήφανος να εργάζεται. Μέχρι τώρα είχε άλλες θέσεις ευθύνης σε διάφορα εργοστάσια της εταιρείας, που συνήθως συνδέονταν με τις πωλήσεις και την αγορά πρώτων υλών.

Η ανάμνηση της συνομιλίας του με τον πατέρα του τον βοήθησε κατά την επόμενη του απόφαση: θα έπρεπε να ενημερωθεί σχετικά με τις σύγχρονες επιστημονικές διαδικασίες που επιτρέπουν στην εταιρεία να μετατρέπει τα φυσικά προϊόντα, που τόσο συχνά αγοράζει, σε κονσερβοποιημένα προϊόντα, για τα οποία είχε συμβάλει στις πωλήσεις τους. Κοινοποίησε την απόφασή του αυτή στο διοικητικό συμβούλιο και διευθέτησε αμέσως τον τόπο όπου πίστευε ότι θα επιτύχει την καλύτερη και πιο ολοκληρωμένη κατάρτιση - το εργοστάσιο που είχε η εταιρεία από το 1922 κοντά στη Μούρθια, στην καρδιά της "Huerta de Murcia" γνωστή ως "Περιβόλι της Ευρώπης" που προμηθεύει την εταιρεία με τα εξαιρετικά της φρούτα που χρειάζεται για τις μαρμελάδες της και τα κονσερβοποιημένα της προϊόντα. Επιπλέον, η εταιρεία είχε αποφασίσει να επικεντρώσει την έρευνά της σε νέα προϊόντα και εκεί να ανοίξουν νέα πεδία, παράλληλα με τη βασική της δραστηριότητα - την παραγωγή παιδικών τροφών, κονσερβοποιημένων λαχανικών και διαιτητικών προϊόντων.

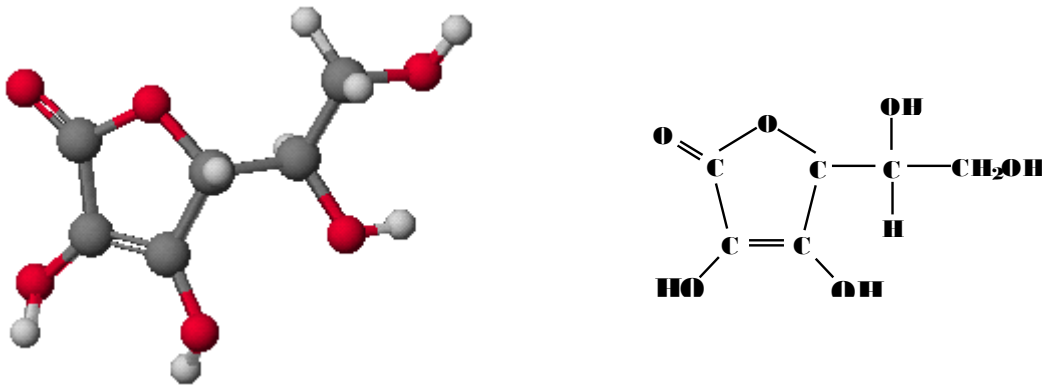
Έκπληκτοι από την παρουσία του, αλλά γνωρίζοντας τα κίνητρό του, οι τεχνικοί του εργοστασίου τον συμβούλευσαν να αρχίσει την κατάρτισή του στα εργαστήρια του Πανεπιστημίου της Μούρθια, δεδομένου ότι για πολλά χρόνια είχαν εκπονήσει κοινά ερευνητικά προγράμματα με τις σχολές Χημείας και Βιολογίας. Έτσι, μετά από μια σύντομη συνέντευξη με τους δύο κοσμήτορες, συμφωνήθηκε ότι θα ξεκινούσε την "επιστημονική του κατάρτιση" στο Τμήμα Αναλυτικής Χημείας, όπου θα τον εκπαίδευαν σε αναλυτικές τεχνικές, οι οποίες είναι αναγκαίες ώστε να εξασφαλιστεί

ότι τα παραγόμενα τρόφιμα συμμορφώνονται με τους αντίστοιχους κανονισμούς της ΕΕ.

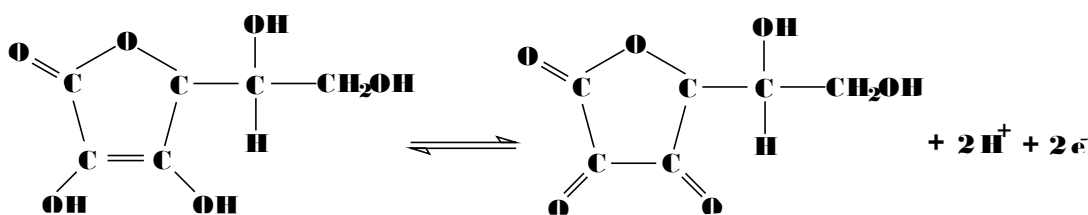
Με την ευκαιρία του διαγωνισμού EUSO2009, ο οποίος διευκολύνει τις ανταλλαγές μεταξύ νέων επιστημόνων από όλες τις χώρες της ΕΕ, συνεργάστηκε με τους διαγωνιζόμενους, οι οποίοι είχαν εργαστεί στο ίδιο τμήμα για αρκετές μέρες, στην επίλυση των πειραματικών διαδικασιών που τους είχαν τεθεί.

## ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ Α: ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΦΡΟΥΤΟΧΥΜΟΥ ΣΕ ΒΙΤΑΜΙΝΗ C

Το ασκορβικό οξύ (L-ασκορβικό) ή βιταμίνη C είναι μια γ-λακτόνη που συντίθεται από τα φυτά και σχεδόν όλα τα ζώα εκτός από τα ανθρωποειδή και τα χάμστερς.



Η παρατεταμένη έλλειψή της από τη διατροφή των ανθρώπων μπορεί να προκαλέσει μια ασθένεια γνωστή ως σκορβούτο, που χαρακτηρίζεται από δερματικές αλλοιώσεις, εύθραυστα αιμοφόρα αγγεία και δύσκολη επούλωση των πληγών. Επίσης, το ασκορβικό οξύ είναι ένα ισχυρό φυσικό αντιοξειδωτικό που βρίσκεται στους φρουτοχυμούς και χρησιμοποιείται ευρύτατα ως πρόσθετο τροφίμων. Ωστόσο, η βιταμίνη C οξειδώνεται συνεχώς στα παρασκευαζόμενα προϊόντα που εκτίθενται στο οξυγόνο του αέρα, καθώς η ίδια είναι ένα αναγωγικό σώμα που αντιδρά με ήπια οξειδωτικά μέσα και παράγει αφυδρογονασκορβικό οξύ.

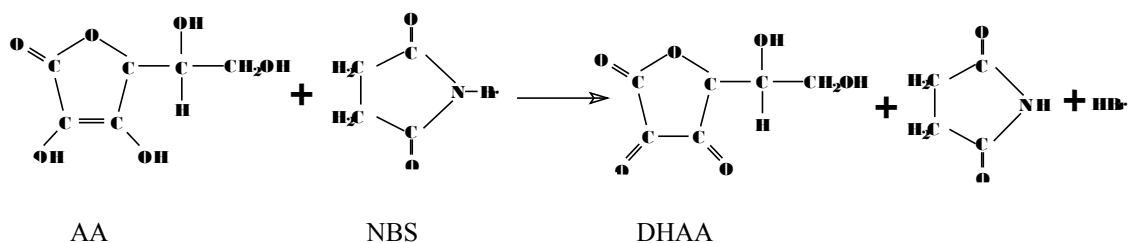


Σχηματικά, η παραπάνω αντίδραση μπορεί να γραφεί όπως πιο κάτω:



Οι περισσότερες μέθοδοι προσδιορισμού του ασκορβικού οξέος (AA) βασίζονται στον αναγωγικό του χαρακτήρα. Μια τέτοια μέθοδος, η οποία είναι γρήγορη κι αξιόπιστη, είναι η ογκομέτρηση του οξέος με ένα διάλυμα του N-βρομοβουτανιοδικοϊμιδίου (NBS) το οποίο δρα ως οξειδωτικό σώμα. Το NBS

μετατρέπει τις δευτεροταγείς αλκοόλες σε κετόνες (κατ'αυτόν τον τρόπο παράγεται το **DHAA**). Το **NBS** ανάγεται σε βουτανοδιοϊμίδιο και υδροβρώμιο. Η αντίδραση είναι ισομοριακή (ένα προς ένα) και γρήγορη, και περιγράφεται από την πιο κάτω εξίσωση



Επειδή το **NBS** είναι οξειδωτικό σώμα, ελευθερώνει ιώδιο όταν αντιδρά με ιωδιούχο κάλιο σε όξινο διάλυμα (οξικού οξέος), αλλά, με την παρουσία του **AA**, οξειδώνει πρώτα το ασκορβικό οξύ (**AA**). Εάν και οι δύο ουσίες βρεθούν στο ίδιο διάλυμα, το ιώδιο ελευθερώνεται αφού πρώτα οξειδωθεί πλήρως όλο το ασκορβικό οξύ (**AA**). Μικρή περίσσεια του **NBS** μετά την οξείδωση όλου του **AA** θα προκαλέσει την παρουσία του ιωδίου στο διάλυμα. Το ιώδιο μπορεί ν' ανιχνευτεί έχοντας προσθέσει προηγουμένως στο διάλυμα λίγες σταγόνες διαλύματος αμύλου, με το οποίο το ιώδιο δημιουργεί ένα σύμπλοκο με χαρακτηριστικό μπλε, μπλε-ιώδες χρώμα.

Τώρα, ας ξεκινήσουμε τη δουλειά μας. Φορέστε τις εργαστηριακές σας μπλούζες και, ακολουθώντας τους συνήθεις κανόνες ασφαλείας, εκτελέστε το παρακάτω πείραμα.

## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ

Για να προσδιορίσετε το ασκορβικό οξύ (**AA**) ή βιταμίνη C σε ένα δείγμα φρουτοχυμού θα χρειαστεί:

- ένας μαρκαδόρος
- μαγνητικός αναδευτήρας
- τρία μαγνητάκια
- στήριγμα προχοΐδας
- πλαστική ογκομετρική φιάλη 250 mL
- προχοΐδα 25 mL
- μικροπιπέτα και ακροφύσια
- πέντε γυάλινα ποτήρια ζέσεως των 50 mL
- γυάλινο ποτήρι ζέσεως 100 mL
- πλαστικός ογκομετρικός κύλινδρος 25 mL
- πλαστικό χωνί

- φιαλίδιο στερεού ασκορβικού οξέος, με ετικέτα που γράφει [**Ascorbic acid**]
- διάλυμα Ν-βρομοβουτανοδοϊμιδίου [**NBS sol.**]
- διάλυμα ιωδιούχου καλίου 4 % , [**KI(aq), 4 %**]
- διάλυμα οξικού οξέος 10%, [**Acetic acid, 10 %**]
- διάλυμα αμύλου [**Starch**]
- δείγμα φρουτοχυμού [**Juice sample**]

**ΠΡΟΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗ:** Όταν τελειώσετε τις ογκομετρήσεις, πετάξτε τα υγρά απόβλητα και τα υπολείμματα στα κατάλληλα δοχεία δίπλα στο νεροχύτη.

### A) Τιτλοδότηση (ογκομέτρηση) διαλύματος NBS

Για τον προσδιορισμό της βιταμίνης C στο άγνωστο δείγμα (φρουτοχυμός) θα πρέπει πρώτα να τιτλοδοτήσετε (ογκομετήσετε) το διάλυμα NBS. Για λόγους μεγαλύτερης αξιοπιστίας, ογκομετήστε πέντε διαλύματα AA γνωστής συγκέντρωσης. Με αυτόν τον τρόπο μπορείτε να συσχετίσετε μέσω γραφικής παράστασης την ποσότητα του AA σε κάθε διάλυμα, με τον όγκο του διαλύματος NBS που χρησιμοποιήθηκε (δηλαδή που απαιτήθηκε για να φτάσετε στο τελικό σημείο) κατά την ογκομέτρησή του.

Πρώτα ετοιμάστε ένα διάλυμα AA γνωστής συγκέντρωσης.

1. Ζυγίστε σε γυάλινο ποτήρι ζέσεως την μάζα του AA (μοριακή μάζα =176.13) που χρειάζεται για την παρασκευή 250 mL διαλύματος συγκέντρωσης  $3 \times 10^{-3}$  M. Γράψετε, με τρία σημαντικά ψηφία, την υπολογισθείσα μάζα και τη μάζα που ζυγίσατε στο τετράδιο απαντήσεων (A.1). Προσθέστε 50-60 mL αποσταγμένο νερό στο γυάλινο ποτήρι ζέσεως, βάλτε ένα μαγνητάκι και τοποθετήστε το ποτήρι ζέσεως πάνω στο μαγνητικό αναδευτήρα, και ρυθμίστε τον να αναδεύει αργά. Όταν όλο το AA διαλυθεί, τοποθετήστε το πλαστικό χωνί στο στόμιο της ογκομετρική φιάλης των 250 mL και μεταφέρετε το διάλυμα σε αυτήν. Ξεπλύνετε το ποτήρι ζέσεως με λίγο αποσταγμένο νερό τρεις φορές έτσι ώστε τα υγρά εκπλύσεως να καταλήγουν στην ογκομετρική φιάλη. Προσθέστε προσεκτικά αποσταγμένο νερό μέχρι τη χαραγή.
2. Μαρκάρετε τα γυάλινα ποτήρια ζέσεως των 50 mL από 1 έως 5 με το μαρκαδόρο. Χρησιμοποιώντας τη μικροπιπέττα, προσθέστε με ακρίβεια 1, 2, 3, 4 και 5 mL διαλύματος AA, αντίστοιχα στα αριθμημένα ποτήρια ζέσεως. Υπολογίστε και γράψτε την μάζα του AA σε γραμμάρια (με τρία σημαντικά ψηφία), που βρίσκεται σε κάθε ποτήρι στο τετράδιο απαντήσεων. (A.2)

Γεμίστε την προχοΐδα με το διάλυμα NBS.

Σε ένα από τα γυάλινα ποτήρια ζέσεως που περιέχουν το διάλυμα AA προσθέστε:

2 mL του διαλύματος 4% KI,  
0.5 mL του διαλύματος οξικού οξέος 10%,  
3 σταγόνες διαλύματος αμύλου και  
περίπου 10 mL αποσταγμένου νερού (μετρημένα με τον ογκομετρικό κύλινδρο).

Βάλτε ένα μαγνητάκι μέσα στο ποτήρι ζέσεως, τοποθετήστε το ποτήρι ζέσεως πάνω στο μαγνητικό αναδευτήρα, και αναδεύστε αργά. Ξεκινήστε την ογκομέτρηση προσθέτοντας αργά το διάλυμα NBS μέχρις ότου οι σταγόνες που

πέφτουν να προκαλέσουν το σχηματισμό μπλε χρώματος που να εξαφανίζεται. Προσθέστε ακόμα 2 σταγόνες διαλύματος αμύλου και συνεχίστε να προσθέτετε από την προχοΐδα διάλυμα NBS σταγόνα - σταγόνα μέχρις ότου ένα μόνιμο μπλε χρώμα να παραμένει στο διάλυμα.

Επαναλάβετε τη διαδικασία με τα υπόλοιπα ποτήρια ζέσεως που έχετε ετοιμάσει.

Σημειώστε στο Τετράδιο Απαντήσεων τον όγκο του διαλύματος NBS που χρειάστηκε για να φτάσετε στο τελικό σημείο για κάθε ποτήρι ζέσεως και συμπληρώστε τον πίνακα (A.2).

Σε μια γραφική παράσταση, τοποθετήστε τα σημεία που αντιστοιχούν στη μάζα του AA που περιέχει το κάθε ποτήρι ζέσεως τον όγκο του διαλύματος NBS που χρειάστηκε για την ογκομέτρηση (A.3).

## **B) Προσδιορισμός της περιεκτικότητας του AA στο φρουτοχυμό**

Ζυγίστε περίπου 5 g φρουτοχυμού (με ακρίβεια 3 σημαντικών ψηφίων) μέσα σε ένα καθαρό και στεγνό ποτήρι ζέσεως των 50 mL ή των 100 mL. Προσθέστε 15-20 mL αποσταγμένου νερού και άλλα 15-20 mL KI (aq), 15-20 mL διαλύματος οξικού οξέος και 15-20 mL διαλύματος αμύλου. Τώρα ογκομετρήστε αυτό το διάλυμα με διάλυμα NBS. Επαναλάβετε την ογκομέτρηση με άλλο ένα, παρόμοιο δείγμα από τον ίδιο φρουτοχυμό. Σημειώστε τους όγκους που απαιτήθηκαν για να φτάσετε στο τελικό σημείο των 2 ογκομετρήσεων στο Τετράδιο Απαντήσεων (A.4). Καταγράψετε τους όγκους με ένα δεκαδικό ψηφίο.

Χρησιμοποιώντας τη γραφική παράσταση, προσδιορίστε τη μάζα του AA που αντιστοιχεί σε κάθε δείγμα φρουτοχυμού που ογκομετρήσατε, με βάση τον όγκο του διαλύματος NBS που απαιτήθηκε για να φτάσετε στο τελικό σημείο. Σημειώστε τις τιμές στο Τετράδιο Απαντήσεων (A.5).

Τώρα υπολογίστε την επί τοις εκατό κατά μάζα (%w/w) περιεκτικότητα του AA στο φρουτοχυμό και σημειώστε την απάντηση στο Τετράδιο Απαντήσεων (A.6).

Ο κ. Hero έχει εντυπωσιαστεί από τη δουλειά και τα αποτελέσματα που επιτεύχθηκαν. Παρόλα αυτά, υπάρχει ένα ακόμα ζήτημα που τον απασχολεί. “Εάν η Ευρωπαϊκή Ένωση συνιστά ως ημερήσια δόση βιταμίνης C τα 60 mg, πόσα κουτιά χυμού των 200 mL από αυτά που αναλύσατε πρέπει να πίνει ένας άνθρωπος την ημέρα για ν’ ακολουθήσει τις οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης;” ρωτάει. Επιθυμώντας να τον βοηθήσουν όσο είναι δυνατόν, οι νέοι του φίλοι προτείνουν η πυκνότητα του χυμού να θεωρηθεί ίση με αυτή του νερού (A.7).



## ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ Β

Η βιοτεχνολογία ενδιαφέρει τον κύριο Hero, ειδικά τα προϊόντα που μπορεί να παράγει η εταιρεία του. Έχει διαβάσει ότι υπάρχουν πρωτοποριακές εφαρμογές όπου χρησιμοποιούνται μικροοργανισμοί για την παραγωγή σπάνιων και πανάκριβων φρουτοχυμών και μιλκσέικ και χυμούς (fruit-milkshakes). Έτσι αποφάσισε να πάει στο Ινστιτούτο Γενετικής και Μικροβιολογίας όπου μπορούν να του εξηγήσουν πώς να αναγνωρίζει τους μικροοργανισμούς αλλά και να του υποδείξουν πώς να χρησιμοποιήσει αυτούς τους μικροοργανισμούς για να παράγει αυτά τα νέα προϊόντα. Αποφάσισε να χρησιμοποιήσει μαθητές από τη EUSO ώστε να αξιοποιήσουν την καινούργια γνώση του στη βιοτεχνολογία.

Πιο κάτω θα του υποδείξουμε τις βασικές πληροφορίες.

Οι μικροοργανισμοί είναι ζωντανοί οργανισμοί που έχουν μέγεθος μικρότερο από 0.1 mm και έτσι μπορείς να τους δεις μόνο με τη βοήθεια μικροσκοπίου. Οι μικροοργανισμοί ανήκουν σε τρεις κατηγορίες: Βακτήρια, Αρχαϊκά και Ευκαρυωτικά. Στις δύο πρώτες κατηγορίες, Βακτήρια και Αρχαϊκά, τα κύτταρα είναι προκαρυωτικά και έτσι δεν έχουν εξειδικευμένο πυρήνα οπότε το DNA βρίσκεται μέσα στο κυτταρόπλασμα. Οι μύκητες είναι ευκαρυωτικοί οργανισμοί που διακρίνονται σε δυο κατηγορίες, τους νηματοειδείς μούχλους και τους σακχαρομύκητες. Η μούχλα έχει νηματοειδή μορφολογία και παράγει σπόρους. Οι σακχαρομύκητες είναι μονοκύτταροι οργανισμοί με ωοειδές σχήμα.

Με αυτές τις πληροφορίες ο κος Hero μπορεί να ακολουθήσει τις οδηγίες για τα δυο πιο κάτω πειράματα.

Στο πρώτο πείραμα B1 οι μαθητές θα αναγνωρίσουν τους μικροοργανισμούς που βρίσκονται στις καλλιέργειες μικροβίων σε 3 δείγματα που βρίσκονται σε σωλήνες Eppendorf (A, B και C)

Στο δεύτερο πείραμα B2 οι μαθητές θα αξιολογήσουν την δράση του ενζύμου πεκτινάση (pectinase) που παράγεται από τα μικρόβια και βρίσκεται στο εξωκυττάριο υγρό (υπερκείμενο) της κάθε καλλιέργειας μικροβίων. Οι συμμετέχοντες πρέπει να υπολογίσουν το βαθμό του ιξώδους ενός δείγματος χυμού μετά την προσθήκη των υπερκειμένων των μικροβιακών καλλιεργειών. Το ιξώδες του χυμού που δεν έχει υποστεί επεξεργασία και αυτό που υπέστησαν διάφορες επεξεργασίες θα μετρηθούν με ένα εργαλείο που ονομάζεται βισκόμετρο. Με αυτό το εργαλείο θα υπολογιστεί ο χρόνος που απαιτείται για να ταξιθεύσει ένα υγρό σε ένα τριχοειδές σωλήνα. Βέβαια, ο χρόνος είναι συνάρτηση του ιξώδους του υγρού.

**Δοκιμασία B1. Προσδιορισμός μικροοργανισμών που παράγουν το ένζυμο πεκτινάση και που παρουσιάζουν ενδιαφέρον για την επεξεργασία χυμών φρούτων.**

**Προσοχή: Για να εξοικονομήσετε χρόνο, πρώτα να αρχίσετε το πείραμα B.2 και στη συνέχεια θα έχετε 40 λεπτά διάρκεια χρόνου επώασης κατά τη διάρκεια του οποίου θα κάνετε το B.1 πείραμα.**

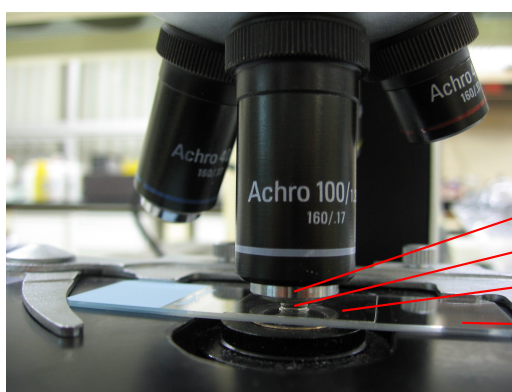
### Υλικά

- 3 άγνωστα δείγματα σε σωλήνες Eppendorf (A, B και C)
- Αντικειμενοφόρες πλάκες μικροσκοπίου και καλυπτρίδες
- Μικροσκόπιο
- Λάδι μικροσκοπίου (immersion oil)
- Πλαστικά σιφώνια/πιπέττες Pasteur

### Πειραματική Διαδικασία

Για να δείτε τις καλλιέργειες μικροβίων (A, B και C), να τοποθετήσετε μια σταγόνα από το δείγμα A σε μια αντικειμενοφόρο πλάκα μικροσκοπίου, χρησιμοποιώντας μια πιπέτα Pasteur και προσεκτικά να επικαλύψετε τη σταγόνα με μια καλυπτρίδα.

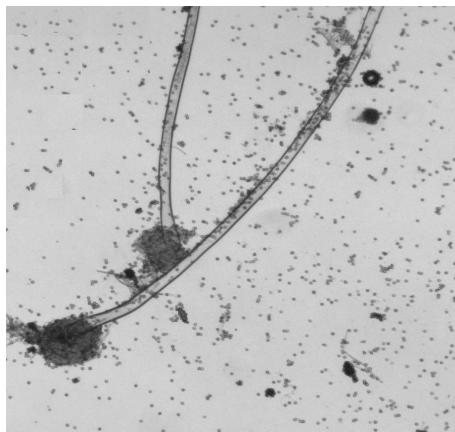
Να παρατηρήσετε αυτό το παρασκεύασμα, χρησιμοποιώντας το μικροσκόπιο. Πρώτα δοκιμάστε με 40x φακό μεγέθυνσης και αν δεν είναι δυνατό να παρατηρηθεί ο μικροοργανισμός, τότε να χρησιμοποιήσετε το 100x φακό μεγέθυνσης. Θα χρειαστεί μια σταγόνα λαδιού μεταξύ της καλυπτρίδας και του 100x φακού του μικροσκοπίου (βλ. διάγραμμα).



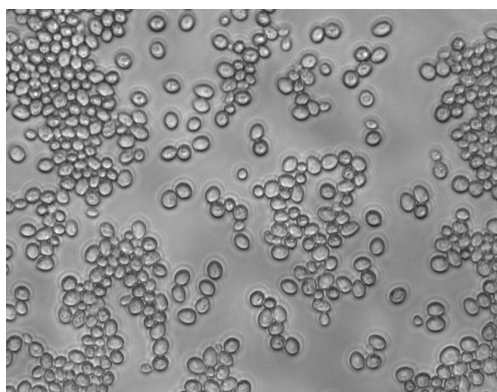
- Φακός
- Σταγόνα λαδιού
- Καλυπτρίδα
- Αντικειμενοφόρα πλάκα

**Επαναλάβετε το πείραμα και για τα άλλα δύο δείγματα. Όταν ολοκληρώσετε και τις τρεις παρατηρήσεις, να απαντήσετε στα ερωτήματα που υπάρχουν στο τετράδιο απαντήσεων.**

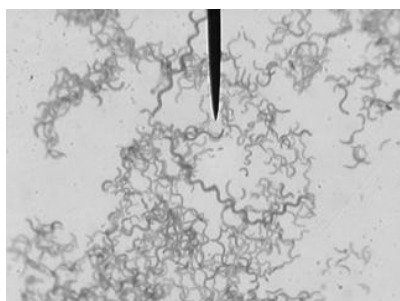
B1.1. Με βάση τις φωτογραφίες που εμφανίζονται στην επόμενη σελίδα και τις παρατηρήσεις με το μικροσκόπιο, να αντιστοιχίσετε την κάθε εικόνα (που είδατε με το μικροσκόπιο) με ένα αριθμό από τις πέντε αριθμημένες φωτογραφίες.



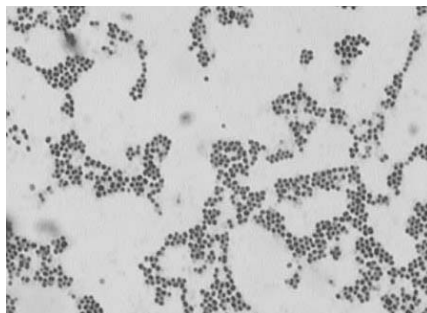
**1. *Aspergillus niger***



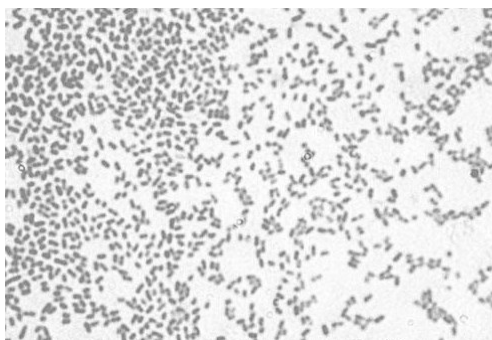
**3. *Saccharomyces cerevisiae***



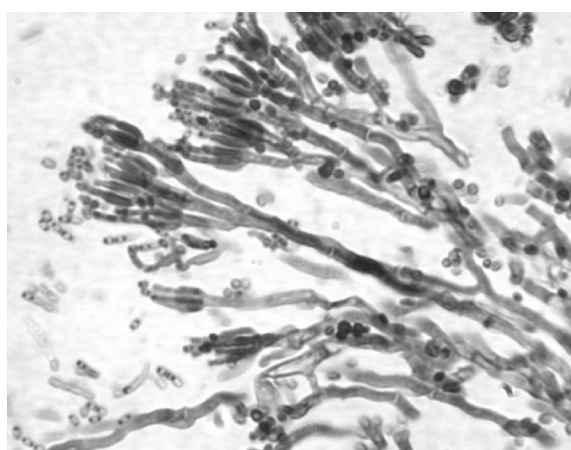
**5. *Spirillum* sp.**



**2. *Staphylococcus aureus***



**4. *Escherichia coli***

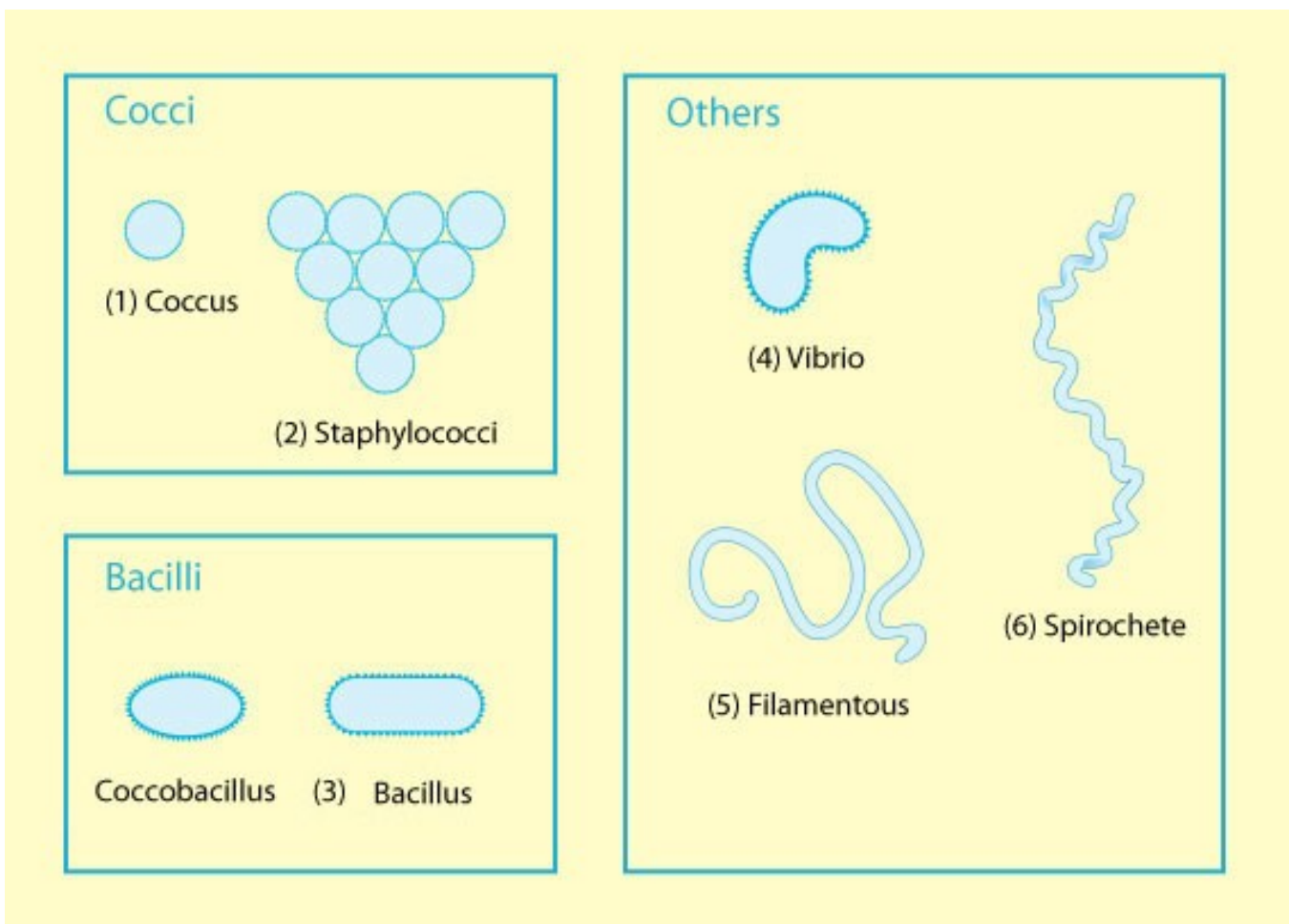


**6. *Penicillium chrysogenum***

B.1.2. Σημειώστε με ένα (X) στο κατάλληλο κουτί του τετραδίου απαντήσεων το είδος του μικροοργανισμού (βακτήριο, νηματοειδής μύκητας μούχλας ή σακχαρομύκητας ζύμης), που παρατηρήθηκε στο μικροσκόπιο για τα δείγματα Α, Β και C.

B.1.3. Σύμφωνα με το σχήμα που βλέπετε πιο κάτω, το οποίο παρουσιάζει τις πιο κοινές μορφολογίες βακτηρίων, αλλά και τις φωτογραφίες στο B1.1., να προσδιορίσετε το είδος *Escherichia coli*, το είδος *Staphylococcus aureus* και το είδος *Spirillum sp.*, βάζοντας τον αντίστοιχο αριθμό στο τετράδιο απαντήσεων (B.1.3)

B.1.4. Σημειώστε με ένα X στο τετράδιο απαντήσεων, αν οι δηλώσεις είναι ορθές ή λανθασμένες.



## Δοκιμασία B2. Προσδιορισμός της παραγωγής πεκτινάσης σε μικροβιακές καλλιέργειες

### Απαιτούμενα υλικά

- Ιξωδόμετρο (viscometer)
- φούρνος στους 37 °C
- δείγμα χυμού
- 6 δοκιμαστικοί σωλήνες με βιδωτό πώμα
- μια πλαστική θήκη για τους δοκιμαστικούς σωλήνες
- αποσταγμένο νερό
- στατώ (στήριγμα) σωλήνων *erppendorf* με τα ακόλουθα δείγματα:
  - erppendorf* 1.- Νερό
  - erppendorf* 2.- Πεκτινάση διαλυμένη σε νερό συγκέντρωσης 0.005 Units/mL
  - erppendorf* 3.- Πεκτινάση διαλυμένη σε νερό συγκέντρωσης 0.02 Units/mL
  - erppendorf* 4.- Πεκτινάση διαλυμένη σε νερό συγκέντρωσης 0.06 Units/mL
  - erppendorf* 5.- Το υπερκείμενο της καλλιέργειας A
  - erppendorf* 6.- Το υπερκείμενο της καλλιέργειας B
- χρονόμετρο
- αντλία πιπέτας
- μικροπιπέτα
- ακροφύσια για την μικροπιπέτα
- μαρκαδόρος
- calculator
- πλαστικό ποτήρι ζέσεως το οποίο θα χρησιμοποιηθεί σαν υδατόλουτρο
- πλαστικό χωνί (από τη δοκιμασία A)

### Πειραματική διαδικασία

- a) Τοποθετήστε 10 mL δείγματος χυμού σε κάθε ένα από τους δοκιμαστικούς σωλήνες.
- b) Αριθμήστε τους σωλήνες 1-6.
- c) Προσθέστε 0.5 mL από το δείγμα που περιέχει ο σωλήνας *erppendorf* n° 1 στο δοκιμαστικό σωλήνα n° 1; 0.5 mL από το δείγμα που περιέχει ο σωλήνας *erppendorf* n° 2 στο δοκιμαστικό σωλήνα n° 2, και κ.ο.κ.
- d) Ανακινήστε ώστε να αναμιχθεί το περιεχόμενο κάθε σωλήνα.
- e) Τοποθετήστε τους σωλήνες στο στατώ και ρωτήστε τον επιβλέποντα να σας υποδείξει πού βρίσκεται ο φούρνος.
- f) Επιάστε τους σωλήνες στους 37 °C για 40 λεπτά.
  - \*\*ΤΩΡΑ ΝΑ ΔΟΥΛΕΨΕΤΕ ΤΗ ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ Β.1\*\*
- g) Αφού παρέλθει ο χρόνος, ψύξτε τους δοκιμαστικούς σωλήνες με τρεχούμενο νερό βρύσης για 30 δευτερόλεπτα προσέχοντας να μην μπει νερό μέσα.

Το ιξώδες είναι μία ιδιότητα που σχετίζεται με την εσωτερική τριβή υλικών που ρέουν. Το ιξώδες μπορεί να μετρηθεί εύκολα σε συνθήκες ελασματοειδούς ροής, η οποία επιτυγχάνεται όταν λεπτές στιβάδες υγρού ρέουν πάνω από άλλες σε διαφορετική ταχύτητα.

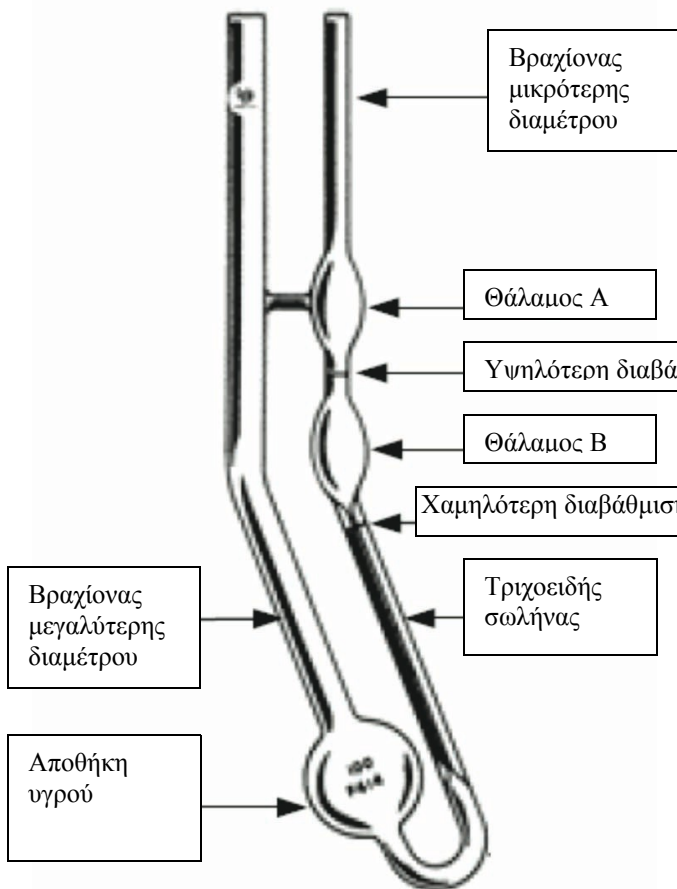
Ελασματοειδής ροή επίσης συμβαίνει όταν τα υγρά ρέουν μέσα από σωλήνες σε μέσες ταχύτητες: η λεπτή στιβάδα ενός υγρού που βρίσκεται σε επαφή με τα τοιχώματα του δοκιμαστικού σωλήνα είναι πιθανά ακίνητη, η επόμενη στιβάδα κινείται αργά, η επόμενη λίγο ταχύτερα κ.ο.κ. Συνεπώς ο όγκος του υγρού μπορεί να θεωρηθεί ως μία σειρά ομοκεντρικών κυλίνδρων, καθένας εκ των οποίων κινείται με σταθερή ταχύτητα, η οποία είναι μεγαλύτερη προς το κέντρο. Ο *Poiseuille* μελέτησε την κίνηση των υγρών μέσα σε τροχοειδείς σωλήνες και βρήκε μια άμεση σχέση ανάμεσα στον όγκο του υγρού και το ιξώδες της ροής του υγρού. Για ένα δεδομένο ιξωδόμετρο, το ιξώδες μπορεί να εκφραστεί ως

$$V = k_v \cdot t_c$$

όπου  $V$  είναι το δυναμικό ιξώδες,  $k_v$  είναι μία σταθερά του ιξωδόμετρου και  $t_c$  ο χρόνος πτώσης. Η πιο συνηθισμένη μονάδα που χρησιμοποιείται για το ιξώδες είναι το **centipoise**, cP, που είναι το  $1/100$  του ενός poise, P, ( $1 \text{ g cm}^{-1} \text{ s}^{-1}$ ).

Η συσκευή που χρησιμοποιείται για να μετρηθεί το ιξώδες ενός υγρού ονομάζεται ιξωδόμετρο. Μερικές απλές συσκευές, όπως το ιξωδόμετρο Cannon-Fenske που απεικονίζεται, βασίζονται στη μέτρηση του χρόνου που απαιτείται ώστε το υγρό να κινηθεί εξαιτίας της βαρύτητας μέσα από ένα τριχοειδή σωλήνα.

Για να μετρηθεί το ιξώδες των προϊόντων που παράγονται μετά από επώαση με ένα ιξωδόμετρο αυτού του τύπου, ακολουθήστε τα παρακάτω βήματα:



πλαστικό χωνί από την προηγούμενη δοκιμασία.

- Με το ιξωδόμετρο τοποθετημένο μέσα στο υδατόλουτρο, εισάγετε 10 mL από το υγρό του δοκιμαστικού σωλήνα 1, μετά την επώαση, μέσα από τον βραχίονα με την μεγαλύτερη διάμετρο της συσκευής, χρησιμοποιώντας ένα

- Τοποθετήστε το ιξωδόμετρο όσο πιο κάθετα γίνεται και αφήστε να περάσει ικανός χρόνος ώστε να φτάσει τη θερμοκρασία του υδατόλουτρου.
- Τοποθετήστε την αντλία πιπέτας στο στόμιο του βραγχίονα μικρότερης διαμέτρου και αναρροφήστε το υγρό μέχρις ότου ο Θάλαμος Α γεμίσει κατά το ήμισυ.
- Αφαιρέστε την αντλία πιπέτας και αφήστε το υγρό να κινηθεί προς τα κάτω ώστε να ξεπλυθεί η συσκευή.
- Αναρροφήστε ξανά με τον ίδιο τρόπο και μετρήστε, χρησιμοποιώντας το χρονόμετρο, το χρόνο που απαιτείται για να πέσει το υγρό από την υψηλότερη διαβάθμιση του Θαλάμου Β στη χαμηλότερη διαβάθμιση όπως φαίνεται στο σχήμα .
- Αφαιρέστε το ιξωδόμετρο από το υδατόλουτρο (χαλαρώστε το ελαστικό που το συγκρατεί), προσθέστε λίγο αποσταγμένο νερό και αδειάστε το περιεχόμενο του στο νεροχύτη. Ξεβγάλατε δύο φορές με αποσταγμένο νερό πριν το τοποθετήσετε ξανά στο υδατόλουτρο για να μετρήσετε ένα άλλο δείγμα.
- Επαναλάβετε τα παραπάνω βήματα με τον ίδιο τρόπο για να μετρήσετε το ιξώδες των υπόλοιπων δοκιμαστικών σωλήνων.

B2.1. Καταγράψτε τους χρόνους πτώσης για κάθε ένα από τα υγρά.

B2.2. Σχεδιάστε τη γραφική παράσταση του χρόνου που χρειάζονται τα δείγματα που επώαστηκαν με πεκτινάση του εμπορίου (ΚΑΙ ΤΟ ΝΕΡΟ) σε σχέση με την συγκέντρωση του ενζύμου.

**ΜΗ ΞΕΧΑΣΕΤΕ ΝΑ ΠΕΡΙΛΑΒΕΤΕ ΤΗ ΓΡΑΦΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΣΤΟ ΤΕΤΡΑΔΙΟ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ**

B2.3. Αναγνωρίστε ποια είναι η μικροβιακή καλλιέργεια, Α ή Β, η οποία παράγει πεκτινάσες και υπολογίστε τη δραστικότητα πεκτινάσης σε αυτή χρησιμοποιώντας τη γραφική παράσταση (την οποία θα εκφράσετε σε μονάδες δραστικότητας ανά mL υπερκείμενου υγρού).

B2.4. Υπολογίστε τη μεταβολή του ιξώδους (σε cP) του δείγματος σας που επήλθε ως αποτέλεσμα της επεξεργασίας του με την καλλιέργεια (Α ή Β) που παράγει πεκτινάση, γνωρίζοντας ότι:

$$\text{ιξώδες ( σε cP)} = 0.25 (\text{cPs}^{-1}) \times \text{χρόνος (s)}$$

B2.5. Ποια είναι η μονάδα μέτρησης του ιξώδους στο Διεθνές Σύστημα (SI); Ποια είναι η ισοδυναμία της σε centipoises;

B2.6. Μια εταιρία θέλει να παράγει χυμό με ιξώδες 16 cP. Ποια είναι η συγκέντρωση πεκτινάσης η οποία απαιτείται για να επεξεργαστούν 10 mL χυμού φρούτων σύμφωνα με την τεχνική που περιγράφηκε; Πόσες μονάδες πεκτινάσης χρειάζονται για να κατεργαστούν 5000 L χυμού;



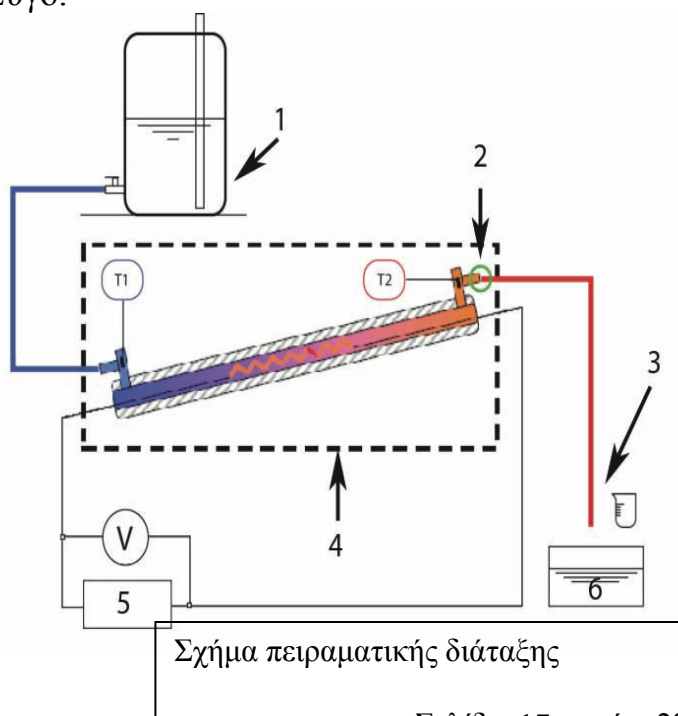
## ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ C

Τώρα, ο κ. Hero πρέπει να ενημερωθεί για τις θερμικές ιδιότητες των χυμών, προκειμένου να μάθει για την ενέργεια που απαιτείται για την ψύξη των δεξαμενών με τους οποίους μεταφέρονται οι χυμοί. Στο Τμήμα Φυσικής, διεξάγονται πειράματα για τον υπολογισμό της ειδικής θερμότητας των υγρών, που βασίζονται στη μέθοδο Callendar και Barnes. Οι μαθητές που συμμετέχουν στην EUSO καλούνται επίσης να ασχοληθούν με το πείραμα αυτό και, αφού δοκιμάσουν διάφορες τεχνικές, να κατορθώσουν να κατασκευάσουν ένα κατάλληλο θερμιδόμετρο για τη διενέργεια των μετρήσεων.

Γνωρίζοντας ότι θα μάθει όσα του χρειάζονται, ο κ. Hero εντάσσεται στην ομάδα σας που θα μετρήσει την ειδική θερμότητα ενός είδους από τους χυμούς που έχουν αναλυθεί.

Θα χρειαστείτε:

- \* Ένα θερμιδόμετρο συνεχούς ροής. Η συσκευή είναι θερμικά μονωμένη και εφοδιασμένη με ένα εσωτερικό θερμαντήρα (αντίστασης  $R = 100 \Omega$ ). Επίσης στη συσκευή υπάρχει ρυθμιστής ροής υγρού (στρόφιγγα-βίδα).
- \* Δύο αισθητήρες θερμοκρασίας.
- \* Χρονόμετρο.
- \* Ντεπόζιτο με χυμό.
- \* Ρυθμιστή τάσης, για αλλαγή της τάσης ( $V$ ) που εφαρμόζεται στον θερμαντήρα.
- \* Ηλεκτρονικό Πολύμετρο για τη μέτρηση της τάσης.
- \* Ένα πλαστικό ποτήρι των 500 mL.
- \* Ζυγό.



- 1.- Ντεπόζιτο
- 2.- Ρυθμιστής ροής
- 3.- Δείγμα
- 4.- Μονωτική ταινία
- 5.- Ρυθμιστής τάσης
- 6.- Νεροχύτης
- T1 και T2.- αισθητήρες τάσης.

Η μέθοδος βασίζεται στην κυκλοφορία χυμού μέσω θερμικά μονωμένου σωλήνα μέσα στον οποίο υπάρχει αντίσταση που θερμαίνει το υγρό (χυμός). Γνωρίζοντας την ενέργεια που παρέχεται και την αύξηση της θερμοκρασίας που προκαλείται για δεδομένη ροή μάζας, μπορούμε όπως θα δούμε να προσδιορίσουμε βάσει της αρχής διατήρησης της ενέργειας, την ειδική θερμότητα του χυμού.

Θα δεχθούμε ότι ισχύουν τα παρακάτω :

- Το υγρό είναι ασυμπίεστο,
- Η πυκνότητα του υγρού παραμένει σταθερή, παρά την αύξηση της θερμοκρασίας
- Η θερμότητα που παράγεται από την τριβή μεταξύ του χυμού και των τοιχώματων του σωλήνα μπορεί να θεωρηθεί αμελητέα,
- Η τιμή της ηλεκτρικής αντίστασης παραμένει σταθερή παρά τις αλλαγές στη θερμοκρασία,
- **Σταθερή κατάσταση** θεωρείται ότι επιτυγχάνεται όταν η θερμοκρασίες εισόδου και εξόδου δεν μεταβάλλονται με την πάροδο του χρόνου,
- Η μεταβολή της κινητικής και της δυναμικής ενέργειας, από την είσοδο στην έξοδο, του υγρού είναι αμελητέα, και
- 
- Η διατομή εισόδου και εξόδου είναι η ίδια.

Με την προϋπόθεση ότι ισχύουν τα πιο πάνω μπορούμε να πούμε ότι μια δεδομένη μάζα υγρού που κυκλοφορεί διαμέσου του σωλήνα και θερμαίνεται από την αντίσταση μπορεί να θεωρηθεί σύστημα όπου ισχύει η αρχή διατήρησης της ενέργειας. Τότε ισχύουν τα ακόλουθα:

$$Ενέργεια_{\text{παρεχόμενη}} = Ενέργεια_{\text{που απορροφά ο χυμός}} + Απώλειες$$

Η παρεχόμενη ενέργεια σε χρόνο  $t$  είναι η θερμότητα που παρέχεται από την αντίσταση  $R$  και δίνεται από το νόμο του Joule

$$Ενέργεια_{\text{παρεχόμενη}} = \frac{V^2}{R} t$$

όπου  $V$  είναι η διαφορά δυναμικού μεταξύ των άκρων της αντίστασης  $R$ .

Η ενέργεια που απορροφά το υγρό είναι

$$Ενέργεια_{\text{που απορροφά το υγρό}} = m \cdot c_p \cdot \Delta T$$

όπου  $m$  είναι η μάζα του υγρού,  $c_p$  η ειδική θερμότητα και  $\Delta T$  η αύξηση της θερμοκρασίας του υγρού από την είσοδο (με θερμοκρασία  $T_1$ ) στην έξοδο (με θερμοκρασία  $T_2$ ) (βλέπε σχήμα προηγούμενης σελίδας).

Παρά το γεγονός ότι το θερμιδόμετρο είναι θερμικά μονωμένο, υπάρχουν αναπόφευκτα μικρές απώλειες ενέργειας προς το περιβάλλον. Θα τις ονομάζουμε γενικά «απώλειες».

Έτσι η Αρχή Διατήρησης της Ενέργειας μπορεί να εκφραστεί από την παρακάτω εξίσωση

$$\frac{V^2}{R} t = m \cdot c_p \cdot \Delta T + \text{Απώλειες}$$

Με αναγωγή της εξίσωσης στη μονάδα του χρόνου (διαιρώντας με το χρόνο  $t$ ) παίρνουμε:

$$\frac{V^2}{R} = \dot{m} \cdot c_p \cdot \Delta T + K \quad (1)$$

όπου  $\dot{m}$  είναι η παροχή μάζας (μάζα ανά μονάδα χρόνου) που ρέει μέσα στο σωλήνα για δεδομένη ρύθμιση του «ρυθμιστή ροής» (βλέπε σχήμα). Το  $K$  αντιπροσωπεύει τις απώλειες ενέργειας ανά μονάδα χρόνου. Το πρώτο σκέλος της εξίσωσης αντιπροσωπεύει την παρεχόμενη ηλεκτρική ισχύ.

Εφόσον οι απώλειες είναι άγνωστες, το πείραμα πρέπει θα γίνει τρεις φορές. Ρυθμίζοντας την παροχή ( $\dot{m}$ ) για διαφορετικές τάσεις ( $V$ ) οι **σταθερές καταστάσεις** μπορούν να επιτευχθούν αν οι θερμοκρασίες εισόδου και εξόδου παραμείνουν ίδιες όπως στο πρώτο πείραμα που θα εκτελέσετε στη συνέχεια. Έτσι οι απώλειες ενέργειας ( $K$ ) θα είναι ίδιες σε κάθε πειραματική διαδικασία.

## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Πριν θέσετε σε λειτουργία τη συσκευή, ζητήστε από τον επιβλέποντα να ελέγξει ότι όλες οι συνδέσεις είναι σωστές και ότι το θερμιδόμετρο είναι γεμάτο με χυμό. Ζητήστε του/της να υπογράψει στο Απαντητικό Φύλλο (C.1).

**ΑΝ ΔΕΝ ΕΞΑΣΦΑΛΙΣΤΕ ΤΗΝ ΥΠΟΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΑ ΔΕΝ ΘΑ ΠΑΡΕΤΕ ΒΑΘΜΟΥΣ ΓΙΑ ΑΥΤΟ ΤΟ ΜΕΡΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ.**

## 1° ΠΕΙΡΑΜΑ

- Να ανοίξετε τη βαλβίδα ρύθμισης της παροχής εξόδου και να βεβαιωθείτε ότι ο χυμός ρέει στο θερμοδόμετρο. Να ελέγξετε ότι ο χυμός εξέρχεται από το σύστημα προς το νεροχύτη.
- Να θέσετε σε λειτουργία το θερμοδόμετρο και να ρυθμίσετε την τάση (με το ρυθμιστή τάσης) σε χαμηλή τιμή π.χ. 100 V.
- Να παρατηρήσετε ότι η θερμοκρασία  $T_2$  αυξάνεται σταδιακά μέχρι να φτάσει σε μια (πρακτικά) σταθερή τιμή. Ταυτόχρονα να παρατηρήσετε ότι η θερμοκρασία  $T_1$  παραμένει σταθερή ή μεταβάλλεται μόνο κατά μερικά δεκαδικά του βαθμού κατά τη διάρκεια του πειράματος. Προσπαθήστε να διατηρήσετε χαμηλή παροχή στο πρώτο πείραμα, ρυθμίζοντας τον ρυθμιστή ροής - βίδα πολύ αργά, αλλά αρκετά ώστε η θερμοκρασία εξόδου  $T_2$  να μην ξεπερνά τους 37 °C.
- Να ελέγξετε τη θερμοκρασία του χυμού κατά την είσοδο και έξοδο από το θερμοδόμετρο (η συνιστώμενη θερμοκρασία εξόδου είναι γύρω στους 37 °C). Δεν χρειάζεται να σημειώσετε τις θερμοκρασίες σ' αυτό το στάδιο, απλά να τις έχετε στο μυαλό σας. Όταν δείτε ότι η θερμοκρασία εξόδου  $T_2$  δεν αλλάζει ή αλλάζει πολύ αργά (λιγότερο από 0,2 °C ανά λεπτό) μπορείτε να θεωρήσετε ότι έχει επέλθει η σταθερή κατάσταση.
- Όταν επέλθει σταθερή κατάσταση, να συλλέξετε μια ορισμένη ποσότητα χυμού στο ποτήρι, σε χρόνο που πρέπει να μετρήσετε με ακρίβεια, με το χρονόμετρο (π.χ. για ένα λεπτό, αν και οποιοσδήποτε άλλος χρόνος είναι δεκτός). Να γράψετε στο Φύλλο Απαντήσεων (C.2) την τάση και τις δύο θερμοκρασίες που σημειώσατε όταν αρχίσατε (S=Start), στη μέση (M=Med.) και στο τέλος (E=End) του χρονικού διαστήματος συλλογής του χυμού. Να καταγράψετε το χρόνο συλλογής του χυμού στο ποτήρι.
- Να υπολογίσετε τις μέσες τιμές των  $T_1$ ,  $T_2$  και του  $V$  (η τάση μπορεί να αλλάζει λίγο ή και καθόλου) για το πείραμα και να τις καταγράψετε στον πίνακα C.2.
- Χρησιμοποιώντας το ζυγό, να μετρήσετε τη μάζα του χυμού  $M_{\chiυμού}$  που συλλέξατε και διαιρώντας την με το χρόνο συλλογής να υπολογίσετε την παροχή μάζας  $\dot{m}$ . **(ΠΡΟΣΟΧΗ: Να μη μετρήσετε και τη μάζα του ποτηριού και αν το βάρος του χυμού υπερβεί τα όρια μέτρησης του ζυγού να χρησιμοποιήσετε δύο ποτήρια για τις μετρήσεις σας).** Να καταγράψετε τις μετρήσεις σας στον πίνακα C.2 του Τετραδίου Απαντήσεων.

## 2° ΠΕΙΡΑΜΑ

- Να περιστρέψετε περίπου μίση στροφή το ρυθμιστή ροής-βίδα και να παρατηρήσετε πως ελαττώνεται η θερμοκρασία εξόδου  $T_2$ .
- Να ρυθμίσετε την τάση περίπου στα 140 V.

- Μετά από λίγο η θερμοκρασία εξόδου ( $T_2$ ) θα αρχίσει να αυξάνεται. Να ρυθμίσετε την παροχή ώστε να πετύχετε τις ίδιες θερμοκρασίες όπως και στο 1<sup>ο</sup> πείραμα.
- Όταν επέλθει σταθερή κατάσταση (ίδιες θερμοκρασίες εισόδου και εξόδου του χυμού όπως και στο 1<sup>ο</sup> Πείραμα), να συλλέξετε το χυμό που εξέρχεται από το σύστημα για συγκεκριμένο χρόνο (που μπορεί να είναι ίδιος με αυτόν στο 1<sup>ο</sup> Πείραμα). Το χρόνο αυτό να μετρήσετε με το χρονόμετρο. Να καταγράψετε τα αποτελέσματα σας στον πίνακα C.2, όπως και πριν.

### 3<sup>ο</sup> ΠΕΙΡΑΜΑ

- Να επαναλάβετε την παραπάνω πειραματική διαδικασία αλλά με νέα τάση (περίπου 180 V) και με νέα παροχή μάζας. Να συμπληρώσετε τον πίνακα C.2 στο Τετράδιο Απαντήσεων.

Να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση  $\frac{V^2}{R}$  σε συνάρτηση με την παροχή μάζας  $\dot{m}$  (C.3).

Να βρείτε την κλίση της γραφικής παράστασης και από αυτή, και βάσει της εξίσωσης (1) διαιρώντας την κλίση με τη μεταβολή της θερμοκρασίας, να υπολογίσετε την ειδική θερμότητα  $c_p$  σε μονάδες μέτρησης στο S.I. (C.4).

Πόση ενέργεια έδωσε η αντίσταση R κατά το χρονικό διάστημα συλλογής του χυμού στο 2<sup>ο</sup> πείραμα; (C.5)

Αν υποθέσουμε ότι 10 000 L (δέκα χιλιάδες λίτρα) χυμού πρέπει να ψυχθούν από τους 15 °C στους 4 °C τότε πόση ποσότητα ενέργειας πρέπει να αφαιρεθεί από το χυμό; (C.6)

### *Επισημάνσεις*

Η βασική προϋπόθεση σε όλα αυτά τα πειράματα είναι να εξασφαλιστεί ότι στο χρονικό διάστημα που υπολογίζουμε τις μέσες τιμές, έχουμε πετύχει σταθερή κατάσταση που σημαίνει ότι οι θερμοκρασίες εισόδου και εξόδου παραμένουν σταθερές.

Ο παράγοντας που επιδρά περισσότερο στο να έχουμε σωστά αποτελέσματα είναι η παροχή χυμού να παραμένει σταθερή. Για να το πετύχουμε χρησιμοποιούμε τη συσκευή Mariotte (Ντεπόζιτο). Όπως μπορείτε να δείτε από το σχήμα το ντεπόζιτο αποτελείται από ένα κλειστό χώρο και ένα λεπτό σωλήνα, η κάτω άκρη του οποίου

είναι μέσα στον χυμό ενώ η πάνω άκρη επικοινωνεί με τον ατμοσφαιρικό αέρα ώστε ο αέρας να μπορεί να μπαίνει μέσα στο ντεπόζιτο με αποτέλεσμα να αυξάνεται η πίεση του αέρα πάνω από το χυμό.

Στο C.7 να επιλέξετε ποια από τις προτάσεις είναι λανθασμένη.

- a) Η συσκευή Mariotte εξασφαλίζει ότι η εξερχόμενη παροχή μάζας χυμού από την συσκευή (χυμός που διοχετεύεται από το Ντεπόζιτο (deposit) διαμέσου του σωλήνα) είναι σταθερή.
- b) Η συσκευή Mariotte εξασφαλίζει ότι η πίεση στην ελεύθερη επιφάνεια του χυμού στο Ντεπόζιτο αυξάνει όσο το Ντεπόζιτο αδειάζει.
- c) Η συσκευή Mariotte εξασφαλίζει ότι η πίεση στην ελεύθερη επιφάνεια του χυμού στο Ντεπόζιτο ελαττώνεται όσο το Ντεπόζιτο αδειάζει.
- d) Η συσκευή Mariotte επιτρέπει στον ατμοσφαιρικό αέρα να φθάσει στο πάνω μέρος του Ντεπόζιτου.