**Παίζοντας μουσική με ποτήρια**

1. **Εισαγωγή – Ιστορική αναδρομή**

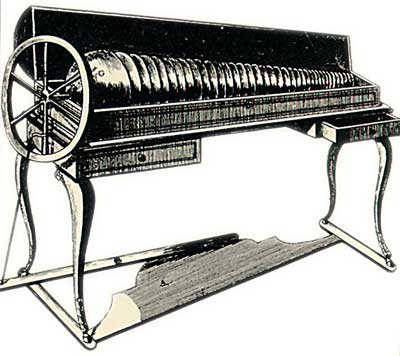
Μπορούμε να παραγάγουμε έναν πολύ ιδιαίτερο ήχο χρησιμοποιώντας ως μουσικό όργανο ένα ποτήρι κρασιού[[1]](#footnote-1). Έχοντας βρέξει καλά με νερό το στόμιο του ποτηριού, περιστρέφουμε πάνω του τον επίσης βρεγμένο με νερό δείκτη του χεριού μας. Τόσο το ποτήρι, όσο και το χέρι μας πρέπει να είναι καθαρά, απαλλαγμένα από κάθε λιπαρή ουσία.



Εικόνα 1. Παίζοντας μουσική με ποτήρια.

# Τον 18ο αιώνα η δημιουργία μουσικής με γυάλινα ποτήρια ήταν ήδη μία «μόδα». Μάλιστα το 1761 ο γνωστός επιστήμονας και πολιτικός Benjamin Franklin σχεδίασε και κατασκεύασε με τη βοήθεια του υαλουργού Charles James ένα μουσικό όργανο, την Glass Armonica (Εικόνα 2). Το όργανο μπορούσε να θέσει σε περιστροφή 37 γυάλινα ποτήρια, τα οποία ο μουσικός ακουμπούσε με τα δάκτυλά του για να παραγάγει τις επιθυμητές νότες για το μουσικό κομμάτι που έπαιζε. Η glass armonica γνώρισε άμεσα τεράστια επιτυχία και διάσημοι συνθέτες, όπως οι Mozart, Beethoven, Donizetti, και Richard Strauss έγραψαν κομμάτια ειδικά για εκείνη. Αν αναρωτιέστε τι είδους ήχους παράγει το όργανο αυτό, μπορείτε να ακούσετε ένα κομμάτι του Wolfgang Amadeus Mozart εδώ: <https://video.link/w/GfB8b>

Στην εποχή μας πολλοί καλλιτέχνες χρησιμοποιούν ποτήρια για να παίξουν μουσική. Ένα όμορφο παράδειγμα εκτέλεσης έργου του Chopin μπορείτε να δείτε και να ακούσετε εδώ: <https://video.link/w/paB8b>



Εικόνα 2. Glass Armonica

1. **Παρατηρώντας τον ήχο**

α. Αν διαθέτετε διαφορετικά ποτήρια κρασιού προσπαθήστε να εντοπίσετε «με το αυτί σας» αν υπάρχει διαφορά στη συχνότητα του ήχου που παράγουν. Παράγουν όλα τα ποτήρια ήχο ίδιας συχνότητας;

……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

β. Επίσης, τοποθετήστε διαφορετικές ποσότητες νερού στο ίδιο ποτήρι και προσπαθήστε να εντοπίσετε «με το αυτί σας» αν υπάρχει διαφορά στη συχνότητα του ήχου που παράγεται κάθε φορά. Σας φαίνεται πως αλλάζει κάτι κάθε φορά που προσθέτετε νερό και αν ναι, μπορείτε να περιγράψετε τι είναι αυτό;

……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

1. **Μέτρηση συχνότητας**

Στην εφαρμογή «[phyphox](https://phyphox.org/download/)» υπάρχει η δυνατότητα με την επιλογή «Συχνότητα ήχου» να υπολογιστεί αυτόματα η συχνότητα του ήχου που καταγράφεται από το μικρόφωνο της συσκευής.

Διαλέξτε ένα ποτήρι κρασιού και ενεργοποιήστε αυτή τη λειτουργία. Αν είναι εφικτό, διαλέξτε ένα ποτήρι το οποίο να ανήκει σε ένα σετ από ίδια ποτήρια. Αργότερα θα γίνει σαφές το γιατί.

Παράγετε ήχο με το ποτήρι και καταγράψτε τη συχνότητα που δίνει η εφαρμογή. Ενδέχεται η τιμή της συχνότητας που δίνει η εφαρμογή να μεταβάλεται ανάμεσα σε κάποιες κοντινές τιμές. Σε αυτή την περίπτωση καταγράψτε μία τιμή ανάμεσα στις ακραίες τιμές. Μην σας απασχολεί αν έχετε επιτύχει απόλυτη ακρίβεια σε αυτή τη φάση. Δεν είναι απαραίτητο.

f1=…………

Στη συνέχεια, γεμίστε το ποτήρι με νερό ως το χείλος του. Επαναλάβετε τη διαδικασία και καταγράψτε τη νέα συχνότητα.

f2=…………

Συμφωνεί η μέτρηση με τις παρατηρήσεις σας στο βήμα 2β;

Μπορούμε να συνοψίσουμε τις παρατηρήσεις και τις μετρήσεις μας στο εξής συμπέρασμα: Όσο περισσότερο νερό περιέχει ένα ποτήρι τόσο ……………………. γίνεται η συχνότητα του ήχου που παράγεται.

Το ποτήρι που χρησιμοποιήσατε μπορεί να παράγει ήχους με συχνότητα ανάμεσα στις συχνότητες f1 και f2. Για ήχους με συχνότητα μικρότερη της f1 ή μεγαλύτερη της f2 θα χρειαστεί να δοκιμάσετε διαφορετικά ποτήρια.

1. **Ας παίξουμε μουσική**

Στο τέλος του φύλλου εργασίας θα βρείτε έναν πίνακα με τις αντιστοιχίσεις ανάμεσα στις μουσικές νότες που χρησιμοποιούνται στην «δυτική» μουσική και τη συχνότητα του αντίστοιχου ήχου.

Βρείτε ποιες νότες μπορεί να παράγει το ποτήρι σας. Για παράδειγμα, αν είχατε βρει f1=780 Ηz και f2=1420 Hz, τότε το ποτήρι σας μπορεί με την κατάλληλη ποσότητα νερού να παίζει από τη νότα σολ της 4ης οκτάβας μέχρι τη νότα φα της 5ης οκτάβας.

Αν λοιπόν διαθέτετε και άλλα ίδια ποτήρια μπορείτε, τώρα, να έχετε μία σειρά από ποτήρια το κάθε ένα από τα οποία θα αντιστοιχεί σε μία διαδοχική νότα. Χρησιμοποιώντας την εφαρμογή «phyphox» όπως στο βήμα 3, βρείτε πόσο νερό πρέπει να βάλετε σε κάθε ένα ποτήρι ώστε να αντιστοιχεί σε μία διαδοχική νότα. Μπορείτε βέβαια να πειραματιστείτε και με διαφορετικά ποτήρια κρασιού, σαμπάνιας ή λικέρ.



Εικόνα 3. Μουσικό σύνολο από 9 ποτήρια από το φα της 4ης οκτάβας (αριστερά) ως το σολ της 5ης οκτάβας (δεξιά).

Η διαδικασία ίσως σας πάρει λίγο χρόνο, αλλά αξίζει τον κόπο, καθώς στο τέλος θα έχετε δημιουργήσει ένα πρωτότυπο «μουσικό όργανο» και θα μπορείτε να δοκιμάσετε να παίξετε μουσική (Εικόνα 3).

**Πίνακας: Νότες και αντίστοιχες συχνότητες**

|  |  |
| --- | --- |
| πρώτη οκτάβα  ν=65 Hz                    ντο  ν=73 Hz                    ρε  ν=82 Hz                    μι  ν=87 Hz                    φα  ν=97 Hz                    σολ  ν=110 Hz                  λα  ν=123 Hz                  σι | δεύτερη οκτάβα  ν=130 Hz                    ντο  ν=146 Hz                    ρε  ν=164 Hz                    μι  ν=174 Hz                    φα  ν=195 Hz                    σολ  ν=220 Hz                    λα  ν=246 Hz                   σι |
| τρίτη οκτάβα  ν=262                   ντο  ν=294                     ρε  ν=330                     μι  ν=349                     φα  ν=392                     σολ  ν=440                     λα  ν=493                 σι | τέταρτη οκτάβα  ν=523                     ντο  ν=587                     ρε  ν=659                     μι  ν=698                     φα  ν=783                     σολ  ν=880                     λα  ν=987                     σι |
| πέμπτη οκτάβα  ν=1046 Hz                ντο  ν=1174 Hz                ρε  ν=1318 Hz                 μι  ν=1396 Hz                φα  ν=1567 Hz                    σολ  ν=1760 Hz                    λα  ν=1975 Hz                    σι | έκτη οκτάβα  ν=2093 Hz                    ντο  ν=2349 Hz                    ρε  ν=2637 Hz                    μι  ν=2793 Hz                    φα  ν=3135 Hz                    σολ  ν=3520 Hz                    λα  ν=3951 Hz                    σι |
| έβδομη οκτάβα  ν=4186 Hz                    ντο  ν=4698 Hz                    ρε  ν=5274 Hz                    μι  ν=5587 Hz                    φα  ν=6271 Hz                    σολ  ν=7040 Hz                    λα  ν=7902 Hz                    σι | όγδοη οκτάβα  ν=8372 Hz                    ντο  ν=9397 Hz                    ρε  ν=10548 Hz                  μι  ν=11175 Hz                  φα  ν=12543 Hz                  σολ  ν=14080 Hz                  λα  ν=15804 Hz                  σι |

1. Κάθε κολονάτο ποτήρι (κρασιού, σαμπάνιας, λικέρ κ.λπ.) είναι κατάλληλο. [↑](#footnote-ref-1)