

Έρευνα  
Πώς η ταχύτητα  
περιστροφής του  
καρουσέλ  
σχετίζεται με τον  
αριθμό των κεριών  
που  
χρησιμοποιούνται  
για να το  
περιστρέψουν.



## Σκοπός

Διερευνηθεί η σχέση μεταξύ του αριθμού των αναμμένων κεριών κάτω από ένα καρουσέλ κερι, και πόσο γρήγορα το καρουσέλ περιστρέφεται

Να διερευνήσουν οι μαθητές/τριες πώς η ποσότητα της θερμότητας που παράγεται από ένα διαφορετικό αριθμό αναμμένων κεριών, κάτω από τα πτερύγια ενός καρουσέλ επηρεάζει το πόσο γρήγορα περιστρέφονται τα πτερύγια. Θα μετρήσει την ταχύτητα των πτερυγίων σε περιστροφές ανά λεπτό, ή rpm. Κάθε φορά προσθέτοντας περισσότερα κεριά, τα πτερύγια θα περιστρέφονται πιο γρήγορα; ή δεν θα υπάρχει αισθητή διαφορά; Ποια θα είναι η σχέση;

## Όροι και Έννοιες

•κερί καρουσέλ / Θερμότητα / Δύναμη άντωσης / Ανελκυστήρας / Ανεμογεννήτρια /Περιστροφές ανά λεπτό (ή rpm)

## Ερωτήσεις

- Πώς ανάβοντας ένα κερι σε ένα καρουσέλ, κάνει τα πτερύγια του να κινούνται;
- Ποια κατεύθυνση είναι η δύναμη της άντωσης στα πτερύγια του καρουσέλ κερι;
- Γιατί τα πτερύγια σε ένα καρουσέλ κερι πρέπει να έχουν κλίση;
- Γιατί αυξάνεται ο ζεστός αέρα;

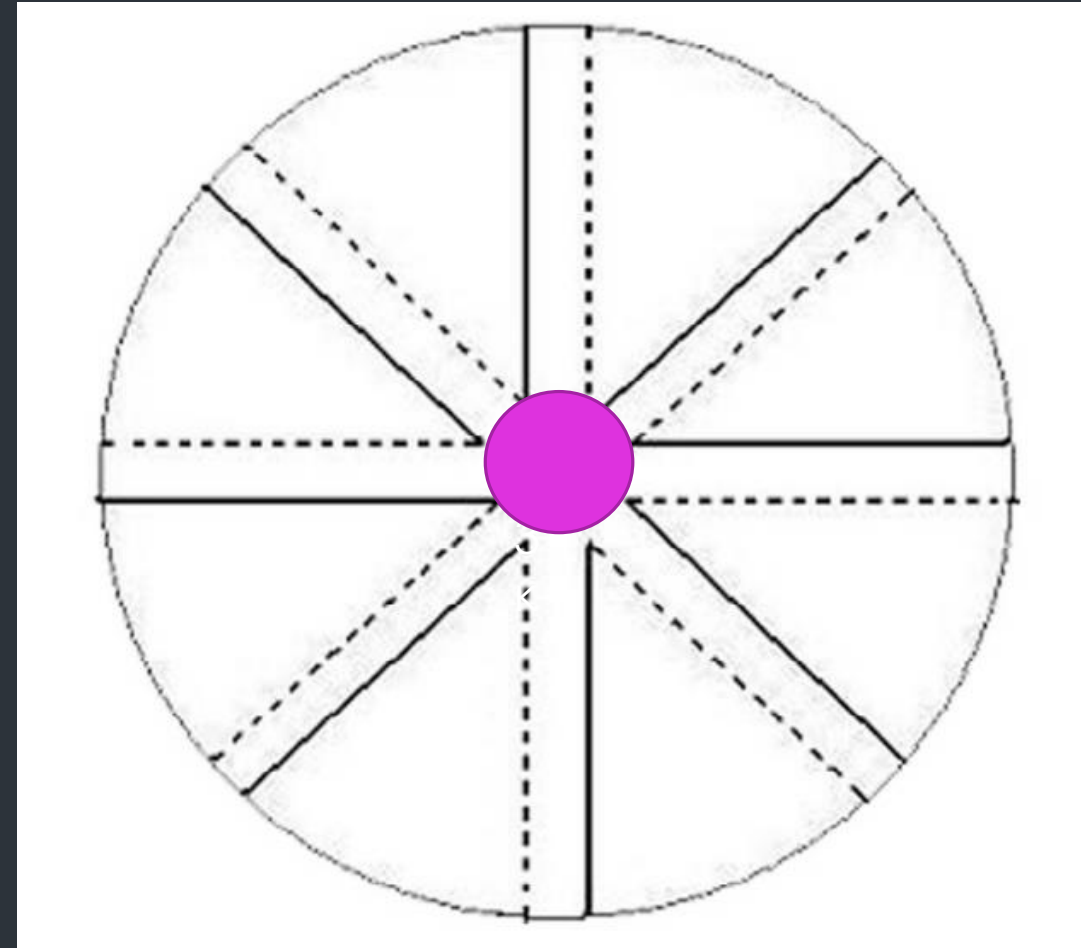
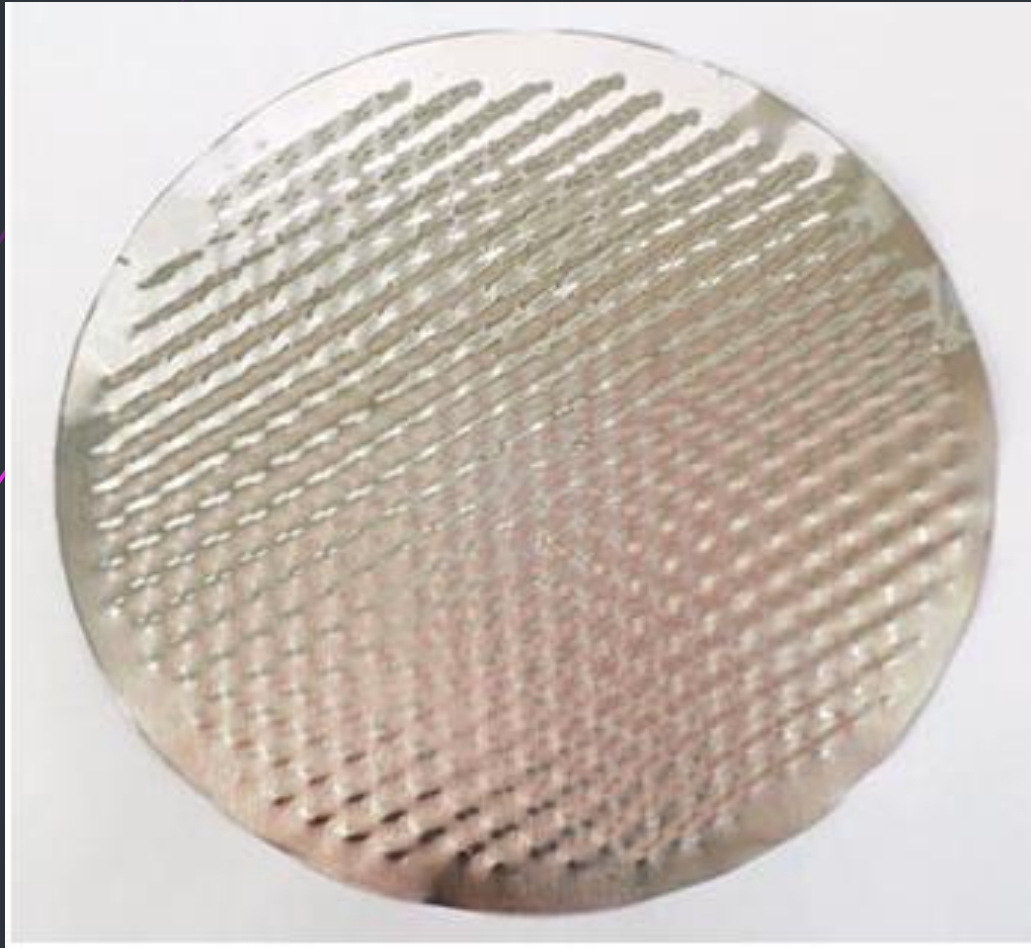
## Υλικά και Συσκευές

- † τηγάνια πίτα αλουμινίου, 8 3/4 ιντσών σε διάμετρο
- † Εκτυπωτή με χαρτί εκτυπωτή - Ψαλίδι – Ταινία ( για σχεδίαση του πατρόν των πτερυγίων)
- † Χάρακας – Μοιρογνωμόνιο - Μαύρο μαρκαδόρο - Πλαστικό καλαμάκι
- † Κατάλληλη κόλλα/ΚΟΛΛΑ ΕΠΟΞΙΚΗ BISON EPOXY SYRINGE 5 MIN 24ML
- † Εξαγωνικό μεταλλικό παξιμάδι
  - † Θα πρέπει άνετα να ταιριάζει γύρω από το καλαμάκι , και να είναι αρκετά υψηλό για να σταθεί σταθερά σε όρθια θέση ενσωματωμένο στο καλαμάκι.
  - † Το μέγεθος παξιμάδι χρησιμοποιείται σε αυτό το σχέδιο είχε εσωτερική διάμετρο 64mm , εξωτερική διάμετρος 127mm, και ύψος 64mm.
- † Γάντια μιας χρήσης (1 ζεύγος για κάθε άτομο που χειρισθεί την εποξική κόλλα ). Αυτό είναι για την ασφαλή χειρισμό της.
- † Εφημερίδα ή φύλλα χαρτιού μηδέν. Αυτό γίνεται για να προστατεύσει χώρο εργασίας σας καθώς εργάζεστε με την κόλλα
- † Πλαστελίνη (ένα κομμάτι περίπου το μέγεθος της γροθιάς σας) / Playdoh
- † Ένα ξύλινο σουβλάκι, μήκους τουλάχιστον 20 cm, με ένα αιχμηρό σημείο
- † Μικρά κεριά ( ρεσώ) . Θα πρέπει να είναι περίπου 5 εκατοστά. Ένα σύνολο από 12 κεριά επαρκεί ( το υπόδειγμα δείχνει βέβαια με 4 ).
- † Αναπτήρας
- † Χρονόμετρο
- † Προαιρετικά: Χρωματιστά ανεξίτηλους μαρκαδόρους για τη διακόσμηση του καρουσέλ κερι

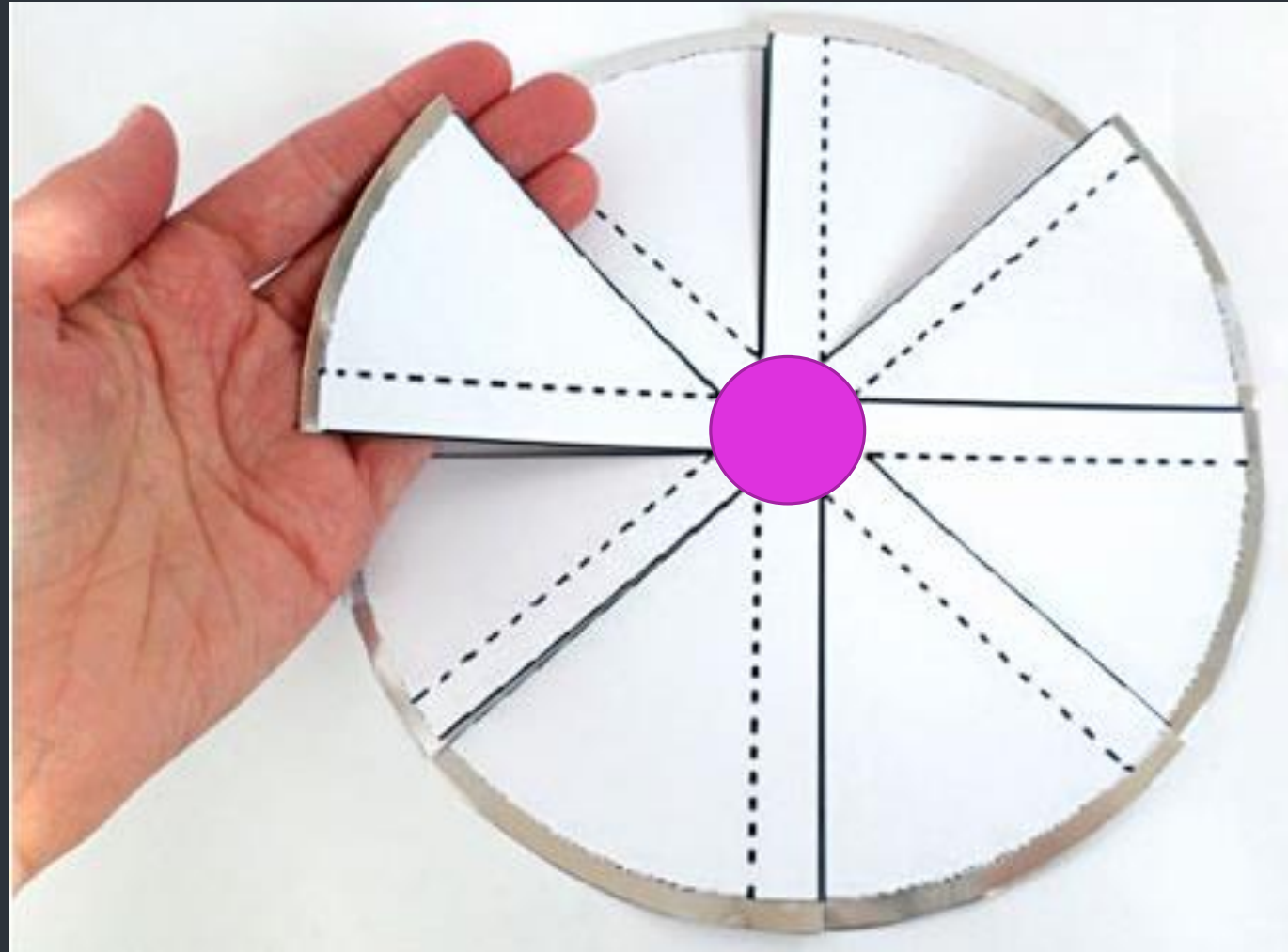
1. Σε τηγάνι πίτας αλουμινίου 22 εκ. , αφαιρούμε τον εσωτερικό κυκλικό δίσκο , όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



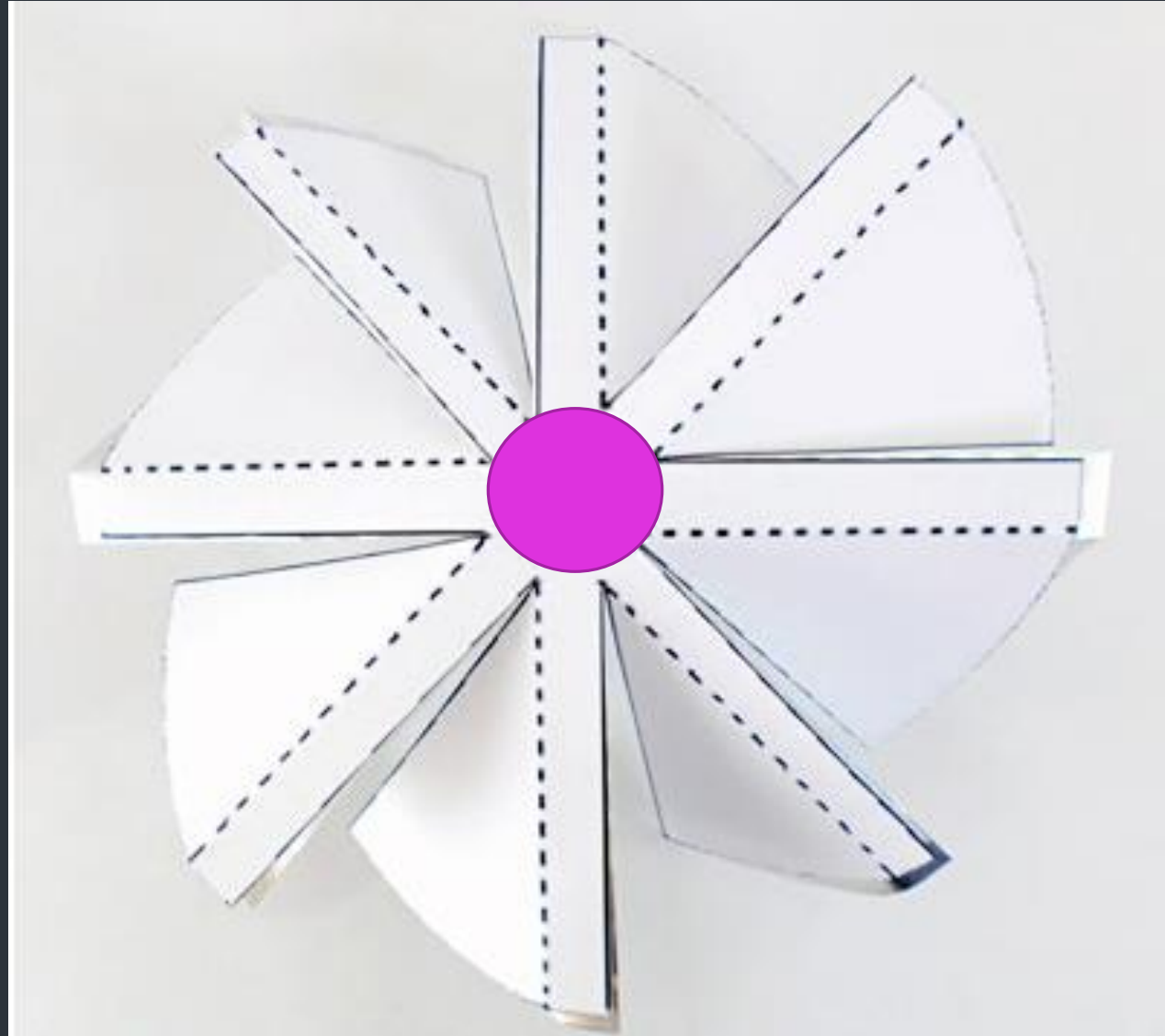
2. Διαμόρφωση εσωτερικού κυκλικού δίσκου αλουμινίου σε κανονικό εξαγώνο , σύμφωνα με το υπόδειγμα της δεξιάς εικόνας. Το υπόδειγμα είναι καλό να σχεδιαστεί σε χαρτί και στη συνέχεια να εκτυπωθεί και κολληθεί στη μία πλευρά του κυκλικού δίσκου . Η διάμετρος του εσωτερικού κύκλου να έχει μήκος 5-6 εκ.



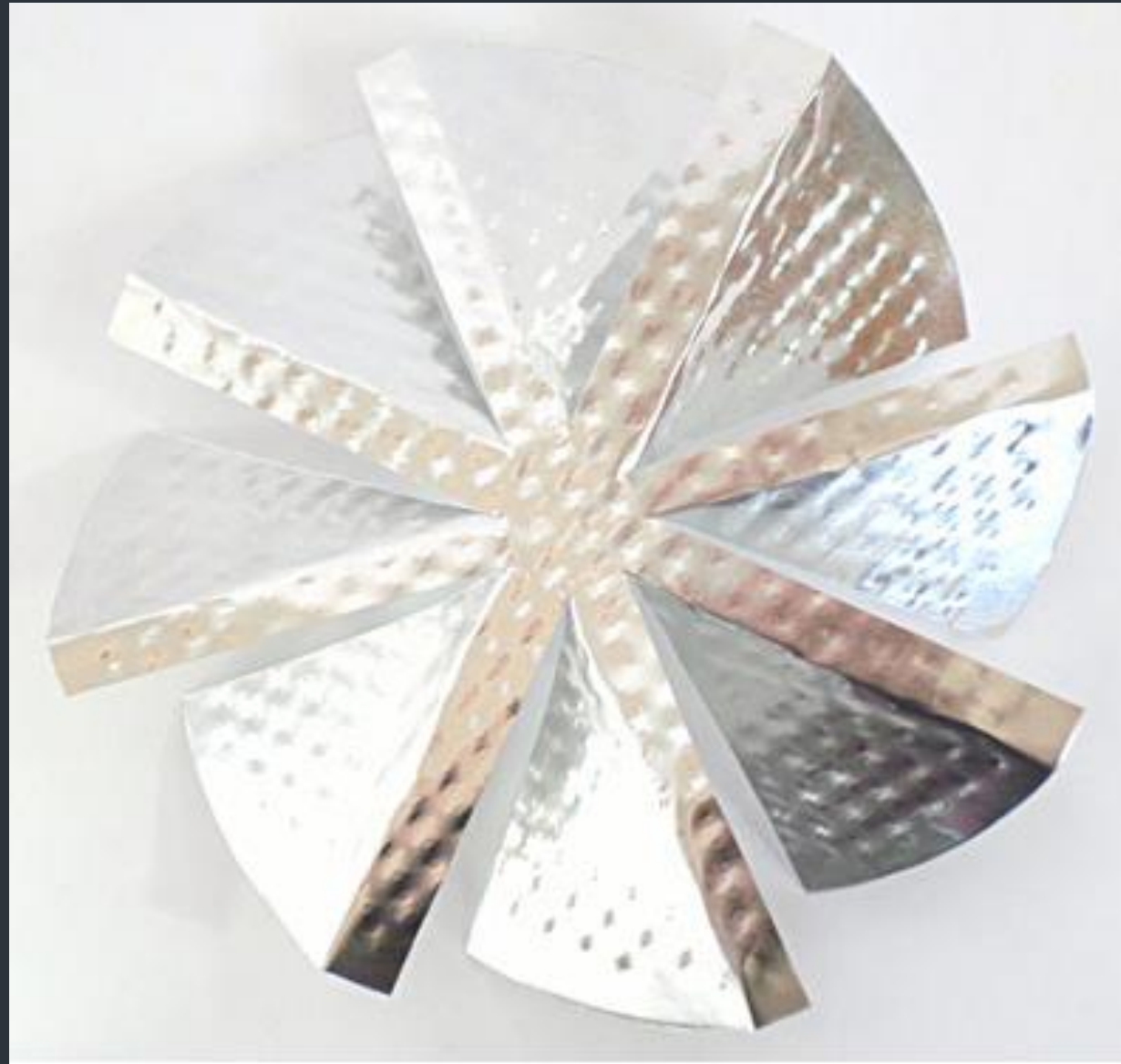
3. Κόβουμε αρχικά τις συνεχόμενες ( συμπαγείς) γραμμές του , σύμφωνα με το υπόδειγμα της δεξιάς εικόνας. Προσοχή η κοπή γίνεται μέχρι την γραμμή περιφέρειας του εσωτερικού κύκλου.



4. Με οδηγό στη συνέχεια τις διακεκομμένες γραμμές , διπλώνουμε («τσακίζουμε») τα τριγωνικά σχήματα που σχηματίζονται . Τα άκρα με την χρήση μοιρογνωμονίου τα τσακίζουμε περίπου προς τα κάτω περίπου 30-40 μοίρες ( ° ) σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο.



5. Αφαιρούμε προσεκτικά το χαρτί-υπόδειγμα από τον κύκλο του αλουμινίου .

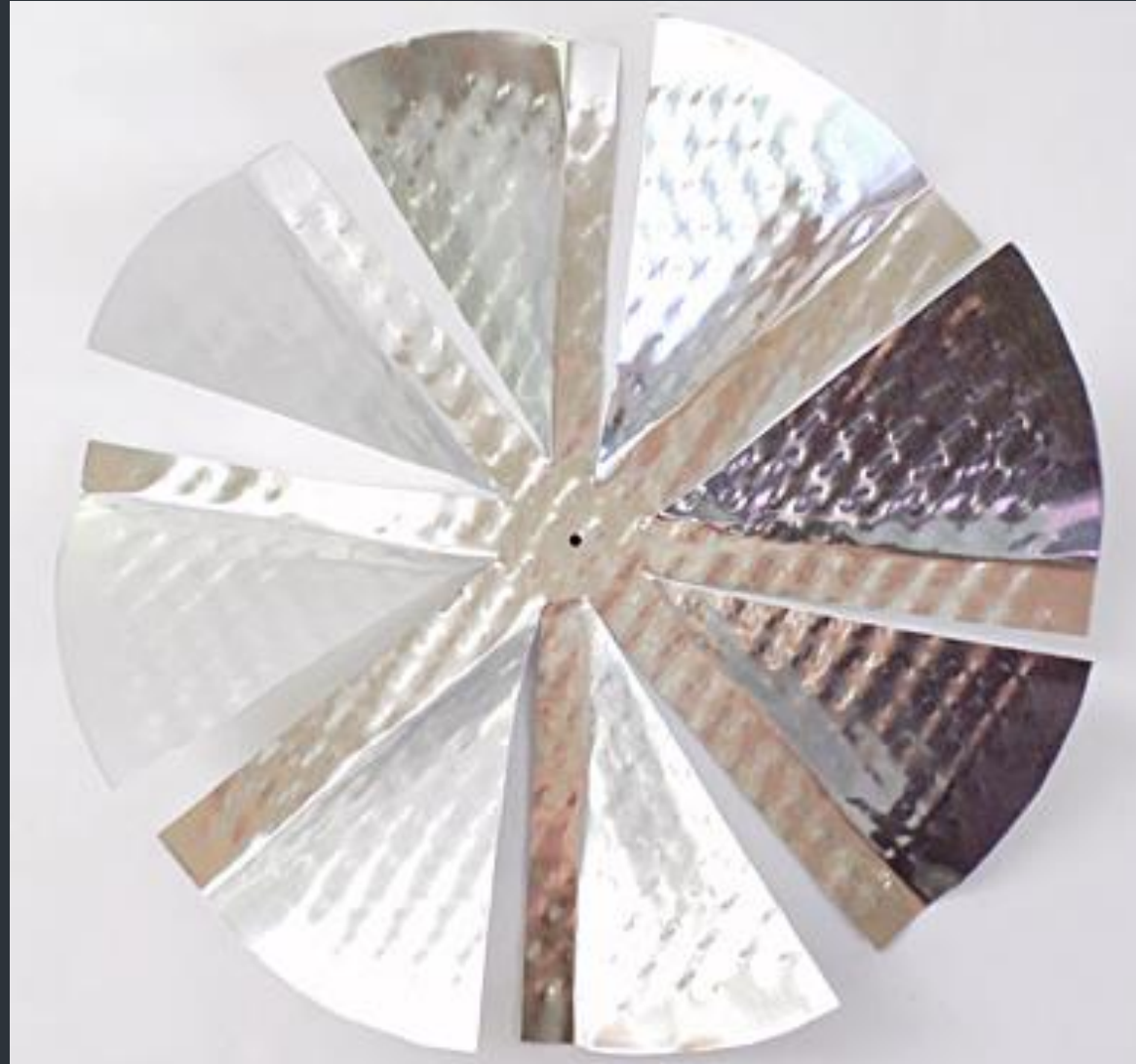




(7) Προαιρετικό βήμα : Διακοσμούμε τα πτερύγια του ανεμόμυλου με χρήση μαρκαδόρων και αν θέλουμε και τα πτερύγια



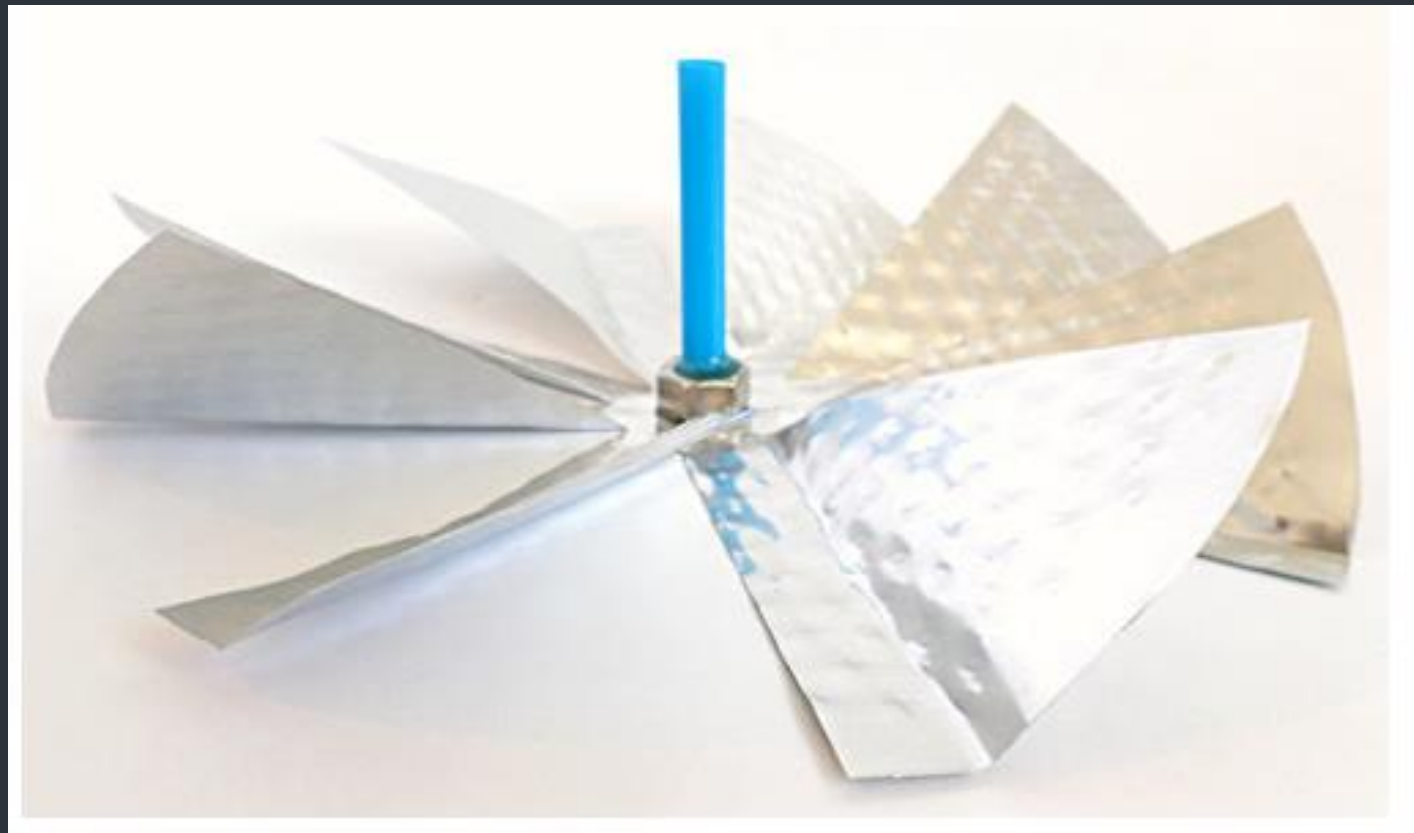
8. Σημαδεύουμε με μαρκαδόρο, σχηματίζοντας μία τελεία στο κέντρο ,στη κάτω πλευρά του διαμορφωμένου πλέον σε ΑΝΕΜΟΜΥΛΟ –κυκλικού δίσκου.



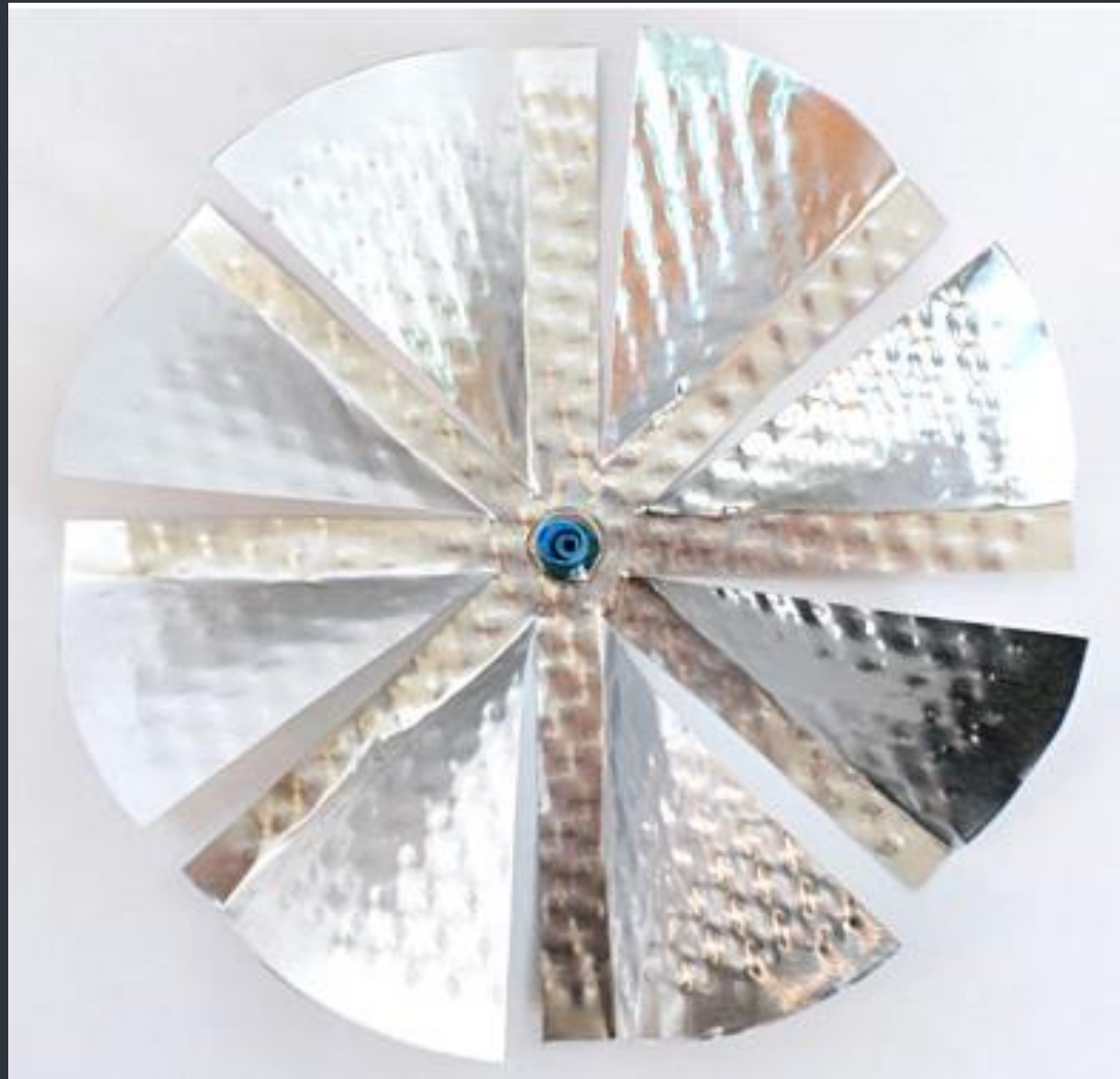
9 . Κόβουμε ένα καλαμάκι σε μήκος 5 εκ., έτσι ώστε με λίγο υλικό από λινάστα η υαλοβάμβακα να προσαρμόζεται στο εξαγωνικό μεταλλικό παξιμάδι. Στηρίζουμε στη συνέχεια το παξιμάδι , αφού τοποθετήσουμε κατάλληλη ποσότητα εποξικής κόλλας ( με χρήση γαντιών μίας χρήσης ) .

Η χρήση της κόλλας γίνεται ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΑ γίνεται από τον εκπαιδευτικό . Προτεινόμενος τρόπος : Να τοποθετήσετε μία ελάχιστη ποσότητα της εποξικής επάνω σε φύλλα εφημερίδων και στη συνέχεια τοποθετώντας γρήγορα πάνω της το παξιμάδι ,πριν το συγκολλήσετε άμεσα γύρω από τη τελεία του ανεμόμυλου.

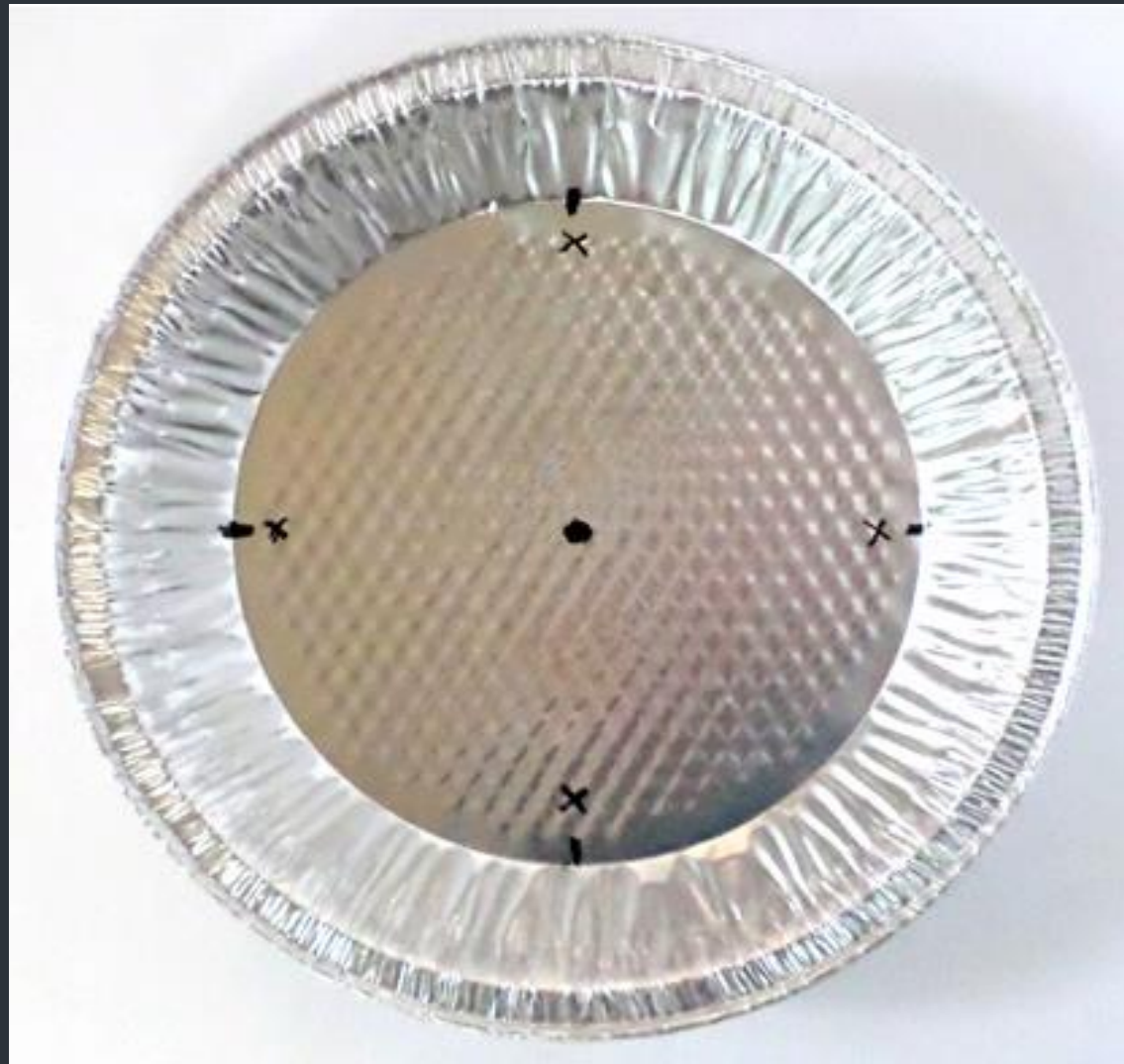
Ελέγχουμε έτσι ώστε μέσα από το καλαμάκι διακρίνεται η κουκίδα που είχαμε χαραξει , ενώ κοιτάζοντας ευθεία προς τα κάτω στο καλαμάκι (από την κορυφή), και από όλες τις πλευρές, βεβαιωθείτε ότι είναι στραμμένο προς τα επάνω κατ 'ευθείαν. Ενώ η εποξική είναι ακόμα υγρή, μπορείτε να ρυθμίσετε απαλά την κατεύθυνση στην οποία το καλαμάκι είναι στραμμένο.



Αφήστε το εποξειδικό υλικό για 24 ώρες πριν από τη δοκιμή της κατασκευής μας. Στη παρακάτω εικόνα διακρίνουμε τη κάτοψη της , μετά την εφαρμογή του παξιμαδιού.



10. Διαμόρφωση Βάσης καρουσέλ με 2° πιάτο αλουμινίου. Σημαδεύουμε με μαρκαδόρο το κέντρο του και στη συνέχεια κάνουμε 4 τελείες, ανά 90° όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Τα 4 αυτά σημεία με ένδειξη X είναι τα σημεία ένδειξης για τοποθέτηση των κεριών.



11. Στη συνέχεια, κόψτε ένα ξύλινο σουβλάκι, έτσι ώστε να έχει μήκος 20 cm , όχι όμως από την πλευρά του μυτερού άκρου. Στη συνέχεια, πάρτε μια μικρή μεγέθους «γροθιάς», ποσότητα πλαστελίνης και κολλήστε τη στο επίπεδο άκρο του ξύλινου σουβλακιού . Τοποθετήστε την έτσι ώστε, το σουβλάκι να βρίσκεται πάνω στην κουκίδα στο κέντρο του πιάτου αλουμινίου. Βεβαιωνόμαστε ότι το σουβλάκι είναι ακριβώς πάνω στην κουκίδα. Πιέστε προς τα κάτω στις άκρες της πλαστελίνης για να το ισιώσει πάνω στο μεταλλικό πιάτο , έτσι όπως φαίνεται στη παρακάτω εικόνα.



12. Αφήνουμε τη πλαστελίνη να σκληρύνει λίγο .Τοποθετούμε στις θέσεις που είχαμε σημαδέψει προηγουμένα τα 4 κεριά . Προσαρμόζουμε , όταν έχει ολοκληρωθεί και η ιδανική συγκόλληση , το σώμα του ανεμόμυλου στη βάση , τοποθετώντας μέσα στο πλαστικό καλαμάκι το αντίστοιχο από σουβλάκι. Η κατασκευή μας είναι έτοιμη και μπορούμε να την δοκιμάσουμε.



## Οδηγίες κατά την λειτουργία

Δοκιμάστε το καρουσέλ σας για να βεβαιωθείτε ότι λειτουργεί! Για να το κάνετε αυτό, που έχει συσταθεί σε μια επίπεδη, σταθερή επιφάνεια (όπως ένα τραπέζι ή γραφείο) που δεν είναι κοντά σε οποιαδήποτε πηγή της κίνησης του αέρα.

Για παράδειγμα, αυτό που έχει συσταθεί σε μία αίθουσα ( αν δεν έχετε εργαστήριο ) με κλειστές πόρτες και παράθυρα, και μακριά από κάθε ενεργό αεραγωγό. Ακόμη και ένα απαλό αεράκι μπορεί να διαταράξει πλήρως την κίνηση του καρουσέλ κεριού.

Ανάψτε τώρα και τα τέσσερα κεριά. Παρακολουθήστε για να δούμε αν τα πτερύγια του καρουσέλ αρχίζουν να γυρίζουν. Μπορεί να χρειαστεί να περιμένετε για ένα λεπτό προτού να δείτε οποιαδήποτε κίνηση. Από τη στιγμή που λειτουργεί, μπορείτε να προχωρήσετε στο επόμενο στάδιο καταγραφής των ενδείξεων .



## Πιθανά προβλήματα:

Αν τα πτερύγια δεν γυρνάνε μετά από αναμονή για 2-3 λεπτά (min), προσπαθήστε να αντιμετωπίσετε ελέγχοντας τα εξής:

- ✓ Βεβαιωθείτε ότι οι φλόγες κεριών είναι εντελώς όρθιες και δεν τρεμοπαίζουν ή να κινούνται πλαγίως. Αν συμβαίνει κάτι τέτοιο, μπορεί να υπάρχει κίνηση του αέρα που εισέρχεται από κάποιο σημείο του χώρου διεξαγωγής του πειράματος. Οι φλόγες θα πρέπει να είναι εντελώς σε όρθια θέση για να λειτουργήσει καλά το καρουσέλ. Αν οι φλόγες δεν είναι όρθιες, ο θερμός αέρας δεν θα έχει τη δυνατότητα να κινείται προς τα άνω, απευθείας προς τα πτερύγια.
- ✓ Βεβαιωθείτε ότι το τμήμα ανεμόμυλος κάθεται οριζόντια στο σουβλάκι (και παράλληλα στο περίπτερο του καρουσέλ του). Αν ο ανεμόμυλος έχει κλίση σε σχέση το καλαμάκι σουβλάκι, μπορεί να δημιουργηθούν ανεπιθύμητες τριβές. Δείτε εάν υπάρχουν οποιεσδήποτε άλλες πιθανές πηγές τριβών που θα μπορούσαν να επιβραδύνουν την περιστροφή των πτερυγίων. Για να γίνει αυτό, πρέπει να ελέγξουμε την ένωση στα 2 καλαμάκια, εκεί που συναντιούνται. Το σουβλάκι πρέπει ιδανικά να αγγίζει μόνο το αλουμίνιο στον ανεμόμυλο, στη τελεία που είχαμε σημαδέψει.
- ✓ Βεβαιωθείτε ότι τα πτερύγια είναι όλα σε μια γωνία  $30^\circ$ , και ότι οι ευθείες ταινίες για τον ανεμόμυλο είναι ακόμα σε θέση ευθείας και οριζόντια (και παράλληλα στο περίπτερο του καρουσέλ του).
- ✓ Θα μπορούσατε να δοκιμάσετε κάνοντας το σουβλάκι μικρότερο, δεδομένου ότι αυτό θα μειώσει την απόσταση που ο θερμός αέρας έχει να ταξιδέψει από τις φλόγες. Εάν το κάνετε αυτό, σβήνετε τα κεριά, αφαιρείτε τον ανεμόμυλο από το σουβλάκι, και να προσπαθήσετε να τραβήξετε προσεκτικά το σουβλάκι, ευθεία από τη πλαστελίνη.. Όταν κάνετε το σουβλάκι μικρότερο, βεβαιωθείτε ότι τα πτερύγια του ανεμόμυλου θα εξακολουθούν να είναι τουλάχιστον 5 cm πάνω από τις φλόγες των αναμμένων κεριών. Κολλήστε ξανά το κοντύτερο σουβλάκι κατ'ευθείαν πίσω στην τρύπα της πλαστελίνης και δοκιμάστε ξανά το καρουσέλ κερι.

## Διεξαγωγή του πειράματος – μετρήσεις

- ✓ Κάνουμε ένα μικρό σημάδι –γραμμή στην άκρη ενός εκ των πτερυγίων του καρουσέλ , σε εμφανές σημείο.
- ✓ Ανάβουμε αρχικά το 1 κεριά και σταδιακά και τα 4 κεριά. Σε κάθε ξεκίνημα αφήνουμε 3 λεπτά περίπου για να γίνει σταθερή η ταχύτητα περιστροφής των πτερυγίων και κάθε 30sec ( ή κάθε 1min) καταγράφουμε τον αριθμό περιστροφών των πτερυγίων, με βάση το σημάδι που είχαμε κάνει. Για να έχουμε αποτέλεσμα σε 1 min,πολλαπλασιάζουμε επί 2.
- ✓ Για κάθε διαφορετική τοποθέτηση από 1-4 κεριά , επαναλαμβάνουμε την παραπάνω διαδικασία 5-6 φορές , λαμβάνοντας για κάθε αριθμό κεριών 5-6 αποτελέσματα. ( σημείωση : όταν ανάψετε τα 2 κεριά , επιλέξτε για λόγους συμμετρίας το απέναντι κεριό. )
- ✓ Υπολογίζουμε το μέσο όρο περιστροφών για κάθε διαφορετική περίπτωση των αριθμών κεριών και καταγράφουμε το μέσο όρο., σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα.

Αριθμός Αναμμένων κεριών	Περιστροφές ανά λεπτό ( rpm)					
	Δοκιμή 1	Δοκιμή 2	Δοκιμή 3	Δοκιμή 4	Δοκιμή 5	Μέσος όρος
1						
2						
3						
4						

- ✓ Κάντε ένα γράφημα γραμμής των δεδομένων σας, σχεδιάζοντας το μέσο αριθμό περιστροφών rpm σε σχέση με τον αριθμό των κεριών.  
Τοποθετήστε τον αριθμό των κεριών στον χ-άξονα (ο οριζόντιος άξονας) και η ταχύτητα περιστροφής του λεπίδων στον γ-άξονα (ο κάθετος άξονας).
- ✓ Αναλύστε τα αποτελέσματά σας. Κοιτάξτε τα δεδομένα και το γράφημα σας και προσπαθήστε να εξαχθούν ορισμένα συμπεράσματα.
  - ❖ Πώς ανάβοντας κεριά περισσότερο φαίνεται να επηρεάζει το πόσο γρήγορα περιστρέφονται λεπίδες του καρουσέλ κεριού;
  - ❖ Μπορείτε να εξηγήσετε τα αποτελέσματα από την άποψη του πώς η θερμότητα από τις φλόγες των κεριών », κάνει τα πτερύγια περιστρέφονται;
  - ❖ Για ένα πιο προηγμένο πρόκληση, δείτε αν μπορείτε να καταλάβω αν η σχέση μεταξύ του αριθμού των αναμμένα κεριά και την ταχύτητα με την οποία περιστρέφονται οι λεπίδες είναι μια γραμμική σχέση ή αν είναι μη γραμμική .
    - Αν είναι μια γραμμική σχέση, τα σημεία των δεδομένων θα πρέπει να κάνει μια ευθεία γραμμή (ή σχεδόν ευθεία γραμμή).
    - Γιατί νομίζετε ότι βλέπετε τη σχέση που κάνετε; Τι σημαίνει αυτό σας πω για το πώς η αύξηση της ποσότητας της θερμότητας κάτω από τις λεπίδες επηρεάζει την ταχύτητα περιστροφής των πτερυγίων;

## Προβληματισμοί για παρόμοιες έρευνες

- ✓ Ένας άλλος παράγοντας που θα μπορούσε να επηρεάσει το πόσο γρήγορα περιστρέφονται τα πτερύγια του μύλου κερι είναι πόσο κοντά βρίσκονται στις φλόγες. Θα μπορούσατε να επαναλάβετε αυτό το επιστημονικό έργο, αλλά δοκιμάστε αυτή τη φορά το καρουσέλ κερι χρησιμοποιώντας ξύλινα καλαμάκια με διαφορετικά μήκη (και να κρατήσετε τον αριθμό των αναμμένων κεριών σταθερό). Να φροντίζετε βέβαια πάντα η απόσταση των πτερυγίων να είναι τουλάχιστον σε θέση 5 cm πάνω από τις φλόγες.) Πώς αλλάζοντας την απόσταση ανάμεσα στις φλόγες και τα πτερύγια επηρεάζεται η ταχύτητα περιστροφής των πτερυγίων;
- ✓ Αλλαγή της γωνίας των πτερυγίων θα μπορούσε επίσης να επηρεάσει το πόσο γρήγορα το καρουσέλ κερι εκτελεί περισσότερες περιστροφές. Για να δοκιμάσετε αυτό, χρησιμοποιήστε ένα μοιρογνωμόνιο για να κάμψει προσεκτικά τις λεπίδες σε διαφορετικές γωνίες (πλην των 30 °, το οποίο είναι αυτό που δοκιμάζεται στη προτεινόμενη κατασκευή). Κατά τη δοκιμή σε μια ορισμένη γωνία, πρέπει βέβαια όλα τα πτερύγια να κάμπτονται προς την ίδια γωνία. Ποια είναι η ιδανική γωνία των πτερυγίων ; Με άλλα λόγια, σε ποια γωνία τα πτερύγια περιστρέφονται ταχύτερα; Σε ποια γωνίες δεν το γυρνούν ;
- ✓ Πώς η θέση των κεριών επηρεάζει την ταχύτητα των πτερυγίων; Θα μπορούσατε να δοκιμάσετε αυτό μετακινώντας όλα τα κεριά κοντά στο σουβλάκι, ή πιο μακριά από αυτό. (Μπορεί να θέλετε να χρησιμοποιήσετε μια στάση που σας δίνει περισσότερο χώρο από ό, τι το τηγάνι από αλουμίνιο.) Κατά τη δοκιμή δεδομένης απόστασης, εξασφαλίστε ότι όλα τα κεριά, απέχουν την ίδια απόσταση από το σουβλάκι.
- ✓ Τι υλικά λειτουργούν καλύτερα , σε σχέση με την τριβή , για να καταστεί η περιστροφή κερι καρουσέλ , δοκιμάζοντας άλλα υλικά , αντί ξύλινο καλαμάκι από σουβλάκι; Τι υλικά λειτουργούν χειρότερα, ή θα προκαλέσουν πιο αργή περιστροφή στο καρουσέλ ;