

1^ο ΔΙΕΚ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ

ΣΤΕΛΕΧΟΣ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ

ΕΙΔΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

ΕΞΑΜΗΝΟ Β' ΧΕΙΜΕΡΙΝΟ 2021

Δρ. Γκαγκαουδάκης Εμμανουήλ

ΜΑΘΗΜΑ 5

ΚΥΚΛΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ

Ο χρόνος που χρειάζεται το κινητό για να κάνει μια περιφορά λέγεται **περίοδος** της κυκλικής κίνησης και συμβολίζεται με **T**.

Ο αριθμός των περιφορών που εκτελεί το κινητό στη μονάδα του χρόνου λέγεται **συχνότητα** της κυκλικής κίνησης και συμβολίζεται με **f**.

Από τον ορισμό της συχνότητας προκύπτει ότι η περίοδος και η συχνότητα συνδέονται με τη σχέση:

$$f = \frac{1}{T}$$

Μονάδα της συχνότητας είναι ο κύκλος ανά δευτερόλεπτο (c/s) που λέγεται **1Hz** (Χερτζ) προς τιμή του φυσικού Hertz που θεωρείται ένας από τους πρωτοπόρους στη μελέτη των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων.

Πολλαπλάσια της μονάδας αυτής είναι:

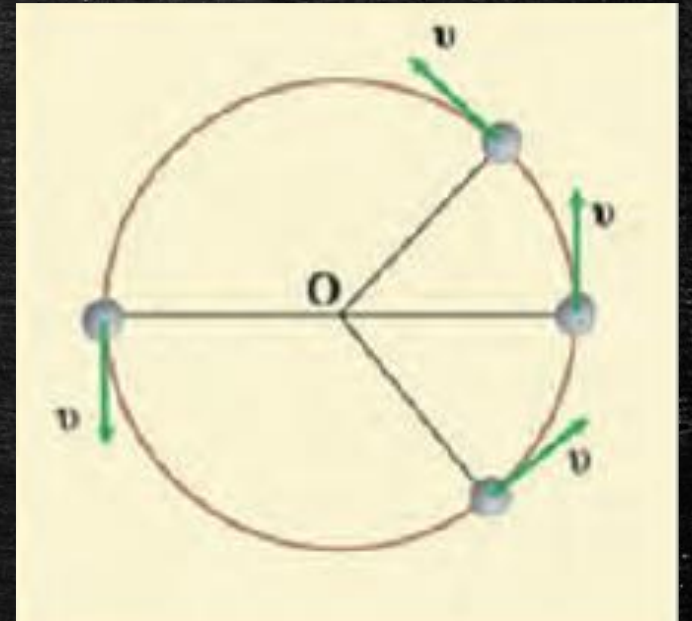
$$1\text{kHz} = 10^3\text{Hz}, 1\text{MHz} = 10^6\text{Hz}, 1\text{GHz} = 10^9\text{Hz}.$$

ΜΑΘΗΜΑ 5

ΚΥΚΛΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ

Γραμμική ταχύτητα

$$v = \frac{s}{t}$$



Αν στον τελευταίο τύπο θέσουμε $t = T$, τότε το τόξο που θα διανύσει το κινητό θα έχει μήκος $s = 2\pi R$ (το μήκος της περιφέρειας της κυκλικής τροχιάς), οπότε:

$$v = \frac{2\pi R}{T}$$

ΜΑΘΗΜΑ 5

ΚΥΚΛΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ

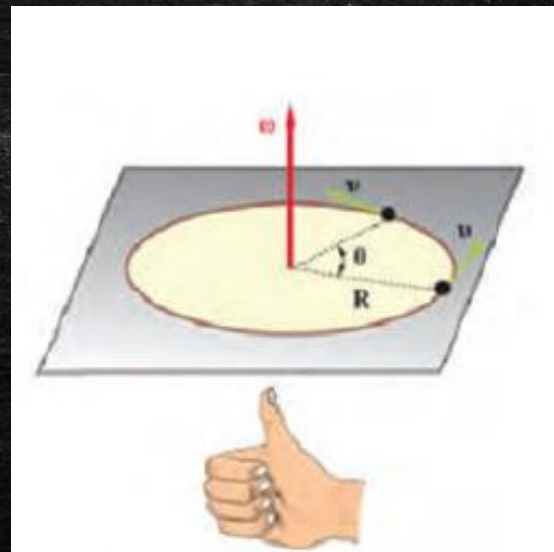
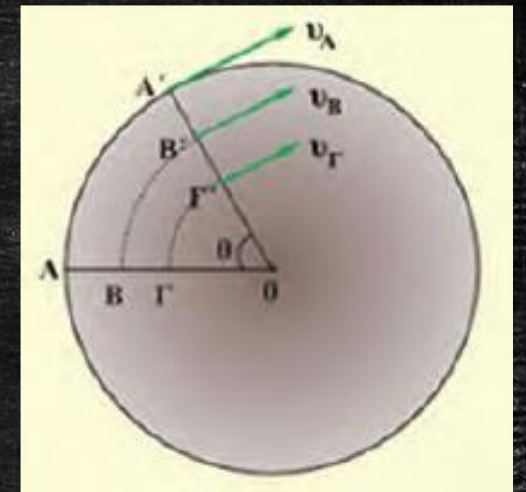
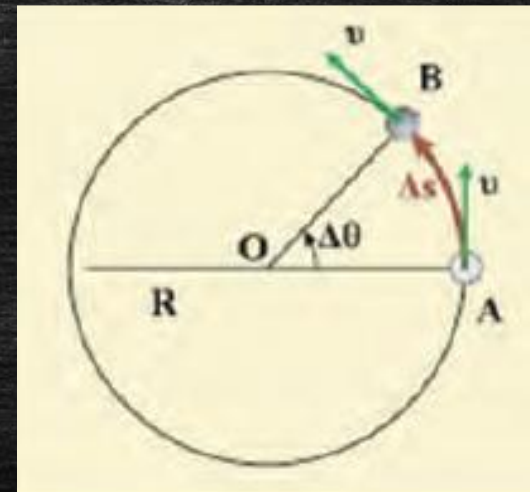
Γωνιακή ταχύτητα

$$\omega = \frac{\theta}{t}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

Επειδή $\frac{1}{T} = f$ η σχέση (1.7) γράφεται: $\omega = 2\pi f$.

Μονάδα γωνιακής ταχύτητας
1 rad/s (ακτίσιο ανά δευτερόλεπτο)



ΜΑΘΗΜΑ 5

ΚΥΚΛΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ

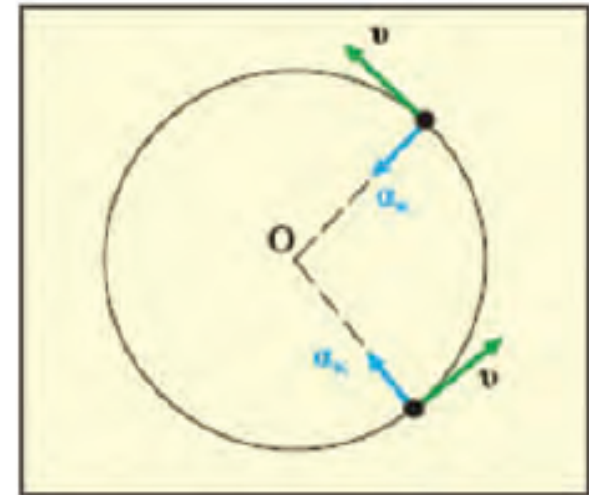
Σχέση μεταξύ της γραμμικής και της γωνιακής ταχύτητας $\rightarrow v = \omega R$

Κεντρομόλος επιτάχυνση

Στην ομαλή κυκλική κίνηση η τιμή της ταχύτητας είναι σταθερή, όμως η διεύθυνση και η φορά αλλάζουν συνεχώς. Άρα το διάνυσμα της ταχύτητας αλλάζει με αποτέλεσμα να εμφανίζεται επιτάχυνση που έχει κατεύθυνση προς το κέντρο της κυκλικής τροχιάς και λέγεται **κεντρομόλος επιτάχυνση** a_{κ} .

Αποδεικνύεται ότι το μέτρο της κεντρομόλου επιτάχυνσης δίνεται από τη σχέση:

$$a_{\kappa} = \frac{v^2}{R}$$



ΜΑΘΗΜΑ 6

ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΗΣΗ

Φυγόκεντρος δύναμη

Η φυγόκεντρος δύναμη είναι φαινόμενη (ψευδής) δύναμη που φαινομενικά εμφανίζεται να ασκείται σε ένα σώμα το οποίο εκτελεί κυκλική κίνηση όταν ο παρατηρητής είναι στο περιστρεφόμενο μη αδρανειακό σύστημα. Η φυγόκεντρος είναι ίση σε μέτρο και αντίθετη προς της κεντρομόλο η οποία στην πραγματικότητα είναι η μόνη που ασκείται στο περιστρεφόμενο σώμα.

Κάθε σώμα που κινείται σε μη επιταχυνόμενο σύστημα αναφοράς διατηρεί την ταχύτητα που έχει κάθε στιγμή.

Η κεντρομόλος δύναμη ως πραγματική δύναμη

Σημαντικό ρόλο στην αντίληψη της ύπαρξης φυγόκεντρου δύναμης παίζει η κεντρομόλος δύναμη. Η κεντρομόλος είναι η μόνη πραγματική δύναμη που ασκείται στο περιστρεφόμενο σώμα γύρω από σημείο (κέντρο περιστροφής) αναγκάζοντάς το να κινείται σε κυκλική τροχιά. Η κεντρομόλος έχει κατεύθυνση προς το κέντρο του κύκλου τον οποίο διαγράφει η τροχιά, σε αντίθεση με την φυγόκεντρη που εμφανίζεται να έχει την αντίθετη κατεύθυνση, από το κέντρο της κυκλικής τροχιάς προς τα έξω. Αισθητό παράδειγμα φυγόκεντρης δύναμης είναι η αίσθηση των επιβατών μέσα σε ένα αυτοκίνητο όταν αυτό στρίβει, που νιώθουν να πετάγονται προς την εξωτερική μεριά της στροφής. Η κεντρομόλος στην περίπτωση αυτή είναι προς το κέντρο περιστροφής και οφείλεται στην τριβή που έχουν τα λάστιχα με το οδόστρωμα ώστε το αυτοκίνητο να μην γλιστρά.

ΜΑΘΗΜΑ 6

ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΗΣΗ

Φυγοκέντριση

Η φυγοκέντριση είναι μία διαδικασία διαχωρισμού μιγμάτων κατά την οποία γίνεται χρήση της φυγοκέντρου δυνάμεως. Κατά την φυγοκέντριση τα βαρέα στοιχεία του μίγματος πηγαίνουν στο πυθμένα του σωληναρίου όπου αυτό βρίσκεται ενώ τα ελαφρύτερα παραμένουν πάνω από τον πυθμένα. Τα στοιχεία που πηγαίνουν στο πυθμένα αποτελούν το ίζημα και τα στοιχεία που βρίσκονται στην επιφάνεια αποτελούν το υπερκείμενο. Συνήθως το υπερκείμενο μεταγγίζεται σε χωριστό σωληνάριο οπότε ίζημα και υπερκείμενο διαχωρίζονται πλήρως.

Χρήση της φυγοκέντρισης

Η φυγοκέντριση χρησιμοποιείται τόσο στα χημικά όσο και βιομηχανικά εργαστήρια. Π.χ. στα κλινικά εργαστήρια χρησιμοποιείται για το διαχωρισμό του πλάσματος από τα κύτταρα του αίματος και στο διαχωρισμό των έμμορφων στοιχείων των ούρων από το νερό των ούρων. Στη βιομηχανία χρησιμοποιείται π.χ. για τον εμπλουτισμό ουρανίου. Σε αυτή αξιοποιείται η μικρή διαφορά μάζας μεταξύ των ατόμων του U-238 και U-235 στο φυσικό αέριο εξαφθοριούχο ουράνιο.

ΜΑΘΗΜΑ 6

ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΗΣΗ

Μονάδες μέτρησης

Το ποσοστό της φυγοκέντρισης ορίζεται από την γωνιακή ταχύτητα που μετράται σε στροφές ανά λεπτό (Reps per minute ή RPM) και την επιτάχυνση εκφραζόμενη σε g. Ο συντελεστής μετατροπής μεταξύ RPM και g εξαρτάται από την ακτίνα του δείγματος στο στροφέιο της φυγόκεντρου.

Αρχή λειτουργίας

Η φυγοκέντρωση αποτελεί μια από τις πιο χρήσιμες πρακτικά εφαρμογές της κυκλικής κινήσεως. Από την φυσική είναι γνωστό ότι τα στερεά σωματίδια αιωρούμενα μέσα σε υγρό με μικρή πυκνότητα έχουν πτωτική τάση κάτω από την επίδραση της βαρύτητας. Η ταχύτητα με την οποία πέφτουν τελικά εξαρτάται από μια σειρά παραγόντων, όπως είναι το σχήμα και το μέγεθος των αιωρούμενων σωματιδίων και η διαφορά πυκνότητας της στερεάς φάσεως.

Σύμφωνα με τον νόμο του Stokes, όσο μεγαλώνει η δύναμη της τεχνητά δημιουργούμενης βαρύτητας τόσο και πιο γρήγορα διαχωρίζεται η στερεά φάση από την υγρή. Η δύναμη που απαιτείται για να μπορέσει να διατηρηθεί ένα σωματίδιο σε κυκλική

κίνηση σταθερής ακτίνας και ταχύτητας είναι ανάλογη με τη μάζα του. Στις φυγόκεντρες συσκευές επιτυγχάνονται δυνάμεις μεγαλύτερες από τη βαρύτητα. Η δύναμη f πάνω σε ένα σωματίδιο δίνεται από τη σχέση:

$$F = m a$$

Όπου:

m = η μάζα του σωματιδίου

a = η επιτάχυνσή του

ΜΑΘΗΜΑ 6

ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΗΣΗ

Η φυγόκεντρη επιτάχυνση a δίνεται από τη σχέση: $a = u^2/r$ Όπου:

U = η επιτρόχια ή εφαπτομενική ταχύτητα

r = η ακτίνα κύκλου στην περιφέρεια του οποίου κινείται το σωματίδιο

Η επιτρόχια ή εφαπτομενική ταχύτητα κάποιου σημείου που κινείται σε απόσταση r από το κέντρο δίνεται από την σχέση:

$$u = \omega r = 2 \pi n r$$

Όπου:

n = ο αριθμός των στροφών ανά λεπτό

ω = η γωνιακή ταχύτητα

ΜΑΘΗΜΑ 6

ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΗΣΗ

Η δύναμη πάνω στο περιστρεφόμενο σημείο δίνεται από την σχέση:

$$F = m \cdot (2 \cdot \pi \cdot r \cdot n)^2 / r \Rightarrow F = 4 \cdot m \cdot \pi^2 \cdot r \cdot n^2$$

Η δύναμη της βαρύτητας από την εξίσωση $w = m \cdot g$.
Κατά συνέπεια ο λόγος Q της φυγόκεντρης δύναμης F προς την δύναμη βαρύτητας w πάνω στο σωματίδιο, δίνεται από την εξίσωση:

$$Q = F/w = 4 \cdot m \cdot \pi^2 \cdot r \cdot n^2 / m \cdot g = 4 \cdot \pi^2 \cdot r \cdot n^2 / g$$

Αν στην προηγούμενη σχέση αντικατασταθεί το π και g με τις τιμές τους (3,14 και 9,80 m/ sec² αντίστοιχα) και συγχρόνως μετατραπούν τα μέτρα σε εκατοστόμετρα, τα δευτερόλεπτα σε λεπτά προκύπτει η σχέση:

$$Q = 4 \cdot (3,14)^2 \cdot r \cdot n^2 / 9,80 \cdot 10^2 \cdot 60^2 = 1,11787 \cdot 10^{-5} \cdot r \cdot n^2$$

Όπου το r εκφράζεται σε cm και το n σε στροφές ανά λεπτό.
Τελικά προκύπτει η προσεγγιστική σχέση:

$$Q \text{ περίπου ίσο με } 10^{-5} \cdot r \cdot n^2$$