

# Η Φυσική στην Α' Λυκείου . Η ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ 9.





**ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ**



ένα ηλεκτρόνιο,  
ένα σφαιρίδιο,  
μια κούνια, ένα βαρίδι,  
έναν πλανήτη,  
«κάτ» που μπορεί  
να θεωρηθεί ΥΛΙΚΟ  
ΣΗΜΕΙΟ



**ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ**

η ΟΜΑΛΗ ΚΥΚΛΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ

**ΕΝΝΟΙΕΣ**

έννοιες της Γεωμετρίας: ο ΚΥΚΛΟΣ,  
η ΑΚΤΙΝΑ, το ΤΟΞΟ, η ΓΩΝΙΑ

οι έννοιες της Φυσικής: ΤΡΟΧΙΑ, ΤΑΧΥΤΗΤΑ,  
ΚΕΝΤΡΟΜΟΛΟΣ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ, ΔΥΝΑΜΗ

**ΝΟΜΟΙ**

ο Δεύτερος Νόμος της Κίνησης



Η ομαλή κυκλική κίνηση είναι **ΚΙΝΗΣΗ**  
υλικού σημείου,  
είναι δηλαδή ένα ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ κατά το  
οποίο  
η θέση ενός υλικού σημείου

μεταβάλλεται συνεχώς

Η ομαλή κυκλική κίνηση

είναι **ΚΥΚΛΙΚΗ**,

είναι δηλαδή μια κίνηση κατά την οποία η τροχιά του υλικού σημείου είναι ένας κύκλος

Η ομαλή κυκλική κίνηση εκτός από κυκλική κίνηση

είναι και **ΟΜΑΛΗ**,

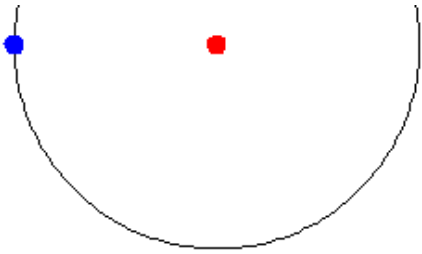
είναι δηλαδή μια κίνηση κατά την οποία η ταχύτητα του υλικού σημείου δεν αυξάνεται ούτε ελαττώνεται

Η ομαλή κυκλική κίνηση είναι περιοδικό φαινόμενο.

Είναι μια **ΠΕΡΙΟΔΙΚΗ** κίνηση, δηλαδή μια κίνηση κατά την οποία ανά ίσα χρονικά διαστήματα το υλικό σημείο

ανακτά τη θέση του, την ταχύτητά του και την επιτάχυνσή του.





# ΟΙ ΕΝΝΟΙΕΣ

Οι γεωμετρικές έννοιες  
ΑΚΤΙΝΑ του κύκλου και ΜΗΚΟΣ του  
ΚΥΚΛΟΥ

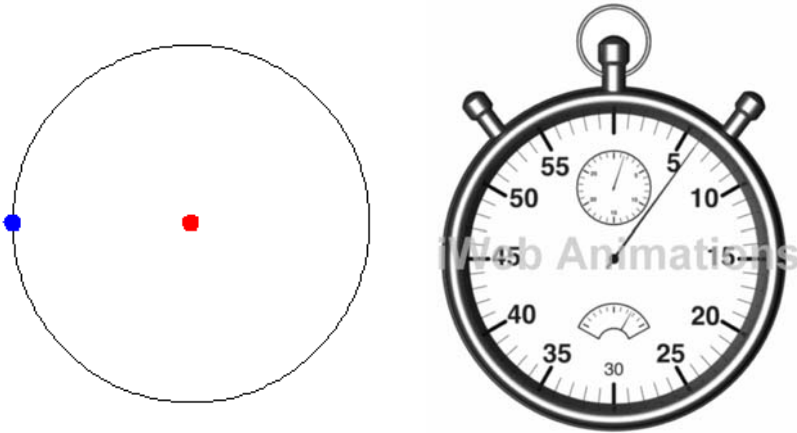
Το μήκος του κύκλου είναι  $2\pi$  φορές  
μεγαλύτερο από το μήκος της ακτίνας

ΟΙ έννοιες ΠΕΡΙΟΔΟΣ και  
ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ

Εφόσον το ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ είναι περιοδικό, κάθε ομαλή  
κυκλική κίνηση χαρακτηρίζεται από μία ΠΕΡΙΟΔΟ -  
που συμβολίζεται με  $T$  - και από μία ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ  
που συμβολίζεται με το γράμμα  $f$ .

Η περίοδος του κινουμένου υλικού σημείου είναι  
το « σε πόσα δευτερόλεπτα κάνει μια ολόκληρη  
περιστροφή»

Η συχνότητα είναι το αντίστροφο. Είναι δηλαδή το  
«πόσες περιστροφές κάνει σε ένα δευτερόλεπτο»



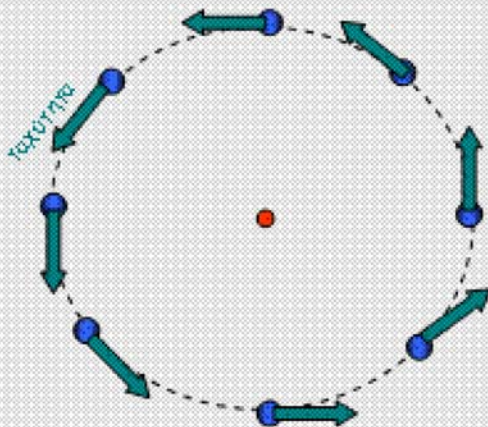
Αν το χρονικό διάστημα για κάθε περιστροφή είναι  $2s$ , η συχνότητα θα είναι  $\frac{1}{2} s^{-1}$  ή  $\frac{1}{2} Hz$ .

Η μονάδα συχνότητας  $1/s$  λέγεται και  $1 \text{ Hertz}$  ( ένα Χερτς) . Συμβολίζεται με  $1 Hz$

## Η έννοια ΤΑΧΥΤΗΤΑ

Η ταχύτητα του κινουμένου υλικού σημείου είναι **διανυσματικό** μέγεθος.

Το διάνυσμα που την παριστάνει - σε κάθε χρονική στιγμή - εφάπτεται στην τροχιά και σε κάθε χρονική στιγμή « δείχνει » το «προς τα πού κατευθύνεται το κινητό τη στιγμή ακριβώς εκείνη»



Εφόσον το μήκος της περιφέρειας είναι  $2\pi$  φορές μεγαλύτερο από την ακτίνα  $R$  η τιμή της ταχύτητας είναι ίση με  $2\pi R/T$

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

Κατά την εξέλιξη του φαινομένου, μολονότι η τιμή της



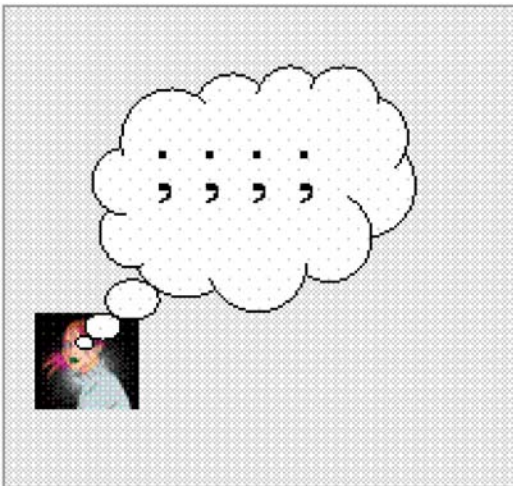
δεν αυξομειώνεται  
η ταχύτητα  
συνεχώς μεταβάλλεται  
διότι

αλλάζει  
συνεχώς κατεύθυνση

Τι είναι αυτό που



ούτε μεγαλώνει  
ούτε μικραίνει  
αλλά συνεχώς αλλάζει ;



η ταχύτητα  
των φυσικών  
κατά την ομαλή κυκλική κίνηση

## Η έννοια ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ



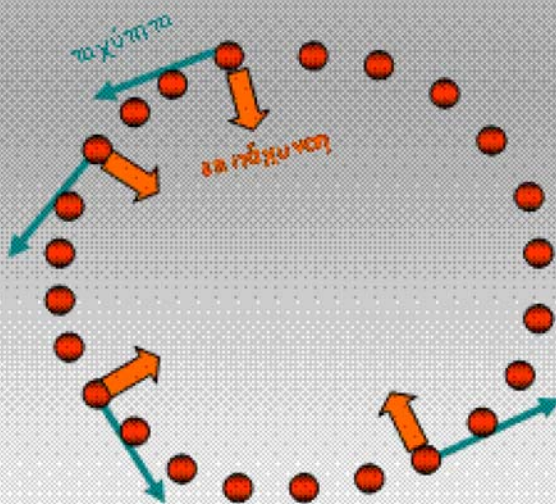
Η επιτάχυνση του κινητού είναι μια «παράξενη επιτάχυνση» η οποία δεν δημιουργεί αυξομειώσεις στο «πόσο γρήγορα» γίνεται η κίνηση.

Είναι μια επιτάχυνση η οποία δεν αυξομειώνει την ταχύτητα

Η παρουσία της έχει ως συνέπεια το κινούμενο υλικό σημείο να στρίβει διαρκώς

Είναι η λεγόμενη ΚΕΝΤΡΟΜΟΛΟΣ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ. Συμβολίζεται με  $a_k$ .

Είναι συνεχώς  
κάθετη  
στην ταχύτητα  
και με  
κατεύθυνση  
προς το  
κέντρο της  
τροχιάς.



Αποδεικνύεται  
γεωμετρικά ότι  
η τιμή της συνδέεται  
με την τιμή  $u$   
της ταχύτητας και  
με το μήκος  $R$   
της ακτίνας  
με τη σχέση

$$a_k = \frac{u^2}{R}$$



επιτάχυνση  
που ΔΕΝ ΕΠΙΤΑΧΥΝΕΙ ;  
είναι παράλογο ...

Στη γλώσσα της Φυσικής  
ο όρος ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ



δεν έχει την ίδια σημασία  
με εκείνη που έχει



στη γλώσσα  
της καθημερινής ζωής

Στη Φυσική, το «να έχει ένα υλικό σημείο  
ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ» δεν σημαίνει ότι οπωσδήποτε  
θα **αυξηθεί** η ταχύτητά του.  
Σημαίνει ότι θα **ΑΛΛΑΞΕΙ** η ταχύτητά του.

Η ταχύτητα της Φυσικής είναι **διάνυσμα** και  
το ότι «σε κάποια χρονική στιγμή το κινούμενο αντικείμενο  
έχει επιτάχυνση»,  
σημαίνει ότι «η ταχύτητά του είτε θα αυξηθεί είτε θα ελαττωθεί  
ή θα αλλάξει κατεύθυνση»




Και από τι καθορίζεται  
το τι από αυτά θα συμβεί ;



Εξαρτάται από το «πώς είναι η κατεύθυνση της  
επιτάχυνσης  
σε σχέση με την κατεύθυνση της ταχύτητας»



Αν  η ταχύτητα θα αυξηθεί

Αν  η ταχύτητα θα αυξηθεί

Αν  η ταχύτητα ούτε θα αυξηθεί ούτε θα  
ελαττωθεί  ιξεί κατεύθυνση

Η επιτάχυνση σε αυτή την  
περίπτωση χαρακτηρίζεται **ΚΕΝΤΡΟΜΟΛΟΣ**



Η ΚΕΝΤΡΟΜΟΛΟΣ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ είναι πριν απ' όλα μία ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ. Το «ΚΕΝΤΡΟΜΟΛΟΣ» είναι ένας ρόλος. Μια επιτάχυνση λειτουργεί ως ΚΕΝΤΡΟΜΟΛΟΣ εφόσον το διάνυσμα που την περιγράφει είναι ΚΑΘΕΤΟ στο διάνυσμα της ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ

η μαθηματική δομή

$$a_k = v^2/R$$

η οποία συσχετίζει τη στιγμιαία ταχύτητα  $v$  και την κεντρομόλο επιτάχυνση είναι μία από τις παλιότερες που διαθέτει η Φυσική.

Την απέδειξε γεωμετρικά  
ο Christian Huygens – Κρίστιαν Χόιχενς -,  
ο μεγαλύτερος Ολλανδός ερευνητής του 17ου αιώνα

Την απόδειξη τη δημοσίευσε  
πριν από την έκδοση των Principia του Νεύτωνα.

Ο Νεύτων στα Principia χρησιμοποιεί τη σχέση  
αν και την αποδεικνύει με τρόπο διαφορετικό.



Η ομαλή κυκλική κίνηση οποιουδήποτε σώματος συμβαίνει επειδή το σώμα έχει μια συγκεκριμένη αλληλεπίδραση με το υπόλοιπο Σύμπαν

Για να περιγράψουμε την αλληλεπίδραση αυτή χρειαζόμαστε την έννοια ΔΥΝΑΜΗ

## Η έννοια ΔΥΝΑΜΗ

Εφόσον η ταχύτητα συνεχώς μεταβάλλεται (υπάρχει επιτάχυνση) στο κινούμενο αντικείμενο θα ασκείται συνεχώς δύναμη από το περιβάλλον

Με άλλα λόγια η συνισταμένη των ασκουμένων στο αντικείμενο δυνάμεων

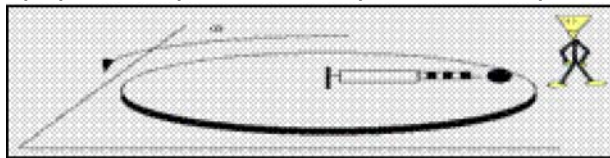
θα είναι διάφορη του μηδενός

## Ο ΝΟΜΟΣ

Ο δεύτερος νευτωνικός νόμος της κίνησης που ισχύει για την οποιαδήποτε κίνηση υλικού σημείου, ισχύει και στο συγκεκριμένο φαινόμενο.

Για να τον εφαρμόσουμε παίρνουμε υπόψη ότι το κινούμενο αντικείμενο έχει **μάζα** αδράνειας.

Σύμφωνα με τον νόμο αυτό η συνισταμένη των δυνάμεων



ευθύνεται για την κατεύθυνση της επιτάχυνσης  
- κατευθύνεται δηλαδή

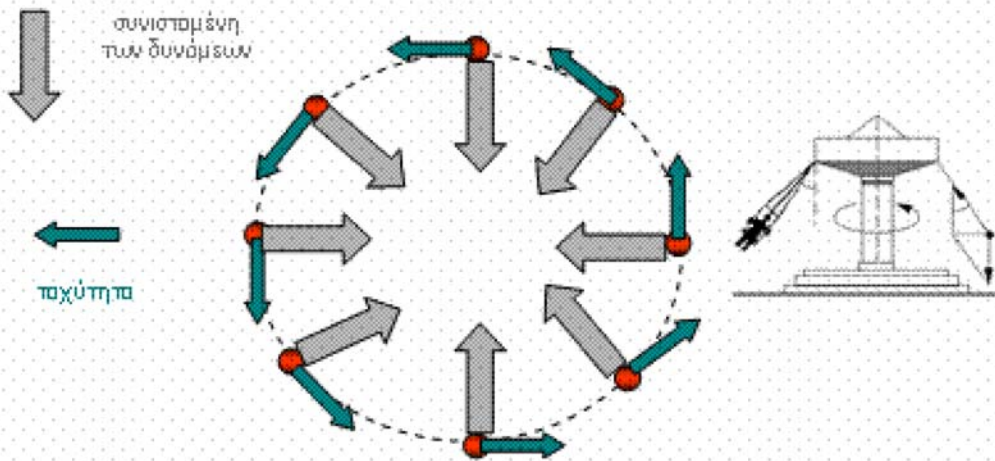
προς το κέντρο του κύκλου –

και έχει τιμή ίση με το γινόμενο της ΜΑΖΑΣ επί την ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ  $a_k$ .

Αν την συμβολίσουμε με το γράμμα F θα ισχύει

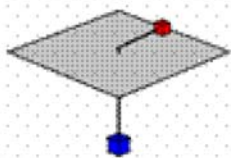
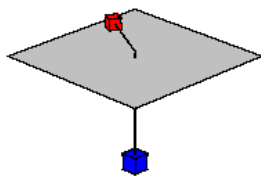
$$F = ma_k$$

Για να πραγματοποιηθεί δηλαδή μια ομαλή κυκλική κίνηση πρέπει το ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ να επιδρά στο κινούμενο αντικείμενο έτσι ώστε σε κάθε χρονική στιγμή - κατά την οποία η ταχύτητα του αντικείμενου θα είναι υ - να ασκούνται δυνάμεις η συνισταμένη των οποίων θα είναι συνεχώς κάθετη στη στιγμιαία ταχύτητα, θα βρίσκεται συνεχώς στο ίδιο επίπεδο και θα είναι ίση με  $mv^2/R$ .



Να προβλέψουμε την ταχύτητα του κόκκινου

αν είναι γνωστό  
 ότι η μάζα του μπλε  
 είναι διπλάσια  
 από τη μάζα του κόκκινου  
 και ότι το μήκος  
 του οριζόντιου νήματος  
 είναι 20 cm



το φαινόμενο  
 ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ του



Νόμος της  
 αδράνειας  
 $Mg = N$



το φαινόμενο  
 ΟΜΑΛΗ ΚΥΚΛΙΚΗ

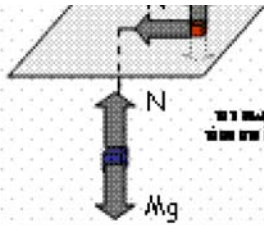
Δεύτερος νόμος της  
 κίνησης  $F = ma_c$

$$N = m v^2 / R$$

$$Mg = m v^2 / R$$

$$v^2 = MgR / m$$

$$v = 2 \text{ m/s}$$



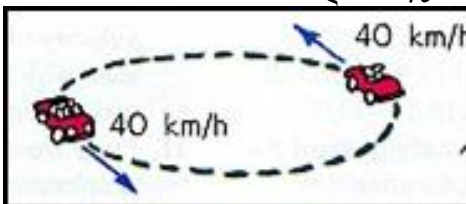
το κέντρο του στήματος και η δύναμη N είναι στην ίδια ευθεία ώστε να γίνει εύκολο



Κάθε σώμα για να μπορέσει να πάρει στροφή χρειάζεται το περιβάλλον να του ασκήσει δύναμη ΚΑΘΕΤΗ στην ταχύτητά του

Η δύναμη αυτή ΔΕΝ θα αυξομειώσει την ταχύτητά του αλλά θα αλλάξει την κατεύθυνσή της

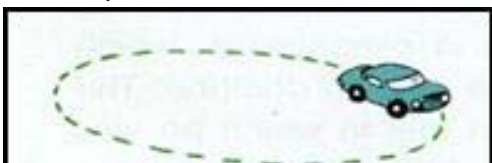
Μολονότι το κοντέρ δείχνει συνεχώς 40 χιλιόμετρα την ώρα



το όχημα ΕΧΕΙ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ. Κεντρομόλο επιτάχυνση. Εάν το σώμα είναι αυτοκίνητο που παίρνει στροφή χωρίς

αύξηση της ταχύτητάς του η δύναμη προέρχεται από το οδόστρωμα. Είναι στατική τριβή.

Αν το όχημα είναι 1200 kg για να μπορέσει να πάρει στροφή ακτίνας



20 m με ταχύτητα 72 km /h ( 20 m/s ) η στατική τριβή την οποία

πρέπει να του ασκήσει το

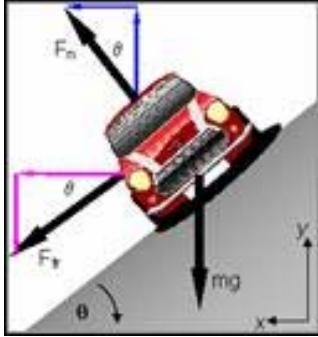
οριζόντιο οδόστρωμα

οφείλει να είναι  $mυ^2/R = 24000 \text{ N}$

Για να μπορέσει να πάρει στροφή με διπλάσια ταχύτητα ( 40 m/s )

χρειάζεται τετραπλάσια δύναμη ( 96000 N ) από το οδόστρωμα

Εάν τα οδόστρωμα στη στροφή έχει κλίση



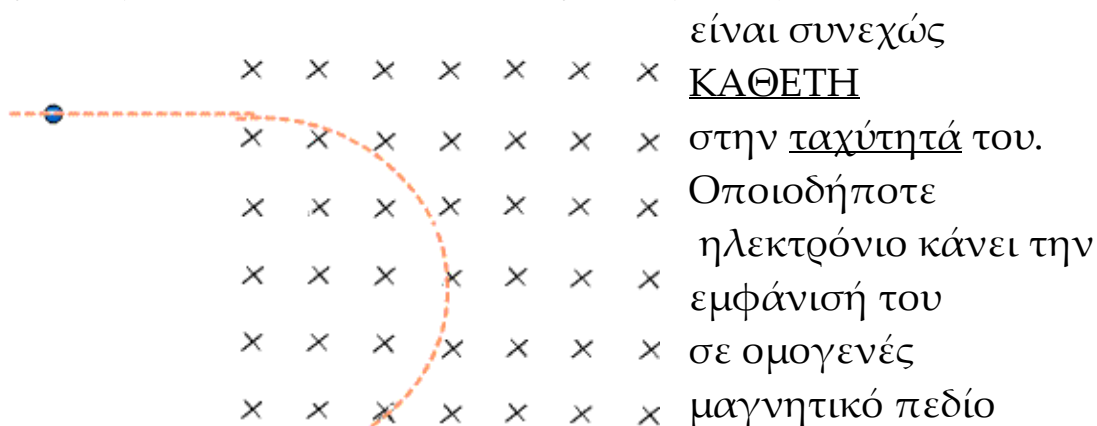
η αναγκαία συνισταμένη  
( κεντρομόλος δύναμη )  
για να πάρει στροφή  
το αυτοκίνητο  
διαμορφώνεται  
από τις οριζόντιες συνιστώσες  
των δυνάμεων του εδάφους



## «Γεννημένη» για κεντρομόλος

Η δύναμη την οποία ασκεί

το μαγνητικό πεδίο σε ένα κινούμενο ηλεκτρόνιο



είναι συνεχώς

ΚΑΘΕΤΗ

στην ταχύτητά του.

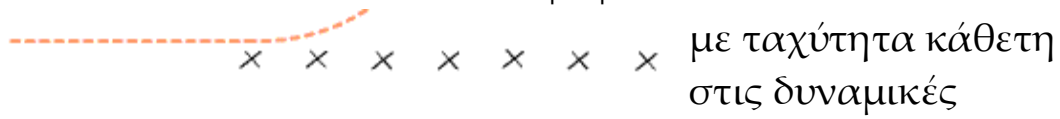
Οποιοδήποτε

ηλεκτρόνιο κάνει την

εμφάνισή του

σε ομογενές

μαγνητικό πεδίο

 με ταχύτητα κάθετη στις δυναμικές

γραμμές

θα εκτελέσει

ΟΜΑΛΗ ΚΥΚΛΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ

[ΑΣΚΗΣΕΙΣ στο φαινόμενο ΟΜΑΛΗ ΚΥΚΛΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ](#)

## ΒΑΡΥΤΗΤΑ