

Μια "στρεφόμενη" ... εικόνα των παιδικών μας χρόνων.
Η Φυσική του ... "Γύρου του Θανάτου"
Μέρος 1^ο

‘Δεν φταίω εγώ που μεγαλώνω χτυπάει πίσώπλατα ο χρόνος
Δεν φταίω εγώ που μεγαλώνω . Φταίει η ζωή που είναι μικρή ’.
‘Λαθρεπιβάτες’

✓ Οι μνήμες.

Στην μνήμη μας είναι καλά χαραγμένες οι παιδικές μας αναμνήσεις.
Οι Κυριακές . Οι γιορτές . Τα παιχνίδια . Οι ιδιαίτερες στιγμές . Οι εικόνες.
Τα γεγονότα. Οι παραστάσεις. Οι εντυπώσεις. Οι αισθήσεις .Τα συναισθήματα.
Είναι ‘ανεξήγητο’ πόσο εύκολα μπορούμε ...να ‘περιστρέψουμε’ τον χρόνο.
Και να τα ‘δούμε’ ξανά. Ένα – ένα. Λες και ήταν χθες. Θυμάστε ...το τραγούδι.
Πολλές φορές αναρωτιέμαι . Μήπως είναι αυτός ... ο θετικός χρόνος ;
Ο χρόνος που ζήσαμε ; Αυτό που λέμε ... Παρελθόν ;
Προχθές άκουγα το πολύ όμορφο τραγούδι.

‘Κι’ εγώ σαν πόλη αφήνομαι τη νύχτα του Σαββάτου
να κάνεις στην αγκάλη μου ..."Το γύρο του Θανάτου"
Μ. Λοΐζος - Μ. Ρασούλης

Μέσα μου σαν να λειτούργησε όλος αυτός ... ο θετικός χρόνος.

Γύρισε πίσω την σκέψη μου. Ξεκλείδωσε την μνήμη μου.
Και να μπροστά μου... μια αξέχαστη παιδική εικόνα.
Ο ‘ Γύρος του Θανάτου’.
Δεν θυμάμαι πόσες φορές έχω φέρει στην μνήμη μου
την εικόνα αυτής της παράστασης .

Πέρασαν γρήγορα τα χρόνια .
Τα ερωτήματα όμως... ερωτήματα.
Την θέση της Μεταφυσικής... έπαιρνε σιγά – σιγά η Φυσική.

Η αποπνικτική μυρωδιά της μισοκαμένης βενζίνης και του καμένου λάστιχου .
Η ατελής καύση

Ο εκκωφαντικός ήχος της μοτοσυκλέτας . Κοντά στα 120 dB στο όριο πόνου.
Το τράνταγμα του τοίχου του ξύλινου ‘πηγαδιού’. Η εξαναγκασμένη ταλάντωση.

Ο φόβος μην πέσει. Οι ροπές ...η ισορροπία.

Μα πως ; Γιατί ; Μήπως ; Τα ερωτήματα που είχαμε πολλά.

Και οι απαντήσεις ; Οι ποιο αποδεκτές ήταν αυτές που μας 'άρεσαν' !!!!
Οι υπεράνθρωπες ...ικανότητες των πρωταγωνιστών.
Οι μεταφυσικές ... ιδιότητες των πρωταγωνιστών.

Αυτή ήταν η πιο ωραία απάντηση. Αναβε φωτιές στις σκέψεις μας.
Έτσι κι' αλλιώς οι ήρωες των εικονογραφημένων περιοδικών της εποχής μας
ο Γιώργος Θαλάσσης , ο Σπίθας και η Κατερίνα ,ο Γκαούρ και ο Ταρζάν
δημιουργούσαν ...τις 'εστίες'.



Που να το φανταζόμουν τότε !!!.

Όταν έβγαινα τρομαγμένος και ταυτόχρονα ενθουσιασμένος από την παράσταση
ότι 'κάποτε' και μετά δεν ξέρω από πόσα χρόνια
θα προσπαθούσα να δώσω μια ... απάντηση Φυσικής.

Ο ' Γύρος του Θανάτου '.

Η μνήμη ; Ή ένα παιδικό όνειρο που ζητούσε εξήγηση ;

✓ Ο 'Γύρος του Θανάτου' ... έχει την δικιά του ιστορία



Εικ (1)



Εικ (2)



Εικ (3)



Εικ (4)

Ο "γύρος του θανάτου" είναι μια κατακόρυφη ξύλινη κυλινδρική επιφάνεια
σαν 'βαρέλι'. Εικ (1) και (2) .

Το εσωτερικό κάθετο τοίχωμα έχει ύψος : 5 - 6 m .

Η διάμετρος της εσωτερικής κυλινδρικής επιφάνειας είναι από : 6,1 m - 11 m.

Η βάση της είναι και αυτή από ξύλο με μια κλίση γύρω στις: 135⁰ . Εικ (3)

Πάνω στην βάση ένας μοτοσικλετιστής επιταχύνεται κυκλικά.
Όταν αποκτήσει την κατάλληλη ταχύτητα διαγράφει μια μικρή ελικοειδή τροχιά
και τελικά κινείται σε οριζόντιο κύκλο με σταθερή ταχύτητα. Εικ (4).

Για πρώτη φορά εμφανίστηκε σαν ακροβατικό νούμερο στις αρχές
του 1900 στις Η.Π.Α. με μοτοσικλέτα σε αυτοκινητοδρόμιο.
Μετά το 1911 άρχισε να εμφανίζεται στα καρναβάλια . Την περίοδο αυτή
δημιουργήθηκαν οι πρώτες φορητές κατασκευές από κομμάτια ξύλου.
Το 1915 εμφανίστηκαν τα "silodromes" που ήταν ξύλινες κατασκευές με κατακόρυφα
τοιχώματα. Το όνομα που του έδωσαν ήταν 'Wall of death'.
Στα ελληνικά "Γύρος του Θανάτου".

Αυτό το παιχνίδι με τον θάνατο έγινε στις Ηνωμένες Πολιτείες
η βάση της βιομηχανίας ... του εξωτερικού θεάματος !!!
Το φαινόμενο έφτασε στο ζενίθ του στην οικονομική κρίση του 1929-30 !!!.

Πάνω από 100 'Τοίχοι του Θανάτου' (motordromes)
ταξίδευαν διαρκώς όπου υπήρχαν πάρκα αναψυχής.

Στην Ελλάδα συναντούσαμε τον 'Γύρο του Θανάτου' στα πάρκα αναψυχής
αλλά και στα πανηγύρια της δεκαετίας του 1960 και του 1970.
Ένα θέαμα που γινόταν όλο και πιο επικίνδυνο για να καλύψει
τις ανάγκες του μεγάλου ανταγωνισμού.

Η κατασκευή του γινόταν με κατακόρυφα τοιχώματα
και χωρίς κανένα μέτρο ασφάλειας ...σε αντίθεση με την Ευρώπη.

Θα ήθελα να τονίσω ότι καμία ασφαλιστική εταιρία δεν ασφάλιζε ...τους ακροβάτες.

Σήμερα στην Ελλάδα σαν θέαμα σχεδόν έχει σβήσει.
Λέτε η ανεργία... να το επαναφέρει;
Υπάρχει ακόμα ένα μόνο 'βαρέλι' όπως το λένε. Ένας μόνο 'Γύρος του Θανάτου'.

✓ Η Φυσική του... " Γύρου του Θανάτου "

Η αρχική ιδέα της εργασίας ήταν μια απλή μελέτη της κυκλικής κίνησης .
Το σύστημα μοτοσικλέτα – άνθρωπος το θεώρησα σαν ένα υλικό σημείο
που βρίσκεται στο κέντρο μάζας τους.

Τι έγινε όμως ;

Όσο προχωρούσα τόσο διαπίστωνα το μεγάλο ενδιαφέρον, την δυσκολία
αλλά και τα ερωτηματικά που δημιουργούσε το θέμα της εργασίας
αν το αντιμετωπίσουμε και ...σαν μηχανικό στερεό.

Το προσπαθώ.

Η εργασία ολόκληρη θα αποτελείται από δύο μέρη.

Μέρος 1^ο

Για τους **καθηγητές** αλλά και για τους **μαθητές της Β' Λυκείου**.

Η Περιγραφή

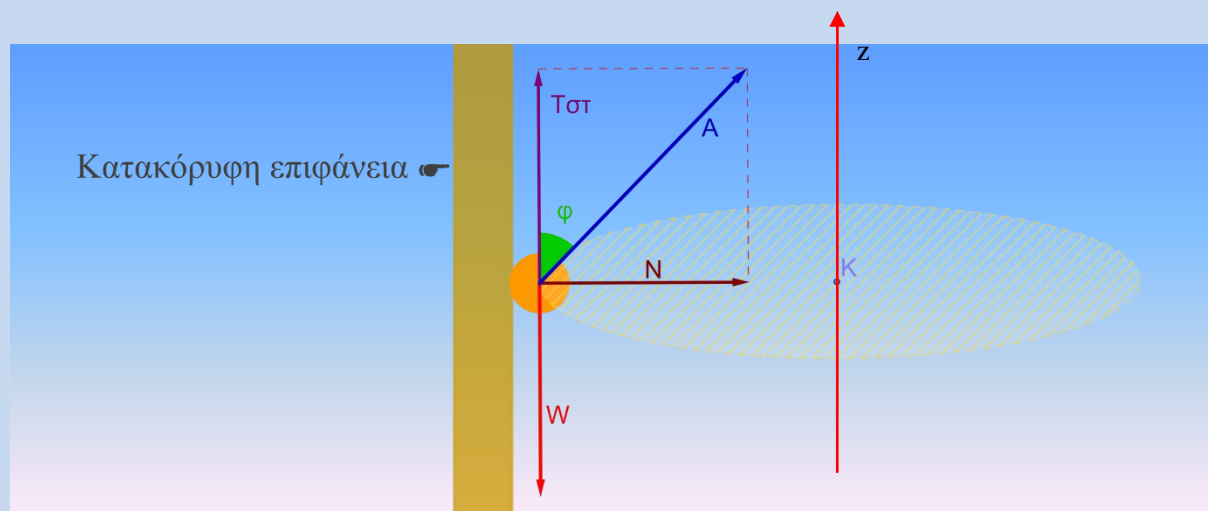
Ο "**γύρος του θανάτου**" είναι μια κατακόρυφη ξύλινη κυλινδρική επιφάνεια πάνω στην οποία κινείται ένας μοτοσικλετιστής που διαγράφει **οριζόντια κυκλική τροχιά**. Θεωρούμε την κίνηση "**ομαλή**" **κυκλική** και την μοτοσικλέτα και τον άνθρωπο σαν ένα **υλικό σημείο** που βρίσκεται στο **κέντρο μάζας** του συστήματος.

✓ 1^η Πρόταση

Να σχεδιαστούν οι δυνάμεις που ασκούνται στο υλικό σημείο-μοτοσικλέτα άνθρωπος

Απάντηση

Οι δυνάμεις φαίνονται στο **διάγραμμα του ελεύθερου σώματος**.



α. Το βάρος της μοτοσικλέτας και του ανθρώπου : $W = mg$

β. Η δύναμη από την κατακόρυφη ξύλινη κυλινδρική επιφάνεια που ασκείται στους τροχούς της μοτοσικλέτας : A

Αυτή μπορεί να "**αναλυθεί**" σε μία κάθετη στην επιφάνεια συνιστώσα δύναμη:

$$N = A \eta \mu \varphi$$

και στην δύναμη της στατικής τριβής :

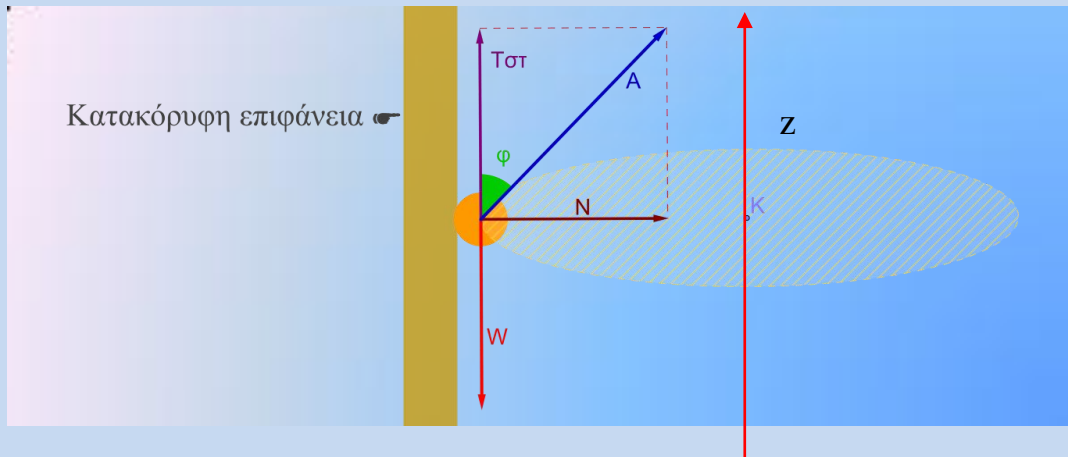
$$T_{στ} = A \sigma \nu \eta \varphi$$

✓ Πρόταση 2^η

Να δείξετε ότι η δύναμη (A) που ασκεί η κατακόρυφη ξύλινη κυλινδρική επιφάνεια στο σύστημα μοτοσικλέτα άνθρωπος - υλικό σημείο **πρέπει** να σχηματίζει **πάντα** γωνία $\varphi < 90^0$.

Έτσι εξασφαλίζεται η δυνατότητα της περιστροφής στο **οριζόντιο επίπεδο** (x, y).

Απάντηση



Ας υποθέσουμε ότι η γωνία είναι : $\varphi = 90^0$

Τότε η: $T_{στ} = A \sin 90^0 \rightarrow T_{στ} = 0$

άρα η $A = N$

Όμως η στατική τριβή $T_{στ}$ είναι η μοναδική δύναμη που μπορεί να εξασφαλίζει την ισορροπία στον άξονα (z) :

$$T_{στ} - W = 0$$

Επομένως και την **δυνατότητα** της περιστροφής στο **οριζόντιο επίπεδο** (x, y).

Αν όμως η $T_{στ} = 0$: Τότε η συνισταμένη δύναμη στον άξονα (z) θα είναι :

$$\Sigma F_z = W \rightarrow \Sigma F_z \neq 0$$

Στην περίπτωση αυτή το σύστημα **θα καταρρέει** στο κατακόρυφο επίπεδο διαγράφοντας... **μια επιταχυνόμενη ελικοειδή τροχιά προς τα κάτω**.

Έτσι για να εξασφαλίζεται η δυνατότητα περιστροφής στο οριζόντιο επίπεδο (x, y) στο σύστημα μοτοσικλέτα άνθρωπος - υλικό σημείο **πρέπει** αναγκαστικά η δύναμη (A) να σχηματίζει γωνία $\varphi < 90^0$ με την κατακόρυφη ξύλινη κυλινδρική επιφάνεια

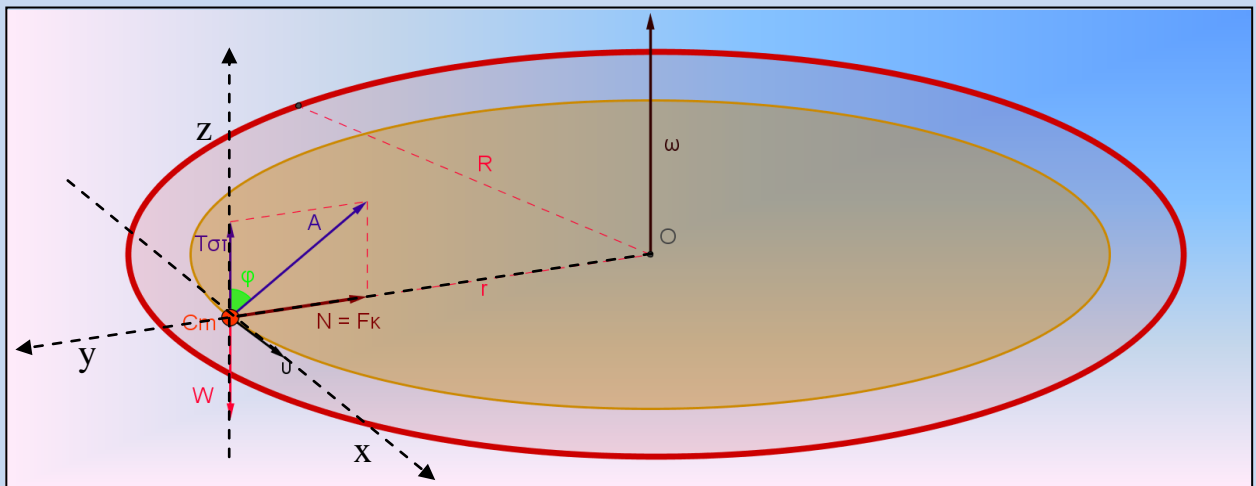
Αυτή η διαπίστωση θα μας φανεί ... πολύ χρήσιμη αν θα μελετήσουμε το σύστημα σαν μηχανικό στερεό.

✓ Πρόταση 3^η

Να γραφούν οι δυνατές σχέσεις που συνδέουν τις δυνάμεις που ασκούνται στο υλικό σημείο και εξασφαλίζουν την περιστροφή του συστήματος – υλικού σημείου στο οριζόντιο επίπεδο (x, y) .

Απάντηση

Έστω ότι το υλικό σημείο διαγράφει κύκλο στο οριζόντιο επίπεδο (x, y) .



Άξονας (z) : Έχουμε ισορροπία $W - T_{\sigma t} = 0 \rightarrow W = T_{\sigma t} \rightarrow$

$$T_{\sigma t} = mg \quad (1)$$

Άξονας (y) : $N = F_k$ αλλά $F_k = \frac{mv^2}{r} \rightarrow$

$$N = \frac{mv^2}{r} \quad (2)$$

Ισχύουν επίσης οι σχέσεις :

$$T_{\sigma t} \leq T_{\sigma, \max} = \mu_s N \quad (3)$$

Από (1), (2) και (3) παίρνω : $mg \leq \mu_s \frac{mv^2}{r} \rightarrow$

$$r g \leq \mu_s v^2 \quad (4)$$

Μια πολύ όμορφη και χρήσιμη σχέση όπου η μάζα του υλικού σημείου δηλαδή της μηχανής και του μοτοσικλετιστή ... δεν συμμετέχει. 😊

Τέλος ισχύει η σχέση :

$$\epsilon\phi\phi = \frac{N}{T_{\sigma\tau}} \quad (5) .$$

Έχει όμως πολύ ενδιαφέρον ... το 'παιχνίδι' με τις παραπάνω σχέσεις.
Σχέσεις απλές που με απλούστατους συνδυασμούς
δίνουν πολύ ... ενδιαφέροντα συμπεράσματα.

Οι νόμοι της Κλασικής Μηχανικής...μέσα τα Ανθρώπινα όρια.
Ας το προσπαθήσουμε.

✓ Πρόταση 4^η

Να υπολογιστεί η ελάχιστη ταχύτητα του μοτοσικλετιστή για να μπορεί να περιστρέφεται σε οριζόντια κυκλική τροχιά δηλαδή να κάνει τον 'γύρο του θανάτου'.

Εφαρμογή : Η απόσταση του υλικού σημείου από το κέντρο της κυκλικής τροχιάς είναι $r = 4 \text{ m}$. Ο συντελεστής στατικής τριβής μεταξύ ξηρού ελαστικού και ξηρού ξύλου είναι $\mu_s = 0.9$ και το $g = 10 \text{ m/s}^2$. Οι τιμές είναι πραγματικές.

Απάντηση

Είχαμε δείξει στο προηγούμενο ερώτημα ότι για να μπορεί να περιστρέφεται το υλικό σημείο σε οριζόντια κυκλική τροχιά πρέπει να ισχύουν οι σχέσεις :

$$T_{\sigma\tau} = mg \quad N = \frac{mv^2}{r} \quad T_{\sigma\tau} \leq T_{\sigma,\max} = \mu_s N .$$

Αν τις συνδυάσουμε θα πάρουμε:

$$r g \leq \mu_s v^2 \rightarrow v^2 \geq \frac{r g}{\mu_s} \rightarrow v \geq \sqrt{\frac{r g}{\mu_s}} \rightarrow v_{\min} = \sqrt{\frac{r g}{\mu_s}}$$

και με αντικατάσταση : $v_{\min} = 6,67 \text{ m/s}$ ή $v_{\min} = 24 \text{ km/h}$

$$(f_{\min} = 0.265 \text{ Hz})$$

✓ Πρόταση 5^η

Να υπολογιστεί η μέγιστη ταχύτητα που μπορεί να κινηθεί ο μοτοσικλετιστής με μια σχετική ασφάλεια.

Το ανώτατο όριο της επιτάχυνσης που μπορεί να "αντέξει" ο άνθρωπος χωρίς να χάσει την επαφή με το περιβάλλον (vertigo) είναι $a_{\max} = 4.5g$.

Η ακτίνα της κυκλικής τροχιάς είναι $r = 4 \text{ m}$ και το $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Απάντηση

Η επιτάχυνση που **αντιλαμβάνεται ο οδηγός** είναι η κεντρομόλος επιτάχυνση a_k .

$$\text{Όμως η κεντρομόλος επιτάχυνση είναι : } a_k = \frac{v^2}{r} \rightarrow v = \sqrt{r a_k} .$$

$$\text{Αν η } a_{k,\max} = 4.5g$$

$$v_{\max} = \sqrt{4.5g r}$$

Με αντικατάσταση: $r = 4 \text{ m}$ και $g = 10 \text{ m/s}^2$

$$v_{\max} = 13.416 \text{ m/s} \quad \text{ή} \quad v_{\max} = 48.3 \text{ km/h}$$

$$(f_{\max} = 0.534 \text{ Hz})$$

Μια πολύ ενδιαφέρουσα διαπίστωση.

Η **ελάχιστη ταχύτητα** του υλικού σημείου δηλαδή της μηχανής και του μοτοσικλετιστή ... εξαρτάται από τα **τεχνικά χαρακτηριστικά κατασκευής του "βαρελιού"** δηλαδή ακτίνα (r) και συντελεστή στατικής τριβής (μ_s).

Η **μέγιστη ταχύτητα** που μπορεί να κινηθεί ο μοτοσικλετιστής με **σχετική ασφάλεια** χωρίς να χάσει την επαφή με το περιβάλλον (**vertigo**)!!!!... εξαρτάται **από την υποκειμενική ικανότητα του οδηγού** και την ακτίνα (r) περιστροφής.



✓ Πρόταση 6^η

Να γίνει η γραφική παράσταση της ταχύτητας (v) του μοτοσικλετιστή σε συνάρτηση με τον συντελεστή στατικής τριβής (μ_s) της ξύλινης επιφάνειας . Το $r = \text{σταθερό}$.

Να μελετηθεί και να σχολιαστεί το διάγραμμα.

Απάντηση

Δείξαμε παραπάνω ότι :

Η **ελάχιστη ταχύτητα** του μοτοσικλετιστή για να μπορεί να περιστρέφεται σε οριζόντια κυκλική τροχιά είναι:

$$v_{\min} = \sqrt{\frac{r g}{\mu_s}} \text{ και μπορεί να αλλάζει με τις τιμές του } (\mu_s)$$

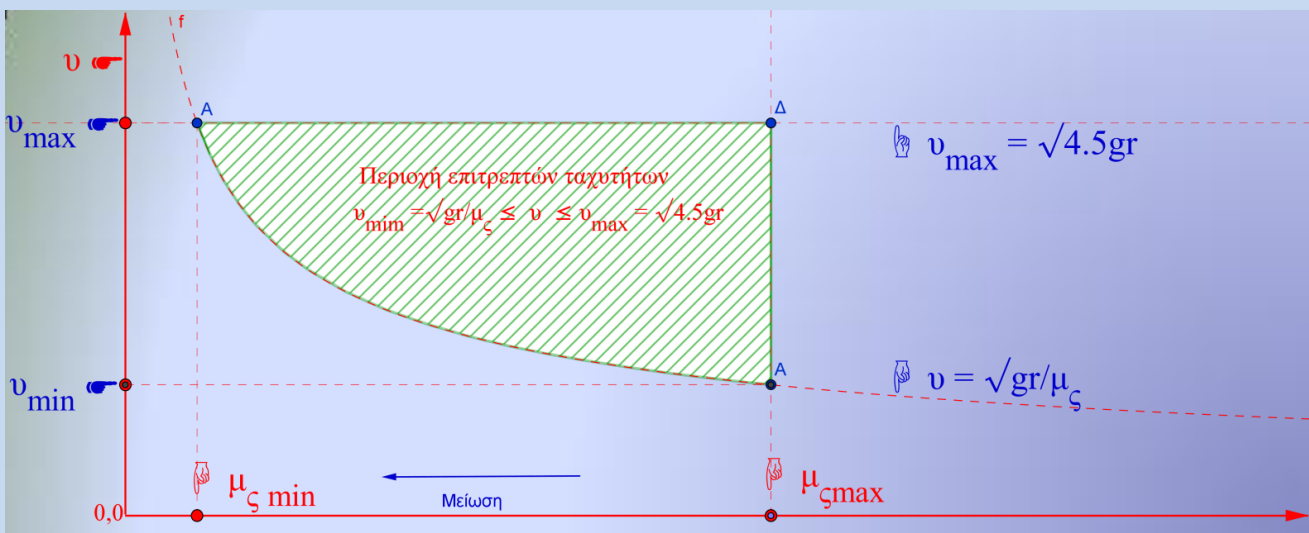
Η **μέγιστη ταχύτητα** που μπορεί να κινηθεί ο μοτοσικλετιστής με μια **σχετική ασφάλεια (!)** είναι :

$$v_{\max} = \sqrt{4.5g r} \text{ και είναι ανεξάρτητη του συντελεστή στατικής τριβής.}$$

Άρα τα όρια **των επιτρεπών ταχυτήτων** θα είναι :

$$v_{\min} = \sqrt{\frac{r g}{\mu_s}} \leq v \leq v_{\max} = \sqrt{4.5g r}$$

Το παρακάτω διάγραμμα μας δείχνει την ζητούμενη **επιτρεπτή περιοχή ταχυτήτων**.



Η τιμή του μέγιστου συντελεστή στατικής τριβής ($\mu_{s \max}$) είναι η τιμή που είχε όταν πρωτοκατασκευάστηκε.

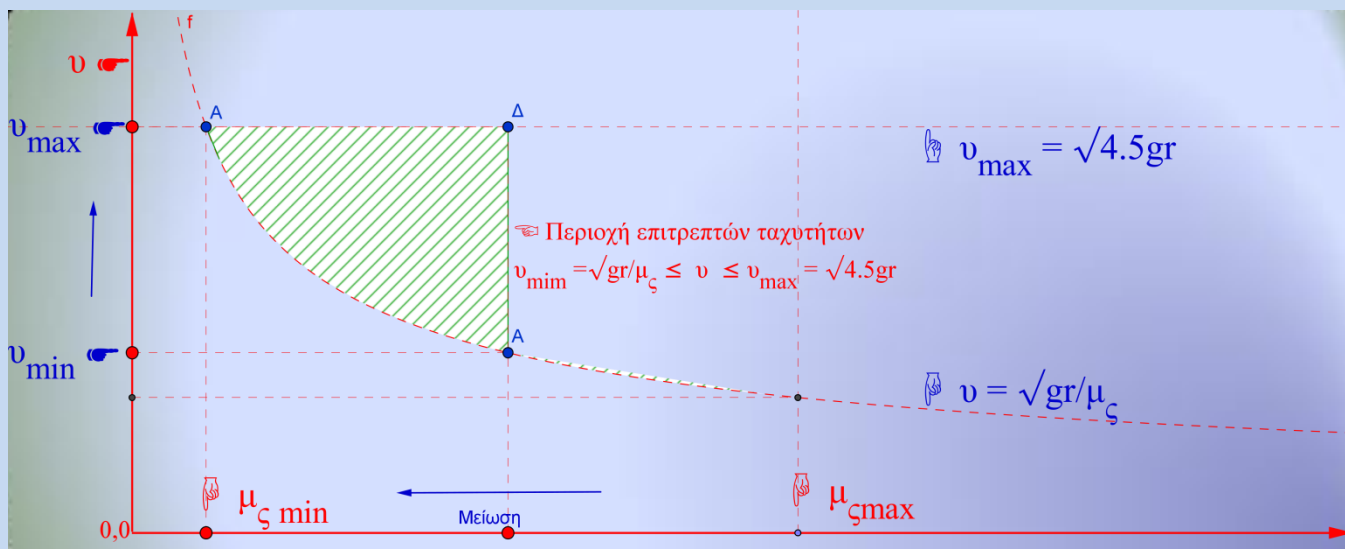
Για παράδειγμα **αρχική τιμή μεταξύ ξηρού ελαστικού και ξηρού ξύλου** είναι $\mu_s = 0.9$.

Όμως τι συμβαίνει;

Στο πέρασμα του χρόνου με την διαρκή χρήση οι επιφάνειες του ξύλινου τοίχου και των ελαστικών λειαίνουν. Ο συντελεστής στατικής τριβής (μ_s) μειώνεται.

Η ελάχιστη ταχύτητα όλο και περισσότερο πρέπει να αυξάνεται: $v_{\min} = \sqrt{\frac{rg}{\mu_s}}$.

Έτσι η επιτρεπτή περιοχή των ταχυτήτων συνεχώς μειώνεται και τείνει σε ψηλότερες τιμές. Στο διάγραμμα φαίνεται η μετατόπιση προς τα αριστερά.



Η τιμή της ελάχιστης ταχύτητας συνεχώς αυξάνεται και τείνει στην τιμή της μέγιστης

$$v_{\min} \rightarrow v_{\max}$$

Με αποτέλεσμα να αυξάνει συνεχώς ...ο κίνδυνος για τον μοτοσικλετιστή !!!

" Κάτι " σημαντικό.

✓ Πρόταση 7^η

Να προσδιοριστεί ο ελάχιστος συντελεστής στατικής τριβής ($\mu_{s \min}$) για να μπορεί ο μοτοσικλετιστής να εκτελεί οριζόντια κυκλική τροχιά.

Απάντηση

Δείξαμε παραπάνω ότι : $v_{\min} = \sqrt{\frac{rg}{\mu_s}}$

Επίσης είδαμε ότι όσο ο συντελεστής στατικής τριβής (μ_s) μειώνεται λόγω λείανσης η τιμή της **ελάχιστης ταχύτητας** συνεχώς **αυξάνεται** και τείνει στην τιμή της **μέγιστης**.

$$v_{\min} \rightarrow v_{\max}$$

Η ελάχιστη τιμή που πρέπει να έχει ο συντελεστής στατικής τριβής (μ_s) καθορίζεται από την οριακή σχέση:

$$v_{\min} = v_{\max}$$

$$\text{Άρα } \sqrt{\frac{r g}{\mu_{s \min}}} = \sqrt{4.5 g r}$$

και επιλύοντας προκύπτει :

$$\mu_{s \min} = \frac{1}{4.5} \quad \text{ή} \quad \mu_{s \min} = 0.22$$

Ένα αποτέλεσμα ...έκπληξη !!!

Ο ελάχιστος συντελεστής στατικής τριβής ($\mu_{s \min}$) της ξύλινης επιφάνειας και των ελαστικών της μοτοσυκλέτας καθορίζεται αποκλειστικά από την ...**ανθρώπινη δυνατότητα** να "**αντέχει**" σε επιταχύνσεις μέχρι ... **4.5 g**.
Να μην "χάνει" την επαφή με το περιβάλλον. Να μην παθαίνει **vertigo** .

Αν αντέχετε ακόμα ... ας δούμε και την τελευταία πρόταση.



✓ Πρόταση 7^η

Ποια είναι η ελάχιστη τιμή της γωνίας (φ) που μπορεί να σχηματίζει η δύναμη (A) που δέχεται ο μοτοσικλετιστής με την κατακόρυφη ξύλινη κυλινδρική επιφάνεια για να μπορεί να διαγράψει οριζόντιο κύκλο.

Ποιο είναι το εύρος των επιτρεπτών τιμών της φ .

Εφαρμογή : $\mu_s = 0.9$

Απάντηση

Από τις σχέσεις :

$$\left. \begin{aligned} \epsilon\phi\phi &= \frac{N}{T_{\sigma\tau}} \rightarrow T_{\sigma\tau} = \frac{N}{\epsilon\phi\phi} \\ T_{\sigma\tau} &\leq T_{\sigma,\max} = \mu_s N \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{N}{\epsilon\phi\phi} \leq \mu_s N \rightarrow \epsilon\phi\phi \geq \frac{1}{\mu_s}$$

Άρα $\epsilon\phi\phi_{\min} = \frac{1}{\mu_s} \rightarrow \phi_{\min} = \text{τοξ}\epsilon\phi\left(\frac{1}{\mu_s}\right)$

Με αντικατάσταση του $\mu_s = 0.9$

η $\phi_{\min} = 48^\circ$.

Όμως οι τιμές της γωνίας θα κυμαίνονται μεταξύ :

$$0 < \phi < 90^\circ.$$

Άρα το εύρος των τιμών της γωνίας (ϕ) που θα σχηματίζει η δύναμη (A) με την κατακόρυφη ξύλινη κυλινδρική επιφάνεια για να μπορεί να διαγράψει οριζόντιο κύκλο θα είναι :

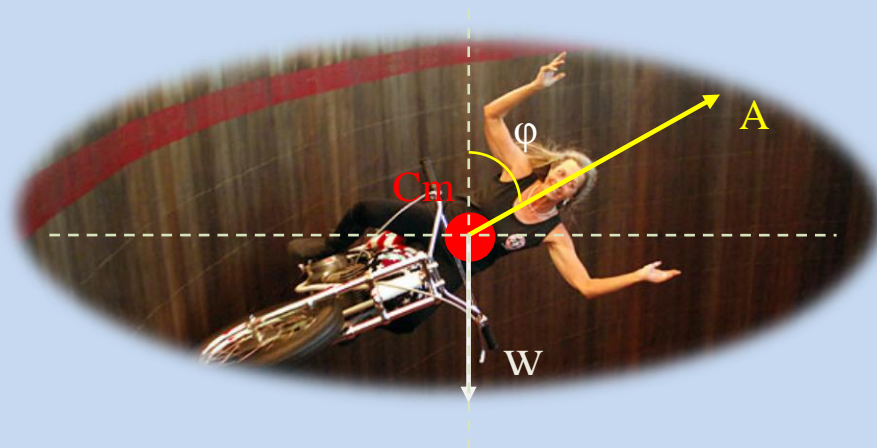
$$\text{τοξ}\epsilon\phi\left(\frac{1}{\mu_s}\right) \leq \phi < 90^\circ \quad \text{άρα} \quad 48^\circ \leq \phi < 90^\circ$$

Άλλες προτάσεις είναι ο υπολογισμός της (ω) της (T) της (f) .
Τις αφήνω σε εσάς και για λόγους ...χώρου.

Ένα σχόλιο

Παραπάνω ... τόλμησα... να συνδυάσω τους Νόμους της Κλασικής Μηχανικής με τις υποκειμενικές δυνατότητες του ανθρώπου.
Πήρα το Φυσικό "ρίσκο" του "Γύρου του Θανάτου" φτάνοντας ... μέχρι τα όρια.

Ελπίζω ...να μην τα ξεπέρασα.



Ο επίλογος

Η παραπάνω μελέτη μου έδωσε την ευκαιρία να επανεκτιμήσω
την ομορφιά .. της Κλασικής Μηχανικής.

Με το "μαγικό ραβδάκι" της Κλασικής μηχανικής
μεταμορφώνεται η Μεταφυσική ...σε Φυσική.

Με πολύ απλές σχέσεις και πολύ απλούς μαθηματικούς συνδυασμούς
μπόρεσα να κάνω... ένα πολύ όμορφο ταξίδι.

Ένα ταξίδι που με οδήγησε ... στην Ιθάκη.
Την Ιθάκη των παιδικών μου ...ονείρων.

Ναι οι Νόμοι της Φυσικής ...είναι οι "Μαγικοί νόμοι"

Δογματίζακης Γιάννης



Τέλος του 1^{ου} Μέρους.