ΟΙ ΝΟΜΟΙ ΤΟΥ ΝΕΥΤΩΝΑ - ΤΡΙΒΗ

1ος νόμος του Νεύτωνα ή νόμος της αδράνειας της ύλης.

«Σε κάθε σώμα στο οποίο δεν ενεργούν δυνάμεις ή αν ενεργούν έχουν συνισταμένη μηδέν δεν μεταβάλλεται η κινητική του κατάσταση. δηλαδή αν το σώμα ηρεμούσε θα συνεχίσει να ηρεμεί ενώ αν κινούνταν με σταθερή ταχύτητα θα συνεχίσει να κινείται με την ίδια σταθερή ταχύτητα δηλαδή εκτελεί ομαλή κίνηση.»

ΠΡΟΣΟΧΗ:

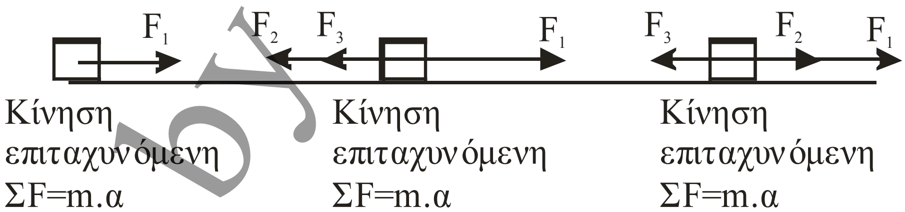
Αν σε ένα σώμα ενεργεί σταθερή δύναμη F και κάποια στιγμή σταματήσει να ενεργεί το σώμα συνεχίζει να κινείται ομαλά με ταχύτητα, την ταχύτητα που είχε την στιγμή κατά την οποία σταμάτησε να ενεργεί η δύναμη.

$2^{ος}$ νόμος του Νεύτωνα ή νόμος της κίνησης.

«Η επιτάχυνση ενός σώματος είναι ανάλογη της ολικής (συνισταμένης) δύναμης και αντιστρόφως ανάλογη της μάζας του σώματος.»

$$\vec{a} = \frac{\Sigma\vec{F}}{m} \quad ή \quad \Sigma\vec{F} = m.\vec{a}$$

Μονάδα δύναμης είναι το 1Nt (1 Νιούτον) το οποίο ορίζεται σαν τη δύναμη που ενεργεί σε σώμα μάζας 1kgr και προκαλεί σε αυτό επιτάχυνση $1m/sec^2$.



Γενική διατύπωση του $2^{ου}$ νόμου:

«Ο ρυθμός μεταβολής της ορμής ενός σώματος είναι ανάλογος της συνολικής δύναμης που εφαρμόζεται σ' αυτό και η μεταβολή γίνεται κατά την κατεύθυνση μεταβολής της δύναμης.»

$$\Delta\vec{p} = \vec{F}.\Delta t$$

«Το πηλίκο της μεταβολής της ορμής ενός σώματος προς το χρόνο Δt, στον οποίο γίνεται η μεταβολή αυτή ισούται με την συνισταμένη δύναμη που ασκήθηκε στο σώμα και έχει την κατεύθυνση της.»

$$\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$$

1. **<u>Να διαβάσετε τη μεθοδολογία που ακολουθεί</u>**.

α) *Η σχέση **ΣF=m.α** ισχύει για όλες τις απλές περιπτώσεις των προβλημάτων όπου στο σώμα ενεργεί μία ή περισσότερες σταθερές δυνάμεις οι οποίες έχουν την διεύθυνση κίνησης του σώματος.*

β) <u>Αν στο σώμα ενεργούν πολλές δυνάμεις ακολουθούμε την παρακάτω διαδικασία.</u>

i) *Σχεδιάζω τις δυνάμεις που ενεργούν στο σώμα*

ii) *Αν οι δυνάμεις έχουν όλες τις διευθύνσεις της κίνησης βρίσκω την συνισταμένη δύναμη ΣF. Αυτή είναι και η κινούσα δύναμη και ισχύει: **ΣF=m.α**.*

iii) ***<u>Αν υπάρχουν δυνάμεις που δεν έχουν την διεύθυνση της κίνησης τις αναλύω σε συνιστώσες μία παράλληλη στη διεύθυνση κίνησης και μία κάθετη στη διεύθυνση κίνησης. Οι κάθετες στη διεύθυνση κίνησης δεν μας ενδιαφέρουν (για τις δυνάμεις αυτές ισχύει η συνθήκη ισορροπίας) και η κινούσα δύναμη είναι η συνισταμένη των δυνάμεων κατά την διεύθυνση κίνησης</u>***

iv) *Αν η συνισταμένη δύναμη ΣF έχει φορά, την φορά κίνησης του σώματος, η κίνηση είναι επιταχυνόμενη. Αν η συνισταμένη δύναμη ΣF έχει φορά αντίθετη της φοράς της κίνησης τους σώματος η κίνηση είναι επιβραδυνόμενη.*

γ) *Μαζί με την σχέση **ΣF=m.α** και ανάλογα με το είδος της κίνησης χρησιμοποιούμε τις χρονικές εξισώσεις κίνησης που είδαμε σε προηγούμενα μαθήματα.*

δ) *Η μάζα δεν παριστάνει την μάζα ενός σώματος αλλά το άθροισμα των μαζών των σωμάτων που κινούνται σαν ένα σώμα.*

ε) <u>Στη περίπτωση που στο κινούμενο σώμα παύει να ενεργεί η δύναμη που το κινεί, το σώμα συνεχίζει την κίνησή του αλλά αυτή τώρα είναι ομαλή και όχι επιταχυνόμενη σύμφωνα με τον πρώτο νόμο του Νεύτωνα.</u>

<u>3^ος νόμος του Νεύτωνα ή νόμος δράσης – αντίδρασης.</u>

«Όταν ένα σώμα ασκεί δύναμη (δράση) σε ένα άλλο σώμα, τότε και το δεύτερο σώμα ασκεί δύναμη ίσου μέτρου και αντίθετης κατεύθυνσης στο πρώτο σώμα ή αλλιώς σε κάθε δράση αντιστοιχεί πάντα μια αντίθετη και ίση μέτρου αντίδραση.»

<u>ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ</u>:

α) *Σε ασκήσεις στις οποίες δύο ή περισσότερα σώματα συνδέονται με νήμα πρέπει να γνωρίζουμε ότι σε κάθε κλάδο νήματος ενεργούν δύο ίσες και αντίθετες δυνάμεις που εμφανίζονται σαν δράση – αντίδραση.*

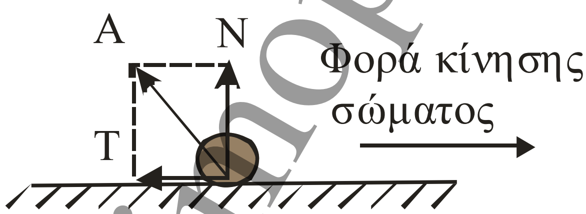
β) *Εάν δύο σώματα βρίσκονται σε επαφή τότε ενεργούν μεταξύ τους δυνάμεις επαφής οι οποίες είναι ίσες και αντίθετες (όπως και οι δυνάμεις σε κάθε κλάδο νήματος). Για να υπολογίσουμε τις δυνάμεις αυτές μελετούμε χωριστά τη κίνηση σε κάθε σώμα. Εάν δεν ζητούνται οι παραπάνω δυνάμεις* *μπορούμε να μελετήσουμε ενιαία τη κίνηση του συστήματος των σωμάτων οπότε η λύση στην περίπτωση αυτή είναι πιο απλή.*

γ) *Στις πιο πάνω κατηγορίες ασκήσεων πρέπει να γνωρίζουμε ότι τα σώματα κινούνται με την ίδια επιτάχυνση και έχουν κάθε χρονική στιγμή την ίδια ταχύτητα.*

ΤΡΙΒΗ

ΤΡΙΒΗ ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ

Αν ένα σώμα κινείται ολισθαίνει σε μία επιφάνεια τραχεία τότε ξέρουμε ότι αναπτύσσεται μία δύναμη πλάγια. Αυτή την πλάγια δύναμη την αναλύουμε σε δύο συνιστώσες. Μία κάθετο στο επίπεδο την Ν (κάθετη αντίδρασης) και μία οριζόντια την τριβή Τ.



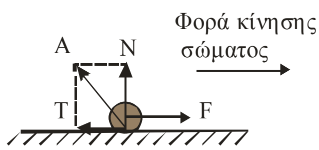
Για την τριβή πρέπει να γνωρίζουμε ότι:

ι) Η τριβή Τ έχει πάντα διεύθυνση την διεύθυνση της κίνησης και φορά αντίθετο της φοράς κίνησης.
ii) Το μέτρο της δύναμης της τριβής είναι ανάλογο της κάθετης δύναμης Ν (αντίδραση δαπέδου)
ιιι) Η τριβή εξαρτάται από τη φύση των επιφανειών που τρίβονται.

Τ=μ.Ν

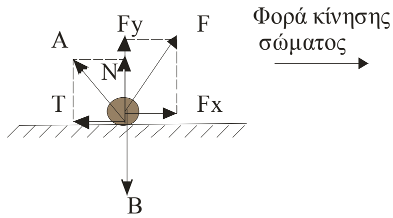
ο μ λέγεται συντελεστής τριβής και δίνεται στα προβλήματα.

Στις ασκήσεις η δύναμη της τριβής λαμβάνεται σαν μια απλή δύναμη και για τη λύση τους χρησιμοποιούμε το 2ο νόμο του Νεύτωνα και τις εξισώσεις κινηματικής. Για παράδειγμα στο σχήμα που ακολουθεί αν δίνεται η δύναμη F=10 Nt και η τριβή T=2 Nt καθώς και η μάζα του σώματος m=1 Kgr μπορούμε από το δεύτερο νόμο του Νεύτωνα να υπολογίσουμε την επιτάχυνση του σώματος.



$$\Sigma F = ma \Rightarrow F - T = ma \Rightarrow 10 - 2 = 1.a \Rightarrow a = 8\ m/\sec^2$$

Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται στον υπολογισμό της κάθετης δύναμης Ν. Εφόσον στον κατακόρυφο άξονα δεν έχουμε καμία κίνηση του σώματος τότε ισχύει η συνθήκη ισορροπίας. Επομένως η δύναμη Ν θα ισούται με την συνισταμένη όλων των δυνάμεων που ενεργούν στον άξονα αυτόν. Για παράδειγμα στο σχήμα που ακολουθεί στον κατακόρυφο άξονα θα έχουμε



$$\Sigma \vec{F}_y = 0 \Rightarrow F_y + N - B = 0 \Rightarrow N = B - F_y$$

Οπότε η τριβή θα δίνεται από την σχέση : $T = \mu.N \Rightarrow T = \mu(B - F_y)$

Για τη λύση των ασκήσεων στη τριβή ολίσθησης ισχύουν όλα όσα αναφέραμε στα προηγούμενα μαθήματα για τις δυνάμεις και τις κινήσεις των σωμάτων δηλαδή

i) *Σχεδιάζω τις δυνάμεις που ενεργούν στο σώμα*

ii) ***Αν υπάρχουν δυνάμεις που δεν έχουν την διεύθυνση της κίνησης τις αναλύω σε συνιστώσες μία παράλληλη στη διεύθυνση κίνησης και μία κάθετη στη διεύθυνση κίνησης.***

iii) *Υπολογίζω από τη συνθήκη ισορροπίας στον άξονα y΄y την κάθετη δύναμη N*

iv) *Βρίσκω τη δύναμη της τριβής από τη σχέση της*

v) *Βρίσκω την συνισταμένη δύναμη ΣF. Αυτή είναι και η κινούσα δύναμη και ισχύει:* ***ΣF=m.α***.

vi) *Αν η συνισταμένη δύναμη ΣF έχει φορά, την φορά κίνησης του σώματος, η κίνηση είναι επιταχυνόμενη. Αν η συνισταμένη δύναμη ΣF έχει φορά αντίθετη της φοράς της κίνησης τους σώματος η κίνηση είναι επιβραδυνόμενη.*

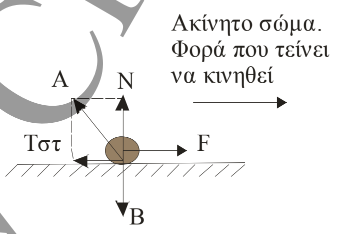
Στη συνέχεια εφαρμόζοντας τις σχέσεις κινηματικής υπολογίζουμε τα διάφορα μεγέθη που μας ζητά η άσκηση.

ΣΤΑΤΙΚΗ ΤΡΙΒΗ

Όταν ένα σώμα βρίσκεται πάνω σε επίπεδο και τείνει να ολισθήσει, αλλά δεν ολισθαίνει, τότε η συνιστώσα της αντίδρασης του επιπέδου ονομάζεται στατική τριβή $T_{στ}$. Η στατική τριβή είναι μικρότερη ή το πολύ ίση με την τριβή ολίσθησης δηλαδή ισχύει

$$T_{στατ} \leq T$$

Η στατική τριβή δίνεται από την αντίστοιχη σχέση που δίνεται και η τριβή ολίσθησης όταν το σώμα είναι έτοιμο να ολισθήσει δηλαδή όταν αρχίζει την κίνησή του.



Όταν επομένως σε ένα πρόβλημα έχουμε ισορροπία σώματος με την επίδραση της στατικής τριβής και το σώμα είναι έτοιμο να ολισθήσει ή μας ζητείται η συνθήκη που πρέπει να ισχύει για να μην ολισθαίνει το σώμα τότε αντικαθιστούμε τη στατική τριβή με την μέγιστη τιμή της που είναι ίση με

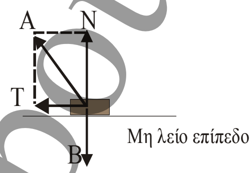
$$\boldsymbol{T_{στ}=μ.N}$$

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:

Μερικοί συγγραφείς αναφέρουν ότι η μέγιστη στατική τριβή $T_{στmax}$ είναι μεγαλύτερη από την τριβή ολίσθησης διότι η δύναμη που απαιτείται για να θέσει σε κίνηση το σώμα είναι μεγαλύτερη από την δύναμη που απαιτείται για να διατηρηθεί σταθερή η ταχύτητα ολίσθησης. ***Αυτό όμως δεν είναι αληθές****. Η επιπλέον δύναμη δεν είναι δύναμη τριβής. Είναι η δύναμη που προκαλεί τη μεταβολή της ορμής του σώματος. Αρχικά το σώμα είναι ακίνητο και έχει ορμή μηδέν. Όταν αρχίζει να κινείται αποκτά ορμή $\vec{p}$.*

Επομένως έχουμε μεταβολή της ορμής του σώματος η οποία για να πραγματοποιηθεί απαιτεί την εμφάνιση δύναμης.

<u>ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΣΚΗΣΕΩΝ ΣΤΗΝ ΤΡΙΒΗ</u>

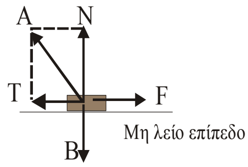


1. *Σώμα ρίχνεται με αρχική ταχύτητα $υ_0$ χωρίς να επιδρά σε αυτό εξωτερική δύναμη. Αναλύω την αντίδραση Α σε δύο συνιστώσες μία στο άξονα χ΄χ,, την τριβή Τ και μία στο άξονα y΄y την δύναμη Ν. Το σώμα θα σταματήσει εκτελώντας ομαλά επιβραδυνόμενη κίνηση. Θα έχουμε*

Στον y΄y : $\Sigma\vec{F}_y = 0 \Rightarrow N - B = 0 \Rightarrow N = B \Rightarrow N = mg$

Οπότε η τριβή δίνεται από την σχέση $T = \mu.N \Rightarrow T = \mu.mg$

Στον x΄x : $\Sigma\vec{F}_x = m.\vec{a} \Rightarrow -T = -m.\alpha \Rightarrow \mu.mg = m.\alpha \Rightarrow \alpha = \mu.g$

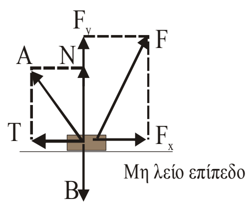


2. *Στο σώμα ενεργεί σταθερή οριζόντια δύναμη F μεγαλύτερη της τριβής Τ και το σώμα κινείται σε οριζόντιο επίπεδο. Αναλύω την αντίδραση Α σε δύο συνιστώσες μία στο άξονα χ΄χ,, την τριβή Τ και μία στο άξονα y΄y την δύναμη Ν. Το σώμα θα εκτελέσει ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση.*

Στον y΄y : $\Sigma\vec{F}_y = 0 \Rightarrow N - B = 0 \Rightarrow N = B \Rightarrow N = mg$

Οπότε η τριβή δίνεται από την σχέση $T = \mu.N \Rightarrow T = \mu.mg$

Στον x΄x : $\Sigma\vec{F}_x = m.\vec{a} \Rightarrow F - T = m.\alpha \Rightarrow F - \mu.mg = m.\alpha \Rightarrow \alpha = \dfrac{F - \mu mg}{m}$

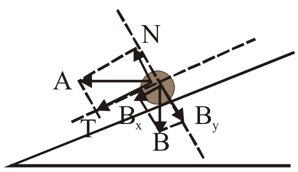


3. *Στο σώμα ενεργεί σταθερή οριζόντια δύναμη F που σχηματίζει γωνία φ με το οριζόντιο επίπεδο, το βάρος Β και η αντίδραση του δαπέδου Α. Αναλύω την δύναμη F σε δύο συνιστώσες μία στο άξονα x΄x την Fx και μία στο άξονα y΄y την Fy καθώς και την αντίδραση Α σε δύο συνιστώσες μία στο άξονα χ΄χ,, την τριβή Τ και μία στο άξονα y΄y την δύναμη Ν. Αφού εκτελεί ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση θα είναι Fx>T. Το σώμα θα εκτελέσει ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση.*

Στον y΄y : $\Sigma\vec{F}_y = 0 \Rightarrow N + F_y - B = 0 \Rightarrow N = B - F_y \Rightarrow N = mg - F_y$

Οπότε η τριβή δίνεται από την σχέση $T = \mu.N \Rightarrow T = \mu.(mg - F_y)$

Στον x΄x : $\Sigma\vec{F}_x = m.\vec{a} \Rightarrow F_x - T = m.\alpha \Rightarrow F_x - (\mu mg - F_y) = m.\alpha \Rightarrow \alpha = \dfrac{F_x - (\mu mg - F_y)}{m}$



4. *Σώμα ρίχνεται από τη βάση κεκλιμένου επιπέδου γωνίας κλίσης φ με αρχική ταχύτητα $υ_0$. Στο σώμα ενεργούν οι δυνάμεις του βάρους Β και της αντίδρασης του δαπέδου Α. Αναλύω την δύναμη Α σε δύο συνιστώσες μία στο άξονα χ΄χ, παράλληλο στο κεκλιμένο επίπεδο, την τριβή Τ και μία στο άξονα y΄y κάθετη στο κεκλιμένο επίπεδο την δύναμη*

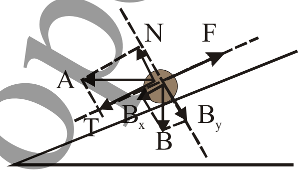
Ν. Όμοια αναλύω και το βάρος Β στις συνιστώσες Βx και Βy.Το σώμα θα σταματήσει εκτελώντας ομαλά επιβραδυνόμενη κίνηση.

Στον y΄y : $\Sigma\vec{F}_y = 0 \Rightarrow N - B_y = 0 \Rightarrow N = B_y \Rightarrow N = mg\sigma\upsilon\nu\varphi$

Οπότε η τριβή δίνεται από την σχέση $T = \mu.N \Rightarrow T = \mu.mg\sigma\upsilon\nu\varphi$

Στον x΄x : $\Sigma\vec{F}_x = m.\vec{a} \Rightarrow -T - B_\chi = -m.\alpha \Rightarrow \mu.mg\sigma\upsilon\nu\varphi + mg\eta\mu\varphi = m.\alpha \Rightarrow \alpha = \mu.g\sigma\upsilon\nu\varphi + g\eta\mu\varphi$

5. Σώμα ανεβαίνει σε κεκλιμένο επίπεδο κινούμενο επιταχυνόμενο με την επίδραση σταθερής δύναμης παράλληλης στο κεκλιμένο επίπεδο. Στο σώμα ενεργούν το βάρος Β, η σταθερή δύναμη F και η αντίδραση του επιπέδου Α. Αναλύω την δύναμη Α σε δύο συνιστώσες μία στο άξονα χ΄χ, παράλληλο στο κεκλιμένο επίπεδο, την τριβή Τ και μία στο άξονα y΄y κάθετη στο κεκλιμένο επίπεδο την δύναμη Ν. Όμοια αναλύω και το βάρος Β στις συνιστώσες Βx και Βy. Αφού εκτελεί ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση θα είναι F>T+Bx.



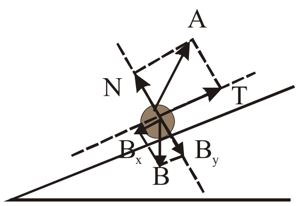
Στον y΄y : $\Sigma\vec{F}_y = 0 \Rightarrow N - B_y = 0 \Rightarrow N = B_y \Rightarrow N = mg\sigma\upsilon\nu\varphi$

Οπότε η τριβή δίνεται από την σχέση $T = \mu.N \Rightarrow T = \mu.mg\sigma\upsilon\nu\varphi$

Στον x΄x :

$$\Sigma\vec{F}_x = m.\vec{a} \Rightarrow F - T - B_\chi = m.\alpha \Rightarrow F - \mu.mg\sigma\upsilon\nu\varphi - mg\eta\mu\varphi = m.\alpha \Rightarrow \alpha = \frac{F - \mu.mg\sigma\upsilon\nu\varphi - mg\eta\mu\varphi}{m}$$

6. Σώμα κατεβαίνει σε κεκλιμένο επίπεδο χωρίς την επίδραση εξωτερικής δύναμης. Στο σώμα ενεργούν οι δυνάμεις του βάρους Β και της αντίδρασης του δαπέδου Α. Αναλύω την δύναμη Α σε δύο συνιστώσες μία στο άξονα χ΄χ, παράλληλο στο κεκλιμένο επίπεδο, την τριβή Τ και μία στο άξονα y΄y κάθετη στο κεκλιμένο επίπεδο την δύναμη Ν. Όμοια αναλύω και το βάρος Β στις συνιστώσες Βx και Βy. Αφού το σώμα κατεβαίνει θα εκτελεί ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση και θα είναι Bx > T.



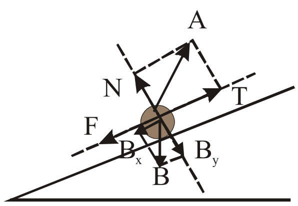
Στον y΄y : $\Sigma\vec{F}_y = 0 \Rightarrow N - B_y = 0 \Rightarrow N = B_y \Rightarrow N = mg\sigma\upsilon\nu\varphi$

Οπότε η τριβή δίνεται από την σχέση $T = \mu.N \Rightarrow T = \mu.mg\sigma\upsilon\nu\varphi$

Στον x΄x :

$$\Sigma\vec{F}_x = m.\vec{a} \Rightarrow B_\chi - T = m.\alpha \Rightarrow mg\eta\mu\varphi - \mu.mg\sigma\upsilon\nu\varphi = m.\alpha \Rightarrow \alpha = g\eta\mu\varphi - \mu.g\sigma\upsilon\nu\varphi$$

7. Σώμα κατεβαίνει σε κεκλιμένο επίπεδο με την επίδραση εξωτερικής σταθερής δύναμης παράλληλης προς το κεκλιμένο επίπεδο. Στο σώμα εκτός της εξωτερικής δύναμης F ενεργούν ακόμη το βάρος του Β και η αντίδραση του επιπέδου Α. Αναλύω την δύναμη Α σε δύο συνιστώσες μία στο άξονα χ΄χ, παράλληλο στο κεκλιμένο επίπεδο, την τριβή Τ και μία στο άξονα y΄y κάθετη στο κεκλιμένο επίπεδο την δύναμη Ν. Όμοια



αναλύω και το βάρος Β στις συνιστώσες Bx και By. Το σώμα θα εκτελέσει ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση.

Στον y΄y : $\Sigma\vec{F}_y = 0 \Rightarrow N - B_y = 0 \Rightarrow N = B_y \Rightarrow N = mg\sigma\upsilon\nu\varphi$

Οπότε η τριβή δίνεται από την σχέση $T = \mu.N \Rightarrow T = \mu.mg\sigma\upsilon\nu\varphi$

Στον x΄x :

$$\Sigma\vec{F}_x = m.\vec{a} \Rightarrow F + B_\chi - T = m.\alpha \Rightarrow F + mg\eta\mu\varphi - \mu.mg\sigma\upsilon\nu\varphi = m.\alpha \Rightarrow \alpha = \frac{F + mg\eta\mu\varphi - \mu.mg\sigma\upsilon\nu\varphi}{m}$$