



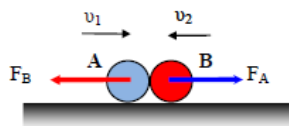
SCHOOLDOCTOR

1. Ποιος είναι ο τρίτος νόμος του Νεύτωνα; (Νόμος δράσης - αντίδρασης).

«Αν ένα σώμα Α ασκεί δύναμη F_A σε ένα σώμα Β, τότε και το Β ασκεί στο Α μια δύναμη F_B που είναι ίση σε μέτρο με την F_A αλλά με αντίθετη φορά»

δηλαδή:

$$\vec{F}_A = -\vec{F}_B$$



Μια άλλη διατύπωση του τρίτου νόμου είναι η εξής:

«Όταν δύο σώματα αλληλεπιδρούν και το πρώτο ασκεί δύναμη $\vec{F}$ στο δεύτερο, τότε και το δεύτερο ασκεί αντίθετη δύναμη $-\vec{F}$ στο πρώτο ».

Η διατύπωση αυτή αποτελεί το νόμο Δράσης - Αντίδρασης.

2. Ποια βασικά συμπεράσματα εξάγονται από το τρίτο νόμο της κίνησης;

Τα βασικά συμπεράσματα είναι:

- Οι δύο δυνάμεις που εμφανίζονται στο νόμο ασκούνται σε **διαφορετικά σώματα**. Επομένως δεν πρέπει να μας δημιουργηθεί η εντύπωση ότι πρόκειται για δυνάμεις που αλληλοεξουδετερώνονται. Μόνο όταν τα σώματα που αλληλεπιδρούν εξετάζονται σαν ένα σύστημα σωμάτων, η συνισταμένη τους είναι μηδέν.
- Ο τρίτος νόμος αναφέρεται σε κάποια ιδιότητα όλων των δυνάμεων: Ισχύει είτε για δυνάμεις επαφής είτε για δυνάμεις από απόσταση. Επίσης ισχύει οποιαδήποτε και να είναι η κινητική κατάσταση των σωμάτων (ισορροπία ή μεταβαλλόμενη κίνηση).
- Οι δυνάμεις που αναφέρονται στο νόμο καλούνται (από τον Νεύτωνα) «δράση» και «αντίδραση». Αυτό σημαίνει ότι μπορούμε να ονομάζουμε δράση όποια από τις δύο δυνάμεις θέλουμε. Τότε η άλλη θα είναι η αντίδραση. Σύμφωνα με το νόμο αυτό σε κάθε δράση αναπτύσσεται ίση αντίδραση. Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι δεν είναι δυνατό να έχουμε την εμφάνιση μιας μόνης δύναμης, γιατί το σώμα στο οποίο αυτή ασκείται θα προκαλεί μια αντίδραση. Λέμε λοιπόν ότι **οι δυνάμεις στη φύση εμφανίζονται κατά ζεύγη**.

3. Σε ποιες κατηγορίες χωρίζουμε τις δυνάμεις;

Τις δυνάμεις τις διακρίνουμε σε δύο βασικές κατηγορίες:

Τις δυνάμεις **επαφής** και τις δυνάμεις **από απόσταση**.

Χαρακτηριστικές δυνάμεις επαφής πάνω σε ένα σώμα, που συναντάμε στα προβλήματα Μηχανικής είναι:

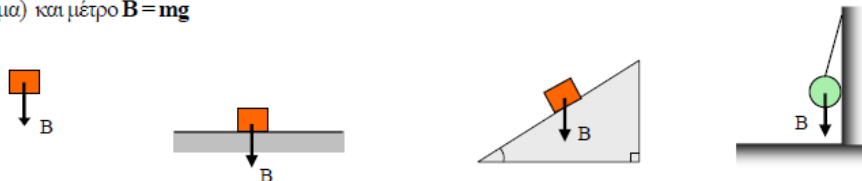
- Η **τριβή**.
- Η δύναμη που δέχεται το σώμα από τεντωμένο νήμα, στο άκρο του οποίου είναι δεμένο (λέγεται **τάση νήματος**) και έχει φορά από το σώμα προς το νήμα.
- Η **δύναμη ελατηρίου** που δέχεται το σώμα από παραμορφωμένο ελατήριο.
- Η κάθετη δύναμη που ασκείται στο σώμα από την επιφάνεια στην οποία αυτό ισορροπεί.
- Η **άνωση** που δέχεται ένα σώμα από το υγρό, μέσα στο οποίο είναι βυθισμένο.
- Η **αντίσταση** του αέρα που δέχεται ένα σώμα όταν κινείται.

Δυνάμεις από απόσταση είναι η δύναμη ανάμεσα σε ηλεκτρικά φορτία, ανάμεσα σε μαγνήτες και η δύναμη βαρύτητας.

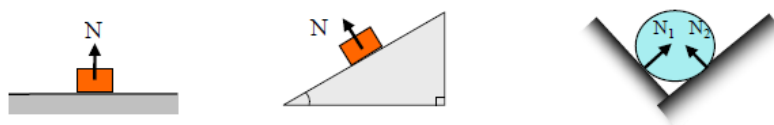


4. Ποιες είναι οι κυριότερες δυνάμεις που θα συναντήσουμε και πώς σχεδιάζονται :

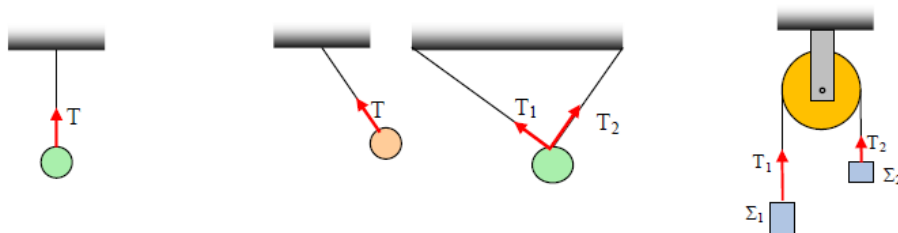
1. Η βαρυτική δύναμη: Έχει πάντα διεύθυνση προς το κέντρο της Γης (την κατακόρυφο του τόπου που βρίσκεται το σώμα) και μέτρο $B = mg$



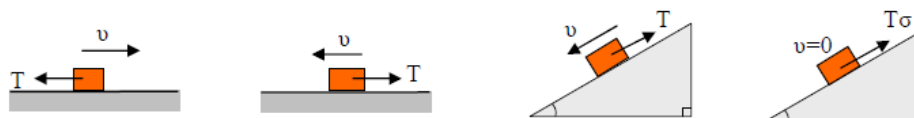
2. Η κάθετη δύναμη στήριξης N (κάθετη αντίδραση) : Πρόκειται για τη δύναμη που ασκείται σε ένα σώμα όταν αυτό βρίσκεται σε επαφή με μια επιφάνεια που το στηρίζει. Η διεύθυνση της δύναμης αυτής είναι κάθετη στην επιφάνεια και έχει φορά προς το σώμα.



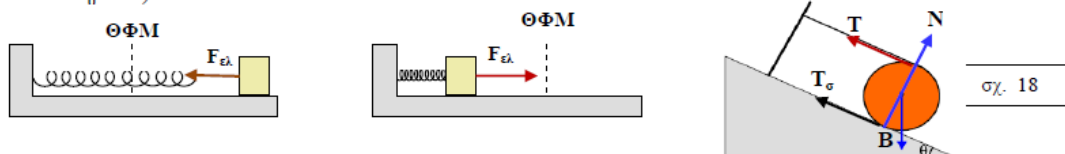
3. Η δύναμη από νήμα ή τάση του νήματος T: Πρόκειται για δύναμη που ασκείται στα σώματα από τεντωμένα νήματα. Η διεύθυνση της δύναμης αυτής είναι ίδια με τη διεύθυνση του νήματος και έχει φορά από το σώμα προς το νήμα.



4. Η δύναμη της τριβής: Θα ασχοληθούμε αναλυτικά με τη δύναμη αυτή παρακάτω. Έχει κατεύθυνση αντίθετη της ολίσθησης ή της τάσης κίνησης του σώματος.

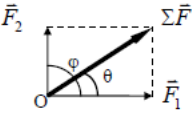
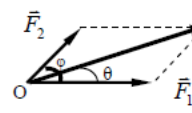
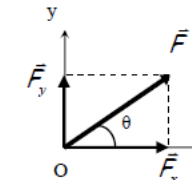


5. Η δύναμη από παραμορφωμένο ελατήριο: Έχει τη διεύθυνση του ελατηρίου και φορά προς τη θέση φυσικού μήκους του ελατηρίου. Μέτρο $F = k \cdot \Delta \ell$ ($\Delta \ell$ = επιμήκυνση ή συσπείρωση του ελατηρίου)



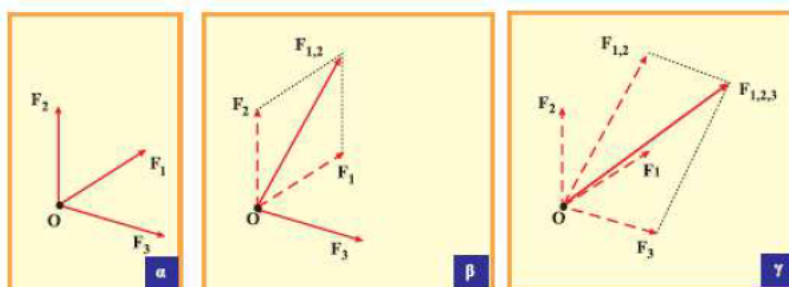
Στο τελευταίο σχήμα (σχ. 18) έχουν σχεδιαστεί όλες οι δυνάμεις που ασκούνται στη σφαίρα.

5. Πώς γίνεται η σύνθεση και η ανάλυση των δυνάμεων στο επίπεδο;

Σύνθεση δύο δυνάμεων με κάθετες κατευθύνσεις $\varphi = 90^\circ$		Η συνισταμένη έχει μέτρο που υπολογίζεται με το πυθαγόρειο θεώρημα: $\Sigma F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$ Η διεύθυνση της συνισταμένης υπολογίζεται από τη σχέση: $\varepsilon\phi\theta = \frac{F_2}{F_1}$
Σύνθεση δύο δυνάμεων που οι κατευθύνσεις τους σχηματίζουν τυχαία γωνία φ		Η συνισταμένη έχει μέτρο που υπολογίζεται από το νόμο των συνημιτόνων: $\Sigma F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\varphi}$ Η διεύθυνση της συνισταμένης υπολογίζεται από τη σχέση: $\varepsilon\phi\theta = \frac{F_2\eta\mu\varphi}{F_1 + F_2\cos\varphi}$
Ανάλυση μιας δύναμης σε ορθογώνιο σύστημα αξόνων		Οι συνιστώσες υπολογίζονται από τον ορισμό του ημίτονου και του συνημίτονου της γωνίας θ : $F_x = F\cos\theta$ $F_y = F\eta\mu\theta$

6. Πώς γίνεται η σύνθεση πολλών ομοεπίπεδων δυνάμεων;

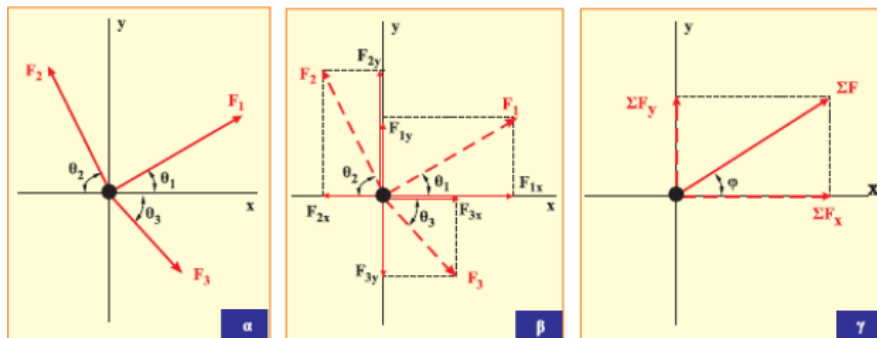
α) Για να υπολογίσουμε τη συνισταμένη πολλών ομοεπίπεδων δυνάμεων που έχουν κοινό σημείο εφαρμογής, μπορούμε να βρούμε τη συνισταμένη των δύο πρώτων δυνάμεων με τη μέθοδο του παραλληλογράμμου και στη συνέχεια να συνθέσουμε τη δύναμη αυτή με την τρίτη δύναμη, τη νέα συνισταμένη με την τετάρτη, κ.ο.κ. μέχρι να τελειώσουν όλες οι δυνάμεις.



Η πορεία αυτή είναι συνήθως περίπλοκη και γι' αυτό δεν ενδείκνυται.

β) Συνήθως εργαζόμαστε ως εξής:

Σε ένα σύστημα ορθογωνίων αξόνων, του οποίου η αρχή συμπίπτει με το σημείο εφαρμογής των ομοεπίπεδων δυνάμεων, αναλύουμε όλες τις δυνάμεις σε συνιστώσες. Παρατηρούμε τότε, ότι όλες οι συνιστώσες που βρίσκονται στον ίδιο άξονα, έχουν την ίδια ή αντίθετη κατεύθυνση και επομένως η πρόσθεσή τους είναι εύκολη. Με τον τρόπο αυτό καταλήγουμε στην σύνθεση δύο δυνάμεων καθέτων μεταξύ τους.



Πγ: Να βρεθεί η συνισταμένη τριών δυνάμεων F_1, F_2, F_3 , που σχηματίζουν με τον άξονα των x γνωστές γωνίες $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ όπως φαίνεται στο προηγούμενο σχήμα.

α) Αναλύουμε κάθε δύναμη σε συνιστώσες στους άξονες x και y .

β) Η συνισταμένη των δυνάμεων στον x άξονα έχει τιμή: $\Sigma F_x = F_{1x} + F_{2x} + F_{3x}$

γ) Το ίδιο ισχύει και για τη συνισταμένη των δυνάμεων στον y άξονα: $\Sigma F_y = F_{1y} + F_{2y} + F_{3y}$
Τα αθροίσματα αυτά είναι αλγεβρικά.

δ) Τελικά, θα έχουμε:

$$\Sigma F = \sqrt{(\Sigma F_x)^2 + (\Sigma F_y)^2}$$

ε) Η γωνία ϕ που σχηματίζει η συνισταμένη με τον άξονα των x προσδιορίζεται από τη σχέση:

$$\epsilon\phi\phi = \frac{\Sigma F_y}{\Sigma F_x}$$

7. Ποια είναι η συνθήκη ισορροπίας υλικού σημείου στο οποίο ασκούνται n δυνάμεις;

Ποια είναι η αναγκαία και ικανή συνθήκη για την ισορροπία ομοεπίπεδων δυνάμεων;

Ένα υλικό σημείο ισορροπεί υπό την επίδραση n δυνάμεων (που οι φορείς τους διέρχονται από το ίδιο σημείο) όταν η συνισταμένη των δυνάμεων είναι ίση με το μηδέν δηλαδή όταν το διανυσματικό τους άθροισμα είναι ίσο με μηδέν και γράφουμε: $\Sigma \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots + \vec{F}_n = 0$

Αναγκαία και ικανή συνθήκη για την ισορροπία ομοεπίπεδων δυνάμεων είναι οι εξής δύο

αλγεβρικές εξισώσεις:

$$\Sigma F_x = 0 \quad \text{και} \quad \Sigma F_y = 0$$

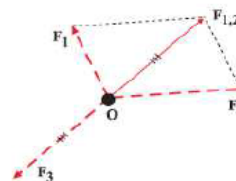
όπου ΣF_x και ΣF_y παριστάνουν το άθροισμα των αλγεβρικών τιμών των συνιστωσών όλων των δυνάμεων κατά τον άξονα x και y αντίστοιχα, όπου οι άξονες αυτοί έχουν επιλεγεί κατάλληλα.

8. Πότε ένα υλικό σημείο ισορροπεί υπό την επίδραση α) δύο δυνάμεων και β) τριών δυνάμεων;

α) Πρέπει οι δυνάμεις να είναι αντίθετες δηλαδή: $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = 0 \Leftrightarrow \vec{F}_1 = -\vec{F}_2$

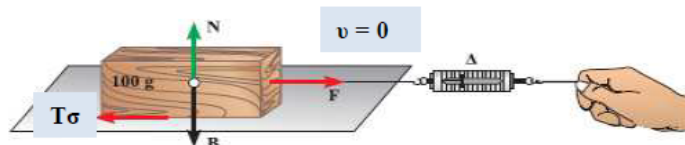
β) Πρέπει η συνισταμένη των δύο δυνάμεων να είναι αντίθετη με την τρίτη αφού:

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = 0 \Leftrightarrow \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = -\vec{F}_3 \rightarrow \vec{F}_{1,2} = -\vec{F}_3$$



9. Ποια είδη τριβής γνωρίζετε και ποιοι οι αντίστοιχοι νόμοι;

- « Τριβή είναι η δύναμη που ασκείται από ένα σώμα σε ένα άλλο όταν βρίσκονται σε επαφή και το ένα κινείται ή τείνει να κινηθεί σε σχέση με το άλλο »
 - Η διεύθυνση της τριβής είναι **παράλληλη** προς τις επιφάνειες που εφάπτονται
 - Η φορά της είναι τέτοια ώστε να **αντιστέκεται** στην **ολίσθηση** ή στην **τάση** κίνησης του ενός σώματος σε σχέση με το άλλο.
- Έχουμε δύο είδη τριβής τη στατική και την τριβή ολίσθησης.



1. « Στατική τριβή ($T\sigma$) είναι η δύναμη που αναπτύσσεται μεταξύ δύο επιφανειών όταν βρίσκονται σε επαφή ($N \neq 0$) και η μία τείνει να κινηθεί σε σχέση με την άλλη. Έχει διεύθυνση παράλληλη στην επιφάνεια επαφής και φορά αντίθετη από τη φορά προς την οποία τείνει να κινηθεί το αντίστοιχο σώμα ».

Η στατική τριβή δεν έχει σταθερό μέτρο αλλά μεταβάλλεται έτσι ώστε κάθε φορά παράλληλα στις επιφάνειες επαφής να έχουμε: $\Sigma F_x = 0$.

- Οριακή τριβή είναι η μέγιστη τιμή της στατικής τριβής ($T\sigma_{\max}$) που ασκείται στο σώμα και την αποκτά όταν αυτό είναι έτοιμο να ολισθήσει πάνω στο άλλο. Ισχύει: $0 \leq T\sigma \leq T\sigma_{\max}$
- Η οριακή τριβή εξαρτάται από τη φύση των τριβόμενων επιφανειών (συντελεστής οριακής

τριβής μ_s) και από την κάθετη αντίδραση των επιφανειών:

$$T\sigma_{\max} = \mu_s \cdot N$$

2. « Τριβή ολίσθησης είναι η δύναμη που αναπτύσσεται μεταξύ δύο επιφανειών όταν μετακινείται η μία ως προς την άλλη. Έχει διεύθυνση παράλληλη στην επιφάνεια επαφής και φορά αντίθετη από τη φορά της σχετικής κίνησης των δύο επιφανειών ».

Σε κάθε επιφάνεια αναπτύσσεται από μία δύναμη τριβής, που έχουν σχέση δράσης - αντίδρασης.

- **Νόμοι της τριβής ολίσθησης:** Η τριβή ολίσθησης:

i) Εξαρτάται από τη φύση των τριβόμενων επιφανειών (συντελεστής τριβής μ_{ol}) και από την

κάθετη αντίδραση των επιφανειών.

$$T = \mu_{ol} \cdot N$$

ii) Δεν εξαρτάται από το εμβαδόν των τριβόμενων επιφανειών και από τη σχετική μεταξύ τους ταχύτητα, εφόσον η ταχύτητα δεν υπερβαίνει ορισμένο όριο.

Πώς λύνουμε προβλήματα δυναμικής με τριβή:

ΓΕΝΙΚΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ:

Τα βήματα που μπορούμε να ακολουθήσουμε, προκειμένου να λύσουμε μια άσκηση Δυναμικής είναι τα εξής:

1. Με βάση την εκφώνηση του προβλήματος καθορίζουμε το σώμα που θα μελετήσουμε, αφού κάνουμε ένα απλό σχήμα του σώματος, σε μια τυχαία θέση της κίνησής του.

2. Σχεδιάζουμε με προσοχή όλες τις δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα που εξετάζουμε. Για τη σωστή τοποθέτηση των δυνάμεων παίρνουμε υπ' όψη ότι αυτές μπορεί να είναι είτε από επαφή, είτε από απόσταση.

3. Επιλέγουμε το ορθογώνιο σύστημα αξόνων, έτσι ώστε ο $x'x$ άξονας να συμπίπτει με τη διεύθυνση κίνησης. Επομένως, ο $y'y$ θα είναι κάθετος προς αυτόν.

4. Αναλύουμε στους άξονες $x'x$ και $y'y$ τις δυνάμεις εκείνες που δεν βρίσκονται πάνω σε αυτούς.

5. α) Αν το σώμα είναι ακίνητο ή κινείται με ευθύγραμμη ομαλή κίνηση ($\vec{v} = \text{σταθ}$) στηρίζομαστε στη συνθήκη ισορροπίας $\Sigma F_x = 0$ (ή) και $\Sigma F_y = 0$, σύμφωνα με τον **1^ο νόμο του Newton**.

β) Αν το σώμα κινείται με την επίδραση σταθερής (συνισταμένης) δύναμης κάνοντας ομαλά μεταβαλλόμενη κίνηση ($\vec{a} = \text{σταθ}$), στηρίζομαστε στο **2^ο νόμο του Newton** κάνοντας χρήση των εξισώσεων:

i) αν η κίνηση γίνεται μόνο στον άξονα $x'x$, τότε: $\Sigma F_x = ma$ και $\Sigma F_y = 0$.

ii) αν η κίνηση γίνεται μόνο στον άξονα $y'y$, τότε: $\Sigma F_x = 0$ και $\Sigma F_y = ma$.

Σε όλες τις περιπτώσεις ως θετική φορά του άξονα $x'x$ (για τις δυνάμεις) παίρνουμε τη φορά της κίνησης.

γ) Για να βρούμε το ζητούμενο πιθανόν, να είναι αρκετή η χρήση μίας μόνο από τις παραπάνω εξισώσεις. Ίσως όμως να χρειάζεται να χρησιμοποιήσουμε επί πλέον, τις κατάλληλες εξισώσεις της κινηματικής, σύμφωνα με το είδος της κίνησης που κάνει το σώμα για να καταλήξουμε στο ζητούμενο.

ΜΕΡΙΚΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ

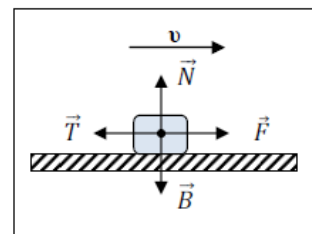
1) Το σώμα κινείται σε οριζόντιο επίπεδο με την επίδραση οριζόντιας δύναμης F .

Αφού το σώμα κινείται η τριβή είναι τριβή ολίσθησης. Διακρίνουμε δύο περιπτώσεις:

A. Κινείται με σταθερή ταχύτητα. Τότε εφαρμόζοντας τους νόμους του Νεύτωνα στους άξονες xx' και yy' έχουμε:

$$\left. \begin{aligned} \Sigma F_x = 0 &\rightarrow F = T \\ \Sigma F_y = 0 &\rightarrow N = B = mg \\ T = \mu N &\rightarrow \mathbf{T = \mu mg} \end{aligned} \right\} (1)$$

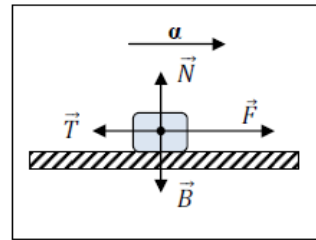
Ανάλογα με τα δεδομένα λύνουμε το σύστημα (1) και υπολογίζουμε τα ζητούμενα.



B. Κινείται με σταθερή επιτάχυνση σε οριζόντιο επίπεδο. Τότε εφαρμόζοντας τους νόμους του Νεύτωνα στους άξονες x' και y' έχουμε:

$$\left. \begin{aligned} \Sigma F_x &= ma \rightarrow F - T = ma \\ \Sigma F_y &= 0 \rightarrow N = B = mg \\ T &= \mu N \rightarrow \mathbf{T = \mu mg} \end{aligned} \right\} (2)$$

Ανάλογα με τα δεδομένα λύνουμε το σύστημα (2) και υπολογίζουμε τα ζητούμενα.



Προσοχή !!!!! Στη σχέση $T = \mu N$ η τιμή του N δεν είναι υποχρεωτικά ίση με το βάρος.

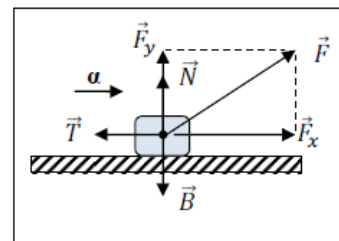
2) Το σώμα κινείται σε οριζόντιο επίπεδο με την επίδραση πλάγιας δύναμης F .

Αν το σώμα κινείται σε οριζόντιο επίπεδο με την ασκούμενη δύναμη F να σχηματίζει γωνία με τον άξονα x' .

Τότε από την ανάλυση των δυνάμεων προκύπτει:

$$\begin{aligned} \Sigma F_x &= F_x - T = ma \quad (1) \\ \Sigma F_y &= N + F_y - mg = 0 \rightarrow N = mg - F_y \quad (2) \\ T &= \mu N \rightarrow \mathbf{T = \mu(mg - F_y)} \quad (3) \end{aligned}$$

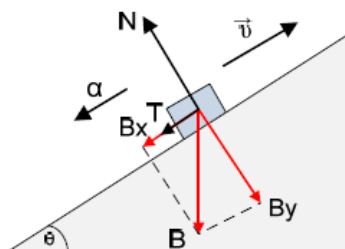
Από το συνδυασμό των σχέσεων (1), (2) και (3) υπολογίζουμε τα ζητούμενα.



3) Το σώμα κινείται σε κεκλιμένο επίπεδο χωρίς την επίδραση εξωτερικής δύναμης F .

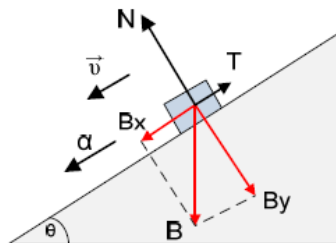
A) Άνοδος : Η τριβή είναι ομόρροπη της B_x (επιβραδυνόμενη κίνηση, $\vec{a} \uparrow \downarrow \vec{v}$)

Σχεδιάζουμε τις δυνάμεις και αναλύουμε το βάρος κατά τα γνωστά:



$$\begin{aligned} \Sigma F_x &= ma \rightarrow -B_x - T = ma \\ \Sigma F_y &= 0 \rightarrow N - B_y = 0 \rightarrow N = mg \sin \theta \\ T &= \mu N \rightarrow \mathbf{T = \mu mg \sin \theta} \end{aligned}$$

Β) Κάθοδος : Η τριβή είναι αντίρροπη της B_x (επιταχυνόμενη κίνηση, $\vec{a} \uparrow \vec{v}$)
Σχεδιάζουμε τις δυνάμεις και αναλύουμε το βάρος κατά τα γνωστά:

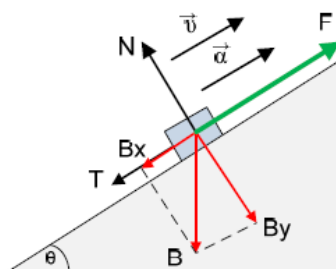


$$\begin{aligned}\Sigma F_x &= ma \rightarrow B_x - T = ma \\ \Sigma F_y &= 0 \rightarrow N - B_y = 0 \rightarrow N = mg \sin \theta \\ T &= \mu N \rightarrow \mathbf{T = \mu mg \sin \theta}\end{aligned}$$

3) Το σώμα κινείται σε κεκλιμένο επίπεδο με την επίδραση εξωτερικής δύναμης F.

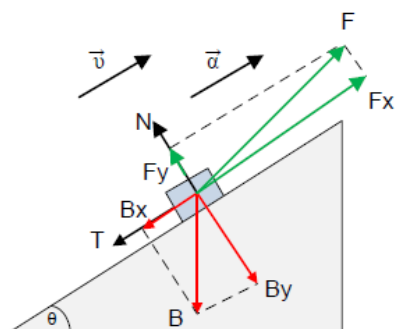
Στην περίπτωση αυτή η δύναμη F μπορεί να είναι Α) παράλληλη προς την επιφάνεια του κεκλιμένου επιπέδου ή Β) να σχηματίζει κάποια γωνία με αυτήν.

Α)



$$\begin{aligned}\Sigma F_x &= ma \rightarrow F - B_x - T = ma \\ \Sigma F_y &= 0 \rightarrow N - B_y = 0 \rightarrow N = mg \sin \theta \\ T &= \mu N \rightarrow \mathbf{T = \mu mg \sin \theta}\end{aligned}$$

Β)



$$\begin{aligned}\Sigma F_x &= ma \rightarrow F_x - B_x - T = ma \\ \Sigma F_y &= 0 \rightarrow N + F_y - B_y = 0 \rightarrow N = mg \sin \theta - F_y \\ T &= \mu N \rightarrow \mathbf{T = \mu (mg \sin \theta - F_y)}\end{aligned}$$

Παράδειγμα: Περίπτωση 1 Β.

Σώμα μάζας $m = 5 \text{ kg}$ βρίσκεται ακίνητο πάνω οριζόντιο επίπεδο με το οποίο παρουσιάζει συντελεστή τριβής ολίσθησης $\mu = 0,4$. Τη χρονική στιγμή $t = 0$ ασκείται στο σώμα σταθερή οριζόντια δύναμη μέτρου $F = 30 \text{ N}$.

α) Να υπολογίσετε την ταχύτητα v και τη μετατόπιση του σώματος τη χρονική στιγμή $t_1 = 10 \text{ s}$.

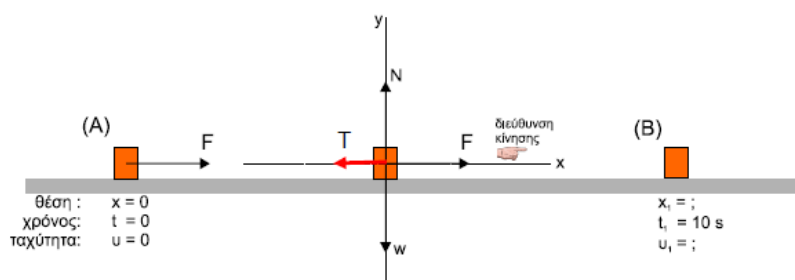
β) Να κάνετε τα διαγράμματα $v - t$ και $x - t$, από την $t = 0$ μέχρι τη χρονική στιγμή t_1 .

Να θεωρήσετε ότι ο συντελεστής τριβής ολίσθησης ταυτίζεται με το συντελεστή οριακής τριβής.

1° Βήμα: Κατασκευάζουμε ένα σχήμα με το σώμα, που θεωρούμε ως υλικό σημείο, δηλαδή σώμα αμελητέων διαστάσεων, σε μια αρχική θέση (Α) και μια τελική θέση (Β) αντίστοιχα της ευθύγραμμης διαδρομής του. Στις δύο θέσεις σημειώνουμε πληροφορίες που αφορούν τη θέση x , τη χρονική στιγμή t και την ταχύτητα v του σώματος πάνω στην ευθεία.



2° Βήμα: Στη συνέχεια σχεδιάζουμε το σώμα σε μια ενδιάμεση θέση της διαδρομής του όπου σχεδιάζουμε όλες τις δυνάμεις που δέχεται. Επιλέγουμε το κατάλληλο σύστημα ορθογωνίων αξόνων, με άξονα xx' να συμπίπτει με τη διεύθυνση της κίνησης. Φυσικά αν χρειάζεται αναλύουμε τις δυνάμεις σε συνιστώσες.



3° Βήμα: Στη διεύθυνση yy' που το σώμα δεν κινείται, εφαρμόζουμε τον 1° Νόμο του Νεύτωνα δηλαδή $\Sigma F_y = 0$, οπότε λαμβάνοντας μια θετική φορά, γράφουμε τις δυνάμεις που βρίσκονται στη διεύθυνση αυτή με τις αλγεβρικές τους τιμές:

$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow N - w = 0 \Rightarrow N = w \Leftrightarrow N = mg \quad (1)$$

Με τη βοήθεια της σχέσης (1) υπολογίζουμε το μέτρο της τριβής ολίσθησης:

$$T = \mu \cdot N = \mu \cdot m \cdot g = 20 \text{ N}$$

4° Βήμα: Στη διεύθυνση της κίνησης xx' εφαρμόζουμε το 2° Νόμο του Νεύτωνα $\Sigma F_x = ma$. Θεωρούμε και πάλι μια θετική φορά (συνήθως ορίζουμε ως θετική, τη φορά προς τα δεξιά του

άξονα) και σημειώνουμε τις δυνάμεις με την αλγεβρική τους τιμή, έτσι υπολογίζουμε την επιτάχυνση a που αποκτά το σώμα:

$$\Sigma F_x = ma \Rightarrow F - T = ma \Leftrightarrow 30 - 20 = 5 \cdot a \Leftrightarrow a = 2 \text{ m/s}^2 \quad (2)$$

Παρατήρηση: Αν το μέτρο της F προκύψει μικρότερο ή ίσο με το μέτρο της T τότε η τριβή T είναι στατική και το σώμα δεν πρόκειται να μετακινηθεί στη διεύθυνση του άξονα xx' .

5^ο Βήμα: Εφόσον γνωρίζουμε την επιτάχυνση a , μπορούμε να καταφύγουμε στις αντίστοιχες εξισώσεις της κίνησης και να υπολογίσουμε την ταχύτητα του σώματος και τη μετατόπισή του.

Στην περίπτωση μας η κίνηση είναι ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη χωρίς αρχική ταχύτητα, οπότε οι σχέσεις για την ταχύτητα και τη μετατόπιση που περιγράφονται από τις εξισώσεις:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Leftrightarrow a = \frac{v}{t_1} \Leftrightarrow v = a \cdot t_1 \xrightarrow{(2)} v = 2 \cdot 10 \Leftrightarrow v = 20 \text{ m/s}$$

$$\Delta x = \frac{1}{2} a \cdot \Delta t^2 = \frac{1}{2} a \cdot t_1^2 = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 100 \Leftrightarrow \Delta x = 100 \text{ m}$$

6^ο Βήμα: Κατασκευάζουμε τις αντίστοιχες γραφικές παραστάσεις κατά τα γνωστά :

