

Physics

Reminder...

- Διαλέξεις
 - Προαιρετική παρουσία!
 - Είστε εδώ γιατί **θέλετε** να ακούσετε/συμμετέχετε
 - Δεν υπάρχουν απουσίες
- Υπάρχει σεβασμός στους συναδέλφους σας και στην εκπαιδευτική διαδικασία
- COVID attention: προσέρχεστε με τα απαραίτητα δικαιολογητικά
- Προστατέψτε εσάς και τους συναδέλφους σας: απέχετε από το μάθημα αν δεν είστε/αισθάνεστε καλά



Εικόνα: Isaac Newton: Θεωρείται πατέρας της Κλασικής Φυσικής, καθώς ξεκινώντας από τις παρατηρήσεις του Γαλιλαίου αλλά και τους νόμους του Κέπλερ για την κίνηση των πλανητών διατύπωσε τους τρεις μνημειώδεις νόμους της κίνησης και τον περισπούδαστο «νόμο της βαρύτητας»

Φυσική για Μηχανικούς

Μηχανική

Οι Νόμοι της Κίνησης



Εικόνα: Isaac Newton: Θεωρείται πατέρας της Κλασικής Φυσικής, καθώς ξεκινώντας από τις παρατηρήσεις του Γαλιλαίου αλλά και τους νόμους του Κέπλερ για την κίνηση των πλανητών διατύπωσε τους τρεις μνημειώδεις νόμους της κίνησης και τον περισπούδαστο «νόμο της βαρύτητας»

Φυσική για Μηχανικούς

Μηχανική

Οι Νόμοι της Κίνησης

Οι Νόμοι της Κίνησης (review...)

- **Αδρανειακό σύστημα αναφοράς**

- Σύστημα αναφοράς που ισχύουν οι Νόμοι του Newton

- **Δύναμη**

- Αίτιο που προκαλεί **μεταβολή** στην κινητική κατάσταση ενός σώματος

- **Νόμοι Newton:**

- **1^{ος}:** Αν η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται σε ένα σώμα είναι μηδενική, η ταχύτητά του δεν μπορεί να μεταβληθεί, δηλ. το σώμα δεν μπορεί να επιταχυνθεί
 - **2^{ος}:** Η επιτάχυνση ενός σώματος είναι ανάλογη της συνισταμένης των δυνάμεων που ασκούνται πάνω του και αντίστροφα ανάλογη της μάζας του.
 - **3^{ος}:** Αν δυο σώματα αλληλεπιδρούν, η δύναμη που ασκείται στο πρώτο από το δεύτερο σώμα έχει ίδιο μέτρο και αντίθετη κατεύθυνση με τη δύναμη που ασκείται από το δεύτερο στο πρώτο σώμα.

- **Ανάλυση σε συνιστώσες!!**

- **Διάγραμμα ελεύθερου σώματος (σχήμα: σώμα + δυνάμεις)**

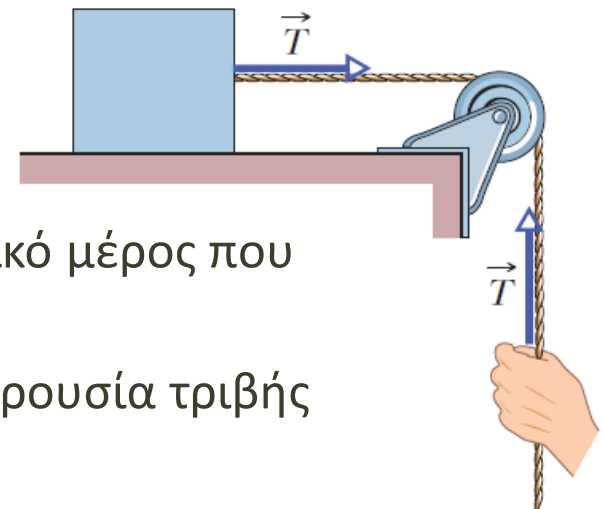
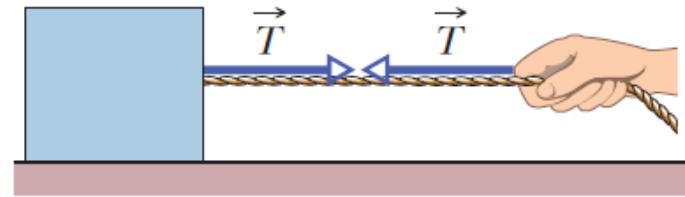
Οι Νόμοι της Κίνησης (review...)

- **Δυο σημεία** που πρέπει να προσέξετε
- 1) Σε ένα πρόβλημα, είναι δυνατόν να έχετε διαφορετικά μοντέλα ανάλυσης σε διαφορετικές κατευθύνσεις (άξονες)
 - Ισορροπία στον άξονα y
 - Επιτάχυνση στον άξονα x
- 2) Είναι δυνατόν να περιγραφεί ένα αντικείμενο από πολλαπλά μοντέλα ανάλυσης (την ίδια στιγμή!)
 - Σώμα υπό επίδραση δύναμης στον άξονα x
 - Σώμα υπό επίδραση σταθερής επιτάχυνσης στον άξονα x

Οι Νόμοι της Κίνησης

● Τάση νήματος και τροχαλίες

- Έστω ένα **τεντωμένο νήμα** (ή καλώδιο ή σχοινί ή άλλο παρόμοιο) που δένεται σε ένα σώμα
- Αν τραβήξουμε το σώμα μέσω του νήματος, το νήμα τραβά το σώμα (και το χέρι) με δύναμη $\vec{T}$ με κατεύθυνση μακριά από (προς) το σώμα και κατά μήκος του νήματος
- Η δύναμη συχνά ονομάζεται **τάση νήματος**
- Συχνά το νήμα θεωρείται αβαρές και ανελαστικό (χωρίς βάρος και χωρίς ικανότητα «τεντώματος» ή «συμπίεσης»)
- Μια **τροχαλία** αποτελείται από ένα κυλινδρικό μέρος που περιστρέφεται γύρω από έναν άξονα
- Θεωρούνται και αυτές αβαρείς και χωρίς παρουσία τριβής κατά την κύλισή τους

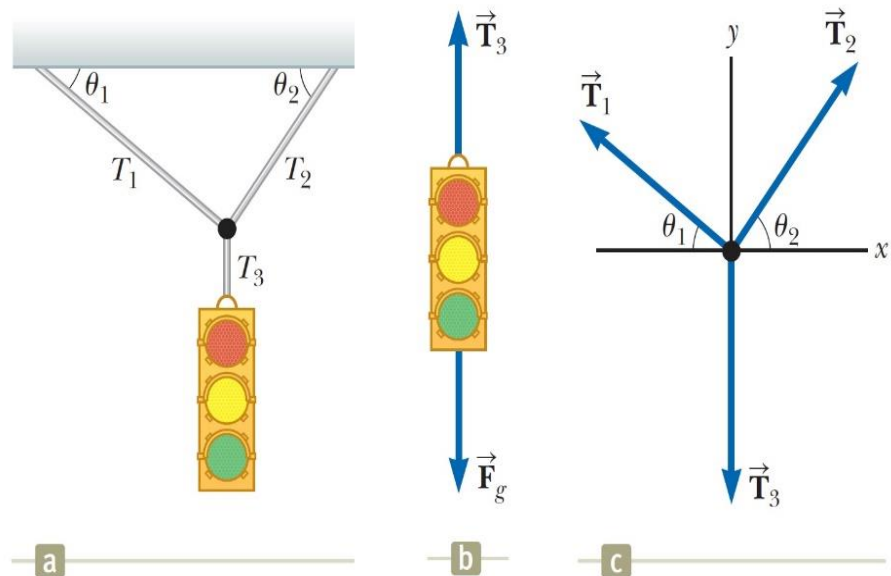


Οι Νόμοι της Κίνησης

◉ Παράδειγμα

Ένα φανάρι με βάρος 122 N κρέμεται από ένα καλώδιο, που κρέμεται από άλλα δυο καλώδια, όπως στο Σχήμα.

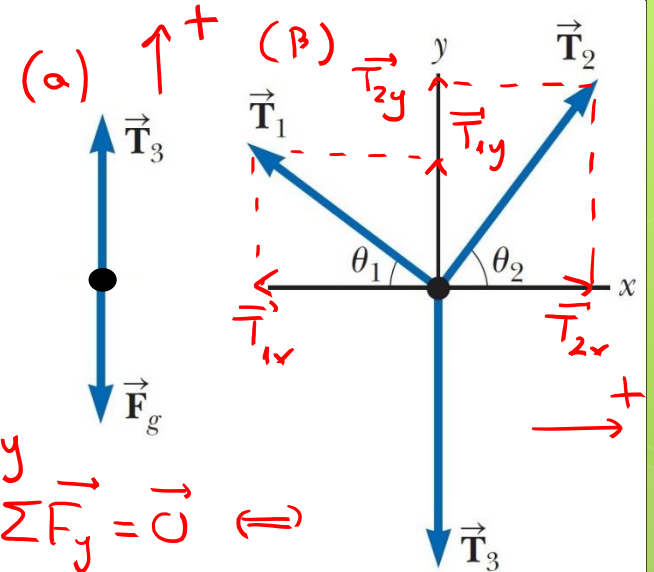
Οι γωνίες θ_1, θ_2 είναι ίσες με 37 και 53 μοίρες, αντίστοιχα. Τα πάνω καλώδια σπάνε αν δεχθούν δύναμη μεγαλύτερη από 100 N. Μπορεί να συμβεί αυτό;



Οι Νόμοι της Κίνησης

Παράδειγμα – Λύση:

Δίνονται: $\cos(37) = 0.8, \sin(37) = 0.6$
 $\cos(53) = 0.6, \sin(53) = 0.8$



Στο σχήμα (α) το φανέρι στεν άξονα γγ ισορροπεί. Ισχύει ο 1ος Νόμος Newton: $\sum \vec{F}_y = \vec{0} \Leftrightarrow$

$$\Leftrightarrow \vec{T}_3 + \vec{F}_g = \vec{0} \Rightarrow T_3 - F_g = 0 \Leftrightarrow T_3 = F_g = mg = 122 \text{ N} \text{ (1)}$$

Στο σχήμα (β), το φανέρι ισορροπεί στεν άξονα γγ. Ισχύει ο 1ος Νόμος Newton:

- γ-άξονας: $\sum \vec{F}_y = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{T}_{2y} + \vec{T}_{1y} + \vec{T}_3 = \vec{0} \Rightarrow$

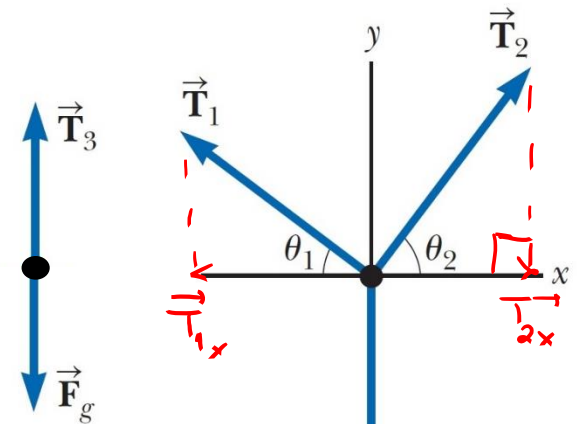
$$\Rightarrow T_{2y} + T_{1y} - T_3 = 0 \Leftrightarrow T_2 \sin \theta_2 + T_1 \sin \theta_1 = T_3 \stackrel{\textcircled{1}}{=} 122 \text{ N} \text{ (2)}$$

- x-άξονας: $\sum \vec{F}_x = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{T}_{1x} + \vec{T}_{2x} = \vec{0} \Rightarrow T_{2x} - T_{1x} = 0$

Οι Νόμοι της Κίνησης

Παράδειγμα – Λύση:

Δίνονται: $\cos(37) = 0.8$, $\sin(37) = 0.6$
 $\cos(53) = 0.6$, $\sin(53) = 0.8$



$$\Leftrightarrow T_{2x} = T_{1x} \Leftrightarrow T_2 \cos \theta_2 = T_1 \cos \theta_1 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow T_2 = \frac{\cos \theta_1}{\cos \theta_2} T_1 = \frac{\cos 37^\circ}{\cos 53^\circ} T_1 = \frac{0.8}{0.6} T_1 = \frac{4}{3} T_1 \Leftrightarrow$$

$$\Rightarrow T_2 = \frac{4}{3} T_1 \quad (3)$$

$$\text{Η } (2) \stackrel{(3)}{\Rightarrow} \frac{4}{3} T_1 \sin 53^\circ + T_1 \sin 37^\circ = 122 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \frac{4}{3} T_1 \cdot 0.8 + T_1 \cdot 0.6 = 122 \Leftrightarrow T_1 = 73.2 \text{ N} < 100 \text{ N}$$

$$\text{Επίσης, } T_2 = \frac{4}{3} T_1 = \frac{4}{3} \cdot 73.2 = 97.6 \text{ N} < 100 \text{ N}$$

Άρα τα καλώδια δεν θα σπάσουν.

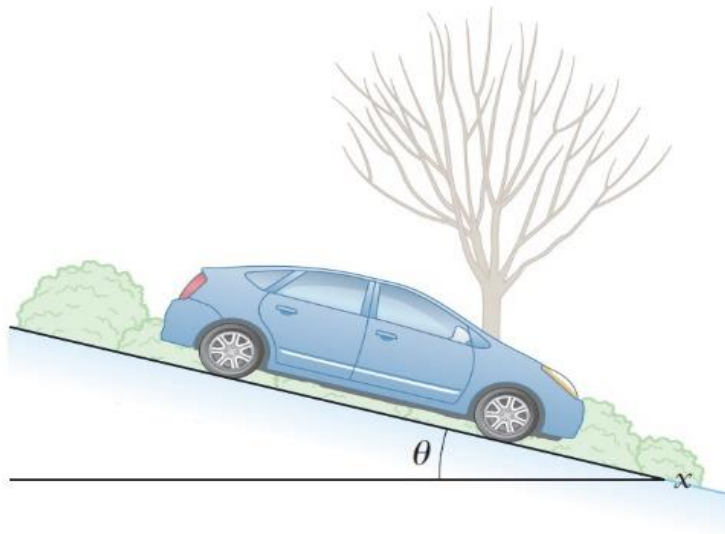
Οι Νόμοι της Κίνησης

◉ Παράδειγμα:

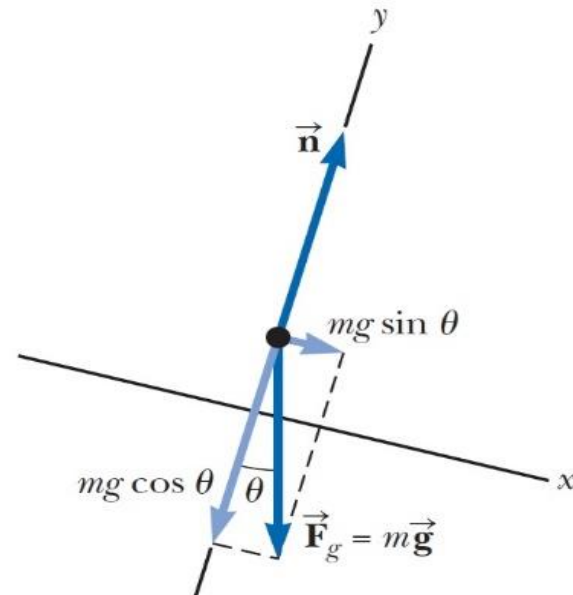
Αυτοκίνητο μάζας m κινείται χωρίς τριβές σε κεκλιμένο επίπεδο γωνίας θ .

A) Βρείτε την επιτάχυνση του αυτοκινήτου.

B) Αν το αυτοκίνητο αφεθεί από την κορυφή του κεκλιμένου, που απέχει απόσταση d από το τέρμα του κεκλιμένου, πόσο χρόνο χρειάζεται για να φτάσει στο τέρμα του κεκλιμένου, και ποια η ταχύτητά του όταν φτάνει εκεί;



a



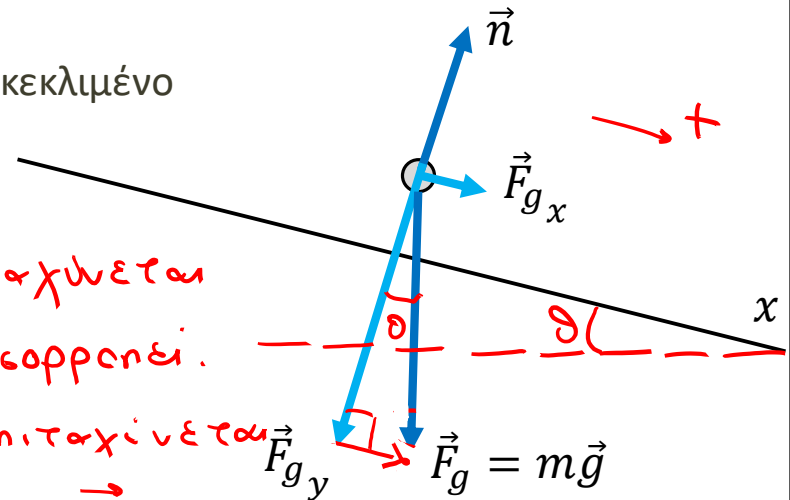
b

Οι Νόμοι της Κίνησης

● Παράδειγμα – Λύση:

Αυτοκίνητο μάζας m κινείται χωρίς τριβές σε κεκλιμένο επίπεδο γωνίας θ .

A) Βρείτε την επιτάχυνση του αυτοκινήτου.



Το σώμα μάζας m κινείται και επιταχύνεται μόνο στον x . Στον άξονα y ισορροπεί.

Άρα $\vec{a}_y = \vec{0}$. Στον άξονα x επιταχύνεται, άρα ισχύει ο 2ος Νόμος Newton: $\sum \vec{F}_x = m\vec{a}_x \Leftrightarrow$

$$\Leftrightarrow \vec{F}_{gx} = m\vec{a}_x \Rightarrow F_{gx} = ma_x \Leftrightarrow F_g \sin\theta = ma_x \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow mg \sin\theta = ma_x \Leftrightarrow a_x = g \sin\theta$$

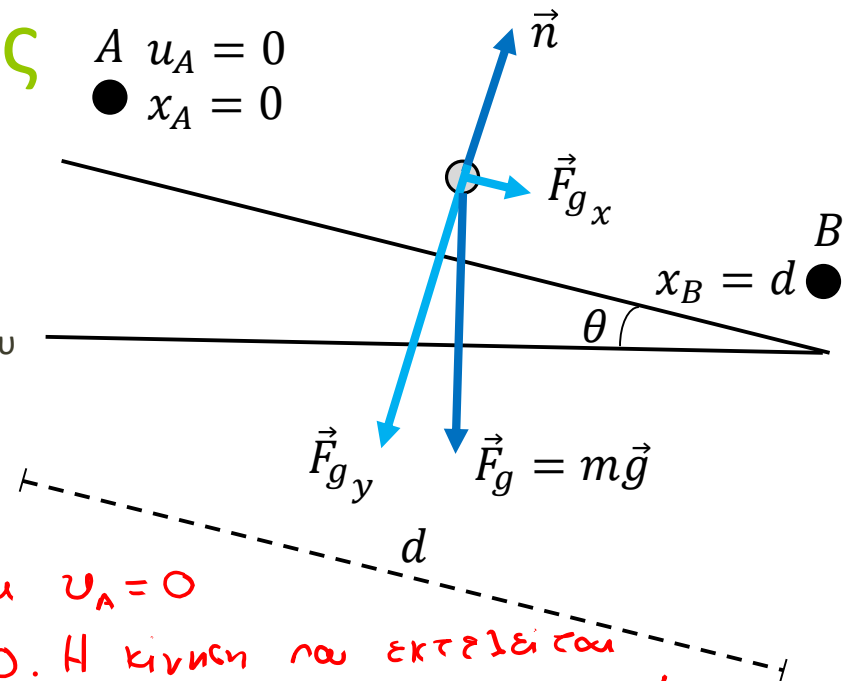
$$\text{Συνολικά, } \vec{a} = g \sin\theta \cdot \vec{i} + 0 \cdot \vec{j} = g \sin\theta \cdot \vec{i}$$

Οι Νόμοι της Κίνησης

● Παράδειγμα – Λύση:

Αυτοκίνητο μάζας m κινείται χωρίς τριβές σε κεκλιμένο επίπεδο γωνίας θ .

Β) Αν το αυτοκίνητο αφεθεί από την κορυφή του κεκλιμένου, που απέχει απόσταση d από το τέρμα του κεκλιμένου, πόσο χρόνο χρειάζεται για να φτάσει στο τέρμα του κεκλιμένου, και ποια η ταχύτητά του όταν φτάνει εκεί;



Στην κορυφή του κεκλιμένου ισχύει $u_A = 0$
 και $x_A = 0$, ενώ στη βάση, $x_B = d$. Η κίνηση που εκτελείται
 είναι ευθύγραμμη με σταθερή επιτάχυνση, την οποία γνωρίζουμε,
 μόνο όταν άξονα x έχουμε. Από εξίσωση κινητικής έχουμε:

$$x_B = x_A + u_{Ax}t + \frac{1}{2}a_x t^2 \Leftrightarrow d = 0 + 0 \cdot t + \frac{1}{2}g \sin \theta \cdot t^2 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow t^2 = \frac{2d}{g \sin \theta} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2d}{g \sin \theta}}. \text{ Επίσης, } u_{Bx} = u_{Ax} + a_x t \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow u_{Bx} = 0 + g \sin \theta \sqrt{\frac{2d}{g \sin \theta}} = \sqrt{2gd \sin \theta}$$

Οι Νόμοι της Κίνησης

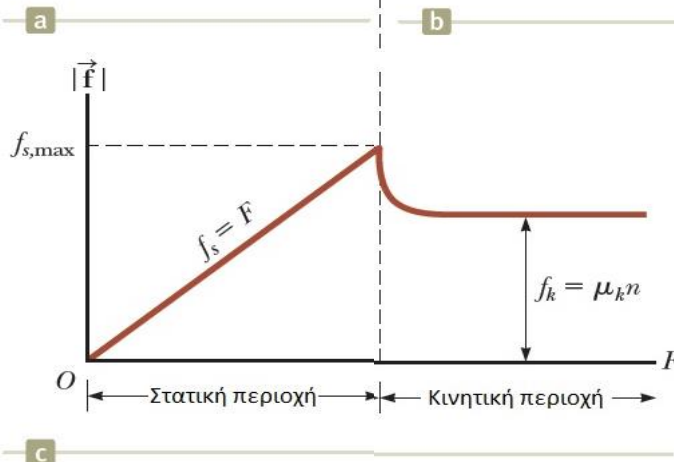
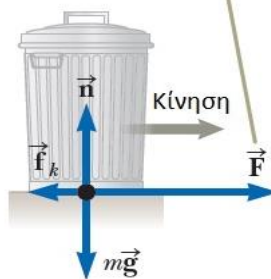
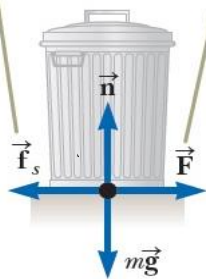
◉ Δυνάμεις Τριβής

- ◉ Ως τώρα, τις αγνοήσαμε
- ◉ Πολύ σημαντικές (είναι ο λόγος που περπατάμε, που τα αυτοκίνητα κινούνται, που μπορούμε να κρατήσουμε ένα μολύβι, που μπορούμε να δέσουμε τα κορδόνια μας κλπ)
- ◉ **Τριβή ονομάζουμε τη δύναμη που αντιστέκεται στην κίνηση ενός σώματος που εφάπτεται σε επιφάνεια**
- ◉ Πολλά είδη τριβής
 - ◉ Στατική τριβή, τριβή ολίσθησης, τριβή ρευστών, κ.α.
- ◉ Στη Κίνηση Σωμάτων, μας ενδιαφέρουν κυρίως οι:
 - ◉ Στατική τριβή
 - ◉ Τριβή ολισθήσεως

Οι Νόμοι της Κίνησης

Για μια μικρή δύναμη που εφαρμόζεται στον κάδο, το μέτρο της δύναμης της στατικής τριβής ισούται με το μέτρο της εφαρμοζόμενης δύναμης.

Όταν το μέτρο της εφαρμοζόμενης δύναμης υπερβεί το μέτρο της μέγιστης δύναμης της στατικής τριβής, ο κάδος απελευθερώνεται και επιταχύνεται προς τα δεξιά.



● Στατική Τριβή

- Δύναμη $\vec{f}_s$ που αντιστέκεται στην κίνηση και στη δύναμη που την προκαλεί σε ένα ακίνητο αντικείμενο

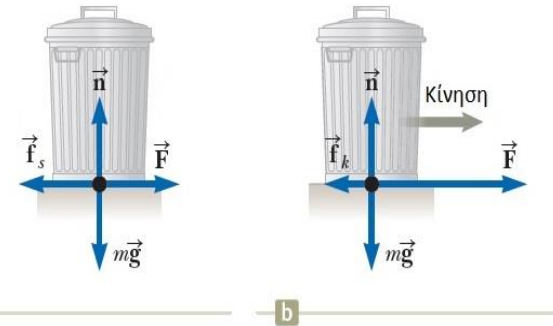
● Τριβή Ολίσθησης

- Δύναμη $\vec{f}_k$ που αντιστέκεται στην κίνηση για ένα αντικείμενο που βρίσκεται σε κίνηση

Οι Νόμοι της Κίνησης

ο Παρατηρήσεις

- ο Το μέτρο της δύναμης της **στατικής** τριβής f_s ανάμεσα σε δυο επιφάνειες σε επαφή μπορεί να πάρει τιμές



$$f_s \leq \mu_s n \Rightarrow f_{s,max} = \mu_s n$$

όπου η σταθερά μ_s λέγεται **συντελεστής στατικής τριβής**, και n είναι το μέτρο της δύναμης που ασκείται από την ακίνητη επιφάνεια στην κινούμενη επιφάνεια (από το έδαφος στον κάδο)

- ο Το μέτρο της δύναμης της τριβής **ολίσθησης** ανάμεσα σε δυο επιφάνειες ισούται με

$$f_k = \mu_k n$$

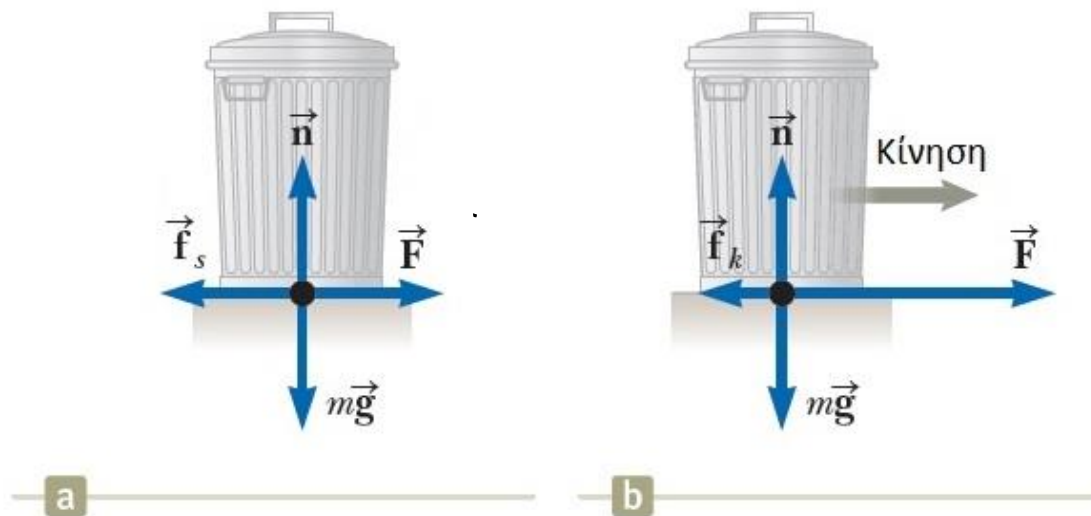
Οι εξισώσεις αυτές ΔΕΝ είναι διανυσματικές!!

όπου η σταθερά μ_k λέγεται **συντελεστής τριβής ολίσθησης**.

- ο Οι συντελεστές αυτοί θα θεωρούνται σταθεροί

Οι Νόμοι της Κίνησης

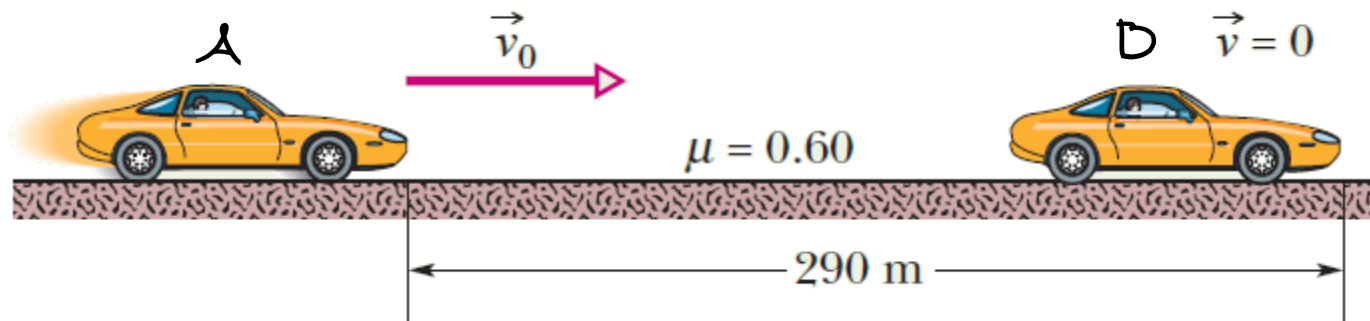
- Οι τιμές των συντελεστών εξαρτώνται από το είδος της επιφάνειας
- Η **διεύθυνση** της δύναμης τριβής είναι πάντα **παράλληλη με την επιφάνεια** στην οποία εφάπτεται το σώμα, και η **φορά** της πάντα **αντίθετη** στην κίνηση (ή στην προσπάθεια κίνησης) σε σχέση με την επιφάνεια



Οι Νόμοι της Κίνησης

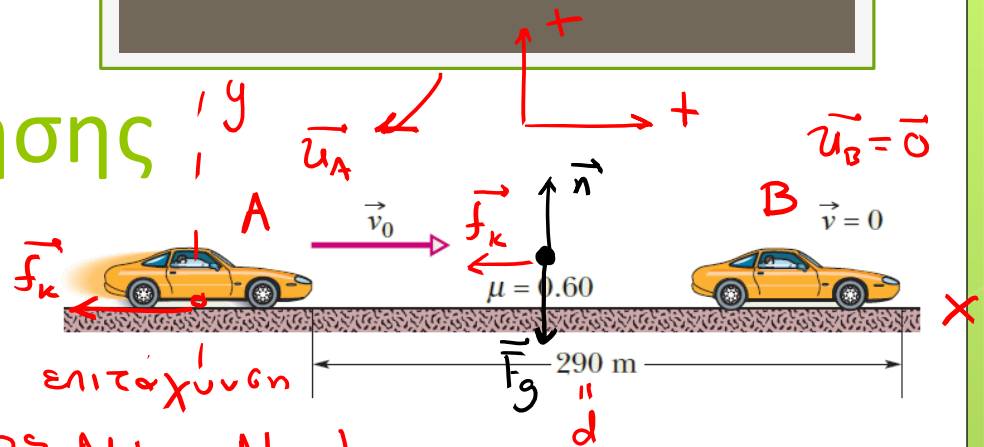
● Παράδειγμα:

- Όταν οι τροχοί ενός αυτοκινήτου «κλειδώνουν» (σταματούν να γυρίζουν) εξ' αιτίας ενός απότομου φρεναρίσματος, το αυτοκίνητο ολισθαίνει στο δρόμο και «αποτυπώνει» στο οδόστρωμα ίχνη από τα ελαστικά του. Το ρεκόρ για τα μεγαλύτερα σε μήκος ίχνη ελαστικών σε δημόσιο δρόμο έγινε το 1960 στην Αγγλία – το μήκος του ίχνους ήταν 290 μέτρα! Υποθέτοντας ότι $\mu_k = 0.6$ και ότι το αυτοκίνητο επιταχυνόταν σταθερά κατά το φρενάρισμα, πόσο γρήγορα έτρεχε το αυτοκίνητο ακριβώς όταν «κλείδωσαν» οι τροχοί του;



Οι Νόμοι της Κίνησης

Παράδειγμα – Λύση:



Έχουμε κίνηση με σταθερή επιτάχυνση
στον άξονα x ισχύει ο 2ος Νόμος Newton:

$$\sum \vec{F}_x = m \vec{a}_x \Leftrightarrow \vec{f}_k = m \vec{a}_x \Rightarrow -f_k = m a_x \Leftrightarrow a_x = -\frac{f_k}{m} \quad (1)$$

$$\text{Ισχύει επίσης } f_k = \mu_k n \xrightarrow{(1)} a_x = -\frac{\mu_k n}{m} \quad (2)$$

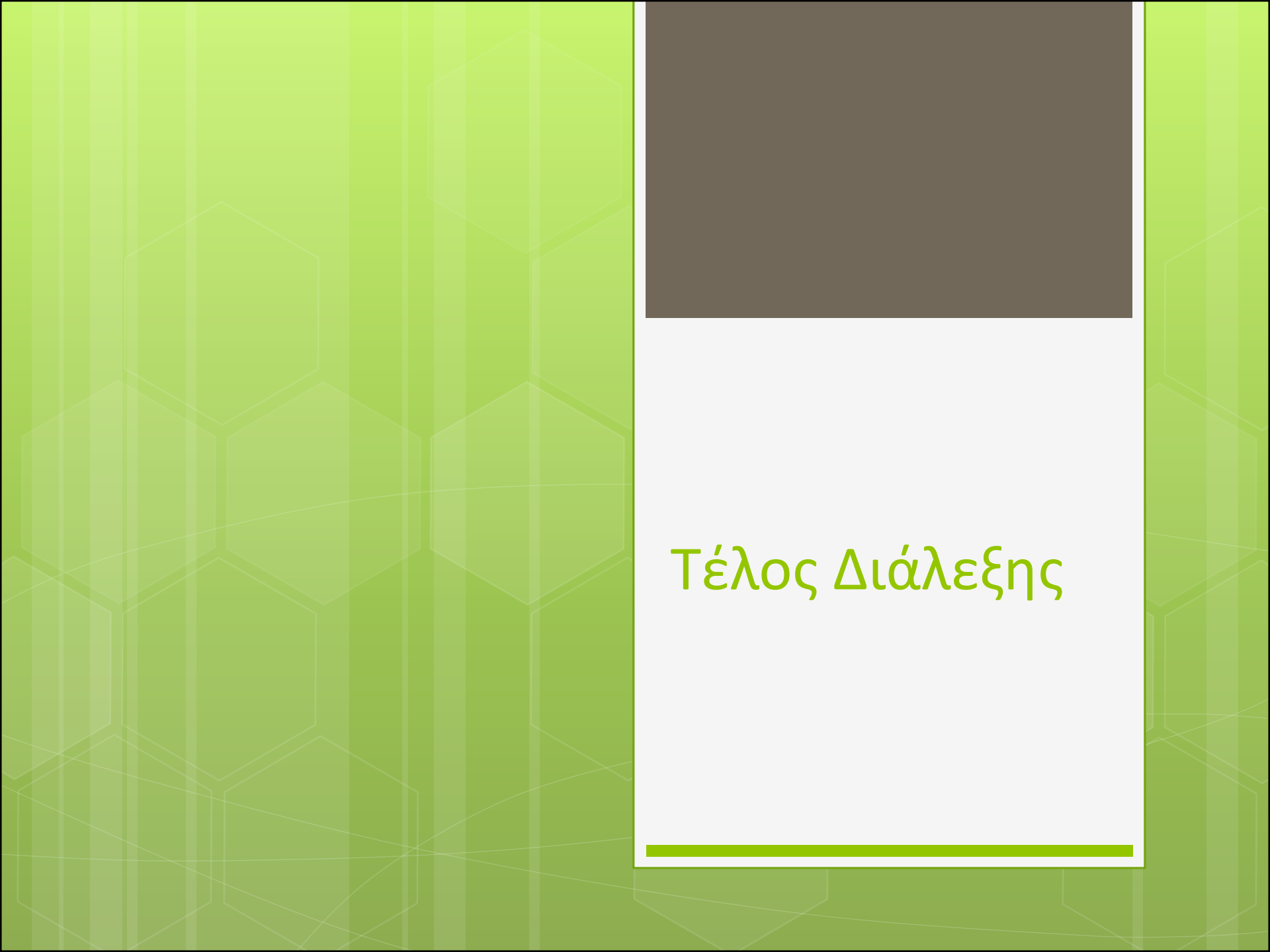
Στον άξονα y το σώμα ισορροπεί, άρα ισχύει ο 1ος Νόμος

$$\text{Newton: } \sum \vec{F}_y = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{n} + \vec{F}_g = \vec{0} \Rightarrow n - F_g = 0 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow n = F_g = mg \quad (3) \quad \text{Η } (2) \xrightarrow{(3)} a_x = -\frac{\mu_k mg}{m} = -\mu_k g \quad (4)$$

$$\text{Από τις εξισώσεις της Κινητικής, } u_B^2 = u_A^2 + 2a_x(x_B - x_A) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow u_B^2 = 0 = u_A^2 - 2\mu_k g(d - 0) \Rightarrow u_A^2 = 3410.4 \Rightarrow u_A \approx 58 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$



Τέλος Διάλεξης