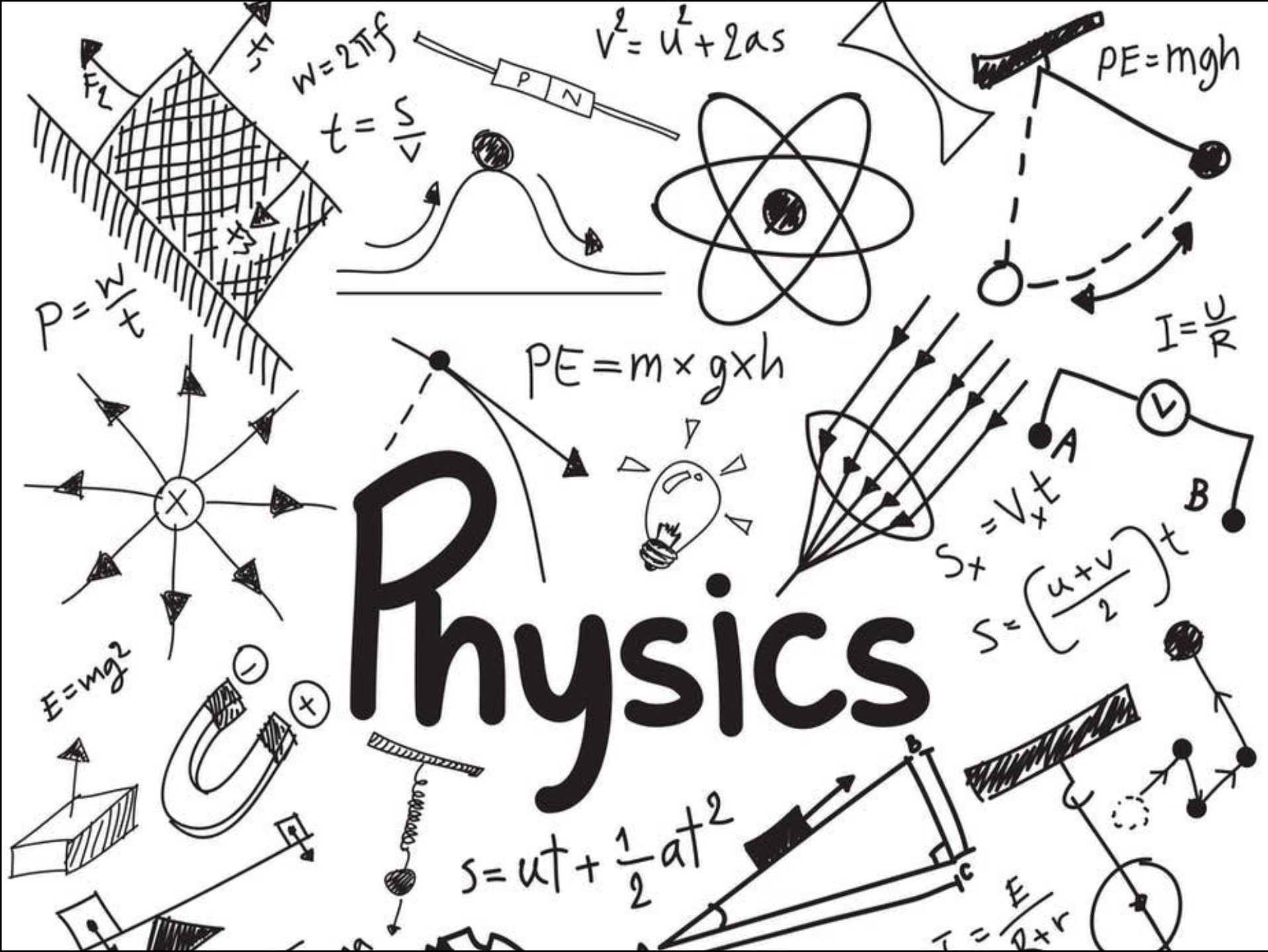


Physics



Reminder...

- ◉ Διαλέξεις
 - ◉ Προαιρετική παρουσία!
- ◉ Είστε εδώ γιατί **θέλετε** να ακούσετε/συμμετέχετε
- ◉ Δεν υπάρχουν απουσίες
- ◉ Υπάρχει σεβασμός στους συναδέλφους σας και στην εκπαιδευτική διαδικασία
- ◉ 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: $\Sigma \vec{F} = \vec{0}$
 - **2^{ος}:** Η επιτάχυνση ενός σώματος είναι ανάλογη της συνισταμένης των δυνάμεων που ασκούνται πάνω του και αντιστρόφως ανάλογη της μάζας του: $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$
 - **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: $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$

- **Ανάλυση σε συνιστώσες!!**

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

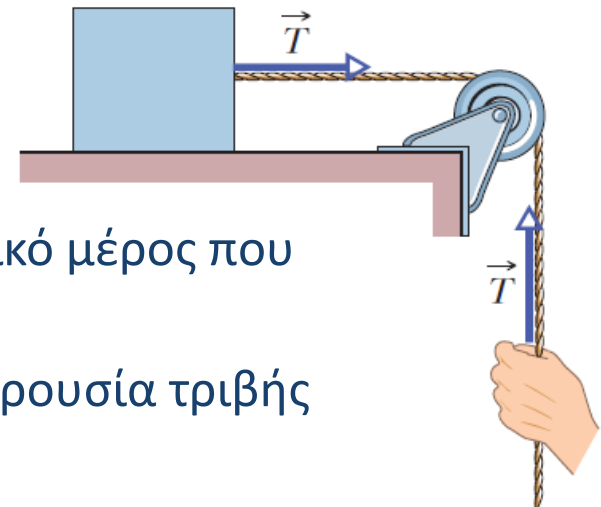
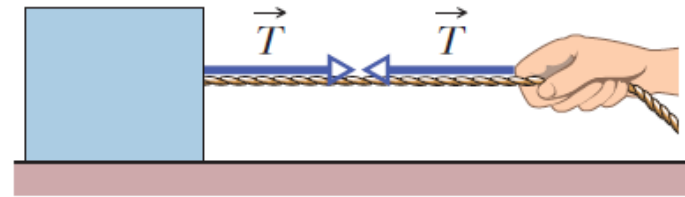
Οι Νόμοι της Κίνησης (review...)

- **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



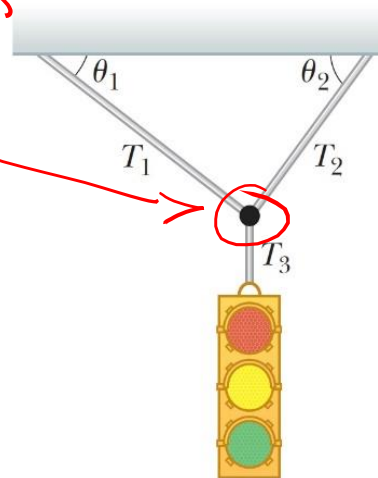
Οι Νόμοι της Κίνησης

◉ 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;

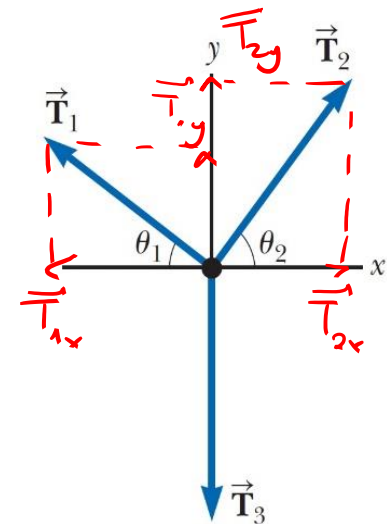
Μας ενδιαφέρουν οι δυνάμεις που ασκούνται στη δείξη των καλωδίων.



a



b



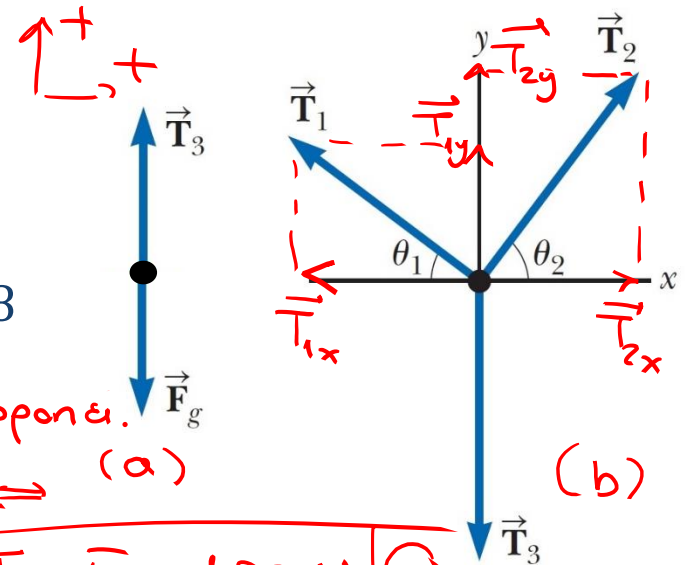
c

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 (a): Το γάντζο - βάρη ισορροπεί.

Ισχύει ο 1ος Νόμος Newton: $\sum \vec{F}_y = \vec{0} \Leftrightarrow$ (a)

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

Στο σχήμα (b): η βέλη των νημάτων ισορροπεί και στα δύο άξονες: $\sum \vec{F}_x = \vec{0}$ και $\sum \vec{F}_y = \vec{0}$

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

$$\Leftrightarrow T_2 \cos(\theta_2) = T_1 \cdot \cos(\theta_1) \Leftrightarrow T_2 \cos 53^\circ = T_1 \cos 37^\circ \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow T_2 = T_1 \frac{\cos 37^\circ}{\cos 53^\circ} = T_1 \frac{0.8}{0.6} = \frac{4}{3} T_1 \Leftrightarrow \boxed{T_2 = \frac{4}{3} T_1} \text{ (2)}$$

$$\bullet \sum \vec{F}_y = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{T}_{1y} + \vec{T}_{2y} + \vec{T}_3 = \vec{0} \Rightarrow T_{1y} + T_2 - T_3 = 0 \Rightarrow$$

Οι Νόμοι της Κίνησης

Παράδειγμα – Λύση:

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

$\cos(53) = 0.6, \sin(53) = 0.8$

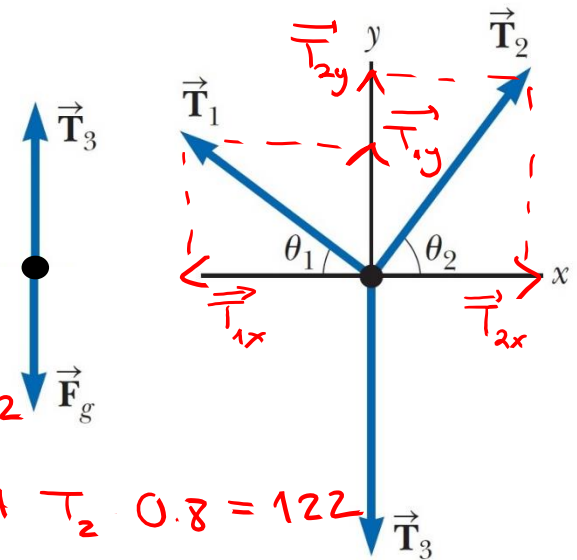
$$\Leftrightarrow T_{1y} + T_{2y} = T_3 \quad \textcircled{1} \quad \Leftrightarrow T_1 \sin \theta_1 + T_2 \sin \theta_2 = 122$$

$$\Leftrightarrow T_1 \sin 37^\circ + T_2 \sin 53^\circ = 122 \Leftrightarrow T_1 \cdot 0.6 + T_2 \cdot 0.8 = 122$$

$$\textcircled{2} \quad \Leftrightarrow T_1 \cdot 0.6 + \frac{4}{3} T_1 \cdot 0.8 = 122 \Leftrightarrow \boxed{T_1 = 73.2 \text{ N}} < 100 \text{ N}$$

$$\text{Άρα αφού } \boxed{T_2 = \frac{4}{3} T_1 = 97.6 \text{ N}} < 100, \text{ οότε τα νήματα}$$

δεν θα σπάνε!



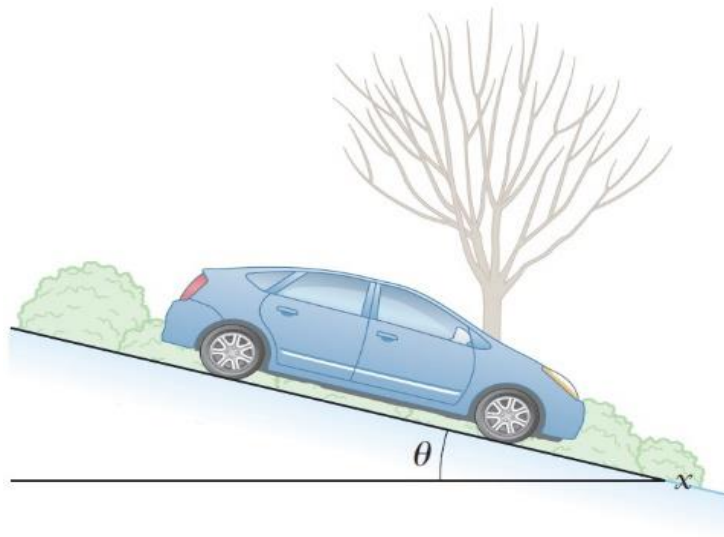
Οι Νόμοι της Κίνησης

◉ Παράδειγμα:

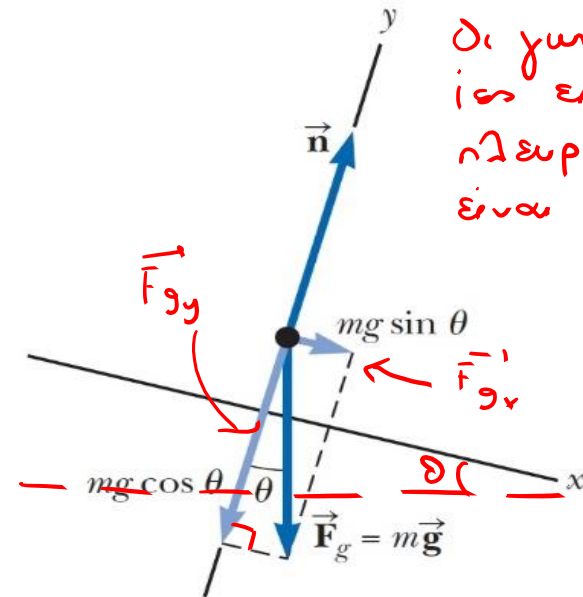
Αυτοκίνητο μάζας m κινείται χωρίς τριβές σε κεκλιμένο επίπεδο γωνίας θ .

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



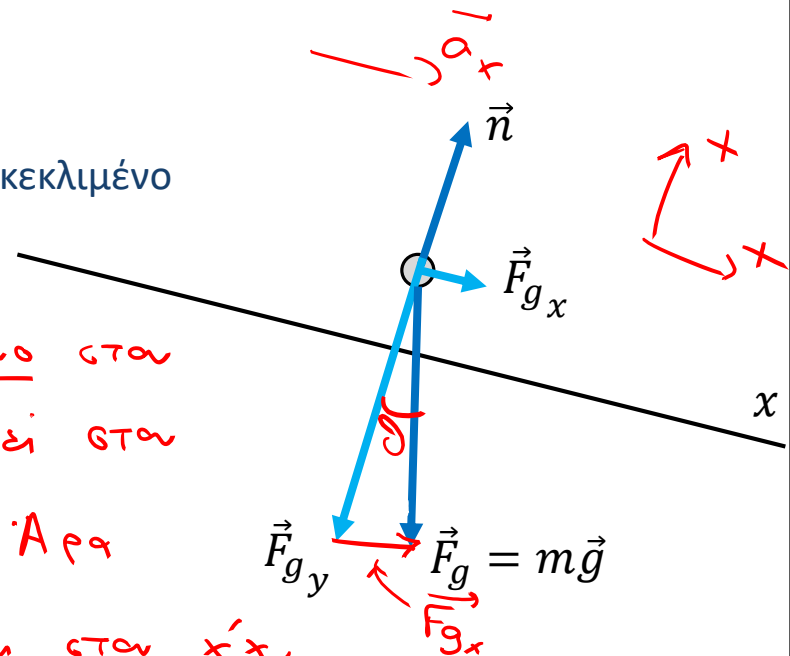
b

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 επιταχύνεται μόνο στον άξονα $x'x$, γιατί το σώμα ισορροπεί στον άξονα $y'y$ (μηδενική επιτάχυνση). Άρα

$\vec{a} = a_x \vec{i}$. Το σώμα επιταχύνεται στον $x'x$,

άρα ισχύει ο 2ος Νόμος Newton: $\sum \vec{F}_x = m\vec{a}_x \Leftrightarrow \vec{F}_{gx} = m\vec{a}_x \Rightarrow$

$$\Rightarrow F_{gx} = ma_x \Leftrightarrow mg \sin \theta = ma_x \Leftrightarrow \boxed{g \sin \theta = a_x}$$

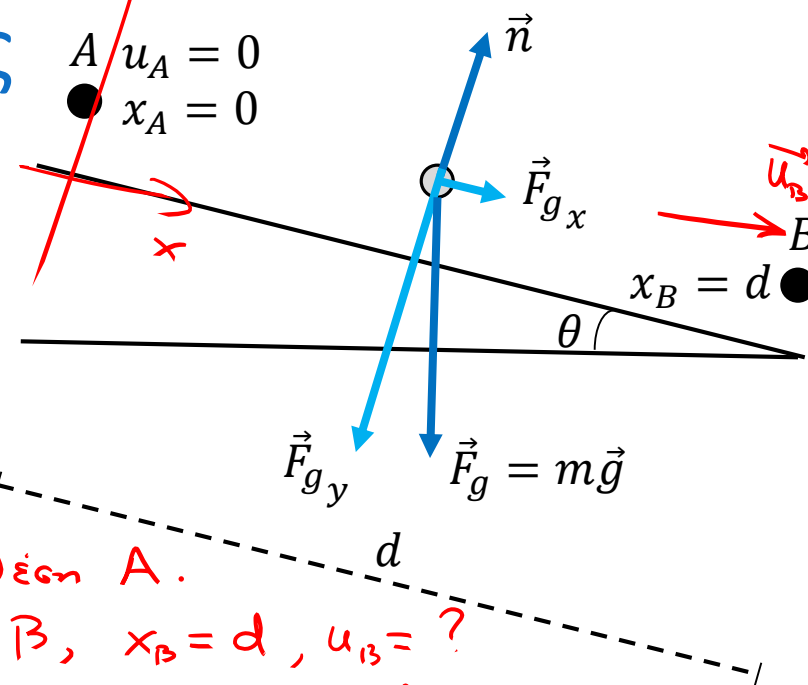
Άρα $\vec{a} = g \sin(\theta) \cdot \vec{i}$

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;



Θεωρούμε το σημείο $O(0,0)$ στη θέση Α.

Εκεί, $x_A = 0$, $u_A = 0$. Στην θέση Β, $x_B = d$, $u_B = ?$

Το σώμα εκτελεί επιταχυνόμενη κίνηση στον άξονα x με

επιτάχυνση $a_x = g \sin \theta$. Από τη σχέση των κινήσεων

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

$$\Leftrightarrow t^2 = \frac{2d}{g \sin \theta} \Rightarrow \boxed{t = \sqrt{\frac{2d}{g \sin \theta}}}$$

$$\text{Επίσης, } u_B^2 = u_A^2 + 2a_x \Delta x \Leftrightarrow$$

$$\Rightarrow u_B^2 = 0^2 + 2g \sin \theta \cdot d \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{u_B = \sqrt{2g \sin \theta \cdot d}}$$

Οι Νόμοι της Κίνησης

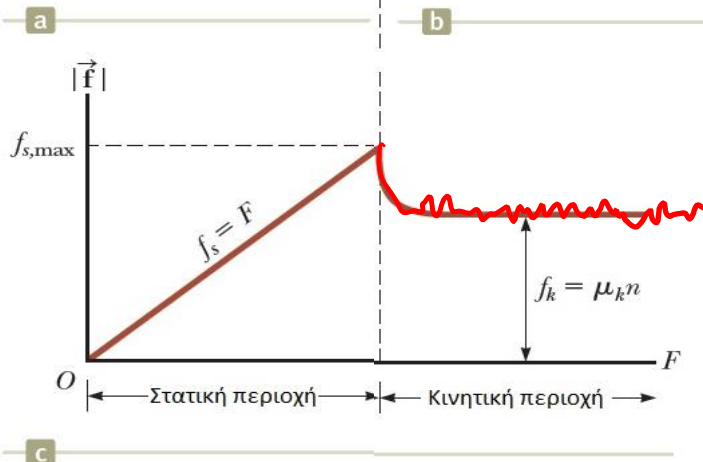
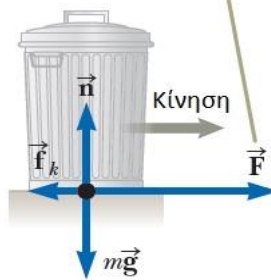
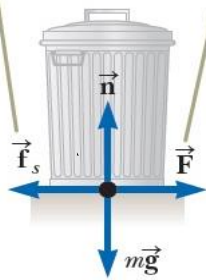
◉ Δυνάμεις Τριβής

- ◉ 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

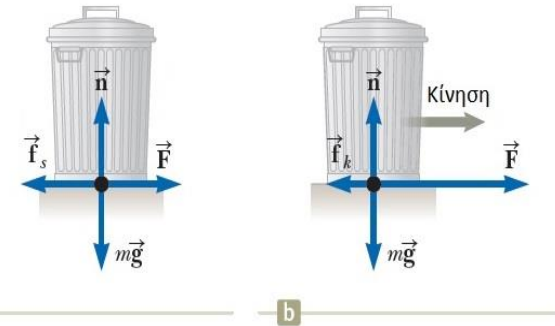
• Τριβή Ολίσθησης

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

Οι Νόμοι της Κίνησης

• Παρατηρήσεις

- 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)

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

$$f_k = \mu_k n$$

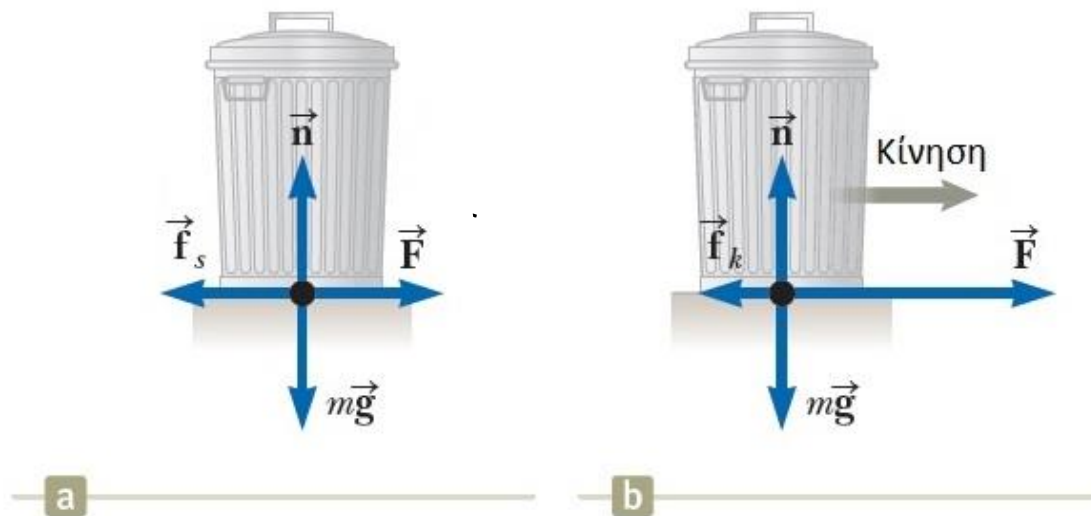
Οι εξισώσεις αυτές ΔΕΝ
είναι διανυσματικές!!

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

- Οι συντελεστές αυτοί θα θεωρούνται σταθεροί

Οι Νόμοι της Κίνησης

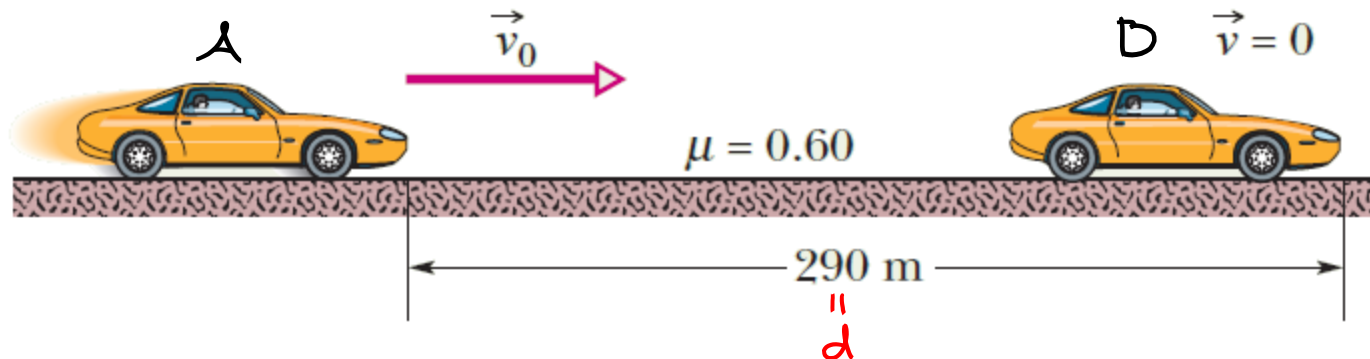
- Οι τιμές των συντελεστών εξαρτώνται από το είδος της επιφάνειας
- Η **διεύθυνση** της δύναμης τριβής είναι πάντα **παράλληλη με την επιφάνεια** στην οποία εφάπτεται το σώμα, και η **φορά** της πάντα **αντίθετη** στην κίνηση (ή στην προσπάθεια κίνησης) σε σχέση με την επιφάνεια



Οι Νόμοι της Κίνησης

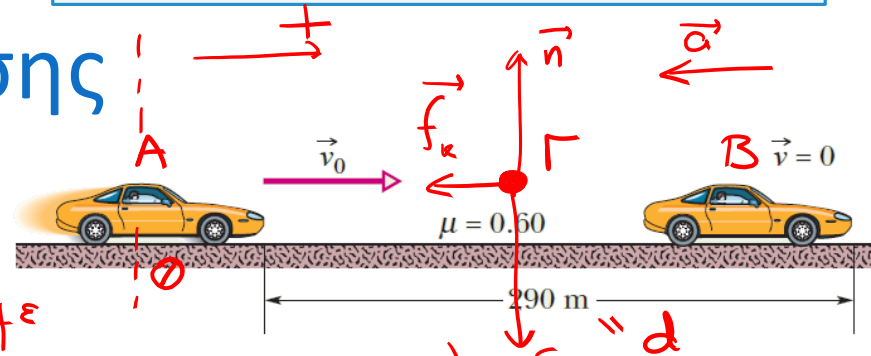
● Παράδειγμα:

- 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:



Το αμάξι κινείται ευθύγραμπα με σταθερή επιτάχυνση (με φορά αντίθετη στην κίνηση).
 Θεωράμε τη διαδρομή $A \rightarrow B$, με θέση αναφοράς τη θέση A, δηλ. $x_A = 0$. Άρα $x_B = 290 \text{ m}$. Στη διαδρομή αυτή θεωράμε θετική φορά της κίνησης προς τα δεξιά. Ισχύει λοιπόν:

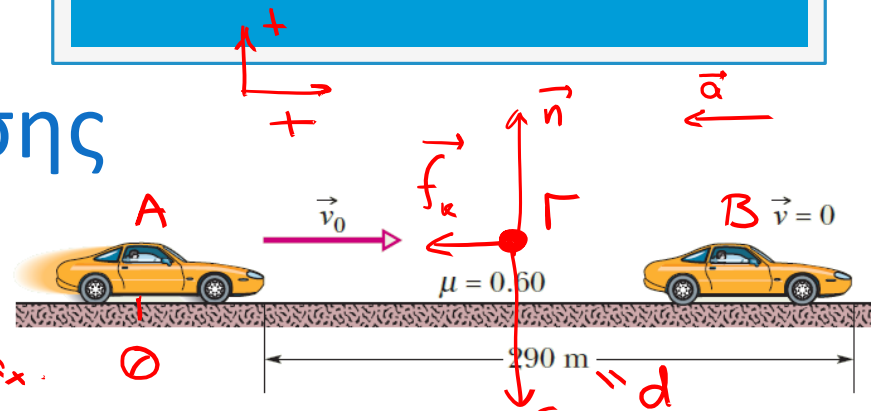
$$\begin{aligned} u_B^2 &= u_A^2 + 2a_x \Delta x \\ &= u_A^2 + 2a_x (x_B - x_A) \\ &= u_A^2 + 2a_x \cdot (d - 0) \end{aligned}$$

$$0^2 = u_A^2 + 2d \cdot a_x$$

$$u_A = \sqrt{-2da_x} \quad (1) \quad (\text{θετικό πρόσημο λόγω φοράς})$$

Οι Νόμοι της Κίνησης

• Παράδειγμα – Λύση:



Δε γνωρίζουμε την επιτάχυνση a_x . ①

Σε μια τυχαία θέση Γ ισχύει ο 2ος Νόμος Newton, γιατί το σώμα επιταχύνεται:

$$\sum \vec{F}_x = m\vec{a}_x \Leftrightarrow \vec{f}_k = m\vec{a}_x \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -f_k = ma_x \Leftrightarrow a_x = -\frac{f_k}{m}. \text{ Ότι } f_k = \mu_k n, \text{ οπότε}$$

$$a_x = -\frac{\mu_k n}{m}. \text{ Στην άξονα } y, \text{ το σώμα ισορροπεί, οπότε}$$

$$\text{ισχύει ο 1ος Νόμος Newton: } \sum \vec{F}_y = 0 \Leftrightarrow \vec{n} + \vec{F}_g = \vec{0} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow n - F_g = 0 \Leftrightarrow n = F_g = mg. \text{ Άρα η επιτάχυνση γραφεται}$$

$$\text{ως } a_x = -\frac{\mu_k mg}{m} = -\mu_k g \text{ (2). Η σχέση (1) μαζί με (2) δίνει}$$

$$u_A = \sqrt{-2da_x} = \sqrt{2d\mu_k g} = \sqrt{580 \cdot 0.6 \cdot 9.8} \simeq 58.39 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$



Τέλος Διάλεξης
