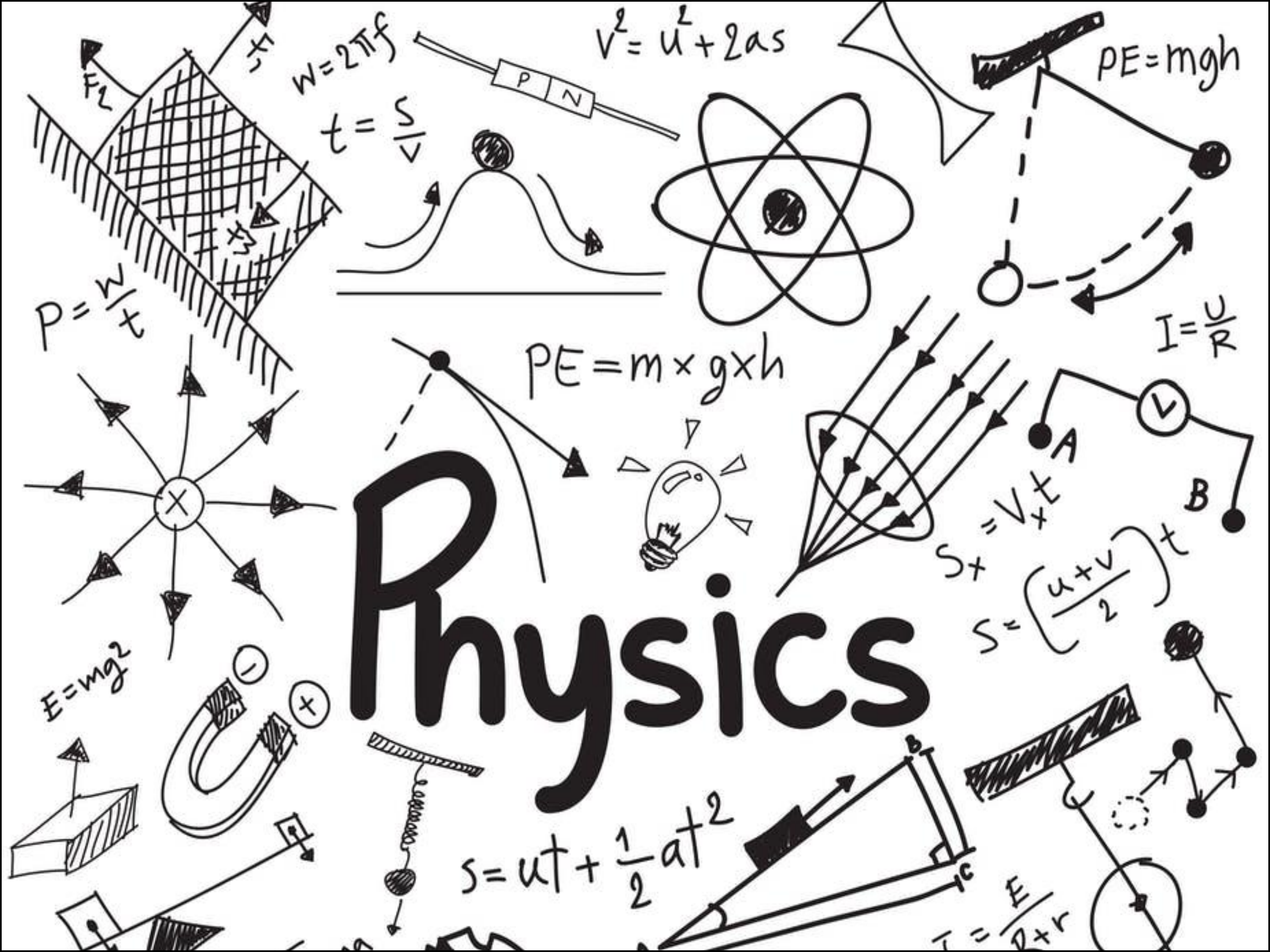

F2
w=2πf
P N
v²=u²+2as
PE=mgh
t = S/V
P = W/t
PE=m×g×h
I=U/R
A
B
Physics
E=mg²
s=ut+½at²
S = (u+v)/2 t
E
R+r

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:**
  - **1ος:** 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: $\boldsymbol{\Sigma\,\vec{F} = \vec{0}}$
  - **2ος:** Η επιτάχυνση ενός σώματος είναι ανάλογη της συνισταμένης των δυνάμεων που ασκούνται πάνω του και αντιστρόφως ανάλογη της μάζας του: $\boldsymbol{\Sigma\,\vec{F} = m\vec{a}}$
  - **3ος:** 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: $\boldsymbol{\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}}$
- **Ανάλυση σε συνιστώσες!!**
- **Διάγραμμα ελευθέρου σώματος (σχήμα: σώμα + δυνάμεις)**

Οι Νόμοι της Κίνησης

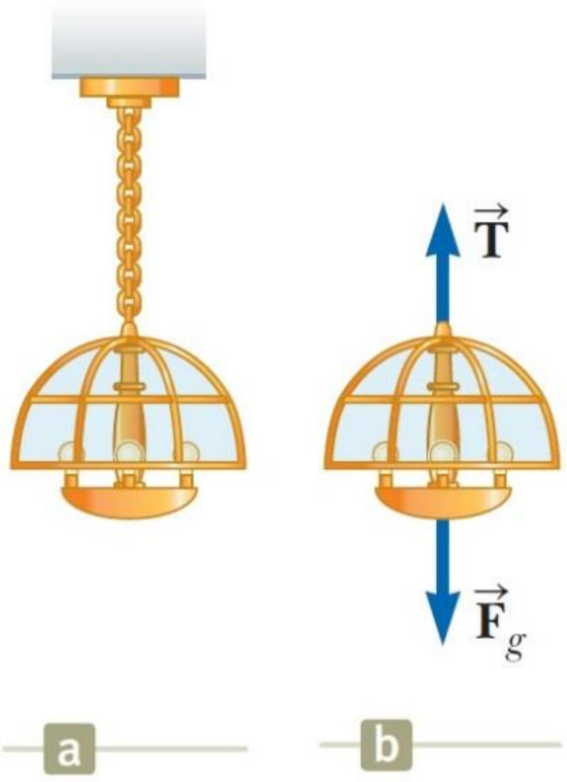
- Α) Όταν τα αντικείμενα βρίσκονται σε **ισορροπία**

$$(\vec{\boldsymbol{a}} = \mathbf{0})$$

τότε

$$\sum \vec{F} = 0\ !$$

- **Παράδειγμα**
  - Ο πολυέλαιος κρέμεται σταθερά από το ταβάνι. Ποιες δυνάμεις ασκούνται επάνω του?

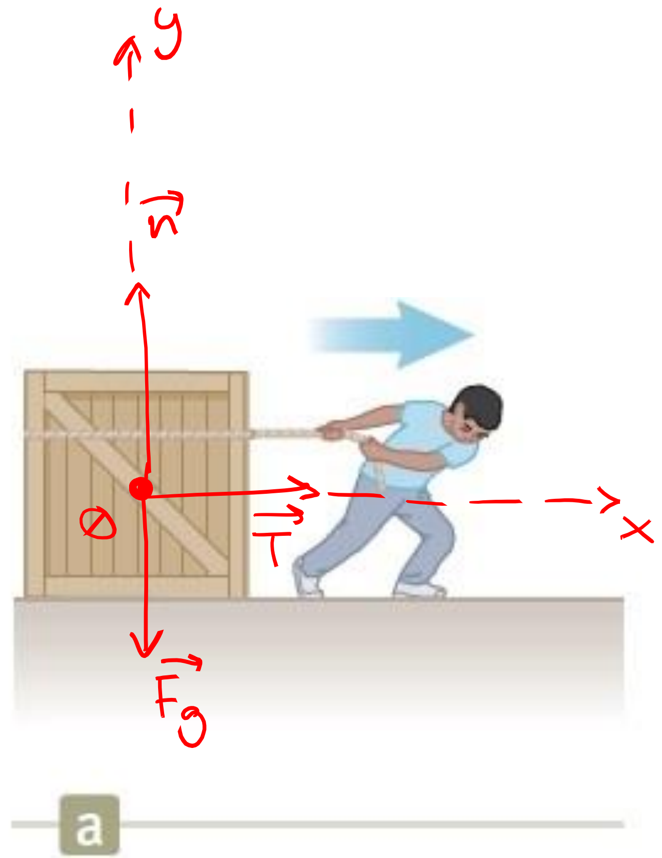


Οι Νόμοι της Κίνησης

- Β) Όταν τα σώματα επιταχύνουν υπό την επίδραση δύναμης ($\vec{\boldsymbol{a}} \neq \mathbf{0}$)

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

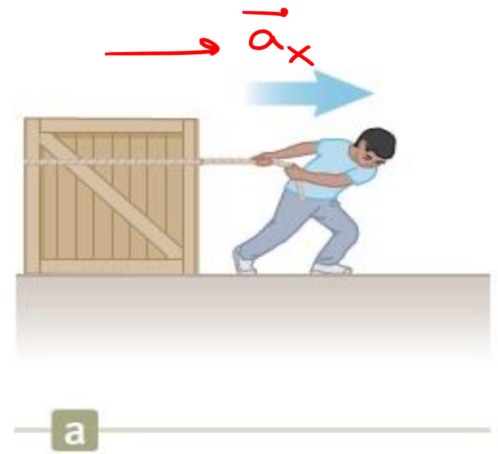
- **Παράδειγμα**
  - Βρείτε την επιτάχυνση στην οποία υπόκειται το κιβώτιο
  - Βρείτε τη δύναμη που ασκεί το δάπεδο επάνω στο κιβώτιο



Οι Νόμοι της Κίνησης

- **Παράδειγμα**
  - Α. Βρείτε την επιτάχυνση στην οποία υπό-κειται το κιβώτιο
  - Β. Βρείτε τη δύναμη που ασκεί το δάπε-δο επάνω στο κιβώτιο

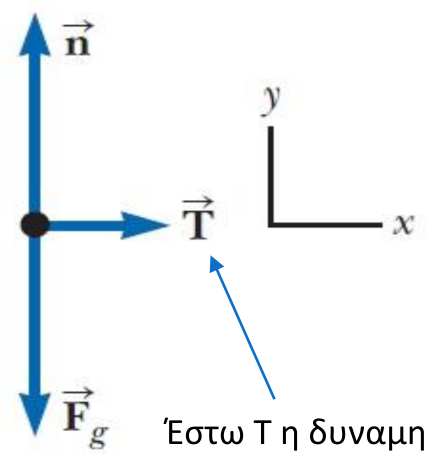
Διάγραμμα ελεύθερου σώματος



A. Το κιβώτιο επιταχύνεται μόνο στον άξονα x'x: άρα $\vec{a} = a_x \cdot \vec{i}$. Αντίθετα, στον άξονα y'y, το κιβώτιο ισορροπεί

• x'x: $\sum \vec{F}_x = m\vec{a}_x \Leftrightarrow \vec{T} = m\vec{a}_x \Rightarrow T = ma_x$

$\Leftrightarrow \boxed{a_x = \frac{T}{m}}$, και άρα $\vec{a} = \frac{T}{m} \cdot \vec{i}$.



Έστω T η δυναμη από το νήμα στο κιβώτιο

B. Στον άξονα y'y. το κιβώτιο ισορροπεί, άρα

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

$\Leftrightarrow n = F_g = mg \Rightarrow \boxed{n = mg}$, ή $\vec{n} = mg \cdot \vec{j}$

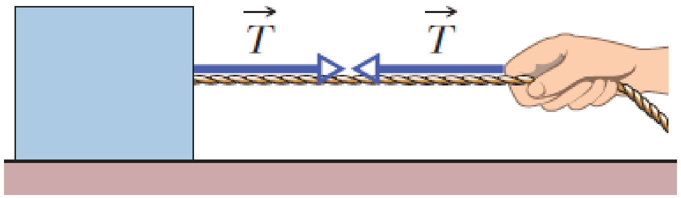
Οι Νόμοι της Κίνησης

- **Δυο σημεία** που πρέπει να προσέξετε

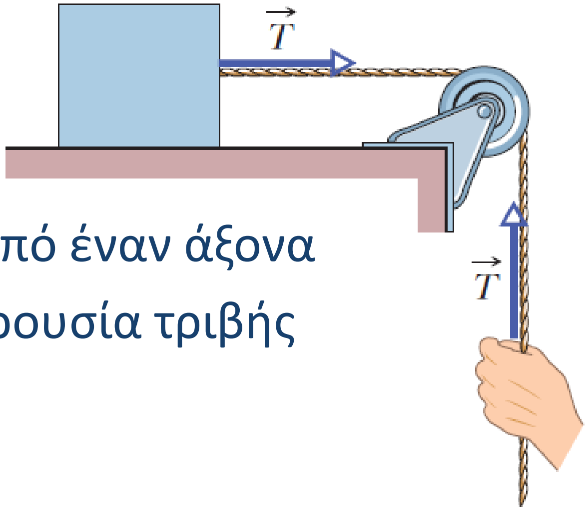
- **1) Είναι δυνατόν να έχετε διαφορετικά μοντέλα ανάλυσης σε διαφορετικές κατευθύνσεις (άξονες)**
  - Προηγούμενο παράδειγμα
    - Ισορροπία στον άξονα y
    - Επιτάχυνση στον άξονα x

- **2) Είναι δυνατόν να έχετε πολλαπλά μοντέλα ανάλυσης στην ίδια κατεύθυνση (άξονα)**
  - Προηγούμενο παράδειγμα
    - Σώμα υπό επίδραση μη μηδενικής συνισταμένης δύναμης στον άξονα x
    - Σώμα υπό επίδραση σταθερής επιτάχυνσης στον άξονα x

Οι Νόμοι της Κίνησης



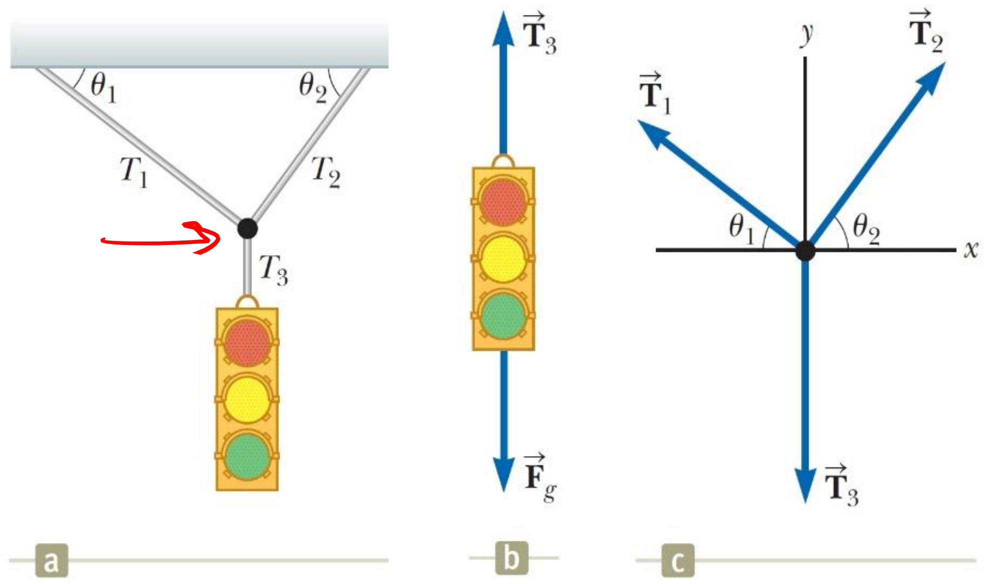
- **Τάση νήματος και τροχαλίες**
- Έστω ένα **τεντωμένο νήμα** (ή καλώδιο ή σχοινί ή άλλο παρόμοιο) που δένεται σε ένα σώμα
- Σχεδόν πάντα το νήμα θεωρείται αβαρές και ανελαστικό (χωρίς βάρος και χωρίς ικανότητα «τεντώματος» ή «συμπίεσης»)
- Αν τραβήξουμε το σώμα μέσω του νήματος, το νήμα τραβά το σώμα (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***
- 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

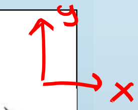
- **Παράδειγμα**

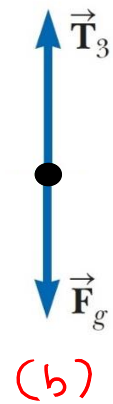
Ένα φανάρι με βάρος 122 Ν κρέμεται από ένα καλώδιο, που κρέμεται από άλλα δυο καλώδια, όπως στο Σχήμα, μέσω ζεύξης.
Οι γωνίες θ_1, θ_2 είναι ίσες με 37 και 53 μοίρες, αντίστοιχα. Τα πάνω καλώδια σπάνε αν δεχθούν (το καθένα) δύναμη μεγαλύτερη από 100 Ν. Μπορεί να συμβεί αυτό;

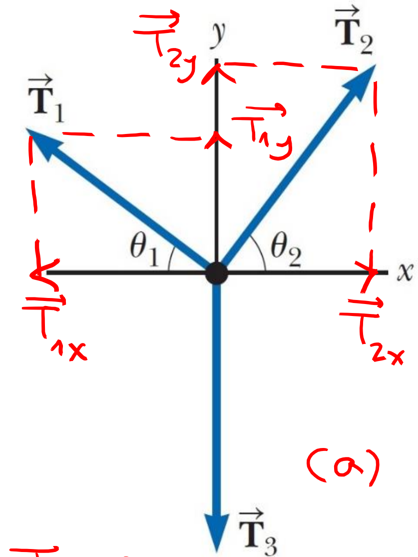


Οι Νόμοι της Κίνησης

- **Παράδειγμα – Λύση:**
  Δίνονται: $\cos(37) = 0.8, \sin(37) = 0.6$
  $\cos(53) = 0.6, \sin(53) = 0.8$







Στο σχήμα (a): έχουμε ισορροπία και στους δύο άξονες. Ισχύει ο 1ος Ν. Newton.

- y'y: $\Sigma \vec{F}_y = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{T}_{2y} + \vec{T}_{1y} + \vec{T}_3 = \vec{0} \Rightarrow T_{1y} + T_{2y} - T_3 = 0 \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow T_1 \sin(\theta_1) + T_2 \sin(\theta_2) = T_3$ (1)

- x'x: $\Sigma \vec{F}_x = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{T}_{1x} + \vec{T}_{2x} = \vec{0} \Rightarrow -T_{1x} + T_{2x} = 0 \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow -T_1 \cos(\theta_1) + T_2 \cos(\theta_2) = 0 \Leftrightarrow T_1 \cos(\theta_1) = T_2 \cos(\theta_2)$ (2)

Στο σχήμα (b): έχουμε ισορροπία στον άξονα y'y. Άρα

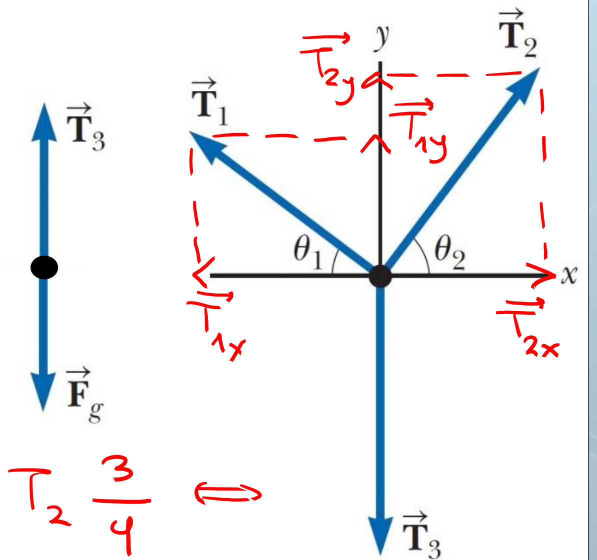
$\Sigma \vec{F}_y = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{T}_3 + \vec{F}_g = \vec{0} \Rightarrow T_3 - F_g = 0 \Leftrightarrow T_3 = F_g = 122\ N$ (3)

(1) $\xrightarrow{(3)}$ $T_1 \sin(\theta_1) + T_2 \sin(\theta_2) = 122$ (4)

Οι Νόμοι της Κίνησης

- **Παράδειγμα – Λύση:**
  Δίνονται: $\cos(37) = 0.8, \sin(37) = 0.6$
  $\cos(53) = 0.6, \sin(53) = 0.8$

$\theta_2 = 53°$
$\theta_1 = 37°$



Από τις (2), (4) έχουμε:

$T_1 \cos(\theta_1) = T_2 \cos(\theta_2) \Rightarrow T_1 = T_2 \frac{\cos\theta_2}{\cos\theta_1} = T_2 \frac{3}{4} \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow \boxed{T_1 = \frac{3}{4} T_2}$. Άρα θα είναι:

$T_1 \sin(37°) + T_2 \sin(53°) = 122 \Leftrightarrow \frac{3}{4} T_2 \cdot \sin(37°) + T_2 \sin(53°) =$

$= 122 \Leftrightarrow \frac{3}{4} T_2 \cdot \frac{3}{5} + T_2 \frac{4}{5} = 122 \Leftrightarrow \frac{9}{20} T_2 + \frac{4}{5} T_2 = 122$

και άρα $T_2 = 97.6\ N < 100\ N$! Άρα $T_1 = \frac{3}{4} T_2 = 73.2\ N$

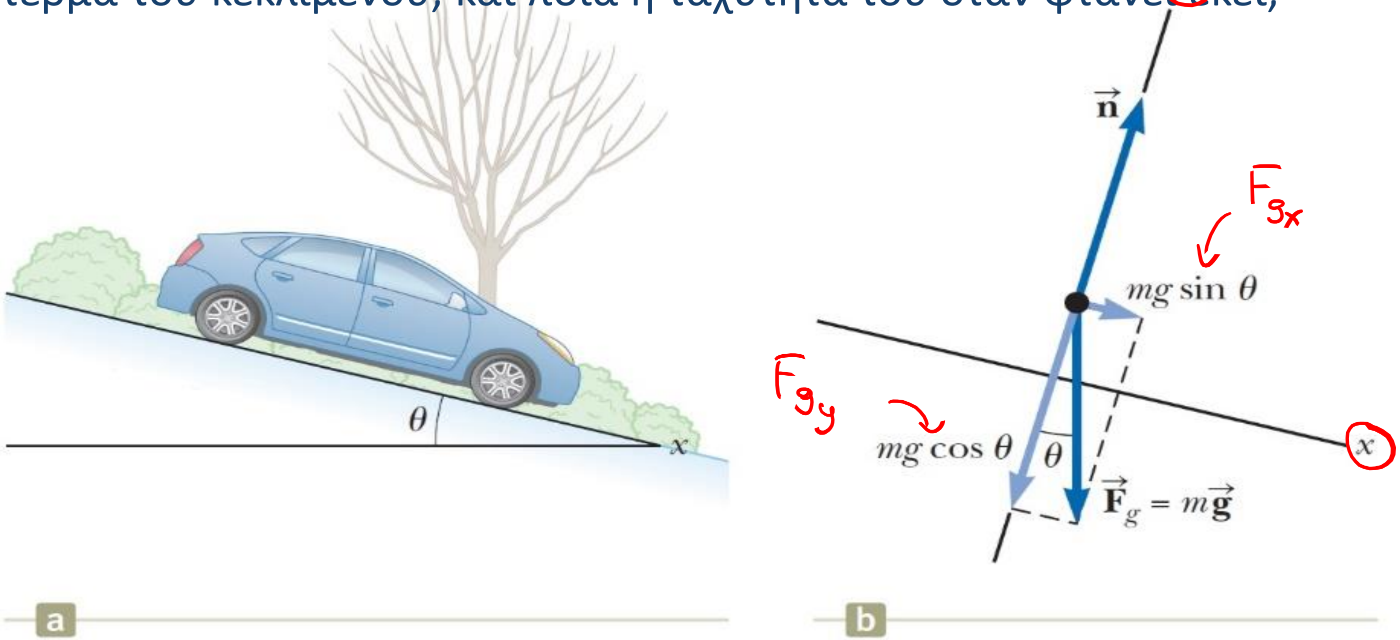
Οπότε $T_1 = 73.2 < T_2 = 97.6 < 100\ N$ ΔΕ ΘΑ ΣΠΑΣΟΥΝ!

Οι Νόμοι της Κίνησης

Δυο μοντέλα
1) Σώμα υπό επιτ
2) Σώμα υπό $\Sigma\vec{F}\neq 0$

- **Παράδειγμα:**

Αυτοκίνητο μάζας m κινείται χωρίς τριβές προς τη βάση κεκλιμένου επιπέδου γωνίας θ. **Με ποια μοντέλα μπορείτε να περιγράψετε την κίνησή του?**
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;

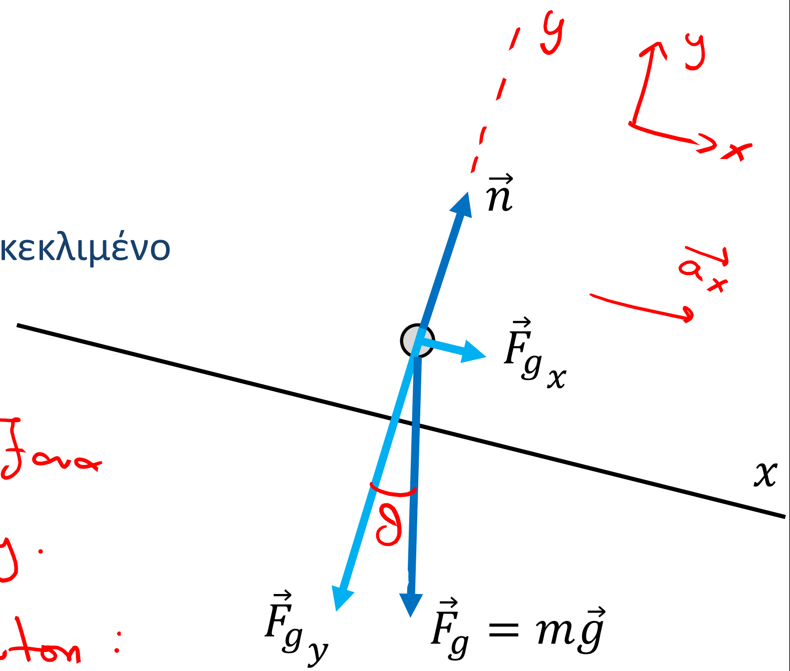


Οι Νόμοι της Κίνησης

- **Παράδειγμα – Λύση:**

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

A) Βρείτε την επιτάχυνση του αυτοκινήτου.



Το αυτοκίνητο επιταχύνεται στον άξονα x'x ενώ ισορροπεί στον άξονα y'y.

Στον x'x θα ισχύει ο 2ος Ν. Newton:

$$\Sigma \vec{F_x} = m\vec{a_x} \Leftrightarrow \vec{F_{g_x}} = m\vec{a_x} \Rightarrow F_{g_x} = m a_x \Leftrightarrow \cancel{m} g \sin\theta = \cancel{m} a_x$$

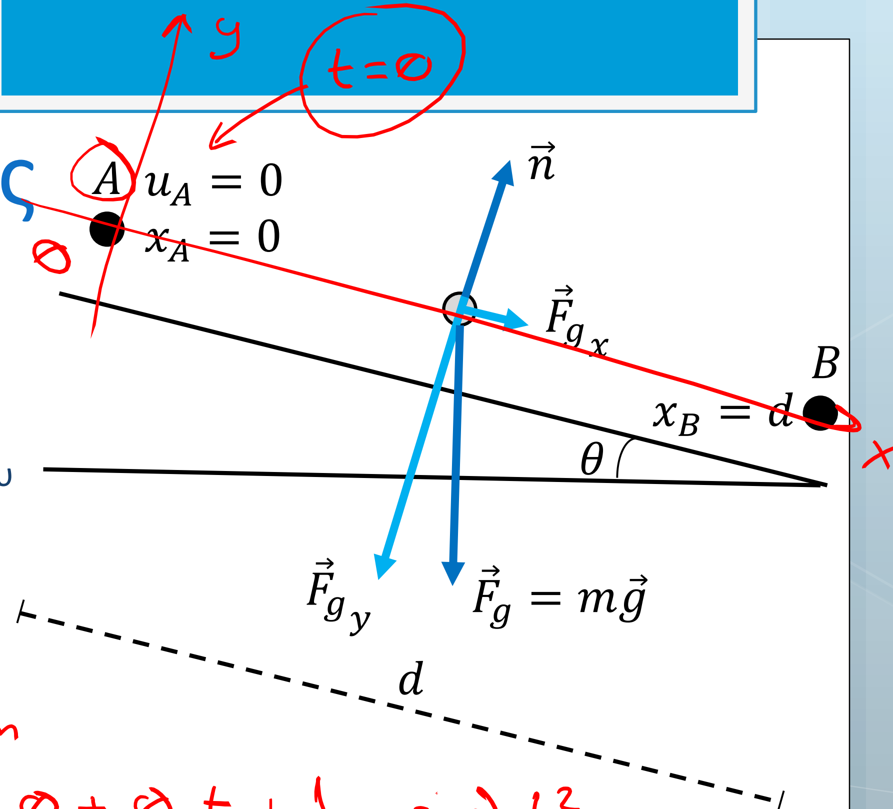
$$\Leftrightarrow g\sin\theta = a_x \Leftrightarrow a_x = g\sin\theta \quad \text{ή} \quad \vec{a_x} = (g\sin\theta)\cdot\vec{i}$$

Συνολικά,

$$\vec{a} = a_x\cdot\vec{i} + a_y\cdot\vec{j} = a_x\cdot\vec{i} + 0\,\vec{j}$$

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

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;

Στη διαδρομή AB, ισχύει η σχέση

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

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

Επίσης, στη διαδρομή AB, ισχύει $u_B = u_A + a_x t \Leftrightarrow$

$$\Leftrightarrow u_B = 0 + g\sin\theta \sqrt{\frac{2d}{g\sin\theta}} = \sqrt{g^2 \sin^2\theta} \cdot \sqrt{\frac{2d}{g\sin\theta}}$$

$$= \sqrt{\frac{2d g^2 \sin^2\theta}{g\sin\theta}} = \sqrt{2dg\sin(\theta)} \rightsquigarrow \vec{u}_B = \left(\sqrt{2dg\sin\theta}\right) \cdot \vec{i}$$

Τέλος Διάλεξης