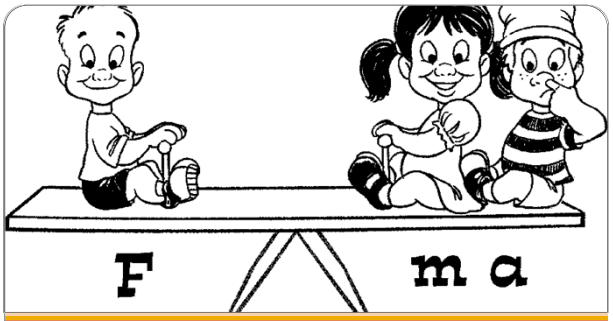
ΓΕΝΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ

Κωνσταντίνος Χ. Παύλου
Φυσικός – Ραδιοηλεκτρολόγος (MSc)
Καστοριά, Σεπτέμβριος 14



Η Φυσική της Α' Λυκείου σε... 8.100 sec

2. Η έννοια της Δύναμης – Οι νόμοι της κίνησης

Η έννοια της δύναμης

Όταν ένα αντικείμενο αλλάζει την ταχύτητά του (είτε κατά μέτρο είτε κατά κατεύθυνση), μπορούμε πάντα να βρούμε μια **αλληλεπίδραση** ανάμεσα στο σώμα και στο περιβάλλον του η οποία να είναι υπεύθυνη για την αλλαγή αυτή.

Λέμε πως το περιβάλλον ασκεί μια **δύναμη** πάνω στο αντικείμενο.

Υπό την επίδραση μιας δύναμης, ένα σώμα επιταχύνεται.

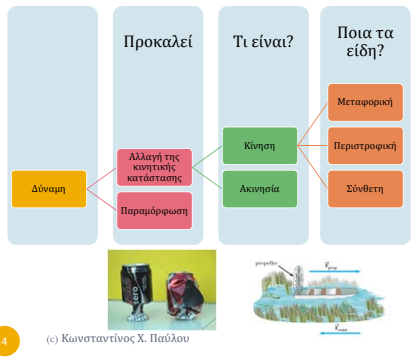
Για την κατανόηση της κίνησης πρέπει να καταλάβουμε τους επόμενους νόμους:

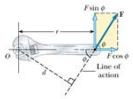
Τους **νόμους των δυνάμεων**: μας επιτρέπουν να υπολογίζουμε τις δυνάμεις που δρουν πάνω σ' ένα σώμα, με βάση τις ιδιότητες του σώματος και του περιβάλλοντός του. $F = G\frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$

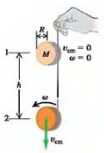
Τους νόμους της κίνησης: μας επιτρέπουν να υπολογίζουμε την επιτάχυνση ενός σώματος υπό την επίδραση των δυνάμεων. $\sum F = ma$

Από τη στιγμή που γνωρίζουμε την επιτάχυνση ενός αντικειμένου, χρησιμοποιώντας τις εξισώσεις κίνησης μπορούμε να καθορίσουμε την **τροχιά** του.

Η δύναμη







Πως εμφανίζονται οι δυνάμεις?

Από επαφή						Από απόσταση		
Τάση νήματος	Δύναμη ελατηρίου	Τριβή	Κάθετη δύναμη στήριξης	Άνωση	Αντίσταση αέρα κλπ	Βαρυτική (**βάρος**)	Ηλεκτρομαγνητική	
							Ηλεκτρική	Μαγνητική

Είδη δυνάμεων

Ισχυρή Πυρηνική (μεταξύ νουκλεονίων)	Ασθενής Πυρηνική (μεταξύ λεπτονίων)	Ηλεκτρο-μαγνητικές (μεταξύ φορτίων)	Βαρυτικές (μεταξύ μαζών)

Η δύναμη

Για να ασκηθεί δύναμη σ' ένα σώμα είναι απαραίτητη η ύπαρξη ενός δεύτερου σώματος.
Δηλ η δύναμη είναι αποτέλεσμα αλληλεπίδρασης.
Αποτελεί μια ποσοτική έκφραση της αλληλεπίδρασης των σωμάτων.

Τα δυο σώματα μπορεί να είναι:
- Σε επαφή (δυνάμεις εξ επαφής)
- Σε απόσταση (δυνάμεις εξ αποστάσεως)

Προσοχή: ένα σώμα δεν έχει δύναμη. Ασκεί (σε κάποιο άλλο) ή δέχεται (από κάποιο άλλο) δύναμη.

Είναι μέγεθος διανυσματικό:

- **μέτρο**: πόσο "δυνατά";
- **κατεύθυνση**: προς τα πού;
- **σημείο εφαρμογής**: που;
- **Μονάδα μέτρησης**:1 Newton ή 1N

Σύνθεση δυνάμεων

Η διαδικασία εύρεσης μιας μόνο δύναμης που να μπορεί να αντικαταστήσει όλες τις άλλες ονομάζεται σύνθεση δυνάμεων.

$$\underbrace{\sum \vec{F}}_{\text{Συνισταμένη δύναμη}} = \underbrace{\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 \ldots}_{\text{Συνιστώσες δυνάμεις}}$$

Οι αρχικές δυνάμεις λέγονται συνιστώσες.
Η τελική λέγεται συνισταμένη.

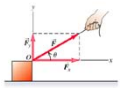
Για εμάς, η αντικατάσταση γίνεται μόνο σ' ό,τι αφορά στα μεταφορικά αποτελέσματα.

Αφού η δύναμη είναι μέγεθος διανυσματικό, η σύνθεση θα ακολουθεί τους κανόνες του διανυσματικού λογισμού.

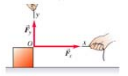
Εφόσον ψάχνουμε να βρούμε ένα διάνυσμα (τη συνισταμένη των παραπάνω δυνάμεων – ΣF), πρέπει να βρούμε και το μέτρο και την κατεύθυνση αυτής.

Με τον όρο ανάλυση δύναμης εννοούμε το να "σπάσουμε" μια δύναμη σε δυο κομμάτια - συνιστώσες (συνήθως κάθετα μεταξύ τους), η συνισταμένη των οποίων ισούται με την αρχική δύναμη.

Για να γίνει αυτό θα πρέπει να επιλέξουμε κάποιο σύστημα αξόνων.



Component vectors: $\vec{F}_x$ and $\vec{F}_y$
Components: $F_x = F\cos\theta$ and $F_y = F\sin\theta$
(a)



Component vectors $\vec{F}_x$ and $\vec{F}_y$ together have the same effect as original force $\vec{F}$.
(b)

$$\vec{F} = \vec{F}_x + \vec{F}_y$$

Οι τρεις νόμοι της κίνησης

Ολόκληρη η μηχανική στηρίζεται σε τρεις νόμους γενικής ισχύος.

Αναφέρονται είτε ως **νόμοι της κίνησης** είτε ως **νόμοι του Newton**.

Αδράνεια ονομάζεται η ιδιότητα της ύλης να αντιστέκεται σε μεταβολές της κινητικής κατάστασής της.

Μέτρο της αδράνειας αποτελεί η **μάζα** του σώματος (δλδ ένα σώμα με μεγάλη μάζα παρουσιάζει μεγάλη αδράνεια)

1ος ν κίνησης:
Αν η συνισταμένη των δυνάμεων που δρουν σ' ένα σώμα είναι ίση με μηδέν, τότε το σώμα ισορροπεί.

$$\sum \vec{F} = \vec{0} \Leftrightarrow \textit{ισορροπία} \Leftrightarrow \begin{cases} \textit{ακινησία } (\vec{\upsilon} = \vec{0}) \\ \textit{ή} \\ \textit{ευθ.ομαλή κίνηση } (\vec{\upsilon} = \textit{σταθ}) \end{cases}$$

Με πιο απλά λόγια, αν σ' ένα σώμα η συνισταμένη δύναμη είναι μηδέν, τότε:

- αν το σώμα ηρεμούσε, θα συνεχίσει να ηρεμεί,
- αν το σώμα βρισκόταν σε κίνηση, θα συνεχίσει να κινείται με την ίδια ταχύτητα: $\vec{\upsilon} = \textit{σταθ}$

Οι τρεις νόμοι της κίνησης

2ος ν κίνησης:
Ο 2ος νόμος της κίνησης αναφέρεται και ως **θεμελιώδης νόμος της μηχανικής**.

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

Συνδέει τη δύναμη που δέχεται ένα σώμα, με την επιτάχυνση που αυτό αποκτά. Σχέση αιτίου – αποτελέσματος:

Αφού η μάζα είναι θετικός αριθμός, η επιτάχυνση θα έχει πάντα την κατεύθυνση της συνισταμένης δύναμης.

$$\left.\begin{array}{l} \sum \vec{F} = m\vec{a} \\ m > 0 \end{array}\right\} \Rightarrow \sum \vec{F} \uparrow\uparrow \vec{a}$$

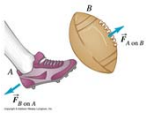
Αν η συνισταμένη δύναμη είναι ομόρροπη με την ταχύτητα του σώματος η κίνηση του σώματος είναι επιταχυνόμενη, αλλιώς είναι επιβραδυνόμενη.

Για ένα σώμα σταθερής μάζας (m = σταθ) η επιτάχυνση είναι σταθερή αν η συνισταμένη δύναμη είναι σταθερή.

$$\left.\begin{array}{l} \vec{a} = \dfrac{\sum \vec{F}}{m} \\ m = \textit{σταθ.} \end{array}\right\} \xrightarrow{\sum \vec{F} = \textit{σταθ.}} \vec{a} = \textit{σταθ.}$$

Οι τρεις νόμοι της κίνησης

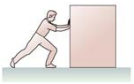
3ος ν κίνησης:
Όταν δυο σώματα αλληλεπιδρούν και το πρώτο ασκεί δύναμη $\vec{F}_{AB}$ στο δεύτερο, τότε και το δεύτερο ασκεί αντίθετη δύναμη $\vec{F}_{BA} = -\vec{F}_{AB}$ στο πρώτο.

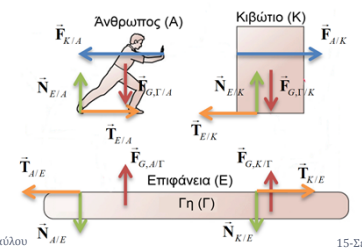


- Οι δυνάμεις ασκούνται σε διαφορετικά σώματα.
- Οι δυνάμεις στη φύση εμφανίζονται κατά ζεύγη, τα οποία συνηθίζεται να αποκαλούνται ως ζεύγη δράσης – αντίδρασης.
- Προσοχή στη διανυσματική εξίσωση: $\vec{F}_{BA} = -\vec{F}_{AB} \Leftrightarrow \begin{cases} F_{AB} = F_{BA} \\ \textit{και} \\ \vec{F}_{BA} \uparrow\downarrow \vec{F}_{AB} \end{cases}$

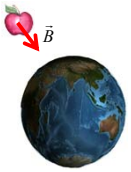
3ος ν κίνησης – Mini quiz...

Ένας άνθρωπος σπρώχνει ένα κιβώτιο πάνω σε μια τραχιά επιφάνεια (δλδ υπάρχει τριβή). Να βρεθούν όλες οι δυνάμεις – σε όλα τα σώματα – και να σχεδιαστούν





Βαρυτική (βάρος) & ΗΜ



Βάρος ενός σώματος ονομάζουμε τη δύναμη με την οποία το έλκει η γη:

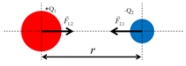
$$\vec{B} = m\vec{g}$$

Η κατεύθυνση του βάρους είναι η διεύθυνση της κατακόρυφου (δηλ προς το κέντρο της γης).

Ηλεκτροστατική δύναμη (Coulomb): Οφείλεται στα φορτία και μπορεί να είναι είτε ελκτική είτε απωστική.

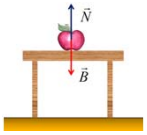
Στην κλασική μηχανική η ηλεκτρομαγνητικές δυνάμεις εμφανίζονται υπό διάφορες μορφές:

1. ΗΜ δυνάμεις σε επιφάνειες που "εφάπτονται", όπως η τριβή και η κάθετη δύναμη στήριξης.
2. ΗΜ δυνάμεις που δημιουργούνται από τη στρέψη ή/και τη συμπίεση της ύλης, όπως η τάση του νήματος και η δύναμη του ελατηρίου.
3. ΗΜ δυνάμεις που δημιουργούνται από συγκρούσεις, όπως η αντίσταση του αέρα.



$$F_{1,2} = F_{2,1} = k_{\eta\lambda} \frac{|Q_1| \cdot |Q_2|}{r^2}$$

Κάθετη δύναμη στήριξης



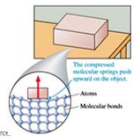
Υπό την επίδραση μόνο του βάρους το μήλο θα έπρεπε να κινείται προς τα κάτω:

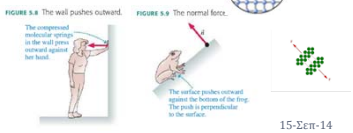
$$\sum \vec{F} = m\vec{a} \xrightarrow{\sum \vec{F} = \vec{B}} \vec{a} = \frac{\vec{B}}{m}$$

Αφού όμως ισορροπεί θα πρέπει να υπάρχει ακόμη μια δύναμη:

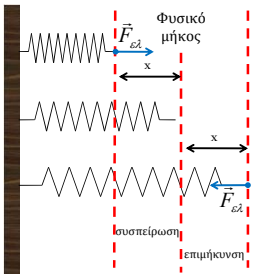
$$\sum \vec{F} = 0 \Rightarrow \vec{B} + \vec{N} = \vec{0} \Rightarrow \vec{N} = -\vec{B}$$

Παρατηρήσεις:
- Δεν ισχύει πάντα $\vec{N} = -\vec{B}$.
- Δεν υπάρχει τύπος υπολογισμού της κάθετης δύναμης. Κάθε φορά υπολογίζεται από το πρόβλημα.
- Η κάθετη δύναμη στήριξης είναι κάθετη στην επιφάνεια επαφής.
- Η κάθετη δύναμη στήριξης προέρχεται από την άπωση των ατόμων που "έρχονται σε επαφή".





Δύναμη ελατηρίου



- **Ιδανικό ελατήριο**:
  - m = 0
  - Ο **νόμος του Hooke** ισχύει άσχετα με το μέγεθος της παραμόρφωσης.
- **Η δύναμη του ελατηρίου**:
  - έχει κατεύθυνση προς το φυσικό μήκος του ελατηρίου
  - έχει μέτρο: $F_{\varepsilon\lambda} = kx$

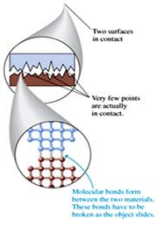
k = σταθερά του ελατηρίου. Είναι μέτρο της σκληρότητας του ελατηρίου. [k] = N/m.

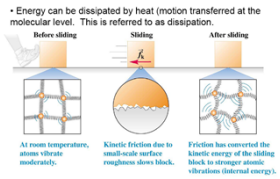
Η τριβή

Η τριβή είναι μια δύναμη που αντιστέκεται στη σχετική κίνηση δυο σωμάτων που εφάπτονται.

Οφείλεται στις "μικροσκοπικές" αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ατόμων των δυο επιφανειών που εφάπτονται:

1. Σε μικροσκοπικό επίπεδο, η τριβή είναι οι κρούσεις των "κορυφών" της μιας επιφάνειας με τις "κορυφές" της άλλης.
2. Σε μοριακό επίπεδο, η τριβή είναι η διαρκής δημιουργία και το διαρκές σπάσιμο δεσμών ανάμεσα στα μόρια των δυο υλικών.
3. Το φαινόμενο της τριβής είναι ένα πολύ σύνθετο φαινόμενο.





Η τριβή

Η τριβή εμφανίζεται υπό δυο μορφές (για την ώρα...):

Στατική τριβή: όταν τα σώματα τείνουν (προσπαθούν) να κινηθούν αλλά δεν υπάρχει σχετική κίνηση μεταξύ τους.

Τριβή ολίσθησης: όταν τα σώματα κινούνται το ένα ως προς το άλλο.

Η στατική τριβή παίρνει οποιαδήποτε τιμή μεταξύ: $0 \le T_\sigma \le T_{\sigma,\max}$

Η μέγιστη τιμή της στατικής τριβής είναι $T_{\sigma,\max} = \mu_\sigma N$

Όπου μ_σ είναι ο συντελεστής στατικής τριβής. Η στατική τριβή υπολογίζεται από το πρόβλημα.

Η τριβή ολίσθησης είναι: $T = \mu N$

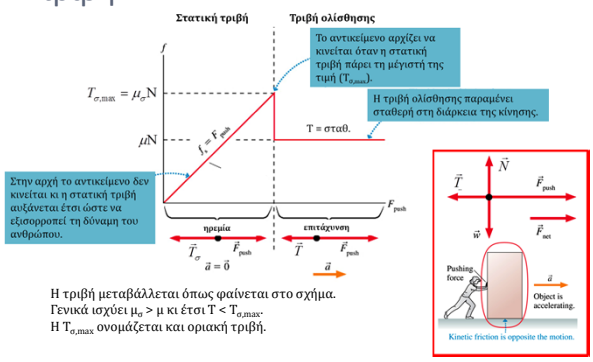
Όπου μ είναι ο συντελεστής τριβής ολίσθησης.

Οι συντελεστές τριβής :

εξαρτώνται:
από το είδος των επιφανειών που είναι σε επαφή.

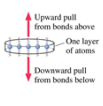
δεν εξαρτώνται:
από το εμβαδό της επιφάνειας που είναι σε επαφή, από τη σχετική ταχύτητα των επιφανειών (εντός ορίων).

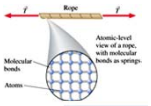
Η τριβή



Η τριβή μεταβάλλεται όπως φαίνεται στο σχήμα.
Γενικά ισχύει $\mu_\sigma > \mu$ κι έτσι $T < T_{\sigma,\max}$.
Η $T_{\sigma,\max}$ ονομάζεται και οριακή τριβή.

Τάση νήματος





Τάση νήματος ονομάζουμε τη δύναμη που ασκεί ένα τεντωμένο νήμα (σχοινί) στο σώμα στο οποίο είναι δεμένο.

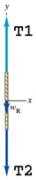
Η τάση του νήματος έχει πάντα τη διεύθυνση του νήματος.

Αν το νήμα είναι μη-εκτατό και χωρίς μάζα, τότε όση δύναμη ασκείται στο ένα άκρο του, ασκείται και στο άλλο.

Δεν υπάρχει τύπος που να μας δίνει την τάση του νήματος, κάθε φορά υπολογίζεται από το πρόβλημα

Σε περίπτωση που λαμβάνουμε υπόψη τη μάζα του νήματος, τα πράγματα αλλάζουν.

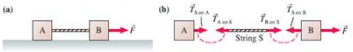
Πχ για τη στατική περίπτωση: $T_1 = T_2 + w$



Τάση νήματος

Σε περίπτωση που λαμβάνουμε υπόψη τη μάζα του νήματος, τα πράγματα αλλάζουν.

FIGURE 7.22 The string's tension pulls forward on block A, backward on block B.



Για το νήμα είναι: $(\sum F)_{x,\text{νήματος}} = m_{\text{νήματος}} \cdot a_{\text{νήματος}} \Rightarrow T_{B\ \text{στο}\ S} - T_{A\ \text{στο}\ S} = m_{\text{νήματος}} \cdot a_{\text{νήματος}}$

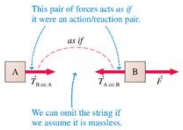
δλδ η τάση "μπροστά" είναι μεγαλύτερη από την τάση "πίσω": $T_{B\ \text{στο}\ S} = T_{A\ \text{στο}\ S} + m \cdot a$

Οριακά, δλδ για $m_{\text{νήματος}} \to 0$, θα είναι $T_{B\ \text{στο}\ S} = T_{A\ \text{στο}\ S}$

Έτσι, σύμφωνα και με το σχήμα: $\vec{T}_{S\ \text{στο}\ B} = -\vec{T}_{S\ \text{στο}\ A}$

δλδ οι δυνάμεις αυτές δρουν <u>σαν</u> ζεύγος δράσης – αντίδρασης ανάμεσα στα σώματα A και B σαν να μη υπάρχει το νήμα.

FIGURE 7.23 The massless string approximation allows objects A and B to act *as if* they are directly interacting.



Τριβή από ρευστό (πχ αέρας)

Η τριβή από κάποιο ρευστό εξαρτάται από την ταχύτητα του σώματος:

- για μικρές ταχύτητες: $R = b\upsilon$
- για μεγάλες ταχύτητες: $R = b\upsilon^2$

πάντα: $\vec{R} \uparrow\downarrow \vec{\upsilon}$

Η σταθερά b εξαρτάται από το είδος του ρευστού, το σχήμα του σώματος, κ.α.

Με την πάροδο του χρόνου, η ταχύτητα αυξάνεται.

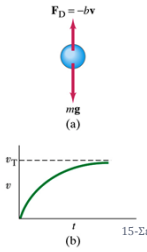
Άρα αυξάνεται και η R αφού: $\sum \vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow a = \frac{w - R}{m} = \frac{mg - b\upsilon^2}{m}$

Κάποια στιγμή γίνεται $w = R \Rightarrow \sum F = 0 \Rightarrow a = 0$

Το σώμα έχει αποκτήσει τη μέγιστη ταχύτητα (οριακή)

$\vec{R} = -b\upsilon^2 \left(\frac{\vec{\upsilon}}{|\upsilon|}\right) \Rightarrow R = b\upsilon^2$

$\vec{w} = m\vec{g} \Rightarrow w = mg$



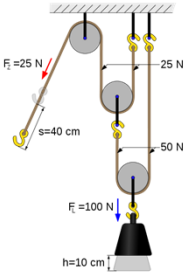
Τροχαλίες

Πολλές φορές τα νήματα περνάνε πάνω από τροχαλίες.

Καθώς το νήμα κινείται, η στατική τριβή ανάμεσα στο νήμα και στην τροχαλία αναγκάζει την τροχαλία να περιστραφεί.

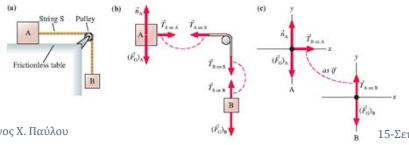
Υπό την προϋπόθεση πως
- η μάζα του νήματος είναι μηδέν
- η μάζα της τροχαλίας είναι μηδέν
- δεν υπάρχει τριβή ανάμεσα στη τροχαλία και τον άξονα περιστροφής της

δεν απαιτείται κάποια δύναμη για να επιταχύνει το νήμα ή να περιστρέψει την τροχαλία.
Έτσι, η τάση του νήματος παραμένει σταθερή κατά μήκος του νήματος.



Σύμφωνα με τα προηγούμενα θα είναι:

$T_{A\ \text{στο}\ S} = T_{B\ \text{στο}\ S}$



Εφαρμόζοντας τους νόμους του Newton

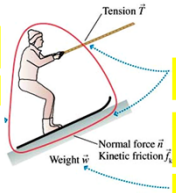
1. Αναγνωρίζουμε το σύστημα και το περιβάλλον.
   - Σύστημα ονομάζουμε το αντικείμενο του οποίου την κίνηση θέλουμε να μελετήσουμε.
   - Περιβάλλον είναι οτιδήποτε άλλο.
2. Κάνουμε ένα σχήμα. Σχεδιάζουμε το αντικείμενο (σύστημα) και οτιδήποτε άλλο αγγίζει το σύστημα.
   - Νήματα, ελατήρια, επιφάνειες αποτελούν μέρος του περιβάλλοντος.
3. Περικλείουμε το σύστημα με μια κλειστή καμπύλη.
   - Μόνο το αντικείμενο βρίσκεται μέσα στην καμπύλη. Όλα τα άλλα είναι απ' έξω.
4. Εντοπίζουμε κάθε σημείο στο οποίο το περιβάλλον ακουμπά το σύστημα.
   - Αυτά είναι τα σημεία στα οποία το περιβάλλον ασκεί δυνάμεις επαφής στο σύστημα.
5. Αναγνωρίζουμε και αποδίδουμε κάποιο σύμβολο σε κάθε μια από τις δυνάμεις επαφής.
   - Σε κάθε ένα από τα παραπάνω σημεία επαφής υπάρχει μια τουλάχιστον τέτοια δύναμη.
6. Αναγνωρίζουμε και αποδίδουμε κάποιο σύμβολο σε κάθε μια από τις δυνάμεις εξ αποστάσεως που ασκούνται στο σύστημα.
   - Για την ώρα, η μοναδική τέτοια δύναμη είναι το βάρος.

Εφαρμόζοντας τους νόμους του Newton

7. Εισάγουμε ένα βολικό σύστημα συντεταγμένων.
   - Ο ορισμός του βολικού συστήματος συντεταγμένων είναι πάρα πολύ απλός: "προσπαθούμε να κάνουμε τη ζωή μας εύκολη".
   - Πρακτικά, ο ένας άξονας (συνήθως ο x) επιλέγεται στη διεύθυνση της κίνησης. Ο άλλος άξονας (ο y) είναι κάθετος στον πρώτο.
8. Αναλύουμε τις δυνάμεις που χρειάζεται (δλδ αυτές που δεν βρίσκονται πάνω στους άξονες) σε συνιστώσες.
9. Εφαρμόζουμε τις εξισώσεις που προκύπτουν από τους νόμους της κίνησης.
   - Στη διεύθυνση της κίνησης εφαρμόζουμε (συνήθως) τον 2ο νόμο.
   - Στην κάθετη διεύθυνση εφαρμόζουμε τον 1ο νόμο.
10. Λύνουμε το σύστημα εξισώσεων.
   - Για την επίλυση των συστημάτων χρησιμοποιούμε τη μέθοδο της αντικατάστασης.

Εφαρμόζοντας τους νόμους του Newton

1. Αναγνωρίζουμε το σύστημα και το περιβάλλον.
2. Κάνουμε ένα σχήμα
3. Περικλείουμε το σύστημα με μια κλειστή καμπύλη.



4. Εντοπίζουμε κάθε σημείο στο οποίο το περιβάλλον ακουμπά το σύστημα. Εδώ είναι το νήμα και το ξύλο.
5. Αναγνωρίζουμε και αποδίδουμε κάποιο σύμβολο σε κάθε μια από τις δυνάμεις επαφής. (Τάση νήματος, κάθετη δύναμη στήριξης, τριβή).
6. Αναγνωρίζουμε και αποδίδουμε κάποιο σύμβολο σε κάθε μια από τις δυνάμεις εξ αποστάσεως. (εδώ μόνο το βάρος).

Υποθέσεις:

- ✓ Τα αντικείμενα συμπεριφέρονται ως (υλικά) σημεία. Άρα μπορούμε να αγνοήσουμε περιστροφές.
- ✓ Οι μάζες των ελατηρίων, των νημάτων και των τροχαλιών θεωρούνται αμελητέες (=0)
- ✓ Μας απασχολούν μόνο οι δυνάμεις που εφαρμόζονται στα αντικείμενά μας. Άρα αγνοούμε τις αντιδράσεις.

Εφαρμόζοντας τους νόμους του Newton

Προβλήματα ισορροπίας (1ος νόμος)

Ένα ακίνητο σώμα ή ένα σώμα που κινείται με σταθερή ταχύτητα (ευθύγραμμη ομαλή κίνηση) λέμε ότι ισορροπεί.

Είναι πιο βολικό να δουλέψουμε με συνιστώσες, σε άξονες.

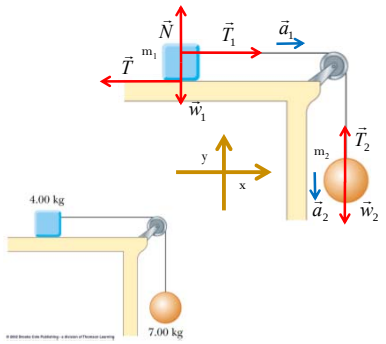
$$\sum \vec{F} = \vec{0} \Rightarrow \begin{cases} \sum \vec{F}_x = 0 \\ \text{και} \\ \sum \vec{F}_y = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \sum F_x = 0 \\ \text{και} \\ \sum F_y = 0 \end{cases}$$

Προβλήματα που αναφέρονται στον 2ο νόμο

Εφαρμόζουμε τον δεύτερο νόμο
Κάποιο από τα α_x και α_y μπορεί να είναι μηδέν.
Καλό είναι να παίρνουμε τις ομόρροπες με την επιτάχυνση δυνάμεις με θετικό πρόσημο.

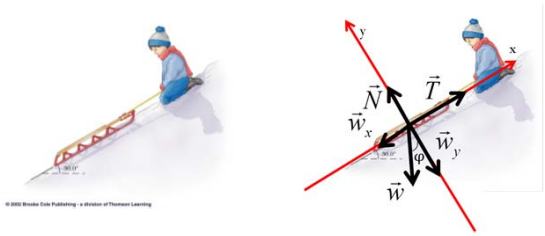
$$\sum \vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow \begin{cases} \sum \vec{F}_x = m\vec{a}_x \\ \text{και} \\ \sum \vec{F}_y = m\vec{a}_y \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \sum F_x = ma_x \\ \text{και} \\ \sum F_y = ma_y \end{cases}$$

Εφαρμόζοντας τους νόμους του Newton

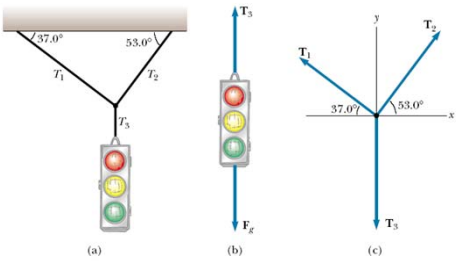


$$T_1 - T = m_1 a_1$$
$$N - w_1 = 0$$
$$T = \mu N$$
$$w_1 = m_1 g$$
$$w_2 - T_2 = m_2 a_2$$
$$w_2 = m_2 g$$
$$T_2 = T_1$$
$$a_2 = a_1 = a$$

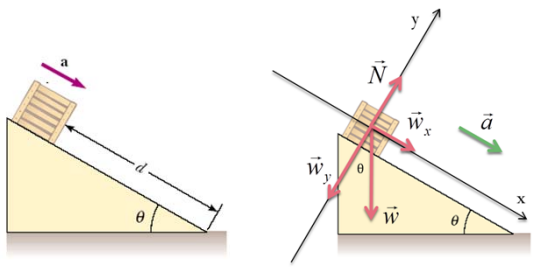
Εφαρμόζοντας τους νόμους του Newton



Εφαρμόζοντας τους νόμους του Newton

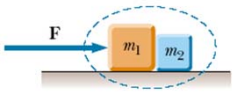


Εφαρμόζοντας τους νόμους του Newton

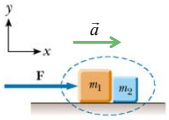


Άσκηση #4

- Τα δύο σώματα βρίσκονται σε επαφή μεταξύ τους και βρίσκονται σε οριζόντιο επίπεδο με το οποίο δεν παρουσιάζουν τριβή. Η δύναμη **F** ασκείται οριζόντια στο σώμα μάζας m_1. Υπολογίστε:
  1. την επιτάχυνση με την οποία θα κινηθεί το σύστημα
  2. το μέτρο της μεταξύ τους δύναμης.
- Γνωστά: m_1, m_2, F.



Άσκηση #4 – λύση



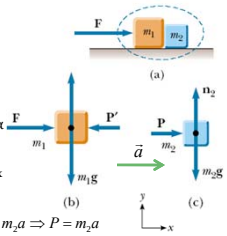
1. Η διακεκομμένη γραμμή στο σχήμα υποδεικνύει πως αντιμετωπίζουμε το σύστημα των δυο σωμάτων ως ένα αντικείμενο.
2. Άρα, η μοναδική εξωτερική δύναμη που δρα στο σύστημα κατά τη διεύθυνση κίνησης είναι η **F**. Τα βάρη και οι κάθετες δυναμεις στήριξης εξουδετερώνονται στον άξονα y.
3. Εφαρμόζοντας τον 2ο ν. της κίνησης στον άξονα x έχουμε:

$$\left(\sum F\right)_x = m_{\text{ολική}} \cdot a \Rightarrow F = \left(m_1 + m_2\right) \cdot a \Rightarrow a = \frac{F}{m_1 + m_2}$$

4. Αυτός ο τρόπος αντιμετώπισης δεν μας λέει τίποτα για τις εσωτερικές δυνάμεις.

31 (c) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου 15-Σεπ-14

Άσκηση #4 – λύση



1. Θα μπορούσαμε να αντιμετωπίσουμε κάθε σώμα χωριστά. Προφανώς, η επιτάχυνση με την οποία κινούνται είναι η ίδια.
2. Εφαρμόζοντας τον 2ο ν. της κίνησης στον άξονα x έχουμε:

$$\left(\sum F\right)_{x,m_1} = m_1 a \Rightarrow F - P' = m_1 a \quad \text{και} \quad \left(\sum F\right)_{x,m_2} = m_2 a \Rightarrow P = m_2 a$$

3. Λόγω δράσης – αντίδρασης είναι P = P' και έτσι:

$$F - P' = m_1 a \xrightarrow{P=P'} F - P = m_1 a \xrightarrow{P=m_2 a} F - m_2 a = m_1 a \Rightarrow a = \frac{F}{m_1 + m_2}$$

4. Οπότε: $P = m_2 a \xrightarrow{a=\frac{F}{m_1+m_2}} P = m_2 \frac{F}{m_1 + m_2} \Rightarrow P = \frac{m_2}{m_1 + m_2} F$

32 (c) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου 15-Σεπ-14