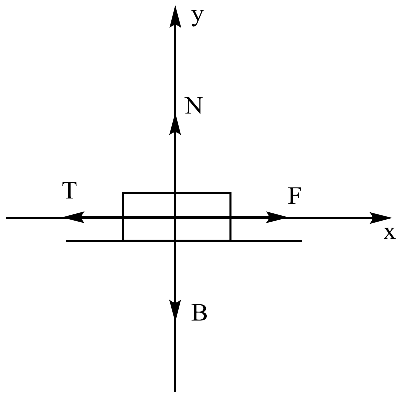
1. Σώμα μάζας $m = 2\ \text{kg}$ κινείται σε οριζόντιο επίπεδο δεχόμενο σταθερή οριζόντια δύναμη μέτρου $F = 10\ \text{N}$ και κινείται με σταθερή επιτάχυνση $a = 2\ \text{m/s}^2$. Να βρεθεί ο συντελεστής τριβής ανάμεσα στο σώμα και στο επίπεδο.
Δίνεται ότι $g = 10\ \text{m/s}^2$.



Σχεδιάζουμε τις δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα. Αυτές είναι: το βάρος, η κάθετη αντίδραση του δαπέδου, η τριβή και η δύναμη $\vec{F}$. Όλες οι δυνάμεις βρίσκονται σε δύο κάθετους άξονες: η δύναμη $\vec{N}$ και το βάρος $\vec{B}$ σε έναν κατακόρυφο άξονα y και οι δυνάμεις $\vec{F}$ και $\vec{T}$ σε έναν οριζόντιο άξονα x.
Γνωρίζουμε ότι ο συντελεστής τριβής ορίζεται ως το πηλίκο της τριβής δια την κάθετη αντίδραση, δηλαδή στο σχήμα $\mu = \frac{T}{N}$. Επομένως αρκεί να υπολογίσουμε τις τιμές των δυνάμεων T και N.
Εφαρμόζουμε τους νόμους του Newton στους δύο άξονες.
Επειδή στη διεύθυνση του άξονα y το σώμα δεν κινείται θα ισχύει ότι:

$$\Sigma\vec{F}_y = 0 \Rightarrow N - B = 0 \Rightarrow N = B \Rightarrow N = m \cdot g \Rightarrow N = 2 \cdot 10 \Rightarrow N = 20\ \text{N} \qquad (1)$$

Στη διεύθυνση του άξονα x το σώμα κινείται με σταθερή επιτάχυνση a. Επομένως θα ισχύει:

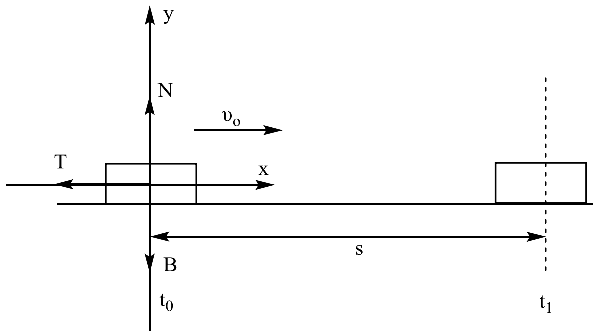
$$\Sigma\vec{F}_x = m \cdot \vec{a} \Rightarrow F - T = m \cdot a \Rightarrow T = F - m \cdot a = 10 - 2 \cdot 2 \Rightarrow F = 6\text{N} \qquad (2)$$

Αντικαθιστώντας τις σχέσεις (1) και (2) στον τύπο υπολογισμού του συντελεστή τριβής έχουμε:

$$\mu = \frac{T}{N} = \frac{6}{20} \Rightarrow \mu = 0{,}3$$

2. Σώμα κινείται σε οριζόντιο επίπεδο και τη χρονική στιγμή $t_o = 0$ s έχει ταχύτητα μέτρου $\upsilon_o = 10$ m/s. Αν το σώμα σταματά μετά από 10 s να υπολογιστεί ο συντελεστής τριβής που παρουσιάζει το σώμα με το επίπεδο.
Δίνεται $g = 10$ m/s^2

Στο πρόβλημα μας ζητείται να υπολογίσουμε το συντελεστή τριβής. Όπως είναι γνωστό, ο συντελεστής τριβής υπάρχει στη σχέση που συνδέει την τριβή και την κάθετη αντίδραση ενός επιπέδου, δηλαδή $\mu = \frac{T}{N}$ σύμφωνα με το διπλανό σχήμα. Επομένως πρέπει να υπολογίσουμε τις τιμές των δυνάμεων $\vec{T}$ και $\vec{N}$.



Στον κατακόρυφο άξονα y το σώμα δεν κινείται και επομένως θα ισχύει:

$$\Sigma\vec{F}_y = 0 \Rightarrow N - B = 0 \Rightarrow N = B \Rightarrow N = mg \qquad (1)$$

Στον άξονα τα y ασκείται μόνο η τριβή και επομένως θα έχουμε:

$$\Sigma\vec{F}_x = T \Rightarrow T = ma \qquad (2)$$

Αντικαθιστώντας τις σχέσεις (1) και (2) στον τύπο του συντελεστή τριβής θα έχουμε:

$$\mu = \frac{T}{N} = \frac{ma}{mg} \Rightarrow \mu = \frac{a}{g} \qquad (3)$$

Αρκεί να υπολογίσουμε την τιμή της επιτάχυνσης a η οποία θα βρεθεί από τις εξισώσεις κίνησης του σώματος, καθώς έχουμε δεδομένα για την κίνηση του σώματος (ταχύτητα και χρόνο).
Όπως φαίνεται και στο σχήμα, κατά τη διεύθυνση του άξονα x ασκείται μόνο η τριβή της οποία η διεύθυνση είναι αντίθετη από τη φορά κίνησης του σώματος. Επομένως η επιτάχυνση a που αποκτά το σώμα έχει αντίθετη φορά από την ταχύτητα, δηλαδή το σώμα εκτελεί ευθύγραμμη ομαλά **επιβραδυνόμενη** κίνηση. Οι εξισώσεις κίνησης του σώματος θα είναι λοιπόν:

$$\upsilon = \upsilon_o - at \qquad (4)$$

$$s = \upsilon_o t - \frac{1}{2}at^2. \qquad (5)$$

Τη χρονική στιγμή t_1 το σώμα σταματά, δηλαδή η ταχύτητά είναι μηδέν. Επομένως από τη σχέση (4) έχουμε:

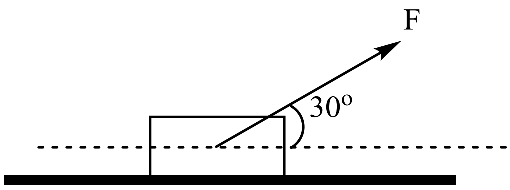
$$0 = \upsilon_o - at_1 \Rightarrow \upsilon_o = at_1 \Rightarrow a = \frac{\upsilon_o}{t_1} \Rightarrow a = \frac{10}{10} \Rightarrow a = 1 \text{ m/s}^2$$

Αντικαθιστούμε την τιμή που βρήκαμε στη σχέση (3) και υπολογίζουμε το συντελεστή τριβής:

$$\mu = \frac{a}{g} = \frac{1}{10} \Rightarrow \mu = 0{,}1$$

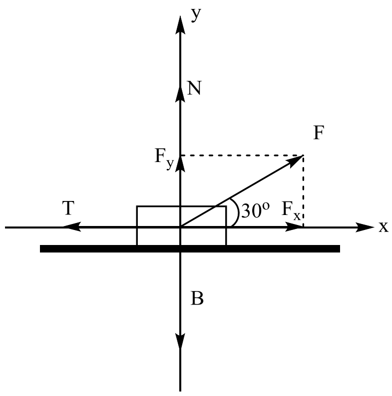
3. Ένα σώμα κινείται με σταθερή ταχύτητα υπό την επίδραση οριζόντιας δύναμης $\vec{F}$ η οποία σχηματίζει γωνία 30^0 με την οριζόντια διεύθυνση. Αν το σώμα έχει μάζα $m = 2\ \text{kg}$ και ο συντελεστής τριβής ολίσθησης μεταξύ του σώματος και του δαπέδου είναι $\mu = \frac{\sqrt{3}}{3}$ να βρείτε το μέτρο της δύναμης $\vec{F}$. Δίνεται ότι $g = 10\ \text{m/s}^2$.

Η εικόνα που θα έχουμε θα είναι αυτή που ακολουθεί:



Σχεδιάζουμε τις δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα, τις αναλύουμε σε δύο άξονες και εφαρμόζουμε τους νόμους του Newton.

Στο σώμα, εκτός από τη δύναμη $\vec{F}$, ασκείται το βάρος $\vec{B}$, η κάθετη αντίδραση του δαπέδου $\vec{N}$ και η τριβή $\vec{T}$. Επιλέγουμε ως άξονα y τη διεύθυνση των δυνάμεων $\vec{B}$ και $\vec{N}$ και ως άξονα x τη διεύθυνση της τριβής. Αναλύουμε τη δύναμη $\vec{F}$ σε δύο συνιστώσες :



$F_x = F\text{συν}30^0 \Rightarrow F_y = F\frac{\sqrt{3}}{2}$ και

$F_y = F\text{ημ}30^0 = F\frac{1}{2} \Rightarrow F_y = \frac{F}{2}$

Το σώμα είναι ακίνητο στη διεύθυνση του άξονα y, οπότε θα ισχύει:

$$\Sigma\vec{F}_y = 0 \Rightarrow N + F_y - B = 0 \Rightarrow N + \frac{F}{2} = mg \qquad (1)$$

Το σώμα στη διεύθυνση του άξονα x κινείται με σταθερή ταχύτητα, οπότε θα ισχύει:

$$\Sigma\vec{F}_x = 0 \Rightarrow F_x - T = 0 \Rightarrow \frac{F\sqrt{3}}{2} = T \qquad (2)$$

Επίσης γνωρίζουμε ότι

$$T = \mu N \Rightarrow \mu = \frac{T}{N} \Rightarrow \frac{\sqrt{3}}{3} = \frac{T}{N} \qquad (3)$$

Θα συνδυάσουμε τις σχέσεις (1), (2) και (3). Λύνουμε τη σχέση (1) ως προς N και αντικαθιστούμε στη σχέση (3).

$(1) \to N + \frac{F}{2} = mg \Rightarrow N = mg - \frac{F}{2}$ και

$$\mu = \frac{T}{N} \Rightarrow \mu = \frac{\frac{F\sqrt{3}}{2}}{mg - \frac{F}{2}} = \frac{\frac{F\sqrt{3}}{2}}{\frac{2mg - F}{2}} = \frac{F\sqrt{3}}{2mg - F} \Rightarrow \frac{\sqrt{3}}{3} = \frac{F\sqrt{3}}{2mg - F} \Rightarrow \frac{1}{3} = \frac{F}{2mg - F} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 3F = 2mg - F \Rightarrow 4F = 2mg \Rightarrow F = \frac{2mg}{4} = \frac{mg}{2} \Rightarrow F = \frac{2\cdot 10}{2} \Rightarrow F = 10\ \text{N}.$$

4. Ένα σώμα βρίσκεται στην κορυφή κεκλιμένου επιπέδου γωνίας κλίσης 30^0. Ο συντελεστής τριβής ολίσθησης μεταξύ σώματος και κεκλιμένου επιπέδου είναι $\mu = \frac{\sqrt{3}}{6}$. Τη χρονική στιγμή $t_o = 0$ s αφήνουμε το σώμα να κινηθεί κατά μήκος του κεκλιμένου επιπέδου.

α. Αν ο συντελεστής οριακής τριβής ισούται με το συντελεστή τριβής ολίσθησης, να αποδείξετε ότι το σώμα θα κινηθεί προς τη βάση του κεκλιμένου επιπέδου.

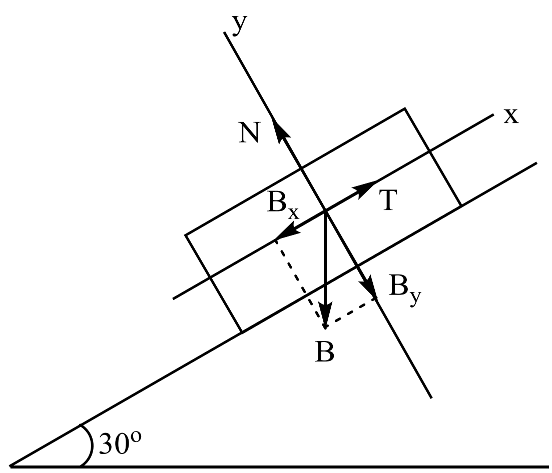
β. Ποιο είναι το μέτρο της ταχύτητας του σώματος τη χρονική στιγμή $t = 2$ s;

γ. Αν ο χρόνος που χρειάζεται το σώμα για να φτάσει στη βάση του κεκλιμένου επιπέδου είναι 5 s, να βρείτε το ύψος h του κεκλιμένου επιπέδου.

Δίνεται ότι $g = 10$ m/s^2.

α. Για να αποδείξουμε ότι το σώμα θα κινηθεί προς τη βάση του κεκλιμένου επιπέδου θα πρέπει να αποδείξουμε ότι δεν είναι δυνατόν να ισορροπεί υπό την επίδραση των δυνάμεων που ασκούνται σε αυτό.

Οι δυνάμεις που ασκούνται είναι το βάρος $\vec{B}$, η κάθετη αντίδραση του κεκλιμένου επιπέδου $\vec{N}$ και η τριβή $\vec{T}$. Επιλέγουμε ως άξονα y τη διεύθυνση της δύναμης $\vec{N}$ και ως άξονα x τον κάθετο σε αυτόν που είναι παράλληλος με το κεκλιμένο επίπεδο. Αναλύουμε το βάρος σε δύο συνιστώσες, τις $\vec{B}_x$ και $\vec{B}_y$.



Η διεύθυνση της δύναμης $\vec{B}$ είναι κάθετη στο οριζόντιο επίπεδο ενώ η διεύθυνση της $\vec{B}_y$ είναι κάθετη στο κεκλιμένο επίπεδο, επομένως η γωνία που σχηματίζουν οι δυνάμεις $\vec{B}$ και $\vec{B}_y$ είναι ίση με την κλίση του κεκλιμένου επιπέδου, 30^0. Άρα θα έχουμε:

$$B_y = B\text{συν}30^0 \Rightarrow B_y = B\frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow B_y = \frac{mg\sqrt{3}}{2} \text{ και } B_x = B\text{ημ}30^0 = mg\frac{1}{2} \Rightarrow B_x = \frac{mg}{2}.$$

Το σώμα δεν κινείται κατά τον άξονα y οπότε θα ισχύει:

$$\Sigma\vec{F}_y = 0 \Rightarrow N - B_y = 0 \Rightarrow N = B_y \Rightarrow N = \frac{mg\sqrt{3}}{2}$$

Αν θεωρήσουμε ότι το σώμα δεν κινείται κατά τη διεύθυνση του άξονα x, θα ισχύει:

$$\Sigma\vec{F}_x = 0 \Rightarrow B_x - T = 0 \Rightarrow T = \frac{mg}{2}$$

Γνωρίζουμε όμως ότι $T = \mu N \Rightarrow \mu = \frac{T}{N}$ οπότε

$$\mu = \frac{\frac{mg}{2}}{\frac{mg\sqrt{3}}{2}} = \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{3}\cdot\sqrt{3}} \Rightarrow \mu = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

Από τα δεδομένα του προβλήματος όμως γνωρίζουμε ότι ο συντελεστής τριβής είναι διαφορετικός από αυτόν που βρήκαμε και άρα το σώμα δεν παραμένει ακίνητο αλλά κινείται προς τη βάσης του κεκλιμένου επιπέδου.

β. Το σώμα, όπως αποδείξαμε, κινείται και η κίνηση που κάνει είναι ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη. Για να υπολογίσουμε την ταχύτητά του τη χρονική στιγμή που μας ζητείται, αρκεί να υπολογίσουμε την επιτάχυνση του σώματος.

$$\Sigma\vec{F}_x = ma \Rightarrow B_x - T = ma \Rightarrow \frac{mg}{2} - \mu N = ma \Rightarrow \frac{mg}{2} - \mu\frac{mg\sqrt{3}}{2} = ma \Rightarrow ma = \frac{mg - \mu mg\sqrt{3}}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a = \frac{g - \mu g\sqrt{3}}{2} \Rightarrow a = \frac{g(1-\mu\sqrt{3})}{2} = \frac{10\cdot(1-\frac{\sqrt{3}}{6}\cdot\sqrt{3})}{2} = \frac{10}{2}\cdot(1-\frac{\sqrt{3}}{6}\cdot\sqrt{3}) \Rightarrow$$

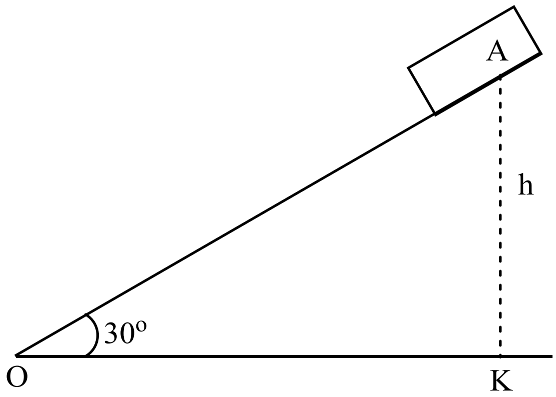
$$\Rightarrow a = 5\cdot(1-\frac{\sqrt{3}\cdot\sqrt{3}}{6}) = 5\cdot(1-\frac{3}{6}) = 5\cdot(1-\frac{1}{2}) = 5\cdot\frac{1}{2} \Rightarrow a = 2{,}5\ \text{m/s}^2$$

Εφαρμόζοντας την εξίσωση της ταχύτητας παίρνουμε:

$$\upsilon = at \Rightarrow \upsilon = 2{,}5\cdot 2 \Rightarrow \upsilon = 5\ \text{m/s}$$

γ. Έστω ότι αφήνουμε το σώμα από το σημείο Α. Αυτό που ψάχνουμε να βρούμε είναι το ύψος h, δηλαδή η κάθετη πλευρά ΑΚ του τριγώνου ΟΑΚ. Γνωρίζουμε ότι το διάστημα ΟΑ το σώμα το διανύει σε χρόνο $5\,\text{s}$. Το διάστημα αυτό μπορούμε να το υπολογίσουμε αφού γνωρίζουμε ότι το σώμα κάνει ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση. Επομένως:

$$\text{OA} = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2}\cdot 2{,}5\cdot 5^2 \Rightarrow \text{OA} = 31{,}25\,\text{m}$$



Το ύψος ΑΚ μπορεί τώρα να υπολογιστεί μέσω το ημιτόνου της γωνίας των 30^0.

$$h = \text{AO}\cdot\text{ημ}30^0 = 31{,}25\cdot\frac{1}{2} \Rightarrow h = 15{,}625\ \text{m}.$$

5. Από την κορυφή λείου κεκλιμένου επιπέδου γωνίας κλίσης 60^0 εκτοξεύεται κατά μήκος του και προς τα κάτω με ταχύτητα $\upsilon_o = 20 \text{ m/s}$ ένα σώμα μάζας $m = 2 \text{ kg}$.

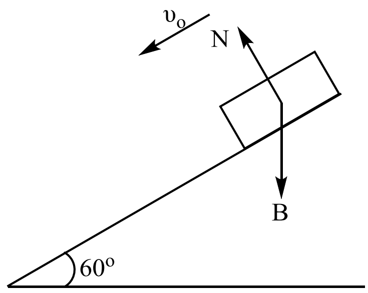
α. Να σχεδιάσετε τις δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα και να υπολογίσετε τα μέτρα τους.

β. Να γράψετε τις εξισώσεις κίνησης του σώματος.

γ. Μετά από πόσο χρόνο η ταχύτητα του σώματος είναι διπλάσια της αρχικής;

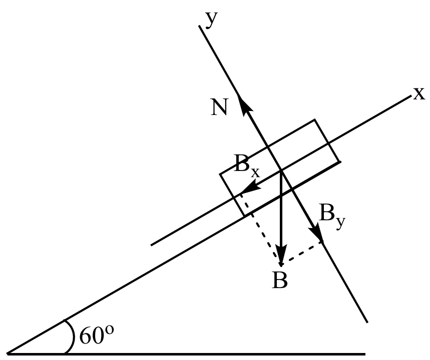
Δίνεται ότι $g = 10 \text{ m/s}^2$.

α. Επειδή το κεκλιμένο επίπεδο είναι λείο, οι δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα είναι δύο: το βάρος και η κάθετη αντίδραση του δαπέδου, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Το βάρος μπορούμε να το υπολογίσουμε αμέσως.



$B = mg = 2 \cdot 10 \Rightarrow B = 20 \text{ N}$.

Για να υπολογίσουμε την κάθετη αντίδραση, θα επιλέξουμε δύο άξονες και θα αναλύσουμε τις δυνάμεις. Επειδή το σώμα κινείται στο κεκλιμένο επίπεδο, επιλέγουμε ως κατακόρυφο άξονα y τη διεύθυνση της δύναμης $\vec{N}$ και ως άξονα x τον κάθετο σε αυτόν, που είναι παράλληλος του κεκλιμένου επιπέδου. Έτσι θα έχουμε το διπλανό σχήμα. Αναλύουμε το βάρος σε δύο συνιστώσες, τις $\vec{B}_x$ και $\vec{B}_y$. Επειδή η διεύθυνση του βάρους $\vec{B}$ είναι κάθετη στο οριζόντιο επίπεδο και η διεύθυνση της $\vec{B}_y$ είναι κάθετη στο κεκλιμένο επίπεδο, η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ του βάρους και της $\vec{B}_y$ θα είναι 60^0. Έτσι θα ισχύει:



$$B_y = B\sigma\upsilon\nu 60^0 = 20 \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow B_y = 10 \text{ N} \text{ και}$$

$$B_x = B\eta\mu 60^0 = 20 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow B_x = 10\sqrt{3} \text{ N}$$

Το σώμα ισορροπεί στον άξονα y οπότε: $\Sigma \vec{F}_y = 0 \Rightarrow N - B_y = 0 \Rightarrow N = B_y \Rightarrow N = 10 \text{ N}$.

β. Κατά τη διεύθυνση του άξονα x στο σώμα ασκείται η $\vec{B}_x$ και επομένως το σώμα θα εκτελέσει ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση με αρχική ταχύτητα υ_o.

Από το 2^o Νόμο του Newton υπολογίζουμε την επιτάχυνση του σώματος.

$$\Sigma \vec{F}_x = m\vec{a} \Rightarrow B_x = ma \Rightarrow mg\sigma\upsilon\nu 60^0 = ma \Rightarrow a = g\sigma\upsilon\nu 60^0 = 10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow a = 5\sqrt{3} \text{ m/s}^2$$

Επομένως οι εξισώσεις κίνησης του σώματος θα είναι:

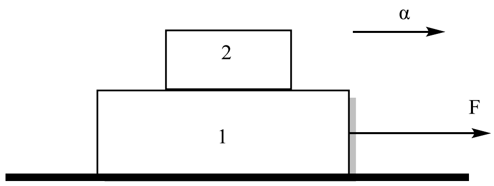
$$s = \upsilon_o t + \frac{1}{2}at^2 \Rightarrow s = 20t + \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot \sqrt{3}t^2 \Rightarrow s = 20t + 2{,}5\sqrt{3}t^2$$

$$\upsilon = \upsilon_o + at \Rightarrow \upsilon = 20 + 5\sqrt{3}t$$

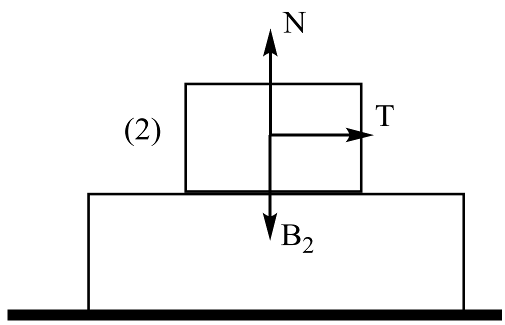
γ. Χρησιμοποιούμε την εξίσωση της ταχύτητας.

$$\upsilon = 20 + 5\sqrt{3}t \Rightarrow 40 = 20 + 5\sqrt{3}t \Rightarrow \frac{40-20}{5\sqrt{3}} = t \Rightarrow t = \frac{20\sqrt{3}}{5\sqrt{3}\sqrt{3}} \Rightarrow t = 4\frac{\sqrt{3}}{2} \text{ s}$$

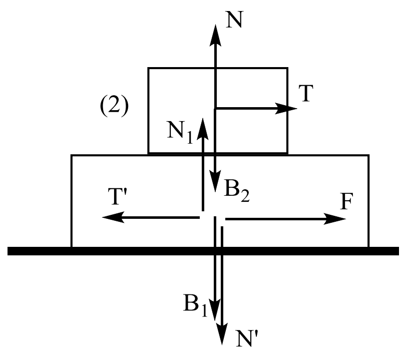
6. Σε λείο οριζόντιο επίπεδο ισορροπεί σώμα (1) και επάνω σε αυτό σώμα (2). Ασκούμε οριζόντια δύναμη $\vec{F}$ οπότε και τα δύο σώμα κινούνται με επιτάχυνση a όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Να σχεδιάσετε τις δυνάμεις που ασκούνται στα σώματα.



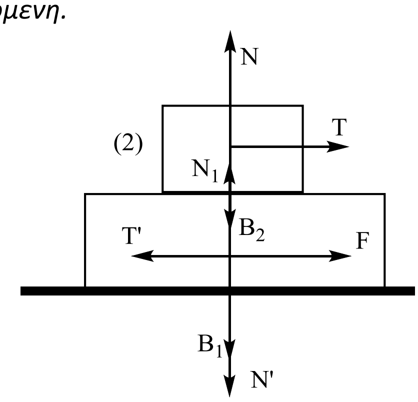
Η κίνηση του σώματος (1) είναι προφανής. Ασκείται η δύναμη $\vec{F}$. Πώς όμως κινείται το σώμα (2); Στο σώμα (2) ασκείται το βάρος $\vec{B}_2$ και η αντίδραση του δαπέδου $\vec{N}$ που στην προκειμένη περίπτωση είναι το σώμα (1). Αν ασκούνταν μόνον αυτές οι δυνάμεις δεν θα μπορούσε να δικαιολογηθεί η κίνηση του σώματος προς τα δεξιά. Για να κινείται με επιτάχυνση a σημαίνει ότι ασκείται κάποια δύναμη. Αυτή δεν μπορεί να είναι άλλη από την τριβή μεταξύ των σωμάτων (1) και (2). Έτσι οι δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα (2) θα είναι:



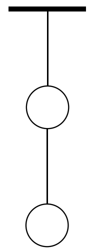
Στο σώμα (1) θα ασκούνται οι εξής δυνάμεις: το βάρος $\vec{B}_1$, η κάθετη αντίδραση του λείου οριζόντιου δαπέδου $\vec{N}_1$ και η δύναμη $\vec{F}$. Αυτές είναι οι προφανείς δυνάμεις. Αλλά επειδή έχουμε δύο σώματα τα οποία είναι σε επαφή, δηλαδή αλληλεπιδρούν, θα ισχύει ο 3^{ος} Νόμος του Newton. Στο σώμα (2) είδαμε ότι ασκούνται οι δυνάμεις $\vec{N}$ και $\vec{T}$ από το σώμα (1). Άρα και στο σώμα (1) θα ασκούνται δύο δυνάμεις ίσες και αντίθετες των $\vec{N}$ και $\vec{T}$. Επομένως οι δυνάμεις που θα ασκούνται στο σώμα (1) θα είναι όπως στο σχήμα που ακολουθεί.



Στο σχήμα η δύναμη $\vec{N}'$ είναι ίση και αντίθετη της $\vec{N}$ και η $\vec{T}'$ είναι ίση και αντίθετη της $\vec{T}$.
Οι δυνάμεις δεν έχουν σχεδιαστεί στην ίδια ευθεία μόνο και μόνο για να ξεχωρίζουν. Η κανονική εικόνα των δυνάμεων είναι η επόμενη.



7. Οι σφαίρες στο διπλανό σχήμα ισορροπούν. Να σχεδιάσετε τις δυνάμεις που ασκούνται σε κάθε σφαίρα και στο νήμα που συνδέει τις δύο σφαίρες, αν γνωρίζετε ότι τα νήματα είναι αβαρή και μη εκτατά.



Αρχικά μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι η κάτω σφαίρα, σφαίρα (1) έρχεται σε επαφή μόνο με το νήμα (β). Επομένως θα ασκούνται δύο δυνάμεις, μία από απόσταση, το βάρος και μία από το νήμα (β). Το νήμα (β) έρχεται σε επαφή με τις δύο σφαίρες. Άρα στο νήμα (β) θα ασκούνται δύο δυνάμεις (το νήμα είναι αβαρές, οπότε δεν υπάρχει η δύναμη του βάρους). Η πάνω σφαίρα, σφαίρα (2) έρχεται σε επαφή με δύο νήματα. Επομένως θα ασκούνται οι δύο δυνάμεις από τα νήματα και η δύναμη του βάρους, σύνολο τρεις δυνάμεις.

Για να σχεδιάσουμε τις δυνάμεις που ασκούνται θα λάβουμε υπόψη μας τον 1^{ο} Νόμο του Newton και τον 3^{ο} Νόμο. Στην κάτω σφαίρα, (1) ασκείται το βάρος $\vec{B}_1$. Επειδή η σφαίρα ισορροπεί, θα ασκείται μια ίση και αντίθετη δύναμη, η $\vec{T}_1$. Είναι η δύναμη που ασκεί το νήμα (β) στη σφαίρα (1). Αφού το νήμα (β) ασκεί δύναμη στη σφαίρα (1), από τον 3^{ο} Νόμο του Newton προκύπτει ότι και η σφαίρα (1) θα ασκεί στο νήμα (β) μια δύναμη ίση και αντίθετη. Αυτή η δύναμη είναι η $\vec{T}_2$. Το νήμα (β) ισορροπεί, επομένως θα ασκείται μια δύναμη ίση και αντίθετη της $\vec{T}_2$, η δύναμη $\vec{T}_3$. Η δύναμη $\vec{T}_3$ ασκείται από τη σφαίρα (2) στο νήμα (β). Επομένως και το νήμα (β) θα ασκεί στη σφαίρα (1) μια δύναμη ίση και αντίθετη, τη $\vec{T}_4$. Επίσης στη σφαίρα (1) θα ασκείται το βάρος $\vec{B}_2$. Τέλος, αφού η σφαίρα (1) ισορροπεί θα ασκείται μια δύναμη ίση και αντίθετη με το άθροισμα των δυνάμεων $\vec{B}_2$ και $\vec{T}_4$. Η δύναμη αυτή είναι η $\vec{T}_5$ η οποία ασκείται από το νήμα (α) στη σφαίρα (1).