

ΛΥΚΕΙΟ ΛΙΝΟΠΕΤΡΑΣΦΥΣΙΚΗ Β' ΛΥΚΕΙΟΥ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΥΛΙΚΟΥ ΣΗΜΕΙΟΥ ΣΕ ΜΙΑ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ
ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ1.1 ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ**Θέση, απόσταση, διάστημα, μετατόπιση, ταχύτητα και επιτάχυνση**

Η Θέση είναι διανυσματικό μέγεθος (Διάνυσμα Θέσης) και καθορίζει το σημείο που βρίσκεται ένα υλικό σημείο στο χώρο. Για τον ορισμό του διανύσματος θέσης απαιτείται σημείο αναφοράς και ένα σύστημα αξόνων.

Η απόσταση είναι το μήκος της ευθείας που ενώνει δύο σημεία.

Το διάστημα για ένα κινητό που αλλάζει θέση στο χώρο είναι το μήκος της τροχιάς του.

Η μετατόπιση είναι διανυσματικό μέγεθος και είναι η μεταβολή των διανυσμάτων θέσης, του τελικού από το αρχικό διάνυσμα θέσης.

Η ταχύτητα είναι ο ρυθμός μεταβολής του διανύσματος θέσης.

$$\text{Ταχύτητα: } \vec{u} = \frac{d\vec{x}}{dt}.$$

Η επιτάχυνση είναι ο ρυθμός μεταβολής του διανύσματος της ταχύτητας (διανυσματική ταχύτητα).

$$\text{Επιτάχυνση: } \vec{a} = \frac{d\vec{u}}{dt}.$$

Πρόβλημα 1

Να εξηγήσετε πότε ένα σώμα είναι σε κίνηση.

Πρόβλημα 2

Να εξηγήσετε τι σημαίνει για ένα σώμα που κινείται σε ευθεία τροχιά ότι έχει επιτάχυνση $+3 \text{ m/s}^2$.

Πρόβλημα 3

Να εξηγήσετε τι σημαίνει για ένα σώμα που κινείται σε ευθεία τροχιά ότι έχει επιτάχυνση -5 m/s^2 .

Πρόβλημα 4

Ένα σώμα κινείται σε ευθεία τροχιά και έχει σε ένα χρονικό διάστημα αρνητικές τιμές επιτάχυνσης. Να εξηγήσετε αν το σώμα οπωσδήποτε επιβραδύνεται.

Πρόβλημα 5

Ένα σώμα κινείται σε ευθεία τροχιά και έχει σε ένα χρονικό διάστημα θετικές τιμές επιτάχυνσης. Να εξηγήσετε αν το σώμα οπωσδήποτε επιταχύνεται.

Πρόβλημα 6

Ένα σώμα επιταχύνεται σε ευθεία τροχιά. Να εξηγήσετε ποια κατεύθυνση έχουν τα διανύσματα ταχύτητας και επιτάχυνσης.

Πρόβλημα 7

Ένα σώμα επιβραδύνεται σε ευθεία τροχιά. Να εξηγήσετε ποια κατεύθυνση έχουν τα διανύσματα ταχύτητας και επιτάχυνσης.

Πρόβλημα 8

Η ταχύτητα ενός σώματος σε ευθεία τροχιά έχει σταθερό μέτρο 10 m/s . Να εξηγήσετε ποιο είναι το μέτρο της μετατόπισης του σώματος στο χρονικό διάστημα των τριών πρώτων δευτερολέπτων. Να εξηγήσετε αν το μέτρο της μετατόπισης είναι πάντα το ίδιο σε οποιοδήποτε χρονικό διάστημα τριών δευτερολέπτων.

Πρόβλημα 9

Η επιτάχυνση ενός σώματος σε ευθεία τροχιά έχει μέτρο 2 m/s^2 και έχει την ίδια φορά με το διάνυσμα της αρχικής ταχύτητας. Θεωρήστε την αρχική φορά της ταχύτητας θετική. Το μέτρο της αρχικής ταχύτητας του σώματος είναι 5 m/s .

(α) Να συμπληρώσετε τον πιο κάτω πίνακα.

a/a	$t(s)$	$u \text{ (m/s)}$
1	0	
2	2	
3	3	
4	7	
5	12	

(β) Από τις τιμές του πίνακα να χαράξετε τη γραφική παράσταση της ταχύτητας ως συνάρτηση του χρόνου, $u=f(t)$.

(γ) Να εξηγήσετε με ποιο τρόπο μπορούμε να υπολογίσουμε την επιτάχυνση του σώματος χρησιμοποιώντας τη γραφική παράσταση $u=f(t)$.

(δ) Να εξηγήσετε το είδος της κίνησης του σώματος.

Πρόβλημα 10

Η επιτάχυνση ενός σώματος σε ευθεία τροχιά έχει μέτρο 2 m/s^2 και έχει αρχικά αντίθετη φορά με το διάνυσμα της αρχικής ταχύτητας. Θεωρήστε την αρχική φορά της ταχύτητας θετική.

Το μέτρο της αρχικής ταχύτητας του σώματος είναι 20 m/s .

(α) Να συμπληρώσετε τον πιο κάτω πίνακα.

a/a	$t(s)$	$u \text{ (m/s)}$
1	0	
2	2	
3	4	
4	8	
5	10	
6	15	
7	20	

(β) Από τις τιμές του πίνακα να χαράξετε τη γραφική παράσταση της ταχύτητας ως συνάρτηση του χρόνου, $u=f(t)$.

(γ) Να εξηγήσετε με ποιο τρόπο μπορούμε να υπολογίσουμε την επιτάχυνση του σώματος χρησιμοποιώντας τη γραφική παράσταση $u=f(t)$.

(δ) Να εξηγήσετε το είδος της κίνησης του σώματος.

ΛΥΚΕΙΟ ΛΙΝΟΠΕΤΡΑΣΦΥΣΙΚΗ Β' ΛΥΚΕΙΟΥ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΥΛΙΚΟΥ ΣΗΜΕΙΟΥ ΣΕ ΜΙΑ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ
ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ1.1 ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ**Εξισώσεις Κίνησης και Γραφικές Παραστάσεις**

Από τη γραφική παράσταση $x = f(t)$ μπορούμε να προσδιορίσουμε τη θέση ενός σώματος σε συγκεκριμένη χρονική στιγμή, να υπολογίσουμε το διάστημα, να υπολογίσουμε τη μετατόπιση του σώματος, τη στιγμιαία ταχύτητα του σώματος και τη μέση ταχύτητα.

Από τη γραφική παράσταση $u = f(t)$ μπορούμε να υπολογίσουμε την επιτάχυνση του σώματος (στιγμιαία και μέση επιτάχυνση). Μπορούμε να υπολογίσουμε τη μετατόπιση του σώματος.

Από τη γραφική παράσταση $a = f(t)$ μπορούμε να υπολογίσουμε τη μεταβολή της ταχύτητας του σώματος.

Πρόβλημα 11

Η κίνηση ενός σώματος περιγράφεται από την εξίσωση $u = -15 + 3t$, με μονάδες στο S.I.

(α) Να χαράξετε τη γραφική παράσταση $u = f(t)$, για το χρονικό διάστημα $0 \leq t \leq 10 \text{ s}$.

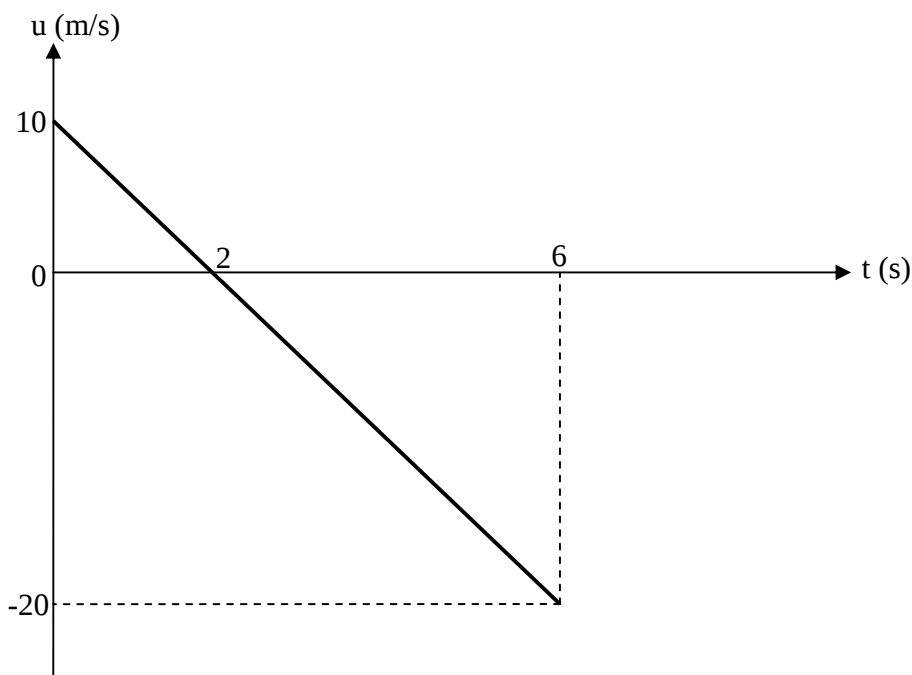
(β) Να ερμηνεύσετε την κίνηση του σώματος, για το χρονικό διάστημα $0 \leq t \leq 10 \text{ s}$.

(γ) Δίνεται ότι η αρχική θέση του σώματος είναι το σημείο αναφοράς, $x_0 = 0$. Να γράψετε τη σχέση $x = f(t)$, που δίνει τη θέση του σώματος κάθε στιγμή.

(δ) Να χαράξετε τη γραφική παράσταση $x = f(t)$, για το χρονικό διάστημα $0 \leq t \leq 10 \text{ s}$.

Πρόβλημα 12

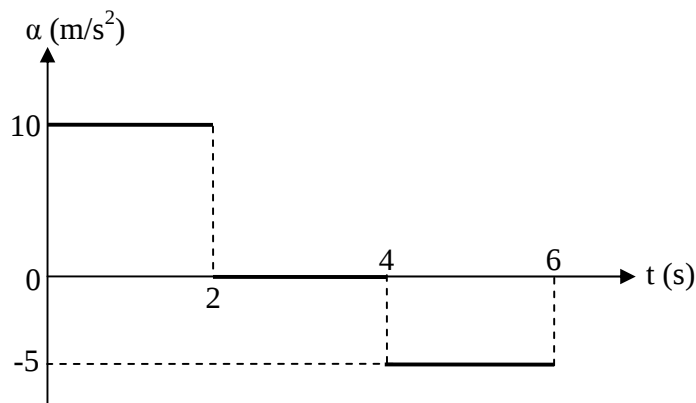
Η γραφική παράσταση δείχνει την ταχύτητα με το χρόνο για ένα σώμα που κινείται σε ευθεία τροχιά.



- (α) Να υπολογίσετε την επιτάχυνση του σώματος, χρησιμοποιώντας τη γραφική παράσταση.
- (β) Να εξηγήσετε πόση είναι η επιτάχυνση του σώματος τη χρονική στιγμή $t = 2 \text{ s}$.
- (γ) Να υπολογίσετε τη μετατόπιση του σώματος στο χρονικό διάστημα $0 \leq t \leq 2 \text{ s}$.
- (δ) Να υπολογίσετε τη μετατόπιση του σώματος στο χρονικό διάστημα $0 \leq t \leq 6 \text{ s}$.
- (ε) Να υπολογίσετε το διάστημα που κάλυψε το σώμα στο χρονικό διάστημα $0 \leq t \leq 6 \text{ s}$.
- (στ) Να γράψετε την εξίσωση της ταχύτητας του σώματος ως συνάρτηση του χρόνου, $u=f(t)$.
- (ζ) Είναι δεδομένο ότι τη χρονική στιγμή μηδέν το σώμα περνά από το σημείο αναφοράς, $x=0$. Να γράψετε την εξίσωση της θέσης του σώματος ως συνάρτηση του χρόνου, $x=f(t)$.
- (η) Να χαράξετε σε βαθμολογημένους άξονες τη γραφική παράσταση $x=f(t)$ για το διάστημα $0 \leq t \leq 6 \text{ s}$.
- (θ) Να χαράξετε την ευθεία κίνησης (x - άξονα) και να σημειώσετε τις θέσεις του σώματος τις χρονικές στιγμές, $t = 0, 2 \text{ s}, 4 \text{ s}$ και 6 s .

Πρόβλημα 13

Η γραφική παράσταση δείχνει την επιτάχυνση με το χρόνο για ένα σώμα που κινείται σε ευθεία τροχιά. Το σώμα έχει αρχική ταχύτητα μέτρου 40 m/s και φορά την ίδια με την αρχική επιτάχυνση.

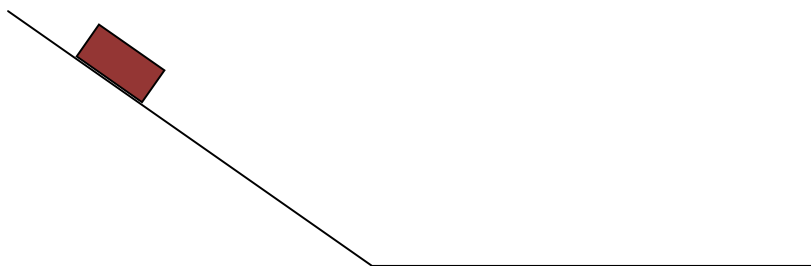


(α) Να υπολογίσετε την ταχύτητα του σώματος τις χρονικές στιγμές (i) $t = 2$ s, (ii) $t = 4$ s και (iii) $t = 6$ s.

(β) Να χαράξετε τη γραφική παράσταση της ταχύτητας σε συνάρτηση με το χρόνο στο διάστημα $0 \leq t \leq 6$ s.

Πρόβλημα 14

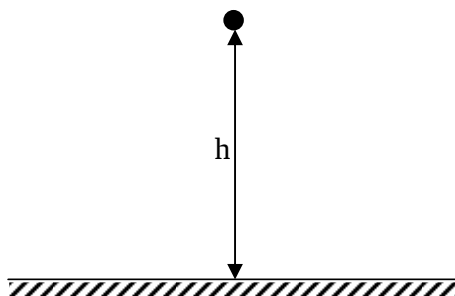
Το σώμα στο σχήμα αφήνεται από την ηρεμία να κινηθεί κατά μήκος του κεκλιμένου επιπέδου, χωρίς τριβές. Στη συνέχεια κινείται κατά μήκος της οριζόντιας επιφάνειας, χωρίς τριβές. Η αντίσταση του αέρα είναι αμελητέα.



Να χαράξετε, ποιοτικά, τη γραφική παράσταση του μέτρου της ταχύτητας του σώματος, ως συνάρτηση του χρόνου. Να σημειώσετε στη γραφική με (1) το τμήμα που αντιστοιχεί στην κίνηση στο κεκλιμένο επίπεδο και (2) το τμήμα που αντιστοιχεί στην κίνηση στην οριζόντια επιφάνεια.

Πρόβλημα 15

Η μπάλα στο σχήμα αφήνεται από την ηρεμία να κινηθεί υπό την επίδραση μόνο του βάρους της και κοντά στην επιφάνεια της Γης όπου η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι σταθερή.



Η μπάλα κτυπά σε οριζόντια ακλόνητη επιφάνεια η οποία βρίσκεται σε ύψος h από το σημείο που αφέθηκε ελεύθερη. Η μπάλα μετά από κάθε κρούση με την επιφάνεια ανεβαίνει ξανά στο ίδιο αρχικό ύψος. (Δεν υπάρχει δηλαδή απώλεια της μηχανικής ενέργειας της μπάλας).

Θεωρήστε θετική φορά προς τα πάνω.

(α) Να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση της ταχύτητας σε σχέση με το χρόνο, από τη στιγμή που αφήνεται ελεύθερη μέχρι τη στιγμή που ανεβαίνει ξανά στο ίδιο ύψος h .

(β) Να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση της θέσης της μπάλας σε σχέση με το χρόνο, από τη στιγμή που αφήνεται ελεύθερη μέχρι τη στιγμή που ανεβαίνει ξανά στο ίδιο ύψος h . Θεωρήστε ως σημείο αναφοράς για τη θέση το σημείο που κτυπά στο έδαφος.

ΛΥΚΕΙΟ ΛΙΝΟΠΕΤΡΑΣΦΥΣΙΚΗ Β' ΛΥΚΕΙΟΥ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΥΛΙΚΟΥ ΣΗΜΕΙΟΥ ΣΕ ΜΙΑ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ
ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ1.1 ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ**Δεύτερος Νόμος του Νεύτωνα – Εφαρμογές Χωρίς τριβή**

Η κλασσική μηχανική στηρίζεται στους τρεις νόμους του Νεύτωνα (Newton).

1. Ο ΠΡΩΤΟΣ ΝΟΜΟΣ ΤΗΣ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ:

Ένα σώμα διατηρεί την κατάσταση ηρεμίας ή της ευθύγραμμης ομαλής κίνησής του όταν δεν επιδρά σε αυτό καμιά δύναμη ή αν επιδρούν δυνάμεις η συνισταμένη των δυνάμεων είναι μηδέν. Ο νόμος αυτός αναφέρεται και ως **νόμος της αδράνειας**.

Αδράνεια της ύλης είναι η ιδιότητα της ύλης να προβάλλει αντίσταση σε κάθε αιτία η οποία τείνει να του μεταβάλει την κινητική του κατάσταση. Έτσι ένα σώμα τείνει να διατηρήσει την κατάσταση ηρεμίας ή ευθύγραμμης ομαλής κίνησης. Μέτρο της αδράνειας της ύλης στη μεταφορική κίνηση είναι η μάζα.

2. Ο ΔΕΥΤΕΡΟΣ ΝΟΜΟΣ ΤΗΣ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ

Όταν ένα σώμα δέχεται μια δύναμη ή πολλές δυνάμεις των οποίων η συνισταμένη δεν είναι μηδέν, τότε το σώμα αποκτά επιτάχυνση η οποία είναι στη φορά της δύναμης και έχει μέτρο ανάλογο με το μέτρο της δύναμης ή της συνισταμένης των δυνάμεων που δρουν στο σώμα. Ο νόμος αυτός αποτελεί τον θεμελιώδη νόμο της δυναμικής και εκφράζεται με τη σχέση:

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

Όπου m η μάζα του σώματος. (Αδρανειακή μάζα).

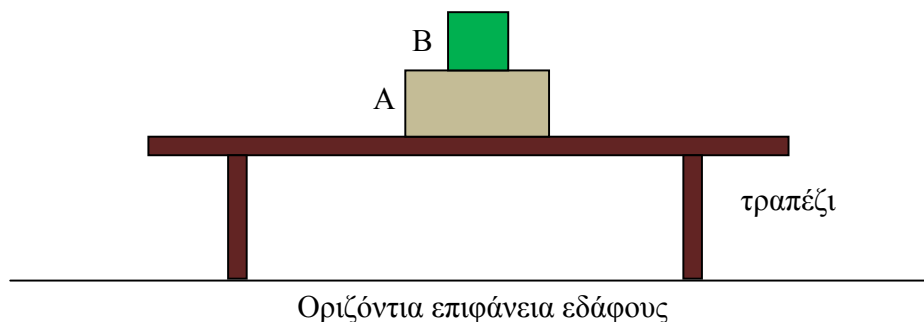
3. Ο ΤΡΙΤΟΣ ΝΟΜΟΣ ΤΗΣ ΔΡΑΣΗΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ

Αν ένα σώμα Α ασκεί δύναμη σε ένα σώμα Β, τότε και το σώμα Β ασκεί δύναμη στο Α, ίσου μέτρου αλλά αντίθετης φοράς. Ο νόμος αυτός ονομάζεται και **νόμος δράσης - αντίδρασης**.

$$\vec{F}_{A,B} = -\vec{F}_{B,A}$$

Πρόβλημα 16 (Δυνάμεις και τρίτος νόμος του Νεύτωνα)

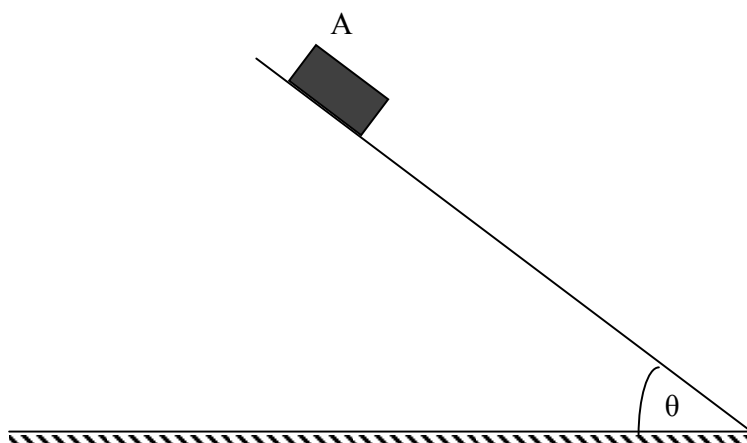
Στο σχήμα το σώμα Β βρίσκεται πάνω στο σώμα Α το οποίο είναι πάνω στην επιφάνεια ενός τραπεζιού.



- (α) Να σημειώσετε όλες τις δυνάμεις που ασκούνται στα σώματα Α και Β, σε ελεύθερα διαγράμματα.
- (β) Να αναφέρετε τα σώματα που ασκούν τις δυνάμεις (i) στο σώμα Α, (ii) στο σώμα Β.
- (γ) Να εξηγήσετε ποιες από τις δυνάμεις που σημειώσατε στα σώματα Α και Β, αποτελούν ζευγάρια δράσης αντίδρασης (ικανοποιούν τον τρίτο νόμο του Νεύτωνα).
- (δ) Να αναφέρετε για τις υπόλοιπες δυνάμεις σε ποια σώματα δρουν οι αντιδράσεις τους.
- (ε) Να εξηγήσετε ποιες από τις δυνάμεις που σημειώσατε στα σώματα Α και Β, είναι δυνάμεις πεδίου και ποιες είναι δυνάμεις επαφής.

Πρόβλημα 17 (Δυνάμεις και δεύτερος νόμος του Νεύτωνα)

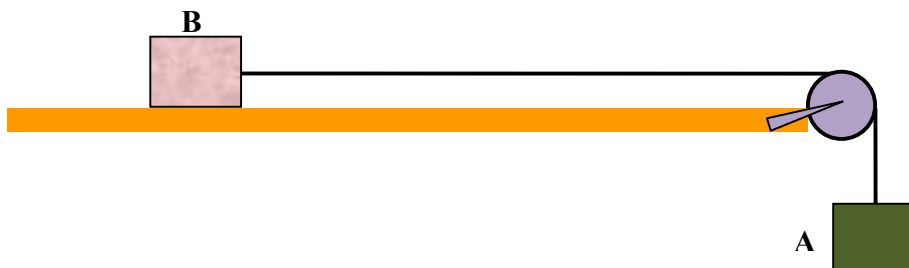
Το σώμα Α στο σχήμα, μάζας $0,6 \text{ kg}$, αφήνεται από την ηρεμία να κινηθεί χωρίς τριβές σε κεκλιμένο επίπεδο κλίσης $\theta = 53^\circ$. ($\eta\mu 53^\circ = 0,8$ και $\sigma\upsilon\nu 53^\circ = 0,6$).



- (α) Να υπολογίσετε την επιτάχυνση του σώματος.
- (β) Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας του σώματος όταν διανύσει απόσταση $0,8 \text{ m}$ κατά μήκος του κεκλιμένου επιπέδου.

Πρόβλημα 18 (Δυνάμεις και τρίτος νόμος του Νεύτωνα, Δεύτερος νόμος και σύστημα συνδεδεμένων σωμάτων)

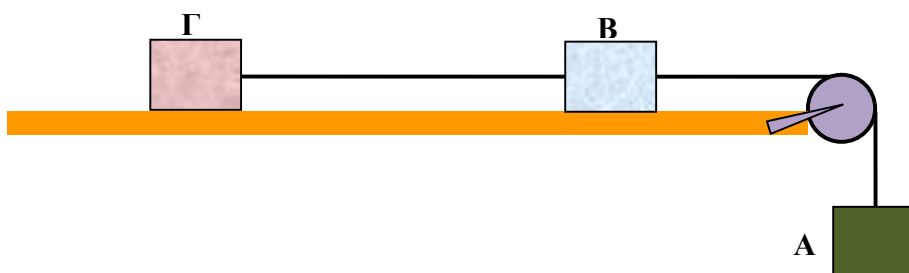
Στο σχήμα τα δύο σώματα Α και Β, με μάζες m_1 και m_2 αντίστοιχα, συνδέονται με αβαρές νήμα μέσω μιας αβαρούς τροχαλίας. Δεν υπάρχουν τριβές με την επιφάνεια ούτε με την τροχαλία.



- (α) Να σημειώσετε στο σχήμα όλες τις δυνάμεις που ασκούνται στα σώματα Α και Β.
- (β) Να εξηγήσετε αν υπάρχουν δυνάμεις που σημειώσατε στα σώματα Α και Β, που αποτελούν ζεύγος δράσης αντίδρασης (ικανοποιούν τον τρίτο νόμο του Νεύτωνα).
- (γ) Να σημειώσετε τις δυνάμεις που δέχεται το νήμα.
- (δ) Να αναφέρετε τα ζεύγη δυνάμεων που είναι δράση αντίδραση, μεταξύ των δυνάμεων που σημειώσατε στα ερωτήματα (α) και (γ).
- (ε) Να εξάγετε τη σχέση που δίνει την επιτάχυνση του συστήματος των δύο σωμάτων, ως συνάρτηση των μεγεθών m_1 , m_2 και της επιτάχυνσης της βαρύτητας g .

Πρόβλημα 19 (Δυνάμεις και τρίτος νόμος του Νεύτωνα, Δεύτερος νόμος και σύστημα συνδεδεμένων σωμάτων)

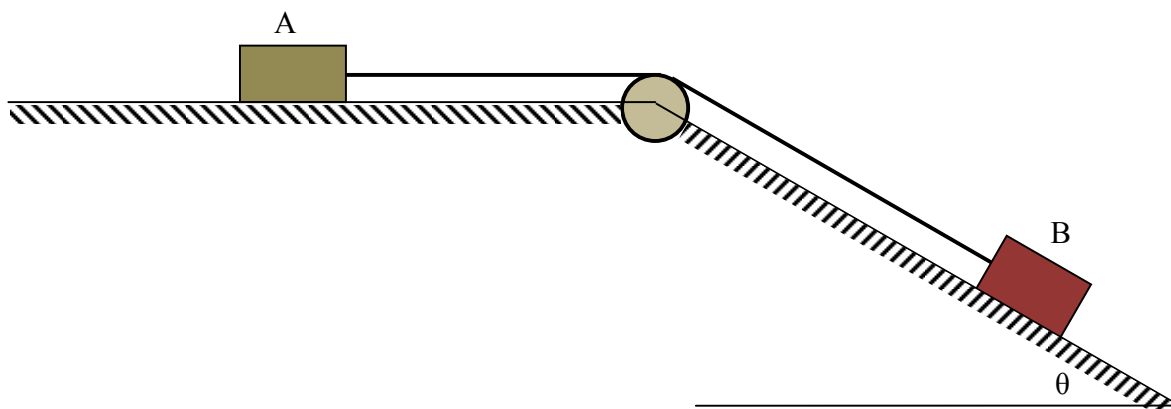
Στο σχήμα τα τρία σώματα Α, Β και Γ, με μάζες m_1 , m_2 και m_3 αντίστοιχα, συνδέονται με αβαρή νήματα μέσω μιας αβαρούς τροχαλίας. Δεν υπάρχουν τριβές με την επιφάνεια ούτε με την τροχαλία.



- (α) Να σημειώσετε στο σχήμα όλες τις δυνάμεις που ασκούνται στα σώματα Α, Β και Γ και στο νήμα.
- (β) Να αναφέρετε τα ζεύγη δυνάμεων που είναι δράση αντίδραση, μεταξύ των δυνάμεων που σημειώσατε στο ερώτημα (α).
- (γ) Να εξάγετε τη σχέση που δίνει την επιτάχυνση του συστήματος των τριών σωμάτων, ως συνάρτηση των μεγεθών m_1 , m_2 , m_3 , και της επιτάχυνσης της βαρύτητας g .

Πρόβλημα 20 (Δυνάμεις και δεύτερος νόμος του Νεύτωνα - Σύστημα συνδεδεμένων σωμάτων)

Στο σχήμα τα δύο σώματα Α και Β, με μάζες m_1 και m_2 αντίστοιχα, συνδέονται με αβαρές νήμα μέσω μιας αβαρούς τροχαλίας. Δεν υπάρχουν τριβές με τις επιφάνειες ούτε με την τροχαλία. Το κεκλιμένο επίπεδο έχει κλίση θ , όπως δείχνει το σχήμα. Τα σώματα αφήνονται από την ηρεμία τη στιγμή $t = 0$.



- (α) Να εξάγετε τη σχέση που δίνει το μέτρο της επιτάχυνσης των σωμάτων, ως συνάρτηση των μεγεθών m_1 , m_2 , θ και της επιτάχυνσης της βαρύτητας g .
- (β) Δίνεται ότι $m_1 = 6 \text{ kg}$ και $m_2 = 4 \text{ kg}$. Επίσης $\theta = 30^\circ$ ($\eta\mu 30^\circ = 0,50$ και $\sigma\upsilon\nu 30^\circ = 0,87$).
- (γ) Να υπολογίσετε το μέτρο της επιτάχυνσης των σωμάτων.
- (δ) Να υπολογίσετε τη χρονική στιγμή στην οποία τα σώματα αποκτούν ταχύτητα μέτρου 2 m/s .

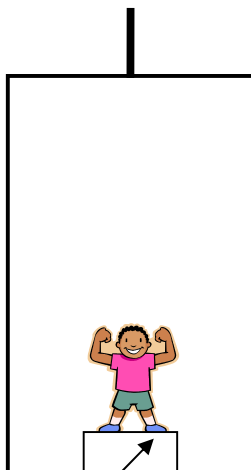
Πρόβλημα 21 (Δυνάμεις και δεύτερος νόμος του Νεύτωνα - Κίνηση ανελκυστήρα)

Ένας ανελκυστήρας μάζας 740 kg μεταφέρει 3 άτομα με συνολική μάζα 260 kg . Να υπολογίσετε την τάση του συρματοσχοινού (που θεωρούμε αβαρές) στις εξής περιπτώσεις:

- (α) Ο ανελκυστήρας κατεβαίνει με σταθερή ταχύτητα μέτρου 4 m/s .
 - (β) Ο ανελκυστήρας ανεβαίνει με σταθερή ταχύτητα μέτρου 4 m/s .
 - (γ) Ο ανελκυστήρας ανεβαίνει και επιταχύνεται με επιτάχυνση μέτρου $a = 2 \text{ m/s}^2$.
 - (δ) Ο ανελκυστήρας κατεβαίνει και επιταχύνεται με επιτάχυνση μέτρου $a = 2 \text{ m/s}^2$.
 - (ε) Ο ανελκυστήρας ανεβαίνει και επιβραδύνεται με επιτάχυνση $a = 2 \text{ m/s}^2$.
 - (ζ) Ο ανελκυστήρας κατεβαίνει και επιβραδύνεται με επιτάχυνση $a = 2 \text{ m/s}^2$.
- (Απάντηση. (α) 10000 N , (β) 10000 N , (γ) 12000 N , (δ) 8000 N , (ε) 8000 N , (ζ) 12000 N)

Πρόβλημα 22 (Δυνάμεις και δεύτερος νόμος του Νεύτωνα - Κίνηση ανελκυστήρα)

Στο σχήμα το παιδί μάζας 50 kg στέκεται πάνω σε ένα ζυγό, που μετρά βάρος. Ο ζυγός βρίσκεται στο πάτωμα ενός ανελκυστήρα.



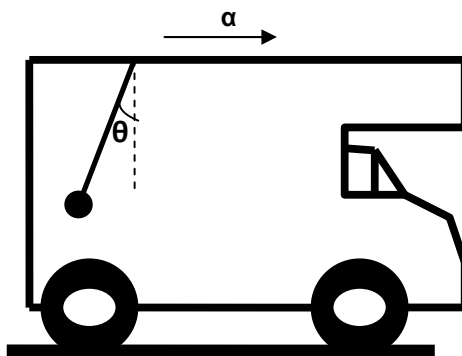
Να υπολογίσετε την ένδειξη του ζυγού στις εξής περιπτώσεις:

- (α) Ο ανελκυστήρας επιταχύνεται με επιτάχυνση μέτρου $1,5 \text{ m/s}^2$ προς τα πάνω
- (β) Ο ανελκυστήρας επιταχύνεται με επιτάχυνση μέτρου $1,5 \text{ m/s}^2$ προς τα κάτω
- (γ) Ο ανελκυστήρας κινείται με σταθερή ταχύτητα είτε προς τα πάνω είτε προς τα κάτω
- (δ) Ο ανελκυστήρας κινείται με ελεύθερη πτώση εξαιτίας ατυχήματος όπου κόβεται το συρματόσχοινο.

(Απάντηση. (α) 575 N, (β) 425 N, (γ) 500 N, (δ) μηδέν N)

Πρόβλημα 23 (Δυνάμεις και δεύτερος νόμος του Νεύτωνα)

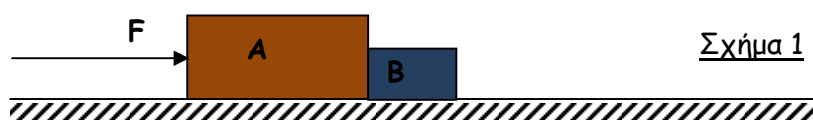
Το σφαιρίδιο στο αυτοκίνητο είναι δεμένο με αβαρές νήμα το οποίο αποκλίνει από την κατακόρυφο κατά $\theta=25^\circ$, όταν το αυτοκίνητο επιταχύνεται. Να υπολογίσετε το μέτρο της επιτάχυνσης του αυτοκινήτου.



(Απάντηση. $a=g\epsilon\phi\theta = 4,66 \text{ m/s}^2$)

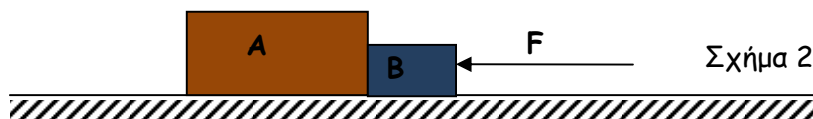
Πρόβλημα 24 (Δυνάμεις και δεύτερος νόμος του Νεύτωνα - Δύο σώματα σε επαφή)

Δύο σώματα Α και Β με μάζες m_1 και m_2 βρίσκονται σε επαφή πάνω σε οριζόντια επιφάνεια που δεν παρουσιάζει τριβές. Στο σώμα Α ασκείται σταθερή οριζόντια δύναμη μέτρου F , όπως δείχνει το σχήμα 1.



Σχήμα 1

- (α) Να σημειώσετε σε ελεύθερα διαγράμματα τις δυνάμεις που ασκούνται στα δύο σώματα Α και Β.
- (β) Να υπολογίσετε το μέτρο της επιτάχυνσης των σωμάτων, σε συνάρτηση των μεγεθών m_1 , m_2 και F .
- (γ) Να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης που ασκεί το ένα σώμα στο άλλο, σε συνάρτηση των μεγεθών m_1 , m_2 και F .
- (δ) Να εξηγήσετε πώς θα αλλάξουν οι πιο πάνω απαντήσεις στα ερωτήματα (β) και (γ) αν η δύναμη ασκηθεί στο σώμα Β, όπως δείχνει το σχήμα 2.

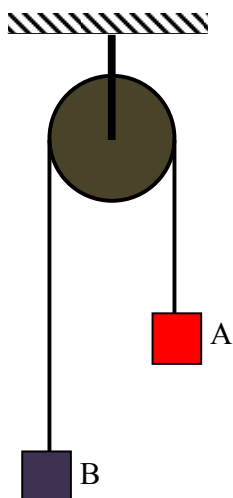


Σχήμα 2

Πρόβλημα 25 (Δυνάμεις και δεύτερος νόμος του Νεύτωνα - Κίνηση σωμάτων με τη βοήθεια τροχαλίας)

Στο σχήμα η τροχαλία είναι ακλόνητη, αβαρής και τα σώματα Α και Β έχουν μάζες m_1 και m_2 αντίστοιχα. Τα σώματα συνδέονται με μη ελαστικό και αβαρές νήμα. Δίνεται ότι $m_1 > m_2$.

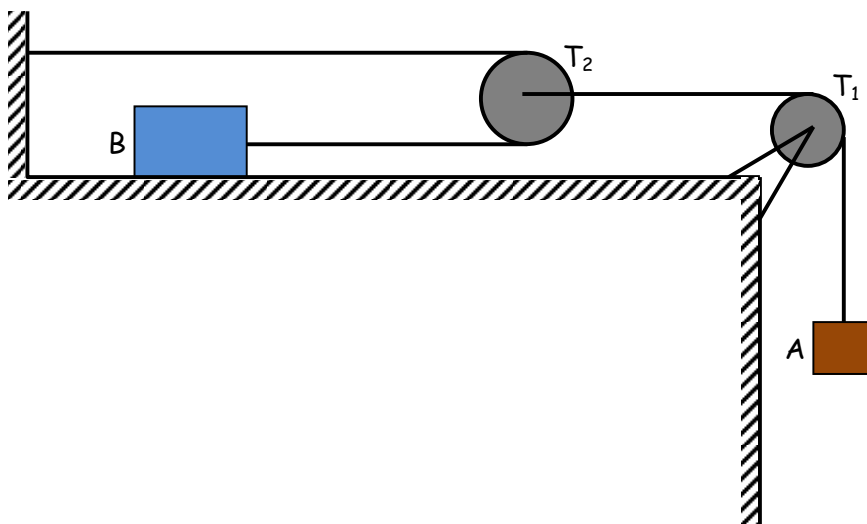
Τη στιγμή $t = 0$ τα σώματα αφήνονται να κινηθούν από την ηρεμία.



- (α) Να υπολογίσετε την επιτάχυνση των σωμάτων, σε συνάρτηση των μεγεθών m_1 , m_2 και της επιτάχυνσης της βαρύτητας g .
- (β) Να υπολογίσετε την τάση του νήματος, σε συνάρτηση των μεγεθών m_1 , m_2 και της επιτάχυνσης της βαρύτητας g .
- (γ) Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας των σωμάτων όταν διανύσουν το καθένα 0,40 m από τη στιγμή $t = 0$, δεδομένου ότι $m_1 = 0,5 \text{ kg}$, $m_2 = 0,4 \text{ kg}$, $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Πρόβλημα 26 (Δυνάμεις και δεύτερος νόμος του Νεύτωνα - Κίνηση σωμάτων με τη βοήθεια τροχαλίας)

Στο σχήμα η τροχαλία T_1 είναι ακλόνητη ενώ η τροχαλία T_2 μπορεί να κινείται. Οι τροχαλίες και τα νήματα είναι αβαρή. Τα σώματα Α και Β έχουν μάζες m_1 και m_2 αντίστοιχα και αφήνονται από την ηρεμία να κινηθούν χωρίς τριβές.



- (α) Να υπολογίσετε το μέτρο της επιτάχυνσης των δύο σωμάτων, σε συνάρτηση των μεγεθών m_1 , m_2 και της επιτάχυνσης της βαρύτητας g .
- (β) Να υπολογίσετε την τάση των δύο νημάτων, σε συνάρτηση των μεγεθών m_1 , m_2 και της επιτάχυνσης της βαρύτητας g .

ΛΥΚΕΙΟ ΛΙΝΟΠΕΤΡΑΣΦΥΣΙΚΗ Β' ΛΥΚΕΙΟΥ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΥΛΙΚΟΥ ΣΗΜΕΙΟΥ ΣΕ ΜΙΑ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ**1.2 Τριβή - Εφαρμογές Δεύτερου Νόμου του Νεύτωνα με τριβή**

2. Η **τριβή** είναι δύναμη ηλεκτρομαγνητικής φύσης και εμφανίζεται ανάμεσα στα άτομα και τα μόρια των επιφανειών δύο σωμάτων που βρίσκονται σε επαφή, όταν τα δύο σώματα τείνουν να κινηθούν το ένα σε σχέση με το άλλο ή όταν υπάρχει σχετική κίνηση μεταξύ τους.

3. Η **στατική τριβή** είναι η δύναμη τριβής που εμφανίζεται όταν ένα σώμα τείνει να κινηθεί στην επιφάνεια ενός δεύτερου σώματος, με την επίδραση εξωτερικής δύναμης. Η επίδραση μιας εξωτερικής δύναμης στο ένα σώμα, η οποία αυξάνεται σιγά-σιγά ξεκινώντας από το μηδέν, έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της στατικής τριβής μέχρι μιας μέγιστης τιμής όπου το σώμα πέρα από την τιμή αυτή κινείται σε σχέση με το δεύτερο σώμα. Η μέγιστη στατική τριβή είναι ανάλογη με την κάθετη δύναμη N που συμπιέζει τις δύο επιφάνειες και εξαρτάται από τη φύση των δύο επιφανειών, με ένα συντελεστή μ_{σ} που ονομάζεται συντελεστής στατικής τριβής.

Ισχύει η σχέση $T_{\sigma} \leq \mu_{\sigma} N$

4. Η **τριβή ολίσθησης** είναι η δύναμη τριβής που εμφανίζεται ανάμεσα στις δύο επιφάνειες δύο σωμάτων σε επαφή που βρίσκονται σε σχετική κίνηση μεταξύ τους. Η τριβή ολίσθησης είναι ανάλογη με την κάθετη δύναμη N που συμπιέζει τις δύο επιφάνειες και εξαρτάται από τη φύση των δύο επιφανειών, με ένα συντελεστή που ονομάζεται συντελεστής τριβής ολίσθησης.

Ισχύει η σχέση $T_{ολ} = \mu_{ολ} N$

Για ένα ζεύγος τριβόμενων επιφανειών είναι συνήθως $\mu_{\sigma} > \mu_{ολ}$, δηλαδή η τριβή ολίσθησης είναι συνήθως μικρότερη από τη μέγιστη στατική τριβή.

Πρόβλημα 27 (Τριβή Ολίσθησης, στατική τριβή και δεύτερος νόμος του Νεύτωνα)

Στο σχήμα το σώμα Α βρίσκεται αρχικά ακίνητο σε οριζόντια επιφάνεια. Η μάζα του σώματος είναι 4 kg.



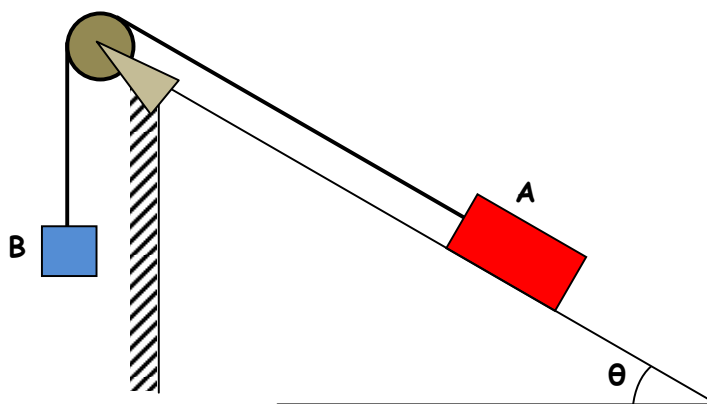
(α) Ασκούμε στο σώμα οριζόντια δύναμη μέτρου $F = 8 \text{ N}$ και παρατηρούμε ότι το σώμα παραμένει ακίνητο. (i) Να σημειώσετε στο σώμα όλες τις δυνάμεις που δέχεται. (ii) Να υπολογίσετε τα μέτρα των δυνάμεων που ασκούνται στο σώμα.

(β) Αυξάνουμε το μέτρο της δύναμης F στα 12 N οπότε το σώμα αποκτά επιτάχυνση μέτρου $0,6 \text{ m/s}^2$. (i) Να υπολογίσετε το μέτρο της τριβής ολίσθησης. (ii) Να υπολογίσετε το συντελεστή τριβής ολίσθησης.

(Απάντηση. (α) (ii) $B = 40 \text{ N}$, $N = 40 \text{ N}$, $T_{στ} = 8 \text{ N}$, (β) (i) $9,6 \text{ N}$, (ii) $0,24$)

Πρόβλημα 28 (Τριβή Ολίσθησης, στατική τριβή και δεύτερος νόμος του Νεύτωνα)

Στο σχήμα τα σώματα Α και Β έχουν μάζες 6 kg και 5 kg αντίστοιχα. Η κλίση του επιπέδου είναι $\theta = 30^\circ$. ($\eta\mu 37^\circ = 0,6$, $\sigma\upsilon\nu 37^\circ = 0,8$). Η τριβής ολίσθησης και η μέγιστη στατική τριβή μεταξύ του σώματος Α και της επιφάνειας του κεκλιμένου επιπέδου είναι 9,6 N και 12 N αντίστοιχα.

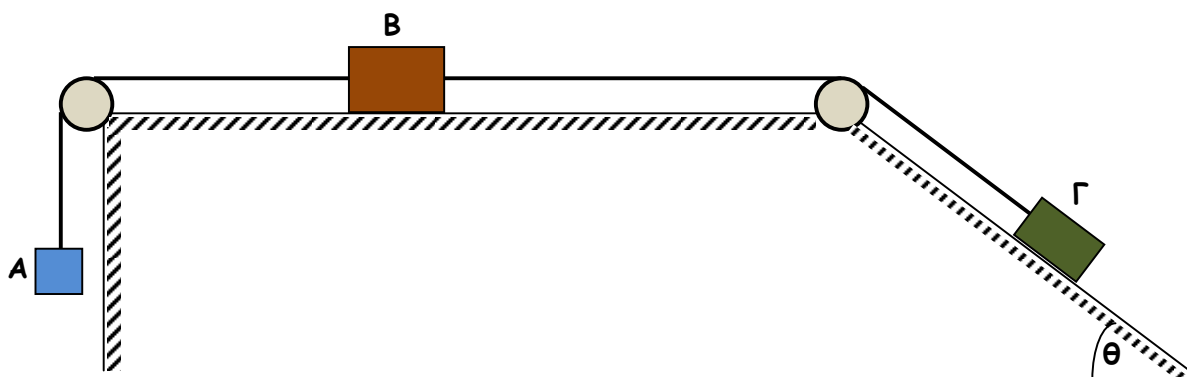


Αφήνουμε τα σώματα ελεύθερα χωρίς αρχική ταχύτητα. (α) Να διερευνήσετε δίνοντας τις κατάλληλες εξηγήσεις αν τα σώματα κινούνται. (β) Αν κινούνται να αναφέρετε και να εξηγήσετε ποια είναι η τη φορά κίνησης και να υπολογίσετε την επιτάχυνση των σωμάτων.

(Απάντηση. (β) $0,4 \text{ m/s}^2$)

ΛΥΚΕΙΟ ΛΙΝΟΠΕΤΡΑΣΦΥΣΙΚΗ Β' ΛΥΚΕΙΟΥ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΥΛΙΚΟΥ ΣΗΜΕΙΟΥ ΣΕ ΜΙΑ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ**1.2 Τριβή - Εφαρμογές Δεύτερου Νόμου του Νεύτωνα με τριβή****Πρόβλημα 29** (Τριβή και δεύτερος νόμος του Νεύτωνα)

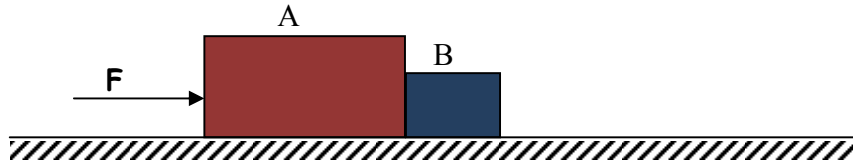
Στο σχήμα τα σώματα Α, Β και Γ έχουν μάζες 5 kg, 4 kg και 6 kg αντίστοιχα. Τα νήματα είναι αμελητέου βάρους και οι τροχαλίες δεν περιστρέφονται. Ο συντελεστής τριβής ολίσθησης και ο συντελεστής στατικής τριβής για όλες τις τριβόμενες επιφάνειες είναι 0,10 και 0,15 αντίστοιχα. Δίνεται ότι $\eta\mu\theta = 0,60$ και $\sigma\upsilon\nu\theta = 0,80$. Αφήνουμε τα σώματα ελεύθερα από την ηρεμία.



- (α) Να εξηγήσετε ποια είναι η πιθανή φορά κίνησης.
(β) Να διερευνήσετε αν το σύστημα επιταχύνεται. Αν ναι να υπολογίσετε το μέτρο της επιτάχυνσης των σωμάτων, με ακρίβεια δύο δεκαδικών ψηφίων.
(γ) Να υπολογίσετε τις τάσεις των νημάτων, με ακρίβεια ένα δεκαδικό ψηφίο.
(Απάντηση. (β) $0,35 \text{ m/s}^2$, (γ) $48,3 \text{ N}$, $42,9 \text{ N}$)

Πρόβλημα 30 (Τριβή και δεύτερος νόμος του Νεύτωνα)

Στο σχήμα τα σώματα Α και Β έχουν μάζες 3 kg και 2 kg αντίστοιχα, είναι σε επαφή το ένα δίπλα από το άλλο και βρίσκονται αρχικά ακίνητα σε οριζόντια επιφάνεια. Ο συντελεστής τριβής ολίσθησης και ο συντελεστής στατικής τριβής για όλες τις τριβόμενες επιφάνειες είναι 0,20 και 0,25 αντίστοιχα. Ασκούμε στο σώμα Α δύναμη μέτρου $F = 15 \text{ N}$ παράλληλη με την οριζόντια επιφάνεια στην οποία βρίσκονται τα σώματα.



(α) Να δείξετε ότι τα σώματα με την επίδραση της δύναμης F μπορούν να κινηθούν.

(β) Να υπολογίσετε την επιτάχυνση των σωμάτων.

(γ) Να υπολογίσετε τις δυνάμεις που ασκούνται μεταξύ των δύο σωμάτων.

(Απάντηση. (β) 1 m/s^2 , (γ) 6 N προς τα αριστερά, 6 N προς τα δεξιά)

Πρόβλημα 31 (Δυνάμεις και δεύτερος νόμος του Νεύτωνα. Συνδεδεμένα σώματα με νήμα σε επιφάνεια με τριβή)

Δύο σώματα Σ_1 και Σ_2 με μάζες $m_1 = 2 \text{ kg}$ και $m_2 = 3 \text{ kg}$ αντίστοιχα, μπορούν να κινούνται πάνω σε οριζόντιο επίπεδο, με τριβές, όπως στο σχήμα. Στο σώμα Σ_2 ασκείται σταθερή δύναμη με οριζόντια διεύθυνση, προς τα δεξιά.

Ο συντελεστής στατικής τριβής μεταξύ των σωμάτων και της επιφάνειας είναι ίσος με $\mu_{στ} = 0,30$ και ο συντελεστής τριβής ολίσθησης είναι ίσος με $\mu_{ολ} = 0,20$.

(α) Να υπολογίσετε την ελάχιστη τιμή της δύναμης F που πρέπει να ασκηθεί για να αρχίσει η κίνηση των σωμάτων.

(β) Να υπολογίσετε (i) την επιτάχυνση και (ii) την τάση του νήματος, όταν το μέτρο της δύναμης είναι $F = 25 \text{ N}$.



(Απάντηση. (α) 15 N , (β) (i) 3 m/s^2 , (ii) 10 N)

Πρόβλημα 32 (Τριβή Ολίσθησης και δεύτερος νόμος του Νεύτωνα - Εξισώσεις κίνησης)

Το σώμα Α στο σχήμα έχει μάζα 5 kg και βρίσκεται αρχικά ακίνητο σε οριζόντια επιφάνεια. Τη χρονική στιγμή $t = 0$ δίνουμε στο σώμα οριζόντια ταχύτητα με μέτρο $u_0 = 5 \text{ m/s}$. Το σώμα διανύει, από τη στιγμή $t = 0$ μέχρι τη στιγμή που σταματά, απόσταση 6,25 m.



- (α) Να υπολογίσετε το μέτρο της επιτάχυνσης.
 (β) Να υπολογίσετε το μέτρο της τριβής ολίσθησης.
 (γ) Να υπολογίσετε το συντελεστή τριβής ολίσθησης μεταξύ των τριβομένων επιφανειών.
 (Απάντηση. (α) 2 m/s^2 , (β) 10 N , (γ) $0,2$)

Πρόβλημα 33 (Τριβή Ολίσθησης και δεύτερος νόμος του Νεύτωνα - Εξισώσεις κίνησης)

Το σώμα Α στο σχήμα έχει μάζα m και βρίσκεται αρχικά ακίνητο σε οριζόντια επιφάνεια. Ο συντελεστής ολίσθησης μεταξύ του σώματος και της επιφάνειας είναι $\mu_{ολ}$. Τη χρονική στιγμή $t = 0$ δίνουμε στο σώμα οριζόντια ταχύτητα με μέτρο u_0 . Το σώμα διανύει απόσταση d και σταματά.



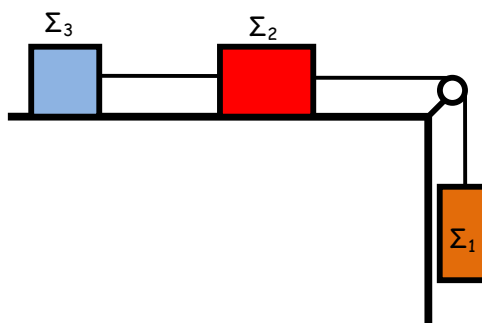
- (α) Να εξάγετε τη σχέση που δίνει το μέτρο της επιτάχυνσης a του σώματος σε συνάρτηση των μεγεθών (i) $\mu_{ολ}$ και της επιτάχυνσης της βαρύτητας g , (ii) u_0 και d .
 (β) Να εξάγετε τη σχέση για το χρόνο που χρειάζεται το σώμα να διανύσει την απόσταση d , σε συνάρτηση των μεγεθών (i) u_0 , $\mu_{ολ}$ και g , (ii) d και u_0 .
 (γ) Να αποδείξετε ότι $u_0 = \sqrt{2\mu_{ολ}gd}$.

(Απάντηση. (α) (i) $a = \mu_{ολ}g$, (ii) $a = \frac{u_0^2}{2d}$ (β) (i) $t = \frac{u_0}{\mu_{ολ}g}$, (ii) $t = \frac{2d}{u_0}$)

ΛΥΚΕΙΟ ΛΙΝΟΠΕΤΡΑΣΦΥΣΙΚΗ Β' ΛΥΚΕΙΟΥ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΥΛΙΚΟΥ ΣΗΜΕΙΟΥ ΣΕ ΜΙΑ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ**1.2 Τριβή - Εφαρμογές Δεύτερου Νόμου του Νεύτωνα με τριβή - ΙΙ**

Πρόβλημα 34 (Δυνάμεις και δεύτερος νόμος του Νεύτωνα. Συνδεδεμένα σώματα με νήμα σε επιφάνεια με τριβή)

Τρία σώματα συνδέονται όπως δείχνει το σχήμα. Το σώμα Σ_1 έχει μάζα $m_1 = 4 \text{ Kg}$ το Σ_2 έχει μάζα $m_2 = 4 \text{ Kg}$ και το Σ_3 έχει μάζα $m_3 = 2 \text{ Kg}$. Τα σώματα αφήνονται από την ηρεμία και κινούνται με σταθερή επιτάχυνση. Ο συντελεστής τριβής ολίσθησης μεταξύ των σωμάτων Σ_2 και Σ_3 και της επιφάνειας του επιπέδου είναι 0,50.



Ζητούνται:

(α) Η επιτάχυνση του συστήματος.

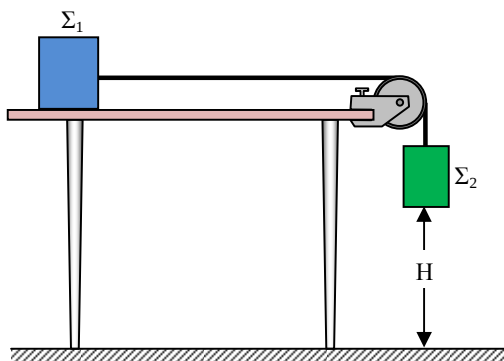
(β) Οι τάσεις των νημάτων.

(γ) Αλλάζουμε τη φύση της οριζόντιας επιφάνειας και αφήνουμε ξανά τα σώματα από την ηρεμία. Παρατηρούμε ότι τα σώματα τείνουν να ολισθήσουν, δηλαδή οι στατικές τριβές παίρνουν τις μέγιστες τιμές τους. Υπολογίσετε σε αυτή την περίπτωση το συντελεστή στατικής τριβής.

(Απάντηση. (α) 1 m/s^2 , (β) 36 N και 12 N, (γ) 2/3)

Πρόβλημα 35 (Δεύτερος νόμος του Νεύτωνα και εξισώσεις κίνησης)

Τα δύο σώματα Σ_1 και Σ_2 του σχήματος είναι ενωμένα με νήμα και έχουν μάζες $m_1 = 4 \text{ Kg}$ και $m_2 = 2 \text{ Kg}$ αντίστοιχα. Αρχικά ($t = 0$) τα σώματα κρατούνται ακίνητα με το σώμα Σ_2 να απέχει από το έδαφος απόσταση $H = 0,25 \text{ m}$, ενώ το σώμα Σ_1 μπορεί να ολισθαίνει πάνω στο τραπέζι. Ο συντελεστής τριβής ολίσθησης και ο συντελεστής στατικής τριβής, μεταξύ του σώματος Σ_1 και του τραπεζιού είναι $\mu_{ολ} = 0,20$ και $\mu_{στ} = 0,35$.

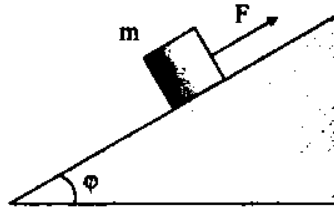


Τη χρονική στιγμή $t = 0$ αφήνουμε τα δύο σώματα να κινηθούν ελεύθερα.

- (α) Να σχεδιάσετε όλες τις δυνάμεις που ασκούνται στα δυο σώματα.
- (β) Να εξηγήσετε γιατί θα κινηθούν τα σώματα και να υπολογίσετε την επιτάχυνσή τους.
- (γ) Να υπολογίσετε τη χρονική στιγμή t_1 που θα φτάσει το σώμα Σ_2 στο έδαφος.
- (δ) Να υπολογίσετε την ταχύτητα των σωμάτων τη χρονική στιγμή t_1 .
- (ε) Να υπολογίσετε την επιτάχυνση του σώματος Σ_1 μετά την ακινητοποίηση του σώματος Σ_2 .
- (στ) Να υπολογίσετε σε ποια χρονική στιγμή (t_2) και σε πόση απόσταση από την αρχική του θέση, θα σταματήσει το σώμα Σ_1 .

Πρόβλημα 36 (Δυνάμεις και δεύτερος νόμος του Νεύτωνα. Κίνηση σε κεκλιμένο επίπεδο με τριβή)

Το σώμα του σχήματος έχει μάζα m και βρίσκεται πάνω σε κεκλιμένο επίπεδο γωνίας κλίσης φ . Ο συντελεστής τριβής ολίσθησης μεταξύ του σώματος και επιπέδου είναι $\mu_{ολ}$. Ο συντελεστής στατικής τριβής μεταξύ του σώματος και επιπέδου είναι $\mu_{στ}$. Πάνω στο σώμα ασκείται σταθερή δύναμη μέτρου F , με διεύθυνση παράλληλη με το κεκλιμένο επίπεδο και με φορά προς τα πάνω, όπως δείχνει το σχήμα.



Ζητούνται:

(α) Να προσδιορίσετε τη σχέση της F για την οποία το σώμα παραμένει ακίνητο στο κεκλιμένο επίπεδο. (Σημείωση: Υπάρχει μέγιστη και ελάχιστη τιμή της F)

(β) Να προσδιορίσετε, σε συνάρτηση με τα $m, g, \varphi, \mu_{ολ}$, τις τιμές του μέτρου της δύναμης F , για τις οποίες το σώμα κινείται (i) προς τα κάτω και (ii) προς τα πάνω.

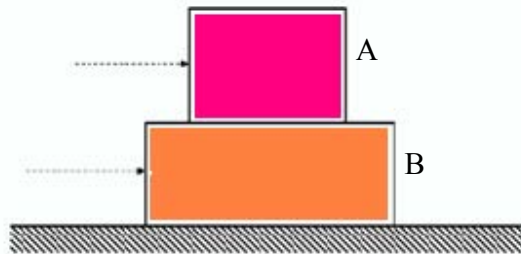
(Απάντηση. (α) (i) $F_{\max} = mg(\eta\mu\varphi + \mu_{στ}\sigma\upsilon\nu\varphi)$,

(ii) $F_{\min} = mg(\eta\mu\varphi - \mu_{στ}\sigma\upsilon\nu\varphi)$, $mg(\eta\mu\varphi - \mu_{στ}\sigma\upsilon\nu\varphi) \leq F \leq mg(\eta\mu\varphi + \mu_{στ}\sigma\upsilon\nu\varphi)$)

(β) (i) $F < mg(\eta\mu\varphi - \mu_{στ}\sigma\upsilon\nu\varphi)$, (ii) $F > mg(\eta\mu\varphi + \mu_{στ}\sigma\upsilon\nu\varphi)$.

Πρόβλημα 37 (Δυνάμεις και δεύτερος νόμος του Νεύτωνα. Κίνηση δύο σωμάτων το ένα πάνω στο άλλο, με τριβή)

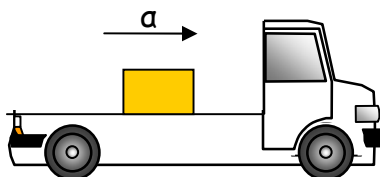
Ένα σώμα Α μάζας m_1 βρίσκεται σε ηρεμία πάνω σε δεύτερο σώμα Β, μάζας m_2 , το οποίο ηρεμεί σε οριζόντια επιφάνεια που δεν παρουσιάζει τριβές. Ο συντελεστής στατικής τριβής μεταξύ των επιφανειών των δύο σωμάτων είναι $\mu_{στ}$. Να προσδιορίσετε τη μέγιστη οριζόντια δύναμη η οποία μπορεί να ασκηθεί στο σώμα (α) Β και (β) Α, έτσι ώστε τα σώματα να επιταχύνονται χωρίς να υπάρχει ολίσθηση μεταξύ των δύο σωμάτων.



(Απάντηση. (α) $F_{\max} = (m_1 + m_2)g\mu_{στ}$, (β) $F_{\max} = \frac{m_1(m_1 + m_2)g\mu_{στ}}{m_2}$)

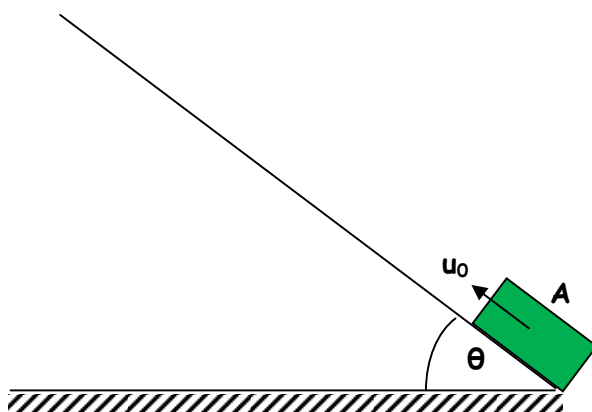
Πρόβλημα 38 (Δυνάμεις και δεύτερος νόμος του Νεύτωνα. Κίνηση δύο σωμάτων το ένα πάνω στο άλλο, με τριβή)

Το αυτοκίνητο στο σχήμα κινείται οριζόντια με επιτάχυνση μέτρου a . Πίσω στην καρότσα του αυτοκινήτου τοποθετείται ένα κιβώτιο. Ο συντελεστής στατικής τριβής μεταξύ της επιφάνειας της καρότσας και του κιβωτίου είναι $\mu_{\text{στ}}$. Να προσδιορίσετε τη μέγιστη τιμή της επιτάχυνσης a ώστε το κιβώτιο να παραμένει ακίνητο ως προς την καρότσα.



Πρόβλημα 39 (Τριβή Ολίσθησης και δεύτερος νόμος του Νεύτωνα)

Το σώμα A στο σχήμα έχει μάζα 4 kg και βρίσκεται στη βάση ενός κεκλιμένου επιπέδου, με κλίση $\theta = 37^\circ$. ($\eta\mu 37^\circ = 0,60$, $\sigma\upsilon\nu 37^\circ = 0,80$). Ο συντελεστής ολίσθησης μεταξύ του σώματος και της επιφάνειας είναι $0,25$ και ο συντελεστής στατικής τριβής είναι $0,40$. Τη χρονική στιγμή $t = 0$ δίνουμε στο σώμα ταχύτητα με μέτρο $u_0 = 10 \text{ m/s}$, παράλληλα με την επιφάνεια του επιπέδου. Το σώμα διανύει, από τη στιγμή $t = 0$ μέχρι τη στιγμή που σταματά, απόσταση d .



- (α) Να υπολογίσετε το μέτρο της τριβής ολίσθησης.
 (β) Να υπολογίσετε το μέτρο της επιτάχυνσης του σώματος.
 (γ) Να υπολογίσετε το χρόνο που χρειάζεται το σώμα να καλύψει την απόσταση d .
 (δ) Να υπολογίσετε την απόσταση d .
 (ε) (i) Να διερευνήσετε αν το σώμα μπορεί να επιστρέψει πίσω στη βάση του κεκλιμένου επιπέδου. (ii) Αν ναι να υπολογίσετε το χρόνο που χρειάζεται το σώμα να κινηθεί πίσω στη βάση του κεκλιμένου επιπέδου και το μέτρο της ταχύτητας με την οποία φτάνει τη βάση του επιπέδου.
 (Απάντηση. (α) 8 N , (β) 8 m/s^2 , (γ) $1,25 \text{ s}$, (δ) $6,25 \text{ m}$, (ε) (ii) $1,77 \text{ s}$, $7,07 \text{ m/s}$)