

5.1 Έργο και ενέργεια

ΟΡΙΣΜΟΙ

Ενέργεια E ονομάζεται το φυσικό μέγεθος που αποτελεί αίτιο για την εκδήλωση των μεταβολών στα διάφορα συστήματα, δηλαδή εμπεριέχεται σε ένα σώμα όταν έχει την ικανότητα να προκαλεί στον εαυτό του ή στο περιβάλλον του μεταβολές, κατά τις οποίες μεταφέρεται από ένα σώμα σε άλλο ή μετατρέπεται από μια μορφή σε άλλη, αλλά συνολικά διατηρείται σταθερή. Είναι μονόμετρο μέγεθος και έχει μονάδα μέτρησης στο S.I. το 1 J (Joule).

Π.χ. λόγω της ενέργειας που έχει ένας άνθρωπος, μπορεί να προκαλέσει μεταβολές, όπως η συσπείρωση ενός ελατηρίου, κατά την οποία η ενέργεια μεταφέρεται από τον άνθρωπο στο ελατήριο και μετατρέπεται από χημική ενέργεια του ανθρώπου σε δυναμική ενέργεια ελαστικότητας του ελατηρίου.

Υπάρχουν διάφορες μορφές ενέργειας όπως η κινητική, η δυναμική, η ηλεκτρική, η πυρηνική, η φωτεινή, η θερμική, η χημική κ.ά.

Έργο μιας σταθερής δύναμης που μετακινεί ένα σώμα κατά την κατεύθυνσή της ονομάζεται το φυσικό μέγεθος που ισούται με το γινόμενο της δύναμης επί τη μετατόπιση του σώματος, δηλαδή

$$W = F \cdot \Delta x \text{ ή απλά } W = F \cdot x$$

Είναι μονόμετρο μέγεθος και έχει μονάδα μέτρησης στο S.I. το $1 \text{ N} \cdot \text{m} = 1 \text{ J}$ (Joule). Πολλαπλάσια της μονάδας είναι το $1 \text{ kJ} = 10^3 \text{ J}$ και $1 \text{ MJ} = 10^6 \text{ J}$.

Το έργο εκφράζει την ενέργεια που μετατρέπεται από μια μορφή σε άλλη ή μεταφέρεται από ένα σώμα σε άλλο, κατά τη δράση μιας δύναμης.

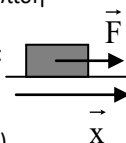
(ΚΑΝΟΥΜΕ ΤΟ ΑΠΛΟ ΠΕΙΡΑΜΑ 1).

Το 1 J (Joule) είναι το έργο που παράγει δύναμη 1 N, όταν ασκείται σε σώμα το οποίο μετατοπίζεται κατά 1 m, κατά την κατεύθυνση της δύναμης: $1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}$.

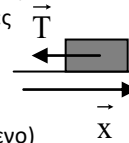
ΝΟΜΟΙ - ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ

Περιπτώσεις έργου.

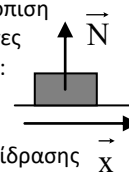
Όταν η δύναμη και η μετατόπιση έχουν ίδια κατεύθυνση:
 $W = F \cdot x$
 (θετικό ή παραγόμενο).



Όταν η δύναμη και η μετατόπιση έχουν αντίθετες κατευθύνσεις:
 $W = -F \cdot x$
 (αρνητικό ή καταναλισκόμενο)
 π.χ. έργο τριβής $W_T = -T \cdot x$.



Όταν η δύναμη και η μετατόπιση έχουν κάθετες διευθύνσεις:
 $W = 0$
 π.χ. έργο κάθετης αντίδρασης
 $W_N = 0$



Έργο βάρους

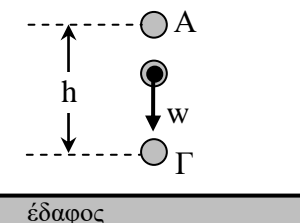
Σε οποιαδήποτε τροχιά ενός σώματος ισχύει

$$W_w = \pm w \cdot h$$

(θετικό σε κάθοδο και αρνητικό σε άνοδο), όπου h είναι η υψομετρική διαφορά της αρχικής και της τελικής θέσης.

Π.χ. στο σχήμα είναι $W_w = +w \cdot h$.

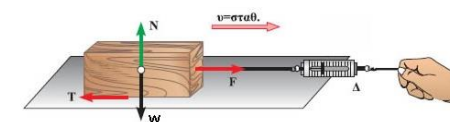
Σε οριζόντια μετατόπιση είναι $W_w = 0$.



ΑΠΛΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ

1. Μέτρηση του έργου μιας δύναμης και της τριβής με μεζούρα και δυναμόμετρο.

Μετακινούμε με σταθερή ταχύτητα ένα αντικείμενο στο γραφείο μας, ασκώντας μια οριζόντια δύναμη F μέσω δυναμόμετρου. Στη διεύθυνση της κίνησης του αντικειμένου ασκείται επίσης η τριβή T . Σύμφωνα με τον πρώτο νόμο του Νεύτωνα, για να κινείται το αντικείμενο με σταθερή ταχύτητα, πρέπει η συνολική δύναμη σ' αυτό να είναι μηδέν, δηλαδή πρέπει να ασκείται δύναμη F κατά μέτρο ίση με τη δύναμη της τριβής T ($F = T$). Έτσι το δυναμόμετρο δείχνει το μέτρο της δύναμης F , αλλά και της τριβής. Μετρώντας τη μετατόπιση του αντικειμένου με μια μεζούρα, μπορούμε να μετρήσουμε το έργο της δύναμης F από την εξίσωση $W_F = F \cdot x$. Σύμφωνα με τα παραπάνω το έργο της τριβής $W_T = -T \cdot x$ είναι αντίθετο από το έργο της F .



ΑΣ ΣΚΕΦΤΟΥΜΕ ...

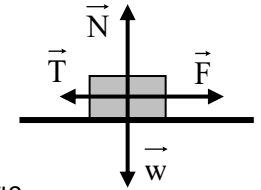
1. Σκεφτείτε παραδείγματα σωμάτων που έχουν ενέργεια. Με ποιους τρόπους μπορεί να γίνει η μεταφορά της ενέργειας;
2. «Το έργο εκφράζει την ενέργεια που μεταφέρεται από ένα σώμα σε άλλο, κατά τη δράση μιας δύναμης». Εξηγήστε με παραδείγματα τι σημαίνει η φράση αυτή για θετικό και αρνητικό έργο.
3. Σε ποιες περιπτώσεις το έργο μιας δύναμης είναι μηδέν;

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Να συμπληρώσετε τα κενά στις παρακάτω προτάσεις:
 - α) Ενέργεια έχει ένα σώμα όταν μπορεί να προκαλέσει
 - β) Το έργο μιας δύναμης ορίζεται ως το της δύναμης επί τη του σώματος, στην περίπτωση που η δύναμη είναι σταθερή και το σώμα μετατοπίζεται κατά την της.
 - γ) Το 1 είναι η μονάδα έργου στο S.I. και ορίζεται ως το έργο που παράγει μια δύναμη 1 N, όταν ασκείται σε σώμα που μετατοπίζεται κατά κατά την της δύναμης.
 - δ) Μια δύναμη που ασκείται σε ένα σώμα μπορεί να παράγει έργο μόνο όταν το σώμα
 - ε) Το έργο μιας δύναμης εκφράζει τη ενέργειας από ένα σώμα σε άλλο ή τη της από μια μορφή σε άλλη.
2. Το έργο του βάρους ενός σώματος που κινείται σε οριζόντιο επίπεδο είναι:
 - α. θετικό β. αρνητικό
 - γ. μηδέν δ. το πρόσημο εξαρτάται από το μήκος της διαδρομής.
3. Το έργο του βάρους ενός υποβρυχίου που ανεβαίνει κατακόρυφα στην επιφάνεια του νερού είναι:
 - α. θετικό β. αρνητικό
 - γ. μηδέν δ. το πρόσημο εξαρτάται από το μήκος της διαδρομής.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

1. Το κιβώτιο του σχήματος κινείται σε οριζόντιο δάπεδο. Αν τα μέτρα των δυνάμεων είναι $F = 20 \text{ N}$ και $T = 5 \text{ N}$, να υπολογίσετε τα έργα όλων των δυνάμεων που ασκούνται στο κιβώτιο για μετατόπιση $x = 10 \text{ m}$.

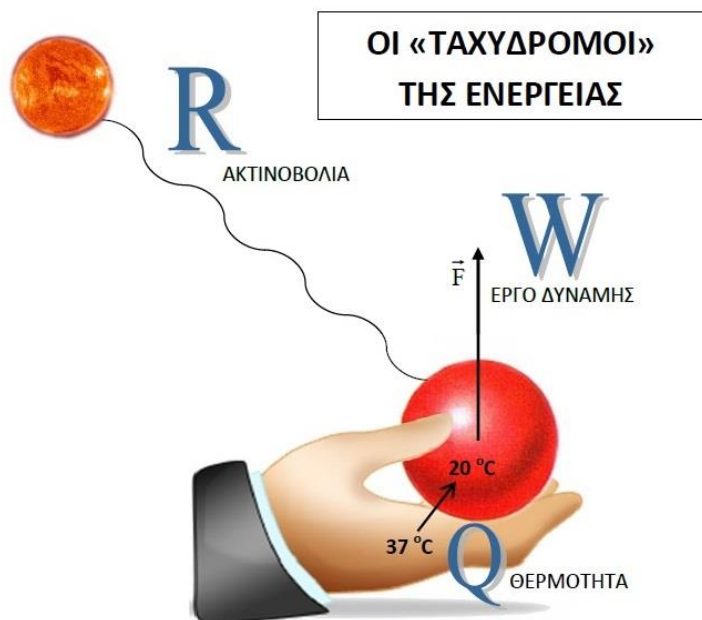


2. Ένας άνθρωπος σπρώχνει σε οριζόντιο επίπεδο ένα κιβώτιο μάζας $m = 15 \text{ kg}$, ασκώντας σταθερή οριζόντια δύναμη μέτρου $F = 30 \text{ N}$. Η δύναμη τριβής στο κιβώτιο είναι $T = 15 \text{ N}$. Να υπολογίσετε:
 - α) Το έργο της δύναμης F και το έργο της τριβής T για μετατόπιση $x = 20 \text{ m}$.
 - β) Το βάρος του κιβωτίου και το έργο του βάρους για την ίδια μετατόπιση. Δίνεται το μέτρο της επιτάχυνσης της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/s}^2$.
3. Ένα σώμα αρχίζει να κινείται σε οριζόντιο επίπεδο υπό την επίδραση σταθερής οριζόντιας δύναμης μέτρου $F = 20 \text{ N}$. Στο σώμα ασκείται τριβή μέτρου $T = 6 \text{ N}$. Να βρείτε τα έργα των δυνάμεων αυτών για μετατόπιση του σώματος κατά $x = 30 \text{ m}$.
4. Ένα σώμα αρχίζει να κινείται σε οριζόντιο επίπεδο υπό την επίδραση σταθερής οριζόντιας δύναμης F . Να βρείτε το μέτρο της F , αν το έργο της για μετατόπιση του σώματος κατά $x = 40 \text{ m}$ είναι $W = 840 \text{ J}$.
5. Ένα μήλο μάζας $m = 0,2 \text{ kg}$ πέφτει στο έδαφος από ύψος 2 m λόγω του βάρους του. Αν το μέτρο της επιτάχυνσης της βαρύτητας είναι $g = 10 \text{ m/s}^2$, να βρείτε το έργο του βάρους του μήλου.

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ «ΑΣ ΣΚΕΦΤΟΥΜΕ ...»

1. Μπορούμε να σκεφτούμε πλήθος διαφορετικών παραδειγμάτων από σώματα που έχουν ενέργεια. Π.χ. ενέργεια έχουν: α) Τα καύσιμα, γιατί μπορούν να κινήσουν οχήματα. β) Ο άνθρωπος, γιατί μπορεί να παράγει έργο μετακινώντας ένα σώμα (ο άνθρωπος εξασφαλίζει χημική ενέργεια από την καύση των τροφών). γ) Ο άνεμος, γιατί έχει τη δυνατότητα να παράγει έργο, παρασύροντας διάφορα αντικείμενα ή κινώντας ιστιοφόρα σκάφη. δ) Μια μπαταρία, γιατί μπορεί να κινήσει έναν ηλεκτρικό κινητήρα ή να ανάψει ένα λαμπάκι. ε) Ο θερμός ατμός, γιατί μπορεί να βάλει σε κίνηση μια ατμομηχανή ή να μας δώσει θερμότητα.

Γενικά μπορούμε να πούμε ότι ένα σώμα περικλείει ενέργεια, όταν μπορεί σε κατάλληλες συνθήκες να παράγει έργο ή να δώσει θερμότητα ή ακτινοβολία. Τα τρία παραπάνω αποτελούν τους «μηχανισμούς» μεταφοράς ή μετατροπής της ενέργειας. Για να μετρήσουμε την ενέργεια που ανταλλάσσεται στις διάφορες μεταβολές, αρκεί να μετρήσουμε το συνολικό έργο ή θερμότητα ή ακτινοβολία που «δίνουν» τα σώματα.



2. Όταν το έργο μιας δύναμης που ασκείται σε ένα σώμα είναι θετικό (η δύναμη έχει την ίδια κατεύθυνση με τη μετατόπιση και λέμε ότι παράγει έργο), τότε το έργο

εκφράζει την ενέργεια που μεταφέρεται από το αίτιο της δύναμης προς το σώμα. Π.χ. το έργο της δύναμης που ασκεί ένας άνθρωπος σε ένα κιβώτιο, όταν το κινεί, εκφράζει τη χημική ενέργεια του ανθρώπου που μεταφέρεται στο κιβώτιο.

Όταν το έργο μιας δύναμης που ασκείται σε ένα σώμα είναι αρνητικό (η δύναμη έχει αντίθετη κατεύθυνση από τη μετατόπιση και λέμε ότι καταναλώνει έργο), τότε το έργο εκφράζει την ενέργεια που αφαιρείται από το σώμα και μεταφέρεται στο αίτιο της δύναμης. Π.χ. το έργο της δύναμης που δέχεται μια μπάλα του ποδοσφαίρου από τα δίχτυα (δύναμη που έχει αντίθετη κατεύθυνση από την κίνηση της μπάλας, αφού την «φρενάρουν»), εκφράζει την ενέργεια που αφαιρείται από την κινούμενη μπάλα και μεταφέρεται στα δίχτυα.

3. Μια δύναμη \vec{F} που ασκείται σε ένα σώμα δεν παράγει έργο:

α) Όταν το σώμα δεν μετατοπίζεται ($\Delta x = 0$).

Π.χ. όταν ένα σώμα κρέμεται από την οροφή με ένα νήμα, η τάση του νήματος (όπως και το βάρος) δεν παράγουν έργο.

β) Όταν η δύναμη είναι κάθετη στη μετατόπιση.

Π.χ. κατά τη μετακίνηση ενός σώματος σε οριζόντιο δάπεδο, δεν παράγουν έργο το βάρος \vec{w} και η κάθετη αντίδραση \vec{N} , που είναι κάθετες στη μετατόπιση.

