

ΕΡΓΟ ΔΥΝΑΜΗΣ ΣΤΑΘΕΡΟΥ ΜΕΤΡΟΥ

Οι κατηγορίες ασκήσεων που συναντάμε είναι.

1. Ασκήσεις που αναφέρονται σε σταθερές δυνάμεις. Οι ασκήσεις αυτές περιλαμβάνουν κινήσεις σε οριζόντιο επίπεδο κεκλιμένο επίπεδο, ημικύκλιο, τεταρτοκύκλιο ή κύκλο, μεταφορά σωμάτων από ανθρώπους, σύνδεση σωμάτων με νήματα και μετακίνηση αυτών κ.λ.π.
2. Ασκήσεις που αναφέρονται σε μεταβλητές δυνάμεις προφανείς ή μη.
3. Ασκήσεις που αναφέρονται στο θεώρημα μεταβολής της κινητικής ενέργειας ή την αρχή διατήρησης ενέργειας για σταθερές δυνάμεις.
4. Ασκήσεις που αναφέρονται στο θεώρημα μεταβολής της κινητικής ενέργειας ή την αρχή διατήρησης ενέργειας για μεταβλητές δυνάμεις.
5. Ασκήσεις με ελατήρια (οι ασκήσεις αυτές αναφέρονται σαν ειδική κατηγορία αν και ανήκουν στην προηγούμενη περίπτωση λόγω της ιδιομορφίας που εμφανίζουν κατά την λύση τους).
6. Ασκήσεις που αναφέρονται στην ισχύ.

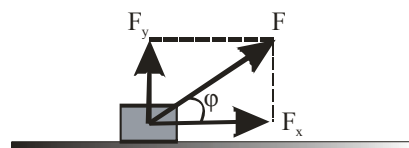
Στη συνέχεια θα ασχοληθούμε με κάθε κατηγορία χωριστά εφαρμόζοντας το σχεδιάγραμμα που δώσαμε αρχικά.

Στο κεφάλαιο αυτό θα ακολουθήσουμε το εξής σχεδιάγραμμα σε κάθε κατηγορία ασκήσεων που θα συναντούμε.

1. Σχεδιάζω τις δυνάμεις στο σχήμα και σε τυχαία θέση
2. Αναλύω τις δυνάμεις που ενεργούν και ελέγχω ποιες είναι σταθερές και ποιες μεταβλητές, προσέχοντας τις μεταβλητές δυνάμεις που δεν είναι προφανείς (π.χ. όταν η μεταβλητή δύναμη ενεργεί υπό γωνία ως προς τον οριζοντα η τριβή προκύπτει μεταβλητή).
3. Προσέχω τις ειδικές συνθήκες (π.χ. μέγιστη-ελάχιστη ταχύτητα, μηδενισμός δύναμης, χάσιμο επαφής, κεντρομόλος δύναμη, κ.λ.π.)
5. Καθορίζω τα φαινόμενα που αναφέρει η εκφώνηση της άσκησης και εφαρμόζω τις αντίστοιχες αρχές.
6. Λύνω το σύστημα των εξισώσεων που προκύπτει.

Αρχικά θα δώσουμε δύο ορισμούς για το έργο οι οποίοι δείχνουν και τον τρόπο λύσεως των ασκήσεων.

I. "Το έργο δύναμης W , σταθερής έντασης και διεύθυνσης, η οποία μετατοπίζει το σημείο εφαρμογής σε ευθύγραμμη τροχιά, είναι ίσο με το γινόμενο της έντασης F της δύναμης επί το διάστημα που μετατοπίστηκε S και επί το συνημίτονο (συν) της γωνίας φ την οποία σχηματίζει η φορά της δύναμης με την φορά της μετατόπισης"



$$W = F \cdot s \cdot \cos\varphi \quad (1)$$

II. "Το έργο W δύναμης σταθερής έντασης και διεύθυνσης η οποία μετατοπίζει το σημείο εφαρμογής της σε τυχούσα τροχιά είναι ίση με το γινόμενο της έντασης F της δύναμης επί την προβολή S της μετατόπισης στην διεύθυνση της δύναμης"

$$W = F \cdot s' \quad (2)$$

Από τις παραπάνω εκφράσεις είναι φανερό ότι για να υπολογίσουμε το έργο μιας δύναμης η οποία δεν έχει την διεύθυνση της μετατόπισης πρέπει ή να προβάλλουμε την δύναμη στην διεύθυνση της μετατόπισης ή να προβάλλουμε την μετατόπιση στην διεύθυνση της δύναμης. Δηλαδή:

Η δύναμη F παράγει έργο όταν

1. Το σώμα μετατοπίζεται στην διεύθυνση της δύναμης και
2. Η δύναμη F έχει μη μηδενική συνιστώσα στη διεύθυνση του διαστήματος s .

Για το έργο, όπως και για άλλα φυσικά μονόμετρα μεγέθη, ισχύει η αρχή επαλληλίας δηλαδή μπορούμε να προσθέσουμε το έργο που παράγει κάθε δύναμη χωριστά για να υπολογίσουμε το συνολικό έργο. Η αρχή της επαλληλίας αναφέρει ότι:

«Το έργο της συνισταμένης δύναμης είναι ίσο με το αλγεβρικό άθροισμα των έργων των συνιστουσών δυνάμεων»

$$W_{\text{ολ}} = W_{F_1} + W_{F_2} + \dots + W_{F_N}$$

Στις προηγούμενες τάξεις αναφερθήκαμε στους όρους «έργο» και «ενέργεια». Πριν αναφερθούμε εκτεταμένα πάνω στις έννοιες αυτές θα εντοπίσουμε μια σημαντική διαφορά τους.

«Το έργο δηλώνει πάντα διαδρομή ενώ η ενέργεια δηλώνει θέση.»

Για παράδειγμα έργο απαιτείται για την κίνηση του σώματος (το έργο της εξωτερικής δύναμης), έργο παράγεται κατά την κάθοδο του σώματος σε κεκλιμένο επίπεδο (το έργο του βάρους), έργο δαπανάται κατά την κίνηση του σώματος σε μη λείο επίπεδο (το έργο της τριβής).

Αντίθετα κατά την κίνηση ενός σώματος σε οριζόντιο επίπεδο αυτό έχει στην θέση $x=x_1$, από την αφετηρία, κινητική ενέργεια E_{K1} , ενώ στην θέση $x=x_2$ έχει κινητική ενέργεια E_{K2} . Επίσης όταν ένα σώμα κινείται σε κεκλιμένο επίπεδο στην θέση $x=h_1$, από την αφετηρία, έχει αποκτήσει δυναμική ενέργεια $E_{\Delta 1}$, στην θέση $x=h_2$ έχει δυναμική ενέργεια $E_{\Delta 2}$. Ακόμη η ενέργεια του παραμορφωμένου ελατηρίου στην θέση $x=x_1$, από την θέση του φυσικού του μήκους είναι $E_{ελ 1}$, στην θέση $x=x_2$ είναι $E_{ελ 2}$.

Βέβαια υπάρχει σύνδεση μεταξύ του έργου και της μεταβολής της ενέργειας (όχι όμως της ενέργειας σε κάποια θέση). Έτσι η μεταβολή της κινητικής ενέργειας ορίζεται από το έργο της συνισταμένης δύναμης ΣF , η μεταβολή της δυναμικής ενέργειας από το έργο του βάρους W_B κ.λ.π. Επειδή το έργο είναι μονόμετρο μέγεθος κατά την πρόσθεση των έργων των διαφόρων δυνάμεων που ενεργούν κατά την κίνηση ενός σώματος λαμβάνεται υπόψη η φορά της δύναμης (θετική ή αρνητική) και το πρόσημο αυτής καθορίζει και το αντίστοιχο πρόσημο του έργου.

Στην συνέχεια θα αναφέρουμε παραδείγματα για την κατανόηση αυτών που αναφέραμε.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Σε σώμα μάζας $m=2 \text{ kgr}$ ενεργεί δύναμη $F=10 \text{ Nt}$ που σχηματίζει με τον οριζόντια γωνία $\varphi=60^\circ$, και μετατοπίζει αυτό κατά διάστημα $s=10\text{m}$ πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο. Να υπολογιστούν τα έργα όλων των δυνάμεων που ενεργούν στο σώμα στο διάστημα s . Δίνεται ο συντελεστής τριβής μεταξύ σώματος και επιπέδου $\mu=0,2$.

ΔΙΝΟΝΤΑΙ	ΖΗΤΟΥΝΤΑΙ
$m=2\text{kgr}$	$W=;$
$s=10\text{m}$	
$F=10 \text{ Nt}$	
$\varphi=60^\circ$	
$n=0,2$	

Στο σώμα ενεργούν οι δυνάμεις: το βάρος του B , η πλάγια αντίδραση από το δάπεδο A και η δύναμη F . Αναλύω την δύναμη σε συνιστώσες F_x, F_y .

Επειδή η μετατόπιση του σημείου εφαρμογής γίνεται σε οριζόντια και ευθύγραμμη τροχιά το παραγόμενο έργο δίνεται από τη σχέση

$$W_{F_x} = F \cdot s \cdot \cos\varphi = 10 \cdot 10 \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow W_{F_x} = 50 \text{ Jc}$$

Το έργο της τριβής είναι

$$W_T = T \cdot s = \mu \cdot N \cdot s \Rightarrow$$

$$\Rightarrow W_T = \mu \cdot (B - F_y) \cdot s \Rightarrow$$

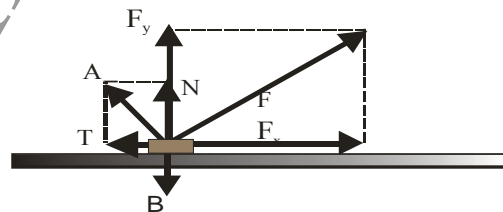
$$\Rightarrow W_T = \mu(m \cdot g - F \eta \mu \varphi) \cdot s \Rightarrow$$

$$\Rightarrow W_T = 23 \text{ Joule}$$

$$W_{F_y}, W_{F_K}, W_B = 0 \text{ διότι οι δυνάμεις είναι}$$

κάθετες στη μετατόπιση

Παρατηρήστε ότι όλες οι δυνάμεις που ενεργούν κάθε- τα στην μετατόπιση δεν παράγουν έργο.



Αναλύω τις δυνάμεις σε άξονες
 Προσοχή στην κάθετη δύναμη N η
 οποία υπολογίζεται από την σχέση $\Sigma_y=0$
 $\Rightarrow F_y + N = B \Rightarrow N = B - F_y = mg - F \cdot \eta \mu \varphi$

Physica by Chris Simopoulos