**ΚΕΦ. 5Ο : ΕΡΓΟ-ΕΝΕΡΓΕΙΑ (** θεωρία )

**ΕΡΓΟ ΔΥΝΑΜΗΣ**

Η ενέργεια έχει πολλές μορφές (κινητική, δυναμική, ηλεκτρική, χημική, πυρηνική, θερμική…) και μπορεί να αλλάζει μορφή ή να μεταφέρεται από ένα σώμα σε ένα άλλο. Οι επιστήμονες ανέκαθεν αναρωτιόνταν με ποιον τρόπο θα μπορούσαν να υπολογίζουν την ενέργεια που μεταφέρεται από ένα σώμα σε ένα άλλο, ή που μετατρέπεται από μια μορφή σε μια άλλη. Απάντηση στον προβληματισμό αυτό μπορεί να δοθεί με την εισαγωγή της έννοιας του έργου. Συνήθως, όταν συμβαίνει μεταφορά ή μετατροπή ενέργειας, εμφανίζεται δύναμη, η οποία μετακινεί το σημείο εφαρμογής της, (εξαίρεση έχουμε στην περίπτωση που ενέργεια μεταφέρεται λόγω διαφοράς θερμοκρασίας).

**Το έργο της δύναμης ως φυσικό μέγεθος , όταν το υπολογίζουμε, εκφράζει την ενέργεια που μεταφέρεται από ένα σώμα σε ένα άλλο ή που μετατρέπεται από μια μορφή σε μια άλλη.**

Για το συμβολισμό του έργου χρησιμοποιούμε το πρώτο γράμμα της αντίστοιχης Αγγλικής λέξης (Work).

**WF = F · ΔΧ · συν θ**

 **: έργο σταθερής δύναμης που μετατοπίζει το σημείο εφαρμογής της σε ευθεία γραμμή.**

όπου F η δύναμη, ΔΧ η μετατόπιση και Θ η γωνία που σχηματίζει το διάνυσμα της μετατόπισης με το διάνυσμα της δύναμης.

Η μονάδα μέτρησης του έργου και κατά συνέπεια και της ενέργειας στο Διεθνές Σύστημα S.I., όπως προκύπτει από τη σχέση είναι  **1N·m = 1 Joule.**

* Η σχέση χρησιμοποιείται μόνον όταν η δύναμη F είναι σταθερή και μετατοπίζει το σημείο εφαρμογής της σε ευθεία γραμμή.
* Όπως προκύπτει από τη σχέση , το έργο μιας δύναμης, ανάλογα με το μέτρο της γωνίας θ μπορεί να είναι: θετικό (0 ≤ θ < 90o), ή αρνητικό (90o < θ ≤ 180o) ή και μηδέν (θ = 90o, δηλαδή η δύναμη να είναι κάθετη στη μετατόπιση). Στην πρώτη περίπτωση το έργο εκφράζει την ενέργεια που προσφέρεται στο σώμα που ασκείται η δύναμη, ενώ στη δεύτερη εκφράζει την ενέργεια που αφαιρείται από το σώμα.

WF1 = F1 · ΔΧ · συν θο ˃ 0

WF2 = F2 · ΔΧ · συν 0ο = F2 · ΔΧ · 1 = F2 · ΔΧ ˃ 0

WN = N · ΔΧ · συν 90ο = N · ΔΧ · 0 = 0

WB = B · ΔΧ · συν 90ο = B · ΔΧ · 0 = 0

WT = T · ΔΧ · συν 180ο = T · ΔΧ · (-1) = - T · ΔΧ ˂ 0

Παράδειγμα:



**B**

ΔΧ

**ΕΝΕΡΓΕΙΑ**

Κινητική ενέργεια ( Κ ) έχει ένα σώμα όταν κινείται : Κ = $\frac{1}{2}$ · m · V2  ( όπου m η μάζα και V η ταχύτητα )

Δυναμική ενέργεια λόγω βάρους ( U ) έχει ένα σώμα όταν είναι υπερυψωμένο σε σχέση με μια επιφάνεια , όπου είναι και η κατώτερη θέση στην οποία μπορεί να βρεθεί : U = m · g · h ( όπου m η μάζα , g η επιτάχυνση της βαρύτητας και h το ύψος από το έδαφος) .

Το άθροισμα της κινητικής ενέργειας Κ και της δυναμικής ενέργειας U που μπορεί να έχει ένα σώμα το ονομάζουμε, *Μηχανική* ενέργεια και το συμβολίζουμε με το γράμμα Ε. Δηλαδή: Ε = Κ + U

|  |
| --- |
|  |

Παράδειγμα , αφήνουμε ένα σώμα χωρίς αρχική ταχύτητα από κάποιο ύψος να πέσει :

Ε1 = Κ1 + U1 = 0 + m · g ·h1 = m · g · h1

Ε2 = Κ2 + U2 = $\frac{1}{2}$ · m · υ2  + m · g ·h2

Εεδάφους = Κεδάφους + Uεδάφους  = $\frac{1}{2}$ · m · V2  + m · g · 0 = $\frac{1}{2}$ · m · V2

(όπου V η ταχύτητα στο έδαφος)



**ΣΥΝΤΗΡΗΤΙΚΕΣ Ή ΔΙΑΤΗΡΗΤΙΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ :** υπάρχει μια κατηγορία δυνάμεων , μεταξύ των οποίων και το βάρος ( Β ή w σύμβολο ), όπου το έργο τους για μια διαδρομή του σώματος (στο οποίο ασκούνται) από τη θέση 1 στη θέση 2 , μπορεί να υπολογιστεί από τον τύπο :

**WF συντηρητικής = Uαρχικής θέσης – Uτελικής θέσης  = U1 – U2**

Έτσι για το παραπάνω σχήμα το έργο του βάρους για μετατόπιση από τη θέση 1 στην 2 μπορεί να υπολογιστεί και από τον τύπο :

Η διαφορά δυναμικής ενέργειας **U1 - U2 = m · g · h1**- **m · g ·h2** **=** **WΒ(1→2) .**

Εκτός από το βάρος, συντηρητικές δυνάμεις είναι οι βαρυτικές δυνάμεις, οι ηλεκτρικές δυνάμεις και οι δυνάμεις από παραμορφωμένα ελατήρια.

**ΑΡΧΗ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ** : **Η μηχανική ενέργεια ενός σώματος ή ενός συστήματος διατηρείται όταν οι δυνάμεις που δρουν σ' αυτό είναι όλες συντηρητικές ή εάν υπάρχουν και κάποιες μη συντηρητικές το έργο τους να είναι μηδέν.**

**Παράδειγμα, το παραπάνω σώμα κινείται μόνο με την επίδραση του βάρους του . Ισχύει :**

Ε1 = Ε2 → Κ1 + U1 = Κ2 + U2 → m · g · h1 = $\frac{1}{2}$ · m · υ2  + m · g ·h2 ή

Ε1 = Εεδάφους → m · g · h1 = $\frac{1}{2}$ · m · V2 εδώ βλέπουμε τη μετατροπή της δυναμικής ενέργειας σε κινητική μέσω του έργου του βάρους.

**ΘΕΩΡΗΜΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΚΙΝΗΤΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (Θ.Μ.Κ.Ε.)**

“Η μεταβολή της κινητικής ενέργειας ενός σώματος είναι ίση με το αλγεβρικό άθροισμα των έργων των δυνάμεων που δρουν πάνω του ή, ισοδύναμα, είναι ίση με το έργο της συνισταμένης δύναμης”.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

**ΔΚ = ΣWF = WF(ολ) → Κτελική – Καρχική = W1 + W2 + W3 + …..**

Με το θεώρημα μεταβολής της κινητικής ενέργειας μπορούμε να υπολογίζουμε την κινητική ενέργεια ή την ταχύτητα ενός σώματος. Επίσης έχουμε τη δυνατότητα να υπολογίζουμε το έργο μίας άγνωστης δύναμης ή μίας μεταβλητής δύναμης, όταν η σχέση (WF = F · ΔΧ · συν θ ) δεν ισχύει. Είναι γενικό θεώρημα , ισχύει πάντοτε, γιατί είναι αποτέλεσμα της αρχής διατήρησης της ενέργειας .

Παράδειγμα 1 : στην παραπάνω περίπτωση της πτώσης, για μετακίνηση από τη θέση 1 στη 2 έχουμε

Κ2 – Κ1 = WB → $\frac{1}{2}$ · m · υ2  - 0 = WΒ(1→2)  → $\frac{1}{2}$ · m · υ2  = m · g · h1 - m · g ·h2 → $\frac{1}{2}$ · m · υ2  = m · g ·h → υ2 = 2· g ·h → υ = $\sqrt{2· g ·h}$

Παράδειγμα 2 :

Εφαρμογή ΘΜΚΕ :

Κτελική – Κ0 = WB + WΝ + WΤ + WF →

$\frac{1}{2}$ · m · υ2  -0 = 0 + 0 + (- T · ΔΧ ) + F · ΔΧ→

$\frac{1}{2}$ · m · υ2  = - T · ΔΧ + F · ΔΧ

Ν

 $υ$

Δχ

F

Β

Τ

υ0 = 0 έχει $\vec{υ}$ στην τελική θέση