

ΕΝΕΡΓΕΙΑ – ΕΡΓΟ-ΚΙΝΗΤΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ-ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ- ΙΣΧΥΣ

ΘΕΩΡΗΜΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΤΗΣ ΚΙΝΗΤΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΘΕΩΡΗΜΑ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Εισαγωγή

Η έννοια της ενέργειας είναι από τις πιο σημαντικές στη Φυσική και στους κλάδους της σύγχρονης επιστήμης και τεχνολογίας. Στην καθημερινή μας ζωή, όλοι έχουμε αίσθηση αυτής της έννοιας όταν διαβάζουμε το λογαριασμό της Δ.Ε.Η., όταν ζεσταίνουμε το δωμάτιο μας από το καλοριφέρ, όταν η οδηγία του γιατρού μας για τη λήψη βιταμινών μας πληροφορεί ότι «έτσι το σώμα μας θα αποκτήσει περισσότερη ενέργεια». Όλα αυτά δεν ορίζουν την έννοια της ενέργειας. Απλά, μας δίνουν την αίσθηση ότι ενέργεια είναι αυτό το «κάτι» που παίρνουμε, π.χ. από τα καύσιμα για να κινήσουμε το αυτοκίνητο ή για να θερμάνουμε το σπίτι.

Η ενέργεια είναι τόσο παλιά όσο το σύμπαν. Δεν πρέπει να τη συγχέουμε με τις έννοιες της δύναμης και της ισχύος. Η ενέργεια υπάρχει παντού και εκδηλώνεται σε κάθε φυσικό φαινόμενο και σε κάθε δραστηριότητα της ζωής μας. Στο φυσικό μας κόσμο, **η δύναμη είναι το αίτιο που προκαλεί τις συνεχείς μεταβολές. Στη διάρκεια αυτών των μεταβολών, η ενέργεια (αυτό το «κάτι») μεταφέρεται ή μετατρέπεται από κάποια μορφή σε κάποια άλλη.** Το πόσο γρήγορα πραγματοποιείται αυτή η μεταφορά ή αυτή η μετατροπή, εκφράζεται με το μέγεθος που ονομάζουμε **ισχύ**.

ΕΝΕΡΓΕΙΑ

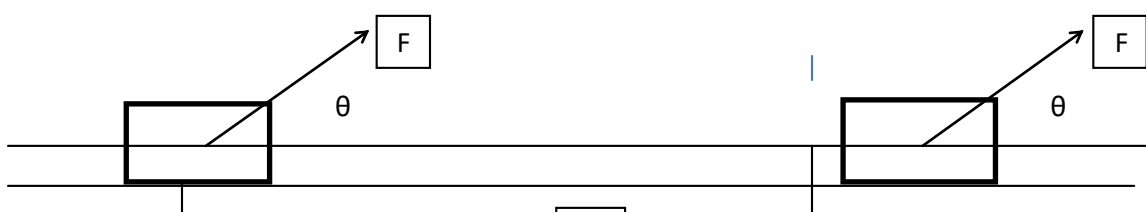
- 1) Άγνωστη οντότητα ακόμα, που μαζί με τη μάζα εμφανίζονται σε κάθε φυσική ή χημική μεταβολή.
- 2) Μετά τον Einstein διέπεται από την αρχή ισοδυναμίας με τη μάζα σύμφωνα με τη σχέση: $E=mc^2$
- 3) Εμφανίζεται με δύο μορφές: Κινητική και Δυναμική (οποιαδήποτε μορφή ενέργειας ανάγεται σε κινητική και δυναμική ενέργεια)
- 4) Μεταφέρεται από σώμα ή σύστημα σωμάτων σε άλλο με έργο, θερμότητα, ακτινοβολία.
- 5) Μετατρέπεται από κινητική σε δυναμική ή αντιστρόφως μέσω του έργου δυνάμεων. Γενικά οι μηχανές είναι διατάξεις που μετατρέπουν την ενέργεια από μια μορφή σε μια άλλη.
- 6) **Αρχή διατήρησης της ενέργειας (Α.Δ.Ε.):** Κατά τη μεταφορά ή τη μετατροπή της ενέργειας το συνολικό ποσό της παραμένει σταθερό.
- 7) Κατά τη μετατροπή της υποβαθμίζεται. Η ενέργεια έχει «ποιότητες».

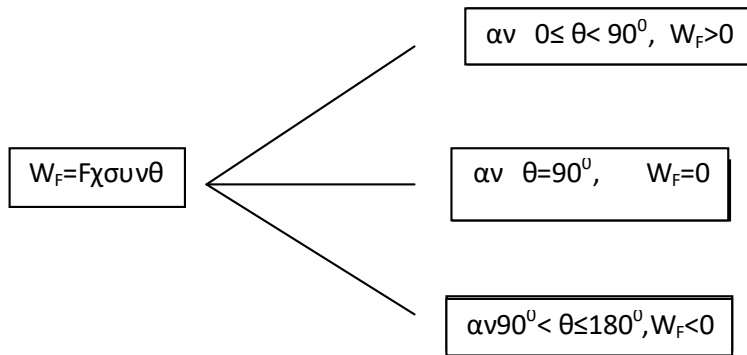
ΕΡΓΟ ΔΥΝΑΜΗΣ (W_F)

ΕΡΓΟ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΔΥΝΑΜΗΣ F ΠΟΥ ΜΕΤΑΤΟΠΙΖΕΙ ΤΟ ΣΗΜΕΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΑ ΚΑΤΑ Δx

Στη Φυσική, το μονόμετρο φυσικό μέγεθος του έργου W αναφέρεται πάντα σε μία δύναμη που μετατοπίζει το σημείο εφαρμογής της κατά Δx .

Το έργο της δύναμης υπολογίζεται από τη σχέση $W_F = F\Delta x \cos\theta$ όπου F το μέτρο της δύναμης, Δx η μετατόπιση του σημείου εφαρμογής της και θ η γωνία που σχηματίζει η κατεύθυνση της δύναμης με την κατεύθυνση της μετατόπισης.





$W_F > 0$ σημαίνει ότι μεταβιβάζεται στο σώμα ενέργεια και αυξάνεται κατά ίσο ποσό η κινητική του ενέργεια.

$W_F = 0$ η δύναμη μετατοπίζει το σημείο εφαρμογής της, αλλά το έργο της είναι μηδέν (άεργη δύναμη).

$W_F < 0$ σημαίνει ότι αφαιρείται από το σώμα ενέργεια και μειώνεται κατά ίσο ποσό η κινητική του ενέργεια.

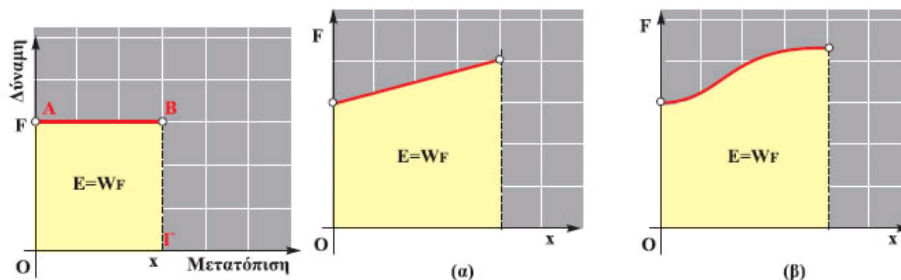
Το έργο μιας δύναμης εκφράζει και μετράει την ενέργεια που μεταφέρεται από ένα σώμα σε ένα άλλο ή που μετατρέπεται από μια μορφή σε μια άλλη.

Μία δύναμη εμφανίζει έργο ΜΟΝΟ αν μετατοπίζεται το σημείο εφαρμογής της.

Μονάδα μέτρησης του έργου στο S.I. είναι το **1 Joule**. Μια δύναμη 1N παράγει έργο ίσο με ένα 1 Joule όταν μετατοπίζει το σημείο εφαρμογής της κατά 1 m. **1 Joule = 1N·m**

Σημείωση:

Το έργο είναι μετρήσιμο σε κάθε περίπτωση που γνωρίζουμε πώς μεταβάλλεται το μέτρο της δύναμης σε συνάρτηση με το μέτρο της μετατόπισης, δηλαδή αν γνωρίζουμε τη συνάρτηση $F=f(x)$. Το μέτρο του είναι ίσο με το εμβαδό του τμήματος κάτω από την καμπύλη στη γραφική παράσταση της συνάρτησης $F=f(x)$.



ΚΙΝΗΤΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

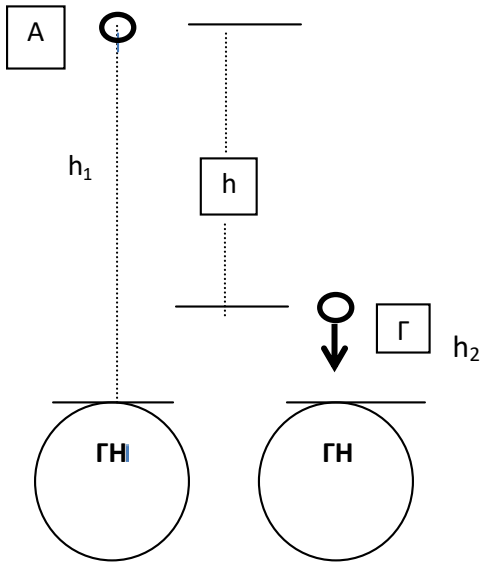
Η κινητική ενέργεια είναι «ιδιοκτησία» ενός σώματος. Ένα σώμα μάζας m διαθέτει κινητική ενέργεια εφ' όσον έχει ταχύτητα u ως προς κάποιο σύστημα αναφοράς.

Αν πρόκειται για υλικό σημείο η κινητική του ενέργεια υπολογίζεται από τη σχέση: $K = \frac{1}{2} m u^2$.

Αν πρόκειται για στερεό σε μεταφορική κίνηση, u είναι η ταχύτητα του κέντρου μάζας του. Ένα στερεό μπορεί να διαθέτει και κινητική ενέργεια λόγω περιστροφής ως προς κάποιον άξονα.

Σημειώσεις: 1) Η κινητική ενέργεια είναι «φανερή» μορφή ενέργειας και είναι σχετικά εύκολο να την μετρήσουμε. 2) Η συνολική κινητική ενέργεια σωμάτων ή σωματιδίων, που αποτελούν σύστημα, είναι ίση με το άθροισμα των κινητικών ενεργειών των σωμάτων ή των σωματιδίων του συστήματος.

ΘΕΩΡΗΜΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΤΗΣ ΚΙΝΗΤΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ



Ένα σώμα μάζας m πέφτει ελεύθερα από τη θέση A μέχρι τη θέση Γ .

Ισχύουν: $u_{\Gamma} = gt(1)$ και $h = \frac{1}{2}gt^2(2)$ όπου u_{Γ} η ταχύτητα στη θέση Γ και t ο χρόνος από $A \rightarrow \Gamma$.

Για το μικρό ύψος h το βάρος w θεωρείται σταθερή δύναμη. Μετατοπίζει το σημείο εφαρμογής της κατά την κατεύθυνση της ($\theta = 0^\circ$). Εμφανίζει (παράγει) έργο θετικό που υπολογίζεται από τη σχέση: $W_w = wh(3)$.

Ισχύει: $w = mg(4)$ (3) $\rightarrow W_w = mgh = mg \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2}m(gt)^2 = \frac{1}{2}mu_{\Gamma}^2(5)$. Όμως $K_{\Gamma} = \frac{1}{2}mu_{\Gamma}^2(6)$ είναι η κινητική ενέργεια του σώματος στη θέση Γ . Δηλαδή $W_w = K_{\Gamma}(7)$. Επειδή $K_A = 0$, θα είναι $\Delta K_{A \rightarrow \Gamma} = K_{\Gamma} - K_A = K_{\Gamma}$, οπότε μπορούμε να πούμε ότι: $W_w = \Delta K_{A \rightarrow \Gamma}(8)$.

Το συμπέρασμα αυτό μπορούμε να το γενικεύσουμε σ' οποιαδήποτε περίπτωση, όπου σ' ένα σώμα δρουν πολλές δυνάμεις και η κινητική του ενέργεια μεταβάλλεται, διατυπώνοντας την παρακάτω πρόταση που είναι γνωστή ως θεώρημα μεταβολής της κινητικής ενέργειας (Θ.Μ.Κ.Ε.):

Η μεταβολή της κινητικής ενέργειας ενός σώματος, κατά τη μετακίνησή του από μία αρχική θέση A σε μία τελική θέση Γ , είναι ίση με το αλγεβρικό άθροισμα των έργων όλων των δυνάμεων που ασκήθηκαν πάνω στο σώμα κατά τη μετακίνησή αυτή.

$$K_{\Gamma} - K_A = \Sigma W_{F(A \rightarrow \Gamma)}$$

Σημείωση:

Η κινητική ενέργεια αφορά σε μια συγκεκριμένη κινητική κατάσταση του σώματος. Σε διαφορετικές καταστάσεις (διαφορετικές ταχύτητες) το σώμα έχει διαφορετική κινητική ενέργεια.

Αντίθετα, το έργο δεν αναφέρεται σε μια κατάσταση αλλά σε μια διαδικασία, σε ένα μηχανισμό, σε έναν τρόπο μεταφοράς ενέργειας. Το έργο αποτελεί έναν από τους τρεις τρόπους μεταφοράς ενέργειας. Οι άλλοι δύο τρόποι είναι η θερμότητα και η ακτινοβολία.

ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η δυναμική ενέργεια είναι «συνιδιοκτησία» δύο ή περισσότερων σωμάτων-υποθεμάτων. Δύο σώματα διαθέτουν δυναμική ενέργεια εφ' όσον αλληλεπιδρούν μεταξύ τους με δυνάμεις από απόσταση. (π.χ. δορυφόρος-Γη διαθέτουν βαρυτική δυναμική ενέργεια, δύο ηλεκτρικά φορτισμένα σωματίδια σε μικρή απόσταση διαθέτουν ηλεκτρική δυναμική ενέργεια). Λέμε επίσης ότι τα σώματα-υποθέματα αποτελούν σύστημα και αλληλεπιδρούν μεταξύ τους με εσωτερικές δυνάμεις. Η δύναμη αλληλεπίδρασης μεταξύ δύο συγκεκριμένων σωμάτων-υποθεμάτων εξαρτάται και από τις θέσεις τους και μεταβάλλεται όταν αλλάζουν θέσεις. Σ' αυτήν την περίπτωση μεταβάλλεται και η δυναμική τους ενέργεια.

Η τιμή της δυναμικής ενέργειας δύο σωμάτων, που βρίσκονται σε συγκεκριμένες θέσεις και αλληλεπιδρούν με δυνάμεις, είναι ίση με το έργο αυτών των δυνάμεων, κατά τη μεταφορά των σωμάτων-υποθεμάτων σε άπειρη απόσταση μεταξύ τους, δηλαδή σε θέσεις που η δύναμη μεταξύ τους πρακτικά μηδενίζεται, οπότε μηδενίζεται και η δυναμική τους ενέργεια.

Το έργο των βαρυτικών και των ηλεκτροστατικών δυνάμεων είναι ανεξάρτητο από τη διαδρομή που θα μετακινηθεί το σημείο εφαρμογής τους και εξαρτάται από την αρχική και τελική θέση των σωμάτων-υποθεμάτων στα οποία ασκούνται. Δυνάμεις με αυτήν την ιδιότητα στο έργο τους ονομάζονται **συντηρητικές ή διατηρητικές**. Όταν τα σώματα-υποθέματα αλληλεπιδρούν μεταξύ τους με συντηρητικές δυνάμεις, η μεταβολή της δυναμικής τους ενέργειας μεταξύ τελικών και αρχικών θέσεων είναι αντίθετη προς το έργο αυτών των δυνάμεων κατά τη μετάβαση αυτή. Αυτό αποτελεί συνέπεια της Α.Δ.Ε. Μπορούμε να γράψουμε:

$$\Delta U = -W_{F(\alpha\lambda/\sigma\eta\varsigma)}$$

Σημειώσεις: 1) Η δυναμική ενέργεια είναι «λανθάνουσα» μορφή ενέργειας και μπορεί να μετρηθεί μέσω του έργου των δυνάμεων αλληλεπίδρασης. Ουσιαστικά μετράμε τις μεταβολές της.

2) Η δυναμική ενέργεια μπορεί να είναι θετική ή αρνητική, εφ' όσον το έργο των δυνάμεων αλληλεπίδρασης μπορεί να είναι αντίστοιχα θετικό ή αρνητικό κατά τη μεταφορά των σωμάτων-υποθεμάτων σε άπειρη απόσταση μεταξύ τους.

3) Αν γνωρίζουμε τις μεταβολές της δυναμικής ενέργειας, μαθαίνουμε αμέσως το έργο των δυνάμεων αλληλεπίδρασης και αντιστρόφως.

ΒΑΡΥΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ (Β.Δ.Ε.)

Θεωρούμε τη Γη ακίνητη. Έστω ένα σώμα μάζας m , που από μια θέση Α ύψους h_1 , κατέρχεται σε μια θέση Γ ύψους h_2 (δες το σχήμα στη σελίδα 3). Κατά την πτώση του σώματος από τη θέση Α στη θέση Γ, η δύναμη του βάρους παράγει έργο $W_w = Bh = mgh = mg(h_1 - h_2) = mgh_1 - mgh_2$. (1)

Παρατηρούμε ότι το έργο του βάρους είναι ίσο με τη διαφορά δυο μονωνύμων της μορφής mgh . Η τιμή του μονωνύμου mgh σχετίζεται με την κατάσταση στην οποία βρίσκεται το σώμα ως προς τη Γη και εκφράζει τη βαρυτική δυναμική ενέργεια **U** που διαθέτει το σύστημα Γη- σώμα μάζας m (γιατί:).

Έστω U_A , U_Γ οι τιμές της δυναμικής ενέργειας για τις θέσεις Α, Γ αντίστοιχα.

$$(1) \rightarrow W_B = U_A - U_\Gamma = -(U_\Gamma - U_A) = -\Delta U_{A \rightarrow \Gamma} \text{ ή } \Delta U_{A \rightarrow \Gamma} = -W_w$$

Γνωρίζουμε ότι το έργο εκφράζει μετατροπή ενέργειας και στη συγκεκριμένη περίπτωση το έργο του βάρους W_B είναι ίσο με τη διαφορά των δυναμικών ενεργειών του συστήματος Γη-σώμα στις θέσεις Α, Γ και η οποία μετατράπηκε σε κινητική ενέργεια του σώματος, μέσω του έργου W_B της δύναμης του βάρους.

Η σχέση $\Delta U_{A \rightarrow \Gamma} = -W_w$ εκφράζει την Α.Δ.Ε. στη δυναμική ενέργεια, εφ' όσον οι δυνάμεις αλληλεπίδρασης είναι συντηρητικές. Και το βάρος είναι συντηρητική δύναμη.

ΣΗΜΑΝΤΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Για τη λύση των ασκήσεων μας πρέπει να θυμόμαστε τα εξής:

1) Θεωρούμε τη Γη σώμα ακίνητο, απόλυτα σφαιρικό και ομογενές.

2) Για οικονομία λόγου, τη βαρυτική δυναμική ενέργεια ενός σώματος (Β.Δ.Ε.) μάζας m και της Γης την ονομάζουμε «βαρυτική δυναμική ενέργεια του σώματος» υπονοώντας ότι οφείλεται στη δυναμική αλληλεπίδραση του σώματος με τη Γη ή ότι το σώμα βρίσκεται μέσα στο βαρυτικό πεδίο της Γης.

3) Όταν ένα σώμα μετακινείται πάνω σε οριζόντιο επίπεδο μικρής έκτασης, η Β.Δ.Ε. του δεν μεταβάλλεται. δηλαδή το έργο του βάρους του είναι μηδέν. (Γιατί;)

4) Όταν ένα σώμα μάζας m μετακινείται ανάμεσα σε δύο οριζόντια επίπεδα μικρής έκτασης που απέχουν κατακόρυφα κατά h , η Β.Δ.Ε. του μεταβάλλεται κατά την ποσότητα mgh .

α) Αν κατεβαίνει, η Β.Δ.Ε. του ελαττώνεται κατά την ποσότητα mgh , το έργο του βάρους είναι θετικό και ίσο με mgh . Αν δεν ασκούνται άλλες δυνάμεις στο σώμα σ' αυτήν την μετακίνηση, η κινητική του ενέργεια αυξάνεται κατά την ποσότητα mgh .

β) Αν ανεβαίνει, η Β.Δ.Ε. του αυξάνεται κατά την ποσότητα mgh , το έργο του βάρους είναι αρνητικό και ίσο κατά απόλυτη τιμή με mgh . ($W_w = -mgh$). Γι' αυτήν τη μετακίνηση απαιτείται η προσφορά ενέργειας στο σώμα μέσω του έργου κάποιας «εξωτερικής δύναμης». Η προσφερόμενη ενέργεια πρέπει να είναι σε ποσότητα τουλάχιστον ίση με mgh . Αν είναι περισσότερη, το πλεόνασμα αποταμιεύεται στο σώμα ως αύξηση της κινητικής του ενέργειας.

Σημείωση: Το έργο του βάρους είναι το ίδιο (κατ' απόλυτη τιμή ίσο με mgh), με οποιοδήποτε «δρομολόγιο» και αν μετακινηθεί το σώμα ανάμεσα στα δύο οριζόντια επίπεδα μικρής έκτασης που απέχουν κατακόρυφα κατά h . (Γιατί;)

5) Στην άσκηση μας διαλέγουμε όποιο οριζόντιο επίπεδο θέλουμε σαν επίπεδο αναφοράς των μεταβολών της δυναμικής ενέργειας. Συνήθως (όχι απαραίτητα) διαλέγουμε το κατώτατο οριζόντιο επίπεδο που εμφανίζεται Γι' αυτό το επίπεδο θεωρούμε $U_{\text{βαρ}}=0$. Μετά προσέχουμε τα εξής:

α) Αν το σώμα είναι πάνω σ' αυτό, τότε $U_{\text{βαρ}}=0$.

β) Αν το σώμα είναι ψηλότερα απ' αυτό, τότε $U_{\text{βαρ}} > 0$.

γ) Αν το σώμα είναι χαμηλότερα απ' αυτό, τότε $U_{\text{βαρ}} < 0$.

ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ($E_{\text{ΜΗΧ}}$)

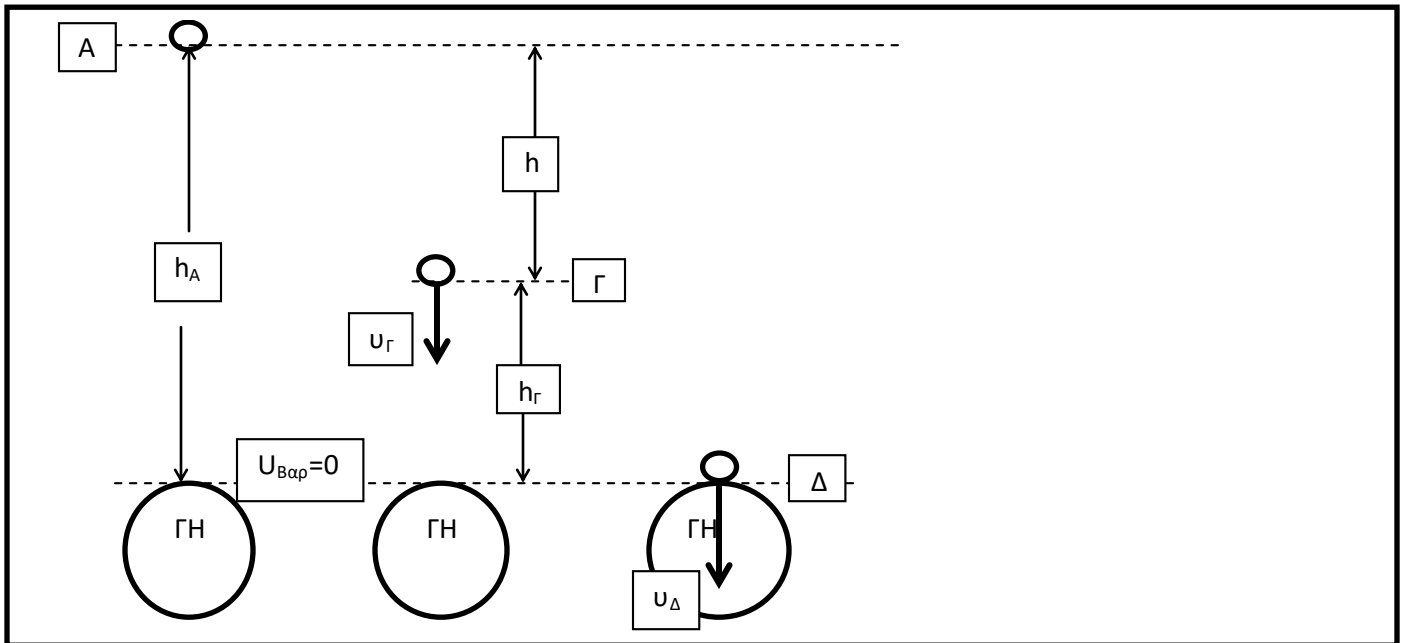
Ένα άθροισμα που μπορεί να παραμένει και σταθερό.

Το άθροισμα των κινητικών ενεργειών και της δυναμικής ενέργειας του συστήματος δύο ή περισσότερων σωμάτων-υποθεμάτων ονομάζεται Μηχανική Ενέργεια του συστήματος.

Έστω U_A η δυναμική ενέργεια του συστήματος στην αρχική θέση Α και U_Γ η δυναμική του ενέργεια στη τελική θέση Γ. Έχουμε αναφέρει ότι: $\Delta U_{A \rightarrow \Gamma} = -W_{F(\alpha\lambda/\sigma\eta\varsigma)A \rightarrow \Gamma}$ (1). Αν δεν ασκούνται στα σώματα-υποθέματα του συστήματος εξωτερικές δυνάμεις ή αν ασκούνται και τα έργα τους είναι μηδέν, από το Θ.Μ.Κ.Ε. έχουμε: $W_{F(\alpha\lambda/\sigma\eta\varsigma)A \rightarrow \Gamma} = \Delta K_{A \rightarrow \Gamma}$ (2).

Από (1) και (2) έχουμε: $\Delta U_{A \rightarrow \Gamma} = -\Delta K_{A \rightarrow \Gamma} \Rightarrow U_\Gamma - U_A = - (K_\Gamma - K_A) \Rightarrow U_\Gamma - U_A = K_A - K_\Gamma \Rightarrow U_\Gamma + K_\Gamma = U_A + K_A \Rightarrow E_{\text{ΜΗΧ}(\Gamma)} = E_{\text{ΜΗΧ}(A)}$ (3)
Δηλαδή σ' αυτήν τη σημαντική περίπτωση η μηχανική ενέργεια του συστήματος παραμένει σταθερή. Αυτό που συμβαίνει είναι ότι δυναμική ενέργεια μετατρέπεται σε κινητική ή αντιστρόφως, μέσω του έργου των εσωτερικών συντηρητικών δυνάμεων αλληλεπίδρασης.

Η ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΠΤΩΣΗ



Το σώμα μάζας m αφήνεται από τη θέση Α να εκτελέσει ελεύθερη πτώση.

Ισχύει: $E_{\text{ΜΗΧ}(A)} = U_{βαρΑ} + K_A = mgh_A + 0 = mgh_A$ (1)

Η θέση Γ είναι μία τυχαία θέση πιο κάτω από την Α. Έχουμε αποδείξει ότι: $W_{w(A \rightarrow \Gamma)} = mgh = \frac{1}{2}mu_\Gamma^2 = K_\Gamma$ (2)

Ισχύει: $E_{\text{ΜΗΧ}(\Gamma)} = U_{βαρΓ} + K_\Gamma = mgh_\Gamma + mgh = mg(h_\Gamma + h) = mgh_A$ (3).

Η θέση Δ είναι πάνω στο οριζόντιο επίπεδο αναφοράς, οπότε $U_{βαρΔ} = 0$ (4)

Έχουμε αποδείξει ότι: $W_{w(A \rightarrow \Delta)} = mgh_A = \frac{1}{2}mu_\Delta^2 = K_\Delta$ (5)

Ισχύει: $E_{\text{ΜΗΧ}(\Delta)} = U_{βαρΔ} + K_\Delta = 0 + mgh_A = mgh_A$ (6)

Παρατηρούμε από (1),(3),(6) ότι:

$E_{\text{ΜΗΧ}(A)} = E_{\text{ΜΗΧ}(\Gamma)} = E_{\text{ΜΗΧ}(\Delta)}$

Δηλαδή σε όλη τη διάρκεια της ελεύθερης πτώσης, η μηχανική ενέργεια του συστήματος Γη- σώμα (για συντομία λέμε του σώματος) παραμένει σταθερή.

ΙΣΧΥΣ: Πόσο γρήγορα (με ποιό ρυθμό) μεταφέρεται ή μετατρέπεται ενέργεια;

Για τη Φυσική, ισχύς P είναι (ορίζεται) το μονόμετρο φυσικό μέγεθος που εκφράζει το ρυθμό μεταφοράς ή μετατροπής ενέργειας. Δηλαδή: $P = \frac{\Delta E}{\Delta t}$ (1)

Μονάδα μέτρησης της ισχύος στο S.I. είναι: $P = \frac{1(J)}{1(s)} = 1 \text{ (Watt)}$

ΙΣΧΥΣ ΔΥΝΑΜΗΣ: Η ισχύς δύναμης F έχει νόημα, εφ' όσον η δύναμη κατά στοιχειώδη μετατόπιση Δx του σημείου εφαρμογής της, εμφανίζει έργο ΔW . Σ' αυτήν την περίπτωση έχουμε:

$P = \frac{\Delta W}{\Delta t} = \frac{F \Delta x \cos \theta}{\Delta t} = F u \cos \theta$ (2) όπου F το μέτρο της δύναμης κατά τη στοιχειώδη μετατόπιση Δx , u το μέτρο της ταχύτητας και θ η γωνία μεταξύ F και u . Αν οι F και u είναι σταθερές, τότε η ισχύς της δύναμης παραμένει σταθερή.

ΙΣΧΥΣ ΜΗΧΑΝΗΣ: Κάθε μηχανή χαρακτηρίζεται από την **καταναλισκόμενη ισχύ ($P_{\text{κατ}}$)**, η οποία εκφράζει τον ρυθμό με τον οποίο την τροφοδοτούμε με ενέργεια για να λειτουργήσει και από την **αποδιδόμενη ωφέλιμη ισχύ ($P_{\omega\phi}$)**, η οποία εκφράζει τον ρυθμό με τον οποίο αποδίδει την ωφέλιμη ενέργεια.

Ο **συντελεστής απόδοσης (α)** μιας μηχανής ορίζεται από τη σχέση: $\alpha = \frac{P_{\omega\phi}}{P_{\text{κατ}}}$ (3)

Ερωτήσεις- Πορίσματα

- 1) Ποια είναι η μονάδα μέτρησης του συντελεστή απόδοσης (α) μιας μηχανής;
- 2) Ποιές τιμές μπορεί να πάρει ο συντελεστής απόδοσης (α) μιας μηχανής;
- 3) Τί εκφράζει ο συντελεστής απόδοσης (α) μιας μηχανής;