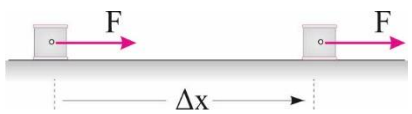
ΕΡΓΟ ΔΥΝΑΜΗΣ

<table>
<tr><td colspan="2">Προηγούμενες γνώσεις</td><td>Η ενέργεια στη φύση εμφανίζεται με διάφορες μορφές , ηλεκτρική, θερμική, αιολική δυναμική , κινητική, χημική, πυρηνική κ.λ.π.
Δύο μορφές της θεωρούνται σημαντικότερες η δυναμική και η κινητική.
Σε κάθε φυσικό φαινόμενο κρύβεται μια ενεργειακή μετατροπή. Η ενέργεια λοιπόν διαρκώς μετασχηματίζεται από μια μορφή σε μια άλλη για να καταλήξει τελικά σε μια μορφή που λέγεται υποβαθμισμένη μορφή ενέργειας. Ένα παράδειγμα διαδοχικών ενεργειακών μετατροπών είναι τα φαινόμενα που έχουμε καθώς ρίχνουμε ένα βέλος με το τόξο.</td></tr>
<tr><td>Φυσικό μέγεθος</td><td>Έργο δύναμης</td><td>Αναγκαστήκαμε να εισάγουμε το φυσικό μέγεθος του έργου δύναμης προκειμένου να ερμηνεύσουμε τη μετατροπή της ενέργειας από μια μορφή σε μια άλλη ή τη μεταφορά της από ένα σώμα σε ένα άλλο ή και τα δύο ταυτόχρονα.

Ορίζουμε ως έργο, W, μιας δύναμης F το γινόμενο της δύναμης επί τη μετατόπιση Δx του σημείου εφαρμογής της δύναμης στη διεύθυνσή της.



W=F Δx (1)

Η μονάδα μέτρησης του έργου προκύπτει από τη σχέση (1) λέγεται 1 Joule και είναι ίσο με 1 Joule=1N·1m.

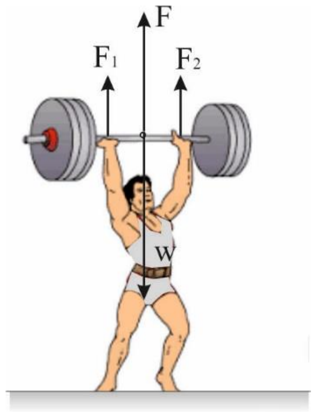
Να μην ξεχνάμε ότι το έργο ως φυσικό μέγεθος εκφράζει την ενέργεια που μετατρέπεται από μια μορφή σε μια άλλη ή μεταφέρεται από ένα σώμα σε ένα άλλο.</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="3"></td></tr>
</table>

Εφαρμογή της σχέσης

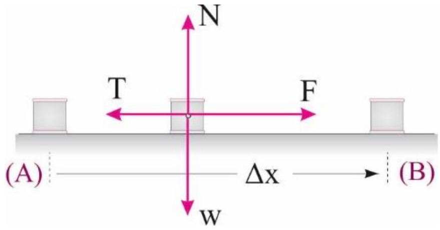
W=F Δx

Μια δύναμη για να μετατρέπει την ενέργεια από μια μορφή σε μια άλλη ή να την μεταφέρει από ένα σώμα σε ένα άλλο**, δηλαδή για να παράγει έργο**, πρέπει **να πληρούνται 2 προυποθέσεις**:

Α. **<u>Να υπάρχει μετατόπιση του σημείου εφαρμογής</u>**. Στο σχήμα, ο αθλητής κρατά <u>ακίνητη</u> τη μπάρα. Παρότι αυτός κουράζεται , η δύναμη F(=F1+F2) που ασκεί στη μπάρα δεν παράγει έργο.



Β. Η δύναμη να μετατοπίζει το σημείο εφαρμογής της στη διεύθυνσή της ή με άλλα λόγια **<u>η δύναμη να έχει διεύθυνση πάνω στη μετατόπιση του σημείου εφαρμογής της.</u>**
Στο σχήμα 3 , η μετατόπιση του σώματος και του σημείου εφαρμογής των δυνάμεων είναι από το Α προς το Β. Από τις ασκούμενες δυνάμεις διεύθυνση πάνω στην μετατόπιση Δx έχουν μόνο η **F** και η **T**. <u>Οι **N**, **w** που είναι κάθετες στη μετατόπιση και δεν παράγουν έργο.</u>



Σχήμα 3

Η **F** και η Δ**x** έχουν και ίδια κατεύθυνση, οπότε για το έργο της F γράφουμε

$$W_{F(A\to B)} = F\cdot\Delta x$$ **(Θετικό έργο)**

Η **T** και η Δ**x** έχουν αντίθετη κατεύθυνση, οπότε για το έργο της T γράφουμε

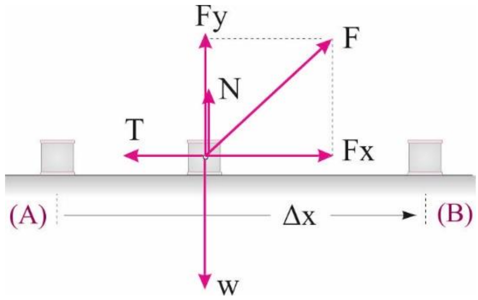
$$W_{T(A\to B)} = -T\cdot\Delta x$$ **W=- T Δx** **(αρνητικό έργο)**

Θετικό έργο σημαίνει ότι η δύναμη φέρνει ενέργεια στο σώμα, ενώ αρνητικό ότι η δύναμη αφαιρεί ενέργεια από το σώμα.

<table>
<tr>
<td>Εφαρμογή της σχέσης

W=F Δx</td>
<td>

Στο σχήμα 4 δείχνεται ένα σώμα που μετατοπίζεται υπό την επίδραση της πλάγιας δύναμης F.



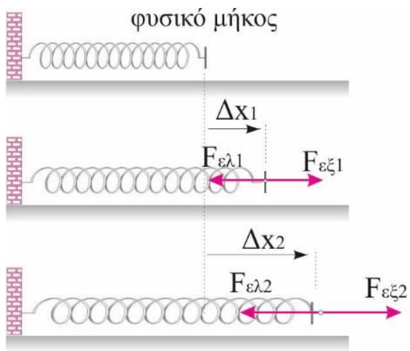
Σχήμα 4

Σε μια τέτοια περίπτωση αναλύουμε τη δύναμη F σε δύο κάθετες συνιστώσες από τις οποίες η μία <u>θα έχει διεύθυνση ίδια με την μετατόπιση</u> (στην περίπτωση μας η F_x) και η άλλη θα είναι κάθετη σε αυτήν. Έτσι, το έργο της δύναμης F θα συμπίπτει με το έργο της F_x καθώς η συνιστώσα F_y ως κάθετη στη μετατόπιση και δεν παράγει έργο. Άρα

$$W_{F(A\to B)} = W_{Fx(A\to B)} + W_{Fy(A\to B)} = F_x \cdot \Delta x$$

Γ. Όταν ικανοποιούνται οι δύο προηγούμενες προυποθέσεις η δύναμη παράγει έργο , **αλλά αυτό <u>υπολογίζεται από τη σχέση W=F Δx , μόνον αν η δύναμη να παραμένει σταθερή σε όλη τη μετατόπιση Δx</u>**.

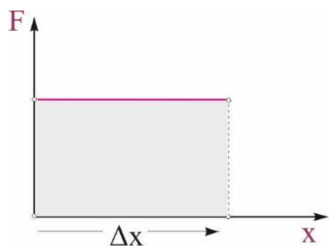
Στο διπλανό σχήμα η δύναμη $F_{εξ}$ που επιμηκύνει το ελατήριο έχει μέτρο που αυξάνεται καθώς αυξάνεται το Δx , οπότε η σχέση W=F Δx δεν μπορεί να εφαρμοστεί.



Σχήμα 5

</td>
</tr>
<tr>
<td>Έργο μιας δύναμης μεταβλητού μέτρου</td>
<td>

Στο σχήμα 6 δείχνεται η γραφική παράσταση του μέτρου μιας δύναμης F σε συνάρτηση με την μετατόπιση του σημείου εφαρμογής της, Δx.
Αν υπολογίσουμε το γραμμοσκιασμένο εμβαδό αυτό είναι ίσο με :

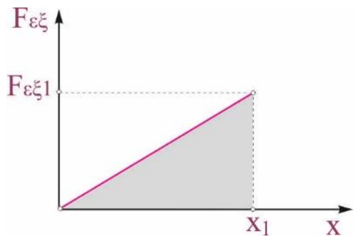
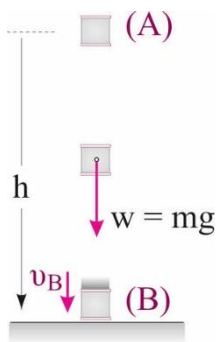


Σχήμα 6

Εμβαδό= Υψος x Βάση= Δύναμη x Μετατόπιση= **Εργο**

Η παρατήρηση ότι <u>σε μια γραφική παράσταση της F=f(x) στο κατάλληλο εμβαδό κρύβεται το έργο της δύναμης</u> μας επιτρέπει να υπολογίζουμε το

</td>
</tr>
</table>

Έργο μιας δύναμης μεταβλητού μέτρου	έργο μιας δύναμης μεταβλητού μέτρου. Στο επόμενο σχήμα δείχνεται η γραφική παράσταση της $F_{εξ}=f(x)$ που ασκείται στο ελατήριο του σχήματος 5.  Το έργο της δύναμης για μετατόπιση του σημείου εφαρμογής της κατά $Δx_1$ βρίσκεται ότι είναι ίσο με $$W = εμβαδό = \frac{1}{2}F_{εξ}\cdot x_1$$
Θεώρημα Μεταβολής της Κινητικής Ενέργειας ΘΜΚΕ Θεώρημα Μεταβολής της Κινητικής Ενέργειας ΘΜΚΕ	Στο διπλανό σχήμα δείχνεται ένα σώμα που ελευθερώθηκε σε ύψος h πάνω από το δάπεδο και πέφτει ελεύθερα λόγω του βάρους. Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα. Θα βρούμε το έργο του βάρους από τη θέση (Α) στη θέση (Β) και θα το συγκρίνουμε με την μεταβολή της κινητικής ενέργειας του σώματος μεταξύ των δύο θέσεων.  Η μετατόπιση του σώματος είναι κατακόρυφη προς τα κάτω, h, και η διεύθυνση της δύναμης του βάρους το ίδιο, άρα το έργο της δύναμης του βάρους είναι θετικό και ίσο με $$W_{w(A\to B)} = w\cdot h = mgh \qquad \textbf{(2)}$$ **Η μεταβολή της κινητικής ενέργειας του σώματος μεταξύ της αρχικής και τελικής θέσης είναι:** $$K_{τελ} - K_{αρχ} = K_B - K_A = \frac{1}{2}m\upsilon_B^2 - 0 \qquad (3)$$ Η κίνηση του σώματος είναι ελεύθερη πτώση , οπότε για την ταχύτητα υ_B και την κατακόρυφη μετατόπιση μπορούμε να γράψουμε $$\upsilon_B = gt \ \ (4), \qquad h = \frac{1}{2}gt^2 \ \ (5)$$ Η αντικατάσταση της (4) στην (3) δίνει $$K_{τελ} - K_{αρχ} = K_B - K_A = \frac{1}{2}mg^2t^2 - 0 = mg\cdot\frac{1}{2}gt^2$$ Η οποία με τη βοήθεια της (5) γίνεται $$K_{τελ} - K_{αρχ} = K_B - K_A = mgh \qquad (6)$$ Από τη σύγκριση των σχέσεων (2) και (6) προκύπτει ότι η μεταβολή της κινητικής ενέργειας του σώματος είναι ίσο με το έργο του βάρους. $$K_B - K_A = W_{w(A\to B)}$$ Η τελευταία σχέση ισχύει <u>όχι μόνον όταν ασκείται το βάρος αλλά και οποιαδήποτε άλλη δύναμη ή δυνάμεις</u> . Στην περίπτωση αυτή η πρόταση διατυπώνεται ως εξής **Η μεταβολή της κινητικής ενέργειας ενός σώματος μεταξύ δύο θέσεων**

	ισούται με το συνολικό έργο των δυνάμεων που ασκούνται στο σώμα κατά την κίνησή του μεταξύ των δύο αυτών θέσεων. $$K_{τελ} - K_{αρχ} = W_{F1(αρχ \to τελ)} + W_{F2(αρχ \to τελ)} + \cdots$$ Η προηγούμενη πρόταση είναι συνέπεια της Αρχής Διατήρησης της Ενέργειας και λέγεται **Θεώρημα Μεταβολής της Κινητικής Ενέργειας (ΘΜΚΕ).**
Μεθοδολογία Εφαρμογής του ΘΜΚΕ	Το ΘΜΚΕ ως μια συνέπεια της Διατήρησης της Ενέργειας έχει πολλές εφαρμογές. <u>Το εφαρμόζουμε όταν στο πρόβλημα μας δίνουν δυνάμεις και μετατοπίσεις.</u> Για να το εφαρμόσουμε ακολουθούμε την εξής διαδικασία: -Σχεδιάζουμε την αρχική και τελική θέση σώματος. -Σχεδιάζουμε μια τυχαία ενδιάμεση θέση στην οποία τοποθετούμε σωστά όλες τις ασκούμενες δυνάμεις. -Γράφουμε τη σχέση $K_{τελ}$-$K_{αρχ}$=W_1+W_2+… -Υπολογίζουμε τα έργα των δυνάμεων που ασκούνται στο σώμα για τη μετατόπιση που μας ενδιαφέρει. Προσέχουμε για την περίπτωση που μια δύναμη είναι μεταβλητού μέτρου, οπότε κάνουμε γραφική παράσταση και βρίσκουμε το έργο από το εμβαδό. - Λύνουμε ως προς τον άγνωστο μέγεθος. - Αντικαθιστούμε και υπολογίζουμε

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: