

ΕΡΓΟ ΔΥΝΑΜΗΣ

Το **έργο δύναμης** W_F εκφράζει ποσότητα ενέργειας που ανταλλάσσει ένα σώμα (λαμβάνει, προσφέρει), είτε ποσότητα ενέργειας που *αλλάζει μορφή*. Τα έργο δύναμης είναι μονόμετρο μέγεθος με μονάδα μέτρησης το Joule.

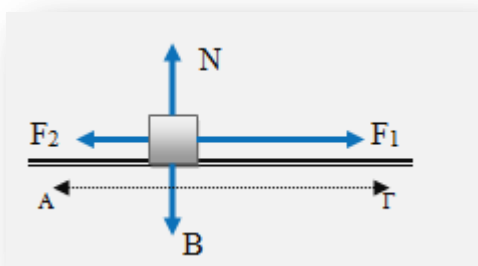
Άμεσος υπολογισμός έργου δύναμης

$$\text{Έ ρ γ ο} = \text{δ ύ ν α μ η} \times \text{δ ι α δ ρ ο μ ή}$$

Όμως για να λειτουργήσει η παραπάνω απλή σχέση πρέπει να ισχύουν ΑΥΣΤΗΡΑ οι εξής όροι :

- Δύναμη παράλληλη (ή εφαπτόμενη) στη διαδρομή
- Η δύναμη έχει σταθερή κατεύθυνση και μέτρο.

Παράδειγμα



Στο σχήμα δίπλα το σώμα πάει από θέση Α σε θέση Γ, «συνοδευόμενο» από τις δυνάμεις του σχήματος.

Σε κάθε δύναμη αντιστοιχεί το δικό της έργο.

Αν η δύναμη είναι κάθετη στη διαδρομή τότε το έργο της είναι μηδέν .

- $W_B = 0$ διότι $\vec{B} \perp$ διαδρομή ΑΓ
- $W_N = 0$ διότι $\vec{N} \perp$ διαδρομή ΑΓ
- $W_{F_1} = + F_1 \cdot (ΑΓ) = \dots$
- $W_{F_2} = - F_2 \cdot (ΑΓ) = \dots$

Πρόσημο (+) αν η δύναμη «βλέπει» όπου και ταχύτητα και (-) αν η δύναμη είναι αντίρροπη της ταχύτητας .

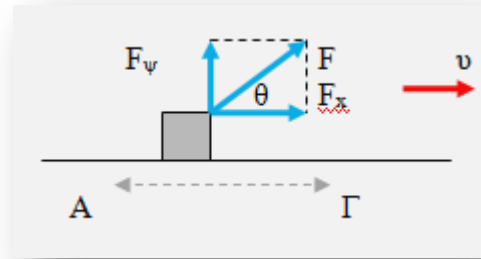
Ας δούμε τώρα παραδείγματα υπολογισμού έργου στη περίπτωση όπου

- η διαδρομή είναι ευθύγραμμη,
- η δύναμη **δεν** είναι παράλληλη στη διαδρομή , αλλά
- έχει σταθερή κατεύθυνση και σταθερό μέτρο.

Παράδειγμα I

Το σώμα μεταφέρεται από το Α στο Γ. Στο σχήμα εμφανίζεται μια από τις δυνάμεις που συνοδεύουν το σώμα .

Η δύναμη \vec{F} υπακούει σ' ότι αναφέρεται στη πιο πάνω παράγραφο.



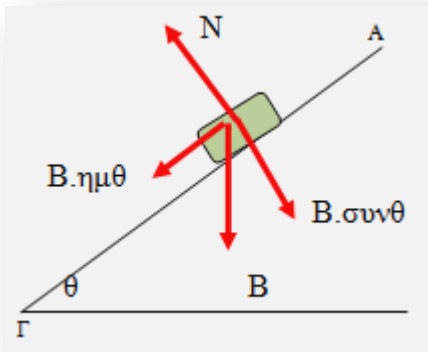
Αναλύσαμε –βλέπε σχήμα- τη δοσμένη δύναμη \vec{F} σε δυο συνιστώσες οπότε :

$$W_F = W_{Fy} + W_{Fx} = 0 + (+F_x \cdot A\Gamma) = +F \cdot \sigma\upsilon\nu\theta \cdot (A\Gamma)$$

Γιατί το έργο της F_y είναι μηδέν ;

Διότι είναι κάθετη στη διαδρομή.

Παράδειγμα II



Εδώ το σώμα κατεβαίνει χωρίς τριβή Α→ Γ. Η δύναμη του βάρους αναλύεται σε δυο συνιστώσες εκ των οποίων μόνο στη μια αντιστοιχεί έργο !

Σε ποια ;

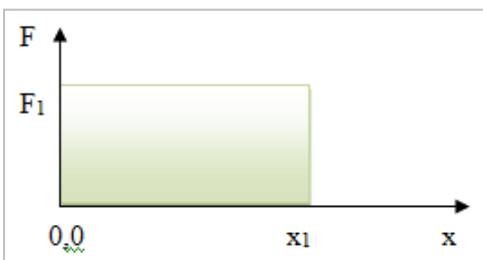
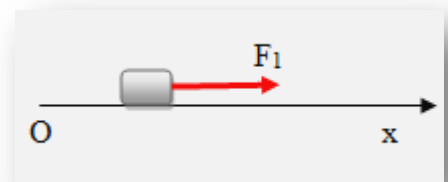
Στη παράλληλη στη διαδρομή συνιστώσα

$$W_B = +B \cdot \eta\mu\theta \cdot (A\Gamma)$$

Έργο δύναμης και το διάγραμμα $F - x$

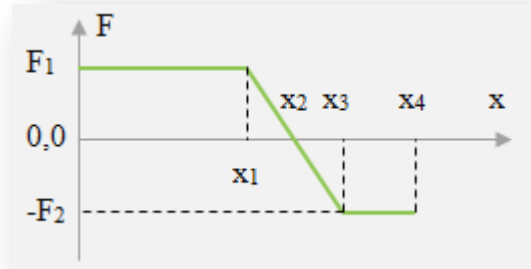
Έστω στο σχήμα $\vec{F}_1 = \sigma\tau\alpha\theta$.

Εδώ ταυτίζεται η διαδρομή και ο άξονας Ox και έτσι υπάρχει δυνατότητα έκφρασης της θέσης του σώματος μέσω μιας συντεταγμένης.



Κάνουμε το διάγραμμα $F - x$ και παρατηρούμε ότι το «εμβαδόν» που εμφανίζεται με γραμμοσκίαση **εκφράζει το έργο της δύναμης** για μετάβαση του σώματος από θέση $x = 0$ σε θέση $x = x_1$.

Την παραπάνω λογική υπολογισμού έργου μέσω του διαγράμματος $F - x$ εφαρμόζουμε στις περιπτώσεις που η δύναμη είναι μεταβλητής αλγεβρικής τιμής αλλά συνεχίσει να είναι παράλληλη στη ευθύγραμμη διαδρομή!



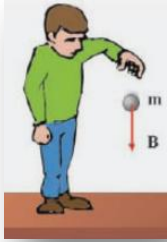
$$W_F^{0 \rightarrow x_2} = \text{"εμβαδό ν"} \text{ τραπεζίου} = \frac{(x_2 + x_1)}{2} \cdot F_1$$

$$W_F^{x_2 \rightarrow x_4} = \text{"εμβαδό ν"} \text{ τραπεζίου} = \frac{(x_4 - x_2) + (x_4 - x_3)}{2} \cdot (-F_2)$$

Φυσική σημασία τεσσάρων σπουδαίων έργων

1. Το **έργο του βάρους** W_B : Εκφράζει **πάντα** πόσο μεταβάλλεται η βαρυτική δυναμική ενέργεια $U = mgh$. Μείωση, αν το σώμα κατέρχεται και αύξηση αν το σώμα ανέρχεται.
2. Το **έργο της τριβής ολίσθησης** W_T : Εκφράζει **πάντα** ποσότητα ενέργειας που γίνεται θερμότητα. Η θερμότητα τελικά αποδίδεται στο περιβάλλον.
3. Το **έργο της συνισταμένης δύναμης** $W_{\Sigma F}$: Εκφράζει **πάντα** μεταβολή της κινητικής ενέργειας $K = \frac{1}{2} m \cdot v^2$. Αν η ΣF είναι ομόρροπη της ταχύτητας, τότε το έργο της εκφράζει αύξηση της κινητικής, ενώ αν η ΣF είναι αντίρροπη της ταχύτητας τότε το έργο της εκφράζει μείωση της κινητικής ενέργειας.
4. Το **έργο της δύναμης που δέχεται σώμα -που μελετάμε-**, από χέρι, σχοινί, ... εκφράζει ποσότητα ενέργειας που δίνει στο σώμα ή λαμβάνει από το σώμα όποιος ασκεί την δύναμη. Αν η $F_{εξ}$ είναι ομόρροπη της ταχύτητας, τότε το έργο της εκφράζει προσφορά ενέργειας στο σώμα, ενώ αν η $F_{εξ}$ είναι αντίρροπη της ταχύτητας, τότε το έργο της εκφράζει ποσότητα ενέργειας που λαμβάνει από το σώμα όποιος ασκεί τη δύναμη $F_{εξ}$.

Ας μιλήσουμε ενεργειακά...

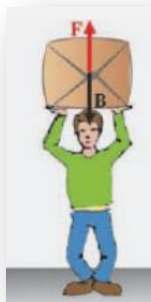
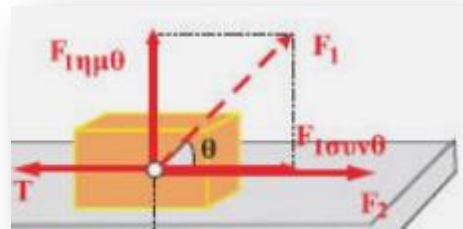


Μέσω του έργου του βάρους, η δυναμική ενέργεια(*) μειώνεται. Μέσω της συνισταμένης (που ισούται με το βάρος) έχουμε αύξηση της κινητικής ενέργειας(**).

Ό,τι έγραψα αποτελεί την απάντηση στο ερώτημα : Τι συμβαίνει ενεργειακά στην εικόνα του σχήματος;

Μέσω των F_2 και $F_1 \sin \theta$ προσφέρεται ενέργεια στο σώμα. Μέσω της T απάγεται – υπό μορφή θερμότητας- ενέργεια. Εφόσον υπάρχει συνισταμένη, έχουμε αύξηση της κινητικής ενέργειας.

Ωστε: μέρος της προσφερόμενης γίνεται θερμότητα και το υπόλοιπο κινητική ενέργεια!



Έχουμε δυνάμεις, αλλά δεν έχουμε διαδρομή. Άρα δεν υπάρχει έργο εδώ. Δηλαδή δεν υπάρχει ούτε δοσοληψία ενεργειακή, ούτε μετασχηματισμός ποσότητας ενέργειας!

(*), (**) δείτε επόμενη ανάρτηση σχετικά με τους όρους δυναμική και κινητική ενέργεια...