



ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η έννοια του έργου

ΑΠΟΣΠΑΣΜΑ

Όπως είδαμε στην παρουσίαση του μαθήματος, δεν υπάρχει μηχανή που να μπορεί να αλλάξει το γινόμενο της δύναμης που ασκείται σε ένα σώμα επί τη μετατόπισή του. Το έργο είναι συνδεδεμένο με τη δράση μιας δύναμης σ' ένα σώμα, γι' αυτό μιλάμε για «έργο δύναμης».

Δήμητρα Δουδουσάκη

Φυσική Α Λυκείου

ΕΡΓΟ ΔΥΝΑΜΗΣ

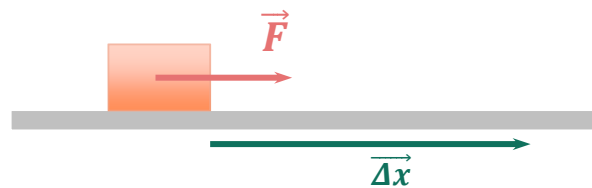
Όπως είδαμε στην παρουσίαση του μαθήματος, δεν υπάρχει μηχανή που να μπορεί να αλλάξει το γινόμενο της δύναμης που ασκείται σε ένα σώμα επί τη μετατόπισή του. Το έργο είναι συνδεδεμένο με τη δράση μιας δύναμης σ' ένα σώμα, γι' αυτό μιλάμε για «έργο δύναμης». Το έργο ως φυσικό μέγεθος (σύμβολο W)

- ✓ εκφράζει την ενέργεια που μεταφέρεται από ένα σώμα σ' ένα άλλο ή
- ✓ την ενέργεια που μετατρέπεται από μια μορφή σε μία άλλη.

ΕΡΓΟ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΔΥΝΑΜΗΣ

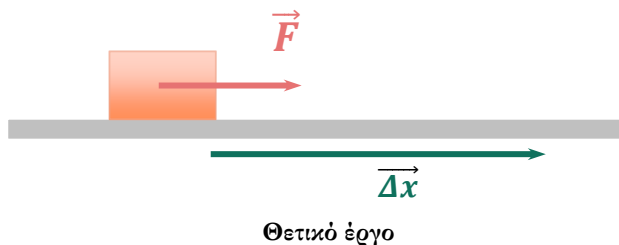
Περίπτωση 1^η: Η διεύθυνση της δύναμης συμπίπτει με τη διεύθυνση κίνηση

Ονομάζουμε έργο μίας σταθερής δύναμης που μετακινεί το σημείο εφαρμογής της στην διεύθυνσή της το γινόμενο της δύναμης \vec{F} επί τη μετατόπιση $\vec{\Delta x}$.



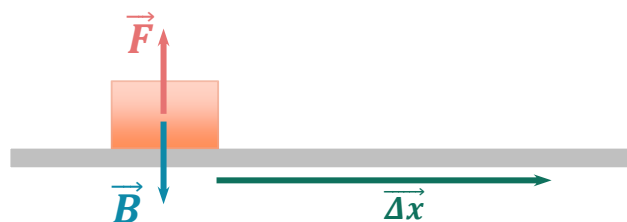
ΘΕΤΙΚΟ, ΑΡΝΗΤΙΚΟ, ΜΗΔΕΝΙΚΟ ΕΡΓΟ

Εάν η δύναμη \vec{F} που επιδρά σε ένα σώμα έχει **ίδια φορά** με την μετατόπισή του $\vec{\Delta x}$, τότε η δύναμη **παράγει έργο**. Σε αυτήν την περίπτωση το έργο είναι **θετικό** και λέμε ότι είναι **παραγόμενο**. Η ταχύτητα του σώματος αυξάνεται.



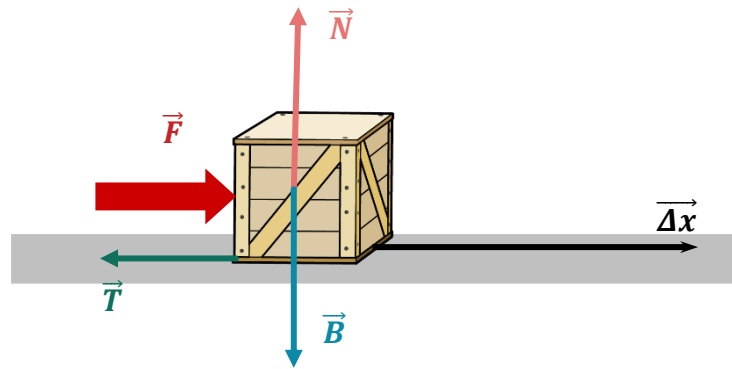
Εάν η δύναμη \vec{F} που επιδρά σε ένα σώμα έχει **αντίθετη φορά** από τη μετατόπιση $\vec{\Delta x}$ τότε η δύναμη **καταναλώνει έργο**. Το έργο είναι **αρνητικό** και λέμε ότι είναι **καταναλισκόμενο**. Σε αυτή την περίπτωση η ταχύτητα του σώματος μειώνεται.

Εάν η δύναμη \vec{F} είναι **κάθετη** στη μετατόπιση $\vec{\Delta x}$ τότε το έργο της είναι **μηδέν**. Λέμε ότι η δύναμη **δεν παράγει έργο**. Η ταχύτητα του σώματος σε αυτήν την περίπτωση παραμένει σταθερή.



Δύναμη κάθετη στην μετατόπιση:
Έργο μηδέν

Όταν το σημείο εφαρμογής μίας δύναμης δεν μετακινείται δηλαδή όταν $\vec{\Delta x} = \vec{0}$ τότε το έργο της είναι μηδέν, δηλαδή δεν παράγει έργο.



Ασκώντας μία δύναμη F στο κιβώτιο προσφέρουμε ενέργεια $W_F = F \cdot \Delta x$.
 Η Τριβή καταναλώνει ενέργεια $W_T = -T \cdot \Delta x$.
 Το έργο του βάρους και της κάθετης δύναμης στήριξης είναι μηδέν.

Περίπτωση 2η: Η διεύθυνση της δύναμης σχηματίζει τυχαία γωνία φ με τη διεύθυνση κίνησης.

Έστω ότι μία σταθερή δύναμη \vec{F} που σχηματίζει γωνία φ με την διεύθυνση της μετατόπισης $\vec{\Delta x}$. Το έργο αυτής της δύναμης ισούται με το γινόμενο του μέτρου της δύναμης F επί το μέτρο της μετατόπισης Δx επί το συνημίτονο της μεταξύ τους γωνίας $\hat{\varphi}$.

$$W_F = F \cdot \Delta x \cdot \text{συν}\hat{\varphi}$$

Υποπεριπτώσεις

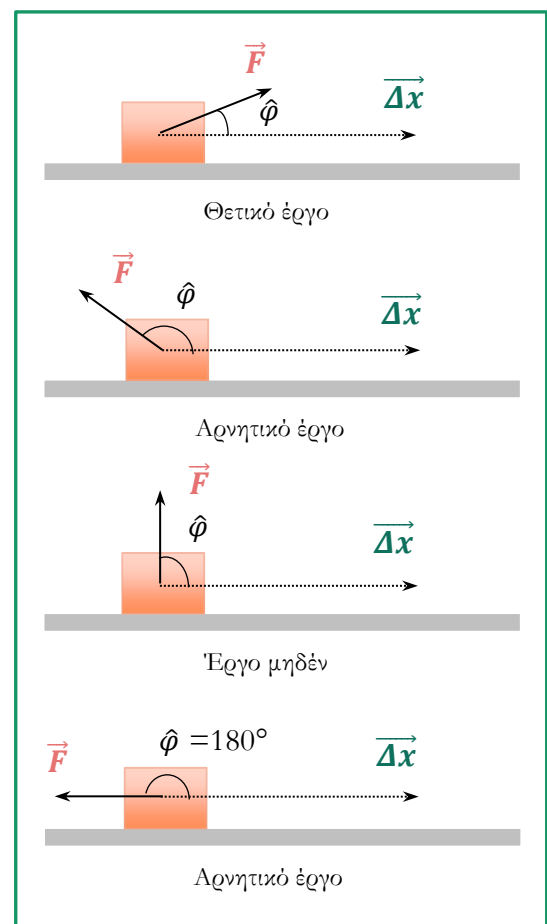
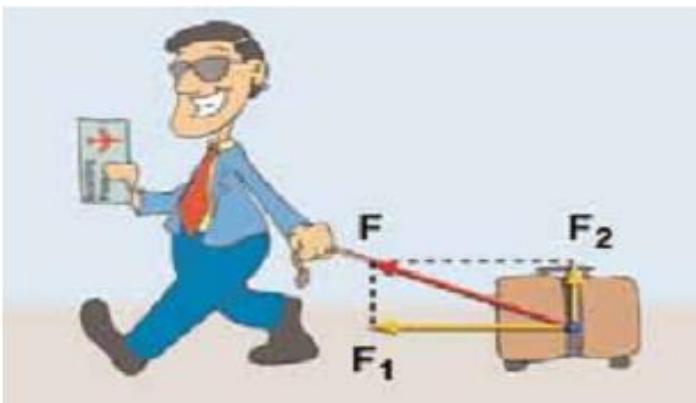
Όταν $0 < \hat{\varphi} < 90^\circ$ τότε $W > 0$ συνεπώς η δύναμη παράγει έργο.

Όταν $90^\circ < \hat{\varphi} < 180^\circ$ τότε $W < 0$, η δύναμη καταναλώνει έργο.

Όταν $\varphi = 0^\circ$ τότε $W = F \cdot \Delta x > 0$, η δύναμη παράγει έργο.

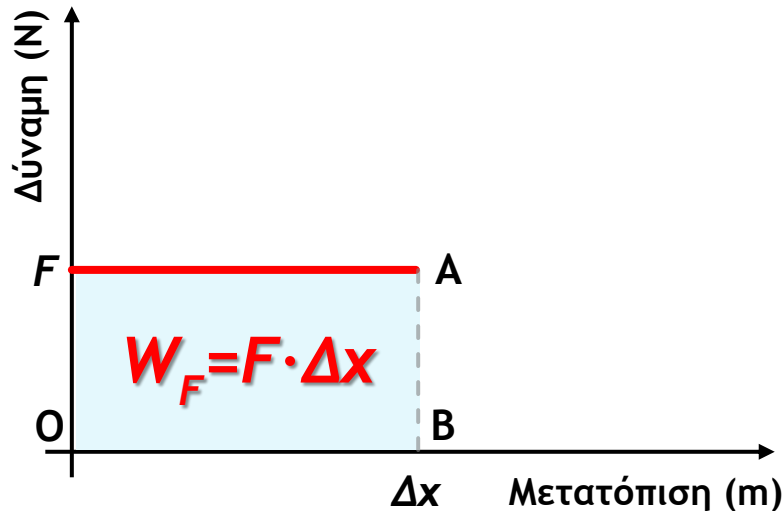
Όταν $\varphi = 90^\circ$ τότε $W = 0$, η δύναμη ούτε παράγει ούτε καταναλώνει έργο.

Όταν $\varphi = 180^\circ$ τότε $W = -F \cdot \Delta x < 0$, η δύναμη καταναλώνει έργο.



ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΡΓΟΥ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΔΥΝΑΜΗΣ - ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗΣ

Η γραφική παράσταση μιας σταθερής δύναμης ως συνάρτηση της μετατόπισης είναι μία ευθεία παράλληλη στον άξονα των μετατοπίσεων. Στο παρακάτω σχήμα μπορούμε να δούμε ότι το εμβαδό του γαλάζιου παραλληλογράμμου OFAB είναι ίσο με το έργο της δύναμης.

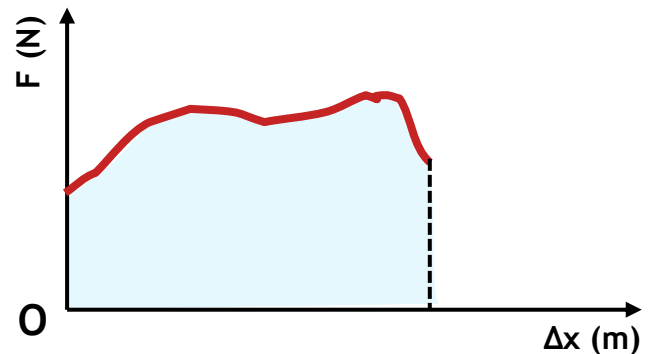


Συνεπώς:

μπορούμε να υπολογίζουμε το έργο μίας σταθερής δύναμης από το εμβαδόν που περικλείεται από την ευθεία που αναπαριστά τη δύναμη, τον άξονα της δύναμης και τον άξονα της μετατόπισης.

ΕΡΓΟ ΔΥΝΑΜΗΣ ΠΟΥ ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ ΣΤΑΘΕΡΗ ΚΑΤΑ ΜΕΤΡΟ

Αν η τροχιά του σώματος είναι ευθύγραμμη και η δύναμη έχει σταθερή κατεύθυνση η οποία συμπίπτει ή είναι αντίθετη με εκείνη της μετατόπισης, δεν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τον μαθηματικό τύπο $W_F = F \cdot \Delta x \cdot \cos\phi$. Για να υπολογίσουμε το έργο αυτής της δύναμης κάνουμε τη γραφική παράσταση δύναμης - μετατόπισης. Το έργο τότε μπορεί να υπολογιστεί από το εμβαδόν που περικλείεται ανάμεσα στην καμπύλη της γραφικής παράστασης της δύναμης και των αξόνων.



ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Θα υπολογίσουμε το έργο της δύναμης που ασκούμε εξωτερικά σε ένα ελατήριο, το οποίο αρχικά έχει το φυσικό του μήκος. Υπό την επίδραση της δύναμης το ελατήριο τεντώνεται κατά x . Σε αυτήν την περίπτωση δύναμη σύμφωνα με τον νόμο της ελαστικότητας έχει μέτρο $F = k \cdot x$. Το έργο της θα είναι ίσο με το **εμβαδόν του τριγώνου**

$$W = \frac{1}{2}kx^2$$

