

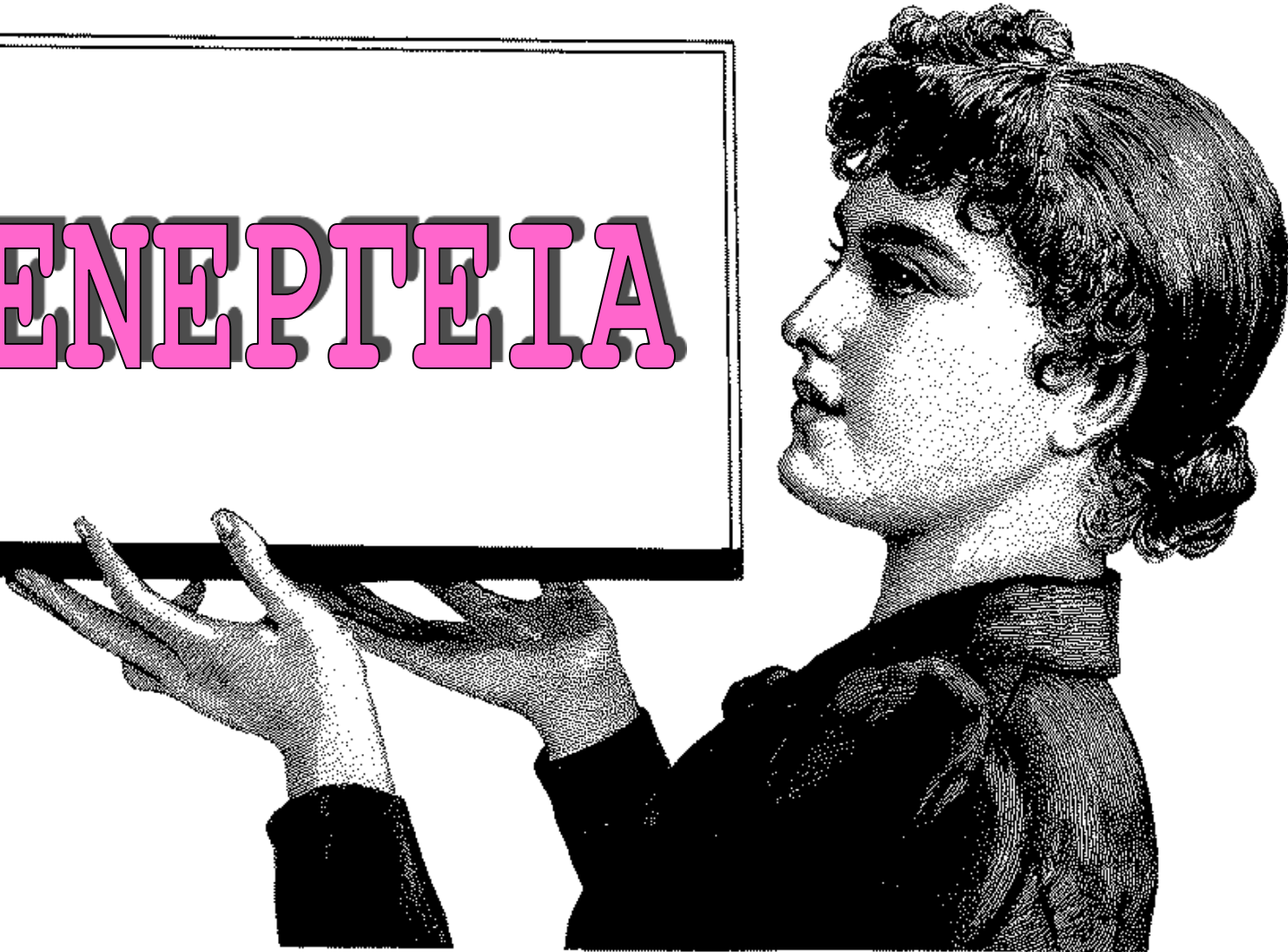
# η ΦΥΣΙΚΗ

στην Α' Λυκείου

η καινούρια βασιλοπούλα,  
150 χρόνια νεώτερη από τη ΔΥΝΑΜΗ,  
λεγόταν



ΕΝΕΡΓΕΙΑ



Κατά τη γέννηση της Φυσικής, τον 17ο αιώνα,  
στην μεγάλη οικογένεια των εννοιών  
με τις οποίες οικοδομήθηκε,  
οι τρεις χαϊδεμένες θυγατέρες ήταν  
η ΔΥΝΑΜΗ, η ΜΑΖΑ και η ΟΡΜΗ

Ανάμεσά τους η ΔΥΝΑΜΗ,  
κράτησε τον ρόλο της πρωταγωνίστριας

η κυριαρχία της διατηρήθηκε για 150 περίπου χρόνια, μέχρι που  
εμφανίστηκε στην οικογένεια η καινούρια «βασιλοπούλα» . . .

η έννοια ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Στην οικοδόμησή της συνέβαλε  
ένα από «παιδιά» της ΔΥΝΑΜΗΣ, η έννοια ΕΡΓΟ

η έννοια  
ΕΡΓΟ



# η φύση δεν τσιγκουνεύεται τις δυνάμεις

μας επιτρέπει να τις μεγαλώνουμε όσο θέλουμε

με ένα μοχλό λόγου χάρη

ασκούμε στο ένα του άκρο  
του μοχλού δύναμη 10 N

τη δύναμη τη μεγαλώσαμε 12 φορές

ωστόσο

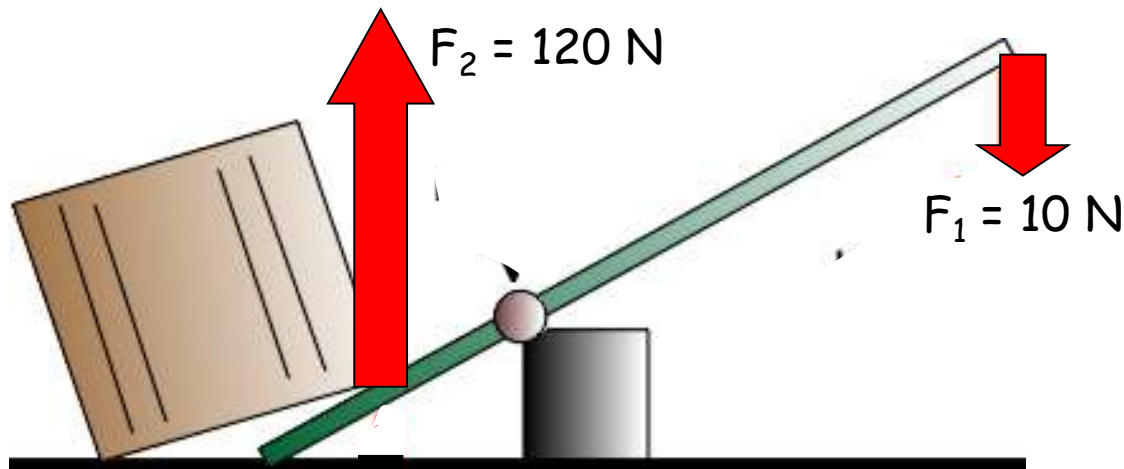
για να μετατοπίσουμε το κιβώτιο κατά 2 cm πρέπει  
να μετατοπίσουμε το άλλο άκρο του μοχλού κατά 24 cm

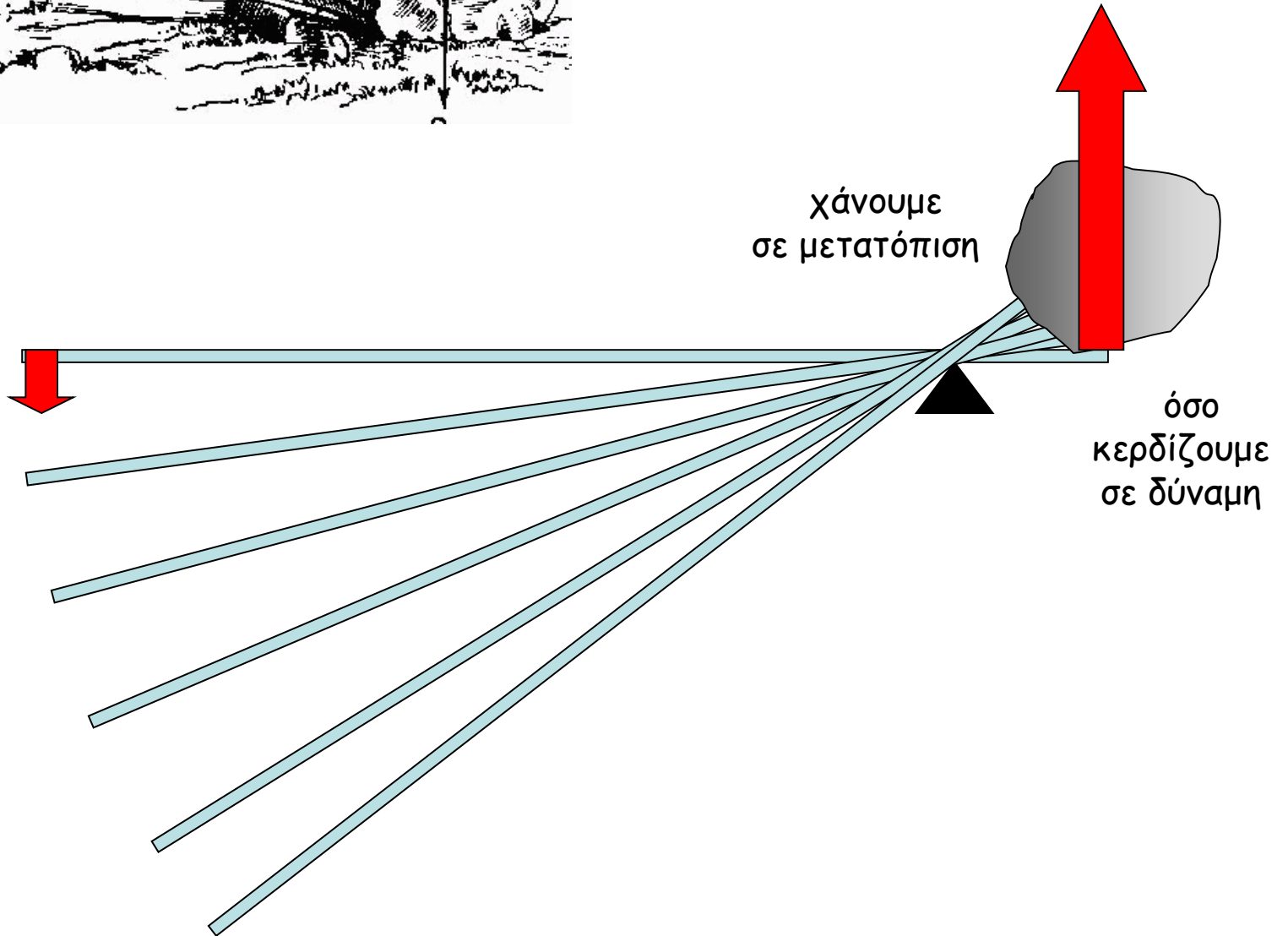
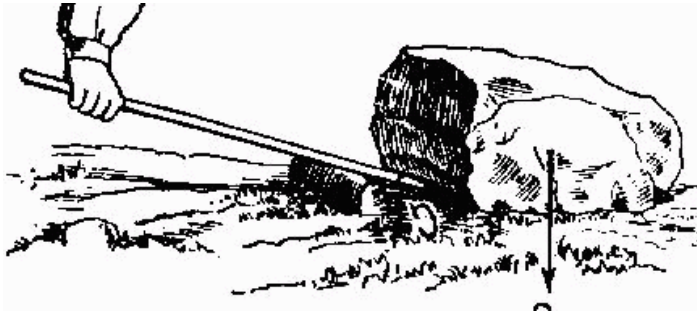
Το γινόμενο «δύναμη επί μετατόπιση»  
στο ένα άκρο θα είναι 240 Ncm ,  
στο άλλο άκρο θα είναι επίσης 240 Ncm



και στο άλλο άκρο  
η δύναμη είναι 120 N

όσο κερδίζουμε σε δύναμη  
χάνουμε σε μετατόπιση



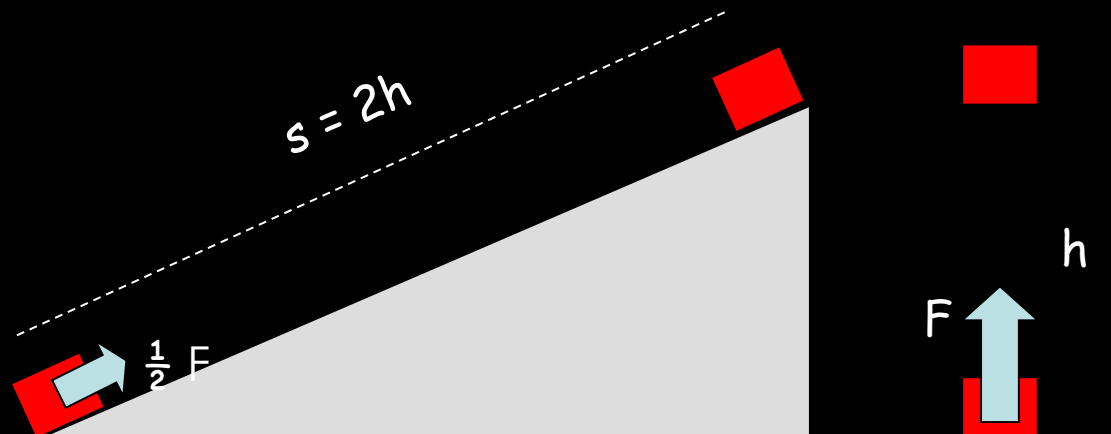


χάνουμε  
σε μετατόπιση

όσο  
κερδίζουμε  
σε δύναμη



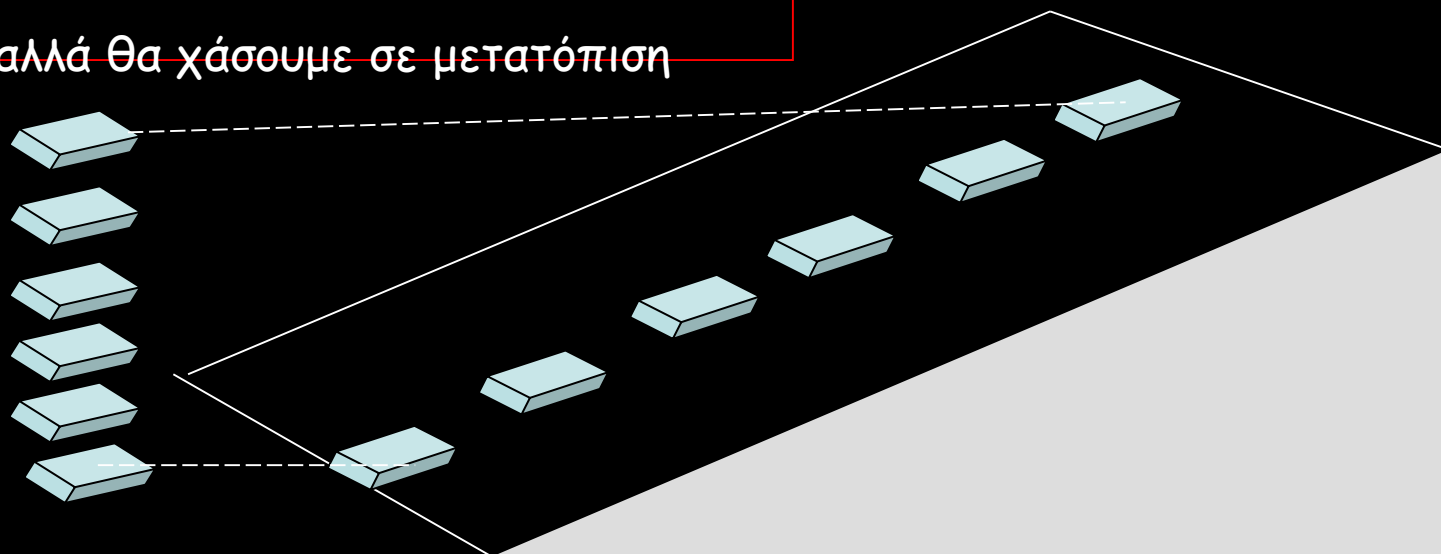
δος μοι  
παν στω  
και ταν  
γαν  
κινάσω



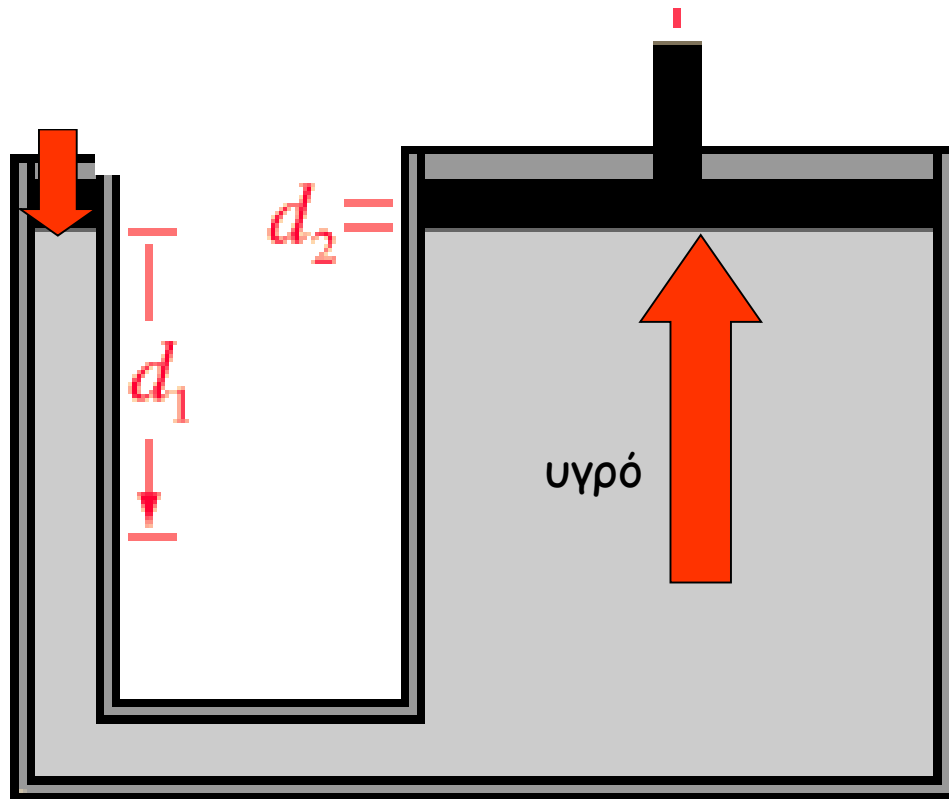
και με το **ΚΕΚΛΙΜΕΝΟ ΕΠΙΠΕΔΟ** μπορούμε

να κερδίσουμε σε δύναμη,

αλλά θα χάσουμε σε μετατόπιση







και με ένα  
**υδραυλικό πιεστήριο**  
 ασκούμε στο υγρό μια δύναμη

με το μικρό έμβολο

και το υγρό ασκεί  
 στο μεγάλο έμβολο  
 μια δύναμη **μεγαλύτερη**

ΟΣΟ κερδίζουμε

σε δύναμη  
 ΤΟΣΟ χάνουμε

σε μετατόπιση

εφόσον, σύμφωνα με την Αρχή του Pascal,  
 οι πιέσεις στα δύο έμβολα είναι ίσες

$$F_1/A_1 = F_2/A_2$$

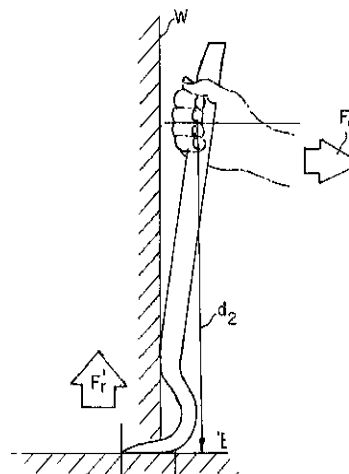
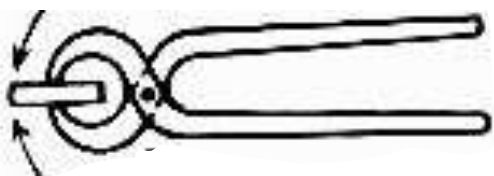
συμπεραίνουμε ότι

και εφόσον, το υγρό είναι ασυμπίεστο  
 ο όγκος του δηλαδή δεν μεταβάλλεται

$$d_1 A_1 = d_2 A_2$$

αυτό σημαίνει ότι

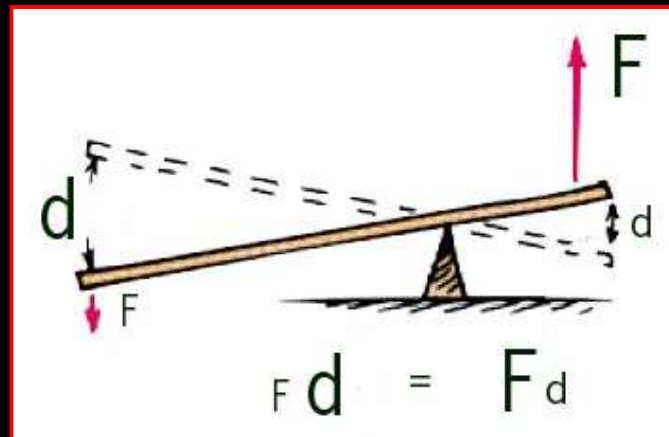
$$F_1 d_1 = F_2 d_2$$



Οι διατάξεις που έχουμε επινοήσει για να μας μεγαλώνουν τις δυνάμεις λέγονται ΜΗΧΑΝΕΣ.



το κεκλιμένο επίπεδο,  
μια σανίδα δηλαδή που θα  
χρησιμοποιήσουμε  
για να ανεβάσουμε το βαρύ  
αντικείμενο με λιγότερη δύναμη,  
το μπουζόκλειδο,  
η πένσα ο γρύλος,  
ο λοστός,  
το γαλλικό κλειδί,  
όλα αυτά τα εργαλεία θεωρούνται  
απλές μηχανές



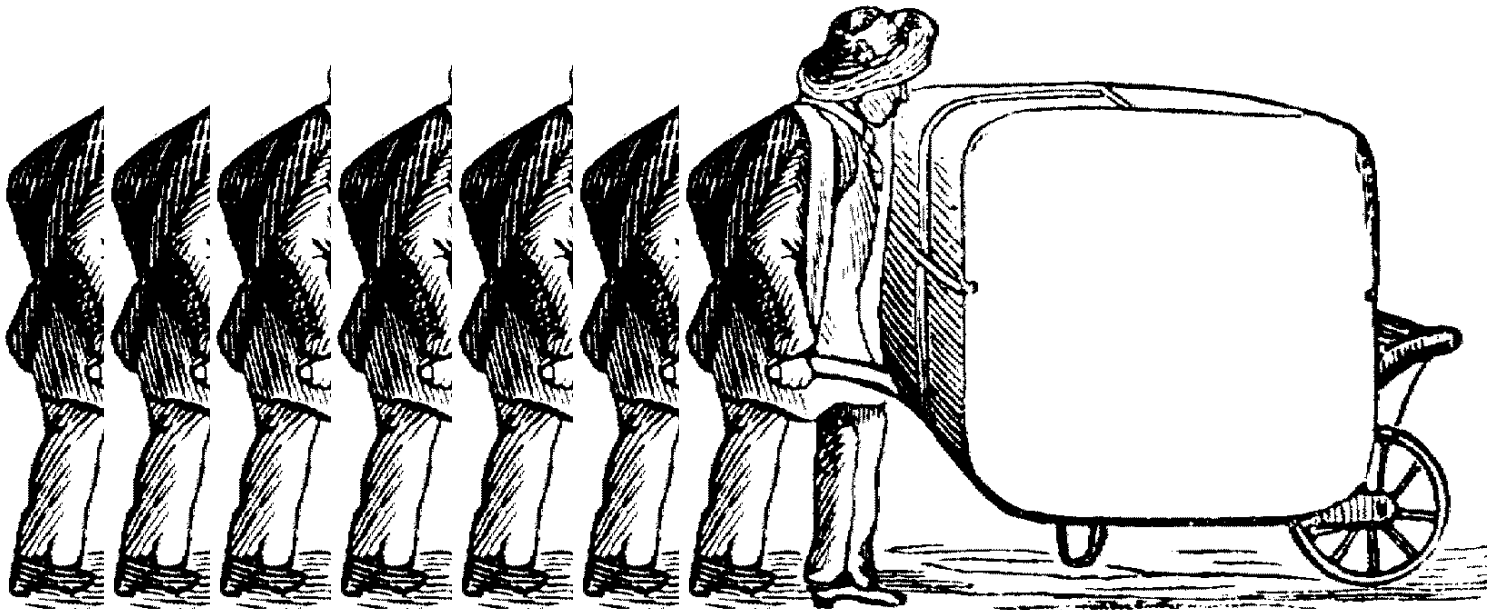


αλλά, ενώ, με μια μηχανή,  
μπορούμε να μεγαλώσουμε  
μια δύναμη,  
καμία μηχανή δεν μπορεί να  
μας μεγαλώσει το γινόμενο  
« δύναμη επί μετατόπιση »

το γινόμενο  
ΔΥΝΑΜΗ επί ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗ

Το γινόμενο «δύναμη επί μετατόπιση»  
είναι ανάλογο με την ποσότητα καυσίμου που  
ξοδεύτηκε για να συμβεί η μετατόπιση

είναι η μοναδική ποσότητα που  
μπορεί να μετρήσει τον ανθρώπινο κόπο



Για τη Φυσική  
το γινόμενο «δύναμη επί μετατόπιση»

αποτελεί

ποσότητα

μεταβιβαζόμενης ενέργειας

Λέγεται και

ΕΡΓΟ της δύναμης.





Το ΕΡΓΟ μιας δύναμης συμβολίζεται με το γράμμα W

Αν συμβολίσουμε τη ΔΥΝΑΜΗ με το γράμμα F και τη μετατόπιση με x

$$W = F \cdot x$$

Η μονάδα μέτρησης είναι το ένα τζάουλ, γράφεται 1 J

Αν η ασκούμενη δύναμη είναι ένα νιούτον και το σώμα μετατοπίζεται κατά ένα μέτρο το έργο είναι ένα τζάουλ

πόσο είναι ένα τζάουλ ;

τζάουλ, είναι το όνομα κάποιου φυσικού ;



ο James Prescott JOULE- Τζέημς Πρέσκοτ Τζάουλ , γεννημένος στο Μάντσεστερ το 1818 , ήταν ένας από βασικούς θεμελιωτές της έννοιας ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η μεγάλη πολιτεία έχει και τα καμάρια της.

## Manchester

Εκτός από την παγκοσμίως γνωστή ποδοσφαιρική του ομάδα, το Μάντσεστερ καμαρώνει και για τους τρεις μεγάλους φυσικούς που γεννήθηκαν εκεί

Τον γεννημένο το 1891 James CHADWICK που έδειξε ότι μέσα στους πυρήνες της ύλης υπάρχουν ΝΕΤΡΟΝΙΑ

τον γεννημένο το 1856 Joseph John THOMSON ο οποίος ανακάλυψε το ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΟ



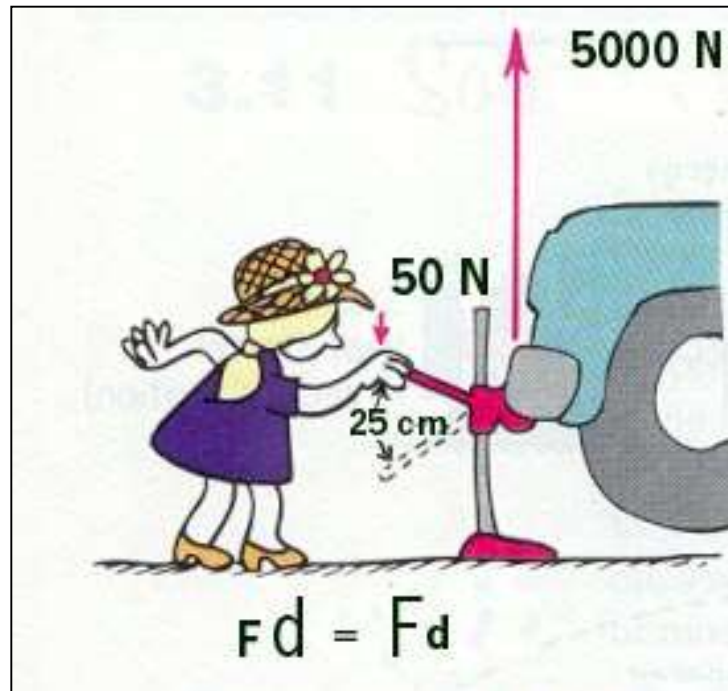
και τον James Prescott JOULE, - Τζέημς Πρέσκοτ Τζάουλ - γεννημένο το 1818.

Στο Δημαρχείο της πόλης υπάρχει και το άγαλμα του Joule.

Και είναι γνωστό ότι το όνομά του έγινε η μονάδα μέτρησης της σημαντικότερης ίσως έννοιας της Φυσικής, της ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ



η κοπέλα  
έχει μείνει από  
λάστιχο



μεταβιβάζει στον  
γρύλο ενέργεια  
50N. 0,25 m  
= 12,5 τζάουλ

Ο γρύλος ασκεί στο  
αυτοκίνητο δύναμη  
100πλάσια, αλλά η  
ενέργεια που  
μεταβιβάζει στο  
αυτοκίνητο είναι  
5000N. 0,0025m  
= 12,5 τζάουλ

ο καλόγερος ασκεί στο ένα άκρο του μοχλού ΔΥΝΑΜΗ 150 N

και το μετατοπίζει  
κατά 0,6m

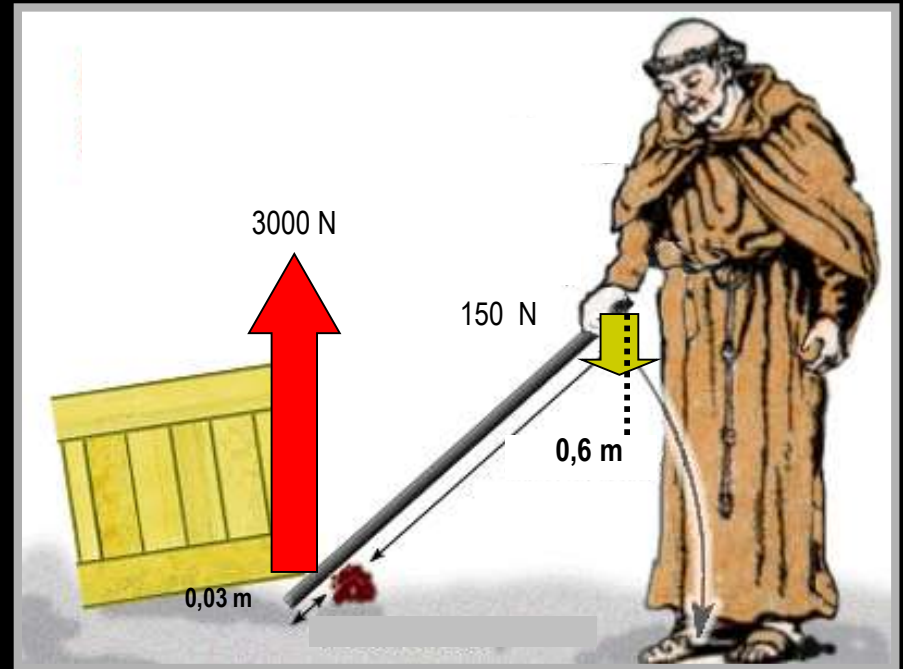
το έργο της δύναμης που ασκεί  
ο καλόγερος στον μοχλό είναι  
 $150\text{N} \cdot 0,6\text{m} = 90 \text{ τζάουλ}$

μεταβιβάζει στον μοχλό ενέργεια  
 $150\text{N} \cdot 0,6\text{m} = 90 \text{ τζάουλ}$

το άλλο άκρο του μοχλού  
ασκεί ΔΥΝΑΜΗ στο κιβώτιο 3000 N

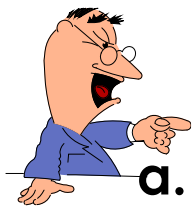
και μετατοπίζει προς τα πάνω την άκρη  
κατά 0,03 m

το έργο της δύναμης που ασκεί  
ο μοχλός στο κιβώτιο είναι  
 $3000\text{N} \cdot 0,03 \text{ m} = 90 \text{ τζάουλ}$



ο μοχλός

μεταβιβάζει στο κιβώτιο ενέργεια  
 $3000\text{N} \cdot 0,03 \text{ m} = 90 \text{ τζάουλ}$



Μόνο εφόσον

- α.** η ασκούμενη στο σώμα δύναμη είναι ΣΤΑΘΕΡΗ
- β.** η τροχιά του σώματος είναι ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΗ και
- γ.** η κατεύθυνση της δύναμης συμπίπτει με την κατεύθυνση της ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗΣ

το έργο μιας δύναμης είναι πάντοτε ίσο με το γινόμενο « ΔΥΝΑΜΗ x ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗ » ;



ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗ

ΔΥΝΑΜΗ



$$W = F x$$



εάν



- α. η ασκούμενη στο σώμα δύναμη είναι ΣΤΑΘΕΡΗ
- β. η τροχιά του σώματος είναι ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΗ και
- γ. η κατεύθυνση της δύναμης είναι **ΚΑΘΕΤΗ** στην κατεύθυνση της ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗΣ

**το έργο είναι μηδέν**

εάν

- α. η ασκούμενη στο σώμα δύναμη είναι ΣΤΑΘΕΡΗ
- β. η τροχιά του σώματος είναι ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΗ και
- γ. η κατεύθυνση της δύναμης είναι **ΑΝΤΙΘΕΤΗ** με την κατεύθυνση της ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗΣ

**το έργο είναι αρνητικό και ίσο με  $-Fx$**

ΔΥΝΑΜΗ



$$W = - F x$$

αντί να μεταβιβάζεται ενέργεια στο σώμα, το σώμα μεταβιβάζει ενέργεια

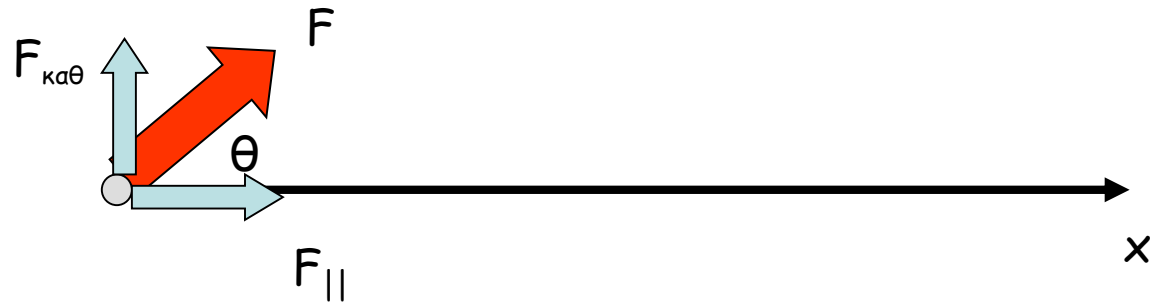
ΑΡΝΗΤΙΚΟ έργο ;  
τι θα πει ΑΡΝΗΤΙΚΟ έργο ;





εάν

- α. η ασκούμενη στο σώμα δύναμη είναι ΣΤΑΘΕΡΗ
- β. η τροχιά του σώματος είναι ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΗ και
- γ. η κατεύθυνση της δύναμης είναι **ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΗ** από την κατεύθυνση της ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗΣ



αναλύουμε τη δύναμη σε μία συνιστώσα  $F_{||}$  στην κατεύθυνση της μετατόπισης και σε μία  $F_{καθ}$  κάθετη στη μετατόπιση.

Το έργο της  $F_{καθ}$  είναι μηδέν, άρα  $W = F_{||} x$

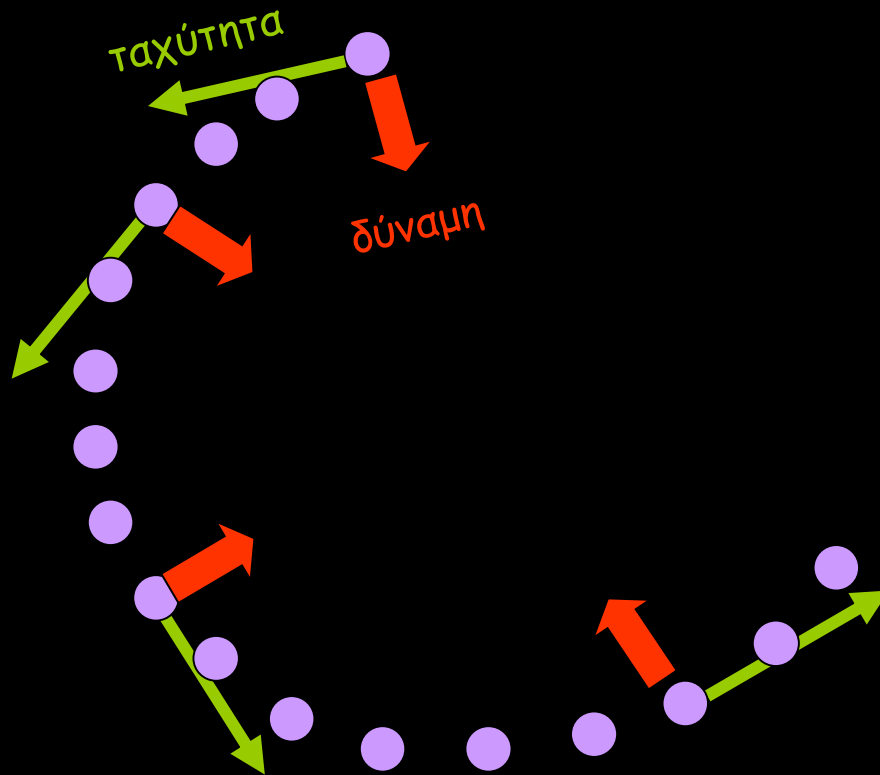
$$W = F x \sigma\upsilon\nu\theta$$



Ακριβώς. Μπορεί δηλαδή να κινείται το σώμα να ασκείται δύναμη και να μη ΜΕΤΑΒΙΒΑΖΕΤΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

στη γενική περίπτωση αυτό συμβαίνει εάν η δύναμη είναι ΣΥΝΕΧΩΣ ΚΑΘΕΤΗ ΣΤΗΝ ΤΑΧΥΤΗΤΑ

Το έργο λοιπόν μιας δύναμης μπορεί να είναι ΘΕΤΙΚΟ, ΑΡΝΗΤΙΚΟ αλλά και ΜΗΔΕΝ ακόμα κι αν το σώμα βρίσκεται σε κίνηση



$$W = 0$$



Αν η τροχιά του σώματος είναι ευθύγραμμη και η δύναμη έχει σταθερή κατεύθυνση η οποία συμπίπτει ή είναι αντίθετη με εκείνη της μετατόπισης



κάνουμε τη γραφική παράσταση δύναμης -θέσης

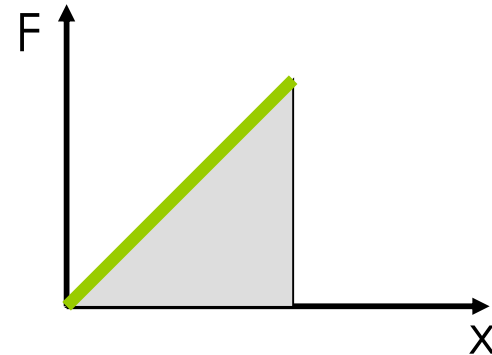
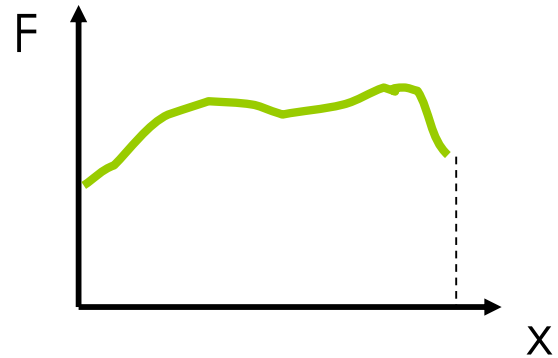
και το έργο μπορεί να υπολογιστεί από το σχετικό εμβαδόν



μπορούμε να υπολογίσουμε το έργο της δύναμης που ασκούμε σε ένα ελατήριο το οποίο βρίσκεται στο φυσικό του μήκος και το τεντώνουμε κατά  $x$ . Η δύναμη σύμφωνα με τον νόμο της ελαστικότητας είναι  $F = kx$

οπότε το έργο της θα είναι ίσο με το εμβαδόν του τριγώνου

Και αν η δύναμη ΔΕΝ είναι σταθερή ;  
Θα μπορούμε να υπολογίσουμε το έργο της ;



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

η έννοια

ΙΣΧΥΣ





η ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΜΕΤΑΒΙΒΑΖΕΤΑΙ  
άλλοτε ΠΙΟ ΓΡΗΓΟΡΑ κι άλλοτε ΠΙΟ ΑΡΓΑ  
πόσο γρήγορα ΜΕΤΑΒΙΒΑΖΕΤΑΙ η ΕΝΕΡΓΕΙΑ ;



στη γλώσσα της Φυσικής  
την απάντηση τη δίνει

η έννοια **ΙΣΧΥΣ**

$$\text{ΙΣΧΥΣ} = \frac{\text{μεταβιβαζόμενη ενέργεια}}{\text{χρονικό διάστημα στο οποίο έγινε η μεταβίβαση}}$$

στη γλώσσα  
των συμβόλων

$$P = \frac{W}{t}$$



Υποθέτω ότι μονάδα μέτρησης της ισχύς  
είναι το ένα τζάουλ ανά δευτερόλεπτο



Είναι σωστό αυτό που σκέφτηκες . . .  
Βέβαια στην ελληνική γλώσσα είναι  
ονομαστική η ΙΣΧΥΣ , γενική της ΙΣΧΥΟΣ

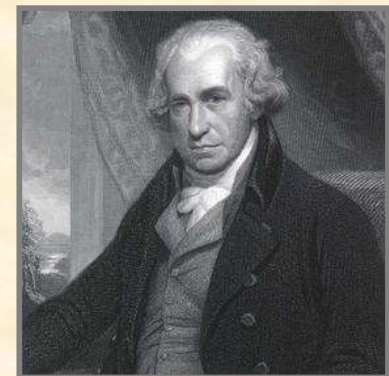
Είπαμε ότι με το γράμμα W  
συμβολίζουμε το ΕΡΓΟ. Τώρα  
πρέπει να συμβολίζουμε και τη  
μονάδα ΙΣΧΥΟΣ ;

Το ένα τζάουλ ανά δευτερόλεπτο λέγεται  
ΕΝΑ Watt, ένα γουότ. Στην Ελλάδα  
έχει επικρατήσει να λέγεται 'ΕΝΑ ΒΑΤ.  
Συμβολίζεται με 1 W.

Watt είναι το όνομα κάποιου  
άλλου σημαντικού φυσικού  
υποθέτω

Έχεις δίκιο . . Αυτό μπορεί να δημιουργήσει  
σύγχυση . Αλλά πρέπει να ξεχωρίζουμε ότι το ένα  
παριστάνει την ΕΝΝΟΙΑ ΕΡΓΟ και το άλλο τη  
μονάδα μέτρησης της ΙΣΧΥΟΣ

Όχι ακριβώς. Ο Σκοτσέζος James Watt ήταν  
ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ . Το 1765 κατασκεύασε μια  
πρωτοποριακή μηχανή ατμού  
η οποία εξελίχθηκε σε έναν από τους μεγάλους  
πρωταγωνιστές της Βιομηχανικής Επανάστασης



ένα βατ = ένα τζάουλ ανά δευτερόλεπτο

πράγματι  
1 HP ( ένας ίππος )  
= 746 W




τι θα πει  
« λαμπτήρας 60 βατ » ;



Σημαίνει ότι  
εάν λειτουργήσει στο δίκτυο της ΔΕΗ

**θα μεταβιβάζεται**

σε αυτόν - από το δίκτυο - ενέργεια  
60 τζάουλ το δευτερόλεπτο


$$P = \frac{W}{t}$$

τι θα πει  
« το αυτοκίνητο βγάζει 80 άλογα » ;



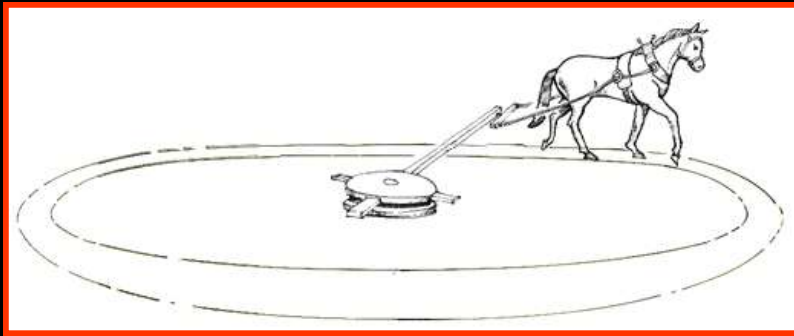
Σημαίνει ότι  
η μηχανή του μπορεί  
**να μεταβιβάσει** στο όχημα ΕΝΕΡΓΕΙΑ  
 $80 \times 746 = 59680$  τζάουλ  
το δευτερόλεπτο



υποθέτω ότι πολλαπλασιάσατε επί 746  
γιατί ένα άλογο είναι 746 βατ







100 hp

Volkswagen Golf

Chevrolet Tahoe

285 hp



126 hp



Toyota Corolla

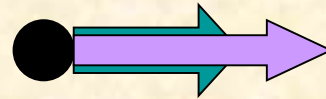


2006 Honda Civic

140 hp

# η έννοια ΙΣΧΥΣ και η έννοια ΔΥΝΑΜΗ

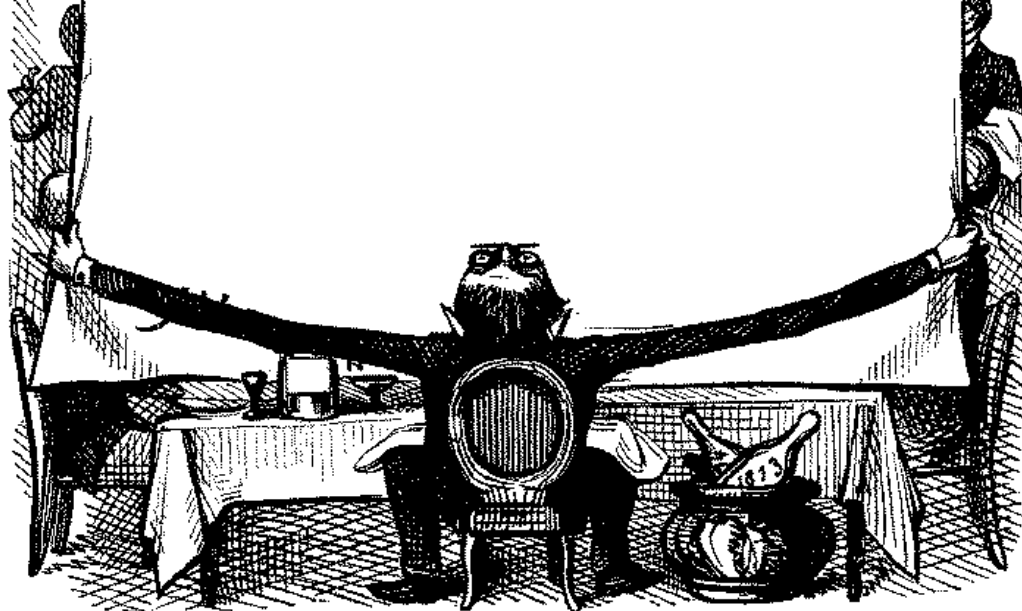
Υποθέτουμε ότι σε ένα κινούμενο υλικό σημείο ασκείται ΔΥΝΑΜΗ και ότι η δράση αυτής της δύναμης συνεπάγεται «μεταβίβαση ενέργειας» και ισχύ  $P$



σε περίπτωση που η ασκούμενη δύναμη  $F$   
έχει την κατεύθυνση της ταχύτητας  $U$   
του υλικού σημείου αποδεικνύεται ότι

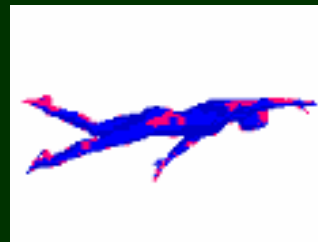
$$P = F \cdot U$$

η έννοια  
ΚΙΝΗΤΙΚΗ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑ

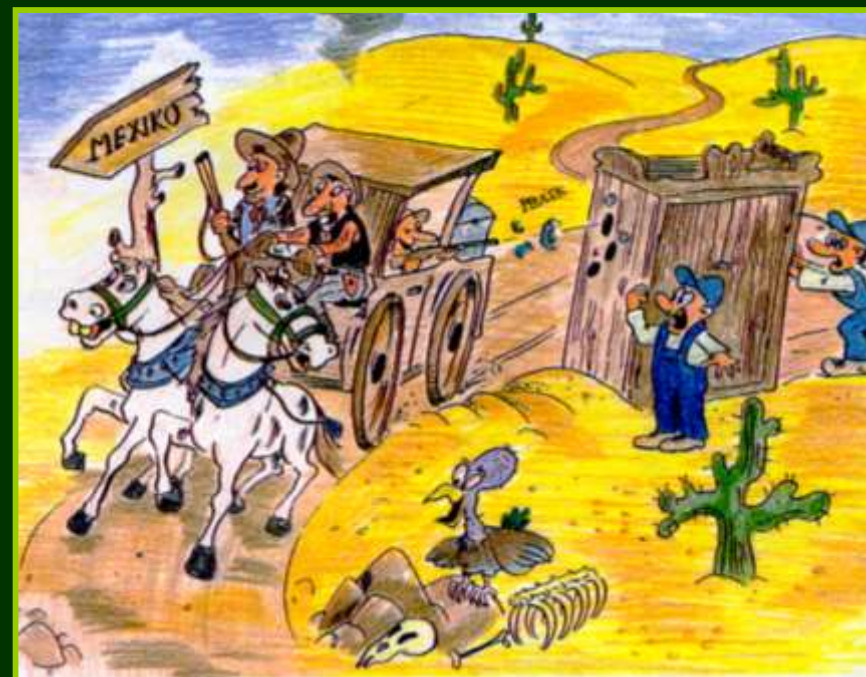


ΤΙ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΣΥΜΒΑΙΝΕΙ ΓΙΑ ΝΑ ΛΕΜΕ ΟΤΙ  
Ένα σώμα έχει

ΚΙΝΗΤΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ;



ΠΡΕΠΕΙ  
να  
ΚΙΝΕΙΤΑΙ





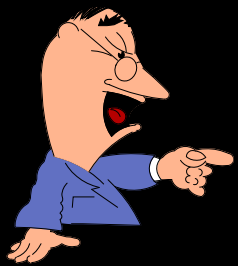
Και πόση είναι  
η κινητική του  
ενέργεια ;



η τιμή της εξαρτάται  
από τη ΜΑΖΑ του  
σώματος  
και από το  
« ΠΟΣΟ ΓΡΗΓΟΡΑ »  
κινείται

Αν το κινούμενο  
σώμα είναι ΥΛΙΚΟ  
ΣΗΜΕΙΟ ή ΣΩΜΑ ΣΕ  
ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΗ

ΚΙΝΗΣΗ είναι



ΚΙΝΗΤΙΚΗ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑ

$$= \frac{1}{2} \text{ ΜΑΖΑ } ( \text{ΤΑΧΥΤΗΤΑ} )^2$$



$$K = \frac{1}{2}mv^2$$



και γιατί είναι  $\frac{1}{2}mv^2$   
και όχι  $mv^2$   
ή  $1/3mv^2$  ;

Είναι τόση διότι  
τόση είναι η ΕΝΕΡΓΕΙΑ  
που πρέπει να  
ΜΕΤΑΒΙΒΑΣΟΥΜΕ  
σε ένα αρχικά ακίνητο  
σώμα ώστε να  
αποκτήσει ταχύτητα  $u$

εννοώ το συνολικό  
έργο, το έργο της  
συνισταμένης

Φαντάσου ένα ακίνητο  
σώμα μάζας  $m$  στο  
οποίο ασκείται  
συνολική σταθερή  
δύναμη  $F$  και αυτό  
μετατοπίζεται κατά  $x$

το επιβάλλει  
ο δεύτερος νόμος  
του Νεύτωνα και οι  
εξισώσεις κίνησης

η ΕΝΕΡΓΕΙΑ που  
μεταβιβάζεται στο σώμα  
( το ΕΡΓΟ της δύναμης )  
είναι το γινόμενο  $F x$

εννοείτε το ΕΡΓΟ της  
δύναμης που πρέπει  
να ασκείται σε αρχικά  
ένα ακίνητο σώμα  
ώστε να αποκτήσει

ταχύτητα  $u$

μα το έργο είναι  
«ΔΥΝΑΜΗ επί  
ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗ»

πώς γίνεται  $\frac{1}{2}mv^2$  ;

$$F = ma$$

$$x = \frac{1}{2}at^2$$

$$u = at$$

άρα

$$Fx = \frac{1}{2}mv^2$$

η έννοια  
ΔΥΝΑΜΙΚΗ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑ





Τι πρέπει να συμβαίνει για να λέμε ότι  
ένα σώμα έχει ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ;

Μα όλα τα σώματα από το μήλο του  
Νεύτωνα μέχρι το σκουλαρίκι μου  
αλληλεπιδρούν με τη Γη . Υπάρχει κανένα  
σώμα χωρίς βάρος ;

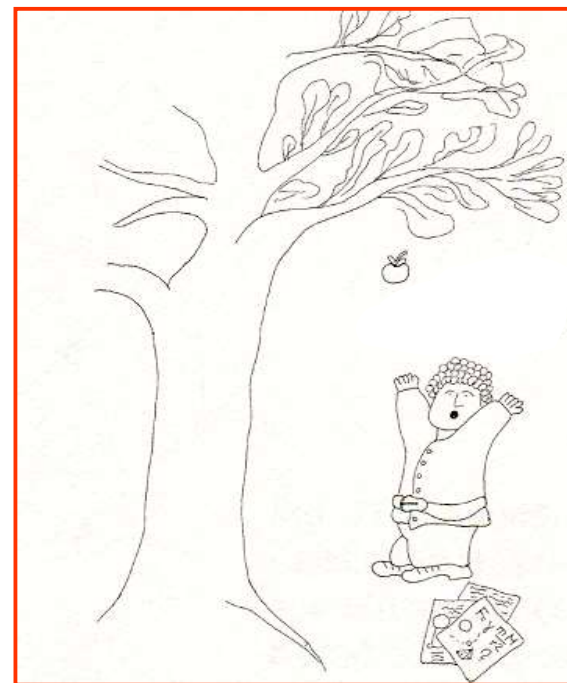


πρέπει να  
**ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑ**

με τη Γη

Κάθε σώμα στο γήινο  
πεδίο βαρύτητας ΕΧΕΙ  
βαρυτική δυναμική  
ενέργεια η οποία  
αυξάνεται όταν  
«ανεβαίνει»  
και ελαττώνεται  
όταν  
«κατεβαίνει»

Αν μπορούσες  
να φανταστείς  
ένα πολύ  
μακρινό ταξίδι  
στο διάστημα  
ίσως δεν θα με  
ρωτούσες . .  
ωστόσο





όση η ΕΝΕΡΓΕΙΑ που  
χρειάζεται να του  
ΜΕΤΑΒΙΒΑΣΟΥΜΕ για  
να ανέβει

Ακριβώς . . « δύναμη  
επί μετατόπιση »

και πόση είναι  
η δυναμική ενέργεια  
ενός σώματος :

όσο το ΕΡΓΟ της  
δύναμης που πρέπει  
να του ασκούμε ώστε  
να ανέβει



Και επειδή - για να ανεβαίνει με σταθερή  
ταχύτητα - η δύναμη που πρέπει να του  
ασκούμε είναι ίση με το βάρος του  
μπορούμε να πούμε ότι

Ένα σώμα που βρίσκεται σε ύψος  $h$  έχει  
περισσότερη δυναμική ενέργεια από όση θα είχε  
στο έδαφος κατά το γινόμενο

# βάρος επί ύψος

ένα υλικό σημείο μάζας  $m$   
έχει δυναμική ενέργεια  $U$   
ως προς το έδαφος



Γιατί λετε  
ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΕΔΑΦΟΣ ; Δεν  
θα μπορούσαμε να θεωρήσουμε  
τη δυναμική ενέργεια ως προς  
οποιαδήποτε επιφάνεια ;



$$U = mgh$$

Θα μπορούσαμε αρκεί  
η επιφάνεια αυτή  
να είναι **οριζόντια**

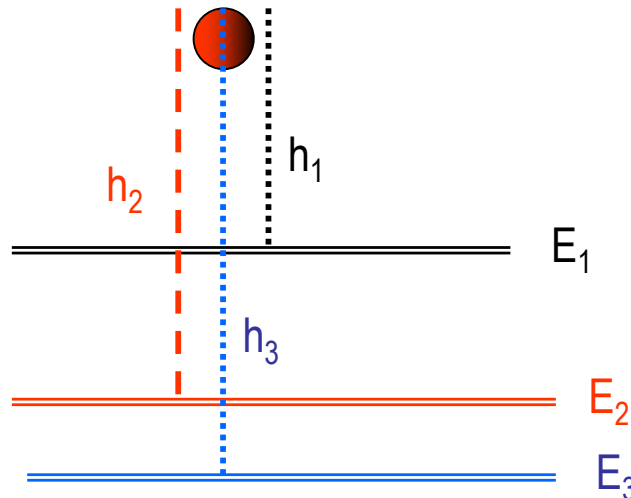
Εννοείται ότι αναφερόμαστε στον χώρο  
όπου συνήθως ζούμε στον οποίο η  
επιτάχυνση της βαρύτητας είναι σταθερή

Γιατί λετε  
ΕΝΑ ΥΛΙΚΟ ΣΗΜΕΙΟ ;  
Τι γίνεται με τη δυναμική  
ενέργεια μιας καρέκλας  
που βρίσκεται στο πάτωμα ;

αυτό θα πει ότι  
το ίδιο σώμα έχει  
ως προς  $E_1$   
δυναμική ενέργεια  
λιγότερη από όση  
ως προς  $E_2$  και ότι  
η δυναμική του  
ενέργεια ως προς  $E_3$   
είναι  
ακόμα περισσότερη

Έτσι είναι . . . Αλλά εκείνο που έχει  
σημασία είναι το «εάν κατά την  
εξέλιξη ενός φαινομένου η τιμή  
της μεταβάλλεται» .  
Και το «πόσο μεταβάλλεται» δεν  
εξαρτάται από το ποια οριζόντια  
επιφάνεια θα επιλέξουμε

Εάν το σώμα έχει διαστάσεις  
πρέπει ως ύψος να  
θεωρήσουμε το ύψος στο  
οποίο βρίσκεται  
το κέντρο βάρους



ΟΧΙ . . ΟΧΙ . . ΟΧΙ ενώ για  
την κινητική ενέργεια έχεις  
δίκιο  
για τη δυναμική  
δεν έχεις καταλάβει τίποτα

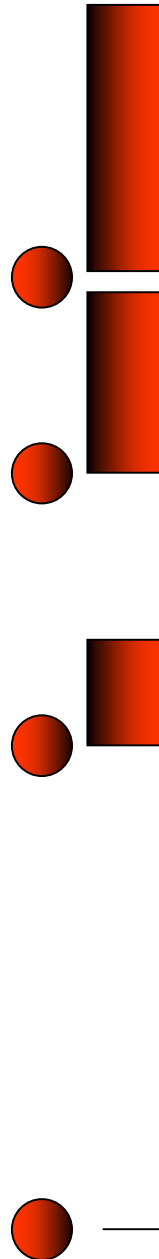


η δυναμική ενέργεια  
ΔΕΝ έχει σχέση με την ΚΙΝΗΣΗ .  
Είναι μορφή ενέργειας  
που περιγράφει  
την **ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ**  
του σώματος με τη Γη

το οποιοδήποτε σώμα στο πεδίο  
βαρύτητας έχει δυναμική ενέργεια  
εφόσον βρίσκεται σε ορισμένη θέση  
ΕΙΤΕ ΚΙΝΕΙΤΑΙ ΕΙΤΕ ΔΕΝ ΚΙΝΕΙΤΑΙ

αν εκτοξεύσουμε μια πέτρα κατακόρυφα  
προς τα πάνω  
η - ως προς το έδαφος -  
**δυναμική της ενέργεια**  
συνεχώς ελαττώνεται

όταν βρεθεί στο ψηλότερο σημείο  
η τιμή της είναι μέγιστη



Τελικά νομίζω ότι κατάλαβα .  
Κάθε κινούμενο σώμα  
έχει κινητική ενέργεια  
ενώ ένα ακίνητο σώμα έχει  
δυναμική ενέργεια



**ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ**

**αποθηκευμένη**

**σε ελατήριο**





Η έννοια ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ περιγράφει τις αλληλεπιδράσεις.

Η δυναμική ενέργεια που σχετίζεται με τη βαρυτική αλληλεπίδραση είναι μία από τις μορφές δυναμικής ενέργειας ίσως η πιο συνηθισμένη στην καθημερινή μας ζωή όχι όμως η μοναδική

Για να τεντώσεις ένα ελατήριο χρειάζεται κόπος όπως και για να σηκώσεις ένα βάρος. Εξάλλου μπορεί κανείς να γυμναστεί είτε με βάρη είτε με σούστες

Κάθε ελατήριο είτε είναι τεντωμένο είτε συμπιεσμένο έχει ΑΠΟΘΗΚΕΥΜΕΝΗ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

με κάθε αντικείμενο που υφίσταται ΕΛΑΣΤΙΚΗ παραμόρφωση και «θέλει» να επανέλθει στο φυσικό του σχήμα

Ίση με την ΕΝΕΡΓΕΙΑ που του μεταβιβάσαμε ώστε από το φυσικό του μήκος να βρεθεί στην κατάσταση ελαστικής παραμόρφωσης

Το έργο της δύναμης, σε αυτή την περίπτωση, είναι ίσο με

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

k η σταθερά του ελατηρίου και x η μεταβολή στο μήκος του σε σχέση με το φυσικό του μήκος



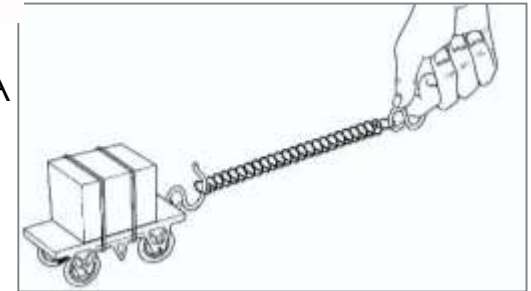
έχω ακούσει να λένε ότι ένα συσπειρωμένο ελατήριο έχει ΑΠΟΘΗΚΕΥΜΕΝΗ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ .



το ίδιο και για ένα τεντωμένο ελατήριο

αυτό έχει κάποια σχέση με τη βαρύτητα :

το ίδιο συμβαίνει και με ένα τεντωμένο λαστιχάκι ή με το τεντωμένο τόξο στην τοξοβολία :



ΟΙ ΈΝΝΟΙΕΣ  
ΕΡΓΟ

ΚΑΙ

ΚΙΝΗΤΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ



ΟΙ ΔΥΟ ΤΟΥΣ  
χωρίς τη ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

# Το Θεώρημα ΕΡΓΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

η μεταβολή  
της ΚΙΝΗΤΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ  
είναι ίση  
με το ολικό ΕΡΓΟ των δυνάμεων  
που ασκούνται στο σώμα

*Ολικό έργο» θεωρείται είτε «το αλγεβρικό άθροισμα των έργων όλων των ασκουμένων  
στο σώμα δυνάμεων» είτε «το έργο της συνισταμένης αυτών των δυνάμεων»*

το θεώρημα έργου ενέργειας

**αγνοεί** την έννοια ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

**λέγεται «θεώρημα»**

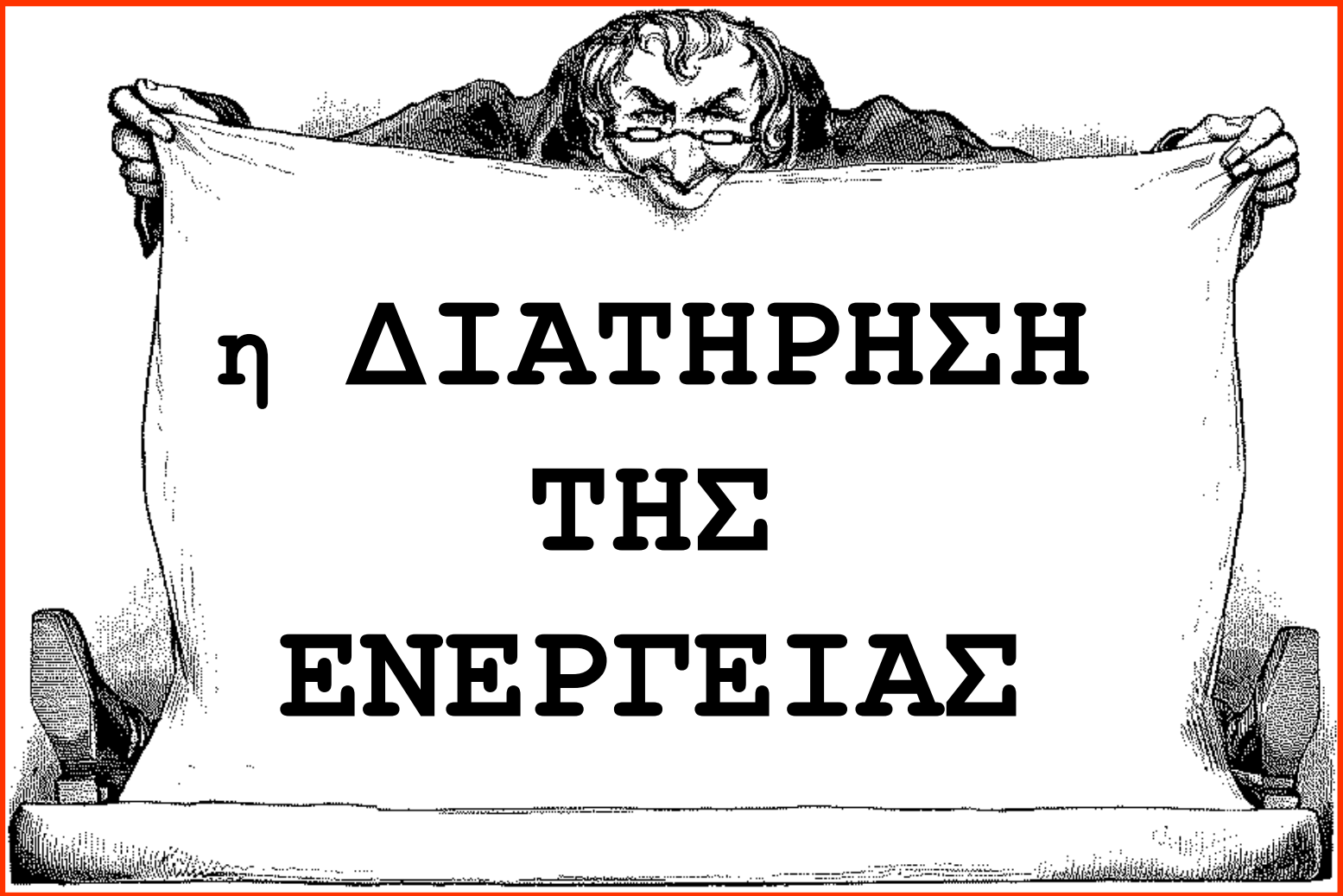
διότι δεν αποτελεί κάποιο ανεξάρτητο ΝΟΜΟ της Φυσικής

αλλά **απορρέει** από τον δεύτερο νόμο της κίνησης

**συνιστά** ένα αποτελεσματικό εργαλείο  
για τη λύση προβλημάτων κίνησης

στη γλώσσα των συμβόλων **διατυπώνεται** με τη σχέση

$$K_2 - K_1 = W_{ολ}$$



**η ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ  
ΤΗΣ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

**ένος ΝΟΜΟΣ**

όπου οι έννοιες  
ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

και

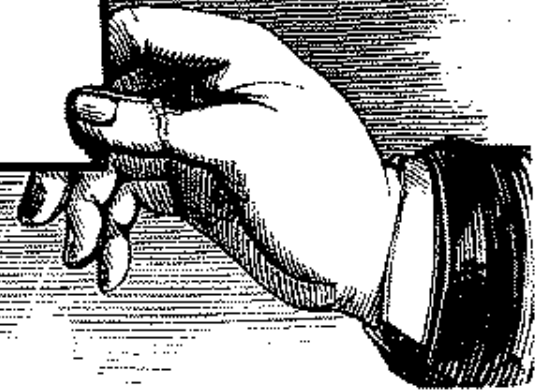
ΚΙΝΗΤΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

συγκροτούν

οι δυο τους,

χωρίς την έννοια ΕΡΓΟ

**ΤΑ  
ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ**





Όσο πιο ψηλά  
τόσο περισσότερη  
ΔΥΝΑΜΙΚΗ ενέργεια  
και λιγότερη ΚΙΝΗΤΙΚΗ

Όσο πιο χαμηλά  
τόσο λιγότερη  
ΔΥΝΑΜΙΚΗ ενέργεια  
και περισσότερη  
ΚΙΝΗΤΙΚΗ

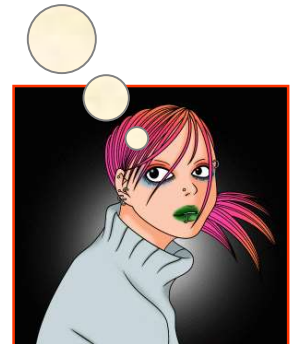
Τι συμβαίνει με το ΑΘΡΟΙΣΜΑ  
κινητικής και δυναμικής ενέργειας ;



Ελαττώνεται  
η ΔΥΝΑΜΙΚΗ ενέργεια  
του βράχου  
και αυξάνεται  
η ΚΙΝΗΤΙΚΗ του ενέργεια



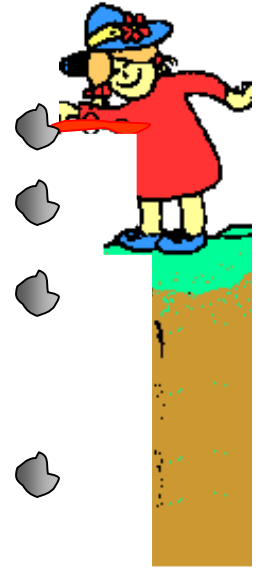
τι συμβαίνει με το  
ΑΘΡΟΙΣΜΑ  
ΚΙΝΗΤΙΚΗΣ και ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ;  
ελαττώνεται; αυξάνεται;  
διατηρείται σταθερό;



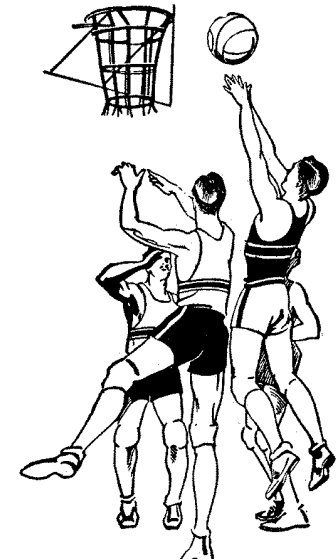
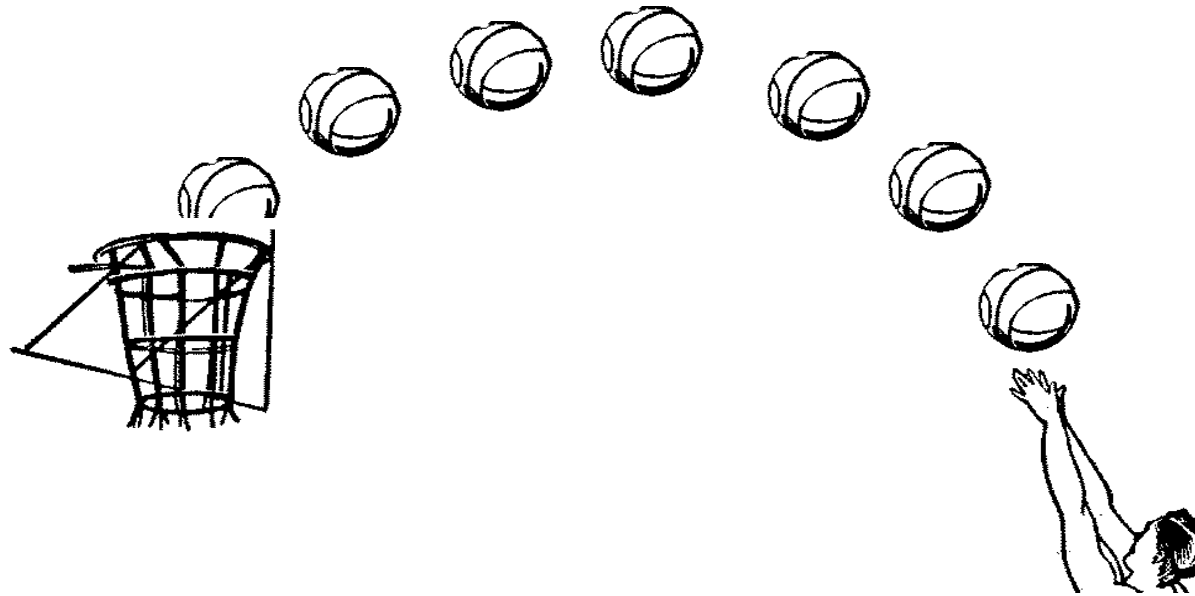
η ΔΥΝΑΜΙΚΗ  
ενέργεια  
της πέτρας  
ελαττώνεται

και συγχρόνως  
αυξάνεται  
η ΚΙΝΗΤΙΚΗ της  
ενέργεια

Τι συμβαίνει με το  
ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΚΙΝΗΤΙΚΗΣ  
και ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ;  
ελαττώνεται; αυξάνεται;  
διατηρείται σταθερό;



Η μπάλα έχει φύγει από χέρι του μπασκετμπολίστα με σκοπό το τρίποντο.



Καθώς ανεβαίνει, αυξάνεται η ΔΥΝΑΜΙΚΗ της ενέργεια και συγχρόνως ελαττώνεται η ΚΙΝΗΤΙΚΗ

Καθώς κατεβαίνει προς το καλάθι, ελαττώνεται η ΔΥΝΑΜΙΚΗ της ενέργεια και συγχρόνως αυξάνεται η ΚΙΝΗΤΙΚΗ

Τι συμβαίνει με το ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΚΙΝΗΤΙΚΗΣ και ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ;



κατά την εξέλιξη  
του φαινομένου,  
ΤΟ ΑΘΡΟΙΣΜΑ  
ΚΙΝΗΤΙΚΗΣ  
και  
ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ  
ΔΙΑΤΗΡΕΙΤΑΙ  
ΣΤΑΘΕΡΟ. .  
10000 τζάουλ



$$U = 10000 \text{ J}$$
$$K = 0 \text{ J}$$



$$U = 0 \text{ J}$$
$$K = 10000 \text{ J}$$



αν αγνοήσουμε την αντίσταση του αέρα και την τριβή

κατά την εξέλιξη ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ όπως

αιώρηση του εκκρεμούς,

η ελεύθερη πτώση,

η κίνηση που ακολουθεί μία βολή στο πεδίο βαρύτητας,

η κίνηση σε κεκλιμένο επίπεδο

Το ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΚΙΝΗΤΙΚΗΣ  
και ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ  
του κινουμένου σώματος  
ΔΙΑΤΗΡΕΙΤΑΙ ΣΤΑΘΕΡΟ

η ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

κι αν ΔΕΝ αγνοήσουμε την τριβή  
και την αντίσταση του αέρα ;



ΤΟ ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΚΙΝΗΤΙΚΗΣ  
και ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ  
θα μειώνεται

και συγχρόνως θα συμβαίνει κάτι πολύ γνωστό από την εμπειρία



το σώμα θα  
ζεσταίνεται . . .  
θα αυξάνεται η  
θερμοκρασία του

οι φυσικοί του 19ου αιώνα ,  
το ζέσταμα αυτό του σώματος  
το είδαν ως ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ,  
την οποία χαρακτηρίζουμε  
ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

είναι αυτό  
που λέμε

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ;



**ΟΧΙ.** Στη γλώσσα της Φυσικής άλλο  
ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ  
( thermal energy, energie thermique, energia termica )  
και άλλο ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ  
( heat, chaleur, calore )

η ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ  
είναι ΜΕΤΑΒΙΒΑΖΟΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ όπως το ΕΡΓΟ

ενώ η ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ είναι  
ενέργεια ενός συστήματος η οποία αυξάνεται όταν  
το αυξάνεται η θερμοκρασία του



Τον 19ο αιώνα η έννοια ΕΝΕΡΓΕΙΑ αρχικά με ως ΚΙΝΗΤΙΚΗ ενέργεια - που περιγράφει την Κίνηση - και ΔΥΝΑΜΙΚΗ ενέργεια - που περιγράφει την Αλληλεπίδραση - κατάφερε να ενοποιήσει κάτω από το σκήπτρο της εκδηλώσεις της ύλης όπως

ο ηλεκτρισμός, το φως, ο ήχος,  
η «δύναμη» που κρύβεται σε ένα ζεστό σώμα ,  
η «δύναμη» που κρύβεται μέσα στις τροφές και στα καύσιμα  
και - κατά τον 20ο αιώνα - η «δύναμη» που απελευθερώνεται  
στις πυρηνικές αντιδράσεις

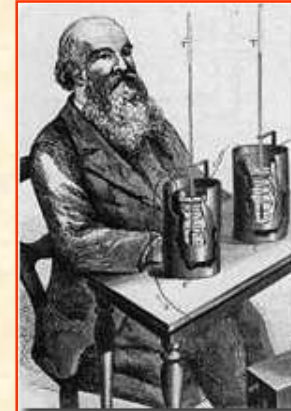
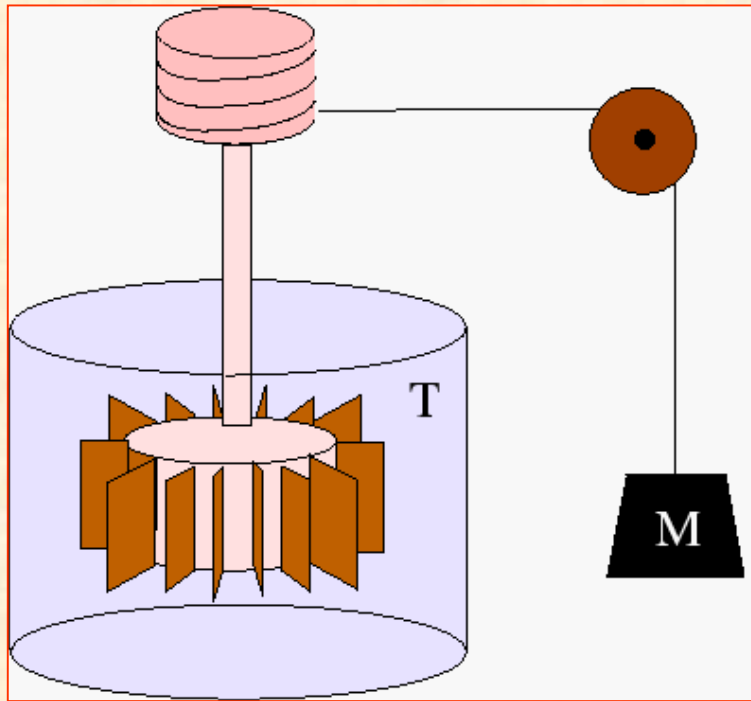
με συνέπεια να οικοδομηθούν και οι αντίστοιχες έννοιες





κατά την κίνηση ενός σώματος σε ΠΕΔΙΟ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ  
το άθροισμα κινητικής και δυναμικής ενέργειας του σώματος  
συνηθίζεται να λέγεται και «μηχανική» ενέργεια

Εφόσον εμφανίζεται τριβή, ή αντίσταση του αέρα και  
η **μηχανική ενέργεια ελαττώνεται**,  
λόγου χάρη κατά 5 τζάουλ,  
προκαλείται  
**αύξηση της εσωτερικής θερμικής ενέργειας**  
κατά 5 τζάουλ ακριβώς



Το 1845 ο James Prescot Joule, - Τζέημς Πρέσκοτ Τζάουλ –  
απέδειξε πειραματικά ότι

κάθε φορά που «πεθαίνει» μια μονάδα μηχανικής ενέργειας  
«γεννιέται» η ίδια πάντα ποσότητα θερμικής ενέργειας

και συνέβαλε στο να εδραιωθεί  
**μια καινούρια ιδέα**  
σύμφωνα με την οποία

**η ΕΝΕΡΓΕΙΑ  
ΠΟΤΕ ΔΕΝ ΠΕΘΑΙΝΕΙ**

αλλά και

**ΠΟΤΕ ΔΕΝ ΔΗΜΙΟΥΡΓΕΙΤΑΙ  
ΑΠΟ ΤΟ ΜΗΔΕΝ**



# ΜΕΤΑΒΙΒΑΖΟΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

ΕΡΓΟ

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

# ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΕΝΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

( στον Μακρόκοσμο )

ΚΙΝΗΤΙΚΗ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑ

ΔΥΝΑΜΙΚΗ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑ

ΘΕΡΜΙΚΗ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑ

ΧΗΜΙΚΗ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑ

ΠΥΡΗΝΙΚΗ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑ

**Ανδρέας Ιωάννου Κασσέτας**

**[users.sch.gr/kassetas](https://users.sch.gr/kassetas)**