

Έργο και ενέργεια. Πως αντιλαμβανόμαστε τη μεγάλη κυρία της Φυσικής;

Αν δεν είχα ακούσει τον Ανδρέα Κασσέτα, σε ομιλίες του ή πίνοντας κρασί, η ενέργεια και το έργο θα παρέμεναν για μένα δύο χρήσιμα εργαλεία με τα οποία θα έλυνα προβλήματα. Δεν θα στεκόμουν και πολύ σ' αυτά. Ξέρετε:

-Έργο δύναμης είναι το μονόμετρο

-Ενέργεια έχει ένα σύστημα όταν έχει τη δυνατότητα παραγωγής έργου και είναι ίση με ...

Κατηγοριοποιήσεις, παραδείγματα, προβλήματα.

Ο Ανδρέας δίνει μια ιστορική διάσταση στην ενέργεια (και όχι μόνο). Αξίζει να σκεφτούμε ότι κάποιες φορές καλή διδακτική πορεία είναι αυτή που ακολουθεί τα χνάρια του ανθρώπινου πνεύματος όταν αυτό προσπάθησε να κατανοήσει ή να επινοήσει κάτι.

Είμαι άσχετος και με την ιστορία της Επιστήμης και με τη διδακτική οπότε μη θεωρήσετε τα παρακάτω ως εργασία σε κάποιον από τους τομείς αυτούς. Κάποιες σκέψεις. Το αν στέκονται σε τάξη ή στις εκτεταμένες συζητήσεις μας θα το κρίνετε οι ίδιοι. Είναι φανερό το ότι οι πρόσφατες συζητήσεις ήταν η αφορμή του πονήματος αυτού.

Ο χρυσός κανών της Μηχανικής.

Θυμάμαι τον Ανδρέα να λέει (περίπου) ότι η φύση δεν τσιγκουνεύεται τις δυνάμεις. Αυτό το γνώριζαν οι άνθρωποι πολύ πριν γεννηθεί η Φυσική. Πολύ πριν τον Αρχιμήδη ακόμα ή τον Ήρωνα. Πολύ πριν την Αρχαϊκή εποχή.

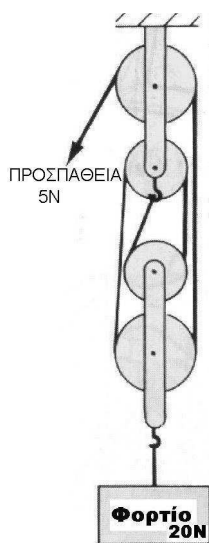
Η Πηνελόπη μεταφέρει το τόξο του Οδυσσέα ώστε να γίνει ο γνωστός διαγωνισμός.

Το τόξο προφανώς ήταν γνωστό πολύ πριν τα Μυκηναϊκά χρόνια.

Πόση δύναμη θα έπρεπε να διαθέτει κάποιος προκειμένου να εκτοξεύσει το βέλος με το χέρι;



Μάλλον εμπειρικά επινοήθηκαν μηχανές που «πολλαπλασίαζαν» την ανθρώπινη δύναμη. Σχεδόν χωρίς όρια. Το πολύσπαστο για παράδειγμα.



Τραβώντας το σχοινί ανεβάζουμε το κρεμασμένο βάρος.

Ασκώντας δύναμη 5 N ανασηκώνουμε βάρος 20 N.

Για να ανεβάσουμε όμως το βάρος κατά 1m πρέπει κάθε ένα από τα τέσσερα σχοινιά να «κοντύνει» κατά 1m. Δηλαδή πρέπει να τραβήξουμε 4m σχοινί.

Ότι κερδίσαμε σε δύναμη το «πληρώσαμε» σε απόσταση.

Ο χρυσός κανών της Μηχανικής, εμπειρικά, ανακαλυφθείς λέει:

Ότι κερδίζουμε σε δύναμη το χάνουμε σε μετατόπιση.

Αν θέλαμε να το δούμε μαθηματικότερα θα γράφαμε:

$$F \cdot x = W \cdot y$$

Όπου F η δύναμη που ασκούμε, W το βάρος που ανυψώνουμε, x και y οι μετατοπίσεις των σημείων εφαρμογής της δύναμης και του βάρους αντίστοιχα.

Δηλαδή ενώ μπορούμε να αυξήσουμε τη δύναμη, σχεδόν αυθαίρετα, δεν μπορούμε να αυξήσουμε το γινόμενο δύναμη επί μετατόπιση του σημείου εφαρμογής της.

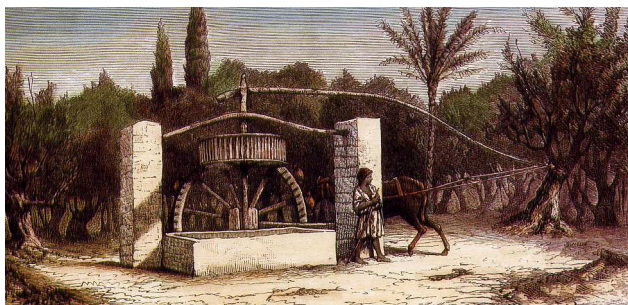
Αυτό το γινόμενο μοιάζει να έχει σημαντική αξία. Δεν το ονομάζουμε έργο;

Να λοιπόν το: $W = F \cdot x$

Καταδικασμένο το γινόμενο σε μια σταθερότητα αναγκάζει την μείωση της δύναμης να συνοδεύεται από αύξηση της μετατόπισης του σημείου εφαρμογής της.

Απλές μηχανές.

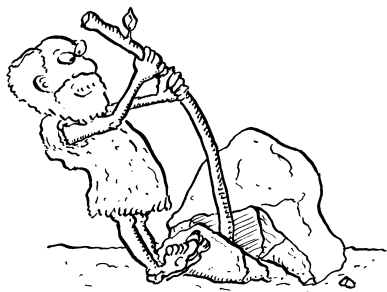
Υπάρχει πλειάδα απλών μηχανών.



Μαγγανοπήγαδο.
Ντολάπι επί το Κρητικότερον.



Μοχλός.

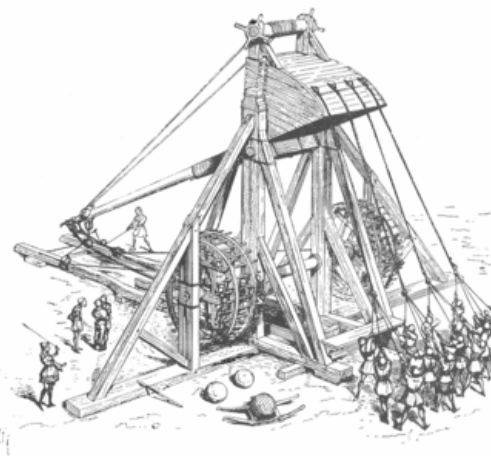


Κεκλιμένο επίπεδο.

Ανεβάζεις ένα βάρος 400N κατά ένα μέτρο ασκώντας μόνο 100N αλλά η ράμπα έχει μήκος 4m.



Λιθοβόλος γερανός.

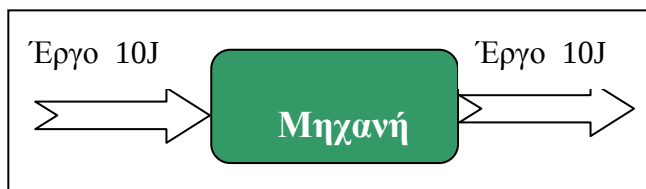


Μηχανές για λιγότερο
ειρηνική χρήση.

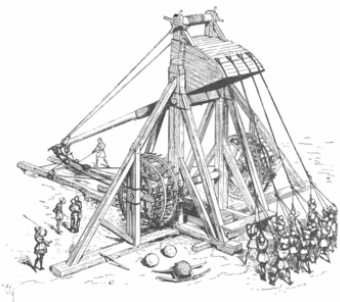


Μπορούμε να τις δούμε σαν ένα «κουτί» που του δίνεις κάτι και σου δίνει κάτι άλλο.
Έχουν είσοδο και έξοδο.

Το έργο που προσφέρουμε θα είναι ίδιο με το έργο που δίνει η μηχανή σε ένα κόσμο χωρίς τριβές.
Η μηχανή μεταβιβάζει έργο τροποποιώντας επ' ωφελείας μας τις δυνάμεις και τις μετατοπίσεις.



Κάποιες φορές η προσφορά και η απόδοση έργου γίνονται ταυτοχρόνως.



Κάποιες φορές με χρονική καθυστέρηση.

Η ενέργεια.



Οπλίζουμε μια βαλίστρα ή ένα ψαροντούφεκο. Προσφέρουμε έργο και όσο αναβάλλουμε το πάτημα της σκανδάλης ουδέν έργο επιστρέφεται. Χάθηκε;

Το πάτημα της σκανδάλης δείχνει ότι το έργο που προσφέραμε (ή μέρος του) το παίρνουμε πίσω.

Λες και αποθηκεύτηκε. Θυμίζει μια δεξαμενή που τη γεμίζουμε και την αδειάζουμε αργότερα.

Μιλάμε για αποθήκευση έργου;

Το έργο είναι συνυφασμένο με κίνηση ενώ εδώ παρατηρούμε μόνο μια παραμόρφωση.

Ας υιοθετήσουμε άλλον όρο. Γιατί όχι ενέργεια;



Προσφέρω 10 J έργο στη μηχανή.



Αυξάνεται η ενέργεια της μηχανής κατά 10 J.



Η ενέργεια της μηχανής μειώνεται κατά 10 J και μου δίνει πίσω έργο 10 J.

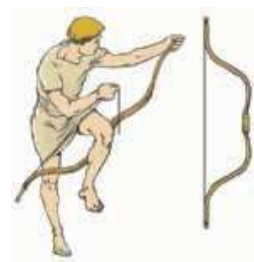
Να πούμε ότι ενέργεια ενός συστήματος είναι το έργο που μπορεί να μου δώσει;

Διαθέσιμη ενέργεια.

Ο Οδυσσέας λύγισε το τόξο του. Παρήγαγε έργο π.χ. 50 J.

Έργο δεν «πήρε πίσω». Προέκυψε ένα παραμορφωμένο αντικείμενο.

Το έργο όμως δεν χάνεται. Αύξησε την ενέργεια του τόξου η οποία είναι τώρα 50 J.



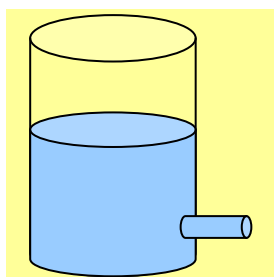
Στη συνέχεια κρατώντας το βέλος τραβά τη χορδή προσφέροντας έργο 200 J.



Το σύστημα τώρα έχει ενέργεια 250 J. Αφήνει τη χορδή και το βέλος περνά από τα πελέκια.

Το έργο που το λυγισμένο τόξο πρόσφερε στο βέλος πόσο είναι;

Δεν είναι φυσικά όλη η ενέργεια που έχει. Μόνο τα 200 J μεταβιβάζονται στο βέλος ενώ τα 50 J παραμένουν στο τόξο που φυσικά παράμεινε λυγισμένο.



Θυμίζει το δοχείο του σχήματος που ενώ περιέχει 30 kg νερού μπορεί να μας δώσει μόνο 20 kg διότι η κάνουλα βρίσκεται ψηλότερα από τον πάτο του.

Οι αντιστοιχίσεις αυτές είναι κάποιες φορές χρήσιμες διδακτικά. Κάποιες φορές μπορεί να οδηγήσουν σε παρανοήσεις.

Πως είναι προτιμότερο να σκεφτόμαστε την ενέργεια, σαν το έργο που ένα σύστημα μπορεί να μας προσφέρει ή σαν το έργο που εμείς πρέπει να προσφέρουμε ώστε να οδηγήσουμε το σύστημα στην κατάσταση που μας ενδιαφέρει;

Δύο από τα πρόσωπα της Ενέργειας.

Στο διάστημα ασκούμε δύναμη

$\vec{F}$ για απόσταση x .

Το σώμα επιταχύνεται και αποκτά ταχύτητα $\vec{v}$.

Του προσφέραμε έργο αλλά δεν πήραμε κάτι πίσω.

Τι έγινε το έργο;

Λογικά πρέπει να προσάψουμε στο σώμα ενέργεια η οποία «κρύβεται» στη μοναδική ιδιότητα του σώματος. Στην κίνηση.

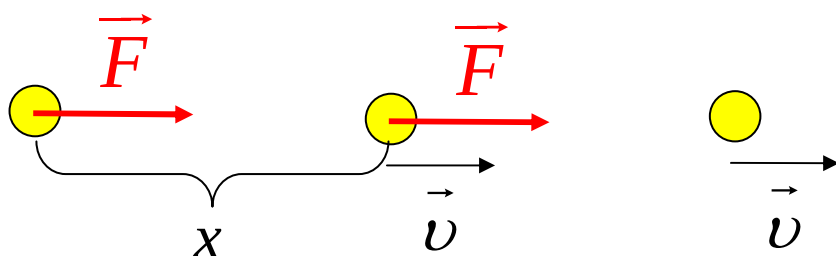
Η ενέργεια αυτή ας ονομαστεί κινητική ενέργεια.

Πόση είναι;

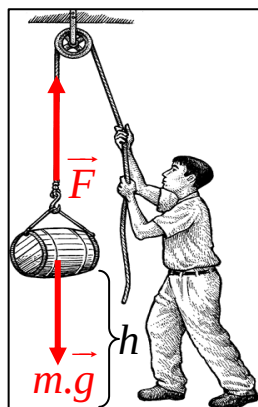
Όσο το έργο. Ας το υπολογίσουμε:

$$K = W = F \cdot x = m \cdot a \cdot \frac{1}{2} a t^2 = \frac{1}{2} m (a t)^2 = \frac{1}{2} m v^2$$

Μικρή αυθαιρεσία η σιωπηρή παραδοχή ότι ακίνητο σώμα δεν διαθέτει κινητική ενέργεια.



Ανεβάζουμε ένα σώμα σε ύψος h .



Δεν θέλουμε να επιταχυνθεί. Ας φτάσει με ασήμαντη ταχύτητα στο ύψος αυτό. Ασκούμε δύναμη αντίθετη του βάρους παράγοντας έργο:

$$W = F \cdot x = m \cdot g \cdot x$$

Αυτό το έργο χάθηκε όταν σταματάμε;

Λογικό είναι να θεωρήσουμε ότι συντέλεσε στην αύξηση της ενέργειας του ... Ποιου;

Της μηχανής που είναι μόνο η τροχαλία και το σχοινί;

Αυτά δεν υπέστησαν μεταβολή.

Του σώματος;

Του συστήματος σώμα, τροχαλία, Γη;

Του συστήματος σώμα-Γη;

Το τελευταίο μοιάζει λογικότερο μια και h είναι η απόσταση των δύο μελών και όχι η θέση του σώματος. Η Γη κινείται μαζί με το σώμα αλλά το αμετάβλητον της απόστασής τους εξασφαλίζει τη σταθερότητα της ενέργειας αυτής.

Το σύστημα όταν το σώμα είναι στο έδαφος έχει μικρότερη ενέργεια από όταν το σώμα είναι σε κάποιο ύψος. Έχει όμως μηδενική ενέργεια;



Ο ένας θεωρεί ότι όταν κατά την ανύψωση προσφέρουμε έργο 10 J η ενέργεια γίνεται 10 J. Το αφήνουμε να πέσει. Το σύστημα επιστρέφει στην αρχική του κατάσταση και προσφέρει έργο 10 J στο σώμα. Αυτό γίνεται κινητική ενέργεια.

Ο άλλος θεωρεί ότι όταν κατά την ανύψωση προσφέρουμε έργο 10 J η ενέργεια γίνεται 30 J. Το αφήνουμε να πέσει. Το σύστημα επιστρέφει στην αρχική του κατάσταση (από 30 J σε 20 J) και προσφέρει έργο 10 J στο σώμα. Όση ενέργεια χάνει. Αυτό γίνεται κινητική ενέργεια.

Και οι δύο προβλέπουν ίδια κινητική ενέργεια και επομένως ίδια ταχύτητα.

Γιατί να έχει κάποιος δίκιο;

Ο δεύτερος απλώς ταλαιπώρησε εαυτόν.

Στο παραπάνω παράδειγμα η ενέργεια καθοριζόταν από τις θέσεις των σωμάτων του συστήματος. Είναι μία από τις περιπτώσεις της δυναμικής ενέργειας.

Τεντώνω ένα ελατήριο τραβώντας το σώμα χωρίς να το επιταχύνω. Προσφέρω έργο και σταματώ όταν η επιμήκυνση του ελατηρίου γίνει $\Delta \ell$.

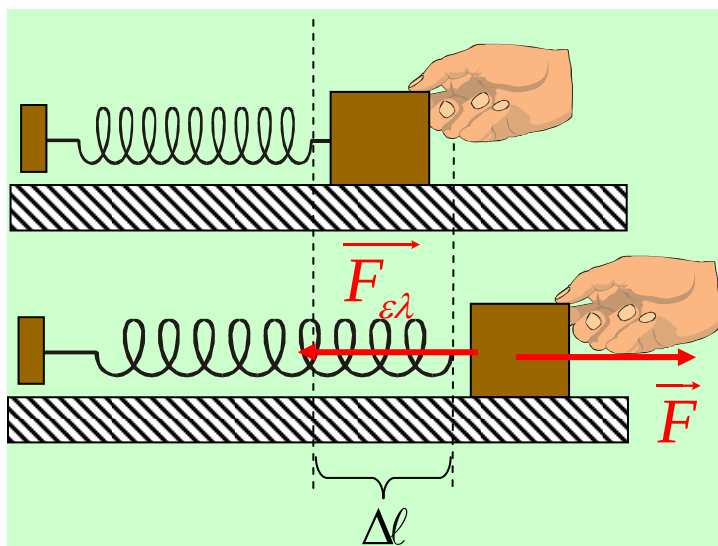
Το έργο μου αύξησε την ενέργεια του ελατηρίου. Πόσο όμως;

Αρκεί να υπολογίσω το έργο.

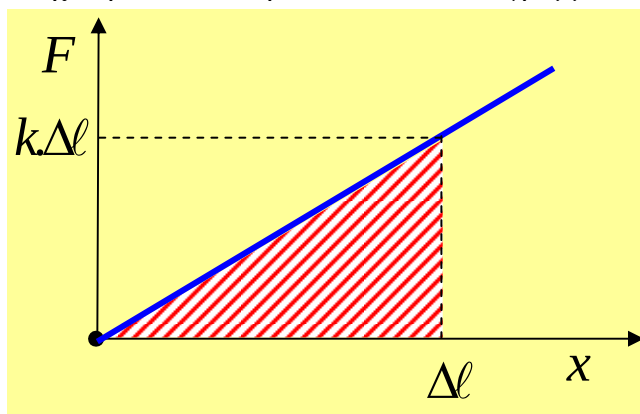
Ξέρω ότι η δύναμη που ασκώ είναι αντίθετη αυτής του ελατηρίου δηλαδή $F = k \cdot x$

Το έργο μεταβλητής δύναμης το υπολογίζω και από το εμβαδόν του διαγράμματος $F - x$.

Το εμβαδόν επομένως θα μου δώσει τη μεταβολή της δυναμικής ενέργειας.



Η σχέση $F = k \cdot x$ παριστάνεται στο διάγραμμα:



Το εμβαδόν –έργο είναι:

$$W = \frac{1}{2} \Delta \ell \cdot k \cdot \Delta \ell = \frac{1}{2} k \cdot \Delta \ell^2$$

Το έργο αυτό είναι ίσο με την αύξηση της δυναμικής ενέργειας.

Τίνος;;

Του σώματος;

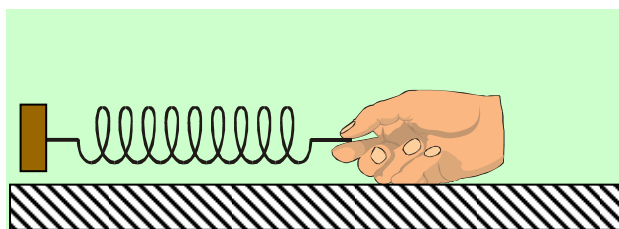
Του ελατηρίου;

Του συστήματος σώμα-ελατήριο;

Επαναλαμβάνω λοιπόν το πείραμα χωρίς σώμα. Πάλι παράγω έργο. Πάλι δεν πρέπει να πάει χαμένο οπότε κάποιου την ενέργεια πρέπει να αυξησει.

Τίνος;

Ποιο σύστημα έμεινε ώστε να αυξηθεί η ενεργειά του;

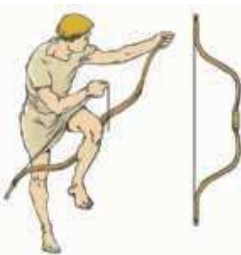


Αυτό είναι ένα άλλο πρόσωπο της δυναμικής ενέργειας. Η δυναμική ενέργεια υπολογίζεται από την παραμόρφωση. Κάνω λάθος αν πω ότι οφείλεται στην παραμόρφωση;

Συνηθίζουμε να αποδίδουμε μηδενική δυναμική ενέργεια σε σώμα χωρίς παραμόρφωση.

Κάνουμε τη ζωή μας πιο εύκολη (συνήθως) αλλά είναι αυτό απόλυτο;

Πάμε πάλι στον Οδυσσέα.



Για να τεντώσει το τόξο προσφέρει έργο 50 J.
Στη συνέχεια κρατώντας το βέλος τραβά τη χορδή προσφέροντας έργο 200 J.
Λογικά το τόξο έχει ενέργεια 250 J έτσι;



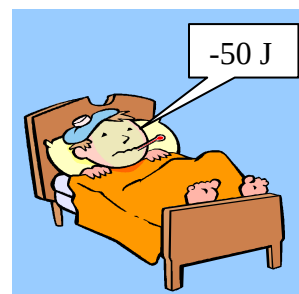
Το πρώτο παιδί προβλέπει ότι όταν εκτινάσσεται το βέλος το τόξο μεταβαίνει από τα 200 J στα 0 J. Προσφέρεται στο βέλος έργο 200 J και γίνεται κινητική ενέργεια.

Το πρώτο παιδί προβλέπει ότι το τόξο μεταβαίνει από τα 250 J στα 50 J. Προσφέρεται στο βέλος έργο 200 J και γίνεται κινητική ενέργεια.

Και οι δύο υπολογίζουν ίδια κινητική ενέργεια και επομένως ίδια ταχύτητα.

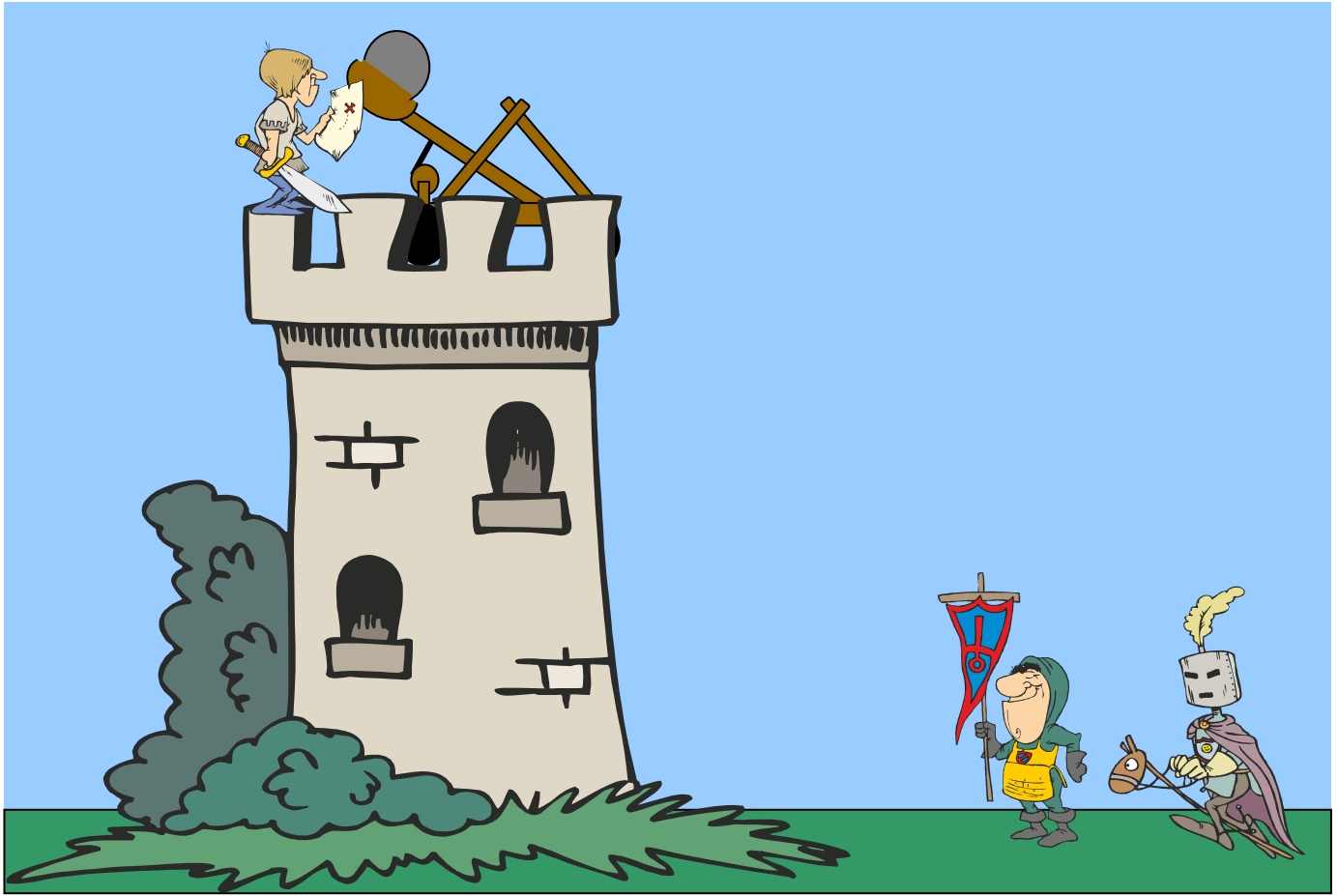
Ο πρώτος όμως απέδωσε μηδενική δυναμική ενέργεια στο ήδη παραμορφωμένο τόξο.

Αν τον ρωτούσαμε πόση ενέργεια πριν του «φορέσουμε» την χορδή θα μας έλεγε:



Και οι δύο δυναμικές μαζί.

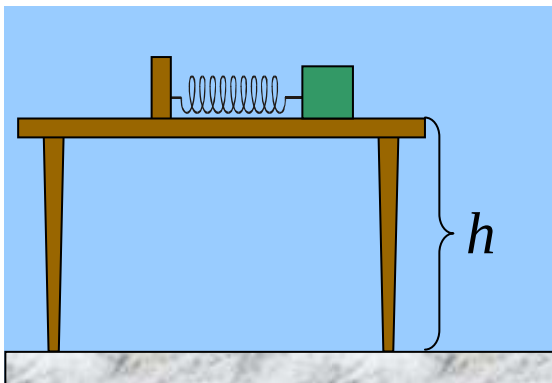
Ο νεαρός ανέβασε το βλήμα στην κορυφή του πύργου και όπλισε τον λιθοβόλο.
Για το ανέβασμα παρήγαγε έργο 4.000 J και για να σπλίσει τον λιθοβόλο 2.000 J.
Η ενέργεια του συστήματος αυξήθηκε κατά 6.000 J. Αλλά ποιος πήρε τι;



Αφαιρεί το βλήμα από τον λιθοβόλο. Το βλήμα έχει δυναμική ενέργεια που καθορίζεται από το ύψος. Είναι τόση όσο το έργο που παρήγαγε για να το ανεβάσει δηλαδή 2.000 J.
Τα υπόλοιπα 4.000 J παραμένουν στον λιθοβόλο ως δυναμική ενέργεια που οφείλεται στην παραμόρφωσή του.

Αν εκτοξευτεί το βλήμα με ποια κινητική ενέργεια θα φτάσει στο έδαφος;
Ο λιθοβόλος θα αποδώσει στο βλήμα το έργο των 2.000 J ή θα κρατήσει ένα μέρος ως ενέργεια ταλάντωσης;

Θέλουμε ένα απλούστερο μοντέλο:



Με ποια ταχύτητα θα φτάσει το σώμα στο έδαφος αν το ελατήριο συμπιεστεί κατά $\Delta \ell$;
Για την επίλυση του προβλήματος αποδίδουμε στο σώμα δυναμική ενέργεια $m.g.h$ και στο ελατήριο $\frac{1}{2}k.\Delta \ell^2$.
Το βάρος θα παράξει έργο $m.g.h$. Το ελατήριο θα προσφέρει στο σώμα έργο $\frac{1}{2}k.\Delta \ell^2$ διότι δεν θα κρατήσει για τον εαυτό του κάποια ενέργεια ταλάντωσης ως «ιδανικό».

Σε κάθε υπολογισμό «προσάπτουμε» συνολική δυναμική ενέργεια $m.g.h + \frac{1}{2}k.\Delta \ell^2$.

Ο πρώτος προσθετός επηρεάζεται από το ύψος του τραπέζιού αλλά όχι ο δεύτερος.
Το σύστημά μας επομένως θα έχει μεγαλύτερη δυναμική ενέργεια σε ψηλότερο τραπέζι.

Η Θεωρητική Φυσική τι λέει;

Όλα τα προηγούμενα δεν είναι φυσικά Θεωρητική Φυσική. Ίσως δεν είναι καν Φυσική.

Είναι σκέψεις που θα μπορούσε να κάνει (ή έχει ήδη κάνει) κάποιος Αρχαίος ημών πρόγονος που γνωρίζει τον χρυσούν κανόνα. Αυτά τα «βάζω το βλήμα και το αφαιρώ στη συνέχεια» δεν μπορεί να αποτελούν μεθόδους της Θεωρητικής Φυσικής. Ούτε πρέπει.

Δεινότεροι στα Μαθηματικά οι πρωτοπόροι της δίνουν μια μαθηματικά συνεπή δομή στη Φυσική.

Εισάγουν αφηρημένες έννοιες. Ορίζουν αυστηρά κάτι που πρωτοπαρουσιάστηκε εμπειρικά.

Τα Μαθηματικά δεν ορίζουν την παράγωγο ως κλίση ούτε το ολοκλήρωμα ως εμβαδόν ούτε το όριο σαν κάτι που το πλησιάζουμε. Αυτά ήταν οι ιδέες που τους κατηύθυναν αλλά οι ορισμοί αποκτούν μια στιβαρότητα. Δεν επιδέχονται παρανοήσεις και α-νοησίες (για να θυμηθούμε και τον Θρασύβουλο).

Έτσι και η Θεωρητική Φυσική δεν μπορεί να ορίζει τη δυναμική ενέργεια σαν το έργο που δαπανά ο ψαροντούφεκας για να οπλίσει το ψαροντούφεκο. Θα εισάγει τα πεδία, τα συντηρητικά τοιαύτα, το $F = -\text{grad}U$ και όλα τα ωραία που μάθαμε ή δεν μάθαμε καλά.

Σε κάθε σημείο συντηρητικού πεδίου υπάρχει μια τιμή δυναμικού. Το γινόμενο του υποθέματος επί το δυναμικό δίνει την δυναμική ενέργεια που φυσικά αποδίδεται στο σώμα ή έστω στη δύαδα πεδίο-σώμα.

Κάνοντας απλοποιήσεις ή επιλέγοντας άλλη οπτική από αυτήν της Θεωρητικής Φυσικής κακοποιούμε τη Φυσική; Αυτά που κάνουμε δεν είναι Φυσική;

Υπάρχουν προβλήματα που λύνονται και με πρακτική αριθμητική αλλά και με Άλγεβρα. Τι θα επιλέξεις όταν διδάσκεις; Πρακτική Αριθμητική ή Άλγεβρα;

Εξαρτάται από το πρόβλημα και την ηλικία των μαθητών σου.

Παράδειγμα:

Ο Γιώργος και ο Γιάννης απέχουν 100 m. Πλησιάζουν ο ένας τον άλλο διανύοντας ο μεν Γιώργος 6 m κάθε δευτερόλεπτο και ο Γιάννης 4 m κάθε δευτερόλεπτο. Πότε θα συναντηθούν;

Όταν διδάσκεις στην Α΄ Λυκείου καλύτερα να παρουσιάσεις λύση που χρησιμοποιεί εξισώσεις θέσης.

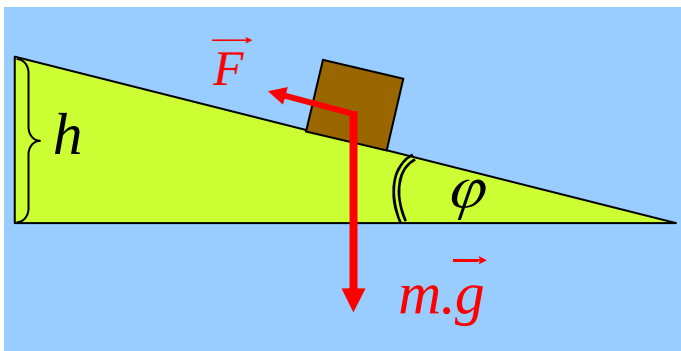
Όταν όμως απευθύνεσαι σε παιδιά Δημοτικού;

Καλύτερα να τους πεις ότι κάθε δευτερόλεπτο πλησιάζουν 10 m οπότε για να καλύψουν τα 100 m που τους χωρίζουν θα απαιτηθούν 10 δευτερόλεπτα.

Φυσικά υπάρχουν προβλήματα στα οποία η Πρακτική Αριθμητική δυσκολεύεται πολύ.

Έτσι υπάρχουν και προβλήματα που μόνο η Θεωρητική Φυσική μπορεί να λύσει ή προβλήματα που η Θεωρητική Φυσική λύνει πολύ ευκολότερα από την λεγομένη «Γενική Φυσική».

Όμως μια προσέγγιση, ανορθόδοξη έστω, κακοποιεί τη Φυσική;



Έχω, επί παραδείγματι, ένα λείο κεκλιμένο επίπεδο μήκους ℓ και ένα σώμα μάζας m . Ποια δύναμη παράλληλη στο επίπεδο το συγκρατεί;

Ο χρυσός κανών της Μηχανικής επιβάλλει $m \cdot g \cdot h = F \cdot \ell$

Επομένως $F = m \cdot g \frac{h}{\ell} = m \cdot g \cdot \eta \mu \varphi$

Το προηγούμενο ίσως δεν είναι καν Φυσική. Είναι λάθος; Χαλάει τη σκέψη των παιδιών;

Ο Διονύσης άνοιξε συζήτηση με θέμα Φυσική και Θεωρητική Φυσική.

<http://ylikonet.gr/forum/topics/3647795:Topic:200616?commentId=3647795%3AComment%3A200439>

Το έκανε για να συζητηθεί το τι είναι η Θεωρητική Φυσική;

Το έκανε για να αναφερθεί η ιστορική της εξέλιξη και τα πρόσωπά της;

Το έκανε αμφισβητώντας την χρησιμότητά της;

Το έκανε θέλοντας να συζητηθεί το αν η διδασκαλία μας οφείλει να είναι απλουστευμένη εκδοχή της Θεωρητικής Φυσικής; Μια Φυσική δηλαδή Λυκείου με ολίγα μεν Μαθηματικά αλλά με την δομή και τη μεθοδολογία της Θεωρητικής Φυσικής. Αυστηρότητα ή κάτι που συνδέεται με την καθημερινή εμπειρία;

Ενέργεια που παρουσιάζεται αυστηρά χωρίς παρομοιώσεις με οιονεί καύσιμο ή με νερό που αποθηκεύεται σε δοχείο και το παίρνουμε όταν θέλουμε ανοίγοντας την κάνουλα. Το θέμα άνοιξε αλλά δεν προχώρησε καθόλου. Ίσως η πρόθεση δεν έγινε αντιληπτή.

Θα προσπαθήσω να συνεχίσω το κείμενο αυτό αλλά θα ήθελα να κάνω μια παρένθεση. Μια παρένθεση σχετική με την τροπή που πήρε η συζήτηση που άνοιξε ο Θοδωρής:

http://ylikonet.gr/forum/topics/3647795:Topic:194793?commentId=3647795%3AComment%3A203116&xg_source=activity

Η κότα ή το αυγό;

Δηλαδή η Φυσική αναπτύχθηκε ώστε να εξηγηθούν καθημερινά προβλήματα ή τα καθημερινά προβλήματα εξηγήθηκαν όταν η Φυσική εξελίχθηκε;

Το μοντέλο του αρμονικού ταλαντωτή φτιάχτηκε για να μελετηθούν ελατηριοκατασκευές ή τα ελατήρια αποτελούν μια προσέγγιση του μοντέλου; Όποιος τεκμηριώσει τη μία ή την άλλη θέση κερδίζει χρυσούν ωρολόγιον ή έστω σάμαλι.



Προφανώς η Φυσική του Αθλητισμού (εργομετρικά κέντρα κ.λ.π.) και των σχεδιαστών λούνα παρκ δεν γέννησαν τη Μηχανική αλλά αποτελούν εφαρμογές της.

Συμβαίνει όμως το ίδιο με την Θερμοδυναμική και τις μηχανές;

Αυτό είναι ένα από τα προβλήματα της εν λόγω συζήτησης που διαιρεί σε Αριστοτελικούς και Πλατωνικούς τους συναδέλφους.

Εδώ το κόβω μια και το κείμενο, έστω και εικονογραφημένο είναι ήδη μεγάλο.

ΣΥΝΕΧΙΖΕΤΑΙ (Πιθανότατα)