

Έργο και Ενέργεια

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4



Εικόνα 4.1 ΗΡΑΚΛΕΙΤΟΣ
Φωτιά : Αιτία διαρκούς αλλαγής.



Εικόνα 4.2

Πετρελαϊκός σταθμός που καίγεται κατά τη διάρκεια του πολέμου του Περσικού Κόλπου το 1991. Η χρησιμοποίηση ενέργειας είναι απαραίτητη για τη λειτουργία της ανθρώπινης κοινωνίας. Σε πολλές περιπτώσεις μπορεί, ωστόσο, να προκαλέσει οικολογικές καταστροφές.



Εικόνα 4.3

Το βλήμα έχει ενέργεια. Προκαλεί μεταβολές

Ενέργεια:

Σύμφωνα με τους Αρχαίους Έλληνες τον κόσμο συγκροτούσαν 4 στοιχεία, η φωτιά, το νερό, η γη και ο αέρας. Από αυτά το «πυρ», δηλαδή η φωτιά, συμβόλιζε τον συνεχώς μεταβαλλόμενο χαρακτήρα του Σύμπαντος. Ο Ηράκλειτος υποστήριζε ότι μόνο το πυρ ήταν στοιχείο βασικό και αιώνιο, αιτία της διαρκούς αλλαγής του Σύμπαντος.

Τον 19° αιώνα η αντίληψη του Ηράκλειτου επανήλθε στο προσκήνιο με την εισαγωγή μιας καινούργιας, την εποχή αυτή, έννοιας στην οποία δόθηκε το όνομα **ενέργεια**. Με την πάροδο του χρόνου οι φυσικοί αξιοποίησαν την έννοια της ενέργειας προκειμένου να περιγράψουν με μια κοινή γλώσσα φαινόμενα τα οποία ως τότε αντιμετώπιζονταν ανεξάρτητα μεταξύ τους. Έτσι, κατάφεραν να περιγράψουν με ενιαίο τρόπο το φαινόμενο της κίνησης, τα θερμικά, τα ηλεκτρικά, τα φωτεινά, τα ηχητικά, τα χημικά φαινόμενα.

Στις αρχές του εικοστού αιώνα η ενέργεια αποτέλεσε τη βάση για να διατυπωθεί η θεωρία της σχετικότητας και η κβαντική θεωρία. Εξελιχθηκε σε κεντρική ενοποιητική έννοια της Φυσικής, ενώ ταυτόχρονα τη συνδέει με τις άλλες Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία.

Σήμερα η ενέργεια βρίσκεται στο επίκεντρο του κοινωνικού, οικονομικού και πολιτικού ενδιαφέροντος. Είναι η κινητήρια δύναμη του πολιτισμού μας, η προϋπόθεση όλων των επιτευγμάτων αλλά και των καταστροφών που έχει προκαλέσει ο άνθρωπος στον πλανήτη μας. Συχνά γίνεται αντικείμενο συζητήσεων αλλά και διενέξεων μεταξύ αντικρουόμενων πολιτικών και οικονομικών σχηματισμών. Με λίγα λόγια, η ενέργεια είναι παρούσα σε όλες τις όψεις της καθημερινής μας ζωής και η ανθρωπότητα δεν μπορεί να επιβιώσει χωρίς μέριμνα για την επάρκεια της.

Παρ' όλα αυτά η ενέργεια ως επιστημονική έννοια δεν είναι ευρύτερα κατανοητή.

Πώς θα προσεγγίσουμε την έννοια της ενέργειας;

Ο δρομέας όταν τρέχει, έχει ενέργεια. Ο άλτης όταν πηδά, έχει επίσης ενέργεια. Τα αντικείμενα, όπως και οι άνθρωποι, είναι δυνατόν να έχουν ενέργεια. Μια γλάστρα που

πέφτει από ένα μπαλκόνι έχει αρκετή ενέργεια και βουλιάζει την οροφή ενός αυτοκινήτου. Συνοψίζοντας τα παραπάνω παραδείγματα σχετικά με την ενέργεια, μπορούμε να πούμε ότι **ένα σώμα έχει ενέργεια εάν μπορεί να προκαλέσει μια μεταβολή στον εαυτό του ή στο περιβάλλον του.**

4.1 Έργο και Ενέργεια

Στην καθημερινή ζωή χρησιμοποιούμε τη λέξη έργο όταν μιλάμε για διάφορες δραστηριότητες. Για παράδειγμα, οι περισσότεροι λένε ότι το να μάθεις Φυσική είναι ένα πολύ δύσκολο έργο. Ωστόσο στη γλώσσα της Φυσικής το έργο είναι ένα φυσικό μέγεθος, το οποίο εισάγεται για να μας βοηθήσει να περιγράψουμε ένα πολύ συγκεκριμένο είδος δραστηριότητας, όπως θα φανεί στη συνέχεια.

Εάν σε μια μετακόμιση ανεβάζεις κιβώτια από το πεζοδρόμιο στην καρότσα ενός φορτηγού, θα κουραστείς. Τα κιβώτια αποκτούν ενέργεια, που τους μεταφέρεται από τον οργανισμό σου. Θα χρειαστεί να φας κάποιο φαγητό για να αναπληρώσεις την ενέργεια που έχεις μεταφέρει στα ανυψωμένα κιβώτια. Χρησιμοποιούμε τη λέξη έργο για να δηλώσουμε την ποσότητα ενέργειας που μεταφέρεται από εσένα στα κιβώτια.

Ωστε η λέξη έργο χρησιμοποιείται τόσο από τους επιστήμονες όσο και στην καθημερινή μας ζωή. Θα συμφωνήσουμε να χρησιμοποιούμε τη λέξη έργο, όπως στο παράδειγμα των ανυψωμένων κιβωτίων. Στην περίπτωση αυτή, όλοι θα συμφωνήσουν ότι έχει «παραχθεί» έργο.

Έργο

Όταν ανυψώνουμε ένα κιβώτιο, ή οποιοδήποτε άλλο αντικείμενο, ασκείται σ' αυτό μια δύναμη τουλάχιστον ίση με το βάρος του.

Βέβαια η προσπάθεια που καταβάλλουμε και το έργο που παράγουμε είναι τόσο περισσότερο όσο βαρύτερο είναι το αντικείμενο. Άρα το έργο εξαρτάται από τη δύναμη που ασκείται στο σώμα. Από την άλλη μεριά η δραστηριότητα είναι πιο κουραστική αν το κιβώτιο πρέπει να ανυψωθεί σε μεγαλύτερο ύψος. Άρα το έργο εξαρτάται και από τη μετατόπιση του αντικειμένου.

Γενικά **μια δύναμη μπορεί να παράγει έργο όταν ασκείται σ' ένα σώμα το οποίο μετακινείται.** Στην απλού-



Εικόνα 4.4

Ο αθλητής για να ανεβάσει τη μπάρα κουράζεται. Λέμε ότι παράγει έργο.



(α)

Το άλογο ασκεί δύναμη στο κάρο.
Το κάρο μετατοπίζεται.
Η δύναμη παράγει έργο.



(β)

Η τσουλήθρα ασκεί δύναμη στο παιδί, την τριβή, που αντιστέκεται στην κίνησή του. Το έργο της τριβής είναι αρνητικό.

Εικόνα 4.5



Έργο Δύναμης



- Με τη βοήθεια ενός νήματος σύνδεσε ένα δυναμόμετρο με κιβώτιο μάζας 1Kgr.
- Τράβηξε το κιβώτιο ώστε να κινείται με σταθερή ταχύτητα πάνω στο θρανίο σου, κρατώντας το νήμα παράλληλο προς το θρανίο.
- Ποια είναι η ένδειξη του δυναμόμετρου;
- Γιατί πρέπει να ασκείται δύναμη στο κιβώτιο ώστε να κινείται με σταθερή ταχύτητα;
- Υπολόγισε το έργο αυτής της δύναμης, όταν μετατοπίζεις το κιβώτιο από τη μία άκρη του θρανίου στην άλλη.

στερη περίπτωση, όπου η δύναμη είναι σταθερή και το σώμα μετακινείται κατά την κατεύθυνσή της, το έργο ορίζεται ως το γινόμενο του μέτρου της δύναμης επί τη μετατόπιση του σώματος.

Δηλαδή:

$$\text{Έργο} = \text{Δύναμη} \times \text{Μετατόπιση}$$

ή συμβολικά:

$$W = F \cdot x$$

Το έργο μπορεί να είναι θετικό ή αρνητικό:

Είναι θετικό όταν η δύναμη έχει την ίδια κατεύθυνση με τη μετατόπιση του σώματος. Δηλαδή όταν η δύναμη προκαλεί την κίνηση, όπως συμβαίνει με τη δύναμη που ασκεί το άλογο στην εικόνα 4.5.α.

Είναι αρνητικό όταν η δύναμη έχει αντίθετη κατεύθυνση από τη μετατόπιση του σώματος. Δηλαδή όταν η δύναμη αντιτίθεται στην κίνηση, όπως συμβαίνει με τη δύναμη της τριβής στην εικόνα 4.5.β.

Μονάδες έργου

Από τον ορισμό του έργου βλέπουμε ότι η μονάδα του έργου είναι η μονάδα της δύναμης επί τη μονάδα του μήκους. Αν η δύναμη μετρείται σε N (Newton) και η μετατόπιση σε μέτρα (m) τότε το έργο μετρείται σε N·m. Η μονάδα αυτή λέγεται Joule (Τζάουλ) ή συντετμημένα J προς τιμή του Άγγλου φυσικού Τζέιμς Πρέσκοτ Τζάουλ.

Είναι λοιπόν:

$$1 \text{ Joule} = \text{N} \cdot \text{m}$$

και τα πολλαπλάσιά του, $1 \text{ KJ} = 10^3 \text{ J}$ και $1 \text{ MJ} = 10^6 \text{ J}$.

Άρα: Έργο 1Joule παράγει δύναμη 1N που ασκείται σε σώμα το οποίο μετατοπίζεται κατά 1m κατά την κατεύθυνση της δύναμης.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Ένας αθλητής της άρσης βαρών ανυψώνει τις μπάρες που έχουν βάρος 2000N από το έδαφος σε ύψος 2m. Πόσο έργο παρήγαγε ο αθλητής;

Δεδομένα

$$B = 200\text{N}$$

$$d = 2\text{m}$$

Ζητούμενα

W (έργο)

Βασική εξίσωση

$$W = F \cdot x$$

Λύση

Για να ανυψώσει τις μπάρες θα πρέπει ο αθλητής να ασκήσει δύναμη τουλάχιστον ίση με το βάρος τους.

Άρα

$$W = F \cdot x \quad \text{ή}$$

$$W = 2.000\text{N} \cdot 2\text{m} \quad \text{ή}$$

$$W = 4.000\text{J}$$



Κόπωση χωρίς έργο

Έργο παράγεται από μια δύναμη εφ' όσον μετακινείται το σώμα στο οποίο ασκείται. Εάν κρατάμε μια βαριά βαλίτσα στο ίδιο ύψος και στην ίδια θέση για μια ώρα θα κουραστούμε. Ωστόσο αφού η βαλίτσα δεν μετατοπίζεται, η δύναμη που ασκούμε δεν παράγει έργο.

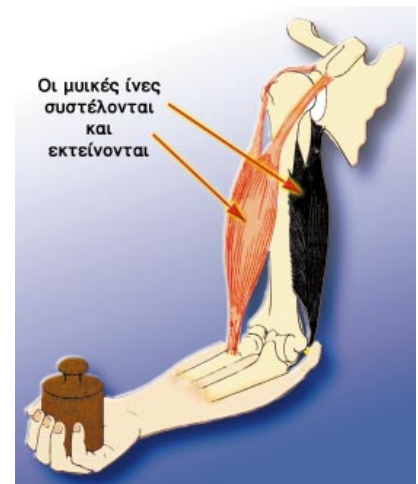


Ομοίως θα κουρασθούμε χωρίς να παράγουμε έργο, όταν σπρώχνουμε ένα τοίχο ή ένα αυτοκίνητο που μένει ακίνητο.



Ακόμη και αν μεταφέρουμε τη βαλίτσα οριζόντια σε σταθερό ύψος και με σταθερή ταχύτητα η κατακόρυφη δύναμη που της ασκούμε δεν παράγει έργο. Όταν η δύναμη που ασκείται είναι κάθετη στη μετατόπιση, τότε δεν μεταφέρεται μέσω αυτής ενέργεια στη βαλίτσα. Η πιο κοινή περίπτωση κόπωσης χωρίς παραγωγή έργου είναι όταν βαδίζουμε ή τρέχουμε σε οριζόντιο δρόμο. Όταν ανεβαίνουμε βέβαια τις σκάλες ή μια ανηφόρα παράγεται έργο από τη δύναμη που ασκούν οι μύες των ποδιών ώστε να υπερνικήσουν το βάρος του σώματος μας.

Αλλά και όταν βαδίζουμε σε οριζόντιο δρόμο, όταν κρατάμε ή μεταφέρουμε ένα αντικείμενο σε σταθερό ύψος οι μύες του σώματος μας συστέλλονται και εκτείνονται. Παράγεται λοιπόν έργο σε βιολογικό επίπεδο, από τις δυνάμεις που ασκούνται μεταξύ των μυών. Το έργο αυτό δεν εκφράζει μεταφορά ενέργειας από το σώμα μας προς το αντικείμενο. Εκφράζει όμως μετατροπές ενέργειας στο ίδιο το σώμα μας. Γι αυτό ιδρώνουμε όταν καταβάλλουμε έντονη μυϊκή προσπάθεια, ακόμα και όταν αυτή δεν οδηγεί σε παραγωγή έργου σε κάποιο άλλο σώμα.



4.2 Μηχανική ενέργεια

Ποιο είναι το αποτέλεσμα της παραγωγής έργου;

Όταν ανεβάζεις ένα κιβώτιο με βιβλία σ' ένα ράφι η δύναμη που του ασκείς παράγει έργο. Το αποτέλεσμα της παραγωγής του έργου αυτού είναι το κιβώτιο να αποκτήσει ιδιότητες που δεν τις είχε όταν ήταν στο έδαφος:

- Εάν αφεθεί ελεύθερο θα κινηθεί προς το έδαφος. Αποκτά ταχύτητα που αυξάνεται καθώς το κιβώτιο πλησιάζει το έδαφος.

- Το βάρος του παράγει έργο.

- Αν κατά την κίνηση του συναντήσει ένα άλλο σώμα, του ασκεί δύναμη που μπορεί να το κινήσει ή να του προκαλέσει παραμόρφωση.

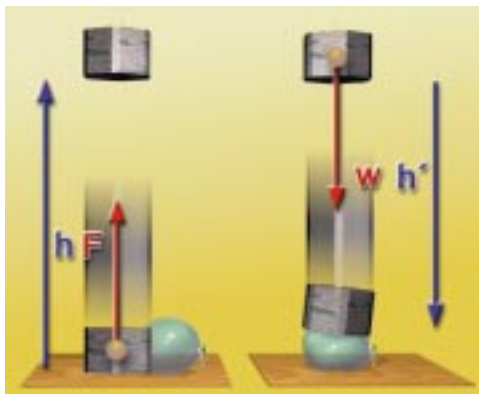
Αν βάλεις το κιβώτιο σ' ένα αμαξίδιο, το σπρώξεις και κινηθεί, η δύναμη που του ασκείς παράγει έργο. Το παραγόμενο έργο προσδίδει στο κιβώτιο ιδιότητες που δεν είχε όσο ήταν ακίνητο:

- Το αρχικά ακίνητο κιβώτιο κινείται, η ταχύτητα του μεταβάλλεται.

- Αν κατά την κίνηση του συναντήσει άλλο σώμα, του ασκεί δύναμη που μπορεί να το κινήσει ή να το παραμορφώσει.

Και στις δυο περιπτώσεις το κιβώτιο μπορεί να προκαλέσει συγκεκριμένες αλλαγές στο ίδιο ή σε άλλα σώματα (μεταβολή της ταχύτητας, παραμόρφωση κλπ). Τότε λέμε ότι έχει **μηχανική ενέργεια**.

Ασκώντας στο κιβώτιο μια δύναμη, η οποία παράγει έρ-



Εικόνα 4.6

Η δύναμη F που ανεβάζει το σώμα σε ύψος h παράγει έργο. Το σώμα που βρίσκεται σε ύψος h περικλείει ενέργεια αφού έχει τη δυνατότητα να προκαλέσει παραμόρφωση στο μπαλόνι.

γο μεταφέρεις ενέργεια από το σώμα σου στο κιβώτιο. Η μηχανική ενέργεια του κιβωτίου μεταβάλλεται. Η μεταβολή της μηχανικής ενέργειας του κιβωτίου σχετίζεται με το έργο των δυνάμεων που ασκούνται σ' αυτό.

Γενικά, όταν σε ένα σώμα ασκείται δύναμη, που παράγει έργο, η ενέργεια του σώματος μεταβάλλεται ή μετατρέπεται από μια μορφή σε άλλη. Το ποσό της μεταβολής ή της μετατροπής, σε κάθε περίπτωση είναι ίσο με το έργο της δύναμης.

Η μονάδα ενέργειας είναι ίδια με τη μονάδα έργου, δηλαδή:

$$1\text{J} = 1\text{N} \cdot \text{m}$$

Δυναμική ενέργεια

Για να ανυψώσουμε με το χέρι μας ένα κιβώτιο, πρέπει να ασκήσουμε δύναμη με μέτρο τουλάχιστον ίσο με το βάρος του και βέβαια με φορά προς τα πάνω. Όσο βαρύτερο είναι το κιβώτιο και όσο μεγαλύτερο το ύψος στο οποίο ανυψώνεται τόσο πιο έντονα αποτελέσματα μπορεί να προκαλέσει κατά τη πτώση του. Αυτό σημαίνει ότι τόσο περισσότερη ενέργεια έχει μεταφερθεί στο κιβώτιο.

Όταν η δύναμη με την οποία ανυψώνουμε το κιβώτιο είναι ακριβώς ίση με το βάρος του (w), τότε το έργο της (W) είναι ίσο με το γινόμενο της δύναμης, δηλαδή του βάρους του κιβωτίου, επί το ύψος (h), στο οποίο ανυψώνεται. Λέμε ότι το κιβώτιο έχει αποκτήσει **βαρυτική δυναμική ενέργεια** ($U_{\text{δυναμική}}$). Η βαρυτική δυναμική ενέργεια του κιβωτίου είναι ίση με το έργο της προηγούμενης δύναμης. Δηλαδή:

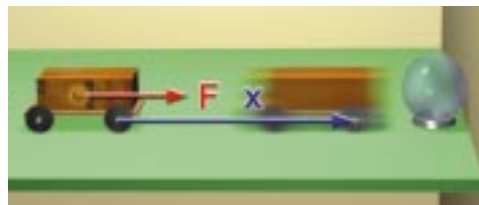
$$U = W = w \cdot h$$

Γενικά, ένα σώμα που έχει βάρος w και βρίσκεται σε ύψος h από κάποιο οριζόντιο επίπεδο έχει βαρυτική δυναμική ενέργεια:

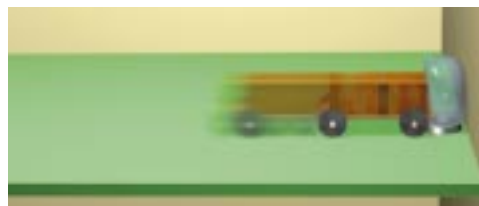
$$U_{\text{δυναμική}} = w \cdot h$$

Ένα μήλο με μάζα $0,1 \text{ kg}$ έχει βάρος περίπου 1N . Όταν βρίσκεται σε ύψος 1m από την επιφάνεια της Γης έχει βαρυτική δυναμική ενέργεια ίση με $1\text{N} \cdot 1\text{m} = 1\text{J}$. Το ίδιο μήλο αν βρεθεί στο ίδιο ύψος πάνω από την επιφάνεια της Σελήνης έχει μικρότερη δυναμική ενέργεια γιατί έχει μικρότερο βάρος.

Ένας πλανήτης που περιφέρεται γύρω από τον Ήλιο έχει βαρυτική δυναμική ενέργεια λόγω της βαρυτικής ελκτικής δύναμης που ασκεί ο Ήλιος στον πλανήτη. Αλλά και ένα ηλεκτρόνιο που περιφέρεται γύρω από τον πυρήνα ενός ατόμου έχει **ηλεκτρική δυναμική ενέργεια** λόγω της ελκτι-



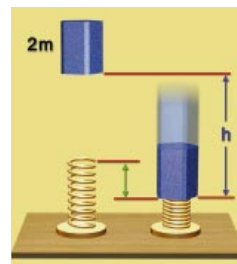
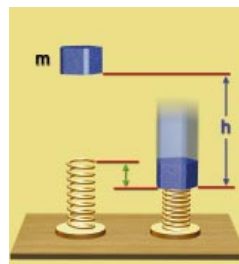
Η δύναμη F που ασκείται στο κινούμενο σώμα παράγει έργο. Το σώμα αποκτά ταχύτητα.



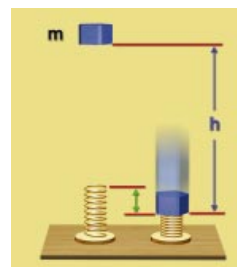
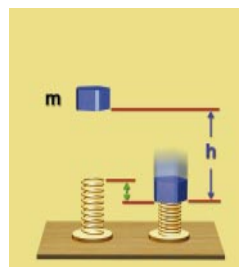
Το σώμα που κινείται περικλείει ενέργεια αφού έχει τη δυνατότητα να προκαλέσει παραμόρφωση στο μπαλόνι.

Εικόνα 4.7

Το έργο της δύναμης εκφράζει μεταφορά ενέργειας.



Σώμα διπλάσιας μάζας προκαλεί στο ελατήριο μεγαλύτερη παραμόρφωση.



Το σώμα μάζας m όταν βρίσκεται σε διπλάσιο ύψος προκαλεί μεγαλύτερη παραμόρφωση.

Εικόνα 4.8

Παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η βαρυτική δυναμική ενέργεια.



Εικόνα 4.9

Το έργο της δύναμης που τεντώνει την σφεντόνα είναι ίσο με τη δυναμική ενέργεια που αποκτά η σφεντόνα.



κής ηλεκτρικής δύναμης που του ασκεί ο πυρήνας.

Δυναμική ενέργεια έχει επίσης μια τεντωμένη χορδή, ένα συμπιεσμένο ελατήριο ή μια παραμορφωμένη μπάλα. Η δυναμική ενέργεια καθενός από τα σώματα αυτά ισούται με το έργο της δύναμης που τους ασκήθηκε και προκάλεσε την παραμόρφωσή τους. Σ' όλες τις παραπάνω περιπτώσεις η παραμόρφωσή είναι ελαστική δηλαδή τα σώματα επανέρχονται στην αρχική τους κατάσταση όταν πάψει να ασκείται η δύναμη που τα παραμόρφωσε. Σε κάθε σώμα που έχει υποστεί ελαστική παραμόρφωση, έχει αποθηκευτεί δυναμική ενέργεια, που εξαρτάται από το μέγεθος της παραμόρφωσης του.

Γενικά, αν σ' ένα σώμα ασκείται δύναμη το σώμα έχει δυναμική ενέργεια που εξαρτάται από το μέγεθος της δύναμης και τη θέση ή την κατάσταση του σώματος.

Εικόνα 4.10

Σώματα με δυναμική ενέργεια

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Ένα βιβλίο με μάζα 2Kgr ανυψώνεται από το πάτωμα σ' ένα ράφι που βρίσκεται σε ύψος 2m από το πάτωμα. Πόση είναι η βαρυτική δυναμική ενέργεια του βιβλίου;

A. Σε σχέση με το πάτωμα

B. Σε σχέση με το κεφάλι ενός παιδιού που έχει ύψος 1,60m;



Δεδομένα

$M = 2 \text{ Kgr}$

Ύψη:

$h_1 = 2 \text{ m}$

$h_2 = 1,60 \text{ m}$

$$g = 10 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}$$

Ζητούμενα

Βαρύτητα δυναμική ενέργεια

Βασική εξίσωση

$$U_{\delta} = w \cdot h$$

Λύση

Υπολογισμός του μέτρου της δύναμης που παράγει το έργο (δύναμη του βάρους)

$$w = m \cdot g \quad \text{ή} \quad w = 2 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad \text{ή} \quad w = 20 \text{ N}$$

Υπολογισμός των

υψών από τα θεωρούμενα επίπεδα αναφοράς

$$\alpha) h_a = h_1 = 2 \text{ m} \quad \beta) h_b = h_1 - h_2 \quad \text{ή} \quad h_b = 0,4 \text{ m}$$

Επομένως για τις ζητούμενες δυναμικές ενέργειες λαμβάνω:

$$U_{\delta_a} = w \cdot h \quad \text{ή} \quad U_{\delta_a} = (20 \text{ N}) \cdot (2 \text{ m}) \quad \text{ή} \quad U_{\delta_a} = 40 \text{ J} \quad \text{ή}$$

$$U_{\delta_b} = w \cdot h \quad \text{ή} \quad U_{\delta_b} = (20 \text{ N}) \cdot (0,4 \text{ m}) \quad \text{ή} \quad U_{\delta_b} = 8 \text{ J}$$

Κινητική ενέργεια

Ένας σφαιροβόλος ρίχνει τη σφαίρα. Κατά τη ρίψη ασκεί δύναμη στη σφαίρα οπότε παράγεται έργο. Το αποτέλεσμα είναι η σφαίρα να φεύγει από το χέρι του σφαιροβόλου με κάποια ταχύτητα. Διαγράφει μια καμπύλη τροχιά και προσγειώνεται στο έδαφος όπου ανοίγει ένα μικρό λακκάκι. Η κινούμενη σφαίρα αλλάζει θέση και επιπλέον μπορεί να προκαλέσει μεταβολή σε όποιο σώμα συναντήσει (εικόνα 4.11).

Τα κινούμενα σώματα έχουν μια μορφή ενέργειας που ονομάζεται κινητική ενέργεια.

Από ποιους παράγοντες εξαρτάται η κινητική ενέργεια;

Ας μελετήσουμε άλλο ένα παράδειγμα μεταβολής που προκαλείται εξ αιτίας της κινητικής ενέργειας. Μια μηχανή που κινείται, από απροσεξία του οδηγού, πέφτει πάνω σε σταματημένο αυτοκίνητο.

Από τι εξαρτάται το μέγεθος της παραμόρφωσης που υποστεί το αυτοκίνητο;

– Πρώτον εξαρτάται από την ταχύτητα της μηχανής. Όσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα της μηχανής, τόσο μεγαλύτερη είναι η παραμόρφωση του αυτοκινήτου.

– Δεύτερον εξαρτάται από τη μάζα της μηχανής. Μια μηχανή μεγαλύτερης μάζας, που κινείται με την ίδια ταχύτητα, θα προκαλέσει μεγαλύτερη ζημιά.

Φαίνεται λοιπόν ότι **η κινητική ενέργεια εξαρτάται από τη μάζα και την ταχύτητα του κινούμενου σώματος.**

Κάθε σώμα αποκτά κινητική ενέργεια μέσω του έργου που παράγεται από τη δράση κάποιας δύναμης που ασκείται σ' αυτό. Μπορεί να αποδειχθεί ότι σε κάθε περίπτωση η κινητική ενέργεια που αποκτά το σώμα είναι:

$$K_{\text{κιν}} = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

όπου m η μάζα του σώματος και v η ταχύτητα του.

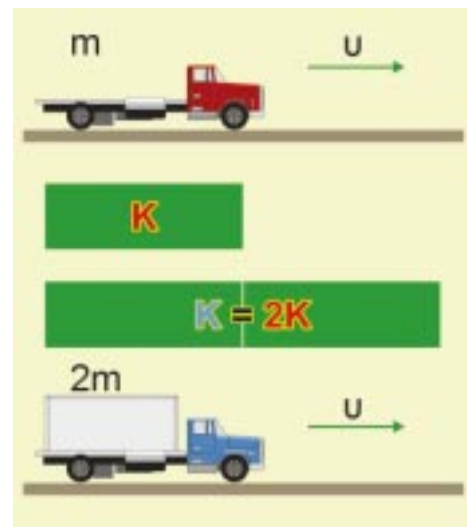
Η κινητική ενέργεια ενός σώματος είναι ανάλογη της μάζας του. Έτσι, μια σφαίρα σφαιροβολίας που έχει μάζα 7,26Kgr, έχει περισσότερη κινητική ενέργεια από μια μπάλα ποδοσφαίρου, που έχει μάζα 1Kgr, και κινείται με την ίδια ταχύτητα.

Επίσης η κινητική ενέργεια είναι ανάλογη με το τετράγωνο της ταχύτητας. Ένα αυτοκίνητο που κινείται με $100 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ έχει τετραπλάσια κινητική ενέργεια συγκριτικά με εκείνη

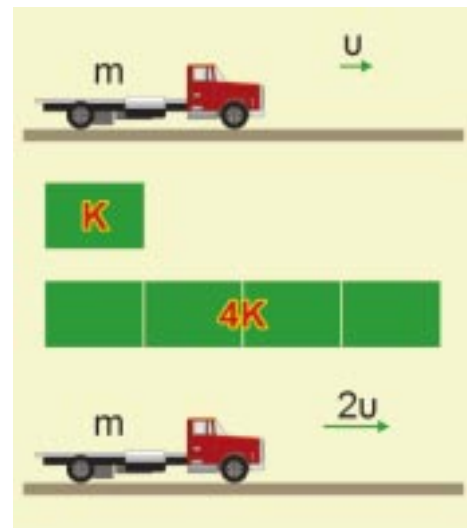


Εικόνα 4.11

Η κινούμενη σφαίρα έχει κινητική ενέργεια.



Όταν η ταχύτητα είναι σταθερή σε διπλάσια μάζα αντιστοιχεί διπλάσια κινητική ενέργεια



Όταν η μάζα είναι σταθερή σε διπλάσια ταχύτητα αντιστοιχεί τετραπλάσια κινητική ενέργεια.

Εικόνα 4.12

Παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η κινητική ενέργεια

που έχει όταν κινείται με $50 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.

Η κινητική ενέργεια όπως και κάθε μορφή ενέργειας μετρείται σε Joules.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1

Αντικείμενο	Χαρακτηριστικά	Τιμές κινητικής ενέργειας σε J
Μεταγωγικό αεροπλάνο	91.000ton, 30 κόμβοι	$9,4 \cdot 10^9$
Δορυφόρος	100kg, $7,8 \frac{\text{km}}{\text{h}}$	$3 \cdot 10^9$
Νταλικά	5.700kg, $100 \frac{\text{km}}{\text{h}}$	$2,2 \cdot 10^6$
Ιδιωτικό αυτοκίνητο	750kg, $100 \frac{\text{km}}{\text{h}}$	$2,2 \cdot 10^5$
Μικρό νόμισμα	2g, από ύψος 5m	2,5
Αγριομέλισσα	2g, $2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$	$4 \cdot 10^{-3}$
Σαλιγκάρι	5g, $0,05 \frac{\text{m}}{\text{s}}$	$4,5 \cdot 10^{-7}$

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Ένα αυτοκίνητο έχει μάζα 1000 Kgr.

Να βρεθεί η κινητική του ενέργεια όταν κινείται με ταχύτητα:

α) $72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ β) $144 \frac{\text{km}}{\text{h}}$

Δεδομένα

$$m = 1000 \text{kg}$$

Ταχύτητα:

$$u_1 = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$u_2 = 144 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 40 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Ζητούμενα

Κινητική ενέργεια

$K_{\text{κιν}}$

Βασική εξίσωση

$$K_{\text{κιν}} = \frac{1}{2} m \cdot u^2$$

Λύση

$$K_{\text{κιν}_1} = \frac{1}{2} 1000 \text{kg} \left(20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2 \quad \text{ή} \quad K_{\text{κιν}_1} = 200.000 \text{J}$$

$$K_{\text{κιν}_2} = \frac{1}{2} 1000 \text{kg} \left(40 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2 \quad \text{ή} \quad K_{\text{κιν}_2} = 800.000 \text{J}$$

Η Μηχανική ενέργεια και η διατήρηση της

Για να ρίξεις μια μπάλα κατακόρυφα προς τα πάνω, πρέπει να ασκήσεις στη μπάλα δύναμη, η οποία παράγει έργο. Όταν η μπάλα φύγει από το χέρι σου έχει κινητική ενέργεια. Καθώς ανεβαίνει επιβραδύνεται λόγω της επίδρασης του βάρους της, που έχει φορά προς τα κάτω. Ελαττώνεται η ταχύτητα της και συνεπώς και η κινητική της ενέργεια. Ταυτόχρονα όμως αυξάνεται το ύψος της μπάλας από το χέρι μας (ή από το έδαφος) και επομένως αυξάνεται η δυναμική της ενέργεια λόγω βαρύτητας (εικόνα 4.13).

Κατά την ανοδική κίνηση της μπάλας η κινητική της ενέργεια μετατρέπεται σε δυναμική. Στο ανώτερο σημείο της τροχιάς η ταχύτητά της μηδενίζεται στιγμιαία και η μπάλα δεν έχει κινητική ενέργεια. Η δυναμική της ενέργεια όμως είναι μέγιστη. Όλη η κινητική ενέργεια της μπάλας μετατράπηκε σε δυναμική. Αντίθετα κατά την καθοδική κίνηση η δυναμική ενέργεια της μετατρέπεται σε κινητική.

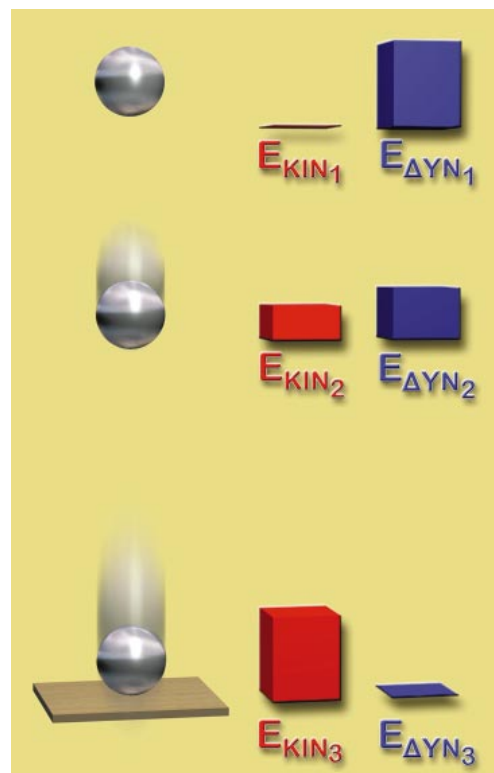
Όστε η κινητική και δυναμική ενέργεια ενός σώματος μπορούν να μετατρέπονται η μια στην άλλη. Από την άλλη μεριά, ένα σώμα αποκτά κινητική ή δυναμική ενέργεια μέσω του έργου των δυνάμεων που ενεργούν σ' αυτό. **Το άθροισμα της δυναμικής και της κινητικής ενέργειας που έχει ένα σώμα κάθε χρονική στιγμή ονομάζεται μηχανική ενέργεια του σώματος:**

$$E_{\text{μηχανική}} = U_{\text{δυναμική}} + K_{\text{κινητική}}$$

Διατήρηση της Μηχανικής ενέργειας

Όταν σ' ένα σώμα επιδρούν μόνο βαρυτικές, ηλεκτρικές ή δυνάμεις ελαστικής παραμόρφωσης η μηχανική του ενέργεια διατηρείται σταθερή. Δηλαδή σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή και αν μετρήσουμε το άθροισμα της κινητικής και της δυναμικής του ενέργειας, θα βρίσκουμε πάντοτε την ίδια τιμή. Η παραπάνω πρόταση ονομάζεται **θεώρημα διατήρησης της μηχανικής ενέργειας**. Κατά τη κίνηση της μπάλας η μηχανική της ενέργεια διατηρείται σταθερή.

Στο άλμα επί κοντώ ο αλτης τρέχει με το κοντάρι και στη συνέχεια τοποθετεί το άκρο του σε μια υποδοχή στο έδαφος. Η κινητική ενέργεια του αλτη αρχικά μετατρέπεται σε δυναμική ενέργεια ελαστικής παραμόρφωσης του



Εικόνα 4.13

Καθώς η μπάλα ανεβαίνει η κινητική της ενέργεια μειώνεται και η δυναμική της αυξάνεται.

Όταν η μπάλα κατεβαίνει η κινητική της ενέργεια αυξάνεται και η δυναμική της ενέργεια μειώνεται.



Εικόνα 4.14

Άλμα επί κοντώ. Διαδοχικά στιγμιότυπα.

κονταριού. Κατόπιν καθώς το κοντάρι ευθυγραμμίζεται (χάνει την παραμόρφωση του και επανέρχεται στο αρχικό του σχήμα) και ο αθλητής ανεβαίνει στο μέγιστο ύψος, η δυναμική ενέργεια λόγω ελαστικής παραμόρφωσης του κονταριού μετατρέπεται σε βαρυτική δυναμική ενέργεια του αθλητή. Καθώς ο αθλητής πέφτει, η δυναμική του ενέργεια μετατρέπεται και πάλι σε κινητική. Αν αγνοήσουμε τριβές και αντίσταση του αέρα η μηχανική ενέργεια του αθλητή και του κονταριού μαζί διατηρείται η ίδια σε όλες τις θέσεις.

Όταν αφήσεις ελεύθερη την τεντωμένη χορδή ενός τόξου η δυναμική ενέργεια της χορδής μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια του βέλους. Από τη διατήρηση της μηχανικής ενέργειας συμπεραίνουμε ότι η κινητική ενέργεια του βέλους, όταν εγκαταλείπει το τόξο είναι ίση με την αρχική δυναμική ενέργεια της τεντωμένης χορδής.



Εικόνα 4.15

Καθώς μειώνεται η παραμόρφωση της χορδής, μειώνεται η δυναμική της ενέργεια. Η ταχύτητα του βέλους αυξάνεται. Η δυναμική ενέργεια της χορδής μετατρέπεται σε κινητική του βέλους.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Από ύψος 1,8m αφήνουμε να πέσει ελεύθερα μια πέτρα, που έχει μάζα 0,5Kg. Πόσο είναι το μέτρο της ταχύτητας με την οποία η πέτρα φτάνει στο έδαφος;

Η αντίσταση του αέρα είναι αμελητέα. Δίδεται $g = 10 \frac{m}{s^2}$

Δεδομένα

Μάζα $m = 0,5kg$

Ύψος $h = 1,8m$

Ζητούμενα

Η ταχύτητα u της πέτρας όταν φτάνει στο έδαφος: $u_{τελ.}$

Βασική εξίσωση (αρχή διατήρησης μηχανικής ενέργειας)

$$E_{μηχανική\ τελική} = E_{μηχανική\ αρχική}$$

Λύση

Τη στιγμή που αφήνουμε την πέτρα η ταχύτητά της είναι μηδέν:

$$u_a = 0$$

Επομένως και η κινητική της ενέργεια:

$$K_{κιν, a} = \frac{1}{2} m u_a^2 = 0$$

είναι ίση με το μηδέν.

Η αρχική δυναμική ενέργεια της πέτρας, στο ύψος h είναι:

$$U_{δυν, a} = m \cdot g \cdot h = 0,5 \cdot 10 \cdot 1,8J = 9J$$

Η αρχική μηχανική ενέργεια της πέτρας είναι:

$$E_{μηχανική\ αρχική} = K_{κιν, a} + U_{δυν, a} \quad \text{ή} \quad E_{μηχανική\ αρχική} = 0J + 9J = 9J$$

Η τελική κινητική ενέργεια ($K_{κιν, τ}$) της πέτρας τη στιγμή που φτάνει στο έδαφος είναι:

$$K_{κιν, τ} = \frac{1}{2} m u_{τελ.}^2 \quad \text{ή} \quad K_{κιν, τ} = \frac{1}{2} \cdot 0,5 \cdot u_{τελ.}^2 \quad \text{ή} \quad K_{κιν, τ} = 0,25 \cdot u_{τελ.}^2$$

Η τελική δυναμική ενέργεια ($U_{δυν, τ}$) της πέτρας (τη στιγμή που φτάνει στο έδαφος) είναι ίση με μηδέν, γιατί βρίσκεται σε μηδενικό ύψος απ' αυτό:

$$U_{δυν, τ} = w \cdot h \quad \text{ή} \quad U_{δυν, τ} = 0J$$

Επομένως η τελική μηχανική ενέργεια της πέτρας, όταν φτάνει στο έδαφος είναι:

$$E_{μηχανική, τελική} = K_{κιν, τ} + U_{δυν, τ} \quad \text{ή} \quad E_{μηχανική, τελική} = 0,25 \cdot u_{τελ.}^2 + 0 = 0,25 u_{τελ.}^2$$

Όμως η μηχανική ενέργεια της πέτρας διατηρείται σταθερή. Επομένως ισχύει:

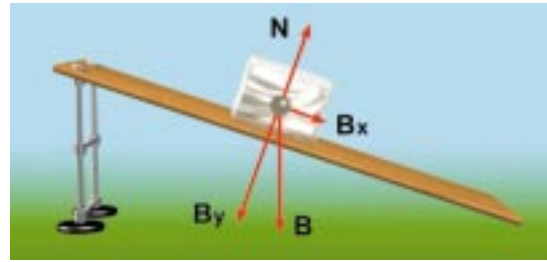
$$E_{μηχανική, τελική} = E_{μηχανική, αρχική} \quad \text{ή} \quad 0,25 \cdot u_{τελ.}^2 = 9J \quad \text{ή} \quad u_{τελ.}^2 = 36 \quad \text{άρα} \quad u_{τελ.} = 6m/s$$


ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Συμπλήρωσε το παρακάτω κείμενο:
Ένα σώμα έχει ενέργεια εάν μπορεί να προκαλέσει μια στο ίδιο ή στο περιβάλλον του.
Το έργο μιας σταθερής δύναμης που ασκείται σ' ένα σώμα που μετατοπίζεται κατά την της δύναμης ισούται με το γινόμενο της επί την του σώματος.
Δυναμική είναι η ενέργεια που έχει ένα σώμα εάν ασκείται σ' αυτό ή εάν έχει υποστεί
Η βαρυτική δυναμική ενέργεια εξαρτάται από το του σώματος και από το στο οποίο βρίσκεται.
Η κινητική ενέργεια ενός σώματος εξαρτάται από τη του και την του
Το άθροισμα της και της ενέργειας ονομάζεται μηχανική ενέργεια.
Σύμφωνα με το θεώρημα διατήρησης της μηχανικής ενέργειας, η μηχανική ενέργεια διατηρείται όταν σ' ένα σώμα επιδρούν μόνο , και δυνάμεις.
2. Κύκλωσε το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση. Η μονάδα του έργου στο Διεθνές Σύστημα Μονάδων είναι: α) 1J, β) 1N, γ) kg, δ) $\frac{N}{m}$, ε) $\frac{N}{m^2}$
3. Να χαρακτηρίσεις τις παρακάτω προτάσεις ως σωστές ή λαθεμένες;
α) Το έργο εκφράζει τη μεταφορά ενέργειας από ένα σώμα σε κάποιο άλλο.
β) Η δυναμική ενέργεια που έχει ένα σώμα είναι ανεξάρτητη από τη δύναμη που ασκείται σ' αυτό και από τη θέση που βρίσκεται το σώμα.
γ) Η κινητική ενέργεια είναι ανάλογη με την ταχύτητα του σώματος.
δ) Όταν σ' ένα σώμα ασκείται μόνο το βάρος του η δυναμική του ενέργεια διατηρείται σταθερή.
4. Ένα κιβώτιο ολισθαίνει με σταθερή ταχύτητα πάνω σε οριζόντια επιφάνεια χωρίς τριβές. Ποιες δυνάμεις ασκούνται στο κιβώτιο; Πόσο έργο παράγεται;
5. Σε ποιες από τις παρακάτω περιπτώσεις παράγεται έργο;
α) Ανεβάζεις το παράθυρο, στο βαγόνι ενός τρένου.
β) Σπρώχνεις μια κούνια και αιωρείται.
γ) Ανυψώνεις μια σιδερένια ράβδο.
δ) Τεντώνεις τη χορδή ενός τόξου.
ε) Σταματάς την αιώρηση μιας κούνιας.
στ) Επιμηκώνεις ένα ελατήριο
Ποια είναι η τελική μορφή ενέργειας που προκύπτει σε κάθε περίπτωση;
6. Να συγκρίνεις τα έργα που παράγει ένας αρσιβαρίστας όταν ανυψώνει.
α) βάρος 1000N σε ύψος 1m,
β) βάρος 2000N σε ύψος 1m,
γ) βάρος 1000N σε ύψος 2m,
δ) βάρος 2000N σε ύψος 2m.

7. Δυο ναύτες ανυψώνουν δυο όμοιους σάκους μάζας 50kg στο κατάστρωμα ενός πλοίου. Να συγκρίνεις τα έργα που παράγονται από τους δυο ναύτες.

8. **Κεκλιμένο επίπεδο:** Μια επίπεδη σανίδα που σχηματίζει γωνία με το οριζόντιο επίπεδο ή μια ράμπα αποτελούν ένα κεκλιμένο επίπεδο. Η μελέτη της κίνησης ενός σώματος σε κεκλιμένο επίπεδο διευκολύνεται αν αναλύσουμε το βάρος του σώματος σε δυο συνιστώσες. Μια παράλληλη και μια κάθετη στο κεκλιμένο επίπεδο. Η κάθετη συνιστώσα εξουδετερώνεται από την κάθετη αντίδραση του επιπέδου.

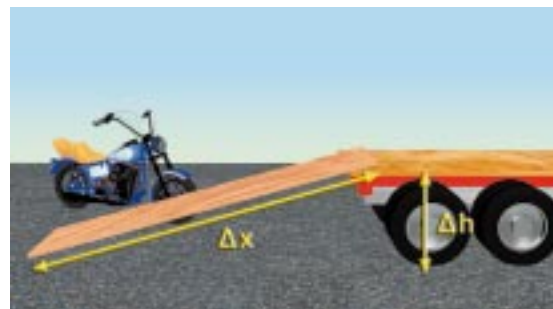


9.  Ανεβάζουμε μια μοτοσικλέτα στην καρότσα ενός φορτηγού με δυο τρόπους: Είτε την ανυψώνουμε κατακόρυφα είτε την κυλάμε σε μια σανίδα που σχηματίζει γωνία με το οριζόντιο επίπεδο. Να συγκρίνεις:

α) Την ελάχιστη δύναμη που πρέπει να ασκήσουμε σε κάθε περίπτωση στη μοτοσικλέτα, για να την ανεβάσουμε στο φορτηγό.

β) Τη μετατόπιση της μοτοσικλέτας από το έδαφος μέχρι την καρότσα.

γ) Το έργο της δύναμης που ασκούμε στη μοτοσικλέτα, για να την ανεβάσουμε στο φορτηγό, στις δύο περιπτώσεις.



10. Το έργο που απαιτείται για την ανύψωση πέτρας με μάζα 2kg σε ύψος 1 m είναι το ίδιο στη Γη και τη Σελήνη; Εξήγησε.

11. Να αναφέρεις παραδείγματα στα οποία μια δύναμη δεν παράγει έργο όταν ασκείται σε σώμα στο οποίο:

α) είναι ακίνητο,

β) κινείται.

12. Να περιγράψεις τις μεταβολές ενέργειας που πραγματοποιούνται όταν:

α) ρίχνεις μια μπάλα προς τα πάνω, από τη στιγμή που η μπάλα φεύγει από το χέρι σου μέχρι τη στιγμή που την πιάνεις.

β) τεντώνεις τη χορδή ενός τόξου και το βέλος εκτοξεύεται, από τη στιγμή που αρχίζει και τεντώνεται η χορδή μέχρι τη στιγμή που το βέλος φεύγει από το τόξο.

γ) ένας αθλητής πραγματοποιεί άλμα επί κοντώ.

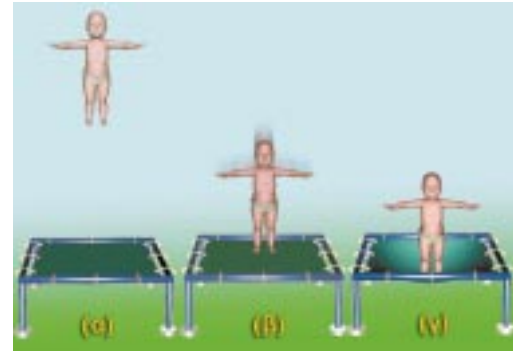
Τι μπορείς να πεις για την μηχανική ενέργεια σε κάθε περίπτωση;

13. Να συγκρίνεις τις κινητικές ενέργειες δυο αυτοκινήτων Α και Β όταν το Α έχει μάζα 700kg και κινείται με ταχύτητα $100 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ ενώ το Β έχει μάζα 1400kg και ταχύτητα $100 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.

14. Ανυψώνεις αργά (με σταθερή ταχύτητα) ένα κιβώτιο με βιβλία από το πάτωμα στο τραπέζι. Ποιες δυνάμεις ασκούνται στο κιβώτιο; Πόση είναι η συνισταμένη τους; Παράγεις έργο κατά την ανύψωση; Εξήγησε.

15. Ένα παιδί πηδάει σ' ένα τρομπολινό. Ποιες είναι οι μορφές ενέργειας όταν το παιδί:

- α) βρίσκεται στο ψηλότερο σημείο.
- β) μόλις αγγίζει με τα πόδια του το τρομπολινό.
- γ) είναι στιγμιαία ακίνητο στο χαμηλότερο σημείο πάνω στο τρομπολινό.




16. Είναι δυνατόν μια μπάλα μπάσκετ να έχει συγχρόνως δυναμική και κινητική ενέργεια; Εξήγησε.

17. Τα γήινα πετρώματα συμπιέζονται όπως τα ελατήρια. Στη διάρκεια ενός σεισμού απελευθερώνονται τεράστια ποσά ενέργειας που προκαλούν μεγάλες καταστροφές. Που ήταν αποθηκευμένη αυτή η ενέργεια πριν από την εκδήλωση του σεισμού;

18. Ένα επιβατηγό και ένα φορτηγό κινούνται με την ίδια ταχύτητα. Ποιο έχει τη μεγαλύτερη κινητική ενέργεια;

19. Σ' ένα τόξο το βέλος συνδέεται με την τεντωμένη χορδή που έχει δυναμική ενέργεια 50J. Πόση είναι η κινητική ενέργεια του βέλους όταν εκτοξεύεται από το τόξο;

20.  Δυο ίδιες μπάλες ρίχνονται από την ταράτσα με ταχύτητα ίδιου μέτρου. Η μια κατακόρυφα προς τα πάνω και η άλλη κατακόρυφα προς τα κάτω. Να συγκρίνεις τις κινητικές ενέργειες και τις ταχύτητες που έχουν οι μπάλες όταν φθάνουν στο έδαφος.



21. Να συγκρίνεις τα έργα των δυνάμεων που ασκούνται στο μικρό και στο μεγάλο έμβολο μιας υδραυλικής αντλίας ή ενός υδραυλικού πιεστηρίου.

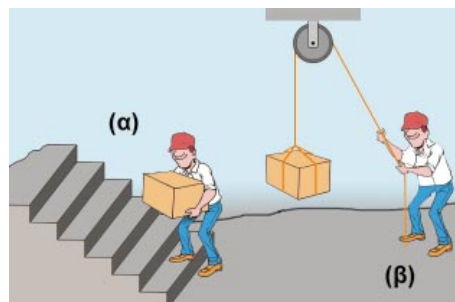
ΑΣΚΗΣΕΙΣ


Στις ακόλουθες ασκήσεις η επιτάχυνση της βαρύτητας θεωρείται ίση με $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

1. Ένας επιβάτης αεροπλάνου μετακινεί μια βαλίτσα μάζας 20kg, 4m κατακόρυφα και 5m οριζόντια. Να υπολογίσεις το έργο της δύναμης που ασκεί ο επιβάτης στη βαλίτσα.
2. Το πάτωμα του τρίτου ορόφου ενός σπιτιού βρίσκεται 8m πάνω από το έδαφος. Πόσο έργο απαιτείται για να ανεβάσουμε ψυγείο μάζας 150Kg στον τρίτο όροφο; Πόση είναι τότε, η βαρυτική δυναμική ενέργεια του ψυγείου;
3. Ο Γιάννης παράγει έργο 1500J όταν ανεβαίνει στον πρώτο όροφο του σχολείου που βρίσκεται σε ύψος 3m από το έδαφος. Πόση είναι η μάζα του Γιάννη;
4. Ο πρωταθλητής άρσης βαρών, Πύρος Δήμας, ανυψώνει 250kg σε ύψος 2,3m. Πόσο έργο παράγει ο Δήμας όταν:
 - α) ανυψώνει τη μπάρα
 - β) κρατάει τη μπάρα πάνω από το κεφάλι του
 - γ) κατεβάζει αργά τη μπάρα στο έδαφος.



5. Ένας εργάτης θέλει να ανεβάσει ένα κιβώτιο μάζας 60kg σε ύψος 10m. Να υπολογίσεις το έργο που παράγει όταν:
 - α) Ανεβάζει το κιβώτιο μεταφέροντας τον
 - β) Ανεβάζει το σάκο με τη βοήθεια ενός σχοινιού που περνάει από μια τροχαλία.




6.  Ένα παιδί τραβάει ένα τραινάκι με τη βοήθεια ενός νήματος. Το νήμα σχηματίζει γωνία 60° με το οριζόντιο έδαφος και η δύναμη που ασκείται στο τραινάκι είναι ίση με 3N. Να υπολογίσεις το έργο της δύναμης, όταν το τραίνο μετατοπίζεται κατά 10m.
7. Η Μαρία ανεβάζει ένα βιβλίο με μάζα 1,2kg από το τραπέζι, που βρίσκεται 75cm πάνω από το πάτωμα σ' ένα ράφι που βρίσκεται σε ύψος 2,25m πάνω από το πάτωμα. Ποια είναι η μεταβολή της βαρυτικής δυναμικής ενέργειας του βιβλίου;
8. Ένα αυτοκίνητο έχει μάζα 1000Kg και κινείται με ταχύτητα $108 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Πόση είναι η κινητική του ενέργεια;

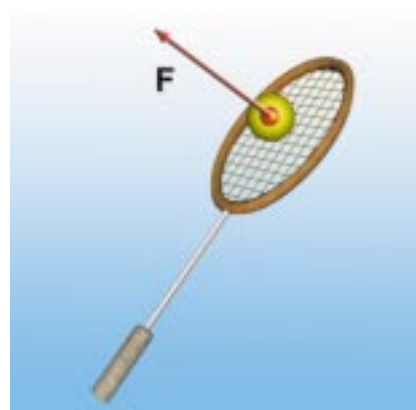
9. Η Ελένη έχει μάζα 50kg και τρέχει με ταχύτητα $10\frac{m}{s}$.

α) να υπολογίσεις την κινητική ενέργεια της Ελένης.

β) Η ταχύτητα της Ελένης μειώνεται στα $5\frac{m}{s}$. Πόση είναι τώρα η κινητική της ενέργεια;

γ) Ποιο είναι το πηλίκο των κινητικών ενεργειών α και β Να δώσεις μια εξήγηση για την τιμή του πηλίκου.

10.  Το μπαλάκι του τένις έχει μάζα 0,06kg. Κατά τη διάρκεια του σερβί ασκείται από την ρακέτα στο μπαλάκι μια μέση δύναμη 150N. Αν το μπαλάκι βρίσκεται σε επαφή με τη ρακέτα για 0,03s, πόση κινητική ενέργεια έχει η μπάλα όταν φεύγει από τη ρακέτα;



11. Ένας μαθητής σπρώχνει με οριζόντια δύναμη 80N ένα κιβώτιο μάζας 1kg. Το κιβώτιο μετατοπίζεται κατά 10m πάνω στο οριζόντιο πάτωμα. Αν το κιβώτιο ήταν αρχικά ακίνητο και μεταξύ πατώματος και κιβωτίου δεν αναπτύσσονται δυνάμεις τριβής να υπολογίσεις:

α) Το έργο της δύναμης που ασκεί ο μαθητής.

β) Την κινητική ενέργεια του κιβωτίου στο τέλος της διαδρομής.

γ) Την ταχύτητα του κιβωτίου στο τέλος της διαδρομής.

12. Ο Ταρζάν που έχει μάζα 85kg πιάνεται από την άκρη μια περικοκλάδας που έχει μήκος 20m και «πηδάει» από ένα κλαδί του δένδρου στο έδαφος που βρίσκεται 4m κάτω από το κλαδί.

α) Με πόση ταχύτητα κινείται ο Ταρζάν όταν φθάνει στο έδαφος;

β) Η απάντησή σας εξαρτάται από τη μάζα του Ταρζάν;

γ) Η απάντησή σας εξαρτάται από το μήκος της περικοκλάδας;



13. Ένας σκιέρ που έχει μάζα 70kg ξεκινάει από την ηρεμία στην κορυφή ενός λόφου, που βρίσκεται σε ύψος 45m πάνω από μια κοιλάδα. Αν αγνοήσουμε τις τριβές:

α) Με πόση ταχύτητα φθάνει ο σκιέρ στην κοιλάδα;

β) Αν στην συνέχεια, με την ταχύτητα που απέκτησε, αρχίσει να ανεβαίνει σ' ένα ψηλότερο λόφο, σε ποιο ύψος θα φθάσει;

14. Ένας βράχος μάζας 20kg βρίσκεται στην άκρη ενός γκρεμού βάθους 100m. Στο βάθος του γκρεμού κυλάει ένα ποταμάκι.

α) Πόση είναι η βαρυτική δυναμική ενέργεια του βράχου σε σχέση με το ποτάμι;

β) Ο βράχος πέφτει από τον γκρεμό. Πόση είναι η κινητική του ενέργεια όταν φθάνει στην επιφάνεια του ποταμού;

4.3 Μορφές ενέργειας

Είδαμε ότι η μεταβολή της μηχανικής ενέργειας ενός σώματος, μπορεί να εκφρασθεί μέσω του έργου κάποιων δυνάμεων, που ασκούνται πάνω του. Ένας ποδοσφαιριστής μεταφέρει ενέργεια στη μπάλα που κλωτσάει, η οποία μετατρέπεται σε κινητική (η μπάλα κινείται). Ο αριβαρίστας μεταφέρει ενέργεια στη μπάρα που ανυψώνει, η οποία μετατρέπεται σε δυναμική (η μπάρα ανεβαίνει σε κάποιο ύψος). Ο άλτης μεταφέρει ενέργεια στο κοντάρι που λυγίζει, η οποία μετατρέπεται σε δυναμική (το κοντάρι παραμορφώνεται).

Ποια είναι η προέλευση αυτής της ενέργειας;

Στην περίπτωση των αθλητών και της σωματικής ανθρώπινης δραστηριότητας γενικότερα, το σώμα προσλαμβάνει ενέργεια από τις τροφές, την οποία αποθηκεύει σε ορισμένες χημικές ενώσεις, όπως η γλυκόζη, μέχρι να τη χρειασθεί. Με την «καύση» αυτών των ενώσεων η αποθηκευμένη ενέργεια μεταφέρεται στους μυς, μετατρέπεται σε κινητική και έτσι προκαλείται η κίνηση των μυών. Η ενέργεια τόσο στις τροφές όσο και στους έμβιους οργανισμούς, είναι αποθηκευμένη στους χημικούς δεσμούς των χημικών ενώσεων. Έχει, δηλαδή τη μορφή δυναμικής ενέργειας, που οφείλεται στις δυνάμεις μεταξύ των ατόμων που σχηματίζουν τα μόρια των χημικών ενώσεων. Γι' αυτό, αποκαλείται **χημική ενέργεια**.

Η κινητική ενέργεια των αυτοκινήτων, συνήθως προέρχεται από τα καύσιμα τους, πετρέλαιο ή βενζίνη. Στα καύσιμα υπάρχει αποθηκευμένη χημική ενέργεια η οποία με τη καύση μετατρέπεται αρχικά σε θερμική των αερίων προϊόντων της καύσης και στη συνέχεια σε κινητική ενέργεια του οχήματος. Στα τρόλεϊ όμως και στα ηλεκτρικά τρένα η ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε κινητική των οχημάτων. Η ηλεκτρική ενέργεια προέρχεται κυρίως από τη μετατροπή της χημικής ενέργειας που είναι αποθηκευμένη στον άνθρακα ή το πετρέλαιο. Η μετατροπή αυτή πραγματοποιείται με καύση των χημικών ενώσεων, κατά την οποία η χημική ενέργεια μετατρέπεται σε θερμική και στη συνέχεια σε ηλεκτρική. Με παρόμοιο τρόπο σ' ένα λύχνο υγραερίου η χημική ενέργεια μετατρέπεται σε θερμική.

Αν συνδέσουμε μια μπαταρία μ' ένα λαμπάκι η χημική ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στη μπαταρία μετατρέπεται αρχικά σε ηλεκτρική του ρεύματος και στη συνέχεια σε θερμική και φωτεινή στο λαμπάκι.



Εικόνα 4.16

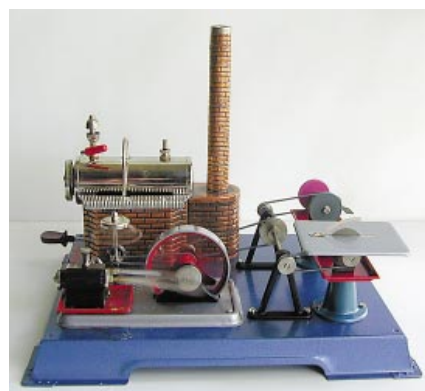
Ο άλτης λυγίζει το κοντάρι. Η κινητική ενέργεια του άλτη μετατρέπεται σε δυναμική του κονταριού.

ΦΡΕΣΚΟ ΓΑΛΑ		
ΓΑΛΑ ΑΓΕΛΛΑΔΟΣ		
ΠΑΣΤΕΡΙΩΜΕΝΟ, ΑΠΑΧΟ		
FRESH MILK, 0% FAT, PASTEURIZED.		
ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΑΝΑ 100ml		
	ΠΛΗΡΕΣ	ΔΙΕΤ. 0%
ΕΝΕΡΓΕΙΑ	63Kcal	33Kcal
ΠΡΟΤΕΪΝΕΣ	3,2g	3,3g
ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΕΣ	4,7g	4,9g
ΛΙΠΑΡΑ	3,5g	0g
ΑΣΒΕΣΤΙΟ	120mg	124mg
ΦΩΣΦΟΡΟΣ	95mg	98mg
ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ: B1, B2, B6, B12, C		

ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ / NUTRITIONAL INFORMATION	
Μέση θρεπτική αξία ανά 100 g / Average value for 100 g of product	
Ενέργεια / Energy	353 Kcal / 1465 kJ
Υδατάνθρακες / Carbohydrates	74.7 g
Πρωτεΐνες / Proteins	12.5 g
Λίπη / Fat	0.5 g
ΘΡΕΠΤΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ	
NUTRIENT	% ΗΜΕΡΗΣΙΑΣ ΧΡΕΙΑΣ* / % DAILY VALUE*
Σίδηρος / Iron	13.0%
Ασβέστιο / Calcium	3.6%
Βιταμίνη Α / Vitamin A	25.3%
Β-καροτίνη / b-carotene	

Εικόνα 4.17

Η ενέργεια που παίρνουμε από τις τροφές προέρχεται από την δυναμική ενέργεια των ατόμων που σχηματίζουν τα μόρια τους.



Εικόνα 4.18

Η χημική ενέργεια του καύσιμου μετατρέπεται σε θερμική των ατμών. Η θερμική μετατρέπεται σε κινητική και αυτή με τη σειρά της σε ηλεκτρική.

Με βάση τις μεταβολές που παρατηρούμε γύρω μας μπορούμε να διακρίνουμε ποικίλες μορφές ενέργειας όπως: μηχανική, θερμική, ηλεκτρική, χημική, πυρηνική, ηχητική, ακτινοβολία. Αν λάβουμε υπόψη όμως ότι η ύλη αποτελείται από δομικούς λίθους, (μόρια, άτομα, πυρήνες και ηλεκτρόνια) που βρίσκονται σε διαρκή κίνηση και αλληλεπιδρούν με δυνάμεις, όλες αυτές οι μορφές ενέργειας ανάγονται τελικά στις δυο μορφές της μηχανικής ενέργειας: κινητική και δυναμική. Έτσι στο μικρόκοσμο η κινητική και η δυναμική ενέργεια αποτελούν τις θεμελιώδεις μορφές ενέργειας. Όλες οι μορφές ενέργειας που μπορούμε να διακρίνουμε στον κόσμο που ζούμε ανάγονται σε αυτές τις δυο.

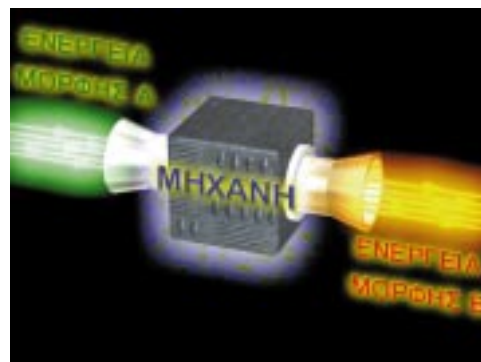
Για παράδειγμα η θερμική ενέργεια είναι κινητική ενέργεια που συνδέεται με την άτακτη κίνηση των δομικών λίθων. Η χημική ενέργεια είναι δυναμική ενέργεια που σχετίζεται με τις δυνάμεις μεταξύ των μορίων ή των ατόμων. Η πυρηνική ενέργεια είναι η δυναμική ενέργεια που οφείλεται στις δυνάμεις μεταξύ των συστατικών του πυρήνα του ατόμου.

Φυσικό φαινόμενο	Κατά προσέγγιση τιμές ενέργειας σε J
Δημιουργία του σύμπαντος	10^{68}
Έκρηξη super nova	10^{44}
Ετήσια Ηλιακή ακτινοβολία	10^{34}
Περιστροφή της Γης γύρω από τον Ήλιο	10^{33}
Ηλιακή ενέργεια που φθάνει στη Γη ανά έτος	10^{25}
Βίαιος σεισμός (8Richter)	10^{18}
Έκρηξη της ατομικής βόμβας στη Χιροσίμα	10^{14}
Ενέργεια που καταναλώνεται από πύραυλο για αποστολή στη Σελήνη	10^{11}
Αστραπή	10^{10}
Άνθρωπος που τρέχει για μια ώρα	10^8
Σπίρτο που καίγεται	10^3
Θανατηφόρα δόση ακτινοβολίας X	10^3
Ενέργεια του ήχου σε μια disco ανά δευτερόλεπτο (117dB)	10^{-4}
Σχάση ενός πυρήνα ουρανίου	10^{-11}
Ηλεκτρόνιο σε άτομο	10^{-13}
Κινητική ενέργεια ενός μορίου σε θερμοκρασία δωματίου	10^{-21}

4.4 Μετατροπές ενέργειας

Ας σκεφθούμε μερικές καθημερινές διεργασίες, όπου εμφανίζεται ενέργεια σε ποικίλες μορφές: η καύση του ξύλου, η σύνδεση μπαταρίας με μια λάμπα, η θέρμανση του νερού με τη χρήση του λύχνου υγραερίου ή με ηλεκτρικό μπρίκι, η λειτουργία ενός ανεμιστήρα, το ξεκίνημα ή το σταμάτημα ενός αυτοκινήτου. Σ όλες τις παραπάνω περιπτώσεις μια μορφή ενέργειας μετατρέπεται σε κάποια άλλη. Κατ' αρχήν κάθε μορφή ενέργειας είναι δυνατόν να μετατραπεί σ' οποιαδήποτε άλλη.

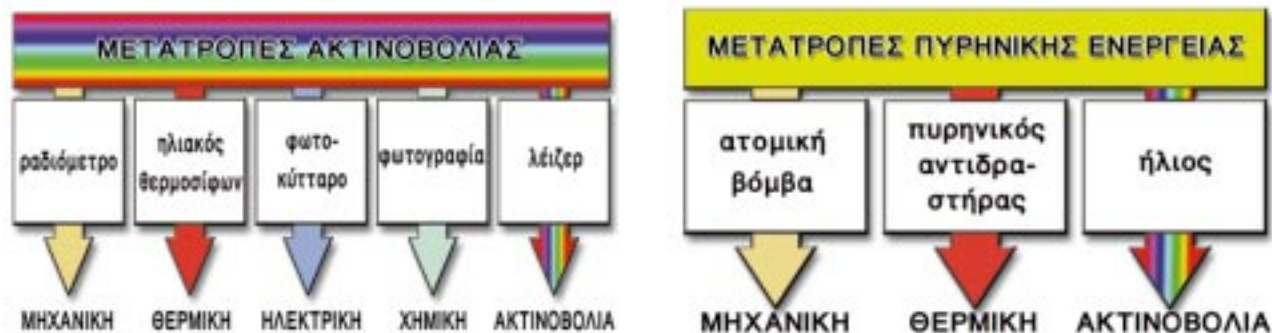
Η ανακάλυψη μηχανών και συσκευών που μετατρέπουν την ενέργεια από τη μια μορφή στην άλλη, υπήρξε σπουδαίο επίτευγμα του ανθρώπινου πολιτισμού, ειδικά των τελευταίων αιώνων. Κατάφερε έτσι ο άνθρωπος να τιθασεύσει μεγάλο αριθμό φυσικών και χημικών φαινομένων και να χρησιμοποιήσει τις μετατροπές ενέργειας που τα συνοδεύουν προς όφελος του. Στο παρακάτω πίνακα αναφέρονται μερικά παραδείγματα:



Εικόνα 4.19

Οι μηχανές μετατρέπουν μια μορφή ενέργειας σε άλλη.





Εικόνα 4.20
Η ενέργεια διατηρείται.

Γενικά η ύπαρξη της ενέργειας εκδηλώνεται όταν μετατρέπεται από μια μορφή σε άλλη. Η ενέργεια ποτέ δεν εξαφανίζεται. Μπορεί να μετατρέπεται από τη μια μορφή στην άλλη, ή να μεταφέρεται από ένα σώμα σε άλλο.

Η παραπάνω πρόταση εκφράζει την **αρχή διατήρησης της ενέργειας** που αποτελεί μια από τις γενικότερες αρχές της Φυσικής.



Πηγές ενέργειας

Η ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στα ορυκτά καύσιμα, στον άνθρακα, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο οφείλεται στον Ήλιο. Αυτά τα καύσιμα προήλθαν από φυτά και υδρόβιους οργανισμούς τα οποία βρέθηκαν στο εσωτερικό της Γης σε κατάλληλες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης και μετασχηματίστηκαν σε διάστημα περίπου 30 εκατομμυρίων ετών. Συνεπώς δεν ανανεώνονται κατά την περίοδο ύπαρξης του ανθρώπου στη Γη και αναμένεται να εξαντληθούν σε μερικές δεκαετίες.



Το ουράνιο και το θόριο λέγονται πυρηνικά καύσιμα γιατί χρησιμοποιούνται στους πυρηνικούς αντιδραστήρες με τελικό σκοπό την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η ύπαρξη τους χρονολογείται από την εποχή δημιουργίας της Γης πριν από περίπου 4,5 δισεκατομμύρια χρόνια. Συνεπώς τα αποθέματα τους δεν ανανεώνονται και μάλλον θα εξαντληθούν μέσα στον 21^ο αιώνα.

Το υδρογόνο που σχηματίστηκε κατά τη γέννηση του Σύμπαντος αποτελεί μια πηγή ενέργειας, στην οποία η ανθρωπότητα έχει εναποθέσει πολλές ελπίδες. Τα αποθέματα υδρογόνου στο νερό των ωκεανών είναι τεράστια, θα μπορούσαμε να πούμε ανεξάντλητα. Αν βρεθεί κατάλληλος τρόπος η αξιοποίησής τους θα λυθεί το ενεργειακό πρόβλημα.



1. Ποια καύσιμα λέγονται ορυκτά; Πως σχηματίστηκαν; Που οφείλεται η ενέργειά τους ;
2. Ποια καύσιμα λέγονται πυρηνικά; Που οφείλεται η ύπαρξή τους ;
3. Ποια είναι η κυριότερη διαφορά του υδρογόνου από τα υπόλοιπα καύσιμα;





Η ανάγκη για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας



Στο παραπάνω σχήμα δείχνονται οι διαδικασίες ανταλλαγής του άνθρακα μεταξύ της ατμόσφαιρας και της γης. Ο πρώτος και ο τελευταίος κύκλος αντιστοιχούν σε δραστηριότητες που ωφείλονται σε φυσικές διεργασίες. Η μεσαία διαδικασία αντιστοιχεί σε ανθρωπογενείς δραστηριότητες και προκαλεί αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.

Σήμερα το μεγαλύτερο ποσοστό της ενέργειας που χρησιμοποιούμε παγκόσμια προέρχεται από ορυκτά καύσιμα (γαιάνθρακες, πετρέλαιο και φυσικό αέριο) και ουράνιο. Οι συμβατικές όμως αυτές πηγές ενέργειας παρουσιάζουν σοβαρά προβλήματα.

Πρώτον τα αποθέματα τους κάποτε θα εξαντληθούν γιατί ο ρυθμός με τον οποίο καταναλώνονται είναι πολύ μεγαλύτερος από το ρυθμό που παράγονται.

Δεύτερον η χρήση τους συμβάλλει στη ρύπανση και τη καταστροφή του περιβάλλοντος.

Το πιο ανησυχητικό στοιχείο, σε παγκόσμια κλίμακα είναι η αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα εξαιτίας της καύσης των ορυκτών καυσίμων. Αυτή η αύξηση έχει σαν αποτέλεσμα το λεγόμενο φαινόμενο του «θερμοκηπίου» που προκαλεί την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη μας με ανυπολόγιστες συνέπειες για την ισορροπία του γήινου οικοσυστήματος.

Από την άλλη μεριά η χρήση της πυρηνικής ενέργειας, με σχάση του ουρανίου, συνδέεται με το τεράστιο πρόβλημα της διάθεσης των ραδιενεργών αποβλήτων και με την εφιαλτική προοπτική των πυρηνικών ατυχημάτων.

Για τους παραπάνω λόγους η σύγχρονη κοινωνία προσπαθεί να αξιοποιήσει τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Σ' αυτές περιλαμβάνονται διάφορες μορφές ηλιακής ενέργειας, η γεωθερμική ενέργεια και η ενέργεια από πυρηνική σύντηξη στην οποία θα αναφερθούμε στην τελευταία ενότητα αυτού του βιβλίου.



1. Ποια είναι τα κύρια προβλήματα που προκύπτουν από τη χρήση συμβατικών καυσίμων;
2. Ποιες είναι οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας;



Η τέταρτη μονάδα του πυρηνικού εργοστασίου του Τσέρνομπιλ, όπως είναι σήμερα, μετά το ατύχημα



Αιολική ενέργεια

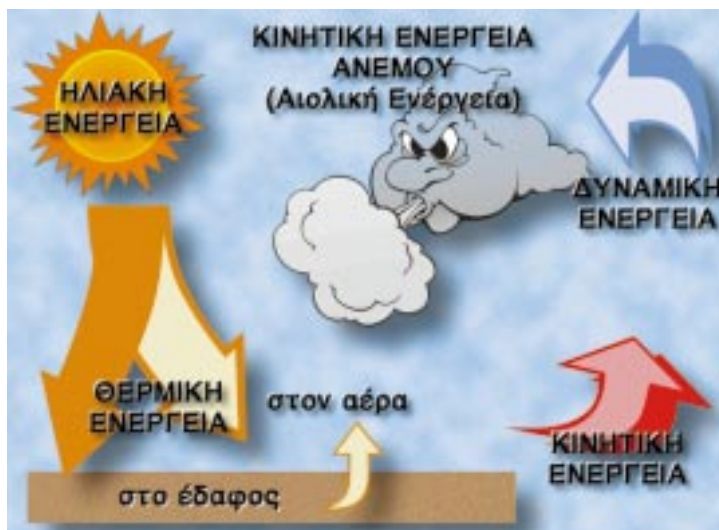
Από την αρχαιότητα οι άνθρωποι αξιοποίησαν την κινητική ενέργεια του ανέμου (αιολική ενέργεια) στις μετακινήσεις τους με ιστιοφόρα και στο άλεσμα των δημητριακών με ανεμόμυλους. Οι ανεμόμυλοι συγκαταλέγονται μαζί με τους νερόμυλους στις πρώτες μηχανές που αντικατέστησαν τους μυς των ζώων και του ανθρώπου ως πηγές ενέργειας. Τη σημασία της αιολικής ενέργειας και τη συμβολή της στη εξέλιξη της ανθρωπότητας είχαν κατανοήσει οι Αρχαίοι Έλληνες όπως φαίνεται και στην Ελληνική μυθολογία, όπου ο Αίολος ορίζεται από τους θεούς ως ο ταμίας των ανέμων, διαχειριστής της αιολικής ενέργειας.



Σήμερα ειδικοί ανεμόμυλοι ή όπως λέγονται ανεμογεννήτριες, χρησιμοποιούνται για τη μετατροπή της αιολικής ενέργειας σε ηλεκτρική. Το κόστος Παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας, που περιορίζεται στην αγορά της ανεμογεννήτριας υπερβαίνει το αντίστοιχο με καύση του άνθρακα περίπου κατά 40%. Φυσικά οι ανεμογεννήτριες εγκαθίστανται σε περιοχές όπου πνέουν ισχυροί άνεμοι όπως για παράδειγμα τα νησιά του Αιγαίου.

Πως όμως μετασχηματίζεται τελικά η ηλιακή ενέργεια σε αιολική; Το ερώτημα αυτό σχετίζεται με ένα από τα πιο δύσκολα προβλήματα της γεωφυσικής. Μιλώντας πολύ απλά μπορούμε να πούμε ότι:

1. Η ενέργεια που έρχεται από τον Ήλιο απορροφάται από τα μόρια του αέρα, είτε απ' ευθείας, είτε έμμεσα, μέσω του εδάφους.
2. Η ηλιακή ενέργεια μετασχηματίζεται σε κινητική ενέργεια των μορίων του αέρα (θερμική ενέργεια).
3. Ο θερμός αέρας ανεβαίνει και η κινητική ενέργεια των μορίων του μετατρέπεται σε δυναμική (Η θερμική ενέργεια μετατρέπεται σε δυναμική).
4. Ο ψυχρός αέρας κινείται για να καταλάβει τη θέση του ανερχόμενου θερμού και έτσι η δυναμική ενέργεια μετατρέπεται σε κινητική (αιολική) ενέργεια.

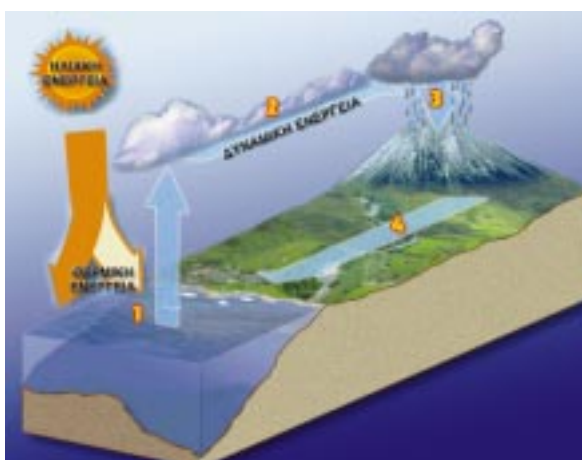


Που εγκαθιστούμε συνήθως τις ανεμογεννήτριες και για ποιο λόγο;



Υδραυλική ενέργεια

Το 10% περίπου της ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα προέρχεται από τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια. Ποια είναι όμως τα στάδια μετατροπής της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική σ' ένα υδροηλεκτρικό εργοστάσιο;



1. Οι ωκεανοί απορροφούν την ενέργεια ακτινοβολίας του Ήλιου, η οποία μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια, αυξάνοντας τη θερμοκρασία του νερού. Η ηλιακή ακτινοβολία παρέχει την απαραίτητα θερμότητα για να εξατμισθεί το νερό και να παραχθούν υδρατμοί. Οι υδρατμοί μεταφέρονται στην ατμόσφαιρα όπου σχηματίζονται τα σύννεφα.
2. Το νερό λοιπόν βρίσκεται σε κάποιο ύψος και έχει βαρυτική δυναμική ενέργεια. Η ενέργεια ακτινοβολίας του Ήλιου μετασχηματίστηκε σε βαρυτική δυναμική ενέργεια του νερού.
3. Στη συνέχεια πέφτει στο έδαφος με μορφή βροχής ή χιονιού.

4. Το νερό ρέει από τα υψηλότερα σημεία της ξηράς προς τη θάλασσα σχηματίζοντας ποταμούς, οπότε η βαρυτική δυναμική ενέργεια μετατρέπεται σε κινητική. Η ροή αυτή ελέγχεται με τη κατασκευή ενός φράγματος και τη δημιουργία τεχνητής λίμνης (υδατοταμιευτήρας).
5. Η κινητική ενέργεια του νερού μετατρέπεται σε περιστροφική κινητική ενέργεια του υδροστροβίλου στον υδροηλεκτρικό σταθμό.
6. Στις στροβιλογεννήτριες η κινητική ενέργεια του στροβίλου μετατρέπεται σε ηλεκτρική.



Εκτός της δυναμικής των υδατοταμιευτήρων υπάρχουν και άλλες μορφές υδραυλικής ενέργειας. Το νερό των θαλασσών, εξαιτίας των κυμάτων που δημιουργούνται από τους ανέμους, των ρευμάτων και των παλιρροιών βρίσκονται σε διαρκή κίνηση. Έχουν προταθεί διάφορες διαδικασίες αξιοποίησης αυτής της δυναμικής ή της κινητικής ενέργειας ειδικά σε περιοχές όπου τα παραπάνω φαινόμενα είναι ιδιαίτερα έντονα.

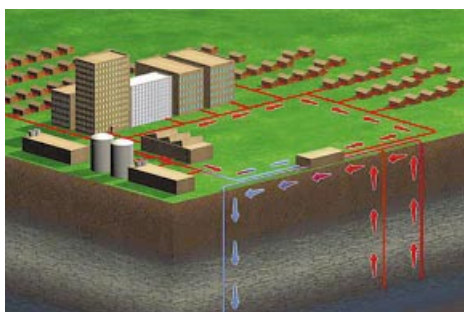
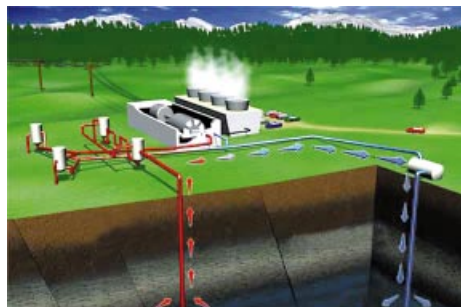


Περιγράψτε τις μετατροπές ενέργειας που πραγματοποιούνται κατά τη λειτουργία ενός υδροηλεκτρικού εργοστασίου.



Γεωθερμική ενέργεια

Η Γεωθερμική ενέργεια σχετίζεται με τη θερμική ενέργεια των υπόγειων πετρωμάτων ή υπόγειων νερών. Προκειμένου να την μετασχηματίσουμε σε άλλες μορφές αξιοποιούμε τη διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στα υπόγεια πετρώματα ή νερά και την επιφάνεια της Γης. Τα υπόγεια υλικά που έχουν υψηλότερες θερμοκρασίες είναι πηγές θερμικής ενέργειας που μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε άμεσα είτε να μετασχηματισθεί σε ηλεκτρική ενέργεια.



Γεωθερμική ενέργεια υπάρχει προφανώς παντού αλλά η χρησιμότητα της είναι οικονομικά συμφέρουσα μόνο όταν υπάρχουν φυσικές δεξαμενές θερμού νερού ή ατμού πολύ κοντά στην επιφάνεια όπως στις Θερμοπύλες ή στη Μήλο. Στην Ισλανδία η γεωθερμική ενέργεια (θερμό νερό) χρησιμοποιείται τόσο για θέρμανση κτιρίων όσο και για τη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.



Ενέργεια και ζωή

Κάθε ζωντανό κύτταρο, κάθε φυτό, κάθε ζώο είναι μια ζωντανή μηχανή και όπως κάθε μηχανή πρέπει να προμηθεύεται ενέργεια. Τα καύσιμα των ζωντανών οργανισμών του πλανήτη είναι οργανικές ενώσεις που αντιδρούν με το οξυγόνο και απελευθερώνουν ενέργεια.

Οι χημικοί δεσμοί μεταξύ άνθρακα, οξυγόνου και υδρογόνου που περιέχονται στα μόρια του πετρελαίου ή των τροφών περικλείουν περισσότερη ενέργεια από τους



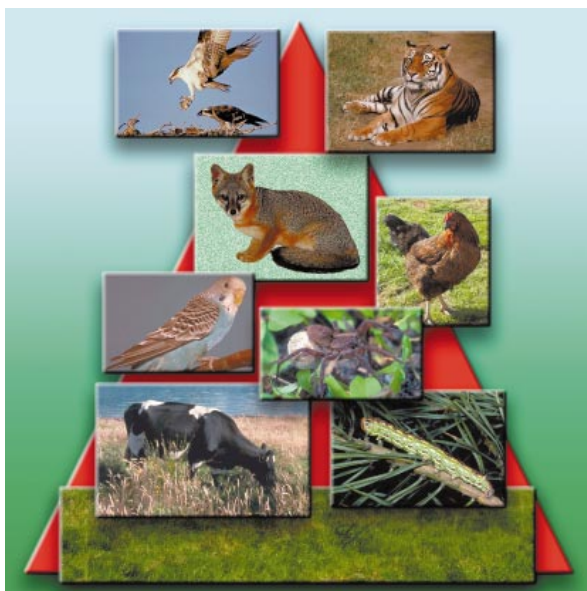
Σχήμα

Τροφές – μεταβολισμός - ενέργεια.

δεσμούς μεταξύ άνθρακα - οξυγόνου στο διοξείδιο του άνθρακα και υδρογόνου - οξυγόνου στο νερό. Κατά το μεταβολισμό των τροφών προκύπτει διοξείδιο του άνθρακα και νερό. Η διαφορά της χημικής ενέργειας μεταξύ τροφών και των προϊόντων του μεταβολισμού (διοξείδιο του άνθρακα και νερό) είναι η ενέργεια που στηρίζει τη ζωή.

Η κύρια διαφορά ανάμεσα στην καύση των θρεπτικών ουσιών κατά τον μεταβολισμό και στην καύση των ορυκτών καυσίμων στις άλλες μηχανές εντοπίζεται στην ταχύτητα των αντιδράσεων. Στο μεταβολισμό η αντίδραση είναι βραδύτερη και η ενέργεια απελευθερώνεται εφόσον χρειάζεται. Κατά την καύση ο άνθρακας ενώνεται με το οξυγόνο και σχηματίζει το διοξείδιο του άνθρακα.

Η αντίστροφη διαδικασία είναι δυσκολότερη. Μόνο στα πράσινα μέρη των φυτών το διοξείδιο του άνθρακα και το νερό σχηματίζουν ενώσεις όπως η γλυκόζη. Η γλυκόζη είναι η απλούστερη θρεπτική ουσία. Όλες οι υπόλοιπες (υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, λίπη) είναι επίσης ενώσεις του άνθρακα με υδρογόνο και οξυγόνο, αλλά πιο σύνθετες. Τα μεγαλύτερα έμβια όντα τρέφονται από τα μικρότερα που με τη σειρά τους τρώνε ακόμη μικρότερα. Έτσι προχωρώντας φθάνουμε στα φυτά της ξηράς και στο φυτοπλαγκτόν των ωκεανών που φωτοσυνθέτουν.



Ανεβαίνοντας σκαλί – σκαλί η τροφική πυραμίδα παρουσιάζει απώλειες. Στην Αφρικάνικη ζούγκλα, κάθε γαζέλα, για να διατηρηθεί στη ζωή, χρειάζεται χόρτο 10πλάσιας μάζας από τη μάζα της. Το λιοντάρι, με τη σειρά του, για να συντηρηθεί χρειάζεται να φάει ποσότητα κρέατος γαζέλας δεκαπλάσιο της μάζας του. Κάθε μετατροπή ενέργειας στην τροφική πυραμίδα συμβάλλει στις απώλειες. Είναι αξιοσημείωτο και από ενεργειακή άποψη εξαιρετικά οικονομικό το ότι τα μεγαλύτερα έμβια όντα του πλανήτη, ο ελέφαντας και η μπλε φάλαινα τρέφονται με τα κατώτερα τμήματα της τροφικής πυραμίδας. Όλο και περισσότεροι άνθρωποι θεωρούν ουσίες όπως τις μικρές γαρίδες (κριλ) αποδοτικές πηγές διατροφής.



- 1) Ποια είναι τα «καύσιμα» των ζωντανών οργανισμών του πλανήτη ; Πως προκύπτει ενέργεια από αυτά;
- 2) Ποια είναι η βάση και ποια η κορυφή της τροφικής πυραμίδας των οργανισμών της γης;

4.5 Ισχύς

Μέχρι τώρα δεν είπαμε τίποτε για το χρόνο, που απαιτείται, για να παραχθεί κάποιο έργο ή να μετατραπεί μια μορφή ενέργειας σε κάποια άλλη.

Ανεβάζουμε τα βιβλία που υπάρχουν σ' ένα κιβώτιο στα ράφια της βιβλιοθήκης. Μπορούμε ν' ανεβάσουμε ολόκληρο το κιβώτιο σε πέντε δευτερόλεπτα ή μπορούμε να ανεβάσουμε κάθε βιβλίο χωριστά, οπότε θα χρειαστούμε τριάντα δευτερόλεπτα. Το έργο που παράγουμε και στις δυο περιπτώσεις είναι το ίδιο. Στην πρώτη περίπτωση όμως, κουραζόμαστε περισσότερο. Το ίδιο συμβαίνει αν ανεβούμε μια σκάλα σε μερικά δευτερόλεπτα, τρέχοντας, παρά αν ανεβούμε την ίδια σκάλα, σε λίγα λεπτά, περπατώντας.

Για να διακρίνουμε περιπτώσεις σαν τις παραπάνω εισάγουμε την έννοια της **ισχύος**. Ένα μέγεθος που δείχνει πόσο γρήγορα παράγεται κάποιο έργο ή μετασχηματίζεται κάποια μορφή ενέργειας.

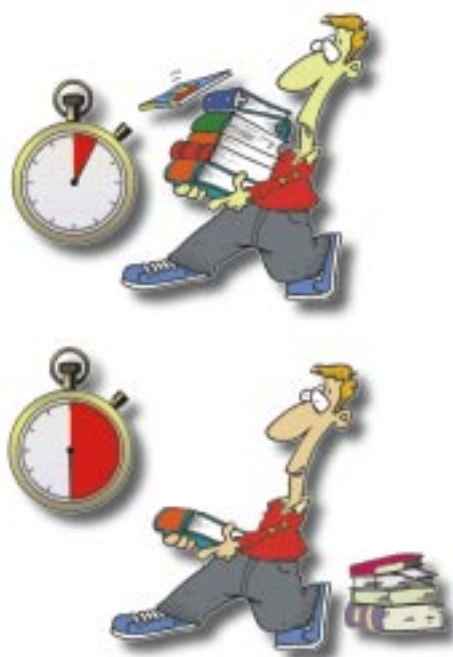
Η ισχύς είναι ίση με το πηλίκο του έργου (W) που παράγεται ή της ενέργειας (E) που μετασχηματίζεται δια του αντίστοιχου χρονικού διαστήματος.

$$\text{Ισχύς} = \frac{\text{Έργο}}{\text{χρόνος}} = \frac{\text{Ενέργεια}}{\text{χρόνος}} \quad \text{ή συμβολικά}$$
$$P = \frac{W}{t} = \frac{E}{t}$$

Η ισχύς μια συσκευής ή μιας μηχανής είναι τόσο μεγαλύτερη όσο περισσότερο έργο παράγει ή περισσότερη ενέργεια μετασχηματίζει σε ορισμένο χρονικό διάστημα. Ή, ισοδύναμα, η ισχύς είναι τόσο μεγαλύτερη, όσο μικρότερο χρονικό διάστημα απαιτείται για να παραχθεί ορισμένη ποσότητα έργου, ή να μετασχηματιστεί ορισμένη ποσότητα ενέργειας.

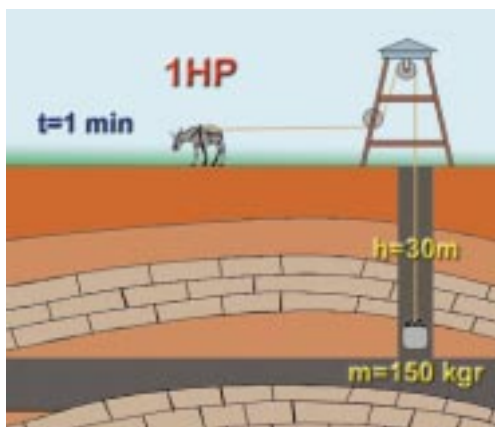
Κατά τη καύση ενός λίτρου βενζίνης ορισμένη ποσότητα χημικής ενέργειας μετατρέπεται σε θερμική. Το λίτρο όμως καίγεται σε μισή ώρα σε ένα επιβατηγό αυτοκίνητο και μόνο σε 1,5 δευτερόλεπτο σ' ένα αεροπλάνο Μπόϊνγκ 747. Έτσι η μηχανή του αεροπλάνου αναπτύσσει ισχύ 12000 φορές μεγαλύτερη από εκείνη του αυτοκινήτου.

Σύμφωνα με τον ορισμό της, μονάδα ισχύος είναι το Τζάουλ ανά δευτερόλεπτο. Η μονάδα αυτή ονομάζεται Watt (βατ) προς τιμή του Σκωτζέζου Τζέημς Βάτ (James Watt) που βελτίωσε την ατμομηχανή τον 18^ο αιώνα.



Εικόνα 4.21

Σε όσο μικρότερο χρονικό διάστημα παράγουμε κάποιο έργο τόσο περισσότερο κουραζόμαστε.



Εικόνα 4.22

Ορισμός από τον Βατ (Watt) της μονάδας ισχύος.
Ένα άλογο ανυψώνει μάζα 150kgf σε ύψος 1m και σε χρονικό διάστημα 1min.
Το άλογο αναπτύσσει ισχύ 1Hp.

$$1W = \frac{1J}{1s}$$

Μια μηχανή έχει ισχύ 1W όταν παράγει έργο 1J σε χρόνο 1s. Το W είναι σχετικά μικρή μονάδα ισχύος και γι' αυτό συχνά χρησιμοποιούνται τα πολλαπλάσια του:

$$1kW = 1000W = 10^3W$$

$$1MW = 1.000.000 W = 10^6W$$

Ειδικά για τις μηχανές των αυτοκινήτων έχει διατηρηθεί ως μονάδα ισχύος ο ίππος (1HP) που είναι ίσος με $\frac{3}{4}kW$, οπότε μια μηχανή 134 ίππων έχει ισχύ 100kW.

Στον παρακάτω πίνακα δείχνονται οι ενδεικτικές τιμές ισχύος μερικών βιολογικών συστημάτων, μηχανών και ηλεκτρικών συσκευών.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2

Βιολογικά συστήματα	Ισχύς	Μηχανές	Ισχύς	Ηλεκτρικές Συσκευές	Ισχύς
Έντομο που πετάει	0,001W	Ρολόι χειρός	0,001W	Ξυριστική μηχανή	10W
Καρδιά ανθρώπου	3W	Μηχανή αυτοκινήτου	10–200KW	Λαμπτήρας	100W
Άνθρωπος που εργάζεται	100W	Μπόινγκ	21000KW	Θερμοσίφωνα	1000–4000W
		Σταθμός Ηλεκτρικής ενέργειας στην Πτολεμαΐδα	320MW	Κουζίνα	5000–8000W
Άνθρωπος που περπατάει	75W	Πυρηνικός αντιδραστήρας	900MW	Πλυντήριο	3500W
Δρομέας	170W	Πύραυλος	1000MW	Έγχρωμη τηλεόραση	500W
Δελφίνι που κολυμπάει	210W				
Άλογο που καλπάζει	1000W				

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Ένας ηλεκτρικός κινητήρας ανηψώνει με σταθερή ταχύτητα έναν ανελκυστήρα που έχει βάρος 12000N σε ύψος 9m σε χρόνο 15s. Πόση είναι η ισχύς του κινητήρα;



Δεδομένα

$$F = 12000\text{N}$$

$$x = 9\text{m}$$

$$t = 15\text{s}$$

Ζητούμενα

$$P \text{ (ισχύς)}$$

Βασικές εξισώσεις

$$W = F \cdot x$$

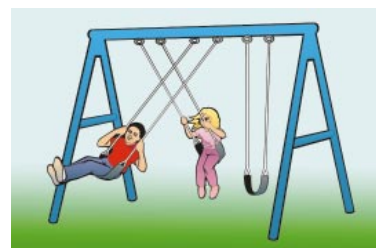
$$P = \frac{W}{t}$$

Λύση

$$P = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot x}{t} = \frac{12.000\text{N} \cdot 9\text{m}}{15\text{s}} = 7200 \frac{\text{J}}{\text{s}} = 7200\text{W} = 7,2\text{kW}$$

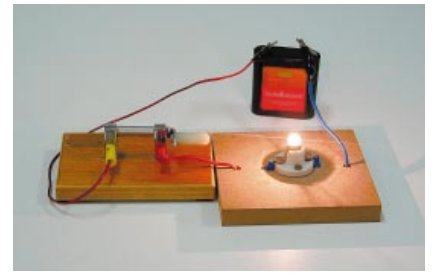
ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

- Συμπλήρωσε το παρακάτω κείμενο:
Υπάρχουν διάφορες μορφές που όμως στον μικρόκοσμο ανάγονται σε δυο θεμελιώδεις. Αυτές είναι η ενέργεια και η ενέργεια.
Η ενέργεια από μια μορφή σε άλλη. Κατά τις μετατροπές η διατηρείται σταθερή.
Το μέγεθος που δείχνει πόσο γρήγορα παράγεται ένα έργο ή μετασχηματίζεται κάποια μορφή ενέργειας ονομάζεται
- Η μονάδα ισχύος στο διεθνές σύστημα είναι:
α) N β) J γ) J · m δ) W ε) $\frac{\text{N}}{\text{s}}$
- Δυο μαθητές το νηπιαγωγείου έχουν δυο αυτοκινητάκια το ένα είναι κουρδιστό ενώ το άλλο λειτουργεί με μπαταρίες. Ποια μορφή ενέργειας είναι αρχικά αποθηκευμένη στα αυτοκινητάκια; Ποια μορφή ενέργειας έχουν όταν κινούνται; Τι γίνεται αυτή η ενέργεια όταν τα αυτοκινητάκια σταματήσουν;
- Μια κούνια αιωρείται. Σε ποιο σημείο η κούνια έχει μεγαλύτερη δυναμική ενέργεια; Σε ποιο σημείο έχει μεγαλύτερη ταχύτητα; Γιατί τελικά η κούνια σταματάει;



5. Άφησε από το ίδιο ύψος ένα μπαλάκι του πινγκ – πονγκ και μια σφαίρα από πλαστελίνη. Τι θα συμβεί όταν φθάσουν στο πάτωμα; Διατηρείται η ενέργεια και στις δυο περιπτώσεις; Να δικαιολογήσεις την απάντησή σου.

6. Στο κύκλωμα της διπλανής εικόνας έχουμε συνδέσει με μια μπαταρία ένα λαμπάκι. Ποιες μετατροπές ενέργειας θα συμβούν όταν κλείσουμε τον διακόπτη;



7. Από πού προέρχεται η κινητική ενέργεια ενός αθλητή που τρέχει με $10 \frac{m}{s}$; Ενός αυτοκινήτου που τρέχει με την ίδια ταχύτητα;

8. Να περιγράψεις τις μετατροπές ενέργειας που συμβαίνουν σ' ένα αυτοκίνητο από τη στιγμή που τίθεται η μηχανή του σε λειτουργία μέχρι το αυτοκίνητο να σταματήσει.

9. Μια μηχανή Α έχει μεγαλύτερη ισχύ από μια μηχανή Β.
α) Ποια από τις δυο παράγει περισσότερο έργο στον ίδιο χρόνο;
β) Αν παράγουν το ίδιο έργο ποια χρειάζεται μικρότερο χρόνο;

10. Ένας λαμπτήρας με ισχύ 100W φωτοβολεί για 10 λεπτά και εκπέμπει φωτεινή ενέργεια 12.000J. Πόση ηλεκτρική ενέργεια απαιτείται για τη λειτουργία του λαμπτήρα; Τι συμβαίνει με τη διατήρηση της ενέργειας;



11. Βρες την ισχύ του οικογενειακού σας αυτοκινήτου (προσοχή μη συγχέεις αυτή την ισχύ με τον αριθμό των φορολογήσιμων ίππων του αυτοκινήτου). Να χρησιμοποιήσεις τον σχετικό πίνακα, που υπάρχει στο βιβλίο, με τις τιμές της ισχύος, για να απαντήσεις στο παρακάτω ερώτημα: Πόσα άλογα πρέπει να ζέψουμε μαζί σε μια άμαξα ώστε η συνολική ισχύς του αυτοκινήτου να είναι ίση με την ισχύ της μηχανής του αυτοκινήτου.

12. Παρακάτω δίνονται οι τιμές της απόστασης που μπορεί να διανύσει ένα μεταφορικό μέσο καταναλώνοντας ένα λίτρο υγρού καυσίμου (ή ισοδύναμη ηλεκτρική ενέργεια).

Ποιο όχημα διανύει μεγαλύτερη απόσταση καταναλώνοντας την ίδια ποσότητα καυσίμου;

Μεταφορικό μέσο	Απόσταση σε km
Επιβατηγό υτοκίνητο	10
Λεωφορείο	2,3
Τρένο	0,8
Αεροπλάνο	0,1

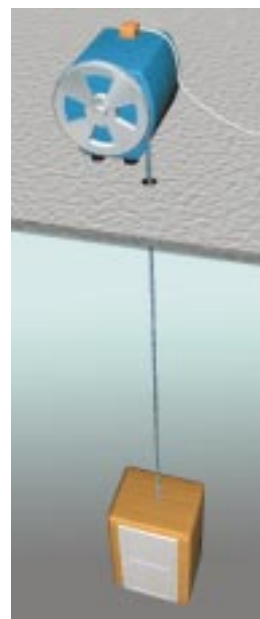
Στη συνέχεια δίνονται οι αντίστοιχες τιμές ανά λίτρο καυσίμου και ανά επιβάτη .

Μέσο	Μέσος αριθμός επιβατών	Απόσταση σε km
Αεροπλάνο	54	5,4
Επιβατηγό	1,5	15
Λεωφορείο	40	92
Τρένο	300	240

Ποιο μέσο εξασφαλίζει μεγαλύτερη απόσταση ανά επιβάτη; Με ποιο μεταφορικό μέσο προκύπτει μικρότερο οικονομικό κόστος και μικρότερη επιβάρυνση στο περιβάλλον;

Α Σ Κ Η Σ Ε Ι Σ

- Κατά τη διάρκεια ενός μαθήματος γυμναστικής ένας μαθητής μάζας 50kg αναρριχάται σε μια δοκό μήκους 4m σε 5s. Πόση είναι η μέση ισχύς του μαθητή στη διάρκεια της άσκησης.
- Ένας ηλεκτρικός κινητήρας ασκεί δύναμη 100.000N σ' έναν ανελκυστήρα τον οποίο ανυψώνει κατά 15m σε 30s Πόση είναι η ισχύς του κινητήρα; Εάν ο ανελκυστήρας ανέβαινε σε 20s θα άλλαζε το έργο; Θα άλλαζε η ισχύς του κινητήρα; Να δικαιολογήσεις την απάντησή σου.





- Ένα αυτοκίνητο κινείται με σταθερή ταχύτητα $30\frac{m}{s}$ σε οριζόντιο δρόμο. Στο αυτοκίνητο ασκείται από τον αέρα μια δύναμη αντίθετη με την κίνηση του 2.000N.
 - Ποιες δυνάμεις ασκούνται στο αυτοκίνητο κατά την οριζόντια διεύθυνση;
 - Πόση είναι η μετατόπιση του αυτοκινήτου σε χρόνο 10s;

- γ) Πόση ενέργεια προσφέρει η μηχανή του αυτοκινήτου σε χρόνο 10s;
 δ) Πόση ισχύ αναπτύσσει η μηχανή του αυτοκινήτου όταν κινείται με αυτή την ταχύτητα;

4. Σ' ένα υδροηλεκτρικό σταθμό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας πέφτουν από το φράγμα 20.000 τόνοι νερού ανά λεπτό. Το ύψος του φράγματος από τις ηλεκτρογεννήτριες είναι 20m. Η συνολική απόδοση του σταθμού είναι 70%. Να υπολογίσεις
 α) την βαρυτική δυναμική ενέργεια της ποσότητας του νερού που πέφτει σε ένα λεπτό;
 β) την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται σε ένα λεπτό
 γ) την ηλεκτρική ισχύ του σταθμού.



5. Έργο κατά το φρενάρισμα του αυτοκινήτου. Ένα αυτοκίνητο με μάζα 700kg κινείται με ταχύτητα $30\frac{m}{s}$. Ξαφνικά ο οδηγός πατάει φρένο και το αυτοκίνητο ολισθαίνει. Μεταξύ των τροχών του αυτοκινήτου και του οδοστρώματος αναπτύσσεται δύναμη τριβής το μέτρο της οποίας ισούται με 6.300N
 α) Να υπολογίσεις την κινητική ενέργεια του αυτοκινήτου πριν από το φρενάρισμα.
 β) Σε ποια μορφή ενέργειας μετατρέπεται η κινητική ενέργεια του αυτοκινήτου; Το έργο ποιας δύναμης εκφράζει αυτή την μετατροπή;
 γ)  Πόσο θα ολισθήσει το αυτοκίνητο μέχρι να σταματήσει;
6.  Ένα αυτοκίνητο με μάζα 1.000Kg κινείται με ταχύτητα $20\frac{m}{s}$. Ξαφνικά το αυτοκίνητο πέφτει πάνω σ' ένα δένδρο. Το δένδρο παραμένει ακίνητο και το αυτοκίνητο σταματάει.
 α) Ποια είναι η κινητική ενέργεια του αυτοκινήτου πριν την σύγκρουση; Σε τι μετατράπηκε αυτή η ενέργεια;
 β) Πόσο έργο παράχθηκε από τη δύναμη που ασκεί το δένδρο στο αυτοκίνητο;
 γ) Αν δεχθούμε ότι κατά τη διάρκεια της σύγκρουσης το δένδρο ασκεί στο αυτοκίνητο σταθερή δύναμη το μπροστινό μέρος του αυτοκινήτου μετατοπίσθηκε (βούλιαξε) κατά 50cm να υπολογίσεις το μέτρο της.

Περίληψη κεφαλαίου 4: Έργο και Ενέργεια

- Ένα σώμα λέμε ότι έχει ενέργεια αν μπορεί να προκαλέσει μια μεταβολή στο ίδιο ή στο περιβάλλον του.
- Μια δύναμη παράγει έργο όταν ασκείται σ' ένα σώμα το οποίο μετακινείται κατά τη διεύθυνση της δύναμης. Το έργο σταθερής δύναμης ορίζεται ως το γινόμενο του μέτρου της δύναμης επί την μετατόπιση του σώματος.
- Το έργο εκφράζει τη μεταβολή της ενέργειας ενός σώματος ή τη μετατροπή της από μια μορφή σε άλλη.
- Ένα σώμα έχει δυναμική ενέργεια αν στο σώμα ασκείται δύναμη ή εάν έχει υποστεί ελαστική παραμόρφωση. Η δυναμική ενέργεια εξαρτάται από το μέγεθος της δύναμης και τη θέση του σώματος ή από το μέγεθος της ελαστικής του παραμόρφωσης.
- Η βαρυτική δυναμική ενέργεια εξαρτάται από το βάρος του σώματος και από το ύψος του από κάποιο οριζόντιο επίπεδο.
- Κινητική ενέργεια είναι η ενέργεια που έχει ένα σώμα εξαιτίας της κίνησης του. Η κινητική ενέργεια εξαρτάται από τη μάζα και την ταχύτητα του κινούμενου σώματος.
- Το άθροισμα δυναμικής και κινητικής ενέργειας ενός σώματος ονομάζεται μηχανική ενέργεια.
- Όταν σ' ένα σώμα επιδρούν βαρυτικές, ηλεκτρικές ή δυνάμεις ελαστικής παραμόρφωσης η μηχανική του ενέργεια διατηρείται σταθερή.
- Υπάρχουν ποικίλες μορφές ενέργειας, όπως μηχανική, ηχητική, θερμική, ηλεκτρική, χημική, πυρηνική, ακτινοβολία. Όλες αυτές οι μορφές ενέργειας ανάγονται, στο μικροσκοπικό επίπεδο, σε δυο θεμελιώδεις μορφές: Κινητική και δυναμική.
- Η ενέργεια μετατρέπεται από μια μορφή σε άλλη. Κατά τις μετατροπές η συνολική ποσότητα ενέργειας διατηρείται σταθερή.
- Ισχύς είναι το μέγεθος που δείχνει πόσο γρήγορα παράγεται κάποιο έργο ή μετασχηματίζεται κάποια μορφή ενέργειας σε κάποια άλλη. Η ισχύς ορίζεται ως το πηλίκο του έργου ή της ενέργειας δια του αντίστοιχου χρόνου.

Β Α Σ Ι Κ Ο Ι Ο Ρ Ο Ι

Έργο

Δυναμική ενέργεια

Κινητική ενέργεια

Διατήρηση της μηχανικής ενέργειας

Αρχή διατήρησης της ενέργειας

Απόδοση

Ισχύς