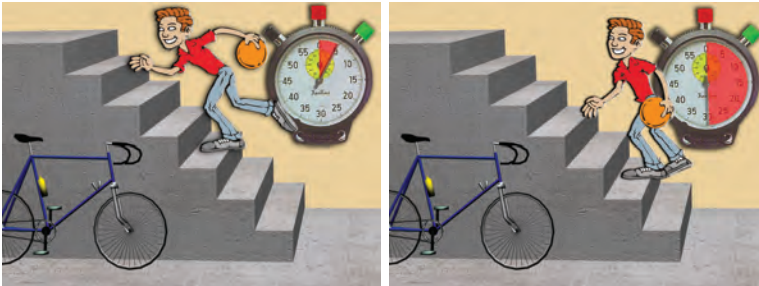


## 5.8 Ισχύς

Το έργο που παράγεται όταν ανεβαίνεις μια σκάλα τρέχοντας με σταθερή ταχύτητα σε μερικά δευτερόλεπτα είναι το ίδιο με αυτό που παράγεται όταν ανεβαίνεις την ίδια σκάλα σε μερικά λεπτά περπατώντας με σταθερή επίσης ταχύτητα (εικόνα 5.36). Αναρωτήθηκες ποτέ γιατί κουράζεσαι πολύ περισσότερο στην πρώτη περίπτωση;



Εικόνα 5.36.

Στην πρώτη εικόνα ανεβαίνεις τη σκάλα σε χρόνο 5 s (τρέχοντας), ενώ στη δεύτερη σε χρόνο 30 s (περπατώντας). Και στις δύο περιπτώσεις η δύναμη που ασκείς είναι ίση με το βάρος σου (κινείσαι με σταθερή ταχύτητα). Εφόσον ανεβαίνεις στο ίδιο ύψος, ισχύει για το έργο της δύναμης:  $W = w \cdot h$ . Επομένως, συμπεραίνουμε ότι σε όσο μικρότερο χρονικό διάστημα παράγουμε κάποιο έργο, τόσο περισσότερο κουραζόμαστε.

### Έργο και χρόνος

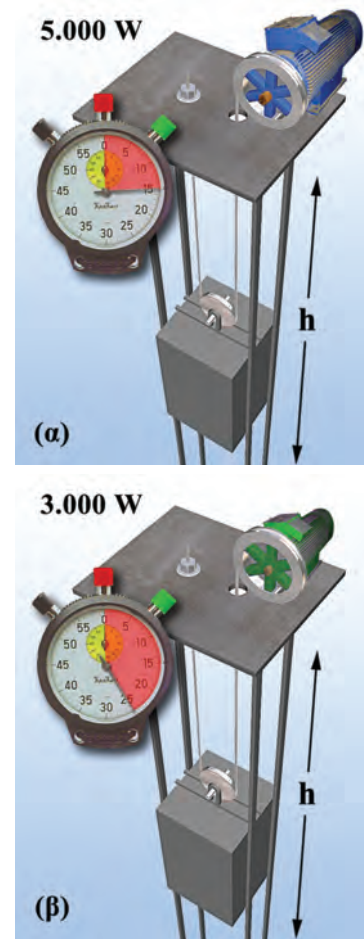
Για να απαντήσουμε στο παραπάνω ερώτημα, θα πρέπει να συνδέσουμε το έργο που παράγεται από μια δύναμη ή την ποσότητα μιας μορφής ενέργειας που μετατρέπεται σε άλλη μορφή, με τον χρόνο που απαιτείται για την παραγωγή του έργου ή τη μετατροπή μιας μορφής ενέργειας σε άλλη. Το φυσικό μέγεθος που συνδέει το παραγόμενο έργο ή την ποσότητα της παραγόμενης ενέργειας με τον αντίστοιχο χρόνο ονομάζεται **ισχύς**. Η ισχύς είναι ένα μέγεθος που δείχνει πόσο γρήγορα παράγεται κάποιο έργο ή μετασχηματίζεται κάποια μορφή ενέργειας και ορίζεται ως το πηλίκο του έργου ( $W$ ) που παράγεται ή της ενέργειας ( $E$ ) που μετασχηματίζεται δια του αντίστοιχου χρονικού διαστήματος.

$$\text{Ισχύς} = \frac{\text{Έργο}}{\text{χρονικό διάστημα}} = \frac{\text{Ποσότητα ενέργειας που μετασχηματίζεται}}{\text{χρονικό διάστημα}}$$

ή με τη χρήση συμβόλων

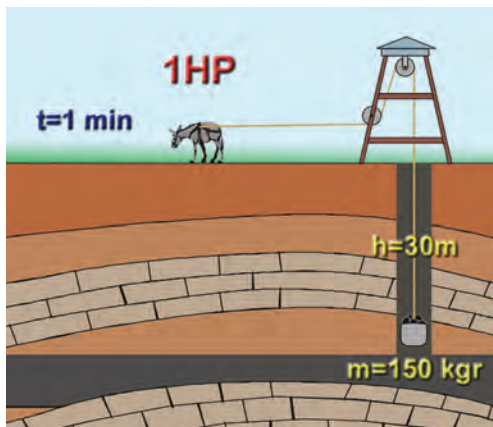
$$P = \frac{W}{t} = \frac{E}{t}$$

Η ισχύς μιας 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 (εικόνα 5.37). Για παράδειγμα, δύο αυτοκίνητα ίδιου βάρους ανεβαίνουν στην κορυφή ενός λόφου με σταθερή ταχύτητα. Το έργο που παράγουν οι δύο μηχανές είναι ίδιο. Η μηχανή όμως με τη μεγαλύτερη ισχύ (συνήθως μεγαλύτερου κυβισμού) θα οδηγή-



Εικόνα 5.37.

Οι δύο κινητήρες ανεβάζουν τον θάλαμο του ανελκυστήρα κατά το ίδιο ύψος ( $h$ ) και παράγουν το ίδιο έργο. Ο κινητήρας με τη μεγαλύτερη ισχύ τον ανεβάζει σε μικρότερο χρονικό διάστημα.

Φυσική  
και Ιστορία

Εικόνα 5.38.

**Ορισμός του HP από τον Bat (Watt)**

Η ιδέα για τη χρησιμοποίηση της ισχύος που αποδίδει ένα άλογο για τον ορισμό της μονάδας μέτρησης της ισχύος υπήρχε πριν ακόμη ο J. Watt την κάνει συγκεκριμένη (1783). Ο Watt διαπίστωσε ότι ένα άλογο μπορούσε να ανυψώνει ένα σώμα βάρους 667N περίπου κινούμενο για επαρκές χρονικό διάστημα με σταθερή ταχύτητα 4,026 km/h περίπου. Την ισχύ αυτή την αποκάλεσε 1 ίππο (HP) (Horse Power). Η μονάδα αυτή της ισχύος χρησιμοποιείται ακόμη και σήμερα.

Κατασκευάστε ένα φωτογραφικό άλμπουμ με μέσα μεταφοράς και καταγράψτε την ισχύ του κινητήρα τους σε HP και σε W.

σει το αυτοκίνητο στην κορυφή σε μικρότερο χρονικό διάστημα.

Κατά την καύση ενός λίτρου βενζίνης, ορισμένη ποσότητα χημικής ενέργειας μετατρέπεται σε θερμική. Το λίτρο της βενζίνης όμως καίγεται σε μισή ώρα σε ένα επιβατηγό αυτοκίνητο και μόνο σε 1,5 δευτερόλεπτο σ' ένα αεροπλάνο Μπόινγκ 747. Έτσι, η μηχανή του αεροπλάνου αναπτύσσει ισχύ 1.200 φορές μεγαλύτερη από εκείνη του αυτοκινήτου.

**Ισχύς και κίνηση**

Το άλογο που παριστάνεται στην εικόνα 5.38 ανεβάζει τον κουβά με σταθερή ταχύτητα  $u$  ασκώντας σ' αυτόν, μέσω του νήματος, σταθερή δύναμη  $F$  κατά την κατεύθυνση της κίνησης. Σε χρόνο  $\Delta t$  ο κουβάς μετατοπίζεται κατά  $\Delta x$ :

$$\Delta x = u \cdot \Delta t$$

και το έργο που παράγεται από τη δύναμη  $F$  είναι:

$$W = F \cdot \Delta x.$$

Τότε, για την ισχύ που προσφέρεται στο κινούμενο σώμα (κουβά) προκύπτει:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot \Delta x}{\Delta t} = F \cdot \frac{\Delta x}{\Delta t} = F \cdot u$$

Δηλαδή, η ισχύς που προσφέρεται από μια δύναμη  $F$  σ' ένα σώμα που κινείται με ταχύτητα  $u$  είναι ανάλογη του μέτρου της δύναμης και της ταχύτητας που κινείται το σώμα.

**Μονάδες ισχύος**

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

$$\text{Συμβολικά: } 1 \text{ W} = \frac{1 \text{ J}}{1 \text{ s}}$$

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

$$1 \text{ kW} = 1000 \text{ W} = 10^3 \text{ W} \text{ και } 1 \text{ MW} = 1.000.000 \text{ W} = 10^6 \text{ W}$$

Ειδικά για τις μηχανές των αυτοκινήτων έχει διατηρηθεί ως μονάδα ισχύος ο ίππος (1 HP) που είναι ίσος με 3/4 kW, οπότε μια μηχανή 134 ίππων έχει ισχύ 100 kW (εικόνα 5.38).

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.3.

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΙΣΧΥΟΣ ΜΕΡΙΚΩΝ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ, ΜΗΧΑΝΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ					
Βιολογικά συστήματα	Ισχύς	Μηχανές	Ισχύς	Ηλεκτρικές Συσκευές	Ισχύς
Έντομο που πετάει	0,001 W	Ρολόι χειρός	0,001 W	Ξυριστική μηχανή	10 W
Καρδιά ανθρώπου	3 W	Μηχανή αυτοκινήτου	10-200 KW	Λαμπτήρας	100 W
Άνθρωπος ακίνητος	17 W	Τρένο	1.000-8.000 KW	Ψυγείο	150 W
Άνθρωπος που εργάζεται	100 W	Μπόινγκ	21.000 KW	Θερμοσίφωνας	1.000-4.000 W
Άνθρωπος που περπατάει	750 W	Σταθμός Ηλεκτρικής ενέργειας στην Πτολεμαίδα	320 MW	Κουζίνα	5.000-8.000 W
Δρομέας	1.700 W	Πυρηνικός αντιδραστήρας	900 MW	Πλυντήριο	35.000 W
Δελφίνι που κολυμπάει	210 W	Πύραυλος	1.000 MW	Έγχρωμη τηλεόραση	500 W
Άλογο που καλπάζει	1.000 W				

**Παράδειγμα 5.5**

Ένας ηλεκτρικός κινητήρας ανυψώνει με σταθερή ταχύτητα ένα κιβώτιο που έχει βάρος 5.000 N σε ύψος 10 m σε χρόνο 10 s. Πόση είναι η ισχύς του κινητήρα;

**Δεδομένα**

$$w = 5.000 \text{ N}, \Delta x = 10 \text{ m}$$

$$t = 10 \text{ s}$$

**Ζητούμενα**

$$P \text{ (ισχύς)}$$

**Βασικές εξισώσεις**

$$W = F \cdot \Delta x, \quad P = \frac{W}{t}$$

**Λύση**

**Βήμα 1:** Σχεδιασμός των δυνάμεων που ασκούνται στο κιβώτιο:

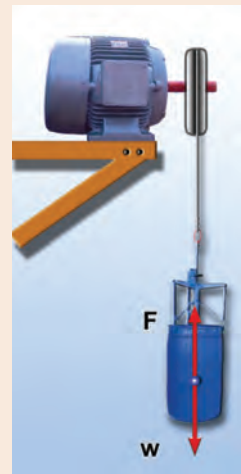
(α) Από απόσταση: Το βάρος  $w$ , (β) από επαφή: η δύναμη από τον κινητήρα (μέσω του μεταλλικού σκοινιού):  $F$

**Βήμα 2:** Υπολογισμός της  $F$ .

Επειδή το κιβώτιο κινείται με σταθερή ταχύτητα από τον Α νόμο του Νεύτωνα:  $F_{ολή} = 0$ , δηλαδή  $F - w = 0 \Rightarrow F = w$

**Βήμα 3:** Εφαρμόζουμε τις βασικές εξισώσεις:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot \Delta x}{\Delta t} = \frac{5.000 \text{ N} \cdot 10 \text{ m}}{10 \text{ s}} = 5.000 \frac{\text{J}}{\text{s}} = 5.000 \text{ W} = 5 \text{ kW}$$

**Ερωτήσεις****ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ**

► Χρησιμοποίησε και εφάρμοσε τις έννοιες που έμαθες:

**Έργο και Ενέργεια**

1. Συμπλήρωσε τις λέξεις που λείπουν από το παρακάτω κείμενο έτσι ώστε οι προτάσεις που προκύπτουν να είναι επιστημονικά ορθές:

Μια δύναμη που ασκείται σ' ένα σώμα μπορεί να παράγει έργο πάνω σ' αυτό όταν το σώμα .....  
 Στην απλούστερη περίπτωση, όπου η δύναμη είναι σταθερή και το σώμα μετακινείται κατά τη .....  
 της, το έργο ορίζεται ως το ..... της δύναμης επί τη ..... του σώματος ή συμβολικά:  
 ..... Το έργο είναι ..... μέγεθος δηλαδή έχει μόνο μέτρο. Η μονάδα του έργου στο  
 S.I. σύστημα είναι το ..... Το έργο μιας δύναμης εκφράζει τη ..... ενέργειας από ένα σώμα  
 σε ένα άλλο ή τη ..... της από μια μορφή σε άλλη.