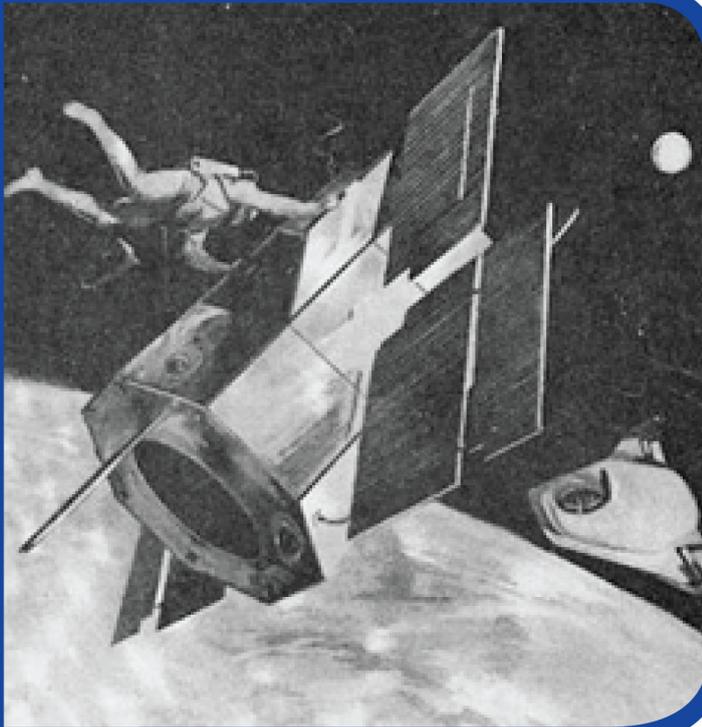




Α΄ Τεχνικού και Επαγγελματικού Λυκείου

# ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

**Παν. Θ. Χατζηϊωάννου**  
ΜΗΧ. ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΥ Ε.Μ.Π.





1954

**ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ**  
**ΧΡΥΣΟΥΝ ΜΕΤΑΛΛΙΟΝ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ**



## ΠΡΟΛΟΓΟΣ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

Ο Εὐγένιος Εὐγενίδης, ὁ Ἰδρυτής καὶ χορηγὸς τοῦ «Ἰδρύματος Εὐγενίδου», πολὺ νωρὶς πρόβλεψε καὶ σχημάτισε τὴν πεποίθησιν ὅτι ἡ ἄρτια κατάρτιση τῶν τεχνικῶν μας, σὲ συνδυασμὸ μὲ τὴν ἐθνικὴ ἀγωγὴ, θὰ ἦταν ἀναγκαῖος καὶ ἀποφασιστικὸς παράγοντας τῆς προόδου τοῦ ἔθνους μας.

Τὴν πεποίθησίν του αὐτὴ ὁ Εὐγενίδης ἐκδήλωσε μὲ τὴ γενναιόφρονα πράξιν εὐεργεσίας, νὰ κληροδοτήσῃ σεβαστὸ ποσὸ γιὰ τὴ σύστασιν Ἰδρύματος ποῦ θὰ εἶχε σκοπὸ νὰ συμβάλλῃ στὴν τεχνικὴ ἐκπαίδευση τῶν νέων τῆς Ἑλλάδας.

Ἔτσι τὸ Φεβρουάριον τοῦ 1956 συστήθηκε τὸ «Ἰδρυμα Εὐγενίδου», τοῦ ὁποίου τὴν διοίκησιν ἀνέλαβε ἡ ἀδελφὴ του κυρία Μαριάνθη Σίμου, σύμφωνα μὲ τὴν ἐπιθυμίαν τοῦ διαθέτη.

Ἀπὸ τὸ 1956 μέχρι σήμερα ἡ συμβολὴ τοῦ Ἰδρύματος στὴν τεχνικὴ ἐκπαίδευση πραγματοποιεῖται μὲ διάφορες δραστηριότητες. Ὅμως ἀπ' αὐτὲς ἡ σημαντικότερη, ποῦ κρίθηκε ἀπὸ τὴν ἀρχὴν ὡς πρώτη ἀνάγκη, εἶναι ἡ ἐκδοσὴ βιβλίων γιὰ τοὺς μαθητὰς τῶν τεχνικῶν σχολῶν.

Μέχρι σήμερα ἐκδόθησαν 150 τόμοι βιβλίων, ποῦ ἔχουν διατεθεῖ σὲ πολλὰ ἑκατομμύρια τεύχη, καὶ καλύπτουν ἀνάγκας τῶν Κατώτερων καὶ Μέσων Τεχνικῶν Σχολῶν τοῦ Ὑπ. Παιδείας, τῶν Σχολῶν τοῦ Ὄργανισμοῦ Ἀπασχολήσεως Ἐργατικῶν Δυναμικῶν (ΟΑΕΔ) καὶ τῶν Δημοσίων Σχολῶν Ἐμπορικοῦ Ναυτικοῦ.

Μοναδικὴ φροντίδα τοῦ Ἰδρύματος σ' αὐτὴ τὴν ἐκδοτικὴν προσπάθειαν ἦταν καὶ εἶναι ἡ ποιότητα τῶν βιβλίων, ἀπὸ ἀποψη ὅχι μόνον ἐπιστημονικὴ, παιδαγωγικὴ καὶ γλωσσικὴ, ἀλλὰ καὶ ἀπὸ ἀποψη ἐμφανίσεως, ὥστε τὸ βιβλίον νὰ ἀγαπηθεῖ ἀπὸ τοὺς νέους.

Γιὰ τὴν ἐπιστημονικὴν καὶ παιδαγωγικὴν ποιότητα τῶν βιβλίων, τὰ κείμενα ὑποβάλλονται σὲ πολλὰς ἐπεξεργασίας καὶ βελτιώνονται πρὶν ἀπὸ κάθε νέα ἐκδοσιν.

Ἰδιαιτέρην σημασίαν ἀπέδωσε τὸ Ἰδρυμα ἀπὸ τὴν ἀρχὴν στὴν ποιότητα τῶν βιβλίων ἀπὸ γλωσσικὴν ἀποψη, γιατί πιστεύει ὅτι καὶ τὰ τεχνικὰ βιβλία, ὅταν εἶναι γραμμένα σὲ γλῶσσα ἄρτια καὶ ὁμοιόμορφη ἀλλὰ καὶ κατάλληλη γιὰ τὴν στάθμην τῶν μαθητῶν, μποροῦν νὰ συμβάλλουν στὴν γλωσσικὴ διαπαιδαγώγησιν τῶν μαθητῶν.

Ἔτσι μὲ ἀπόφασιν ποῦ πάρθηκε ἤδη ἀπὸ τὸ 1956 ὅλα τὰ βιβλία τῆς Βιβλιοθηκῆς τοῦ Τεχνίτη, δηλαδὴ τὰ βιβλία γιὰ τίς Κατώτερες Τεχνικὰς Σχολὰς, ὅπως ἀργότερα καὶ γιὰ τίς Σχολὰς τοῦ ΟΑΕΔ, εἶναι γραμμένα σὲ γλῶσσα δημοτικὴ μὲ βάση τὴν γραμματικὴν τοῦ Τριανταφυλλίδη, ἐνῶ ὅλα τὰ ἄλλα βιβλία εἶναι γραμμένα στὴν ἀπλὴ καθαρεύουσα. Ἡ γλωσσικὴ ἐπεξεργασία τῶν βιβλίων γίνεται ἀπὸ φιλολόγους τοῦ Ἰδρύματος καὶ ἔτσι ἐξασφαλίζεται ἡ ἐνιαία σύνταξιν καὶ ὀρολογία κάθε κατηγορίας βιβλίων.

*Ἡ ποιότητα τοῦ χαρτιοῦ, τὸ εἶδος τῶν τυπογραφικῶν στοιχείων, τὰ σωστά σχήματα καὶ ἡ καλαίσθητη σελιδοποίηση, τὸ ἐξώφυλλο καὶ τὸ μέγεθος τοῦ βιβλίου περιλαμβάνονται καὶ αὐτὰ στὶς φροντίδες τοῦ Ἰδρύματος.*

*Τὸ Ἴδρυμα θεώρησε ὅτι εἶναι ὑποχρέωσή του, σύμφωνα μὲ τὸ πνεῦμα τοῦ Ἰδρυτῆ του, νὰ θέσει στὴν διάθεση τοῦ Κράτους ὅλη αὐτὴ τὴν πείρα του τῶν 20 ἐτῶν, ἀναλαμβάνοντας τὴν ἐκδόση τῶν βιβλίων καὶ γιὰ τίς νέες Τεχνικὲς καὶ Ἐπαγγελματικὲς Σχολὲς καὶ τὰ νέα Τεχνικὰ καὶ Ἐπαγγελματικὰ Λύκεια, σύμφωνα μὲ τὰ Ἀναλυτικὰ Προγράμματα τοῦ Κ.Ε.Μ.Ε.*

#### **ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ**

**Ἀλέξανδρος Ι. Παπῆς**, Ὁμ. Καθηγητῆς ΕΜΠ, Πρόεδρος.

**Χρυσόστομος Φ. Καβουνίδης**, Διπλ.-Μηχ.-Ἡλ. ΕΜΠ, Ἐπίτιμος Διοικητῆς ΟΤΕ, Ἀντιπρόεδρος.

**Μιχαὴλ Γ. Ἀγγελόπουλος**, Τακτικὸς Καθηγητῆς ΕΜΠ, τ. Διοικητῆς ΔΕΗ.

**Θεόδωσος Παπαθεοδοσοῦ**, Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικὸς, Δ/ντῆς Ἐφ. Προγρ. καὶ Μελετῶν Τεχν. καὶ Ἐπαγγ. Ἐκπ. Ὑπ. Παιδείας.

**Ἐπιστημ. Σύμβουλος Γ. Ροῦσσος**, Χημ.-Μηχ. ΕΜΠ.

**Σύμβουλος ἐπὶ τῶν ἐκδόσεων τοῦ Ἰδρύματος Κ. Α. Μανάφης**, Καθηγητῆς Φιλοσοφικῆς Σχολῆς Παν/μίου Ἀθηνῶν.

**Γραμματεὺς Δ. Π. Μεγαρίτης**.

#### **Διατελέσαντα μέλη ἢ σύμβουλοι τῆς Ἐπιτροπῆς**

**Γεώργιος Κακριδῆς** † (1955 - 1959) Καθηγητῆς ΕΜΠ, **Ἄγγελος Καλογεράς** † (1957 - 1970) Καθηγητῆς ΕΜΠ, **Δημήτριος Νιάνις** (1957 - 1965) Καθηγητῆς ΕΜΠ, **Μιχαὴλ Σπετσιέρης** (1956 - 1959), **Νικόλαος Βασιώτης** (1960 - 1967), **Θεόδωρος Κουζέλης** (1968 - 1976) Μηχ.-Ἡλ. ΕΜΠ, **Παναγιώτης Χατζηγιάννου** (1977 - 1982) Μηχ. Ἡλ. ΕΜΠ.



Α' ΤΑΞΗ ΤΕΧΝΙΚΟΥ  
ΚΑΙ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ

# ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

ΠΑΝ. Θ. ΧΑΤΖΗΩΑΝΝΟΥ  
ΔΙΠΛ. ΜΗΧ. ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΥ Ε.Μ.Π.

ΑΘΗΝΑ  
1982





## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Είναι αξιοθαύμαστος ο αγώνας του ανθρώπου να εκμεταλλευθεί τις ιδιότητες των υλικών και τις υπάρχουσες πηγές ενέργειας, που τό γήινο περιβάλλον του προσφέρει και να τις χρησιμοποιήσει προς όφελος της ανθρωπότητας. Χάρη στην προσπάθεια αυτή κατάφερε σταδιακά να δημιουργήσει την άνεση, που χαρακτηρίζει τη σύγχρονη ζωή.

Από την άποψη αυτή η Πολιτική Ίστορία και η Ίστορία του Πολιτισμού είναι σύγχρονα και ιστορία της Τεχνικής, ιστορία της ακατάπαυστης προσπάθειας του ανθρώπου να αξιοποιήσει ό,τι η φύση του προσφέρει για δική του ωφέλεια.

Η προηγμένη **τεχνολογία**, που κατάφερε να μπει στην καθημερινή μας ζωή με τέτοιο τρόπο, ώστε να δημιουργήσει σωστή επανάσταση, είναι ουσιαστικά δημιούργημα των τελευταίων 150 χρόνων. Σάν όρος τόσο η τεχνολογία όσο και η Τεχνική υιοθετήθηκε από τους Γάλλους Ακαδημαϊκούς και έχει τή ρίζα της σέ εκείνο που οί 'Αρχαίοι "Ελληνες ονόμαζαν «Τέχναι». Σάν αποτέλεσμα η Τεχνολογία είναι ό υπέροχος συνδυασμός τής Ήπιστήμης και τής Τεχνικής που επέτρεψε στον άνθρωπο να πατήσει στό φεγγάρι, να έξερευνήσει τό σύμπαν, και να εκμηδενίζει τις αποστάσεις χάρη στην ταχύτητα των μέσων μεταφοράς και τις επικοινωνίες.

Στή μακραίωνη ιστορία της ανθρωπότητας η Τεχνική θά παρουσιασθεί πριν από την Ήπιστήμη και την Τεχνολογία και θά άνοιξει τό δρόμο τόσο στή μιά όσο και στήν άλλη. Σπάνια όμως θά συναντήσουμε τό συνδυασμό τής Τεχνικής μέ την Ήπιστήμη σέ μορφές που σήμερα μάς καταπλήσσουν. Έντούτοις οί πρώτοι Τεχνικοί, οί πρώτοι έπιστήμονες, οί άγνωστοι και γνωστοί σκαπανείς του σημερινού μας πολιτισμού είχαν να άντιμετωπίσουν τή λύση προβλημάτων, που σήμερα θεωρούνται αυτονόητα.

Είναι δύσκολο να άντιληφθούμε αυτή την προσπάθεια, αν δέν έξετάσουμε την ιστορία του ανθρώπου πάνω στή γη και τά προβλήματα που είχε να άντιμετωπίσει για την επιβίωσή του.

Η ιστορία της γης άρχίζει 2,5-3 δισεκατομμύρια χρόνια πριν, ενώ ό άνθρωπος έμφανίζεται πριν από ένα εκατομμύριο χρόνια, στήν αρχή δηλαδή τής τριτογενούς περιόδου του **νεοζωϊκού** αιώνα. Η τριτογενής περίοδος διακρίνεται επίσης από πλευράς ιστορίας της γης στήν **πλειστόκαινο** και στήν **όλόκαινο**. Η πλειστόκαινος διαρκεί μέχρι τό 10.000 π.Χ. και χαρακτηρίζεται από κλιματολογικές μεταβολές που επέδρασαν άναμφισβήτητα στή μορφολογία της γης και στήν ιστορία του ανθρώπου. Η **όλόκαινος** άρχίζει από τό 10.000 π.Χ. και διαρκεί μέχρι σήμερα.

Η **πλειστόκαινος** περιλαμβάνει την εποχή που προηγήθηκε από τους παγετώνες, και τέσσερις εποχές παγετώνων, μέ τρεις ενδιάμεσες θερμές εποχές, που

τοποθετούνται χρονικά περίπου στα παρακάτω χρονολογικά όρια.

1.000.000 - 600.000		έποχή	πρίν από τούς παγετώνες
600.000 - 540.000	1	»	παγετώνων
540.000 - 480.000	1	»	θερμή
480.000 - 430.000	2	»	παγετώνων
430.000 - 235.000	2	»	θερμή
235.000 - 180.000	3	»	παγετώνων
180.000 - 125.000	3	»	θερμή
120.000 - 10.000	4	»	παγετώνων

Κατά την περίοδο τῶν παγετώνων ἡ μέση θερμοκρασία στήν κεντρική Εὐρώπη ἦταν 8-12 βαθμούς Κελσίου μικρότερη ἀπό τή σημερινή.

Ἵ ἄνθρωπος ἀπό τήν ἐποχή τῆς ἐμφανίσεώς του δέν εἶχε οὔτε τήν ἴδια μορφή ἀλλά οὔτε καί τήν πνευματική στάθμη πού ἔχει σήμερα. Ἡ **παλαιοντολογία** μάς παρέχει πληροφορίες γιά τούς τύπους τῶν ἀνθρώπων πού ἔζησαν στίς διάφορες ἐποχές. Περί τό τέλος τῆς πλειστοκαίνου καί στίς ἀρχές τῆς ὀλοκαίνου θά ἐμφανισθεῖ ὁ πρόγονος τοῦ σημερινοῦ ἀνθρώπου, ὁ γνωστός **σκεπτόμενος ἄνθρωπος** (Homo Sapiens). Ἵ προηγούμενος τύπος ἀνθρώπου, ὁ γνωστός ἄνθρωπος τοῦ Neandertal, πού ἔχει ἤδη ἐξαφανισθεῖ γύρω στό 50.000 π.Χ., εἶναι ὁ **ἄνθρωπος Τεχνίτης** (Homo Faber). Καί σήμερα πού ὁ Homo Sapiens ἔχει μετασχηματισθεῖ στόν **Οἰκονομικό ἄνθρωπο** (Homo oeconomicus), ἐξακολουθεῖ νά παραμένει ἀναμφισβήτητα καί ἄνθρωπος Τεχνίτης.

Ἵξετάζοντας τήν ἱστορία τοῦ ἀνθρώπου, μέχρι τή Γέννηση τοῦ Χριστοῦ, διακρίνομε τίς πιό κάτω ἐποχές, τίς ὁποῖες ὀνομάζομε ἀνάλογα μέ τά ὑλικά πού κυρίως χρησιμοποιοῦσε. Τά χρονολογικά ὄμως ὄρια τῶν διαφόρων ἐποχῶν διαφέρουν ἀπό περιοχή σέ περιοχή τοῦ πλανήτη μας. Αὐτά πού παρατίθενται παρακάτω ἀναφέρονται κυρίως σ' ἐκεῖνα τά χρονικά ὄρια, πού ἡ χρήση τῶν ὑλικῶν, μέ βάση τά ὁποῖα χαρακτηρίσθηκαν οἱ ἐποχές, ἔχει σχεδόν γενικευθεῖ στό χώρο τῆς Εὐρώπης, τῆς Αἰγύπτου καί τῆς Μεσοποταμίας.

1.000.000	- 600.000	προλιθική ἐποχή
600.000	- 150.000	ἀρχαιολιθική ἐποχή
150.000	- 50.000	μεσοπαλαιολιθική ἐποχή
50.000	- 10.000	ἀνώτερη παλαιολιθική ἐποχή
10.000 π.Χ.	- 5.000	μεσολιθική ἐποχή
5.000 π.Χ.	- 1.000	νεολιθική ἐποχή
1.000 π.Χ.	- 500	ἐποχή τοῦ ὀρείχαλκου
500 π.Χ.	-	ἐποχή τοῦ σιδήρου

Στό διάστημα τῆς προϊστορίας, πού κανένα γραπτό κείμενο δέν ὑπάρχει γιά νά μιλήσει γιά τόν ἄνθρωπο καί τή ζωή του, τά ἐργαλεῖα του καί οἱ κατασκευές του, πού ὁ χρόνος διέσωσε μάς ἐπιτρέπουν νά σχηματίσομε μιά πλήρη σχεδόν εἰκόνα γιά τό τί ἔκανε καί τό πῶς ζοῦσε. Οἱ διάφορες χειροτεχνίες, πού πῆραν τό ὄνομά τους ἀπό τήν περιοχή ὅπου ἡ σκαπάνη τῶν ἀρχαιολόγων τίς ἔφερε στό φῶς, θά δώσουν τά δείγματα τῆς προσπάθειας τῶν ἀγνώστων ἐκείνων τεχνικῶν, πού ἡ ἀνθρωπότητα τόσα τούς ὀφείλει.

Μέχρι νά ἀνατεῖλουν στήν Μεσοποταμία καί στήν Αἰγύπτο οἱ πῶτοι πολιτισμοί,

ó άνθρωπος θά ἔχει ἐπινοήσει ὄλα τὰ ἀπλά ἐργαλεῖα πού χρησιμοποιοῦνται ἀκόμη καί σήμερα, καί ἀργότερα, πολύ πρὶν ἀπὸ τὸν Ἄρχιμήδη, θά ἔχει χρησιμοποιήσει σχεδόν ὄλες τίς ἀπλές μηχανές, ἀπὸ τούς συνδυασμούς τῶν ὄποῖων προέρχονται ὄλα τὰ κινούμενα ὄργανα τῶν σημερινῶν μηχανισμῶν.

Οἱ πέντε ἀπλές μηχανές πού ἀρίθμησε ὁ Ἡρῶν ὁ Ἄλεξανδρεὺς, δηλαδὴ ὁ **μοχλός**, ὁ **τροχός**, ἡ **τροχαλία**, ἡ **σφήνα** (κεκλιμένη ἐπίπεδη) καί ὁ **κοχλίας** πού ἀποτελοῦν ἐπεκτάσεις τοῦ ἀνθρώπινου χεριοῦ καί συμπληρῶνουν τὴ λειτουργία του, εἶναι τὰ βασικά στοιχεῖα κάθε σύγχρονης μηχανῆς, στήν ὄποια ἡ μυϊκὴ πιά ἐνέργεια ἔχει ἀντικατασταθεῖ ἀπὸ μίαν ἄλλη ἐκμεταλλεύσιμη μορφή ἐνέργειας.

Στὴν ἱστορία τῆς Τεχνικῆς καί τῆς τεχνολογίας δέν τὴν διακρίνει πάντοτε ἡ συνεχῆς ἐξελικτικὴ πρόοδος. Κατὰ διαστήματα διάφορες ἐπινοήσεις, πού σήμερα μᾶς φαίνονται ἀσήμαντες, δημιούργησαν ἄλματα καί σημάδεψαν τὴν ἱστορικὴ πορεία τῆς τεχνικῆς ἄλλα καί τοῦ ἀνθρώπου δημιουργῶντας ἐπανάσταση στὸν τρόπο τῆς διαβιώσεώς του ἄλλα καί στίς προϋποθέσεις μῆς ταχύτερης ἐξελιξέως.

Τέτοιοι σταθμοὶ εἶναι ἡ χρησιμοποίηση τοῦ χεριοῦ, ἡ χρησιμοποίηση τῆς φωτιάς, ὁ τροχός, ἡ γραφή, τὸ ἄροτρο, ἡ χρησιμοποίηση τῆς ἐνέργειας τοῦ νεροῦ, τοῦ ἀέρα, τοῦ ἡλιοῦ, ἡ χρῆση τῶν μετάλλων, ἡ χρησιμοποίηση τοῦ ἀτμοῦ, τοῦ τηλεγράφου καί τῶν τηλεφῶνων, τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, τῆς πυρηνικῆς ἐνέργειας, τῶν ἡλεκτρονικῶν ὑπολογιστῶν καί ἄλλων ἐπινοήσεων πού θά συναντήσομε στίς πῖό πέρα σελίδες τοῦ βιβλίου.

Ὁ Whitehead στὸ βιβλίο του "Aims of Education" γράφει: «*Ἡ ζωὴ τοῦ ἀνθρώπου εἶναι θεμελιωμένη ἐπάνω στήν Τεχνολογία, τὴν Ἐπιστήμη, τὴν Τέχνη καί τὴ Θρησκεία. Ὅλα αὐτὰ εἶναι ἀλληλένδετα καί πηγάζουν ἀπὸ τὸ πνεῦμα*». Αὐτὸ τὸ πνεῦμα διακρίνει τὸν ἄνθρωπο ἀπὸ τὰ ἄλλα ζῶα. Ἐντούτοις ἐνῶ ἡ Τεχνολογία ἔλυσε πολλὰ προβλήματα, δημιούργησε καί ἄλλα ἐξίσου σημαντικά. Τὸ πρόβλημα τῆς πληθυσμιακῆς ἐκρήξεως, τῆς μόλυνσεως τοῦ περιβάλλοντος καί τὸ ἐνεργειακὸ πρόβλημα εἶναι μερικά ἀπὸ τὰ ἰδιαίτερα σοβαρά. Τὰ ἀποτελέσματα πού ἀκολούθησαν τὴ διακοπὴ τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος γιὰ μιά μόνο μέρα στὴ Νέα Ὑόρκη, πού συνέβη φέτος, μᾶς ἔδωσε ἕνα μικρὸ δεῖγμα τοῦ τί μπορεῖ νά συμβεῖ ἀπὸ μιά ἀπρόοπτη μεταβολὴ ἐνός ἀπὸ τὰ στοιχεῖα πού συνθέτουν τίς συνθηκὲς τῆς ζωῆς πού ὁ ἄνθρωπος ἔχει δημιουργήσει.

Εἶναι ἀλήθεια ὄτι ἡ ἀνάπτυξη τῆς σύγχρονης ἐπιστῆμης καί τεχνολογίας ἄλλαξε ριζικά τὴ θέση τοῦ ἀνθρώπου. Κατέβηκε στὰ σκοτεινὰ βάθη τῶν θαλασσῶν καί ἀνέβηκε σὲ μεγάλα ὕψη τοῦ διαπλανητικοῦ χώρου. Ἐλέγχει τὴν πυρηνικὴ δύναμη καί μεταβιβάζει μηνύματα μὲ τὴν ταχύτητα τοῦ φωτός. Κατανοεῖ τὴ χημικὴ δομὴ τοῦ γονιδίου καί πραγματοποιεῖ τὰ πρῶτα βήματα γιὰ τὴ δημιουργία τεχνικῆς ζωῆς. Περπάτησε στὴ σελήνη. Ἄλλὰ ὁ ἄνθρωπος δέν ἀπελευθέρωσε τὸν ἑαυτὸ του ἀπὸ τίς προκαταλήψεις τοῦ παρελθόντος. Ὅπως ὁ Προμηθεὺς πού ἐξαπάτησε τὸ Δία καί ἔκλεψε τὴ φωτιά τιμωρήθηκε σκληρά, ἔτσι οἱ ἀνθρώπινες ἐπιτυχίες ἔχουν μέσα τους τὸν κίνδυνο τῆς σκληρῆς τιμωρίας. Στὸ σημερινὸ μας κόσμο οἱ ἀξίες του ὁ Whitehead μᾶς ἀναφέρει εἶναι τόσο στενὰ μεταξὺ τους συνδεδεμένες, ὄστε νά ἐπιβάλλεται ἡ σύμμετρη ἀνάπτυξή τους. Ἡ τεχνολογία δέν ἀποτελεῖ τὴ λύση τῶν ἀνθρωπίνων προβλημάτων, ἀλλὰ τὸ μέσον γιὰ τὴ λύση τους μὲ γνώμονα πάντοτε τίς ἀξίες τῆς ἀλήθειας, τῆς ὁμορφιάς καί τῆς καλωσύνης, πού ἐκφράζονται στήν ἀκαδημαϊκὴ τους μορφή σάν Φιλοσοφία, Τέχνη καί Θεολογία καί πού τίς συμπληρῶνει χωρὶς νά τίς ὑποκαθιστᾷ.

## ΜΕΡΟΣ Α'

### Η ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

#### Η ΤΕΧΝΙΚΗ ΣΤΟΥΣ ΠΡΟΪΣΤΟΡΙΚΟΥΣ ΧΡΟΝΟΥΣ

##### 1.1 'Η ζωή και ή χειροτεχνία του ανθρώπου στην παλαιολιθική και μεσολιθική εποχή.

###### α) 'Η ανακάλυψη τής φωτιάς και ή χρησιμοποίηση του χεριού.

'Η ανακάλυψη τής φωτιάς από τόν άνθρωπο στην άρχαιοιλιθική εποχή αποτελεί σταθμό στην προϊστορία πιό σημαντικό από κάθε άλλον, πού αναφέρει ή ιστορία. Είναι τό πρώτο μέσον, πού ή ανακάλυψή του αποτελεί τή βάση όλων τών μελλοντικών προόδων· πρώτο στάδιο γιά τή χρησιμοποίηση τής φωτιάς ήταν ή διατήρηση τής φυσικής φωτιάς, πού τήν άναψε ένας κεραυνός και δεύτερο στάδιο ή δημιουργία τεχνητής φωτιάς από δύο κλαριά πού έτριψε ο πρωτόγονος άνθρωπος μεταξύ τους ή από δύο πέτρες πού κτυπώντας τή μία μέ τήν άλλη προκάλεσε σπινθήρα (σχ. 1.1α).



Σχ. 1.1α.

'Ο πρωτόγονος άνθρωπος ανακαλύπτει τή φωτιά.



Σχ. 1.1β.

Μέ τή μεγάλη θερμοκρασία επιτεύχθηκε ο διαχωρισμός τών μετάλλων ('Αναπαράσταση από μελανόμορφο άγγείο).

'Η φωτιά σαν όπλο, όλοι γνωρίζομε ότι χρησιμοποιείται και σήμερα ακόμη γιά νά κρατήσει μακριά τά άγρια ζώα· σαν μέσο φωτισμού, αλλά και σαν μέσο πού

τροποποιεί και τις πιά διαφορετικές ύλες, όπως γίνεται π.χ. με τό ψήσιμο τῶ τροφῶν και τις κατεργασίες τῶν μετάλλων (σχ. 1.1β), συνέβαλε αποφασιστικά στη επιβίωση και την εξέλιξη του ἀνθρώπινου γένους.

Ἡ χρησιμοποίηση ἀπό τόν ἀνθρώπο του χεριού του ὡς ἐργαλείου προηγήθηκε ἀπό τή χρήση τῆς φωτιάς. Τό χέρι ἀργότερα, βοηθημένο ἀπό τή λογική και τή φωτιά δημιούργησε τις προϋποθέσεις, γιά τήν ἐπιτυχή προσπάθεια του ἀνθρώπου νά ἀποδεσμευθεῖ μέχρις ἕνα σημεῖο ἀπό τή φύση και νά ξεχωρίσει ἀπό ὅλα τά ἄλλα ὄντα του ζωϊκοῦ κόσμου.

Γυμνός και ἄοπλος ὁ ἀνθρώπος, χωρίς ἀμυντικά ἢ ἐπιθετικά μέσα, χωρίς δόντια, χωρίς κέρατα, χωρίς νύχια, χωρίς ὄστρακο ἢ λέπια, διέθετε μόνο τό χέρι και τή λογική, πού του ἐπέτρεψαν νά διατηρεῖ ὅ,τι εἶναι χρήσιμο και με τόν τρόπο αὐτό νά προσαρμόζεται στό περιβάλλον και νά ἀντιμετωπίζει τούς κινδύνους πού τόν περιέβαλλαν.

### β) Ἡ χειροτεχνία.

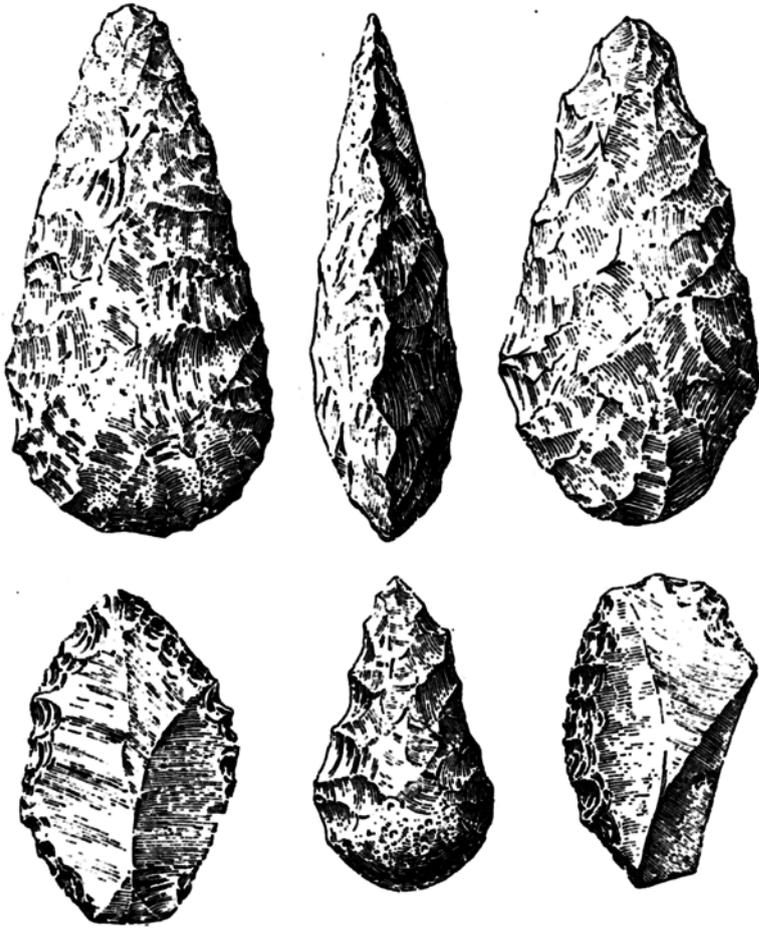
Ἀπό τήν ἐποχή, πού ἐξαιτίας τῆς ἀτελοῦς ἀναπτύξεως του ἐγκεφάλου του, ὁ ἀνθρώπος ἦταν δεμένος με τό φυσικό περιβάλλον του σκεφτόταν ἴσως τά μέσα, με τά ὁποῖα θά μπορούσε νά ὀπλίσει τό χέρι του με ἕνα ὄπλο ἱκανό νά αὐξήσει και νά ἐνισχύσει τις δυνάμεις τους τόσο στήν ἐπίθεση ὅσο και στήν ἀμυνα.



Σχ. 1.1γ.  
Ἡώλιθος.

Σιγά - σιγά θά του ἦρθε ἀσφαλῶς ἡ ἐμπνευση νά προσαρμόσει στις ἀνάγκες του τά πρόχειρα ἐκεῖνα ὄπλα, πού του πρόσφερε τό περιβάλλον μέσα στό ὁποῖο ζοῦσε, χρησιμοποίησε π.χ. τό κλαδί του δένδρου, ἀφοῦ σπάζοντάς το τό προσάρμοσε στό ἀνάστημά του. Ἐπεξεργάστηκε ἀργότερα πέτρες και ἀφοῦ τις ἔκανε κοφτερές δημιούργησε τά πρῶτα χοντροκομμένα ἐργαλεῖα του, πού ἔχουν ὀνομασθεῖ ἡώλιθοι (σχ. 1.1γ) γιά τά ἐργαλεῖα αὐτά δέν μπορεῖ κανεὶς με βεβαιότητα νά πει ἂν εἶναι δημιουργήματα του ἀνθρώπου ἢ τῆς φύσεως.

Τά πιό παλιά εργαλεία, γιά τά όποία μπορούμε μέ βεβαιότητα νά πούμε ότι φέρουν τή σφραγίδα τής ανθρώπινης κατεργασίας, είναι κομμάτια από πυρίτη λίθο, πού ανήκουν στην **χελλαία** χειροτεχνία. Τά εργαλεία αυτά, χοντροκομμένα και πελεκημένα από τίς δύο πλευρές, καταλήγουν σέ αιχμή στή μιά τους άκρη, ενώ είναι στρογγυλεμένα στην άλλη και διογκωμένα περίπου στή μέση (σχ. 1.15).

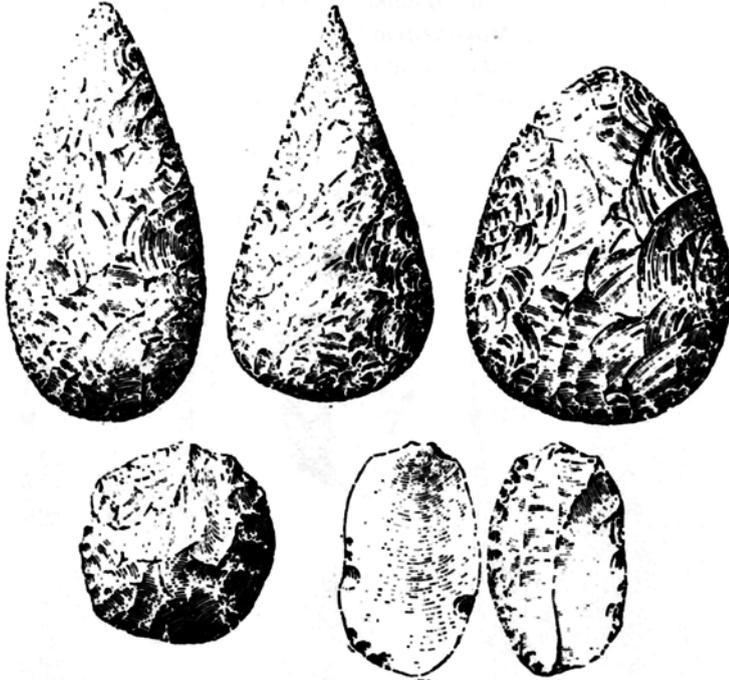


Σχ. 1.15.  
Χελλαία εργαλεία.

Μιά ειδική κατηγορία τής χελλαίας χειροτεχνίας είναι ή **'Αχιλλείος**, πού τήν επέβαλαν ίσως ειδικοί λόγοι. Τά **'Αχιλλεία εργαλεία** είναι πιό έλαφρά και τά σχήματά τους έχουν περισσότερες ποικιλίες. Υπάρχουν εργαλεία λογχοειδή, πού θά μπορούσαμε νά τά θεωρήσουμε σάν έγχειρίδια, άλλα είναι στρογγυλεμένα σέ σχήμα έλλειψως και άλλα δισκοειδή (σχ. 1.1ε).

Άλλη περίοδος τής ανθρώπινης χειροτεχνίας είναι ή **Μουστιία**· κατ' αυτήν επικρατέστερα εργαλεία είναι ή αιχμή και οι ξύστρες. Η αιχμή σχηματίζεται από μεγάλο κομμάτι πέτρας επεξεργασμένο στή μιά μόνο επιφάνεια και στίς δύο άκμές, ενώ οι ξύστρες έχουν μόνο μία άκμή (σχ. 1.1στ). Άκολουθούν εργαλεία μέ τά πιό

ποικίλα καί τά πιά διαφορετικά σχήματα, κατεργασμένα πάντα από τή μία επιφάνεια, δπως λεπίδες, τρυπάνια, γλυφίδες.



Σχ. 1.1ε.

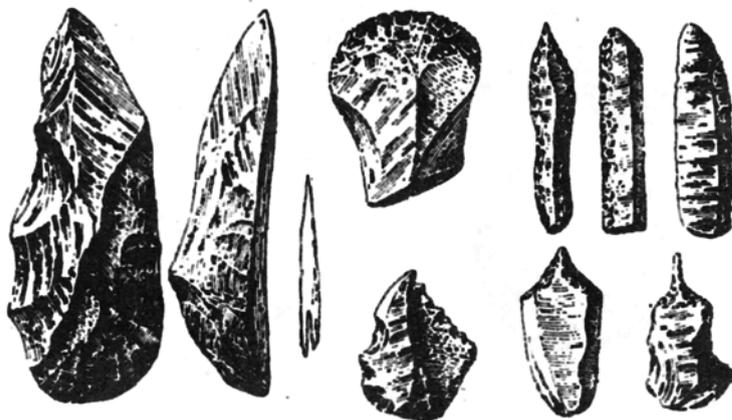
Έργαλεία Άχιλλείου τύπου.



Σχ. 1.1στ.

Έργαλεία Μουστιαίου τύπου.

Καί τά τρία είδη τῶν χειροτεχνιῶν πού ἀναφέρθηκαν ἀνήκουν στήν ἀρχαιολιθική καί τή μεσοπαλαιολιθική ἐποχή. Τήν μουστιαία χειροτεχνία ἀκολούθησαν οἱ χειροτεχνίες τῆς ἀνώτερης παλαιολιθικῆς ἐποχῆς, ἡ **Ὠρινιάκιος** (σχ. 1.1ζ), ἡ **Σολουτραία** (σχ. 1.1η) καί ἡ **Μαγδαλήνια** (σχ. 1.1θ). Καί στίς περιόδους αὐτές οἱ ἄνθρωποι χρησιμοποιοῦσαν πάσι τόν πυρίτη λίθο γιά τήν κατασκευή εργαλείων, ἀλλά καί τό κόκκαλο. Στή Σολουτραία χειροτεχνία βρέσκομε κοκκάλινα ἐργαλεῖα μέ χαραγμένες ἀπεικονίσεις ἀλλά καί ὄστρακα καί δόντια ζῶων πού ἦταν τρυπημένα κατά τέτοιο τρόπο, ὥστε νά μποροῦν νά κρεμασθοῦν. Φαίνεται ὅτι οἱ ἄνθρωποι τῆς ἐποχῆς ἐκείνης εἶχαν φθάσει σέ τέτοιο πνευματικό ἐπίπεδο, πού τοῦς ἐπέτρεπε νά δίνουν στά ἔργα τους κάποιο χαρακτήρα τέχνης. Εἶχαν ἀρχίσει ἀκόμη νά χαράζουν σέ πλακίδια ἀπό κέρατο τaráνδου μορφές ζῶων.



Σχ. 1.1ζ.

Ἐργαλεῖα ἀπό πελεκημένο πυριτόλιθο τῆς Ὠρινιάκιος χειροτεχνίας.

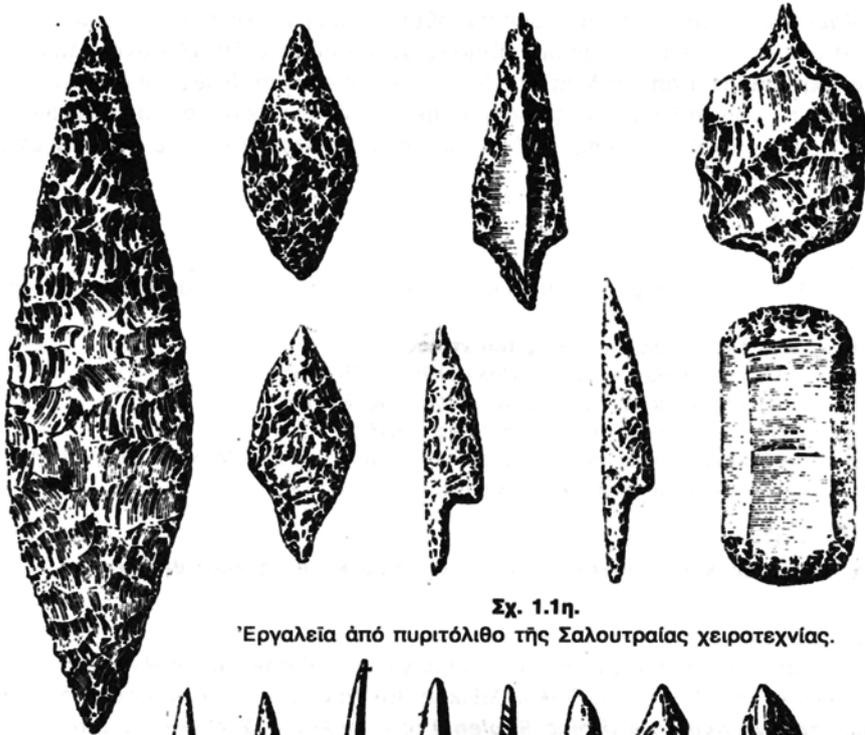
Ἡ **Μαγδαλήνια** χειροτεχνία διακρίνεται κυρίως γιά τά ἐργαλεῖα ἀπό κόκκαλο, ἐλεφαντόδοντο, κέρατα τaráνδου καί ἐλαφιοῦ.

Ἄλλο καί τά ἐργαλεῖα ἀπό πυρίτη λίθο, πού χρησιμοποιεῖται γιά τήν κατασκευή τους, παρουσιάζουν ποικιλία καί ἐπεξεργασία ἀξιοθαύμαστη. Βρέθηκαν π.χ. λεπίδες ἐπεξεργασμένες στή μία πλευρά τους καί ἐφοδιασμένες μέ προεξοχή, πού πιθανόν νά προορίζονταν γιά τήν προσαρμογή σέ κάποια λαβή, ξύστρες, λεπίδες κατάλληλες γιά πριόνια, τρυπάνια καί σμίλες γιά χάραξη. Τά κοκκάλινα ἐργαλεῖα τῆς Μαγδαλήνιας περιόδου εἶναι λίγο - πολύ στολισμένα μέ ἀπεικονίσεις.

Χαρακτηριστικά ἐργαλεῖα τῆς περιόδου αὐτῆς (σχ. 1.1θ) εἶναι τό καμάκι καί ἡ πολύ ὀξεῖα αἰχμή, πού μᾶς ἐπιτρέπει νά ὑποθέσομε ὅτι οἱ ἄνθρωποι πού ζοῦσαν τότε γνῶριζαν καί χρησιμοποιοῦσαν τό τόξο.

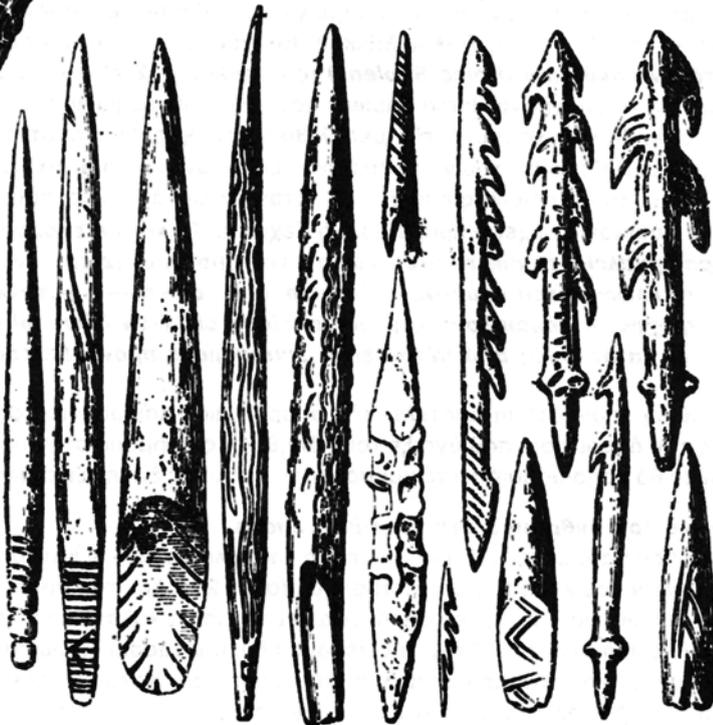
Ἡ δεξιότητά τῶν ἀνθρώπων τῆς Μαγδαλήνιας ἐποχῆς ἦταν πάρα πολύ μεγάλη· ἔτσι ἀνάμεσα στά ἐργαλεῖα πού χρησιμοποιοῦσαν, ἐκτός ἀπό τίς βελόνες καί τίς καρφίτσες, πού δείχνουν ἐπιδεξιότητα ἀξιοθαύμαστη, βρέσκομε καί μεγάλη ποικιλία σχημάτων· γιά πολλά ἀπό αὐτά ὁμως δέν γνῶρίζομε ποιός ἦταν ὁ προορισμός τους.

Μεταξύ τῆς ἀνώτερης παλαιολιθικῆς ἐποχῆς καί τῆς νεολιθικῆς συναντᾶμε μερικές χειροτεχνίες πού τίς ὀνομάζομε **μεσολιθικές**. Ἀπό αὐτές ἡ πιό ἀξιόλογη



Σχ. 1.1η.

Έργαλεία από πυριτόλιθο της Σαλουτραίας χειροτεχνίας.



Σχ. 1.1θ.

Εργαλεία από κόκκαλο και έλεφαντόδοντο της Μαγδαληνίας χειροτεχνίας.

είναι ή **Καμπίσιος** χειροτεχνία, πού μās προσθέτει στά έργαλεία πού ήδη γνωρίσαμε μία ποικιλία από κοπίδια και σφυριά. Επίσης στην Καμπίσιο έποχή συναντάμε για πρώτη φορά κομμάτια από πήλινα άγγεία χοντροδουλεμένα, όπως και μερικά ίχνη από καλύβες, πού πιθανόν χρησιμοποιήθηκαν για κατοικία του προϊστορικού άνθρώπου της έποχής εκείνης, πού μέχρι τότε έναλλασσόταν με τά ζώα στίς σπηλιές.

#### Έρωτήσεις.

1. Πώς ανακάλυψε ό προϊστορικός άνθρωπος τή φωτιά και ποιά ήταν ή σημασία αυτής της ανακαλύψεως;
2. Ποιά ή σημασία της χρησιμοποιήσεως του χεριού;
3. Ποιές οι κυριότερες χειροτεχνίες της Παλαιολιθικής Έποχής;
4. Ποιές οι κυριότερες χειροτεχνίες της Άρχαιολιθικής Έποχής;
5. Τι χαρακτηρίζει τά έργαλεία της Μαγδαληνιας έποχής;
6. Ποιά ύλικά χρησιμοποιούνται για τήν κατασκευή έργαλείων στην Άρχαιολιθική έποχή;
7. Τι γνωρίζετε για τίς μεσολιθικές χειροτεχνίες;

### 1.2. Η χειροτεχνία και οι άσχολίες του άνθρώπου κατά τή νεολιθική έποχή.

#### α) Γενικά.

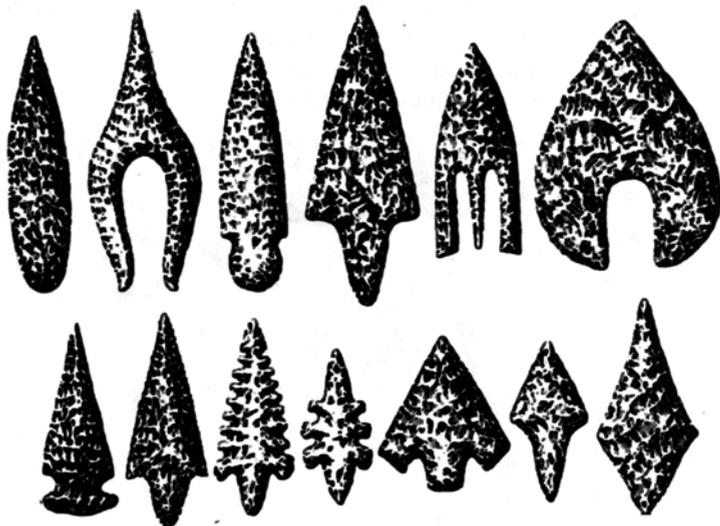
Στήν προηγούμενη παράγραφο μιλήσαμε για τόν ήδη προχωρημένο πολιτισμό του άνθρώπου της Άνώτερης Παλαιολιθικής Έποχής. Τόν άνθρωπο αυτό ονομάζουν **σκεπτόμενο άνθρωπο (Homo Sapiens)** του σπηλαιου. Στο κεφάλαιο αυτό θά άσχοληθούμε με τό σύγχρονο Homo Sapiens πού κάνει τήν εμφάνισή του γύρω στο 10.000 π.Χ., δηλαδή στή χαραυγή της μεσολιθικής έποχής. Οι ικανότητές του νά κατασκευάζει και ή ιδιοφυία του νά έφευρίσκει, έκδηλώνονται άριστα λίγο άργότερα, στο διάστημα της νεολιθικής έποχής, σε τέτοιο μάλιστα σημείο, πού μπορούμε νά πούμε ότι ουσιαστικά έχει διαμορφωθεί ή Τεχνική. **Τά κατασκευασμένα από τό χέρι διάφορα έργαλεία, τά πρώτα στοιχειώδη μηχανήματα, οι χειροτεχνίες πρώτης ανάγκης — τό κλώσιμο του νήματος, ή ύφανση, ή κεραμική — ή μεταλλουργία, ή χρήση του τροχού, ή ναυσιπλοία, ή χρησιμοποίηση οικιακών ζώων, οι άγροτικές έφαρμογές, οι κατασκευές από πέτρα είναι έπιτεύγματα προγενέστερα από τήν ιστορία.**

Η νεολιθική επανάσταση άποτελεί τήν άπαρχή μιας καινούργιας φάσεως της άναπτύξεως του άνθρώπου, πού άνοιξε τούς άληθινούς δρόμους στην πρόοδο. Στο διάστημα αυτό θά χρησιμοποιήσει τό χρυσό και τό χαλκό σε αρκετά μεγάλη έκταση.

#### β) Οι άσχολίες του άνθρώπου στή νεολιθική έποχή.

Ό άνθρωπος παραμένει και τώρα κυνηγός και πολεμιστής και κατασκευάζει τίς αιχμές των βελών του κατά ποικίλους τρόπους (σχ. 1.2α). Δέν του άρκούν όμως τά δέρματα των ζώων για νά ντυθει, αλλά ύφαινει τό μαλλι και τίς ίνες των φυτών, βελτιώνει και τελειοποιεί τήν τέχνη της κεραμεικής, ύποτάσσει τά ζώα στή θέλησή του και ανατρέφει και αναπαράγει πολλά είδη από αυτά. Κατασκευάζει κατοικίες τόσο επάνω στο έδαφος όσο και πάνω στα νερά· σκάβει με ξύστρες τούς κορμούς των δένδρων για νά κατασκευάσει μονόξυλα και τέλος καλλιεργεί τά δημητριακά. Τώρα είναι έλεύθερος νά αναπτύξει τίς γνώσεις του, νά βελτιώσει τά μέσα των

κατασκευών του και την ημέρα που θα παρουσιασθούν τα μέταλλα νά βγει τελείως από τό στάδιο τής βαρβαρότητας.



Σχ. 1.2α.

Διάφορες αιχμές βελών από τή νεολιθική εποχή.

Όσο βελτιώνει τούς όρους τής ζωής του τόσο αναπτύσσεται ή σκέψη του και αρχίζει νά έρευνά τό *γιατί* των πραγμάτων από τά αισθήματα και τούς στοχασμούς, που του προκαλούν τά φαινόμενα τής φύσεως και τά περιστατικά τής ζωής, διαμορφώνονται θρησκευτικές ιδέες ή δεισιδαιμονίες. Τέλος ή αρχιτεκτονική κάνει τήν εμφάνισή της μέ τά μεγαλιθικά μνημεία (Ντολμέν) (σχ. 1.2β) γίνεται μεταλλωρύ-



Σχ. 1.2β.

Μεγαλιθικά μνημεία (Ντολμέν).

χος και κατεβαίνει στά σπλάχνα τής γής για νά αναζητήσει τά υλικά για τήν κατασκευή των εργαλείων και των όπλων του. Ακόμη και ό πύριτης λίθος, ή πολύτιμη αύτή πρώτη ύλη γίνεται αντικείμενο συναλλαγής σε μεγάλη κλίμακα.

Τέλος ο άνθρωπος, γιά νά προστατεύσει τά συσσωρευμένα όρυκτά του άνεγείρει τείχη καί εγκαθίσταται μέσα σέ 'Ακροπόλεις. Ή γλυπτική πού έμφανίσθηκε στήν Μαγδαλήνια έποχή καί έξαφανίσθηκε μαζί μέ τούς άνθρώπους της άντικαθίσταται μέ χονδροειδείς παραστάσεις του ίδιου του άνθρώπου καί τών όπλων του (σχ. 1.2γ).

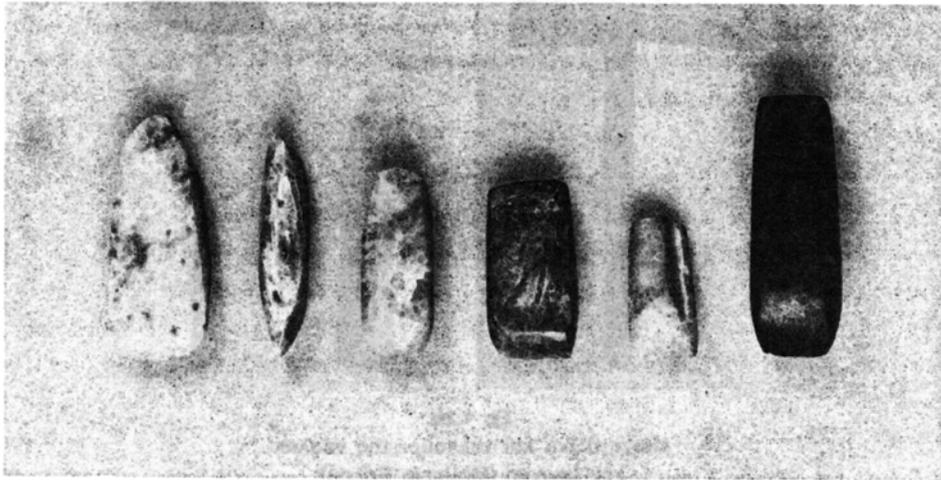
"Έτσι βρίσκομε στολίσματα πού δέν είναι όμως ισάξια τής τελειότητας πού παρουσιάζει ή έπεξεργασία του λίθου στά έργαλεία.



Σχ. 1.2γ.

**γ) Τά εργαλεία του ανθρώπου.**

Ἡ ἐποχή πού μᾶς ἀπασχολεῖ χαρακτηρίζεται ἀπό μεγάλη ποικιλία ἐργαλείων (σχ. 1.25), ἀνάμεσα στά ὅποια χαρακτηριστική θέση κατέχει τό τσεκούρι. Πάρα πολλές εἶναι οἱ ποικιλίες καί οἱ μορφές τοῦ τσεκουριοῦ πού βρῖσκεται σ' ὅλες τίς ἐστίες τῆς νεολιθικῆς ἐποχῆς.



α



β

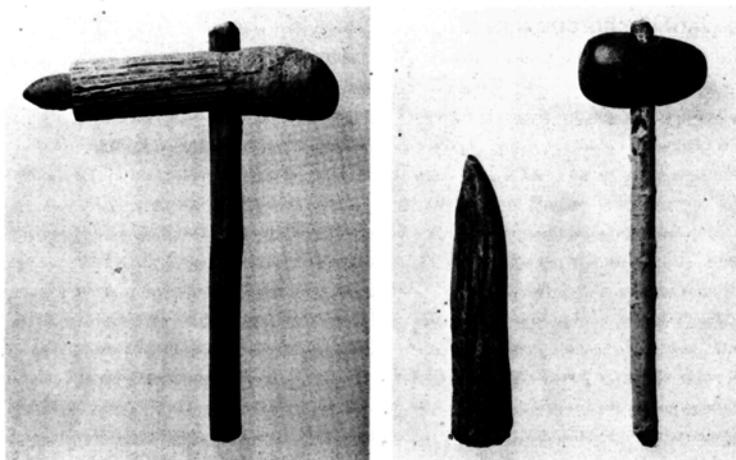
**Σχ. 1.25.**

Λίθινα εργαλεία ἀπό τό Σέσκλο.

α) Λίθινες σμίλες Νεολιθικῆς ἐποχῆς.

β) Λίθινες ἀξίνες Νεολιθικῆς

Μέ τό τσεκούρι κατόρθωσε ό άνθρωπος νά έπεξεργασθεΐ τό ξύλο, πού θά χρησιμοποιήσει στήν κατασκευή τών σπιτιών του καΐ τών μέσων πού θά κινηθεΐ στό νερό (σχ. 1.2ε).



Σχ. 1.2ε.

Λίθινη άξίνα καΐ τσεκούρι τής νεολιθικής έποχής (Μουσείο Βόλου).

#### Έρωτήσεις.

1. Ποιά ή συμβολή τής νεολιθικής χειροτεχνίας στήν ανάπτυξη τής Τεχνικής;
2. Ποιές οΐ κυριότερες άσχολίες του νεολιθικού ανθρώπου;
3. Ποιό τό χαρακτηριστικό νεολιθικό έργαλειο;
4. Τί χαρακτηρίζει τή νεολιθική άρχιτεκτονική;

### 1.3 Ό τρόπος κατεργασίας του πυρίτη λίθου (πυριτόλιθου).

Άπό όλα τά λίθινα ύλικά πού προμήθευε τό περιβάλλον του, ό άνθρωπος χρησιμοποίησε σέ όλες τΐς περιοχές τής γής καΐ σ' όλες τΐς προϊστορικές έποχές περισσότερο τόν **πυρίτη λίθο**. Ό πυρίτης είναι ύλη πολύ άνθεκτική, προσφέρεται στό πελέκημα καΐ τά θραύσματά του μπορεί νά τά έπεξεργασθεΐ κανείς γρήγορα, είτε μέ έλαφρά κτυπήματα, είτε μέ άπλή πίεση. Άλλά καΐ άλλα ύλικά, όπως π.χ. ό **νεφρίτης**, πού συναντοΐμε στίς τελευταΐες φάσεις τής νεολιθικής έποχής, μιά ύλη πολύ σκληρή πού πελεκιέται μέ μεγάλη δυσκολία αλλά μπορεί νά λειανθεΐ εύκολότερα, καθιερώθηκε ως ύλικό έργαλείων. Πολύ καιρό πριν ό άνθρωπος είχε άρχισει νά εφαρμόζει τή λείανση τόσο στό έλεφαντόδοντο όσο καΐ στά κόκκαλα καΐ τά κέρατα.

Γιά τήν κατεργασία του πυρίτη λίθου άρκει νά πιέσει κανείς κάπως λοξά μέ ένα άλλο σκληρό σώμα ένα θραΐσμα, για νά αφαιρέσει άλλα μικρότερα θραΐσματα επαναλαμβάνοντας αυτή τήν έργασία μπορεί νά επιτύχει εύκολα τό σχήμα πού επιθυμεί νά δώσει στό έργαλείο. "Όταν κτυπήσομε λοξά τόν πυρήνα ενός πυρίτη λίθου, πετάγεται ένα θραΐσμα ή νέα πλευρά του θραΐσματος αυτού παρουσιάζεται

κυρτή, ενώ στον πυρήνα έχουμε αντίστοιχη κοιλότητα. Εάν τώρα μετά την αφαίρεση από τον πυρήνα ενός σχετικού αριθμού θραυσμάτων προς την ίδια κατεύθυνση κτυπήσουμε με αντίθετη φορά τό λίθο, τότε παρατηρούμε ότι δημιουργείται μία πολύ κοφτερή άκμή.

Αυτός ο τρόπος καθιερώθηκε πρώτα στην Μουστιαία χειροτεχνία· βελτιώθηκε στις χειροτεχνίες της Μεσολιθικής εποχής, όταν τό κοπίδι εμφανίζεται σαν πρόδρομος του τσεκουριού, και τελειοποιήθηκε στη Νεολιθική εποχή τόσο ώστε να είναι δύσκολο να πιστέψει κανείς ότι υπήρχαν την εποχή εκείνη τεχνίτες τόσο επιδέξιοι, που κατεργάζονταν με τόσο τέλειο τρόπο τον πυρίτη λίθο. Διασώθηκαν π.χ. μεγάλες λεπίδες, που είναι τέλεια λειασμένες και πάρα πολύ λεπτές και που παρουσιάζουν ίχνη αφαίρεσης των θραυσμάτων με ένα τρόπο, που προϋποθέτει πολλές γνώσεις και που εγγίζει τά όρια της μαθηματικής ακρίβειας.

Εκτός από τό πελέκημα, ο νεολιθικός άνθρωπος χρησιμοποιεί και τή λείανση στά λίθινα εργαλεία του, τή λείανση που έχει χρησιμοποιήσει στο κόκκαλο και στά κέρατα. Εκτός από τά σταθερά *λειαντήρια* που χρησιμοποιεί στους οικισμούς, βρίσκομε και πολυάριθμα *στιλβωτρα* του χεριού που προορίζονται για τή λείανση των εργαλείων από κόκκαλο, έλεφαντόδοντο και κέρατο. Μερικά μάλιστα είναι τρυπημένα για να μπορούν οί τεχνίτες να τά κρεμούν στη ζώνη τους (σχ. 1.3).

Σάν υλικό στιλβώσεως χρησιμοποιήθηκε χοντρός ψαμμόλιθος· γνωρίζομε επίσης ότι χρησιμοποιήθηκαν στιλβωτρα από γρανίτη και διάφορα άλλα κομμάτια σκληρών βράχων.



Σχ. 1.3.

Ανάγλυφο της ΣΤ' Δυναστείας των Φαραώ της Αιγύπτου. Εικονίζει τήν κατασκευή λίθινων άγγείων.

Ο άνθρωπος της νεολιθικής εποχής, όταν πιά βρίσκεται στο μεγαλύτερο σημείο της προόδου, γνωρίζει όλα τά εργαλεία που είναι τρυπημένα ή έχουν ειδικές έσοχές ή προεξοχές για να δεχθούν χειρολαβή. Τά άνοιγμα της τρύπας γινόταν τότε, όπως και σήμερα, με τό στριφογύρισμα ενός στενόμακρου σκληρού αντικειμένου (τρυπάνι) κατά γενικό κανόνα μυτερού, που τό γύριζαν με τό χέρι είτε με τή βοήθεια μιιάς πρωτόγονης συσκευής. Η χρήση άμμου διευκόλυνε τό τρύπημα.

#### Ερωτήσεις.

1. Τί γνωρίζετε για τήν κατεργασία του πυρίτη λίθου;
2. Ποιάς ό πρόδρομος του τσεκουριού και πότε εμφανίσθηκε;
3. Τί γνωρίζετε για τή λείανση του λίθου;
4. Τί γνωρίζετε για τό τρύπημα των λίθινων εργαλείων;

#### 1.4. 'Η τέχνη.

##### α) Γενικά.

'Ακόμη και σήμερα ή τέχνη εξαρτάται από δύο στοιχεία πολύ διαφορετικά: τήν ανάπτυξη τών τεχνικῶν μέσων και τίς καλλιτεχνικές αντιλήψεις τής εποχής. Οί καλλιτέχνες, γιά νά εκφράσουν τίς αντιλήψεις τους, χρησιμοποιοῦν τά ἐπιτεύγματα τής πρακτικής, πού προέρχονται ἀπό τή χειρωνακτική - σήμερα βιοτεχνική ή βιομηχανική - ἐπίδοση τής ομάδας μέ τήν ὁποία διαβιοῦν.

Στήν ἐποχή πού ἐξετάζομε στό κεφάλαιο αὐτό τέσσερις εἶναι οί κύριοι κλάδοι τής τέχνης. 'Η *ἰχνογράφηση*, ή *χάραξη*, ή *ζωγραφική* και ή *γλυπτική*. Οί κλάδοι αὐτοί εἶναι βέβαιο ὅτι προόδευσαν παράλληλα μέ τήν τεχνική. 'Αρχικά ή πρόοδος βασίζεται σέ πολύ ἀπλά μέσα και οί καλλιτέχνες ἀνάλογα μέ τό βαθμό τής ἀναπτύξεως τών μέσων αὐτῶν εἶχαν τή δυνατότητα νά πραγματοποιήσουν λίγο ὡς πολύ ἀπόλυτα και τέλεια τά καλλιτεχνικά τους ἰδανικά.

'Η *ἰχνογράφηση* (σχ. 1.4α) εἶτε γίνεται γιά λόγους διακοσμῆσεως εἶτε γιά τήν ἀναπαράσταση τής φύσεως, εἶναι ἐμφυτη σ' ὅλους τούς λαούς, πού συναντᾶμε σ' ὅλες τίς ἐποχές και σ' ὅλα τά μέρη τοῦ κόσμου.

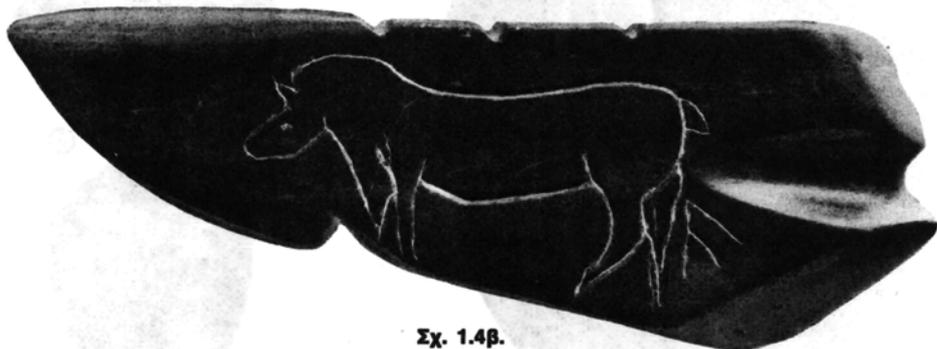


Σχ. 1.4α.

'Ιχνογραφήματα γεωμετρικῶν τύπων τής παλαιολιθικής ἐποχής.

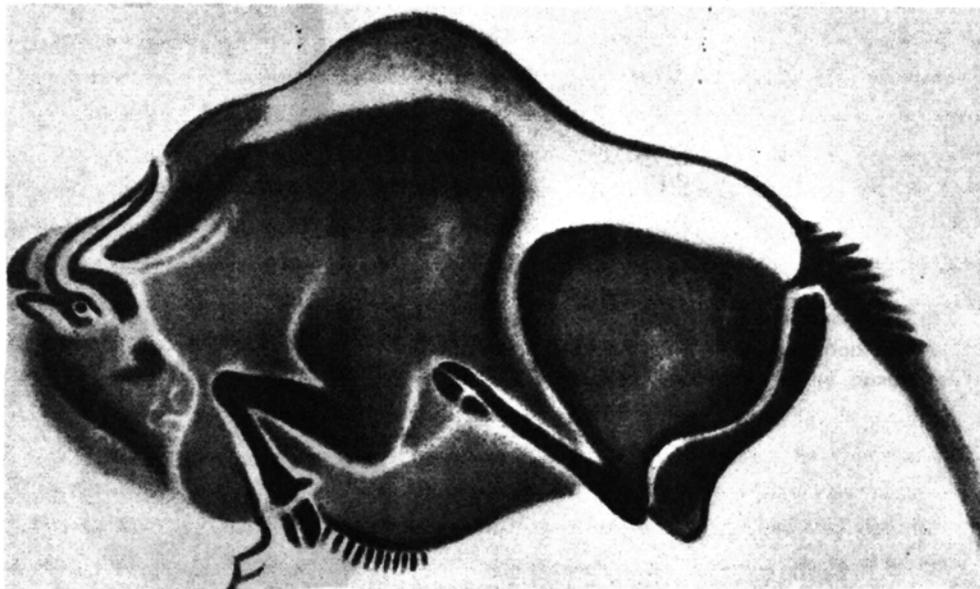
'Η *χάραξη* (σχ. 1.4β) παρουσιάσθηκε ἀργότερα· μ' αὐτήν ὁ καλλιτέχνης ἀπέβλεπε στό νά σταθεροποιήσει και νά παρατείνει τή ζωή τοῦ ἰχνογραφήματος. 'Από τή χαρακτηριστική ξεπετάχτηκε ή γλυπτική.

Ἡ **ζωγραφική** (σχ. 1.4γ) εἶναι ἓνα ἄλλο μέσο ἀποδόσεως τῶν εἰκόνων τῆς ζωῆς. Στό πρώτο ξεκίνημα περιορίσθηκε νά παρουσιάσει τό μάτι, τό περίγραμμα καί τό



**Σχ. 1.4β.**

Χαραγμένες ἀναπαραστάσεις ἀνθρώπου πάνω σέ κόκκαλο καί βράχο.



**Σχ. 1.4γ.**

Πολύχρωμη τοιχογραφία ἀπό σπήλαιο τῆς Ἄλταμίρα στή Βόρεια Ἰσπανία.

χρῶμα τοῦ ἀντικειμένου. Ἀργότερα ὁ καλλιτέχνης σκέφθηκε νά ἀποδώσει σκιές καί νά προσδώσει στό δημιούργημά του μεγαλύτερη πιστότητα.

Ἡ **γλυπτική** (σχ. 1.45) πού κάνει στήν ἀρχή τήν ἐμφάνισή της πάνω σέ ἐργαλεῖα ἀπό κόκκαλο τῆς ὠρινάκειας χειροτεχνίας, θά ἐξελιχθεῖ ἀργότερα χάρι στή χρήση ἐργαλείων, πού ἐπιτρέπουν τήν ἐπεξεργασία σκληρῶν ὑλικῶν.



α



β



γ

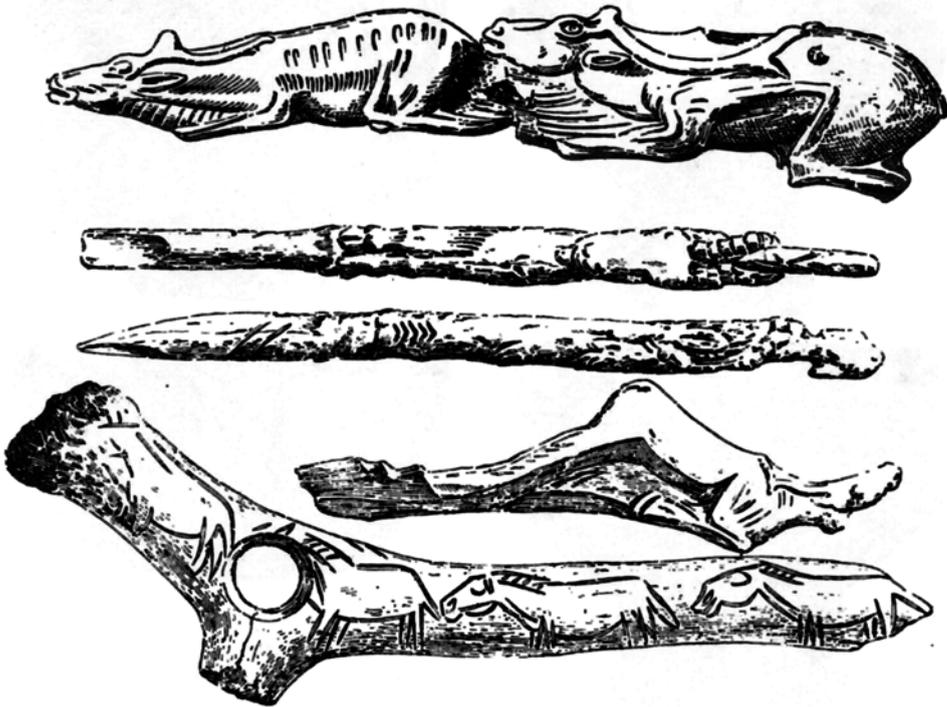
**Σχ. 1.45.**

α) Ἐγχάρακτη παράσταση καθισμένης μορφῆς σέ πλακαρό βότσαλο. β) Πήλινο εἰδῶλιο ὄρθιας γυναίκα. γ) Λίθινο νεολιθικό εἰδῶλιο.

### β) Τά μέσα και οι καλλιτεχνικές τάσεις.

Έκείνο πού χαρακτηρίζει τις χειροτεχνίες τής 'Ανώτερης παλαιολιθικής εποχής είναι ή τάση τών τεχνιτών νά κατασκευάζουν όμορφότερα τά δημιουργήματά τους, πού χωρίς νά είναι άριστουργήματα μέ τά σημερινά αισθητικά κριτήρια, δείχνουν τό βαθμό προόδου πού είχε σημειωθεί στόν τομέα αυτόν. 'Αντιλαμβάνεται κανείς πόσο δύσκολη και πόσο τολμηρή ήταν ή έπεξεργασία τών σκληρών υλικών εκείνης πριόνιζαν και κατεργάζονταν όγκους όλόκληρους από πέτρα, από έλεφαντόδοντο, από κόκκαλα ή από κέρατα, μέ τά πέτρινα έργαλεία τους και όταν λέπταιναν τήν ύλη παρουσιάζονταν τά σχήματα τών αντικειμένων. Τότε αποτέλειωναν τά αντικείμενα μέ ξύστρες, γλυφίδες και διάφορα έργαλεία λειάνσεως.

Όταν άργότερα παρουσιάσθηκε τό μεταλλικό ξύστρο, ή έργασία έγινε συντομότερη αλλά ό τεχνίτης είχε άποκτήσει όλη τήν πείρα πού χρειαζόταν γιά νά καταστήσει τό έργαλείο του πειθαρχικό και ύπάκουο στη θέλησή του.



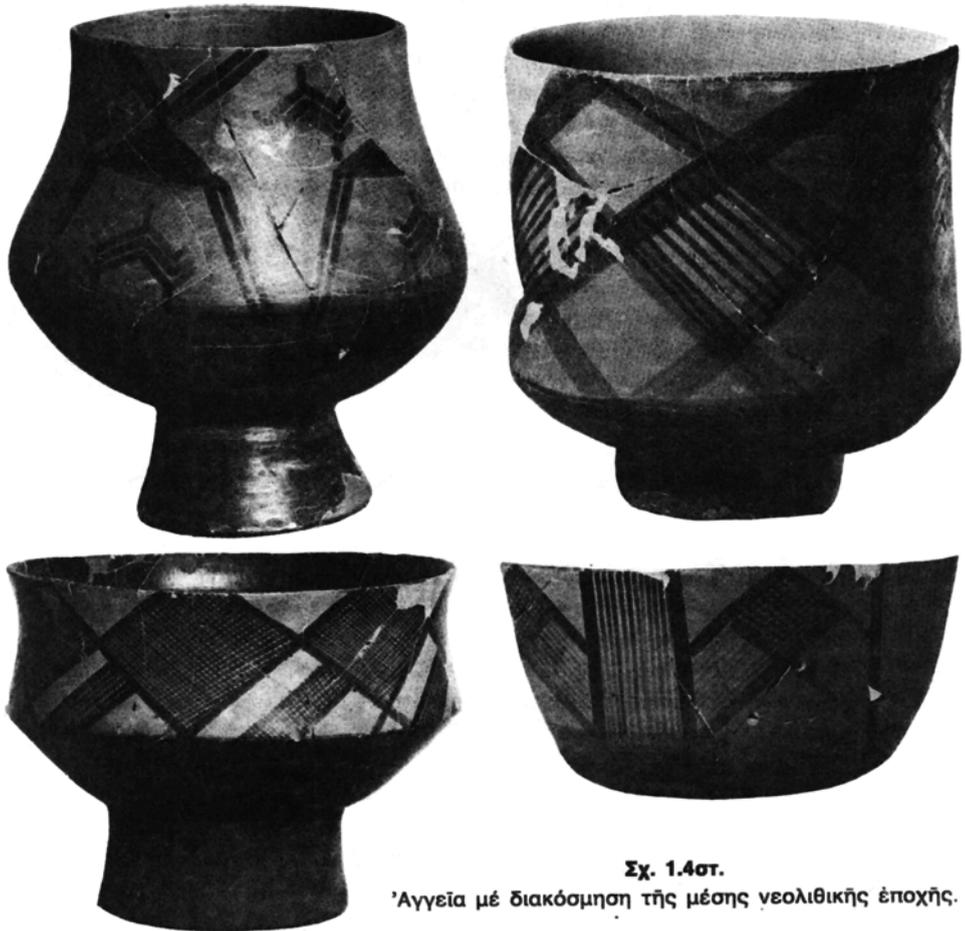
Σχ. 1.4ε.

Γλυπτά τής τεταρτογενούς περιόδου.

Ό μαγδαλήνιος τεχνίτης μās έχει αφήσει πολυάριθμα ίχνογραφήματα και γλυπτά (σχ. 1.4ε). Τά υλικά πού χρησιμοποιούσε είναι τό έλεφαντόδοντο, τό κόκκαλο, τά κέρατα και οι μαλακοί βράχοι. Χρησιμοποιούσε τό πριόνι, μέ τό όποιο έκοβε τά κόκκαλα και άποσπούσε από τό έλεφαντόδοντο τά μακριά έκείνα άποσχίδια, πού τά μετέβαλε σε βελόνες, καρφίτσες, σουβλιά, έγχειρίδια.

Γιά τics έγχρωμες άναπαραστάσεις, πού, άνακαλύπτομε μέσα στά σπήλαια πιθανολογείται ότι πρώτα σχεδιάζε μέ κάρβουνο ή ώχρα και ύστερα σταθεροποιού-

σε τίς γραμμές με μία γλυφίδα από πυρίτη λίθο χωρίς νά τις χαράζει βαθιά. Τέλος με μιά πάστα πού παρασκεύαζε από κόκκινη ὤχρα καί μαύρο ὄρυκτό μαζί με λάδι ἢ λίπος, χρωμάτιζε τό ἔργο του. Σ' αὐτές τίς ἀπεικονίσεις προβάλλουν τό κόκκινο καί τό μαύρο, πού, ὅταν ἀνακατωθοῦν, δίνουν καστανό χρῶμα. Πρέπει νά σημειωθεῖ ὅτι πολλές ἀπεικονίσεις με χρώματα ὀργανικά (δηλαδή ἀπό ζωϊκές καί φυτικές ὕλες), πού πιθανόν νά χρησιμοποιήθηκαν, δέν ἦταν δυνατόν νά διατηρηθοῦν. Σ' αὐτές πού ἀνακαλύφθηκαν καλά διατηρημένες χρησιμοποιήθηκαν χρώματα ὄρυκτά.



Σχ. 1.4στ.

Ἄγγεια με διακόσμηση τῆς μέσης νεολιθικῆς ἐποχῆς.

Ὁ ἄνθρωπος ἀπό τότε πού ἀνακάλυψε τή φωτιά μπόρεσε νά ἀνακαλύψει τήν **κεραμική**. Ἡ σκλήρυνση πού παρουσιάσθηκε στήν ἄργιλλο μιᾶς ἐστίας με φωτιά, θά τόν δίδαξε ὅτι ὅταν τό χῶμα ψηθεῖ δέν διαλύεται εὐκόλα στό νερό. Ὡστόσο μόνο κατά τή διάρκεια τῆς μεσολιθικῆς ἐποχῆς ἄρχισε νά κατασκευάζει σέ μεγάλη ἔκταση ἄγγεια. Τά πρῶτα προϊόντα τῆς κεραμικῆς εἶναι πολύ χοντροκομμένα, γιατί ἡ χρήση τοῦ **κεραμεικοῦ τροχοῦ** θά ἐμφανισθεῖ σέ μερικές μονάχα περιοχές ἀργότερα, στό τέλος τῆς νεολιθικῆς ἐποχῆς. Ἡ διακοσμητική καί ἡ χαρακτηριστική πού μέχρι τώρα χρησιμοποιήθηκε στό κόκκαλο καί στήν πέτρα, ἀκολουθεῖ σχεδόν ἀμέσως πάνω στόν πηλό με τή χρησιμοποίηση τῆς ἴδιας τεχνικῆς (σχ. 1.4στ).

Ἡ διακοσμητικὴ χάραξη (σχ. 1.4ζ) γίνεται εὐκολότερα καὶ μένει χωρὶς γέμισμα ἢ μὲ γέμισμα τῶν κενῶν μὲ λευκὴ ἢ χρωματιστὴ πάστα. Ἀκολουθεῖ τὸ στρώσιμο καὶ ἡ λείανση τοῦ γεμίματος καὶ τέλος τὸ ψήσιμο.



Σχ. 1.4ζ.

Κεραμεικὴ μὲ ζωγραφικὲς ἀναπαραστάσεις τῆς Αἰγύπτου.

Ἦταν φυσικὸ ἡ χρῆση καὶ ἡ κατεργασία τοῦ μαλακοῦ ἀργιλλοχώματος γιὰ τὴν κατασκευὴ τῶν ἀγγείων νὰ ἐμπνεύσει στὸν καλλιτέχνη τὴν ἰδέα τῆς κατασκευῆς μικρῶν ἀγαλμάτων ἀπὸ τὸ εὐπλαστο αὐτὸ ὑλικό.

#### Ἐρωτήσεις.

1. Ἀπὸ τί ἐξαρτᾶται ἡ ἀκμὴ τῆς τέχνης;
2. Ποιοὶ ἦταν οἱ κύριοι κλάδοι τῆς τέχνης στὴν προϊστορικὴ ἐποχὴ;
3. Τί χαρακτηρίζει τὶς χειροτεχνίες τῆς Ἀρχαιολιθικῆς Ἐποχῆς;
4. Ποιά χρώματα ἄντεξαν στὸ χρόνο;
5. Ποιὲς δυσκολίες εἶχε ὁ προϊστορικὸς τεχνίτης;
6. Γιατί καθυστέρησε ἡ κατασκευὴ ἀγγείων παρὰ τὸ γεγονὸς ὅτι ἡ κεραμεικὴ εἶχε ἀνακαλυφθεῖ πολὺ παλαιότερα;

## 1.5. 'Η καθημερινή ζωή του προϊστορικού ανθρώπου.

### α) Γενικά.

Είναι πολύ δύσκολο νά προσδιορίσει κανείς τις πραγματικές συνθήκες διαβίωσης του ανθρώπου κατά την προϊστορική εποχή. Τά περισσότερα στοιχεία βρέθηκαν μέσα σέ σπήλαια καί μόνο στή μεσολιθική καί νεολιθική εποχή βρίσκονται οικισμοί στόν ἐλεύθερο χώρο καί στίς λίμνες. 'Εξάλλου ἡ ἐνδυμασία του καί οἱ καθημερινές δραστηριότητές του μόνο ἀπό τά ἐργαλεία πού ἔρχονται στό φῶς μέ τίς ἀνασκαφές μποροῦν νά πιθανολογηθοῦν. 'Ωστόσο ἡ ζωή του δέν ἦταν εὐκολή, γιατί εἶχε νά ἀντιμετωπίσει τρομερούς ἀντίπαλους εἴτε γιά νά ἐξασφαλίσει τά μέσα τῆς διαβίωσέως του εἴτε γιά νά συντηρήσει τήν ἴδια τήν ζωή του. Καί μόνο μέ τή βοήθεια τῶν χοντροκομμένων ἐργαλείων του καί τῆ λογική του κατόρθωσε νά ἐπιβίωσει καί τελικά νά κυριαρχήσει πάνω στά τεράστια παχύδερμα, τούς βίσωνες, τίς ἀρκουῶδες, τά λιοντάρια καί ὄλα τά ἄλλα θηρία τοῦ ζωικοῦ κόσμου.

### β) 'Η κατοικία.

Μέχρι τούς μεσολιθικούς χρόνους δέν γνωρίζομε τίποτε πού θά μπορούσε νά μᾶς δώσει στοιχεία γιά τήν κατοικία τοῦ Προϊστορικοῦ ἀνθρώπου ἔξω ἀπό τά σπήλαια.

Στήν *καμπίνιο* εποχή συναντοῦμε τόν ἀνθρωπο νά κατασκευάζει τήν κατοικία του μέ πλεκτά κλαδιά δένδρων καί νά ἀλείφει μέ πηλό τά πρωτόγονα ἐκεῖνα καλύβια· τίς περισσότερες φορές τά καλύβια αὐτά εἶναι συγκεντρωμένα ὁμαδικά σέ χώρους πού παρουσιάζουν δυνατότητες ἄμυνας, ἐνῶ σέ ἄλλες περιπτώσεις προστατεύονται μέ περίφραξη ἀπό πασσάλους. Τά πρωτόγονα αὐτά σπίτια ἦταν κυκλικά καί ἡ διάμετρός τους δέν ξεπερνοῦσε τά 2,50 m (σχ. 1.5α).

Γενικά οἱ οικισμοί αὐτοί ἦταν ἐγκαταστημένοι δίπλα σέ ποτάμια ἢ ρυάκια, γιατί ὁ ἀνθρωπος τῆς Μεσολιθικῆς καί τῆς Νεολιθικῆς ἐποχῆς παρ' ὄλο πού ἀσχολεῖται μέ τήν καλλιέργεια δημητριακῶν καί τήν κτηνοτροφία ἐξακολουθεῖ νά εἶναι κυνηγός καί ψαράς. Οἱ ὁμάδες τῶν ἀνθρώπων πού συμβιοῦν σ' αὐτούς τούς οικισμούς εἶναι ὀλιγομελεῖς, γιατί οἱ ὄροι διαβίωσέως δέν ἀνάγκαζαν ἀκόμη τούς ἀνθρώπους νά κτίζουν πόλεις.

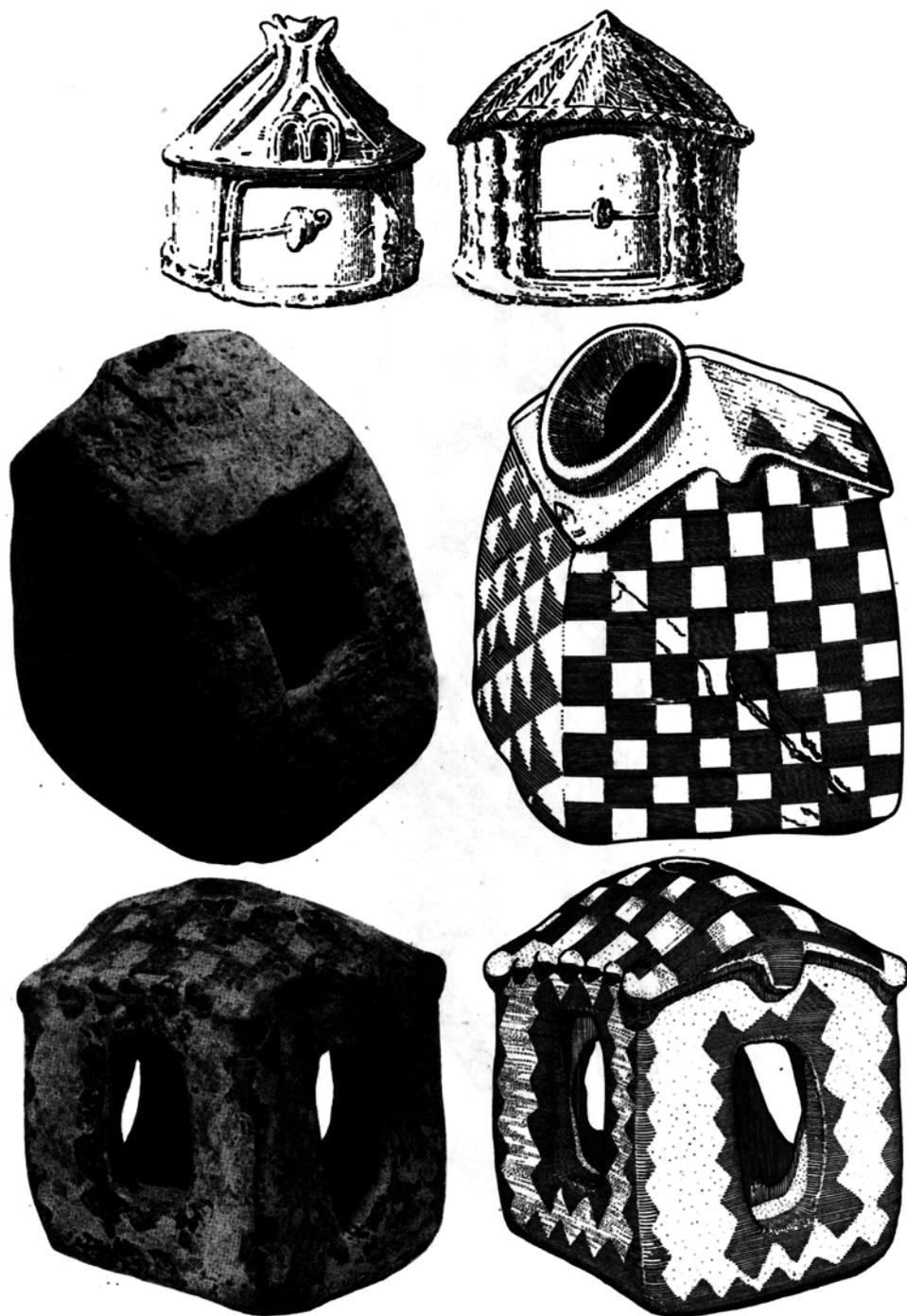
Στή νεολιθική εποχή οἱ ἀνθρωποι ἀναζητῶντας εὐνοϊκότερες συνθήκες ἀρχιζαν νά κτίζουν τίς κατοικίες τους ἀκόμη καί πάνω στά νερά. Στήν 'Ελβετία εὐρέθησαν παραπάνω ἀπό διακόσια *λιμναῖα χωριά*.

Σέ ἄλλες περιπτώσεις καταφεύγουν στίς ἀκροπόλεις, πού τίς περιτριγυρίζουν μέ τείχη γιά λόγους ἀμυντικούς (σχ. 1.5β). Δυστυχῶς ὁμως οἱ νεολιθικοὶ οικισμοὶ κατοικήθηκαν καί μεταγενέστερα. "Ἐτσι εἶναι ἀδύνατον νά βεβαιωθοῦμε ἀπόλυτα ἂν ὄλα τά ἀμυντικά ἔργα ἀνήκαν στούς ἀνθρώπους τῆς νεολιθικῆς ἐποχῆς ἢ στούς μεταγενέστερους.

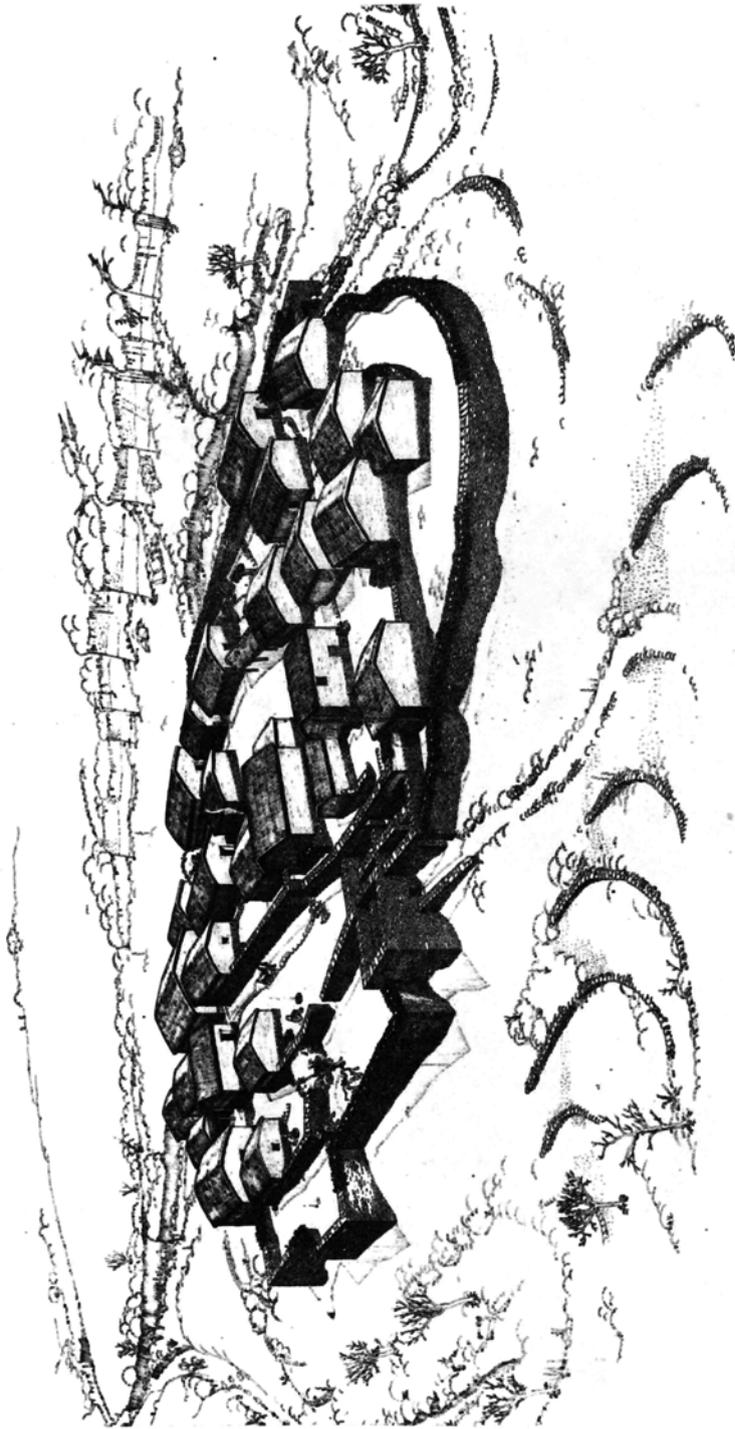
Πάντως σ' ὄλες τίς περιπτώσεις οικισμῶν ἡ ἐπιλογή τοῦ χώρου καί ὁ τρόπος κατασκευῆς φαίνεται ὅτι ἐξυπηρετοῦν τούς ἴδιους σκοπούς, δηλαδή ξεκινοῦν ἀπό τίς ἴδιες τίς ἀνάγκες τῶν ἀνθρώπων νά ἐξασφαλίσουν τή φυσική τους προστασία.

### γ) Τό κυνήγι, τό ψάρεμα, τό ἡμέρωμα τῶν ζῶων, ἡ γεωργία.

Τό *κυνήγι*, τό ψάρεμα καί ἡ συλλογή φυτῶν καί καρπῶν ἀποτελοῦσαν τά μοναδικά μέσα πού διέθετε ὁ ἀνθρωπος γιά νά προμηθευθεῖ τήν τροφή του. 'Η καθιέρωση τῆς κτηνοτροφίας καί τῆς Γεωργίας στούς μεσολιθικούς χρόνους δέν ἄλλαξε αὐτές τίς δραστηριότητες. 'Ο ἀνθρωπος τῆς νεολιθικῆς ἐποχῆς προμηθεύ-



Σχ. 1.5α.  
Πήλινα υπόδειγματα οικίσκων.



Σχ. 1.5β.  
Σέσκλο. Ἡ ἀκρόπολις τῆς μέσης νεολιθικῆς.

εται ακόμη από τό κυνήγι τῶν ἀγρίων ζῶων ὅσο καί ἀπό τήν κτηνοτροφία τά ἀναγκαῖα γιά τή ζωή του. Πολύ ἀργότερα, στούς ἱστορικούς χρόνους τό κυνήγι συνδυάσθηκε καί μέ εὐχάριστη διασκεδαστική ἀπασχόληση, συνήθεια πού ἐπικρατεῖ καί σήμερα.

Ἐνῶ ὁ ἄνθρωπος εἶχε ὡς ἀσχολία τό κυνήγι, δέν παρέλειπε καί τό *ψάρεμα*. Γιά τά πιό παλιά χρόνια δέν ἔχομε στοιχεῖα ὥστε νά καθορίσουμε τούς τρόπους καί τίς μεθόδους πού χρησιμοποιοῦσε. Στίς ἀρχές ὁμως τῆς ἀπώτερης Παλαιολιθικῆς ἐποχῆς γνώριζε τό καμάκι (σχ. 1.5γ).

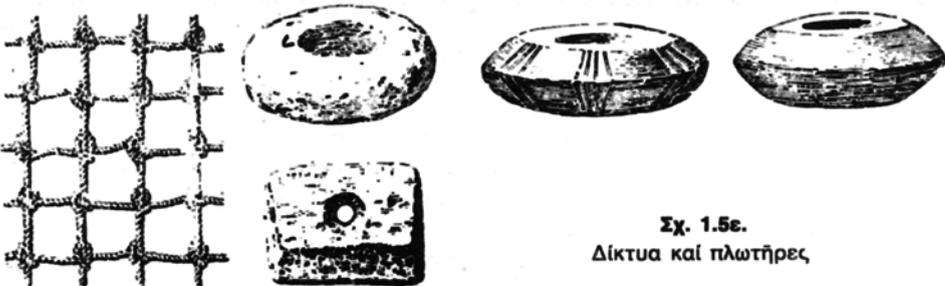


Σχ. 1.5γ.  
Καμάκια ψαρικῆς.



Σχ. 1.5δ.  
Ἄγκιστρια.

Ἐκτός ἀπό τό καμάκι δέν συναντοῦμε γιά πολύ καιρό ἄλλα σύνεργα ψαρικῆς. Στήν ἐποχή τοῦ χαλκοῦ καί τοῦ ὀρεῖχαλκου χρησιμοποιοῦνται ἀγκίστρια πού ἔχουν λίγο πολύ τά σχήματα πού δίνουμε σήμερα (σχ. 1.5δ).

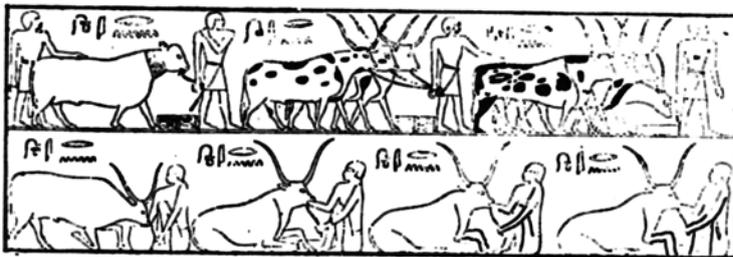


Σχ. 1.5ε.  
Δίκτυα καί πλωτῆρες

Στή νεολιθική ἐποχή στίς λιμναῖες πόλεις ἐμφανίζονται τά δίκτυα. Ὡς πλωτῆρες τῶν δικτύων χρησιμοποιοῦνται κομμάτια ἀπό ξύλο καί ὡς βαρίδια λιθάρια τρυπημένα ἢ ψημένους πηλός (σχ. 1.5ε).

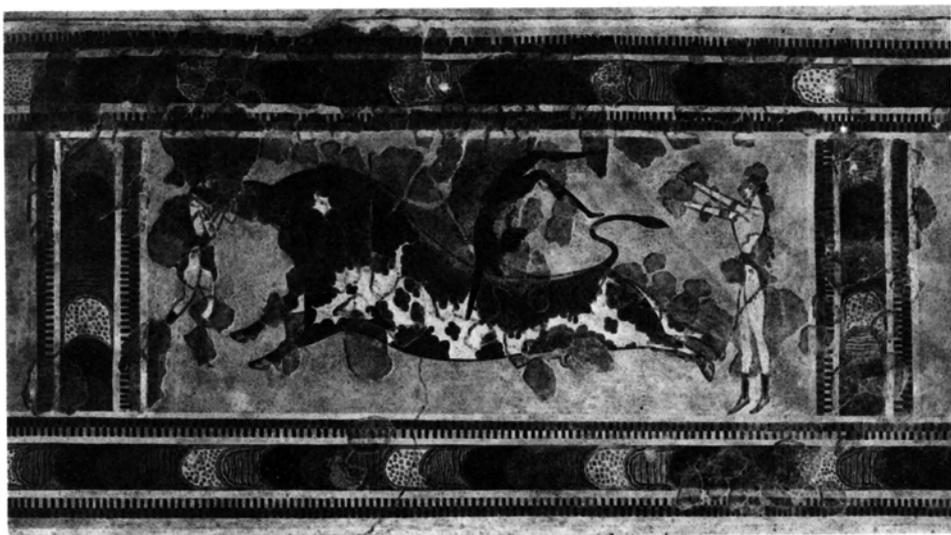
Ἡ **κτηνοτροφία** ἀρχίζει γιὰ ὀρισμένα εἶδη ζῶν στὴ μεσολιθικὴ ἐποχὴ. Στὴν ἐποχὴ τῶν λιμναίων οἰκισμῶν ὁ χοῖρος, τὸ ἄλογο, τὸ βόδι (σχ. 1.5στ καὶ 1.5ζ), ἡ κατσίκα καὶ τὸ πρόβατο εἶχαν πιά ἐξημερωθεῖ.

Στοιχεῖα γιὰ τὴ **γεωργία** βρισκόματε κυρίως στοὺς λιμναίους οἰκισμοὺς, γιατί ἡ



Σχ. 1.5στ.

Κατοικίδια ζῶα στὴν ἀρχαία Αἴγυπτο.



Σχ. 1.5ζ.

Μινωϊκό ἄθλημα μέ ταῦρο

ἰλὺς τῶν λιμνῶν διαφύλαξε σέ καλὴ κατάσταση φυτικές οὐσίες, ἀπὸ τίς ὁποῖες συμπεραίνοματε ὅτι ὁ προϊστορικός ἀνθρώπος χρησιμοποιοῦσε σίκαλι, κριθάρι καὶ σάρι. Στὴ νεολιθικὴ ἐποχὴ καλλιεργεῖ τὰ δημητριακά (σχ. 1.5η) καὶ χρησιμοποιεῖ δοχεῖα ἀποθηκεύσεως, πίθους, τριπτῆρες, γουδιά καὶ τὴ χειροκίνητη μυλόπετρα, μέ τὴν ὁποῖαν οἱ κάτοικοι τῶν λιμναίων περιοχῶν κατασκεύαζαν χοντροκομμένο ἀλεύρι μέ τὸ ὁποῖο ζύμωναν, χωρίς προζύμι τὸ ψωμί τους.

Τὸ δρεπάνι ἦταν γνωστό στὴ νεολιθικὴ ἐποχὴ (σχ. 1.5θ) ἐνῶ τὸ ξύλινο ἄροτρο θά ἐμφανισθεῖ ὅταν θά ἀρχίσει ἡ **γεωργικὴ ἐπανάσταση**, τῆς ὁποῖας ἡ σημασία εἶναι τὸ ἴδιο σημαντικὴ μέ τὴ βιομηχανικὴ ἐπανάσταση τῶν καιρῶν μας.



Σχ. 1.5η.

Διάφοροι σπόροι δημητριακών της νεολιθικής εποχής, που βρέθηκαν στην Ελλάδα. α) Στάρι. β) Κριθάρι, γ) Βρώμη.



Σχ. 1.5θ.

Δρεπάνι ξύλινο όπλισμένο με πυριτόλιθο

### Έρωτήσεις.

1. Ποιός ό τρόπος κατασκευής της κατοικίας του καμπίνιου ανθρώπου;
2. Μέ ποιά κριτήριό γίνόταν ή επιλογή του τόπου και του τρόπου κατοικίας στους προϊστορικούς χρόνους;
3. Τί γνωρίζετε για τά σύνεργα του προϊστορικού ψαρά;
4. Ποιά ζώα είχε ήμερώσει ό προϊστορικός άνθρωπος;
5. Ποιά γεωργικά προϊόντα είχε ό νεολιθικός άνθρωπος;
6. Πώς έφτιαχνε τό ψωμί του ό νεολιθικός άνθρωπος;

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

### ΑΠΟ ΤΙΣ ΚΥΡΙΟΤΕΡΕΣ ΕΠΙΝΟΗΣΕΙΣ ΣΤΟΥΣ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥΣ ΧΡΟΝΟΥΣ

#### 2.1 Γενικά.

Στό προηγούμενο κεφάλαιο είδαμε πώς ο άνθρωπος πέρασε τά 99% της παρουσίας του στη γη σάν κυνηγός και συλλέκτης τροφών και σάν αξιοθαύμαστος τεχνίτης. Ένας ύψηλότερος πολιτισμός αρχίζει μέ τό υπόλοιπο 1% στά τελευταία



Σχ. 2.1α.

- α) Αιγυπτιακό ανάγλυφο πού αναπαριστά τόν τρόπο κατεργασίας πολυτίμων μετάλλων.  
β) Διάφορα εργαλεία από όρειχαλκο.

9000 ως 10.000 χρόνια, όταν η γεωργία και η κτηνοτροφία του επέτρεψε από τον ίδιο χώρο καλλιεργήσιμης γης να διατρέφονται 10 φορές περισσότεροι άνθρωποι.

Για πρώτη φορά κατά την περίοδο αυτή ο άνθρωπος παύει να είναι τροφουολέκτης και θα μπορέσει να βρει καιρό και για άλλες άσασχολήσεις. Όταν μάλιστα θα καλλιεργήσει τις εύφορες εκτάσεις που διασχίζουν οι ποταμοί Εύφρατης, Τίγρης, Νείλος και Ίνδος, οι πρώτοι πολιτισμοί θα άνατείλουν στις περιοχές αυτές.

Έτσι την πρώτη γεωργική επανάσταση θα ακολουθήσουν άλλες, που θα επιδράσουν στη ζωή του ανθρώπου τό ίδιο σημαντικά με τις βιομηχανικές επαναστάσεις των τελευταίων διακοσίων χρόνων.

Έν τώ μεταξύ άνακαλύπτονται τά μέταλλα, άρχίζει η κατεργασία τους (σχ. 2.1α), συγκροτούνται οι πρώτες πόλεις, σχηματίζονται τά πρώτα κράτη και έμφανίζεται η τέχνη της γραφής (σχ. 2.1β).



Σχ. 2.1β.

Μινωική γραμμική γραφή Α.

Έπειδή με την πάροδο του χρόνου οι γεωργοί ήταν ικανοί να παράγουν περισσότερα προϊόντα από αυτά που οι ίδιοι χρειάζονταν για να καλύψουν τις ανάγκες τους, μπόρεσαν οι άλλοι άνθρωποι να άσχοληθούν με την κατασκευή άλλων χρησίμων πραγμάτων, τά όποια ήταν δυνατόν να άναλλάξουν με τροφή. Έτσι έχομε την άρχή της έξειδικεύσεως και της κατανομής της έργασίας.

Η άνθρώπινη κοινωνία γνώριζε ήδη δύο ειδικούς: τούς *μάγους* και τούς *ήγέτες*. Με την πρόοδο της έξειδικεύσεως έχομε τώρα έμπόρους, γιατρούς, ποιητές και τεχνίτες διαφόρων ειδών, όπως σιδεράδες, άγγειοπλάστες, γραφείς. Από τούς ήγέτες δημιουργούνται οι βασιλιάδες και από τούς μάγους οι ιερείς. Ο πλούτος και

ή πείρα συνεχώς αύξάνεται. Κατασκευάζονται μεγάλα έργα, τά όποία άπαιτούν έκατοντάδες καί κάποτε χιλιάδες έργατικά χέρια. Τά έργα αυτά τά άναλαμβάνει μία νέα κατηγορία ανθρώπων: Οί **τεχνικοί** ή γιά νά χρησιμοποιήσομε τό σύγχρονο όρο οί **μηχανικοί**. Κοντά στην πρακτική πείρα αναπτύσσονται καί οί πρώτες βασικές θεωρητικές γνώσεις. Συχνά ό έφευρέτης, ό ιδιοκτήτης καί ό κατασκευαστής είναι τό ίδιο πρόσωπο, πού διακρίνεται γιά τήν Ικανότητα νά σκεφθεΐ κάτι καινούργιο καί νά τό κατασκευάσει, ώστε ή έπινόσή του νά γίνει πραγματικότητα.

**Έρωτήσεις.**

1. Πώς άρχισε ή έξειδίκευση;
2. Ποιά αίτια δημιούργησαν τούς τεχνικούς;

## 2.2 Οί κυριότερες έπινοήσεις.

Γύρω στό 4000 π.Χ. κάνουν τήν εμφάνισή τους τρεις έπινοήσεις, πού ή σημασία τους ήταν προσδιοριστική γιά τήν ανάπτυξη του πολιτισμού. Οί έπινοήσεις αυτές ήταν: **‘Ο τροχός, τό άροτρο καί ή γραφή.**

‘Ο τροχός ίσως νά υπήρξε ταυτόχρονη σχεδόν έφεύρεση πολλών λαών, έφεύρεση, τής όποία ή σπουδαιότητα ξεπερνούσε τά όρια του άπλου μεταφορικού μέσου.

‘Ακόμη καί στην άρχαιότητα ό τροχός δέν χρησιμοποιήθηκε μόνο γιά τήν κατασκευή μέσων μεταφοράς. **‘Ο τροχός του άγγειοπλάστη** π.χ. πού είναι έξισου παλιός μέ τόν τροχό τής άμαξας, υπήρξε μιά από τίς πρώτες μορφές τής μηχανικής καί μπορεί νά θεωρηθεί ως πρόδρομος του **τόρνου.** ‘Η **τροχαλία,** πού χρησιμοποιήθηκε από τήν άρχή γιά τήν άνύψωση βαρών, υπήρξε ό πρόδρομος τών γιγαντιαίων **γερανών** τής έποχής μας. ‘Ο ‘Αρχιμήδης, ό μεγαλύτερος μηχανικός τής άρχαιότητας, χρησιμοποίησε τόν τροχό σέ μεγάλη κλίμακα γιά τήν κατασκευή μηχανημάτων. ‘Αργότερα καί ως τόν Μεσαίωνα οί τροχοί, τούς όποιους κινούσαν μέ άέρα καί νερό υπήρξαν οί πιό διαδεδομένοι μηχανισμοί γιά τή μετατροπή τής ένέργειας τής φύσεως σέ μηχανική ένέργεια.

Οί άνθρωποι χρησιμοποίησαν τόν τροχό καί γιά τήν άρδευση τών χωραφιών. Οί **όδοντωτοί τροχοί,** πού πρωτοεμφανίσθηκαν τόν ένδέκατο π.Χ. αιώνα άποτελούν τά βασικά στοιχεία σχεδόν όλων τών μηχανών.

Μέ τήν εμφάνιση τής **άτμομηχανής** στά τέλη του 18ου αιώνα ό τροχός μετατράπηκε σέ κινητήριο. ‘Η **άτμόμαξα** καί τό **άτμόπλοιο** μέ έξωτερικό τροχό υπήρξαν οί πρώτες φάσεις μιάς έπαναστάσεως, πού δέν άνήκει στην ίστορία του τροχού αλλά όλόκληρης τής ανθρωπότητας.

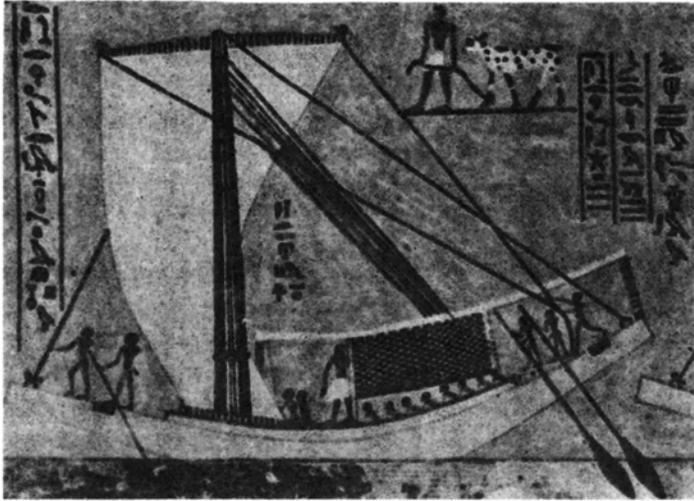
‘Η χρήση του άρότρου άποτελεί έξισου σημαντική μέ τόν τροχό κατάκτηση του άνθρώπου μέχρι τής έποχής τών μηχανών. Τό άροτρο έκανε δυνατή τήν έντατικότερη καλλιέργεια τής γής καί έπομένως τή συντήρηση τών μεγάλων ανθρωπίνων μαζών καί άποτελεί όρόσημο γιά τή μετάβαση από τήν πρωτόγονη καλλιέργεια στην κυρίως γεωργία.

Τά μεγάλα κράτη τής ‘Αρχαιότητας δέν θά μπορούσαν νά συγκροτηθούν χωρίς τήν έπινοήση από τόν άνθρωπο του τροχού, του άρότρου καί τής γραφής. Στή χρήση τών τριών αυτών έπινοήσεων όφείλεται ή ανάπτυξη τών πολιτισμών τής Βαβυλώνας καί τής Αιγύπτου, πού έφθασαν στον κολοφώνα τής άκμής τους, όταν εκμεταλλεύθηκαν τίς φυσικές δυνάμεις του άέρα καί του νερού.

‘Ετσι, όταν ναυπηγήθηκε στην Αίγυπτο γύρω στό 3000 π.χ. τό πρώτο ίστιοφόρο, πού μαζί μέ τήν κατά πολú άρχαιότερη χρήση του τροχού άποτελούν τά μέσα μεταφοράς, ό άνθρωπος άξιοποιεί πλέον καί άλλες φυσικές δυνάμεις, εκτός από τή δική του (σχ. 2.2α).

‘Η συμβίωση στις πόλεις καί ή δυνατότητα μεταφοράς ανθρώπων καί προϊόντων δημιούργησαν τίς προϋποθέσεις γιά τήν ανάπτυξη τής Οικονομικής ζωής.

Στήν ίδια περίοδο έχουν άρχίσει νά άξιοποιούνται τά μέταλλα καί μερικές έπινοήσεις, όπως τό φυσικό, διευκολύνουν τήν κατεργασία τους. Μέ τήν πάροδο του χρόνου ό όρείχαλκος κυριαρχεί όλο καί περισσότερο καί έκτοπίζει σέ πολλές χρήσεις κάθε άλλο ύλικό αλλά καί αυτός έκτοπίζεται από τό σίδηρο, πού έμφανίζεται γύρω στό 14ο π.Χ. αιώνα.



**Σχ. 2.2α.**

Αιγυπτιακό ίστιοφόρο πλοίο της εποχής του αρχαίου Βασιλείου.

**Έρωτήσεις.**

1. Ποιές ήταν οι κυριότερες επινοήσεις στους προελληνικούς πολιτισμούς;
2. Ποιές ήταν οι προϋποθέσεις της ανάπτυξεως της οικονομικής ζωής;

## 2.3 Τά κυριότερα τεχνικά έργα στη Μεσοποταμία και την Αίγυπτο.

### α) Γενικά.

Οί αρχαιολογικές έρευνες πού άρχισαν τόν περασμένο αιώνα στην Αίγυπτο και τή Μεσοποταμία, μάς άποκάλυψαν ότι ή ανάπτυξη στην κοιλάδα του Εύφράτη προηγήθηκε κατά πολλούς αιώνες από τήν ανάπτυξη στην κοιλάδα του Νείλου.

Παρά τό γεγονός ότι ή ιστορική περίοδος στίς περιοχές αυτές άρχίζει τό 5000 π.Χ., τά ύλικά, πού χρησιμοποιούσαν για τά μεγάλα έργα δέν επέτρεψαν τή διατήρησή τους μέχρι σήμερα. "Ετσι, άν έξαιρέσει κανείς τίς πυραμίδες τής Αιγύπτου, τό μόνο από τά έπτά θαύματα του άρχαίου κόσμου πού διατηρείται, τά συμπεράσματα ή οί πληροφορίες για τά άλλα έργα προέρχονται είτε από τή μελέτη των έρειπίων των θεμελίων τους είτε από ιστορικές περιγραφές.

Τό πρώτο τεχνικό έργο τής Άρχαίας Αιγύπτου πού μάς περιγράφει ή ιστορία είναι τό *τείχος τής Μέμφιδας*, τής πρωτεύουσας του Άρχαίου Αιγυπτιακού Βασιλείου. "Όπως μάς παραδίδει ό 'Ηρόδοτος, παραπλέοντας κανείς τό Νείλο έβλεπε ένα ψηλό τείχος από άσβεστόλιθο. Άπό τό τείχος ξεπρόβαλλε τό πάνω μέρος ενός δάσους από γιγαντιαία άγάλματα, πού τό καθένα είχε ύψος 9 μέχρι 23 μέτρα.

Οί Αιγύπτιοι κατασκευαστές είχαν στη διάθεσή τους καλής ποιότητας άσβεστόλιθο και γρανίτη, πού μετέφεραν από πολλά χιλιόμετρα διά του Νείλου. Άντίθετα στη Μεσοποταμία χρησιμοποιούσαν σαν οικοδομικό ύλικό τό ξύλο και τούς πλίνθους, πού ξέραιναν στον ήλιο ή έψηναν στα καμίνια. Τά ύλικά αυτά όμως δέν ήταν δυνατόν νά άντέξουν στό πέρασμα των αιώνων.

Έκτός από τά παραπάνω έργα, των όποιων ή κοινωνική χρησιμότητα μπορεί και νά άμφισβητηθεί, οί Αιγύπτιοι κατασκεύαζαν και έργα χρήσιμα για τό κοινωνικό σύνολο. Σέ ένα άνάγλυφο ύπάρχει ό Φαραώ Σκορπίου, ό όποιος σκάβει για τό άνοιγμα ενός καναλιού.

Ό Νείλος είναι έξαιρετικά καταστροφικός ποταμός μέ τίς πολλές πλημμύρες του· γι' αυτό οί Αιγύπτιοι είχαν κατασκευάσει ένα μεγάλο δίκτυο άρδευτικών και άποστραγγιστικών έργων. Άπό τήν έποχή του Χέοπος είχαν κατασκευασθεί φράγματα για νά συγκεντρώνουν τό νερό. Ό 'Ηρόδοτος μάς διηγείται ότι όλόκληρη ή χώρα είχε τέτοιο δίκτυο από διώρυγες, ώστε νά μή χρειάζεται τό άλογο και ή άμαξα για τίς μεταφορές. Παρά τή μαρτυρία του 'Ηροδότου, ή αρχαιολογική έρευνα απέδειξε ότι ή χώρα διέθετε και πολύ καλό όδικό δίκτυο.

Τό μεγαλύτερο σχέδιο διώρυγας σχεδιάσθηκε περί τό 600 π.Χ. και πρόβλεπε τήν ένωση τής Έρυθράς θάλασσας μέ τή Μεσόγειο. Τό μεγάλο αυτό τεχνικό έργο ολοκληρώθηκε από τούς Πέρσες, όταν βασίλευε ό Δαρείος ό Μέγας, πού είχε κατακτήσει και τήν Αίγυπτο.

### β) Οί τεχνικοί τής Μεσοποταμίας και τά έργα τους.

Τά πρώτα σημαντικά τεχνικά έργα του κόσμου — τείχη, ναοί και διώρυγες — κατασκευάσθηκαν άναμφίβολα δυτικά στη Μεσοποταμία. Πραγματοποιήθηκαν στην άρχή των ιστορικών χρόνων από τούς Σουμερίους, αλλά δυστυχώς, ή πέτρα δέν ύπάρχει στην περιοχή και τά ύλικά πού χρησιμοποιήθηκαν δέν επέτρεψαν νά διατηρηθούν.

Οί Σουμεριοί ήταν ένας άξιοθαύμαστος και δημιουργικός λαός, ή δέ συμβολή τους στην εξέλιξη του πολιτισμού υπήρξε τεράστια. Μέ τό άνήσυχο έφευρετικό τους μυαλό ανακάλυψαν τόν τροχό, έκμεταλλεύθηκαν τήν άρδευση, βελτίωσαν τό άροτρο και χρησιμοποίησαν τή σφηνοειδή (σχ. 2.3α) γραφή, ή όποία σύντομα

έξαπλώθηκε σ' ολόκληρη τή δυτική 'Ασία. 'Εκτός από τήν ανάπτυξη τής Γεωργίας, ανέπτυξαν τήν Κτηνοτροφία (σχ. 2.3β), τή μεταλλουργία καί πρώτοι κατάφεραν νά παρασκευάσουν βούτυρο από τό γάλα.



Σχ. 2.3α.  
Σφηνοειδής γραφή.



Σχ. 2.3β.  
Σκηνή από τή ζωή τών κτηνοτρόφων στή Μεσοποταμία.  
Κατασκευή βουτύρου (2.900 ώς 2.460 π.Χ.).



Σχ. 2.3γ.  
'Ανάγλυφο πού παριστάνει Σουμέριο άρπιστή.

Οί Σουμέριοι άγαποῦσαν ιδιαίτερα τή μουσική, όπως φαίνεται σέ πολλά πηλίνα, ανάγλυφα πού έχουν διασωθεϊ (σχ. 2.3γ).

Όταν αργότερα οι Σημίτες θά καταλάβουν τή χώρα, τότε τό πλούσιο κράτος τής Βαβυλώνας πού δημιουργήθηκε είχε τήν οικονομική δυνατότητα νά αναπτύξει τόν όνομαστό πολιτισμό του, έπειδή έπωφελήθηκε από τίσ πολιτιστικές καί τεχνικές κατακτήσεις τών προηγουμένων αιώνων.

Ή αύξηση του πληθυσμού τών πόλεων δημιούργησε μία νέα κατηγορία τεχνικών, τούς *πολεοδόμους* καί τήν ανάγκη νά θεσμοθετηθούν οι πρώτοι νόμοι, πού καθόριζαν τίσ σχέσεις καί τίσ υποχρεώσεις μεταξύ τών κατοίκων τους.

Ή από τόν *κώδικα* του *Χαμουραμί* βασιλιά τής Βαβυλώνας διαπιστώνομε ότι τό κράτος αυτό δέν ήταν μόνο γεωργικό, αλλά είχε αναπτύξει τό έμπόριο, τή βιοτεχνία καί τίσ οικονομικές συναλλαγές σέ μεγάλο βαθμό. Στίς πόλεις υπάρχει αναπτυγμένη οικιακή βιοτεχνία (χαλκουργία, ύφαντουργία, άγγειοπλαστική, άρωματοποιία κλπ.). Τό έμπόριο διεξάγεται μέ μορφή ανταλλαγών γεωργικών μέ βιοτεχνικά προϊόντα καί έπεκτείνεται σέ μεγάλη έκταση στόν έξωτερικό χώρο.

Τά σπουδαιότερα όμως έργα, τά έργα πού έδωσαν τή δυνατότητα τής οικονομικής ανάπτυξεως, είναι τά άρδευτικά, τά όποια μέ τόση γλαφυρότητα περιγράφει ό Ήρόδοτος στίς Ήστορίες του.

#### Έρωτήσεις.

1. Ποιές ήταν οι κυριότερες άσχολίες τών Σουμερίων;
2. Ποιοί λόγοι συνέβαλαν στήν ανάπτυξη του έμπορίου;
3. Γιατί τά Αιγυπτιακά έργα σώζονται, σέ αντίθεση μέ τά έργα στή Μεσοποταμία;
4. Ποιά ήταν τά κυριότερα μεγάλα έργα στήν Αίγυπτο;

**γ) Οί Αιγύπτιοι τεχνικοί και τά έργα τους.**

Γύρω στο 2700 π.Χ., όταν στην Αίγυπτο βασίλευε ο Φαραώ Τόλοθρος, ο πρώτος ιστορικά γνωστός Μηχανικός και αρχιτέκτονας, ονομαζόμενος Ίμχοτέπ, κατασκευάζει την πρώτη πυραμίδα.

Πιθανότατα ο Ίμχοτέπ, που υπήρξε και ύπουργός του Φαραώ, ήταν γενικός επιστήμονας, όπως ο Άρχιμήδης στην ελληνική αρχαιότητα και ο Λεονάρδο ντά Βίντσι στον ευρωπαϊκό μεσαίωνα.

Η πυραμίδα αυτή, που είχε πλευρές βάσεως 100 ως 125m, ύψος 61m και παράπλευρες επιφάνειες βαθμωτές, σώζεται μέχρι σήμερα (σχ. 2.3δ). Μερικές δεκαετίες μετά το θάνατο του Τολόθρου είχαν κατασκευασθεί ακόμη τρεις πυραμίδες.



**Σχ. 2.3δ.**

Κλιμακωτή πυραμίδα της Αιγύπτου (στη Σακκάρα) 2650-2350 π.Χ.

Η μεγαλύτερη από τις πυραμίδες είναι η πυραμίδα του **Χέοπος**, η οποία χαρακτηρίζεται για την ακρίβεια της κατασκευής της. Υπολογίζεται ότι αποτελείται από 2,3 εκατομμύρια λίθους, που ο μέσος όρος βάρους του καθενός κυμαίνεται γύρω στους 2,5 τόννους (σχ. 2.3ε).

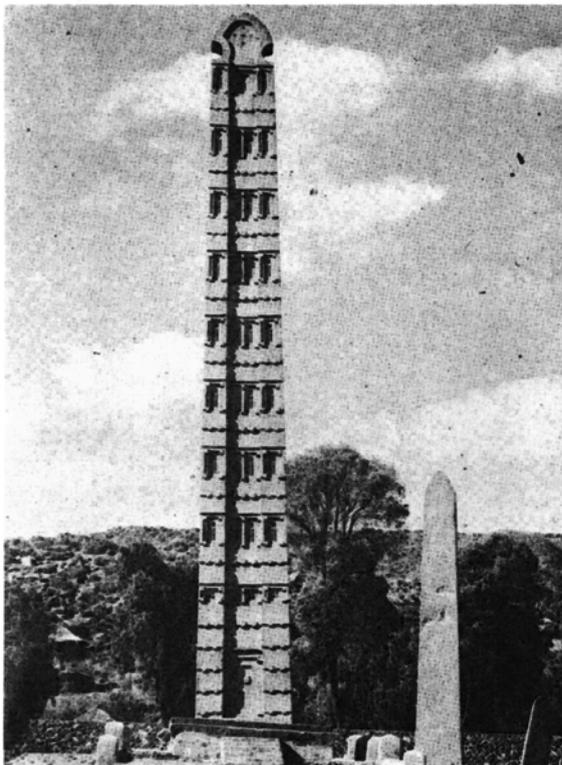
Ἡ πυραμίδα τοῦ Χέοπος ἀποτελεῖ τό μεγαλύτερο ἔργο τῆς Ἀρχαιότητος. Ἡ τελευταία πυραμίδα κατασκευάσθηκε γύρω στά 1600 π.Χ. Μέχρι τή χρονολογία αὐτή ὑπολογίζεται ὅτι εἶχαν ἀνεγερθεῖ περί τίς 70 πυραμίδες συνολικά.



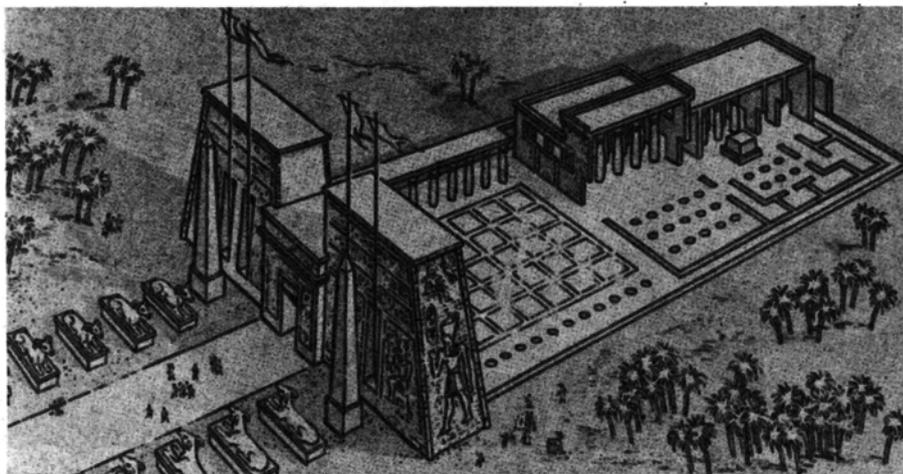
Σχ. 2.3ε.

Τρεῖς μεγάλες πυραμίδες: Πρώτη τοῦ Μυκερίνου, δεύτερη τοῦ Χεφρήνος καί τρίτη τοῦ Χέοπος, πού εἶναι καί ἡ μεγαλύτερη.

Ἐκτός ἀπό τίς πυραμίδες οἱ Αἰγύπτιοι κατασκεύαζαν πολυτελή ἀνάκτορα, πού δέν σώζονται σήμερα, ὀβελίσκους (σχ. 2.3στ) πρὸς τιμὴν τοῦ Θεοῦ Ἡλίου Ρά μέ κορυφή ἐπενδυμένη μέ μέταλλο, ὥστε νά ἀνακλῶνται οἱ ἀκτίνες τοῦ Ἡλίου, μεγαλοπρεπεῖς ναοὺς (σχ. 2.3ζ) καί γιγαντιαῖα ἀγάλματα (σχ. 2.3η).



Σχ. 2.3στ.  
Ὀβελίσκος.



Σχ. 2.3ζ.  
Ἀναπαράσταση ναοῦ αἰγυπτιακοῦ.



Σχ. 2.3η.  
Σφίγγα του Χεφρήνος.

#### 2.4 Τά κυριότερα έργα στους άλλους πολιτισμούς μέχρι τούς Έλληνικούς χρόνους.

Στό χρονικό διάστημα πού μεσολάβησε μεταξύ τής ανάπτυξεως τών παραπάνω πολιτισμών καί τών Έλληνικών χρόνων, αναπτύσσονται καί άλλοι λαοί, πού θά δημιουργήσουν πολιτισμούς μέ στοιχεία από τήν Αίγυπτο καί τή Μεσοποταμία προσαρμοσμένα όμως στίς κλιματολογικές, πολιτιστικές κλπ. ιδιομορφίες τών κατοίκων τής περιοχής τους.

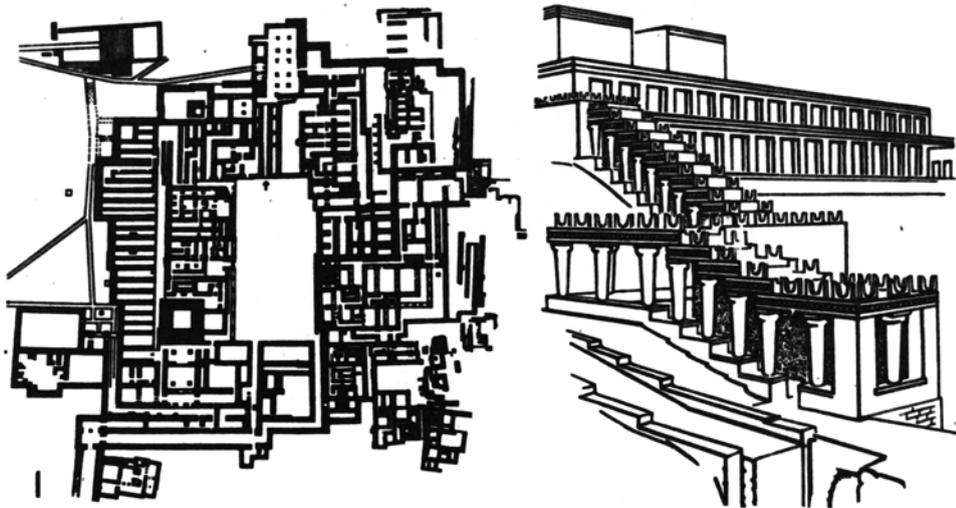
Μεταξύ τών λαών αυτών αναφέρομε τούς *Χετταίους*, πού ασχολήθηκαν μέ τήν κτηνοτροφία, τή γεωργία, τή μελισσοκομία, τήν ιπποτροφία καί κυρίως τή μεταλλουργία, μέ τήν όποία δημιούργησαν μεγάλο εξαγωγικό εμπόριο περίφημων όπλων καί ήταν οί πρώτοι πού χρησιμοποίησαν τό σίδηρο, χωρίς όμως νά παρουσιάσουν άλλα στοιχεία τέχνης. Τούς Φοίνικες, καί στόν Έλληνικό χώρο τόν Έλλαδικό, Κυκλαδικό, Κυπριακό καί τό Μινωικό πολιτισμό. Όλοι αυτοί οί πολιτισμοί πρόσφε-

ραν ἐξ ἴσου σημαντική προσφορά μέ τούς προηγούμενους στήν ἐξελικτική πορεία τῆς ἀνθρωπότητας.

Ἡ ἀρχιτεκτονική (σχ. 2.4α), ἡ κεραμεική, ἡ χρυσοχοΐα (σχ. 2.4β), ἡ πειθαρχημένη ὀργάνωση στή διακόσμηση (σχ. 2.4γ), παίρνουν καινούργια ἔκφραση καί ἡ ζωγραφική, ἰδίως στό Μινωϊκό καί τόν Κυκλαδικό πολιτισμό, ὅπως ἐκφράζεται στίς τοιχογραφίες, εἶναι ἀριστούργημα συνθέσεως χρωμάτων καί ὁμορφιάς.

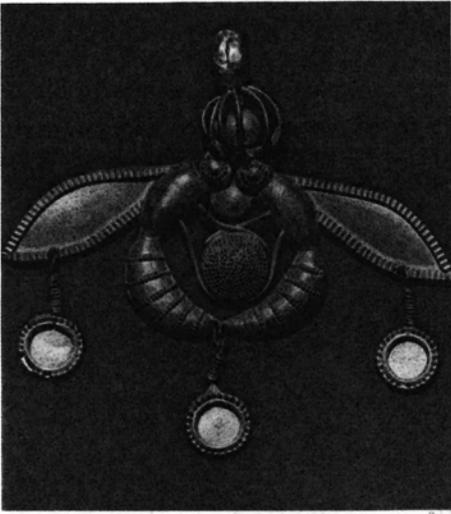


Ἱαλαιά Μινωϊκά ἀνάκτορα τῆς Κνωσοῦ.



Ἀναπαράσταση τῆς ὑπόστυλης κλίμακας στή νότια ἐξωτερική πλευρά τοῦ ἀνακτόρου τῆς Κνωσοῦ.

Σχ. 2.4α.



**Σχ. 2.4β.**  
Δείγματα Μινωϊκής χρυσοχοΐας.



**Σχ. 2.4γ.**  
Μινωϊκό ρυτό με άριστη διακόσμηση.

Τό εμπόριο με τις άλλες χώρες παίρνει καινούργιες διαστάσεις και ή ναυσιπλοΐα και ή ναυπηγική αναπτύσσονται κατά τρόπο έκπληκτικό (σχ. 2.4δ). Οι Φοίνικες θά βγοῦν από τά Κυκλώπεια τείχη και οι Έλληνες θά γνωρίσουν τή θάλασσα και θά άρχίσουν τις μετακινήσεις προς τις άλλες περιοχές τής Μεσογείου δημιουργώντας έτσι τό τεράστιο πλέγμα τών έλληνικών άποικιών και τις προϋποθέσεις για τόν

Ἄρχαϊο Ἑλληνικό Πολιτισμό καί τήν ἐξάπλωσή του, τόν πολιτισμό πού θά ἐπισκιάσει κάθε ἄλλον, ἀφοῦ θά θέσει τίς βάσεις τῆς ἐπιστήμης στήν ὁποία θά στηριχθεῖ πολλές δεκάδες αἰῶνες ἀργότερα ἢ τεχνολογία τοῦ σύγχρονου πολιτισμοῦ.



**Σχ. 2.45.**

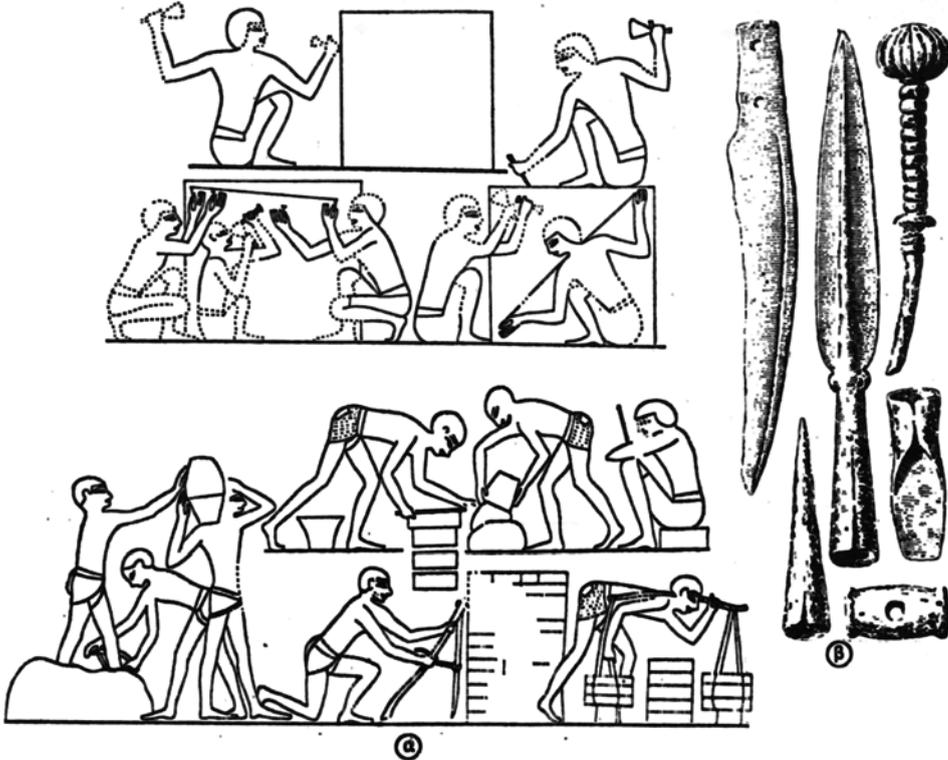
Προσόρμηση ἑλληνικοῦ πλοίου σέ ἐχθρικό ἔδαφος. Σκηνή ἀπό γεωμετρικό σκύφο.

#### **Ἑρωτήσεις.**

1. Ποιές ἦταν οἱ ἀσχολίες τῶν Χετταίων;
2. Ποιοί ἦταν οἱ κυριότεροι πολιτισμοί στό σημερινό χῶρο τῆς Ἑλλάδας;

## 2.5 'Ο τρόπος κατασκευής τῶν μεγάλων ἔργων.

'Από διάφορες πηγές γνωρίζομε πῶς οἱ Αἰγύπτιοι κατόρθωναν νά κατασκευάζουν τά μεγάλα λίθινα ἔργα γιά τά ὅποια μιλήσαμε προηγουμένως. Στόν καιρό τοῦ Χέοπος χρησιμοποιοῦσαν ἀπλές μεθόδους, τά δέ ἐργαλεῖα τους ἦταν ἀπό χαλκό (σχ. 2.5α).



Σχ. 2.5α.

α) Αἰγύπτιοι οἰκοδόμοι. β) Ἐργαλεῖα καί ὄπλα ἀπό ὀρείχαλκο τῆς Αἰγαιομυκηναϊκῆς ἐποχῆς.

Δέν εἶναι βέβαιο ἂν χρησιμοποιοῦσαν κυλίνδρους γιά τή μετακίνηση τῶν βαρῶν. Ἀντίθετα, ἀπό μία αἰγυπτιακή εἰκόνα περί τό τέλος τῆς ἐποχῆς τῶν πυραμίδων φαίνονται πάνω ἀπό 150 ἄνδρες νά σύρουν ἕνα ἄγαλμα, τοποθετημένο πάνω σέ ἕνα ἔλκηθρο, τοῦ ὁποῦ τοῦ βάρους ὑπολογίζεται σέ 6 τόννους. Τό ἔλκηθρο δέν ἔχει κυλίνδρους ἀλλά γιά νά γλιστρᾷ καλύτερα, ἕνας ἄνδρας ρίχνει νερό στό ἔδαφος μπροστά ἀπό τό ἔλκηθρο.

'Ο τεχνικός θρίαμβος τῶν ἀρχαίων στηρίζεται σέ τρία μυστικά. Τό πρῶτο εἶναι ἡ ἐντατική καί προσεκτική χρησιμοποίηση τῶν λίγων ἀπλῶν ἐργαλείων πού εἶχαν στή διάθεσή τους, τό δεύτερο ὁ ἀπεριόριστος ἀριθμός ἐργατῶν καί ἐπομένως ἀνθρώπινης δυνάμεως πού εἶχαν στή διάθεσή τους καί τό τρίτο καί κυριότερο ἡ ἀτέλειωτη ὑπομονή νά φέρουν σέ πέρας τό ἔργο τους.

Είναι βέβαιο ότι οι αρχιμάστορες του καιρού εκείνου πολλά από τα σημερινά έργα θα μπορούσαν να τα κατασκευάσουν χωρίς να χρησιμοποιήσουν για τó σκοπό αυτό τα σύγχρονα υλικά και μέσα. Βέβαια οι ώρες, ώρες ανθρώπινης εργασίας, θα ήταν σε δυσθεώρητα ύψη.

**Έρωτήσεις.**

1. Σε τί στηρίζεται ή τεχνική ικανότητα των αρχαίων;

---

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

### ΣΤΟΥΣ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥΣ ΚΑΙ ΡΩΜΑΪΚΟΥΣ ΧΡΟΝΟΥΣ

#### 3.1 Γενικά.

Για την ιστορία τῶν πρώτων ἑκατὸ ἑλληνικῶν χρόνων πολὺ λίγα πράγματα εἶναι γνωστά. Τὰ σημαντικότερα γεγονότα εἶναι ὁ ἀποικισμὸς στὰ παράλια τῆς Μεσογείου καὶ οἱ Ὀλυμπιακοὶ ἀγῶνες, πού ἐπαναλαμβάνονταν κάθε τέσσερα χρόνια (σχ. 3.1α).

Κατὰ τὸν πέμπτο ἄνω αἰῶνα π.Χ., ἐποχὴ πού τὴν ἀποκαλοῦμε *χρυσῶν αἰῶνα*, παρουσιάζεται στὴν Ἑλλάδα καὶ κυρίως στὴν Ἀθήνα ἀσυνήθιστη πρόοδος στὴν τέχνη, στὰ γράμματα, στὴν Ἐπιστήμη, στὴ Φιλοσοφία καὶ στὰ πολιτικά συστήματα μὲ ἀποκορύφωμα τὸ δημοκρατικὸ σύστημα τῶν Ἀθηνῶν. Ἡ πορεία τοῦ ἑλληνικοῦ πνεύματος σὲ ὅλους τοὺς τομεῖς ἦταν ἐξελικτικὴ. Ἀπὸ τοὺς προσωκρατικοὺς φιλόσοφους μέχρι τὸ χρυσὸ αἶώνα ἡ ἑλληνικὴ σκέψη καὶ τέχνη ἀφομοίωσαν τὰ στοιχεῖα πού εἶχαν δανεισθεῖ ἀπὸ τοὺς προηγμένους λαοὺς τῆς Ἀνατολῆς καὶ δημιούργησαν τὸν ἀνεπανάληπτο κλασσικὸ πολιτισμὸ, τοῦ ὁποῦ ἀμύπητες μαρτυρίες σώζονται καὶ σήμερα (ἐπιγραφές, μνημεῖα, ἔργα τέχνης, κείμενα κλπ.).



Σχ. 3.1α.

Παράσταση ἀθλητῶν.

Στὴν ἀρχαία Ἑλλάδα παρατηροῦμε γιὰ πρώτη φορά τὰ πρώτα δειλὰ σπέρματα μιᾶς ἀρμονικῆς συνεργασίας γιὰ τὴν πολιτιστικὴ πρόοδο, συνεργασίας πού εἶναι αὐτονόητη στὸν καιρὸ μας, ὅπως π.χ. ἡ σχέση μεταξύ τῆς Τεχνικῆς καὶ τῆς καθαρῆς Ἐπιστήμης.

Μιὰ πρώτη Σχολὴ ἱδρύεται ἤδη στὴ Μίλητο κατὰ τὸν 6ον αἰῶνα ἀπὸ τὸ Θαλῆ, πού ἀσχολεῖται μὲ προβλήματα Ἀστρονομίας, Μαθηματικῶν, Βιολογίας καὶ Γεωγρα-

φίας και μιά δεύτερη δημιουργείται στην Κάτω Ίταλία από τόν Πυθαγόρα, στην οποία συζητιούνται προβλήματα Ἀστρονομίας, Μαθηματικῶν καί Ἀκουστικῆς. Ὁ ἄρτιος ὀπλισμός πού εἶχαν οἱ Ἀθηναῖοι κατά τόν πόλεμο ἐναντίον τῶν Περσῶν καί οἱ κατάλληλες πολιορκητικές μηχανές πού διέθεταν, εἶναι μαρτυρίες πού συνηγοροῦν ὑπέρ τῆς ἀπόψεως ὅτι ἡ ἐπιστήμη καί ἡ τεχνική διδάσκονταν καί στην Ἀθήνα κατά τήν ἐποχή αὐτή.

Ἡ ἐπιστήμη στην ἀρχαία Ἑλλάδα ἀκολούθησε τήν ἤδη ἀνεπτυγμένη τεχνική, τήν ὅποια μαρτυροῦν τά Κυκλώπεια τείχη τῶν Μυκηνῶν, τά ἀνάκτορα τῆς Κνωσοῦ (σχ. 3.1β), τῆς Φαιστοῦ καί τῆς Τίρυνθος.



**Σχ. 3.1β.**

Ἀνάκτορο τῆς Κνωσοῦ. Κεντρικό κλιμακοστάσιο στην ἀνατολική πτέρυγα. Ἡ αἴθουσα μέ τούς κίονες.

**Ἐρωτήσεις.**

1. Ποιές εἶναι οἱ πρῶτες Σχολές στην ἀρχαία Ἑλλάδα καί ποιοί εἶναι οἱ ἰδρυτές τους;
2. Ποιές ἐπιστήμες καλλιεργήθηκαν στή Μίλητο καί ποιές στην Κάτω Ίταλία;

### 3.2 Τά τεχνικά έργα μέχρι την εποχή του χρυσού αιώνα.

Σύγχρονος με τό Θαλή, πού ανακάλυψε τὸ μαγνητισμό, ἦταν ὁ Περίανδρος, τύραννος τῆς Κορίνθου. Ὁ Περίανδρος, ἐκτός τοῦ ὅτι ὀδήγησε τὴν Κόρινθο σὲ μεγάλη στρατιωτικὴ καὶ πολιτιστικὴ ἀκμὴ, ἦταν ὁ πρῶτος πού σκέφθηκε νὰ διανοίξει διώρυγα στὸν ἰσθμὸ τῆς Κορίνθου. Γρήγορα ὁμως πείσθηκε ὅτι τὸ ἔργο ἦταν ἀνώτερο ἀπὸ τίς δυνατότητες καὶ ἀπὸ τὰ τεχνικά μέσα τῆς ἐποχῆς καὶ ἐγκατέλειψε τὸ σχέδιό του. Ἀντὶ ὁμως γιὰ τὴ διώρυγα κατασκεύασε τὴ *δίολαο*, μὲ τὴν ὁποία ἔγινε δυνατὴ ἡ μεταφορὰ τῶν πλοίων ἀπὸ τὸν Κορινθιακὸ κόλπο στὸ Σαρωνικὸ πᾶνω ἀπὸ τὴν Ξηρά. Τὸ ἔργο καὶ ὡς πρὸς τὴ σύλληψη ἀλλὰ καὶ τὴν κατασκευὴ ἦταν σπουδαῖο τεχνικὸ ἔργο, γιὰτὶ ὁ Σαρωνικὸς χωρίζεται ἀπὸ τὸν Κορινθιακὸ μὲ γῆ πού φθάνει σὲ ὕψος 100 περίπου μέτρων, ἡ ὁποία μάλιστα δὲν εἶναι ἐπίπεδη.

Γύρω στὰ 550 π.Χ. στὴ Σάμο, ὅταν τύραννος τοῦ νησιοῦ ἦταν ὁ Πολυκράτης, κατασκευάζονται στὸ νησί αὐτὸ τοῦ Αἰγαίου μεγάλα ἔργα, ἀπὸ τὰ ὁποία τρία εἶχαν προκαλέσει μεγάλη ἐντύπωση στὸν Ἡρόδοτο. Τὸ ἓνα ἀπὸ αὐτὰ εἶναι ἡ περίφημη σήραγγα, πού διανοίχθηκε γιὰ νὰ περάσει ἀπὸ αὐτὴν τὸ ὑδραγωγεῖο τῆς πόλεως. Ἡ ἐκτέλεση τοῦ ἔργου εἶχε ἀνατεθεῖ στὸ μηχανικὸ Εὐπαλίνο ἀπὸ τὰ Μέγαρα. Ἡ διάνοιξη τῆς σήραγγας ἔγινε ἀπὸ δύο ἀντίθετα μέρη ἑνὸς λόφου πού ἔχει ὕψος 270 μέτρα καὶ διάμετρο στὴ βάση του γύρω στὰ 1000 μέτρα. Τὸ ἔργο προκαλεῖ στοὺς σύγχρονους μηχανικοὺς θαυμασμό, ἐνῶ ἀποδεικνύει ὅτι ὁ Εὐπαλίνος γνώριζε καλὰ Γεωμετρίαν καὶ Τοπογραφίαν. Ἡ παρέκκλιση ἀπὸ τὴ νοτιὰ εὐθείαν πού περνᾷ ἀπὸ τὰ δύο ἄκρα τῆς σήραγγας εἶναι περίπου 6 μέτρα. Τὸ σφάλμα θεωρεῖται πολὺ μικρὸ, ἀν σκεφθοῦμε ὅτι τὸ μῆκος τῆς σήραγγας ἦταν 1000 μέτρα καὶ ἡ ἀπόκλιση στὸ ὕψος 90 ἑκατοστά. Ἐνα δεῦτερο χαντάκι γιὰ τὸν πῆλινο ἀγωγὸ ὑδρεύσεως μὲ πλάτος 0,90 μέτρα καὶ βάθος 7,5 εἶναι σκαμμένο κατὰ μῆκος τοῦ πυθμένα τῆς σήραγγας.

Τὰ ἄλλα ἔργα τῆς Σάμου, πού ἐντυπωσίασαν τὸν Ἡρόδοτο ἦταν ἓνας λιμενοβραχίονας μῆκους 400 μέτρων καὶ βάθους 40 μέτρων καὶ ὁ μεγάλος ναὸς τῆς Σάμου πρὸς τιμὴν τῆς Ἥρας, τὸ Ἡραῖον.

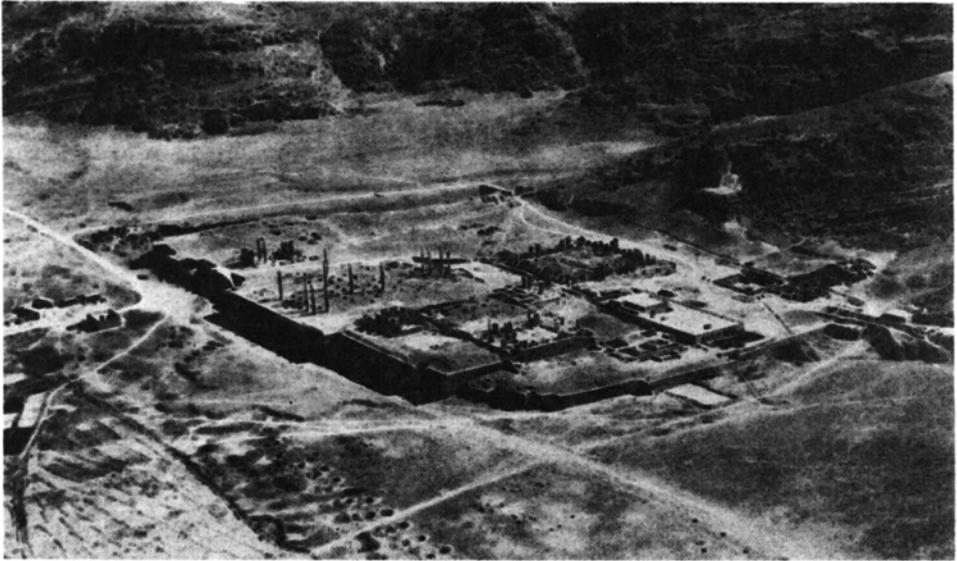
Σπουδαῖα τεχνικὰ ἔργα κατὰ τὸ τέλος τοῦ βίου αἰῶνα π.Χ. ἔγιναν καὶ στὴν Περσία ἀπὸ Ἕλληνες μηχανικοὺς, τοὺς ὁποίους εἶχαν προσκαλέσει οἱ Πέρσες βασιλεῖς. Ὁ Δαρεῖος μάλιστα εἶχε ἰδρύσει εἰδικὸ ἐργαστήριον γιὰ τὸ γλύπτη Τηλεφάνη, πού ἀσχολήθηκε μὲ τὴ διακόσμηση τῆς Περσέπολεως. (σχ. 3.2).

Ἡ γέφυρα πού τὸ 512 π.Χ. κατασκευάσθηκε στὸ στενότερο μέρος τοῦ Βοσπόρου (πλάτος περίπου 700 μέτρα) μὲ διαταγὴ τοῦ Δαρείου ἦταν ἔργο πού μελέτησε ὁ Σάμιος μηχανικὸς Μανδροκλῆς. Ἡ γέφυρα στήθηκε μὲ σύζευξη πλοίων. Ὁ Ἡρόδοτος μᾶς διηγεῖται ὅτι ἀπὸ τὴ γέφυρα αὐτὴ πέρασαν οἱ Πέρσες στρατιῶτες, πού κατέλαβαν τὴ Θράκη. Τὸ ἴδιο ἐγχείρημα, πάλι ἀπὸ Ἕλληνες μηχανικοὺς ἔγινε, ὅπως οἶσ εἶναι γνωστὸ ἀπὸ τὴν ἱστορίαν, καὶ ὅταν βασιλεὺς στὴν Περσία ὁ Ξέρξης.

Δύο σημαντικὲς βελτιώσεις σὲ παλιότερες τεχνικὲς ἐπιτεύξεις πραγματοποιοῦνται ἀπὸ τοὺς Ἕλληνες ὡς τὸ τέλος τῶν Περσικῶν Πολέμων, οἱ ὁποῖες μαζὺ μὲ τίς ἀρετές τῶν Ἑλλήνων συνέβαλαν σημαντικὰ στὴν ἤττα τῶν Περσῶν. Ἡ *πανοπλία*, πού βγήκε ἀπὸ τὰ ἐργαστήρια τῶν χαλκουργῶν καὶ ἡ ναυπήγηση τοῦ ἑλληνικοῦ στόλου, πού κάτω ἀπὸ τὴ διοίκηση τοῦ Θεμιστοκλῆ κατατρόπωσε τὸν Περσικὸ στόλο στὴ Σαλαμίνα.

Στὴν ἴδια περίοδο οἱ Ρωμαῖοι, παίρνοντας τίς πρῶτες πρακτικὲς τοὺς γνώσεις ἀπὸ τοὺς Ἑτρούσκους, τοὺς ἐφευρέτες τοῦ φωτιστικοῦ κεριοῦ, θὰ ἀρχίσουν νὰ

κατασκευάζουν έργα μέ πρακτική σημασία, όπως ύδραγωγεία, δρόμους και γέφυρες. Παρά τό γεγονός ότι οί Ρωμαίοι δέν έχουν νά επιδείξουν τήν έποχή αύτή τίποτα σχετικό μέ τήν έπιστημονική σκέψη, έντούτοις ύπήρξαν ιδιαίτερα ένεργητικοί στήν έφαρμοσμένη έπιστήμη, δηλαδή στήν τεχνική. "Όταν δέ άργότερα θά κατακτήσουν τήν Έλλάδα καί θά κατακτηθοϋν από τό Έλληνικό πνεϋμα θά άφήσουν τεχνικά έργα, τά όποία καί σήμερα προκαλοϋν τό θαυμασμό.



**Σχ. 3.2.**

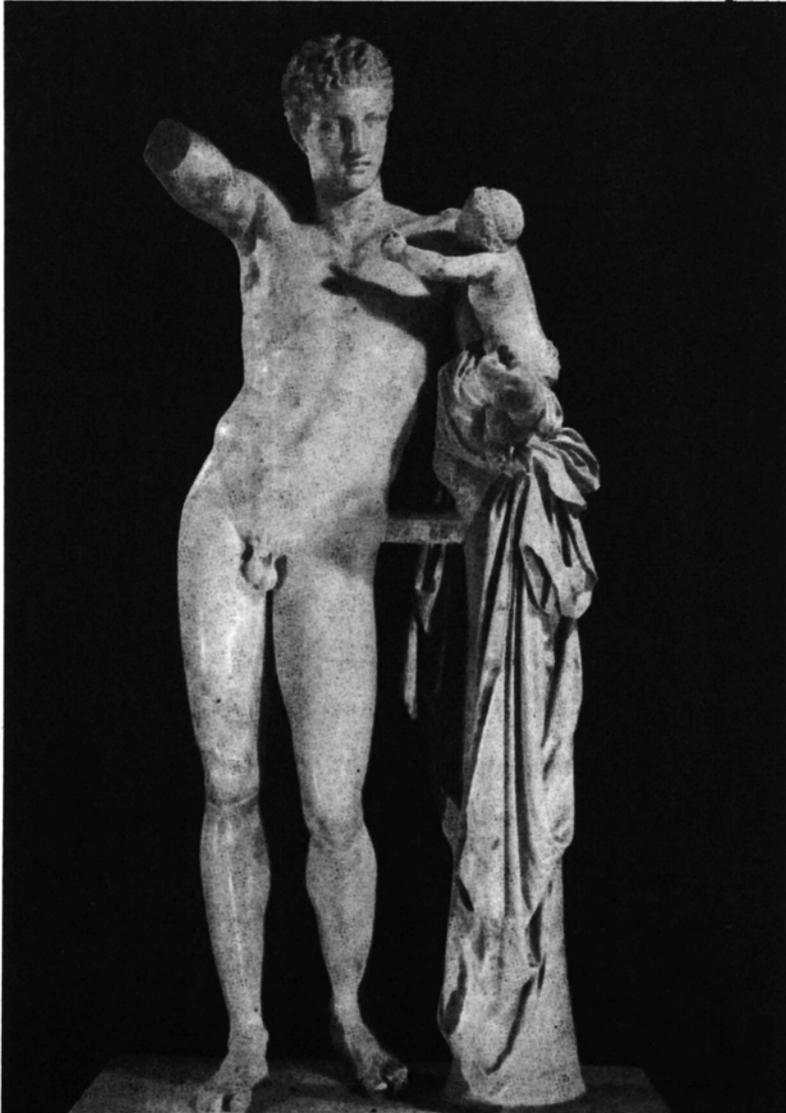
Τά έρείπια τής Περσεπόλεως.

**Έρωτήσεις.**

1. Ποιό έργο έγινε στήν Κόρινθο από τόν Περίανδρο καί σέ τί έξυπηρετοϋσε;
2. Ποιό μεγάλο έργο σώζεται στή Σάμο, καί σέ τί χρησίμευε;
3. Ποιές τεχνικές έπιτεύξεις συνέβαλαν στή νίκη τών Έλλήνων έναντίον τών Περσών;
4. Τι έπινόησαν οί Έτροϋσκοι;
5. Τι είδους έργα κατασκεϋάζαν οί Ρωμαίοι;

### 3.3 Τά τεχνικά έργα από τό χρυσό αιώνα ώς τούς Έλληνιστικούς χρόνους.

Στήν περίοδο του χρυσοῦ αιώνα ή αρχιτεκτονική, ή γλυπτική καί ή κεραμική γνωρίζουν ιδιαίτερη ανάπτυξη καί τά άριστούργηματα πού οί γνωστοί αρχιτέκτονες Ίκτινος καί Καλλικράτης δημιούργησαν, θά αποτελέσουν επί σειρά αιώνων τά πρότυπα συγχρόνων αρχιτεκτονικών δημιουργημάτων.



**Σχ. 3.3α.**

Όλυμπία. Ό Έρμής του Πραξιτέλη.

Οί μεγάλοι καλλιτέχνες άγαματοποιοί έδωσαν νέα έκφραση στά άγάλματα (σχ. 3.3α) καί έκτός από τό μάρμαρο άρχισαν νά χρησιμοποιοῦν καί τό χαλκό (σχ. 3.3β)

πού δυό μεγάλοι Σάμιοι τεχνίτες (ὁ Ροΐκος καί ὁ Θεόδωρος) πρωτοχρησιμοποίησαν γιά τήν κατασκευή ἀγαλμάτων τόν 6ο π.Χ. αἰώνα. Ἄλλά καί τά ἀγγεῖα πού κατασκευάζονται στά ἐργαστήρια ἦταν πραγματικά ἀριστουργήματα (σχ. 3.3γ).



Σχ. 3.3β.

Ἐθνικό Ἀρχαιολογικό Μουσείο. Χάλκινὸ ἀγαλμάτιο ἀπὸ τῆ Δωδώνη.

Ἡ συνεργασία τῆς ἐπιστήμης καὶ τῆς τεχνικῆς θά βρεῖ στὴν περίοδο αὐτὴ τὴν ἔκφρασή της στὸν Παρθενώνα (σχ. 3.35), τοῦ ὁποῖου ἡ κλίση τῶν κίωνων θά ἐπιβεβαιώσῃ τίς γνώσεις γιὰ τὴν προοπτικὴ πού πιθανόν περιεῖχε τὸ βιβλίο «περὶ προοπτικῆς» τοῦ ζωγράφου καὶ ἀρχιτέκτονα Ἀγάθαρχου. Ἀλλὰ καὶ ἡ ἀκουστικὴ,



Σχ. 3.3γ.

Διάφορα ἀγγεία τῆς κλασσικῆς ἐποχῆς.



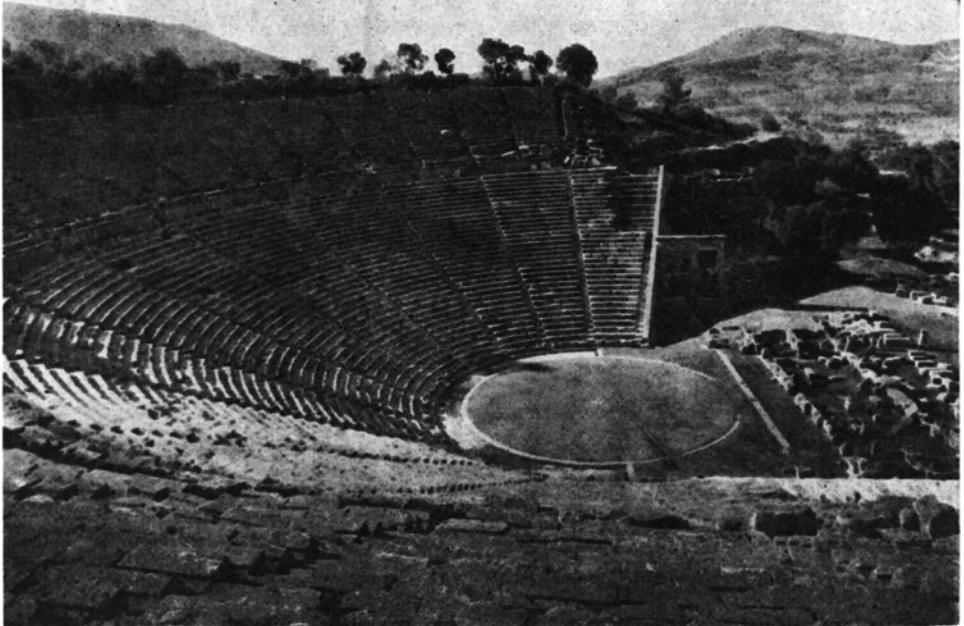
Σχ. 3.35.

Ἀκρόπολη τῶν Ἀθηνῶν.

πού τὰ ἀρχαῖα θέατρα παρουσιάζουν, καὶ τὰ γεωμετρικὰ τους σχήματα, στὰ ὁποῖα κυριαρχεῖ ὁ συνδυασμὸς τοῦ κύκλου πρὸς τὸ ἰσόπλευρο, τὸ ἰσοσκελές τρίγωνο καὶ τὸ τετράγωνο, μᾶς δίνουν ἓνα ἐξαιρετικὸ μέτρο αὐτῆς τῆς συνεργασίας τῆς ἐπιστήμης μέ τὴν τεχνικὴ.

Στά σωζόμενα σήμερα θέατρα παρατηρούμε ότι η κατασκευή τους είχε γίνει με τέτοιο τρόπο, ώστε να ενισχύεται η ακουστική τους και, όπως μας πληροφορεί ο Ρωμαίος Ἀρχιτέκτονας και συγγραφέας Βιτρούβιος, στα πόδια των θεατών ήταν τοποθετημένα ειδικά ήχεια, για την ενίσχυση της όμιλίας των ἠθοποιῶν.

Τό θέατρο τῆς Ἐπιδαύρου όπως σώζεται σήμερα, έχει ἐξαιρετική ἀκουστική, πού εἶναι σχεδόν βέβαιο ὅτι ὀφείλεται σέ ὀρισμένους νόμους τῆς οἰκοδομικῆς, τούς ὁποίους ἀκολουθοῦσαν γιά τήν ἐνίσχυση τῆς ἀκουστικῆς τῶν θεάτρων. Οἱ νόμοι αὐτοί μᾶς εἶναι ἀκόμα ἀγνωστοί (σχ. 3.3ε).



Σχ. 3.3ε.

Τό θέατρο τῆς Ἐπιδαύρου παρέχει ἐξαιρετική ἀκουστική πού προκαλεῖ τό θαυμασμό.

Σιά μεγάλα τεχνικά ἔργα τοῦ χρυσοῦ αἰῶνα συμπεριλαμβάνονται τά μακρά τείχη τῶν Ἀθηνῶν, ἡ κατασκευή τοῦ λιμανιοῦ τοῦ Πειραιᾶ καί τό πολεοδομικό σχέδιο τοῦ Πειραιᾶ, τό ὁποῖο εἶχε ἐκπονήσει ὁ Μιλήσιος Μηχανικός Ἴππόδαμος.

Στήν ἴδια περίοδο οἱ πολιορκητικῆς μηχανές, γνωστές ἀπό τούς Ἀσσυρίους, θά γνωρίσουν ἐκπληκτική πρόοδο. Μεγάλη ἀνάπτυξη θά ἐμφανίσουν καί τά ἄλλα πολεμικά μέσα καί ἰδιαίτερα ἡ συγκρότηση στόλων, ἐνῶ ὁ σίδηρος καί τό ἀτσάλι, πού πρῶτοι φαίνεται ὅτι κατασκεύασαν οἱ Σπαρτιάτες, θά χρησιμοποιηθεῖ γιά πολεμικούς ἐπίσης σκοπούς.

Γύρω στό 430 π.Χ., στίς ἀρχές τοῦ Πελοποννησιακοῦ πολέμου, χρησιμοποιήθηκε τό πρῶτο ἐμπρηστικό μηχανήμα, τό ὁποῖο ἐπινόησαν οἱ Βοιωτοί καί πού τό περιγράφει ὁ Θουκυδίδης. Οἱ Βοιωτοί, σύμμαχοι τότε τῶν Σπαρτιατῶν, πολιορκήσαν τή Βοιωτική κωμόπολη Δήλιον, πού υπεράσπιζαν οἱ Ἀθηναῖοι. Τό μηχανήμα ἀποτελοῦσε ἕνα μακρῆς ξύλινος σωλήνας, στοῦ ὁποίου τό ἄκρο ὑπῆρχε μικρός μεταλλικός λέβητας· μέσα στό λέβητα ὑπῆρχαν μισοσβησμένα κάρβουνα, θειάφι καί

πίσσα. Πλησίαζαν τό μηχανήμα κοντά στά τείχη καί μέ φυσητήρα ένίσχυαν τήν καύση στό λέβητα, όποτε στήν άκρη του σωλήνα σχηματιζόταν τεράστια φλόγα, πού μετέδιδε τή φωτιά στά παρακειμένα ξύλα, πού από πρίν είχαν συγκεντρώσει σέ πολλά σημεία έξω από τό φρούριο. Τό σύστημα αυτό θά μπορούσαμε νά τό χαρακτηρίσομε ως πρόδρομο γιά τό υγρό πύρ πού άποτελοΰσε γιά πολλούς αιώνες τό κυριότερο πολεμικό όπλο του Βυζαντίου (βλ. σχ. 4.1β).

Σταθμό γιά τή συμβολή του στήν ιστορία τής τεχνικής άποτελεί ό τύραννος τών Συρακουσών Διονύσιος ό πρεσβύτερος. Κατά τήν έποχή τής ήγεμονίας του μέρος τής Σικελίας ήταν υπό τήν κατοχή του καί ίσο περίπου μέρος υπό τήν κατοχή τών Καρχηδονίων.

Ό ανταγωνισμός ανάμεσα στους Έλληνες καί τούς Καρχηδονίους ήταν μεγάλος· ό Διονύσιος θεώρησε ότι ό μόνος τρόπος γιά νά άντιμετωπίσει τήν Ισχύ τής Καρχηδόνας ήταν νά τούς ξεπεράσει στήν τεχνική. Γιά τό σκοπό αυτό όργάνωσε ένα είδος Κέντρου Έπιστημονικών Έρευνών μέ σκοπό τήν ανακάλυψη νέων όπλων καί τή βελτίωση τών ύπαρχόντων.

Στό κέντρο αυτό προσκάλεσε από όλα τά μέρη τής Ελλάδας κάθε είδους μηχανικούς καί τεχνίτες καί τούς πρόσφερε όλα τά μέσα, ώστε νά εργασθούν καί νά έπινοήσουν νέες ανακαλύψεις γιά πολεμικούς σκοπούς. Έτσι έγινε ό δημιουργός του πρώτου κέντρου στρατηγικών έρευνών, πού αναφέρει ή ιστορία.

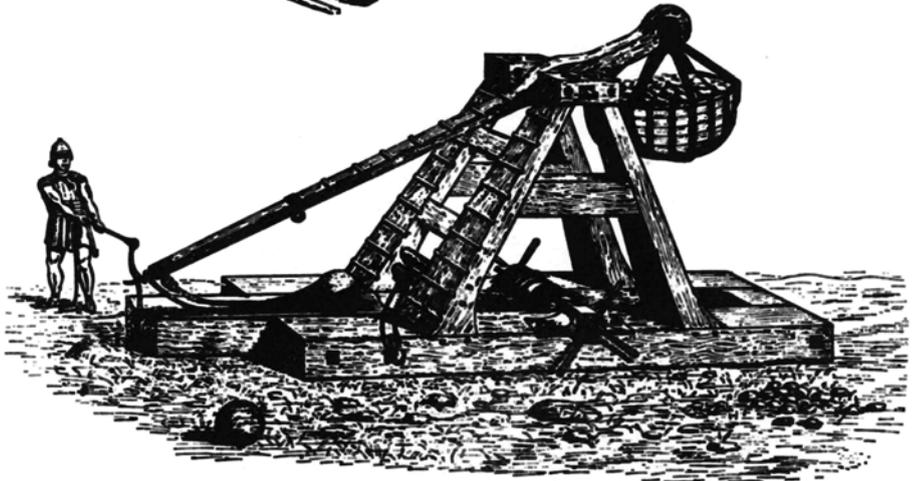
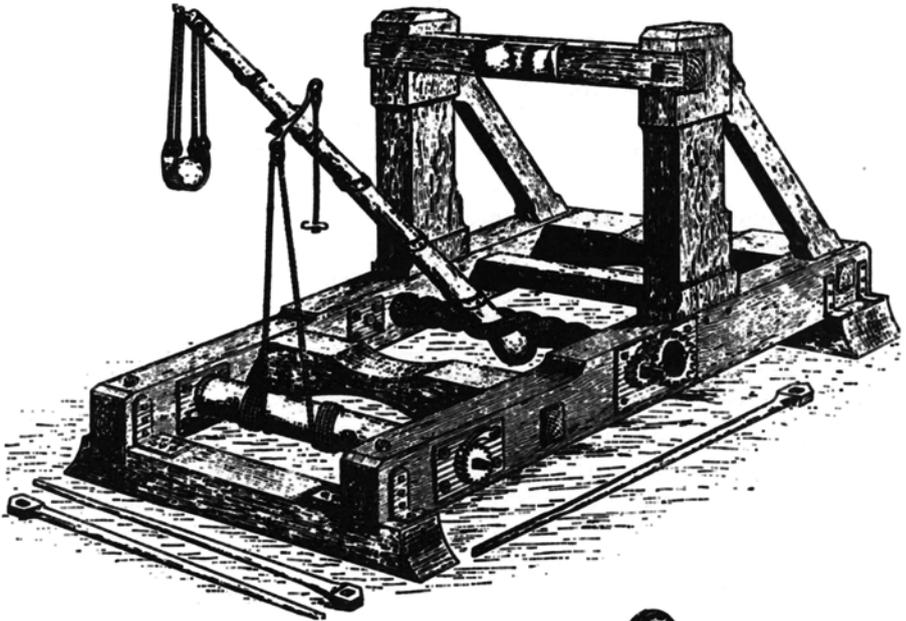
Άνάμεσα στους κλάδους γιά έρευνα, πού ύπήρχαν στό κέντρο αυτό ήταν καί ή δυνατότητα κατασκευής τελειότερων πολεμικών πλοίων, τόσο ως προς τήν ταχύτητα, όσο καί κατά τόν όπλισμό καί τήν άνθεκτικότητα. Γιά πρώτη φορά στά έργαστήρια τών Συρακουσών έπινοείται ή κατασκευή πλοίων μέ τέσσερις καί μέ πέντε σειρές κουπιών (τετρήρεις καί πενήτειρες), πού χρησιμοποιήθηκαν παράλληλα μέ τίς τριήρεις (σχ. 3.3στ). Μιά όμάδα μηχανικών του Διονυσίου ανακάλυψε



Σχ. 3.3στ.

Άρχαία τριήρης σέ άναπαράσταση. Τά πλοία αυτά, μέ τό επίμηκες σχήμα τους, είχαν δύο κύριους ιστούς. Η τριήρης, μέ διάφορες βελτιώσεις τελειοποιήθηκε ως πολεμικό πλοίο κατά τήν περίοδο του Πελοποννησιακού πολέμου.

μηχάνημα, στο οποίο δόθηκε τό δνομα **καταπέλτης**. Μέ τό μηχανήμα αυτό έρριχναν άκόντια μέ μήκος 1,80 μέτρα σέ μεγάλη απόσταση. Ό καταπέλτης έκτός από τά άκόντια μπορούσε νά έκτοξεύσει καί μεγάλες πέτρες (σχ. 3.3ζ).



Σχ. 3.3ζ.

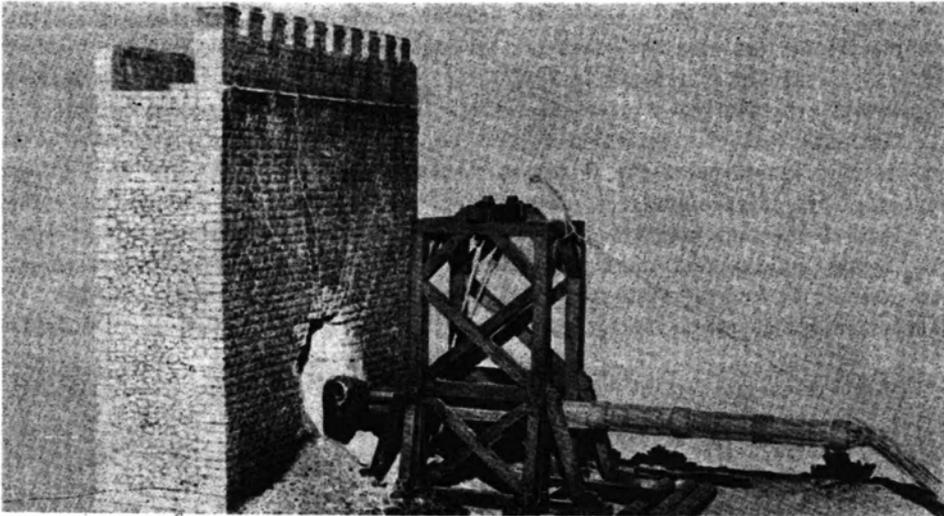
Μέ τούς καταπέλτες του Διονυσίου αρχίζει ή ιστορία του πυροβολικού.

Άλλη ομάδα μηχανικών ανακάλυψε τόξο, πού έκτόξευε βέλη μεγαλύτερα από τά συνηθισμένα σέ μεγάλη απόσταση καί μέ ταχύ ρυθμό.

Μιά άλλη πολιορκητική μηχανή ήταν καί ό **Κριός** (σχ. 3.3η).

Έτσι δημιουργήθηκε στις Συρακούσες μία τεχνική παράδοση στην κατασκευή πολεμικών μηχανών, πού θα συνεχισθεί 150 χρόνια αργότερα, όταν ό Άρχιμήδης θα τελειοποιήσει κατά αξιοθαύμαστο τρόπο τίς μηχανές.

Μεγάλη βελτίωση θά ύποστούν οί πολιορκητικές μηχανές στην περίοδο του Μεγάλου Άλεξάνδρου από τό Δημήτριο τόν Πολιορκητή καί μέ τή μορφή αὐτή θά χρησιμοποιοῦνται ὡς τήν ἐποχή, πού θά ἐμφανισθοῦν τά πυροβόλα δπλα.



**Σχ. 3.3η.**

Πολιορκητική μηχανή, Κριός.

Μπορεῖ ἡ τεχνική κατά τήν περίοδο ἀπό τούς κλασσικούς χρόνους ὡς τήν ἐποχή τοῦ Μεγάλου Άλεξάνδρου νά μὴν παρουσίασε ἰδιαίτερη πρόοδο, πού νά ἐπέδρασε κατά τρόπο ἐπαναστατικό στή διαδρομή τῆς Ἱστορίας, εἶναι ὁμως γνωστό ὅτι οἱ Ἕλληνες τῆς ἐποχῆς ἐκείνης μέ τή συμβολή τους στήν Τέχνη, τά Γράμματα, τή Φιλοσοφία, τή Λογική, τήν Πολιτική καί στήν Ἐπιστήμη, δημιούργησαν τό λαμπρό Ἕλληνικό πολιτισμό, στόν ὁποῖο τόσα πολλά ὀφείλει ἡ ἀνθρωπότητα.

#### **Ἐρωτήσεις.**

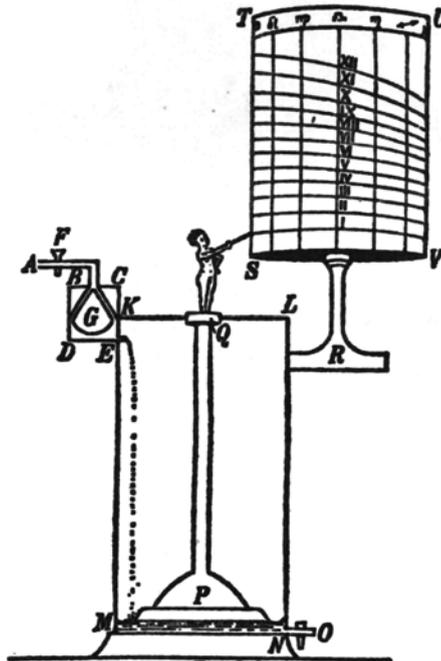
1. Ποιά ὑλικά χρησιμοποιοῦσαν κατά τό χρυσό αἰῶνα γιά τήν κατασκευή ἀγαλμάτων;
2. Τί γνωρίζετε γιά τήν ἀκουστική τῶν ἀρχαίων θεάτρων;
3. Τί γνωρίζετε γιά τό ἐμπρηστικό μὴνῆμα πού χρησιμοποίησαν οἱ Βοιωτοί;
4. Τί γνωρίζετε γιά τό Κέντρο Ἐπιστημονικῶν Ἐρευνῶν τῶν Συρακουσῶν;

### 3.4 Οί μεγάλοι εφευρέτες και μηχανικοί στους Έλληνιστικούς χρόνους.

#### α) Κτησίβιος.

Ο Κτησίβιος έζησε στην Άλεξάνδρεια κατά την εποχή του Πτολεμαίου του Β' (285-246 π.Χ.). Ήταν γιός κουρέα και βοήθησε τον πατέρα του στο μαγαζί του. Υπήρξε άτομο που είχε την ικανότητα να ξεχωρίζει ένα στοιχείο από ένα σύνολο και να το εντάξει σε ένα πρακτικό συνδυασμό τέτοιων στοιχείων. Ήταν **εφευρέτης**. Παραλληλίζεται, για την εποχή του, με τον "Εντισον της σύγχρονης εποχής".

Μιά μέρα θέλοντας να τοποθετήσει ένα συρόμενο καθρέφτη στο μαγαζί του πατέρα του διαπίστωσε ότι ο αέρας καθώς περνούσε μέσα από τον κρυφό μηχανισμό της μετακινήσεως δημιουργούσε ένα μουσικό τόνο. Έτσι του γεννήθηκε η ιδέα να δημιουργήσει ένα μουσικό όργανο που θα λειτουργούσε με αέρα. Αυτή ήταν η αρχή μιας σειράς από εφευρέσεις, όπως π.χ. η αεραντλία διπλής ενέργειας, ένα μουσικό όργανο με νερό (σχ. 3.4α), ρολόι με νερό, τό μεταλλικό έλατήριο, τό ηλιακό ρολόι. Έπινόησε επίσης και καταπέλτη, που λειτουργούσε με τη βοήθεια



Παράσταση του υδραυλικού ρολογιού του Κτησίβιου.

πεπιεσμένου αέρα. Τελικά ο καταπέλτης δεν λειτουργούσε, όχι γιατί η ιδέα δεν ήταν εφαρμόσιμη, αλλά γιατί τά μέσα κατεργασίας των μετάλλων την εποχή εκείνη δεν μπορούσαν να δώσουν την απαιτούμενη ακρίβεια, ώστε να μην διαφεύγει ο αέρας. Η ακρίβεια στις εφαρμογές είναι εφεύρεση των νεώτερων χρόνων. Τόν 18ο αιώνα μ.Χ., 2000 δηλαδή χρόνια αργότερα, ο Matthew Boulton ήταν ιδιαίτερα ικανοποιημένος για την ικανότητα των μηχανικών του, οι οποίοι κατάφεραν να κατασκευάσουν έναν κύλινδρο ατμομηχανής με μέγιστη απόκλιση 1ση προς τό πάχος ενός αγγλικού νομίσματος!

“Ένας σύγχρονος του Κτησιβίου, ο Άνδρόνικος, κατασκεύασε αργότερα στην Άθήνα μία σύνθετη συσκευή, τό «Ώρολόγιον» ή Πύργος των Άνέμων, πού σώζεται καί σήμερα βόρεια από την Άκρόπολη μέ τή γνωστή όνομασία οί **Άέρηδες**. Στη



**Σχ. 3.4β.**

Τό «Ώρολόγιον» ή «Πύργος των Άνέμων» πού κατασκεύασε ο Άνδρόνικος καί σώζεται σήμερα μέ τή γνωστή όνομασία «οί Άέρηδες».

συσκευή αύτή υπήρχε ένας άνεμοδείκτης στην κορυφή, αλλά καί δύο ρολόγια: ένα ήλιακό καί μία κλεψύδρα (σχ. 3.4β).

### β) Φίλων ὁ Βυζαντινός.

Ἄμεσως μετὰ τὸν Κτησίβιο ὁ Φίλων, πιθανόν μαθητὴς του, ἔλαμψε στὸ χῶρο τῆς τεχνικῆς. Εἶναι συγγραφέας πολλῶν βιβλίων, ἀπὸ τὰ ὁποῖα μόνον ἀποσπάσματα σώζονται. Τὰ ἀποσπάσματα αὐτὰ περιγράφουν συσκευές μὲ ἀέρα, καταπέλτες, πολιορκητικὲς μηχανές κλπ.

Ὅπως καὶ ἄλλοι μηχανικοὶ τῶν Ἑλληνιστικῶν χρόνων, ὁ Φίλων ἀσχολήθηκε ἰδιαίτερα μὲ τὴν κατασκευὴ θαυμαστῶν παιχνιδιῶν.

Στὸ ἔργο του «περὶ ἀερίων» μᾶς περιγράφει μερικὰ ἀπὸ αὐτά. Χρησιμοποιοῦσε κυρίως τοὺς σίφωνες, τοὺς ὁποῖους πρωτοβρίσκομε στοὺς Αἰγυπτίους νὰ χρησιμεύουν γιὰ τὴ μετάγγιση ὑγρῶν (σχ. 3.4γ). Μὲ τὴ βοήθεια τῶν σιφῶνων δημιουργεῖ αὐτόματα παιχνίδια, στὰ ὁποῖα ὀρειχάλκινες φιγοῦρες ἀνθρώπων ἢ ζῶων πίνουν, μεταγγίζου καὶ ἀδειάζου ὑγρά.



Σχ. 3.4γ.  
Σιφῶνια τοῦ 1450 π.Χ.

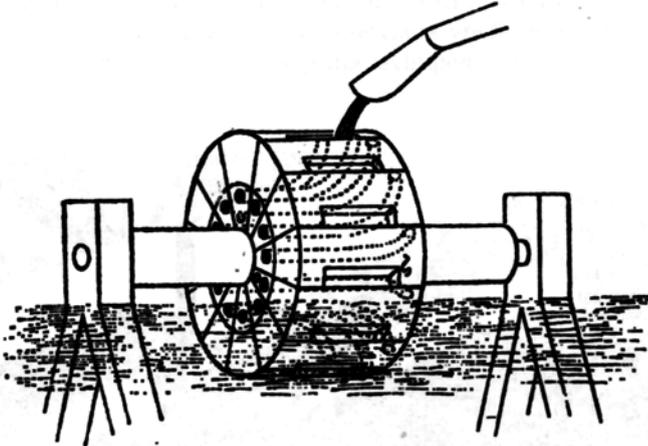
Στὸ βιβλίο του ὑπάρχει καὶ μιά μικρὴ περιγραφή ἑνὸς αὐτόματου νιπτήρα, στὸν ὁποῖο, στὸ τέλος τῆς διαδικασίας τοῦ πλυσίματος τῶν χεριῶν, ἓνα ἄλογο πίνει τὸ νερό καὶ ἀδειάζει τὸ νιπτήρα.

Ὁ Φίλων περιγράφει ἐπίσης μιά σημαντικὴ ἐφεύρεση, ἡ ὁποία ἔχει σπουδαιότατη σημασία, τὸν *ὕδραυλικό τροχό*, τὸν τροχὸ δηλαδὴ πού κινεῖται μὲ τὴ βοήθεια ρέοντος νεροῦ (σχ. 3.4δ).

Ἄν πράγματι ἡ ἐφεύρεση αὐτὴ ἀνήκει στὸν Φίλωνα, τότε ἔχομε γιὰ πρώτη φορά στὴν ἱστορία τῆς τεχνικῆς τὴν περίπτωση τῆς χρησιμοποιήσεως τῆς ἐνέργειας τοῦ ρέοντος νεροῦ. Εἶναι τὸ δεύτερο βῆμα τοῦ ἀνθρώπου· τὸ πρῶτο ὑπῆρξε τὸ ἱστίο, στὴν προσπάθειά του νὰ χρησιμοποιήσει τίς φυσικὲς δυνάμεις. Εἶναι ἓνα βῆμα μὲ τεράστια σημασία, γιατί ἀποδεικνύει ὅτι μπορεῖ νὰ ἐλέγξει τὴν ἐνέργεια πού διατίθεται στὴ φύση.

Σὲ προηγούμενες ἐποχές ὁ ἀνθρώπος χρησιμοποιοῦ τὴ δική του μυϊκὴ ἐνέργεια ἢ τὴν ἐνέργεια τῶν ζῶων. Ἄλλὰ ἀνθρώποι καὶ ζῶα ἀπαιτοῦν χῶρο, ἐξαιτίας τοῦ ὁποῖου ἡ διατιθέμενη ἐνέργεια περιορίζεται σὲ ὅρια. Ἀπὸ τὴν ἐποχὴ πού ὁ ἀνθρώπος χρησιμοποιοῦ τὴ δύναμη τοῦ νεροῦ καὶ τοῦ ἀέρα κατάφερε νὰ ἔχει

περισσότερη ενέργεια σε μικρότερο διαθέσιμο χώρο. Έτσι μπορούν να πραγματοποιηθούν έργα, τά όποια διαφορετικά θά ήταν έντελώς αδύνατο να γίνουν. Ή έπωφελής χρησιμοποίηση των φυσικών δυνάμεων από την έποχή του Φίλωνος, πού συνεχίσθηκε μέ τίς έφευρέσεις των άνεμομύλων, των άτμομηχανών, των στροβίλων, των μηχανών έσωτερικής καύσεως και των σύγχρονων πυρηνικών σταθμών ενέργειας, άμβλύνουν βέβαια τή σημασία των πρώτων εκείνων έφευρέσεων και τή συμβολή των μεγάλων άρχαίων έφευρετών, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι δέν ύπήρξαν πρωτοποριακές.



Σχ. 3.45.

Ύδροτροχός του Φίλωνος.

Ό Φίλων και οι συνεργάτες του, είχαν έξυμνηθεί από τούς σύγχρονούς τους ώς οι μηχανικοί μάγοι. Αυτόματα παιχνίδια, όπως αυτά πού είχαν έπινοηθεί από τόν Φίλιωνα, έξακολουθούν και σήμερα να συγκινούν μικρούς και μεγάλους. Τήν ίδια έποχή μέ τόν Φίλιωνα ύπήρξαν τεχνικοί, οι όποιοι πίστευαν ότι μπορούσαν μέ τή βοήθεια μαγνητών να έγκαταστήσουν στή στέγη των ναών αιώρουμένα στό κενό αγάλματα. Ό Πλίνιος διηγείται ότι: «Ό άρχιτέκτονας Τιμοχάρης είχε άρχίσει τήν κατασκευή μέ σιδηρομαγνήτη λίθο του θόλου του Ναού τής Άρσινόης στήν Άλεξάνδρεια, μέ σκοπό στή συνέχεια να τοποθετήσει αιώρουμένο στόν άέρα άγαλμα, αλλά τό σχέδιο αυτό έμεινε ήμιτελής μέ τό θάνατο του Πτολεμαίου, ό όποιος ήθελε να κατασκευασθεί τό έργο πρός τιμήν τής άδελφής του».

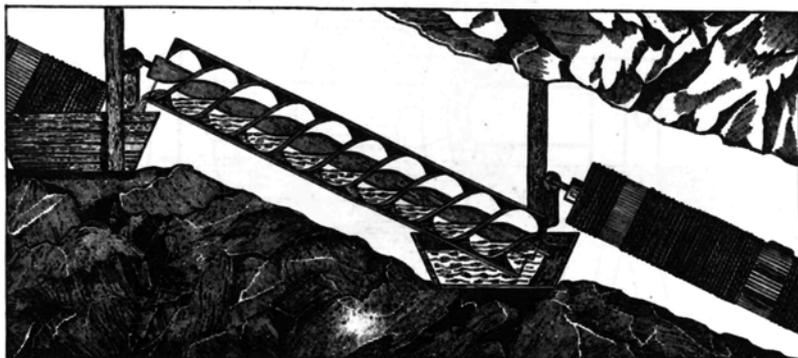
### γ) Ό Άρχιμήδης.

Ό μεγαλύτερος μηχανικός των Έλληνιστικών χρόνων και ένας από τούς ήρωες του πνεύματος όλων των έποχών ύπήρξε ό Άρχιμήδης (287-212 π.Χ.). Σπούδασε στήν Άλεξάνδρεια, τό μεγάλο αυτό πνευματικό κέντρο τής Έλληνιστικής περιόδου, όπου γνώρισε τά περισσότερα και μεγαλύτερα έπιστημονικά πνεύματα τής έποχής του.

Τελικά επέστρεψε στίς Συρακούσες, όπου έζησε τόν υπόλοιπο χρόνο τής ζωής του έχοντας τήν προστασία και τή φιλία του τυράννου Ίέρωνος του ΙΙ. Ό Άρχιμήδης ώς μαθηματικός και μηχανικός είναι ό μοναδικός άνθρωπος, του όποιου τό πνεύμα μπορεί να συγκριθεί μέ τήν πνευματική δύναμη του Άριστοτέλη.

Οί σκέψεις του στην τεχνική περιοχή ήταν εξίσου σημαντικές με τις μαθηματικές του αποδείξεις. Ο Άρχιμήδης υπήρξε ο θεμελιωτής της υδραυλικής και μās είναι γνωστή από τη Φυσική ή αρχή την οποία διατύπωσε και ο ένθουσιασμός του όταν την ανακάλυψε. Διατύπωσε και απόδειξε επίσης μαθηματικά τη θεωρία περί μοχλών, των οποίων η χρήση είχε προηγηθεί.

Ο περίφημος κοχλίας του Άρχιμήδη, μιά έλικοειδής ύδραντλία, είχε με την απλότητά της άπιστευτη τεχνολογική επίδραση. Ο μηχανισμός της, πού χρησιμοποιήθηκε ευρύτατα στις άρδεύσεις, αποτελείται από ένα ξύλινο στρογγυλό άξονα γύρω από τον όποιο τυλίγονται σε έλικοειδή διάταξη φύλλα ξύλου ή μετάλλου και τό σύνολο τοποθετείται σε έναν κύλινδρο. Όταν η μιά άκρη βυθισθεί στο νερό και γυρίσει ο άξονας, τό νερό άνεβαίνει και χύνεται από τό επάνω μέρος (σχ. 3.4ε).



Σχ. 3.4ε.

Κοχλίας του Άρχιμήδη.

Ο Άρχιμήδης, παράλληλα με τά μαθηματικά, άσχολήθηκε και με τις πολιορκητικές μηχανές. Ένα από τά πολύ γνωστά επιτεύγματά του είναι η πυρπόληση του Ρωμαϊκού στόλου με τη βοήθεια μεγάλων κατόπτρων. Τό γεγονός αυτό άποτελεί την πρώτη ιστορικά άναφερόμενη χρησιμοποίηση της ήλιακής ένέργειας. Δύο χιλιάδες χρόνια άργότερα στά Πυρηναία θά έγκατασταθεί τό πρώτο ήλιακό χυτήριο, ένω οι ήλιακοί θερμοσίφωνες θά χρησιμοποιηθούν σε μεγάλη έκταση. Σήμερα έξαιτίας της ένεργειακής κρίσεως ξανάρχισαν έντατικά οι έρευνες, γιά την έκμετάλλευση των άστειρευτων πηγών αιολικής και ήλιακής ένέργειας.

Τόν Άρχιμήδη άπασχόλησε και η άστρονομία· στηριζόμενος σε ιδέες από τούς προγενέστερους άστρονόμους **Θαλή τό Μιλήσιο** και **Εύδοξο τόν Κνίδιο** άσχολήθηκε με την κατασκευή μηχανικού πλανηταρίου, σύμφωνα με τη θεωρία του γεωκεντρικού συστήματος πού επικρατούσε τότε. Άργότερα κατασκεύασαν ο φιλόσοφος **Ποσειδώνιος** και ο **Ήρων ο Άλεξανδρινός** παρόμοια πλανητήρια, γιά τά όποια δέν έχουν σωθεί πολλές πληροφορίες.

Με τό θάνατο του Άρχιμήδη πού επήλθε κατά τό γνωστό τρόπο, τελειώνει ουσιαστικά η ιστορία της Τεχνικής στους Έλληνιστικούς χρόνους (σχ. 3.4στ). Αυτό βέβαια δέν σημαίνει ότι σταμάτησε και η εξέλιξη καθώς η Ρωμαϊκή αυτοκρατορία κατακτά διαδοχικά τά Βασίλεια των διαδόχων του Μεγάλου Άλεξάνδρου.



Σχ. 3.4στ.  
Θάνατος του 'Αρχιμήδη.

**δ) 'Ηρων ο 'Αλεξανδρινός.**

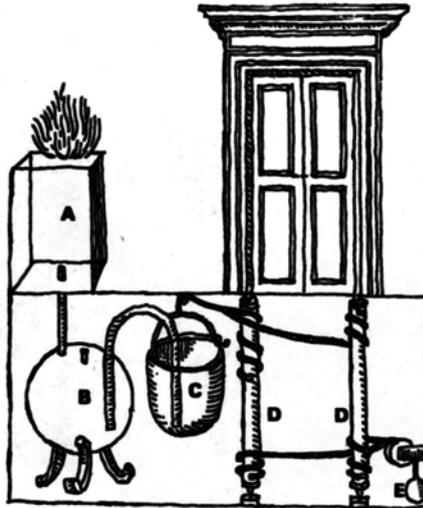
Ο 'Ηρων υπήρξε ο ικανότερος συγγραφέας τεχνικών έργων της αρχαιότητας, αλλά και σπουδαίος εφευρέτης. Έζησε γύρω στον πρώτο μ.Χ. αιώνα. Τά κυριότερα έργα του ήταν τὰ ακόλουθα: Μηχανική, περί αερίων, πολιορκητικές μηχανές, συσκευές μετρήσεως, μετρήσεις, οπτική. Στη μηχανική του ασχολείται κυρίως με τούς μοχλούς και τούς οδοντωτούς τροχούς. Στο έργο του αυτό έχει πλησιάσει τή σύγχρονη αντίληψη, ότι τό έργο είναι τό γινόμενο τής δυνάμεως επί τό διανυόμενο διάστημα. Περιγράφει επίσης γερανούς και μεθόδους άνυψώσεως μεγάλων λίθινων κομματιών.

Άπό τό περιεχόμενο του γνωστότερου έργου του *περί αερίων*, διαπιστώνεται ότι όχι μόνο γνώριζε τό συμπιεστό των αερίων, αλλά έφθασε πολύ κοντά στις άρχές τής καύσεως. Στο μεγαλύτερο μέρος του βιβλίου αυτού περιγράφονται και πολλές συσκευές-παιχνίδια, όπως στά έργα του Κτησιβίου και του Φίλωνος.

Μερικές έπινοήσεις του 'Ηρωνος φαίνεται πώς εξυπηρετούσαν τούς Ιερείς, για τήν ένδυνάμωση τής πίστεως του λαού, όπως τό αυτόματο άνοιγμα τής θύρας ενός ναού (σχ. 3.4ζ) ή ο συνδυασμός του ανοίγματος τής θύρας με ταυτόχρονη λειτουργία μιός τρομπέτας.

Μία άλλη έπινοήση έδινε τή δυνατότητα νά μετατρέπεται τό νερό σέ ... κρασί (σχ. 3.4η), ένώ μία τρίτη, πού θυμίζει τούς αυτόματους πωλητές άναψυκτικών, έφερε τήν έπιγραφή «'Ιερό σκευός, τό όποίο ρέει ύγρό, άν ριφθει νόμισμα».

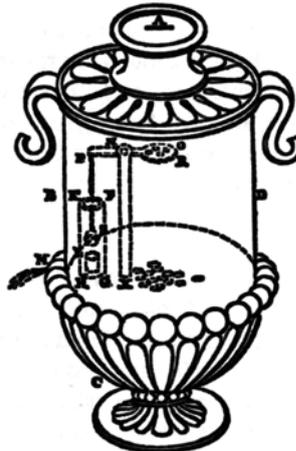
“Ένα αυτόματο μουσικό όργανο, τό όποίο λειτουργούσε μέ τή βοήθεια ενός άνεμόμυλου έφερε τόν τίτλο *άνεμούριον* καί έμοιαζε μέ τό μουσικό όργανο του Κτησιβίου (σχ. 3.4θ). Είναί όμως περίεργο πώς οί τεχνικοί τής άρχαιότητας δέν χρησιμοποίησαν τόν άνεμόμυλο γιά περισσότερο πρακτικούς σκοπούς.



Σχ. 3.4ζ.

«Αυτόματος θυρωρός του “Ηρωνος».

Μέ τό άναμμα τής φωτιάς στό βωμό (Α) άνέβαινε ή πίεση του άέρα στό έσωτερικό του συστήματος καί άπωθούσε τό νερό άπό τή σφαίρα (Β) στό δοχείο (C). Καθώς τό δοχείο βάραινε, άρχιζε νά τραβά τά σχοινιά πού ήταν τυλιγμένα στους άξονες (D) καί άνοιγε ή θύρα. “Όταν έσβηνε ή φωτιά, ή πίεση έπεφτε στό φυσιολογικό, καί ένα αντίβαρο (E) εκκλίνει τή θύρα.

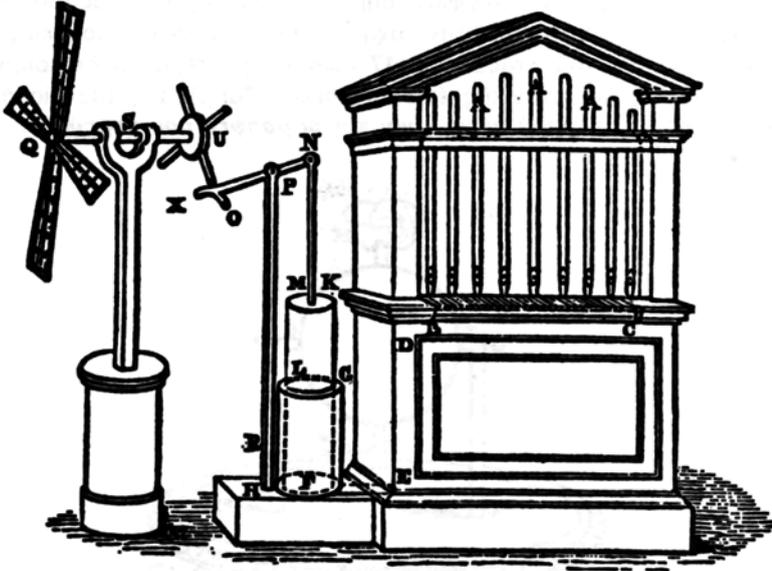


Σχ. 3.4η.

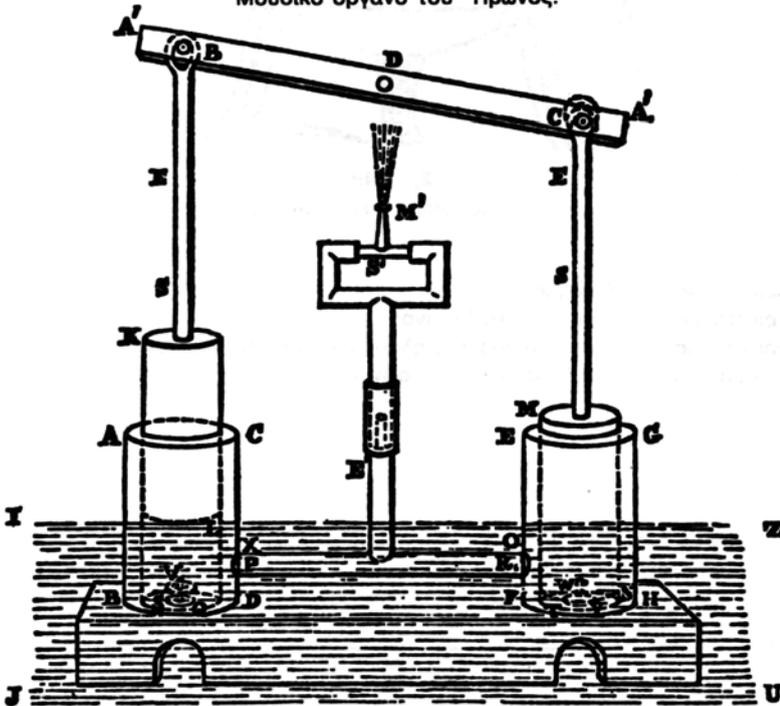
Συσκευή του “Ηρωνος πού μετέτρεπε τό νερό σέ κρασί.

Περιγράφει ό “Ηρων επίσης μιάν άντλία διπλής ένέργειας, ή όποία μπορούσε νά χρησιμοποιηθεί καί ως πυροσβεστική καί στην όποία τό άκροφύσιο, δηλαδή τό

στόμιο από το οποίο έτρεχε το νερό, μπορούσε να αλλάξει κατεύθυνση (σχ. 3.4i).

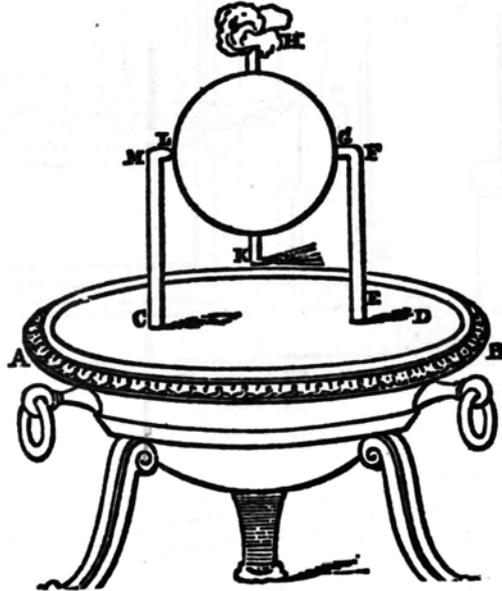


Σχ. 3.4θ.  
Μουσικό όργανο του Ήρωνος.



Σχ. 3.4i.  
Άντλία διπλής ενέργειας του Ήρωνος.

Ἡ συσκευή ὅμως τῆς *αιολόσφαιρας* (σχ. 3.4ια), τῆς πρώτης οὐσιαστικά γνωστῆς ἀτμοκίνητης συσκευῆς, εἶναι τὸ ὕψιστο σημεῖο τῆς ἐπινοητικότητος τοῦ Ἡρώου, ὁ ὁποῖος εἶχε φθάσει τόσο κοντὰ στὴν ἀρχὴ τῆς δρᾶσεως καὶ ἀντιδράσεως, ἀλλὰ καὶ στὴν χρησιμοποίησιν τοῦ ἀτμοῦ, πού 17 αἰῶνες ἀργότερα θὰ δημιουργήσῃ τὶς προϋποθέσεις τῆς βιομηχανικῆς ἐπαναστάσεως. Παραλλαγή τῆς αιολόσφαιρας, ἀλλὰ μὲ τὴ βοήθεια θερμοῦ ἀέρα, εἶναι καὶ *οἱ μορφές πού χορεύουν*.



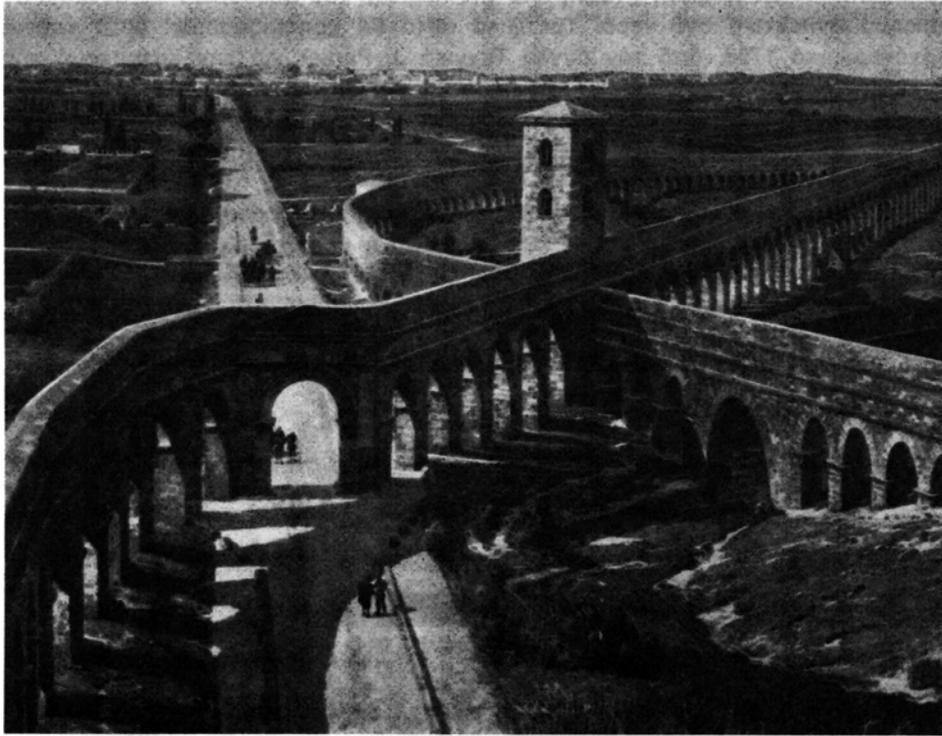
Σχ. 3.4ια.  
Αιολόσφαιρα τοῦ Ἡρώου.

#### Ἑρωτήσεις.

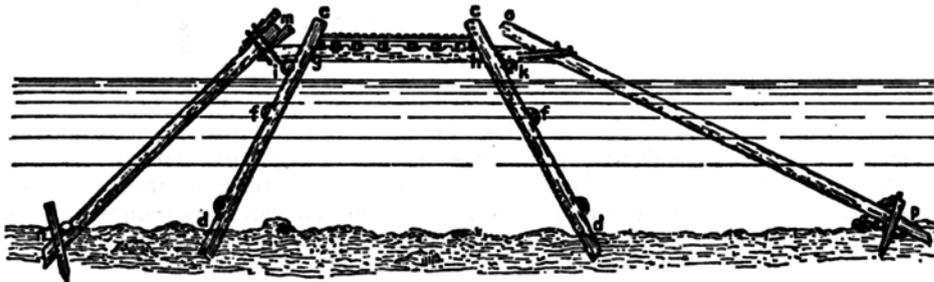
1. Τί γνωρίζετε γιὰ τὸν Κτησίβιο;
2. Τί γνωρίζετε γιὰ τὸν Φίλωνά τὸ Βυζαντινό;
3. Τί γνωρίζετε γιὰ τὴν ἀποχρησιμοποίησιν τῆς ἡλιακῆς ἐνέργειας ἀπὸ τὸν Ἀρχιμήδη;
4. Τί γνωρίζετε γιὰ τὴν αιολόσφαιρα τοῦ Ἡρώου;

### 3.5 Τά Έργα τῶν Ρωμαίων Τεχνικῶν.

Σέ προηγούμενο κεφάλαιο εἶχαμε ἀναφέρει διὰ τοὺς οἱ Ρωμαῖοι ὑπῆρξαν κατασκευαστές ἔργων ποῦ ἦταν χρήσιμα γιὰ τὴν ἀνετη διαβίωση τῶν ὑπηκόων τους. Παρὰ τὸ γεγονός διὰ τὴ συμβολὴ τῶν Ρωμαίων στὴν καθαρὴ Ἐπιστῆμη εἶναι σχεδὸν ἀνύπαρκτη, ἡ συμμετοχὴ τους στὴν ἐφαρμοσμένη Τεχνικὴ ὑπῆρξε ἀξιοθαύμαστη. Δρόμοι, ὑδραγωγεῖα (σχ. 3.5α), ναοί, ἀρένες, ἀποχετευτικὰ ἔργα, γέφυρες (σχ. 3.5β) εἶναι τὰ



Σχ. 3.5α.  
Ρωμαϊκὸ ὑδραγωγεῖο.



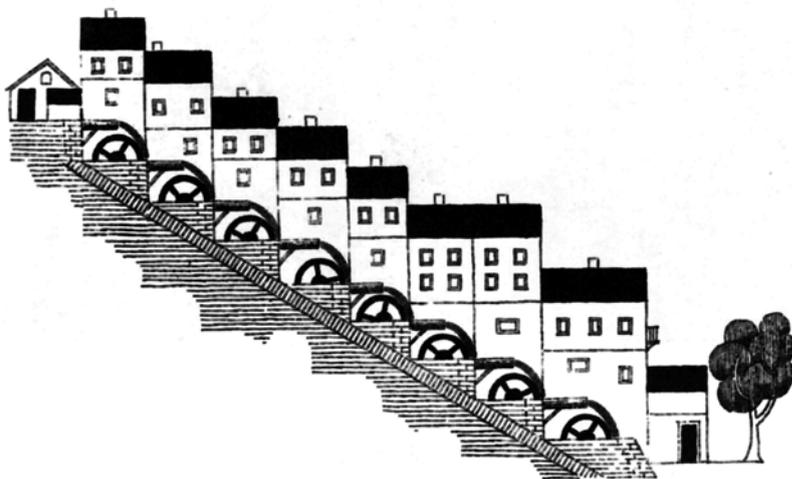
Σχ. 3.5β.

Τομὴ τῆς γέφυρας τοῦ Ρήνου, ποῦ κατασκευάσθηκε ἀπὸ τὸν Καίσαρα. κυριότερα ἀπὸ τὰ ἔργα τῶν Ρωμαίων τεχνικῶν. Τὰ Ρωμαϊκὰ σίτια δὲν εἶχαν ἀ ζηλέψουν τίποτε ἀπὸ τὰ σημερινά, ἐκτὸς ἀπὸ τὶς ἀνέσεις τοῦ σύγχρονου πολιτι-

σμού. Τό γιαλί, πού οί Φοίνικες πήραν από τούς Αιγύπτιους, βελτιωμένο από τούς Ρωμαίους χρησιμοποιείται στά παράθυρα τών Ρωμαϊκών σπιτιών. Στά ύδραγωγεία χρησιμοποιοῦνται ἀγωγοί πού μεταφέρουν τό νερό ὑπό πίεση. Ἡ κεντρική θέρμανση δέν ἦταν ἐπίσης ἀγνωστη στούς Ρωμαίους. Ὁ Σέργιος Ὀράτα, Ρωμαῖος ἔμπορος ἀπό τή Νεάπολη, θεωρεῖται ὡς ὁ ἐφευρέτης της, χωρίς νά εἶναι ἀσφαλῶς ὁ πρῶτος πού τήν ἐπινόησε. Ἡ θέρμανση ἐπιτυχανόταν μέ τή διοχέτευση θερμοῦ ἀέρα ἀπό ἀγωγούς πού βρίσκονταν κάτω ἀπό τό δάπεδο. Γύρω στά 300 π.Χ. οί Ρωμαῖοι χρησιμοποιώντας ἀμμόδη στάχτη ἀπό τήν περιοχή τοῦ Βεζούβιου κατασκεύασαν κονίαμα ἀνθεκτικό στό νερό. Τό ὑλικό αὐτό θά χρησιμοποιηθεῖ 2000 χρόνια ἀργότερα, τό 1796, ἀπό τόν ἀγγλο Τεχνικό J. Parker γιά τήν κατασκευή τῆς Ρωμαϊκῆς κονίας.

Ἄργότερα ὁ ὑδραυλικός τροχός, πού μᾶς εἶναι ἤδη γνωστός ἀπό τόν Φίλωνα, θά χρησιμοποιηθεῖ καί θά ἀξιοποιηθεῖ ἀπό τούς Ρωμαίους γιά τήν ἐκμετάλλευση τῆς ἐνέργειας τοῦ ρέοντος νεροῦ.

Ὁ τροχός χρησιμοποιήθηκε ἐπίσης γιά τήν κίνηση ἀλευρομύλων. Εἶναι γνωστό ὅτι τό ψωμί ἀποτελοῦσε ὡς τόν περασμένο αἰῶνα τό κυριότερο μέσο διατροφῆς. Οἱ ἀλευρόμυλοι τοῦ Μπαρμπεγκάλ π.χ. στή Γαλλία, πού κτίστηκαν γύρω στόν 4ο μ.Χ. αἰῶνα εἶχαν ἀπόδοση 28 τόννους ἀλευρα σέ 10 ὥρες, ποσότητα ἱκανή νά διαθρέψει γύρω στά 100.000 ἄτομα (σχ. 3.5γ).



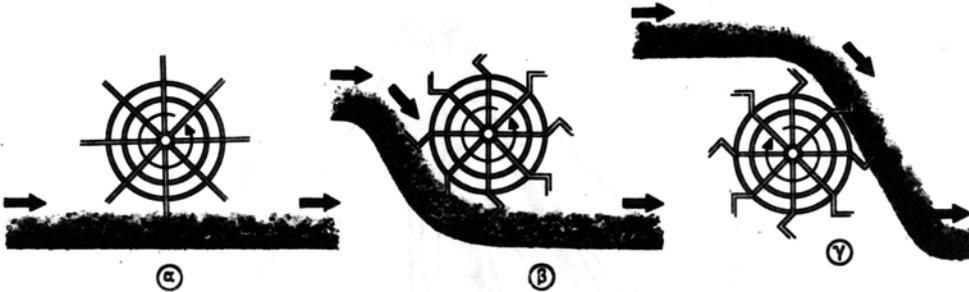
**Σχ. 3.5γ.**

Ρωμαϊκοί ἀλευρόμυλοι τοῦ Μπαρμπεγκάλ. Χρησιμοποιήθηκαν δύο σειρές ἀπό 8 τροχοῦς, πού ἦταν κλιμακωμένοι στήν πλαγιά ἑνός λόφου. Ἀνάμεσα στίς δύο σειρές τῶν τροχῶν ὑπῆρχαν παραπήγματα πού στέγαζαν 16 ζεύγη μυλόπετρες· στό κάθε παραπήγμα ἡ κίνηση δινόταν ἀπό τόν ἀντίστοιχο τροχό.

Τρεῖς τύποι ὑδροκίνητων τροχῶν εἶναι ἀπό τότε γνωστοί, ἀνάλογα μέ τήν τοποθέτηση τοῦ τροχοῦ ὡς πρός τήν κινητήρια δύναμη τοῦ νεροῦ (σχ. 3.5δ).

Στούς Ρωμαϊκοῦς χρόνους ἐκτός ἀπό τό γιαλί, ὁ μόλυβδος καί ὁ ὀρείχαλκος χρησιμοποιήθηκαν εὐρύτητα στίς οἰκοδομικές κατασκευές (σχ. 3.5ε).

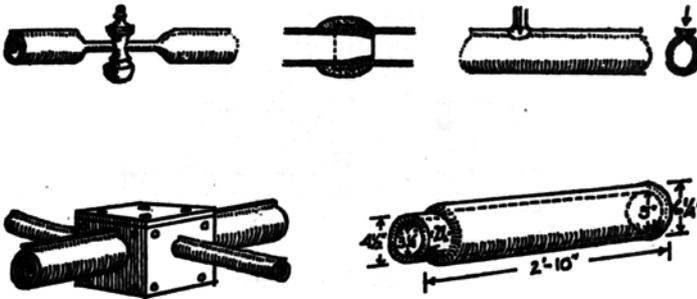
Τίς περισσότερες πληροφορίες γιά τή Ρωμαϊκή περίοδο μᾶς δίνει ὁ Ρωμαῖος Μηχανικός καί Ἀρχιτέκτονας **Μάρκος Βιτρούβιος**, πού ἐξήση στίς ἀρχές τοῦ 1ου μ.Χ. αἰώνα. Στό βιβλίο του **Δέκα βιβλία τῆς ἀρχιτεκτονικῆς** περιγράφει τίς κατασκευ-



Σχ. 3.55.

Ἵδροκίνητοι τροχοί.

(α) Τροχός πάνω ἀπό τό νερό, πού περιστρέφεται καθώσ τό νερό κτυπά στά κάτω πτερύγιά του. (β) Τροχός ἀπέναντι στό νερό. Εἶναι τοποθετημένος ἔτσι, ὥστε νά δέχεται τή δύναμη τοῦ νεροῦ σέ μέσο ὕψος· μπορεί νά ἐφοδιασθεῖ μέ δοχεῖα στά πτερύγιά του. Τό βάρος τοῦ νεροῦ πού γεμίζει τά δοχεῖα ἐπιταχύνει τήν περιστροφική κίνηση. (γ) Τροχός κάτω ἀπό τό νερό. Ἡ κατακόρυφη πτώση τοῦ νεροῦ ἐπιτρέπει τή χρησιμοποίηση δοχείων στά πτερύγια τοῦ τροχοῦ. Μ' αὐτόν τόν τρόπο καί οἱ δύο τελευταῖοι τροχοί κερδίζουν πρόσθετη δύναμη.

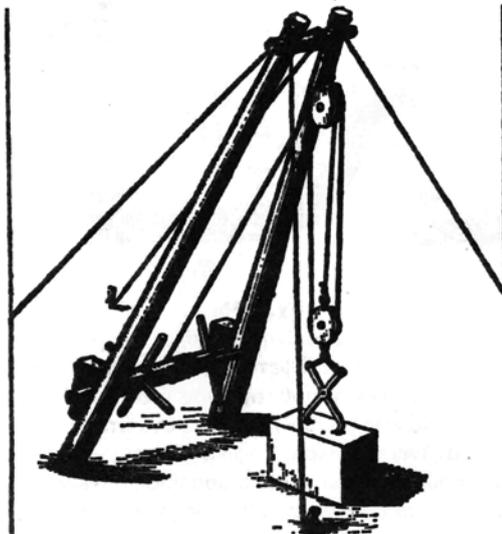


Σχ. 3.5ε.

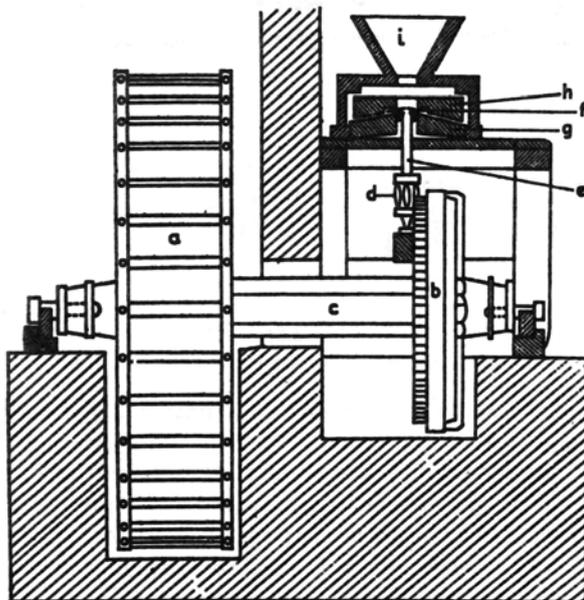
Συνδέσεις σωλήνων στούς Ρωμαϊκοῦς χρόνους.

αστικές μεθόδους τῶν Ἑλληνιστικῶν χρόνων. Τό πρώτο βιβλίο περιγράφει γενικές ἀρχές ἀρχιτεκτονικῆς καί πολεοδομίας. Τό δεύτερο βιβλίο πραγματεύεται τά οἰκοδομικά ὑλικά, πού χρησιμοποιοῦσαν ἀπό τούς προϊστορικούς χρόνους καί περιγράφει τίς Ρωμαϊκές κατασκευές τειχῶν, τούβλων καί μπετόν. Στό τρίτο βιβλίο ὀμιλεῖ γιά τούς ναοῦς. Στό τέταρτο ἀσχολεῖται μέ τούς τρεῖς ρυθμούς κιόνων, τό δωρικό, τόν ἰονικό καί τόν κορινθιακό. Στό πέμπτο περιγράφει τά δημόσια κτίρια, Βασιλικές, Θέατρα, Λουτρά καί ἀσχολεῖται κυρίως μέ τήν ἀκουστική καί εἰδικότερα μέ τή θεωρία τῶν ἀκουστικῶν ταλαντώσεων. Θέμα τοῦ βου βιβλίου εἶναι οἱ κατοικίες καί τοῦ ἑβδομοῦ ἡ ἐσωτερική ἀρχιτεκτονική, στήν ὁποία ὁ συγγραφέας ἀσχολεῖται μέ τό γύψο, τά χρώματα καί τά μωσαϊκά. Στό ὄγδοο ὀμιλεῖ ὁ Βιτρούβιος γιά πηγές νεροῦ, ὕδραγωγεία, συντριβάνια, δεξαμενές. Τό ἕνατο βιβλίο ἀσχολεῖται μέ τή

Γεωμετρία, Ἀστρονομία καί μεθόδους μετρήσεως, ὅπως π.χ. γιά τήν κατασκευή ὑδραυλικῶν ρολογιῶν. Στό δέκατο καί τελευταῖο βιβλίο ὁ Βιτρούβιος μᾶς περιγράφει μηχανικές συσκευές. Ἐκεῖ βρίσκουμε ἀνυψωτικές συσκευές (σχ. 3.5στ), ἀντλίες, ὑδραυλικούς τροχούς καί ὑδραυλικούς ἀλευρόμυλους (σχ. 3.5ζ), ὑδραυτικά μουσι-



Σχ. 3.5στ.  
Ρωμαϊκός γερανός.



Σχ. 3.5ζ.  
Βιτρούβιανός μύλος.

κά ὄργανα. Πολλά κεφάλαια τοῦ τελευταίου αὐτοῦ βιβλίου περιγράφουν πολεμικές μηχανές.

Τό έργο του Βιτρούβιου είχε έξαφανισθει κατά τό Μεσαίωνα, άλλα τόν 15ο αιώνα ανακαλύφθηκε σέ ένα χειρόγραφο, άπετέλεσε γιά τούς άρχιτέκτονες τής έποχής, μιά πρόκληση, παρόμοια μέ εκείνη πού έδωσε τό έργο του Άριστοτέλη στους σοφούς τής ίδιας έποχής.

**Έρωτήσεις.**

1. Τί γνωρίζετε γιά τή Ρωμαϊκή κονία;
  2. Τί γνωρίζετε γιά τή χρησιμοποίηση κεντρικής θερμάνσεως στην Άρχαία Ρώμη;
  3. Τί γνωρίζετε γιά τό Μάρκο Βιτρούβιο;
-

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

### ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΡΩΜΑΪΚΗΣ ΑΥΤΟΚΡΑΤΟΡΙΑΣ ΣΤΟ ΛΕΟΝΑΡΝΤΟ ΝΤΑ ΒΙΝΤΣΙ

#### 4.1 Γενικά.

Μετά την πτώση της Ρωμαϊκής αυτοκρατορίας παρουσιάσθηκαν, ως προς τό θέμα πού μās άπασχολεί, τά έξής φαινόμενα:

Στή δυτική Εύρώπη τήν έποχή αύτή ή κατάσταση διαγράφεται ως έξής: 'Από τό 400 ως τό 1000 μ.Χ. ή πνευματική κληρονομιά τών 'Ελλήνων και τών Ρωμαίων φαίνεται νά έχει άτονήσει, ένώ από τό 1000 ως τό 1500 μ.Χ. οί διάφορες χώρες εισέρχονται στό δρόμο τής προόδου και τής πνευματικής καλλιέργειας. 'Ορισμένες μάλιστα έφευρέσεις προαναγγέλουν τήν ανάπτυξη πού θά άκολουθούσε κατά τήν αναγέννηση.

Τό κέντρο τής πολιτιστικής ζωής μεταφέρθηκε ξανά στην έλληνική άνατολή μέ τήν ίδρυση τής Κωνσταντινουπόλεως και τή μεταφορά τής πρωτεύουσας του κράτους του σ' αύτήν από τόν Μ. Κωνσταντίνο. "Ετσι ό έλληνισμός άπόκτησε, κοντά στην 'Αλεξάνδρεια και τά άλλα μεγάλα κέντρα τής έλληνικής άνατολής πού μέχρι τόν έβδομο μ.Χ. αιώνα εξακολούθησαν τήν παράδοση τών έλληνιστικών χρόνων, ένα νέο πολιτικό και θρησκευτικό κέντρο. Στήν Κωνσταντινούπολη ή έλληνική φιλοσοφία, ή σκέψη, τό δίκαιο, ή καλλιέργεια τής έπιστήμης (τών μαθηματικών, τής άστρονομίας, τής μουσικής, τής ιατρικής, τής γεωπονικής, τής αρχιτεκτονικής κλπ) βρήκαν γόνιμο έδαφος για νά αναπτυχθούν. Πανεπιστήμια λειτουργούσαν συνεχώς από τόν πέμπτο αιώνα μέχρι τό δέκατο πέμπτο μέ καθηγητές πού ήταν φημισμένοι στον τότε γνωστό κόσμο. Παράλληλα μέ τήν καλλιέργεια τής έπιστήμης, τής τεχνικής και τήν καταπληκτική ανάπτυξη τής τέχνης (σχ. 4.1α), ή Κωνσταντινούπολη και τά άλλα μεγάλα αστικά κέντρα, όπως π.χ. ή Θεσσαλονίκη, έγιναν τά σημαντικότερα έμπορ...ά κέντρα. 'Η διεξαγωγή του έμπορίου αλλά κυρίως ή ανάγκη για ναυτική πολεμική ισχύ συνετέλεσαν ώστε και ή ναυπηγική τέχνη νά αναπτυχθεί. Κοντά στα άλλα δπλα πού τελειοποίησαν οί βυζαντινοί, πρωτεύουσα θέση κατέχει τό περίφημο *ύγρό πύρ* (σχ. 4.1β).

'Η χριστιανική θρησκεία, έπίσημη πιά θρησκεία του Κράτους, επέδρασε θετικά και βοήθησε στη μεγάλη ανάπτυξη τής Τεχνικής, κυρίως δέ τής οικοδομικής τέχνης, μέ τήν κατασκευή μεγαλόπρεπων ναών, όπως π.χ. τής 'Αγίας του Θεού Σοφίας. Οί ναοί και τά μοναστήρια τής Βυζαντινής περιόδου σώζονται σέ καλή κατάσταση (σχ. 4.1γ). 'Αλλά και στη Δ. Εύρώπη διατηρούνται άριστα τά έκκλησιαστικά κτίσματα τής περιόδου αύτής. 'Η έκκλησία εξάλλου μέ τήν υιοθέτηση του συστήματος τών

ἀραβικῶν ἀριθμῶν στό ἡμερολόγιο βοήθησε ιδιαίτερα τό ἐμπόριο, γιατί μέ τήν εἰσαγωγή τοῦ ἄβακα, οἱ ὑπολογισμοί ἔγιναν ιδιαίτερα εὐκολοί.



Σχ. 4.1α.

Ἄττικη. Δαφνί. Ψηφιδωτά μέ παράσταση Γεννήσεως.



Σχ. 4.1β.

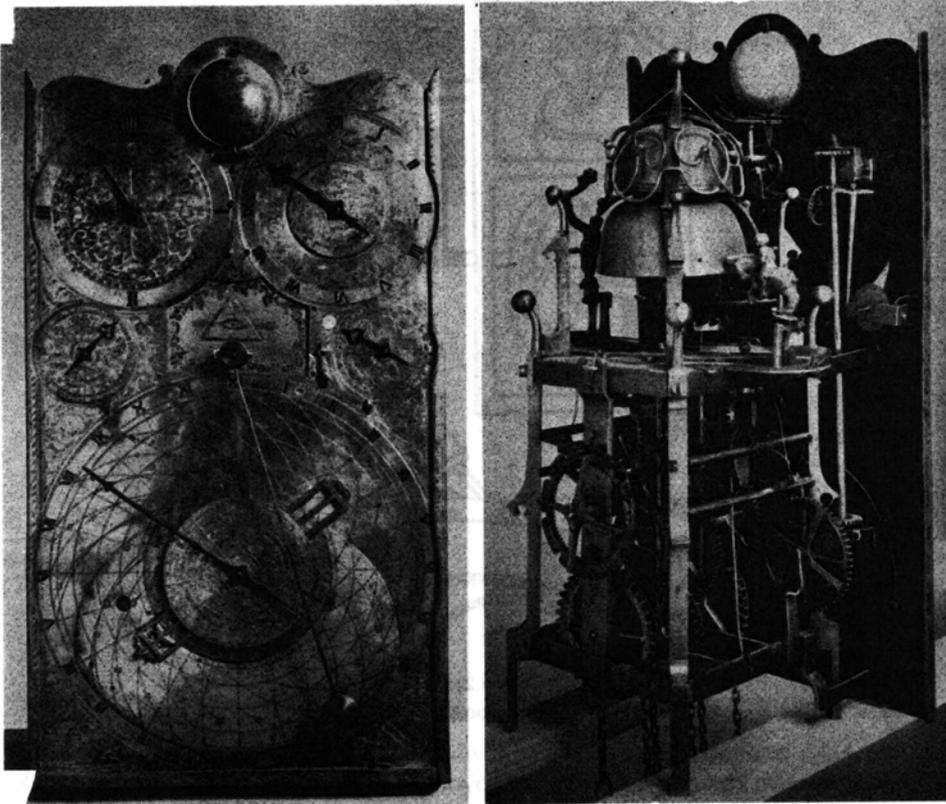
Μιά γαλέρα μέ κουπιὰ καί μέ τό πανί ὑψωμένο ἐξακοντίζει «ὑγρόν πῦρ». Τό βυζαντινὸ αὐτὸ χειρόγραφο χρησιμοποιεῖ ἓνα εἶδος συνοπτικῆς ἀπεικονίσεως γιὰ νά δώσει τό περιστατικό τῆς μάχης· τὰ σκάφη μέ φλογοβόλες μηχανές εἶχαν πλήρωμα πάνω ἀπὸ 150 ναύτες.



**Σχ. 4.1γ.**  
Μυστράς. Ἡ Παντάνασσα.

Ἐπειδὴ οἱ περισσότερες χριστιανικὲς κοινότητες ἦταν κατὰ τῆς δουλείας, ἡ ἔλλειψη ἐργατικῶν χεριῶν ὀδηγοῦσε στὴ μηχανοποίηση. Ὅμως μόνο γύρω στὰ 1500, οἱ πιὸ προοδευμένες χώρες, βρίσκονταν σὲ καλύτερη ἀνάπτυξη σχετικὰ μὲ τὴ μηχανικὴ πρόοδο ἀπὸ ὅ,τι στὰ προηγούμενα χρόνια.

Οἱ βασικοὶ συντελεστὲς αὐτῆς τῆς προόδου ἦταν ἡ ἀνάπτυξη τῶν ἐπιστημονικῶν μεθόδων, τὸ πείραμα, ἡ κριτικὴ παρατήρηση καὶ ἡ μέτρηση. Τὰ ἴδια ἀκριβῶς στοιχεῖα πού συνέβαλαν τότε, συμβάλλουν καὶ στὴ σημερινή πρόοδο· δηλαδὴ τὰ πανεπιστήμια, γιὰ ἐπιστημονικὴ σπουδὴ καὶ μάθηση. (Ἐνῶ στὸ ἑλληνικὸ Βυζάντιο, ὅπως εἶπαμε, τὰ πανεπιστήμια ποτὲ δὲν ἔπαυσαν νὰ λειτουργοῦν ἀπὸ τὸν πέμπτο αἰῶνα, στὴ Δ. Εὐρώπῃ τὰ παλαιότερα πανεπιστήμια ἦταν τῆς Βολογνα 1100, Παρισίων 1150, Ὁξφόρδης 1200, Καίμπριτζ 1229). Ἡ ἀνακάλυψη τῆς τυπογραφίας καὶ ἡ κατασκευὴ γυαλῶν γιὰ τὰ μάτια συνέβαλαν οὐσιαστικὰ στὴν ἐπικοινωνία καὶ στὴ μάθηση, ἐνῶ τὸ μηχανικὸ ρολοὶ μπορεῖ νὰ θεωρηθεῖ ἡ πρώτη αὐτόματη μηχανὴ γενικῆς χρήσεως (σχ. 4.15).



Σχ. 4.15.

Ἀστρονομικὸ ρολοὶ τοῦ ἔτους 1592, μὲ ἡμερολόγιο.

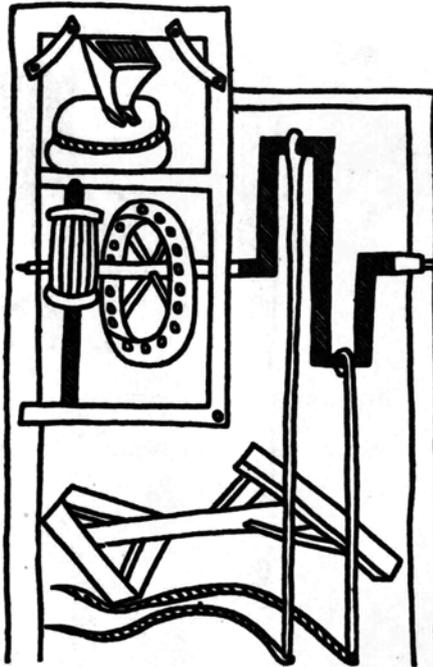
Καθὼς ὁ καιρὸς περνοῦσε, ὁ ἄνθρωπος βρῆκε νέους τρόπους γιὰ νὰ βελτιώσει τοὺς παλιούς μηχανισμούς καὶ νὰ προσπαθήσει νὰ βρεῖ καινούργιους. Ἀφοῦ τελειοποίησαν τὰ πέταλα καὶ γενικὰ τίς ἵπποσκευές, χρησιμοποίησαν γύρω στὸ 100

αιώνα τό άλλογο σάν έλκυστήρα. Ἄρχισαν  π ςησ νά χρησημοποιοϋν τή δϋναμη τοϋ  νεμου  ς κινήτρια δϋναμη γιά τή λειτουργία  λευρομϋλων γϋρω στό 13ο α ίωνα  πο τήν Ἄγγλία  ς τή Ρωσία.

Ἐστ σο τό τρεχ μενο νερό καί   υδροτροχός  ξακολουθοϋσαν νά ε ναι   μεγαλϋτερη πηγή  ν ργειας  ς τήν  ποχή τοϋ  τμου.

#### 4.2 Ο  σπουδαι τερες  πινοήσεις.

Μία  πο τ ς σπουδαι τερες  πινοήσεις π υ γιά πρ τη φορά περιγράφεται σ  βιβλίο τοϋ 9ου α ίωνα ε ναι τό **στρόφαλο**. Στ ν  πινοήση  τ  ο  τεχνικοί  δηγήθηκαν  πο τήν  νάγκη νά μετατρέψουν τήν περιστροφική κίνηση  νός υδροτροχοϋ σ  εϋθϋγραμμη. Τό στρόφαλο (μανιβ λα)  ποτελε  βασικό στοιχείο τ ς μηχαν ς τοϋ  τοκινήτου κα  πολλών  λλων μηχανισμών μεγάλης χρησησιμ τητας (σχ. 4.2α).



Σχ. 4.2α.  
Στρόφαλο.

Μία  λλη σπουδαι τερη  πινοήση ε ναι   **τόρνος** (σχ. 4.2β). Ἡ  πινοήση  τ  δ ν ε ναι  ντελ ς καινούργια. Ο   ρχαιολογο   χουν βρε  ξϋλινα δοχε α τοϋ 2ου π.Χ. α ίωνα, π υ  χουν  ποστει κατεργασία μ  τ ρνο. Σ μερα ο  τ ρνοι ε ναι  πο τ  βασικ τερα  ργαλεία κα  ε ναι   βασική ** ργαλειομηχανή** στ  λειτουργία τ ς  ποίας στηρίζονται  λες ο  σϋγχρονες  ργαλειομηχανές. Ε ναι **  μηχανή π υ κατασκευάζει μηχανές**.

Στ ς  πινοήσεις τ ς  ποχ ς  τ ς  ν κει τό **κανόνι**  πο τό  ποίο κατάγονται  λα τ  σημερινά  πλα. Τό κανόνι  κανε τήν  μφάνισή του στ ς  ρχές τοϋ 14ου

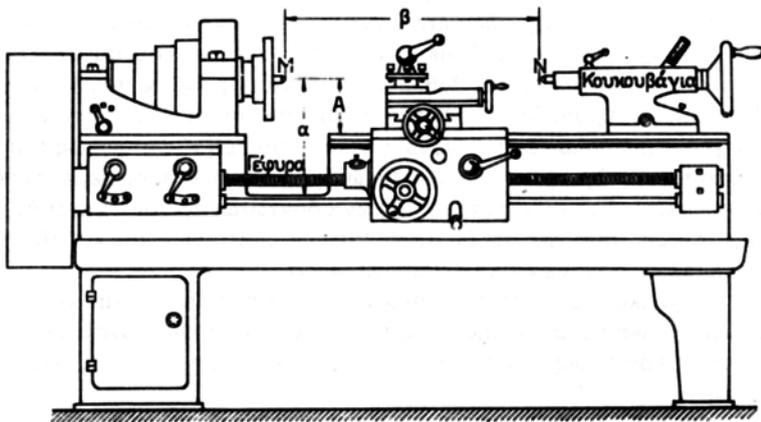
αἰώνα, λίγο μετά τήν εἰσαγωγή τῆς κινέζικης μαύρης πυρίτιδας στήν *Εὐρώπη*.

Τό κανόνι ἀπετέλεσε τό ἰσχυρότερο ὄπλο τῆς ἐποχῆς ἐκτοπίζοντας τό ὑγρό πῦρ τῶν Βυζαντινῶν.

Τρεῖς ὁμῶς ἐπινοήσεις τοῦ Μεσαίωνα, πού ἄσκησαν σημαντική ἐπίδραση στήν ὄλη πορεία τῆς ἀνθρωπότητος, εἶναι ἡ *χύτευση*, τό *μηχανικό ρολόι* καί ἡ *τυπογραφία*.



(α)



(β)

Σχ. 4.2β.

(α) Τόρνος τοῦ ἔτους 1400 μ.Χ. (β) Σύγχρονος τόρνος.

### α) Ἡ χύτευση.

Παρά τό γεγονός ὅτι τό ξύλο κατά τήν ἐποχή αὐτή ἐξακολουθεῖ νά παραμένει τό κυριότερο ὑλικό κατασκευῆς μηχανῶν, γιατί μπορούσαν νά τό κατεργασθοῦν

εύκολα, ή χύτευση κατέλαβε πρωτεύουσα θέση κυρίως στην πολεμική βιομηχανία. 'Η χρησιμοποίηση της πυριτίδας απαιτούσε κύλινδρους με ισχυρά τοιχώματα, πού μόνο από μέταλλο ήταν δυνατό νά κατασκευασθούν. "Ετσι κατά τό 14ο αιώνα μεγάλος αριθμός όπλοποιών δημιουργεί χυτήρια γιά νά εξυπηρετήσει τίς ανάγκες του. Χρησιμοποιούν κυρίως τόν όρείχαλκο γιά νά κατασκευάσουν κανόνια κατά τήν εποχή τών πολέμων, μέ τήν ίδια μέθοδο πού στόν καιρό τής ειρήνης κατασκεύαζαν καμπάνες γιά τίς εκκλησίες. Μέ τήν πάροδο του χρόνου τόν όρείχαλκο αντικατέστησε ό χυτοσίδηρος, του οποίου ή παραγωγή άπετέλεσε ένα από τά μεγαλύτερα έπιτεύγματα του Μεσαίωνα. Στην ίδια περίοδο ό άνθρακας χρησιμοποιείται γιά τήν τήξη τών μετάλλων καί αντικαθιστά τό ξύλο, πού ήταν μέχρι τότε ή κυρίως καύσιμη ύλη.

Ό χυτοσίδηρος γνωστός ήδη στην Κίνα, είναι κράμα σιδήρου καί άνθρακα μέ περιεκτικότητα σε άνθρακα μεγαλύτερη από 2%. Τό σημείο τήξεώς του είναι στους 1300-1100 βαθμούς Κελσίου. Χυτεύεται εύκολα μέσα σε *όποτιπώματα* πού δημιουργούνται στην άμμο του χυτηρίου μέ τή βοήθεια *προτύπων*, ώστε τό αντικείμενο νά πάρει τίς διαστάσεις πού θέλομε.

Άξίζει νά σημειωθεί ότι, όπως αναφέρει ό Matschoss στό βιβλίο του οί μεγάλοι Μηχανικοί, τό 1404 χυτεύθηκε στην Αυστρία ένα μεγάλο κανόνι μήκους περίπου 3,5 μέτρα πού ζύγιζε 4,5 τόννους.

Η μεγάλη σημασία τής επινοήσεως αυτής θά αποδειχθεί στά χρόνια πού ακολουθούν τήν πρώτη βιομηχανική επανάσταση.

### **β) Τό μηχανικό ρολόι.**

Οί όδοντωτοί τροχοί, πού έφευρε ό "Ηρων ό Άλεξανδρινός, βρήκαν εκτός από τίς μηχανές έφαρμογή στην κατασκευή του μηχανικού ρολογιού. Αυτό τό καθημερινή σήμερα χρήσεως αυτόματο μηχανήμα άσκησε όπως ήταν επόμενο σημαντική επίδραση στην συμπεριφορά του ανθρώπου.

Ποιός ήταν ό έφευρέτης, δέν είναι γνωστό. Τό πρώτο ρολόι πού αναφέρει ή ιστορία είναι αυτό πού τοποθετήθηκε στό κωδωνοστάσιο του παρεκκλησίου του Παλάτσο Βισκόντι στό Μιλάνο τό 1335. Στά πρώτα αυτά ρολόγια πού λειτουργούσαν μέ βαρίδια καί τά γρανάζια τους είχαν κατασκευασθεί μέ επίπονη εργασία, χρησιμοποιήθηκε μία πολύ έξυπνη διάταξη γιά τή ρύθμιση τής πτώσεως του βάρους.

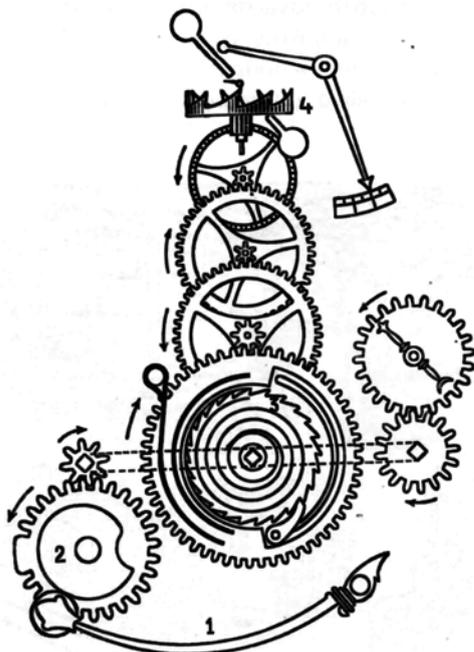
Η τελειοποίηση όμως τών ώρολογιακών μηχανισμών πρόσφερε ανεκτίμητες πρακτικές γνώσεις γιά τήν κατασκευή μικρών όδοντωτών τροχών, γιά τούς τρόπους συζεύξεως μεταξύ τους, γιά τή ρύθμιση λεπτών έλατηρίων καί γιά τή μετέπειτα κατασκευή πολλών όργάνων άκριβείας (σχ. 4.2γ).

Μέ τό μηχανικό ρολόι επιτεύχθηκε γιά πρώτη φορά ή χαλιναγωγήση τής κινήσεως, ή μηχανική μέτρηση τής ροής του χρόνου καί ή δυνατότητα νά επιβληθεί τάξη στην καθημερινή ζωή του ανθρώπου, πού τό κτύπημα τής ώρας του υπενθύμιζε (σχ. 4.2δ).

### **γ) Η τυπογραφία.**

"Όπως καί στην περίπτωση του μηχανικού ρολογιού, ή έφεύρεση τής τυπογραφίας δέν μπορεί νά αποδοθεί σ' έναν άνθρωπο, ούτε νά τοποθετηθεί σε μία χώρα ή σ' ένα όρισμένο χρόνο. Υπήρξε ένας συνδυασμός από δύσκολα έπιτεύγματα, πού κατορθώθηκαν στά πιό διαφορετικά σημεία: Η κατασκευή του χαρτιού πού άρχισε στόν πρώτο αιώνα στην Κίνα (σχ. 4.2ε)· ή τελειοποίηση τής μελάνης μέ βάση τό λάδι,

πού κατορθώθηκε μόλις τό 15ο αιώνα όταν Όλλανδοί ζωγράφοι παρασκεύασαν χρώματα μέ βραστό λινέλαιο· ή έμπειρία από χαρακτηριστική σέ ξύλο, πού είχε χρησιμοποιηθει· για τήν παραγωγή θρησκευτικών εικόνων· ή ιδέα τών μεταλλικών



Σχ. 4.2γ.

Ό συνδυασμός από γρανάζια σ' ένα έκκρεμές είναι σάν μιά καλλιτεχνική σπουδή τής μορφής καί τής ύλης. Κάθε γρανάζι περιστρέφεται γύρω από τό δικό του άξονα, συμπλεκόμενο μέ τά άλλα σέ μιά πολύπλοκη άλληλεξάρτηση, για νά γυρίσουν τελικά οι δείκτες του έκκρεμοϋς.



Σχ. 4.2δ.

Ρολόι του 18ου αιώνα.

στοιχείων, πού εφαρμόστηκε για πρώτη φορά στην Κορέα κατά τὰ τέλη τοῦ 14ου αἰώνα· ἡ τέχνη, πού ἀναπτύχθηκε ἀπὸ Γερμανοὺς χρυσοχόους, τῆς χαράξεως γραμμάτων τοῦ ἀλφαβήτου πάνω σέ χαλύβδινα καὶ μπρούντζινα κοπίδια, μέ τὰ ὁποῖα ἀποτυπώνονταν τὰ γράμματα πάνω σέ μαλακὰ μέταλλα. Καὶ τέλος ἡ προσαρμογή τοῦ κοχλιωτοῦ πιεστηρίου πού ἦταν γνωστὸ στὸν Ἡρώνα τὸν Ἀλεξανδρινό, καὶ πού τὸ χρησιμοποιοῦσαν γιὰ νὰ πρεσάρουν σταφύλια. Εἶναι ὁμως βέβαιο ὅτι οἱ Κινέζοι εἶχαν ἀπὸ τὸ 10ο ἤδη αἰώνα χρησιμοποιοῦσε κινητὰ στοιχεῖα ἀπὸ ξύλο γιὰ τὴν ἐκτύπωση βιβλίων.

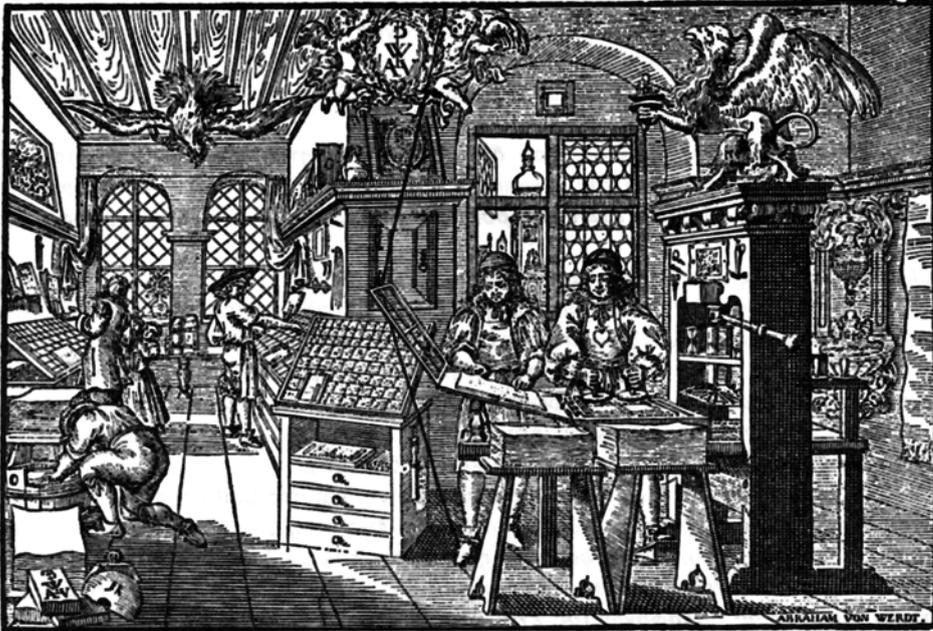


Σχ. 4.2ε.

Ἔνα πρωτόγονο κινέζικο χαρτοποιεῖο σέ παλιὰ μινιατούρα.

Ὅταν στὴ δεκαετία τοῦ 1440-1450 οἱ παραπάνω γνώσεις συνδυάσθηκαν, δημιουργήθηκε μιά ἀπὸ τίς ἰσχυρότερες μηχανές πού ἐπενόησε ποτέ ὁ ἄνθρωπος (σχ. 4.2στ). Ἔτσι στὰ 1448 σέ ἓνα ἐργαστήριο τῆς Ρηνανίας, μέ μιά χειροκίνητη πρέσσα θά τυπωθεῖ σέ χαρτί ἓνα ποίημα μέ τὸν τίτλο *Κρίσις τοῦ Κόσμου* καὶ ἓνα ἀστρονομικὸ ἡμερολόγιο. Δράστες ὁ Γιόχαν Γουτεμβέργιος καὶ ὁ χρηματοδότης του Γιόχαν Φούστ. Ἐπτά χρόνια ἀργότερα θά κυκλοφορήσει τὸ πρῶτο βιβλίο μέ τὴν καινούργια μέθοδο, ἡ *Βίβλος*. Ὁ θρίαμβος τοῦ Γουτεμβέργιου ἀποτελεῖ καὶ τὴν πρώτη περίπτωση μαζικῆς παραγωγῆς.

Πολλοὶ ὑποστηρίζουν ὅτι ἡ ἐφεύρεση τῆς τυπογραφίας ἔχει τὴν ἴδια σημασία γιὰ τὸν ἄνθρωπο μέ τὴν ἀνακάλυψη τῆς φωτιᾶς. Εἶναι γεγονός ἀναμφισβήτητο ὅτι ἡ ἀνεμπόδιση ἀπὸ τὴν ἀπόσταση πνευματικὴ ἐπικοινωνία διευκόλυνε τὴν ἀνταλλαγὴ ἰδεῶν σέ ἔκταση πρωτόγνωρη. Ἀρκεῖ νὰ σημειωθεῖ ὅτι στὰ 1500 σέ 14 Εὐρωπαϊκὲς χῶρες εἶχαν παραχθεῖ πάνω ἀπὸ ὀκτῶ ἑκατομμύρια βιβλία. Ἔτσι, ἂν καὶ ὁ παραλληλισμὸς αὐτὸς εἶναι τολμηρὸς, ἡ σημασία τῆς τυπογραφίας δέν ὑστερεῖ ἀπὸ τὴν ἐφεύρεση καὶ τὴν ἐξάπλωση τῆς τηλεπικοινωνίας στὴ σύγχρονη ἐποχὴ. Ἴσως νὰ εἶναι τὸ *μεγαλύτερο γεγονός τῆς ἱστορίας*, ὅπως ἔγραψε ὁ Οὐγκώ ἢ τὸ *τελευταῖο καὶ καλύτερο δῶρο τοῦ Θεοῦ πρὸς τὸν ἄνθρωπο*, ὅπως διακήρυξε ὁ Λούθηρος.



Σχ. 4.2στ.

Τυπογράφοι την ώρα της δουλειάς σε εργαστήριο της άρχης του 16ου αιώνα.

### 4.3 'Ο Λεονάρντο ντά Βίντσι.

#### α) Γενικά.

'Ο Λεονάρντο ντά Βίντσι (1452-1519) είναι γνωστός στους πολλούς κυρίως ως ζωγράφος. 'Ο Μυστικός του Δείπνος αποτελεί δείγμα της μεγαλοφυΐας του στη ζωγραφική. Τά πολλαπλά δμως ενδιαφέροντά του, πού τόν παρακίνησαν νά ασχοληθεί μέ δλους τούς κλάδους τών γνώσεων, τού χάρισαν τόν τίτλο τής παγκόσμιας μεγαλοφυΐας. Παρά τό γεγονός ότι έζησε στην πλήρη λάμψη τής 'Αναγεννήσεως, ό ντά Βίντσι δέν μπορεί νά θεωρηθεί αντιπροσωπευτικός τύπος τής έποχής του. 'Από τήν αναγέννηση πήρε τόν όρθολογισμό καί τήν έπιθυμία νά περιορισθεί στό δυνατόν. 'Από τό μεσαιώνα κληρονόμησε τήν περιδίνησή του στόν τομέα τού φανταστικού. Αύτή ή κληρονομιά τού έδωσε τή δυνατότητα νά προχωρήσει γενιές όλόκληρες πέρα από τήν έποχή του μέ τίς ιδέες του καί τίς έπινοήσεις του στους τομείς τής ανατομίας, τής όπτικής, τής φυσικής, τών στρατιωτικών όπλων καί τής μηχανολογίας. Για τούς σύγχρονούς του ύπηρεξε ό μεγαλύτερος φιλόσοφος. Σήμερα γνωρίζομε ότι ύπηρεξε ό πρόδρομος τού Γαλιλαίου καί τού Βάκωνος. **'Εκείνοι πού έρωτεύονται τήν πρακτική έφαρμογή καί άδιαφορούν για τήν έπιστήμη, είναι σάν τόν καπετάνιο πού ταξιδεύει χωρίς πυξίδα καί δέν ξέρει μέ σιγουριά κατά πού πλέει τό καράβι**, έλεγε. Γιαυτό διερευνούσε τά πάντα. "Έθετε υπό νέο έλεγχο τίς διαπιστώσεις εκείνων πού προηγήθηκαν καί ρωτούσε συνεχώς καί κυρίως τόν έαυτό του, για νά βεβαιωθεί ότι δέν έκανε λάθος.

Ἡ μεγαλοφυΐα τοῦ Λεονάρντο ντὰ Βίντσι ἐπιβεβαιώθηκε στοὺς νεώτερους χρόνους, ἀφοῦ οἱ ἐπινοήσεις του ἔγιναν πραγματικότητα χάρι στὴν προηγμένη τεχνολογία τῆς σύγχρονης ἐποχῆς μας.

Ἄνηκε στὴν ἰδανικὴ γενιά τῶν τεχνικῶν γιὰ τοὺς ὁποίους ἰσχύουν τὰ ὄσα ὁ Κ. Τσάτσος γράφει στοὺς ἀφορισμοὺς του:

**Οἱ ἄνθρωποι τῆς πράξεως πού δέν ἔχουν θεωρητικὴ παιδεία χάνονται στίς λεπτομέρειες· οἱ ἄνθρωποι τῆς θεωρίας πού δέν ἔχουν πρακτικὴ ἄσκηση χάνονται στίς γενικότητες. Τό νά κατέχεις ἰσόρροπα καί τὰ δύο εἶναι δῶρο τῆς μεγαλοφυΐας.**

**β) Οἱ κυριότερες ἐπινοήσεις τοῦ Λεονάρντο ντὰ Βίντσι.**

Γοητευμένος ἀπό τὰ πουλιά ἀφιέρωσε ἓνα μεγάλο μέρος τῆς ζωῆς του στό πρόβλημα τῶν πτήσεων. Τό πρῶτο σύστημα πού ἐφευρίσκει ἀκολουθεῖ τό παράδειγμα τοῦ Ἴκαρου. Λίγο ἀργότερα σκέπτεται νά μεταβάλλει τή μυϊκὴ δύναμη σέ μηχανικὴ καί σχεδιάζει ἓναν ἄνθρωπο ξαπλωμένο σέ μιά συσκευή, πού ἀποτελεῖ τό πρῶτο πρότυπο τοῦ ἀεροπλάνου. Ἀργότερα θά συλλάβει ἓνα πιό περίπλοκο σχέδιο. Τὴν ἴδια ἐποχὴ μελετᾷ τό ἑλικόπτερο καί τό ἀλεξίπτωτο.

Δέν περιορίζεται ὁμως στὸν ἀέρα· κατεβαίνει καί στό βυθό τῆς θάλασσας καί σχεδιάζει μιά στολή καταδύσεως (σχ. 4.3α) καί ἓνα ὑποβρύχιο, γιὰ τό ὁποῖο ὁμως γράφει. **Δέν πρόκειται νά δημοσιεύσω ἢ νά ἀποκαλύψω σέ κανένα αὐτό τό σχέδιο, γιατί ἡ κακὴ φύση τῶν ἀνθρώπων θά τοὺς ὀδηγήσει στό νά κτυποῦν ἀπό τό βυθό τὰ πλοία ἐπιφάνειας δολοφονώντας ἔτσι τοὺς ἐπιβάτες τους.**

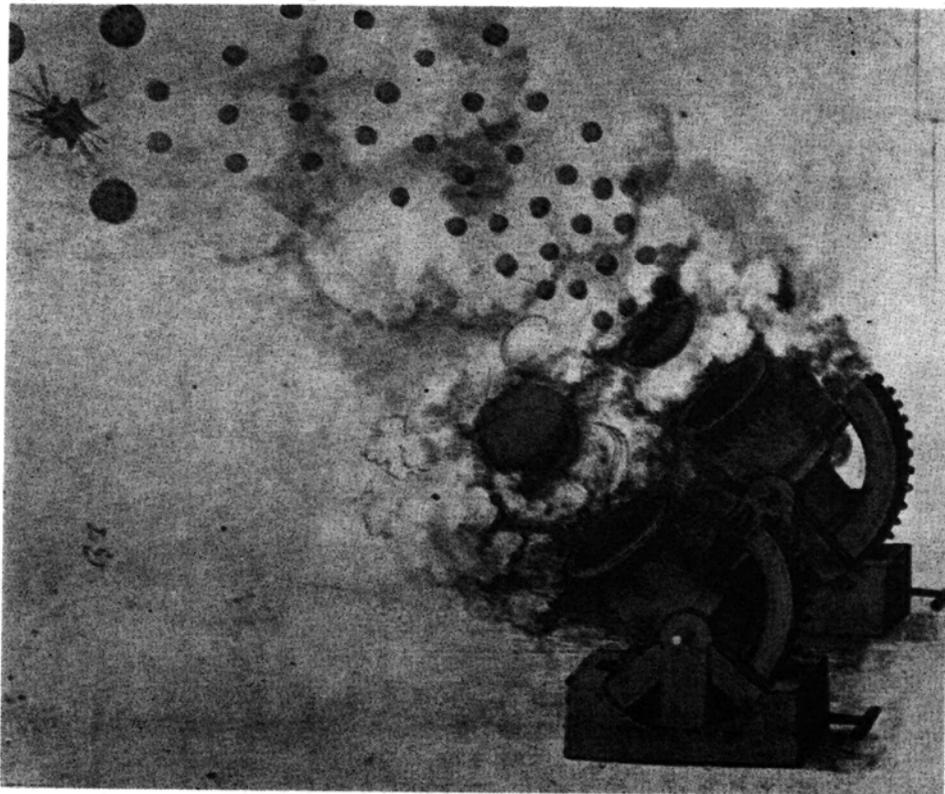
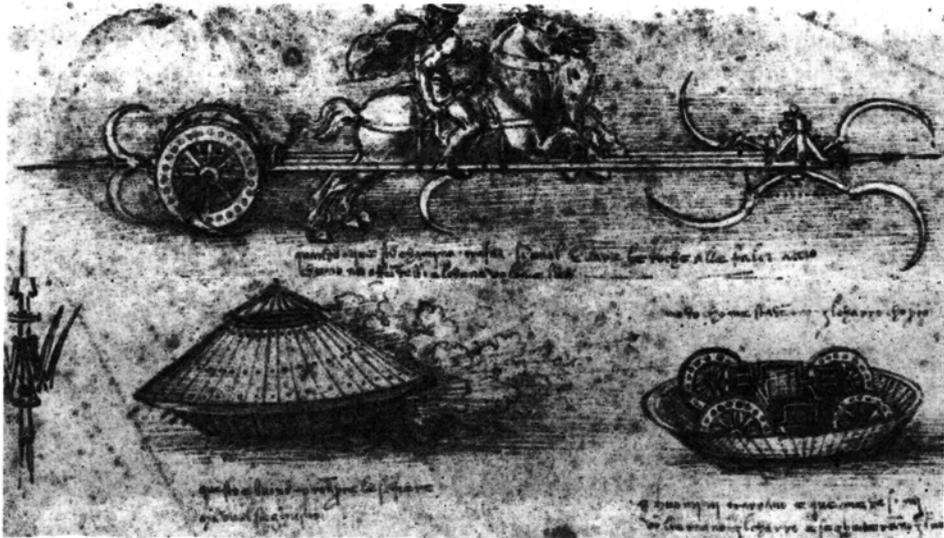


**Σχ. 4.3α.**

Σχέδιο σκαφάνδρου.

Στίς πολεμικὲς μηχανές ἐπινόησε ἓνα θωρακισμένο ὄχημα, πού μπορούσε νά κινηθεῖ ἀπό μέσα, ἓναν τύπο πυροβόλου στό ὁποῖο ἡ κλίση τῆς βολῆς ἐπιτυγχάνεται μέ κοχλιωτὴ ρύθμιση, τό ὄργανο μέ 33 κάνες, ἓνα πυροβόλο περιοδικῶν ἐκρήξεων, ἓνα βλήμα γεμισμένο μέ μπαρούτι καί θειάφι καί σιδερένιες μπίλιες· ὁ **πό φονικός μηχανισμός πού ὑπάρχει**, ὅπως ἔγραφε. Σ' αὐτό θά πρέπει νά προστεθοῦν καταπέλ-

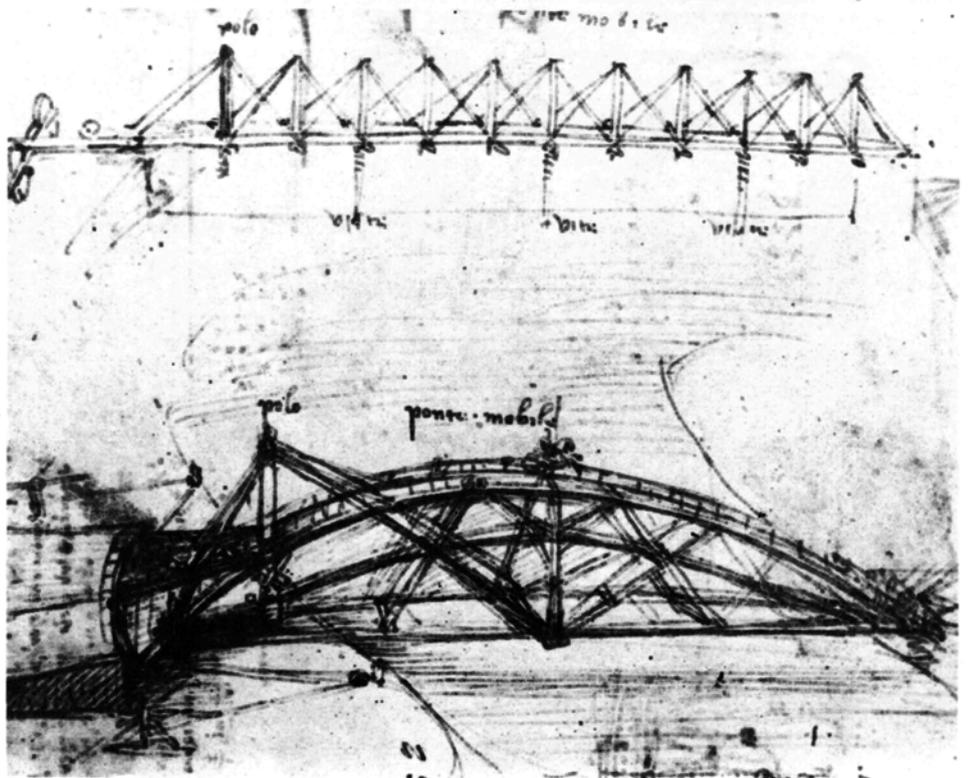
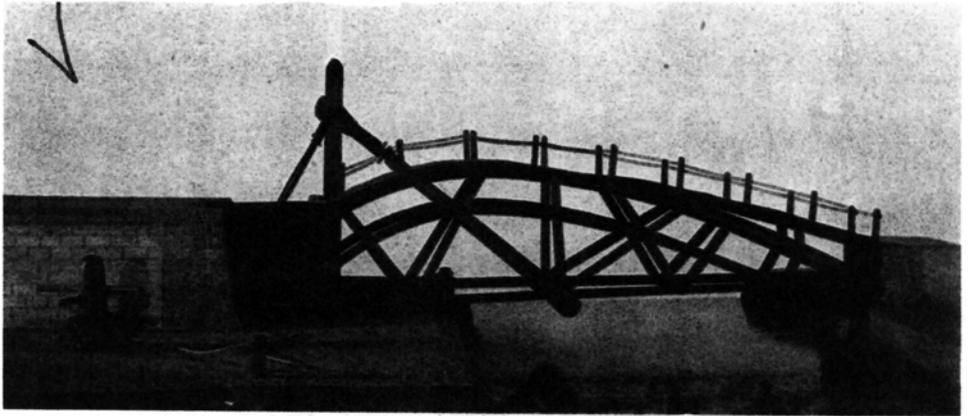
τες, μηχανές πολιορκητικές και έκπορθητικές τειχών **θαυμαστής αποτελεσματικότητας και έντελώς πρωτοφανείς**, όπως ο ίδιος έλεγε (σχ. 4.3β). "Άλλες έπινοήσεις



**Σχ. 4.3β.**

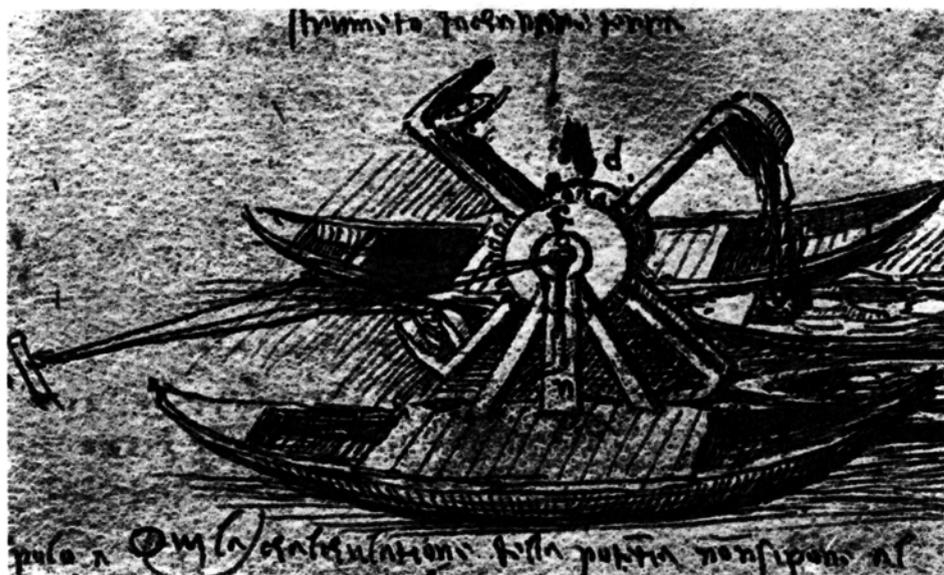
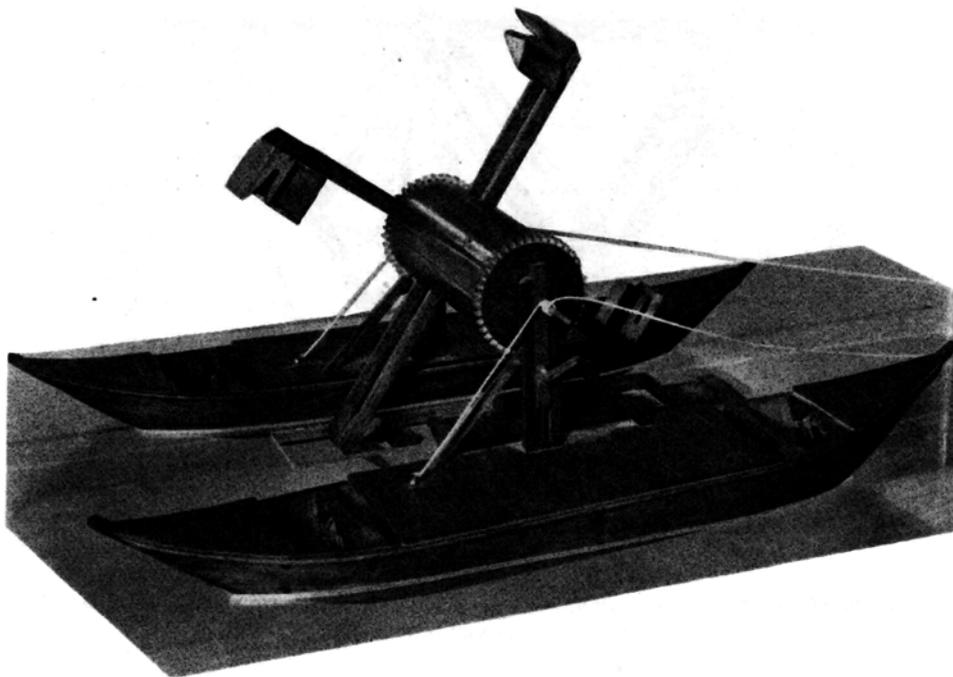
Πολεμικές μηχανές του Λεονάρντο ντά Βίντσι.

του υπήρξαν τά σχέδια για την κατασκευή μιάς πόλεως σέ δύο επίπεδα, υδραυλική πρέσσα, μηχανικό μουσικό όργανο, κλωστική μηχανή, περιστρεφόμενη γέφυρα (σχ. 4.3γ), βυθοκόροι για λίμνες (σχ. 4.3δ), γερανοί (σχ. 4.3ε), κοχλιοκοπτικές μηχανές καί γεωτρήπανο (σχ. 4.3στ), άντλία για έκκένωση νερών πού εισχωροϋν στό κύτος ενός σκάφους, τόννος, άνεμόμετρα κ.ά.



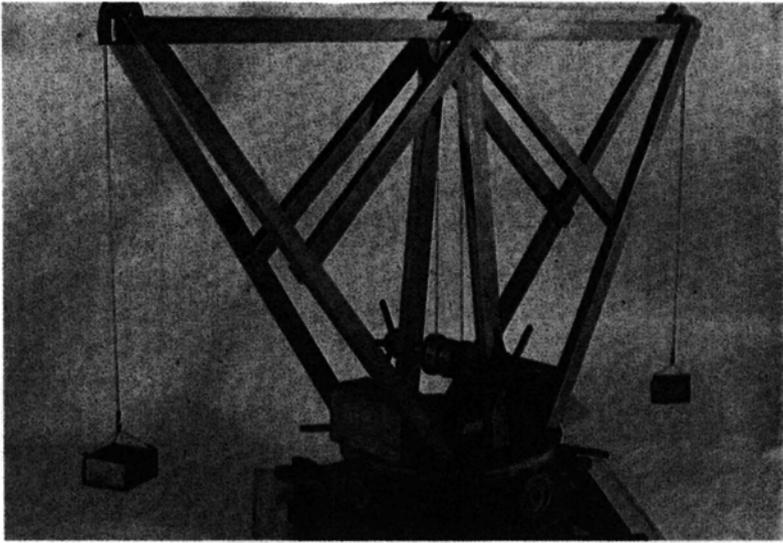
Σχ. 4.3γ.

Περιστρεφόμενη γέφυρα με άντοχή για μεγάλο βάρος, ή όποια μπορεί καί έξασφαλίζει την άνετη κίνηση τών πλοίων.



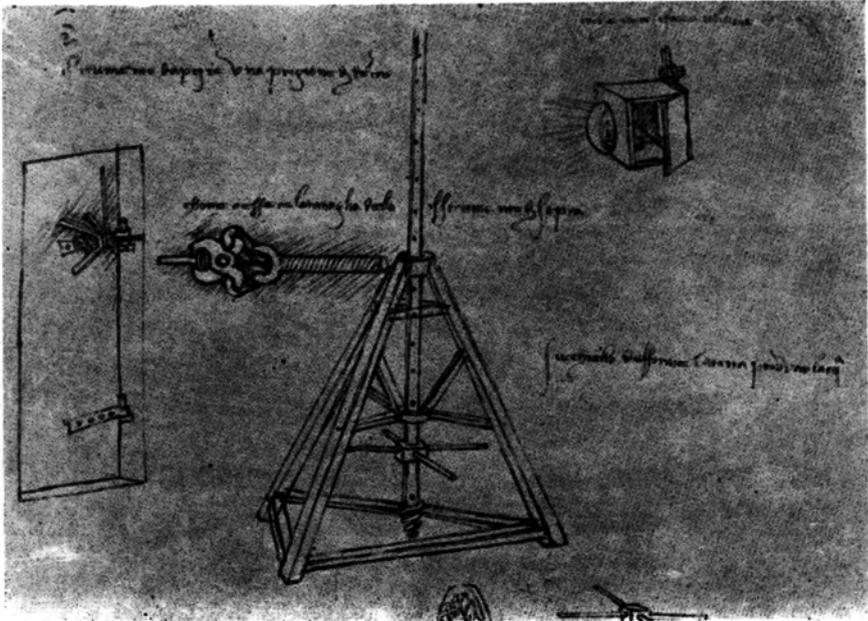
Σχ. 4.35.

Βυθοκόρος για λίμνες και για ποταμούς: Οι περιστροφικοί έκκαπτήρες άδειάζουν την ιλύ και τις πέτρες στα ειδικά ξύλινα δοχεία.



Σχ. 4.3ε.

Διπλός γερανός για τήν απομάκρυνση τών έκσκαπτομένων ύλων κατά τήν εκτέλεση έκβαθύνσεων, άρδευτικών έργων κλπ.



Σχ. 4.3στ.

Γεωτρύπανο.

Τό γεγονός ότι οί περισσότερες από τίς παραπάνω έφευρέσεις έμειναν στό στάδιο τών σχεδίων δέν μειώνει τή σημασία τους. Χαρακτηριστικά λέχθηκε γιά τό Λεονάρντο ντά Βίντσι: **"Αν ό άνθρωπος αυτός μπορούσε νά γνωρίζει κάτι γιά τόν άτμό, τή βενζίνα, ή τόν ήλεκτρισμό, ή άνθρωπότητα θά κυκλοφορούσε μέ τραίνο και αυτοκίνητο τέσσερις αιώνες νωρίτερα.**

#### Έρωτήσεις.

1. Ποιές είναι οί σπουδαιότερες έπινοήσεις στην περίοδο πού ακολουθεί τήν πώση τής Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας μέχρι τό Λεονάρντο ντά Βίντσι;
2. Ποιά ή σημασία του μηχανικού ρολογιού;
3. Ποιά ή σημασία τής τυπογραφίας;
4. Ποιές έπινοήσεις του Λεονάρντο ντά Βίντσι σχετίζονται μέ τόν άέρα και ποιές μέ τό νερό;

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

### ΑΠΟ ΤΟΝ ΝΤΑ ΒΙΝΤΣΙ ΣΤΟΝ ΑΤΜΟ (1500-1750)

#### 5.1 Γενικά.

Ἡ ἐπιστήμη τοῦ μηχανικοῦ ἄρχισε νά ἀνατέλλει δειλά-δειλά τό 16ο καί 17ο αἰώνα. Μέχρι τότε ἡ τεχνική βασιζόταν κυρίως σέ ἐμπειρικούς κανόνες πού περνοῦσαν ἀπό τή μία γενιά στήν ἄλλη.

Ἡ ἐπιστημονική βάση πάλιν ὅποια ἡ ἐπιστήμη τοῦ μηχανικοῦ θεμελιώθηκε, ὀφείλεται σέ ἐπιστήμονες ὅπως ὁ Γαλιλαῖος, ὁ Νεύτων, ὁ Νέπερ, ὁ Μπόϋλ καί ὁ Χούκ. Εἶναι ἡ περίοδος πού θεμελιώθηκαν οἱ νόμοι τοῦ ἐκκρεμοῦς, τῆς πτώσεως τῶν σωμάτων, τῆς κινήσεως, ὁ λογαριθμικός λογισμός, οἱ νόμοι τῶν ἀερίων, ὁ νόμος τῆς ἐλαστικότητας.

Εἶναι ἐπίσης ἡ ἐποχή τῶν ἀντλιῶν. Ἡ ἀντλία τοῦ νεροῦ καί οἱ τρόποι ἐπιτελεύξεώς της ἀπασχολοῦν τόσο τούς ἐργαστηριακοὺς ἐπιστήμονες ὅσο καί τούς πρακτικούς μηχανισμούς. Στά βιβλία τῶν Agricola (1556) καί Ramelli (1588) περιγράφονται πάνω ἀπό 100 διαφορετικοί τύποι ἀντλιῶν.

Οἱ προσπάθειες αὐτές ὀδήγησαν τό 1712 στή μηχανή τοῦ Νιουκάμεν ἡ ὅποια δέν ἦταν ἀπλῶς μιά μηχανή ἀτμοῦ, ἀλλά μιά μηχανή ἀνεξάρτητη στή λειτουργία της ἀπό τή μυϊκή δύναμη ἢ τή δύναμη τοῦ ἀέρα καί τοῦ νεροῦ.

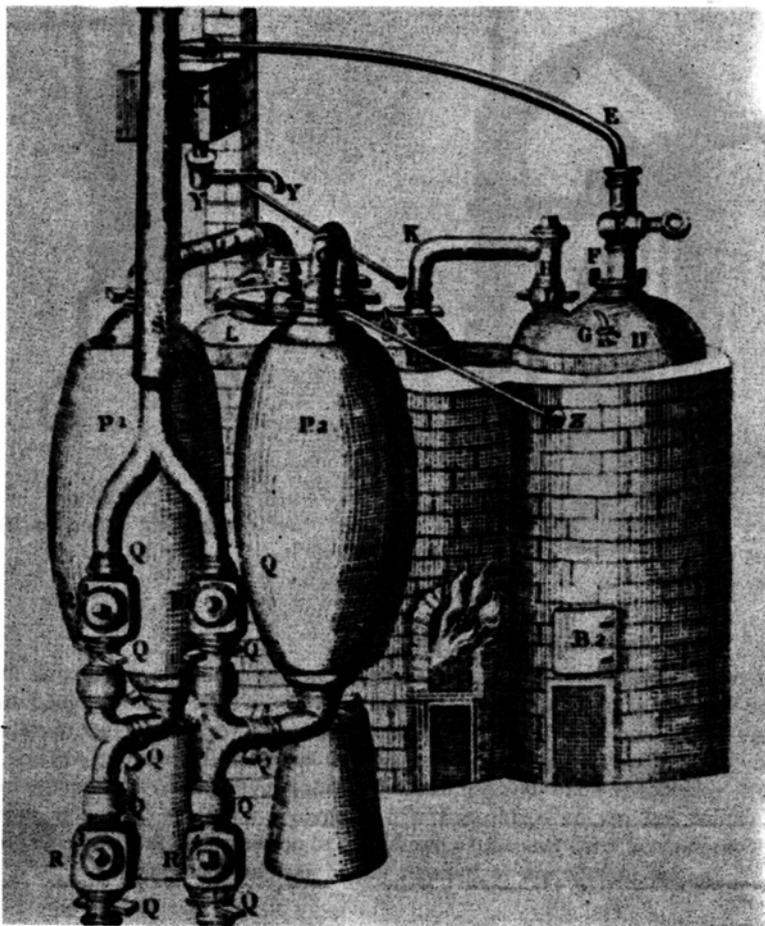
Οἱ περισσότεροι ἀπό τούς ἐξέχοντες ἐπιστήμονες τῆς περιόδου ἐκείνης ἦταν Ἕλλητες. Στήν Ἑλλάδα χρησιμοποιοῦσαν σέ μεγάλη κλίμακα τό γαιάνθρακα γιά βιομηχανικές χρήσεις. Οἱ πρῶτες θερμικές μηχανές τοῦ Σέιβερν, τοῦ Νιουκάμεν καί τοῦ Βάττ χρησιμοποιοῦσαν τή θερμική ἐνέργεια τοῦ γαιάνθρακα. Ἕνας ἄλλος ἐξίσου σημαντικός παράγοντας, πού ὀδήγησε πρῶτη τήν Ἑλλάδα στή βιομηχανική ἐπανάσταση, ἦταν τό ἐξαιρετικό σύστημα συγκοινωνίας στοὺς πλωτοὺς ποταμούς.

Στήν ἴδια περίοδο θά γενικευθεῖ ἡ ἀντικατάσταση τοῦ ξύλου στίς κατασκευές ἀπό τὰ μέταλλα, κυρίως τό χυτοσίδηρο, καί ἀπό τό γαιάνθρακα στή χρησιμοποίησή του ὡς καυσίμου.

#### 5.2 Οἱ κυριότερες ἐπινοήσεις τῆς περιόδου.

Στίς κυριότερες ἐπινοήσεις τῆς περιόδου πού ἐξετάζομε εἶναι τό ὑδραυλικό πιεστήριο καί ἡ ὑπολογιστική μηχανή τοῦ Πασκάλ, ἡ χρησιμοποίηση τοῦ ἐκκρεμοῦς στά μηχανικά ρολόγια, ἡ ζυγαριά μέ ἐλατήριο (κανταράκι), ὁ ἐπικυκλοειδῆς τροχός, ἡ φυγόκεντρος ἀντλία καί τό 1698 ὁ **φίλος τοῦ μεταλλωρύχου** τοῦ Σέιβερν καί ἡ ἀτμοσφαιρική μηχανή τοῦ Νιουκάμεν.

Ο Σείβερν ταξινόμησε τις ανακαλύψεις του Τορρικέλι και του Γαλιλαίου και κυρίως την αρχή σύμφωνα με την οποία αν σε ένα κλειστό δοχείο, που περιέχει ατμό, ο ατμός υγροποιηθεί, τότε δημιουργείται κενό. Με βάση την αρχή αυτή κατασκεύασε μία συσκευή που την αποτελούσε ένα δοχείο, που δεχόταν ατμό από ένα καζάνι. Με το άνοιγμα μιάς βαλβίδας, το δοχείο περιβρεχόταν με νερό, για να κρωώσει ο ατμός που είχε διοχετευθεί στο δοχείο. Ο ατμός με την υγροποίησή του δημιουργούσε κενό αέρα στο δοχείο. Τότε ο χειριστής άνοιγε μιά βαλβίδα και το νερό έμπαινε με τη βοήθεια ενός σωλήνα στο τεπόζιτο. Η συσκευή αυτή χρησιμοποιήθηκε στα όρυχια για να τά προστατεύσει από τις πλημμύρες και γιαυτό ονομάστηκε *φίλος του μεταλλωρύχου* (σχ. 5.2α). Η συσκευή του Σείβερν είναι η πρώτη άντλία που κινήθηκε με ατμό, αλλά ήταν πολύ επικίνδυνη γιατί η λειτουργία λέβητα υπό πίεση δημιουργούσε κίνδυνο έκρηξης και πολλά ατυχήματα συνέβησαν από την αιτία αυτή.



Σχ. 5.2α.

Ο φίλος του άνθρακωρύχου. Η μηχανή αυτή, που την έφευρε ο Τόμας Σείβερν το 1698, χρησιμοποιούσε το κενό αέρα που δημιουργούσε ή συμπύκνωση του ατμού για την αναρρόφηση των νερών που πλημμύριζαν τις γαλαρίες των όρυχείων. Ένα από τα μειονεκτήματά της ήταν και το ότι δεν μπορούσε να τραβήξει τα νερά των φρεατίων σε ύψος πάνω από 10 μέτρα.

Ἀντίθετα πρὸς τὴ μηχανὴ τοῦ Σείβερν, στὴν ὁποία ὁ ἀτμολέβητας βρισκόταν μέσα στοῦ ὄρυχειο, ἡ μηχανὴ πού ἐπινόησε ὁ Νιουκάμεν τὸ 1712 ἦταν πιὸ ἀσφαλῆς. Ἔνα ἔμβολο, πού παλινδρομοῦσε μέσα σὲ ἕναν κύλινδρο μὲ τὴ βοήθεια ἀτμοῦ πού ψυχόταν, κινοῦσε μιά ὀριζόντια δοκὸ ὅπως τὸ μοχλὸ μιᾶς ζυγαριᾶς. Στὴν ἄλλη ἄκρη τοῦ μοχλοῦ εἶχε συνδεθεῖ μὲ τὴ βοήθεια ράβδου τὸ ἔμβολο μιᾶς ἀντλίας, τὸ ὁποῖο κουνιόταν παλινδρομικὰ καὶ δημιουργοῦσε κενό· μὲ τὴ βοήθεια τοῦ κενοῦ αὐτοῦ κατορθωνόταν ἡ ἀντλήση τοῦ νεροῦ.

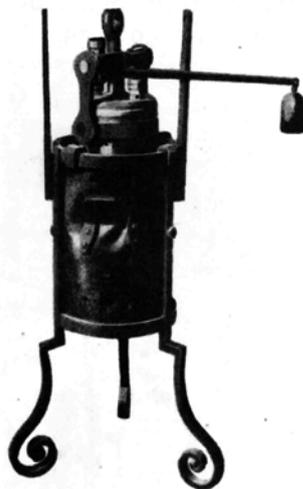
Ἡ μηχανὴ τοῦ Νιουκάμεν εἶναι ἡ πρώτη μηχανή, πού χρησιμοποίησε τὴν ἐνέργεια τοῦ ἀτμοῦ γιὰ τὴν κίνηση ἐμβόλου μέσα σὲ κύλινδρο καὶ ὑπῆρξε ὁ πρόδρομος ὄλων τῶν ἐμβολοφόρων θερμικῶν μηχανῶν (σχ. 5.2β).



Σχ. 5.2β.

Ἡ μηχανὴ τοῦ Νιουκάμεν (18ος αἰώνας). Χρησιμοποιοῦσε ἀτμὸ γιὰ νὰ θέσει σὲ κίνηση τὸ ἔμβολο. Μὲ τὴ σειρά του τὸ ἔμβολο μετέδιδε τὴν κίνηση σ' ἕναν τεράστιο ὀριζόντιο ξύλινο μοχλὸ, στὴν ἄλλη ἄκρη τοῦ ὁποῖου ἦταν προσαρμοσμένο τὸ ἔμβολο μιᾶς ἀντλίας. Ἔτσι κατορθωναν νὰ ἀντλοῦν τὸ νερό πού πλημμύριζε τὰ κασιτερωρυχεῖα τῆς Ἀγγλίας. Ἀλλὰ ἡ μηχανὴ αὐτὴ χρειαζόταν πολὺ μεγάλες ποσότητες κάρβουνου γιὰ νὰ παράγει σχετικὰ μικρὴ ἐνέργεια, γι'αυτό καὶ τὴν ἀντικατέστησε ἡ ἀτμομηχανὴ τοῦ Βάττ, πού εἶχε μεγαλύτερη ἀπόδοση. Ὅπωςδὴποτε, στὸν Νιουκάμεν ὀφείλουμε τὸ πρῶτο σύστημα αὐτόματης ρυθμίσεως — μιά μέθοδο γιὰ τὸ ἀνοίγμα καὶ τὸ κλείσιμο τῶν βαλβίδων.

Παρά τὸ γεγονός ὅτι ἡ τιμὴ τῆς κατασκευῆς τῆς πρώτης θερμικῆς ἐμβολοφόρου μηχανῆς ἀνήκει στὸν Νιουκάμεν, πειράματα γιὰ τὴν χρησιμοποίησή τοῦ ἀτμοῦ σὲ κύλινδρο-ἔμβολο πραγματοποιήσε τὸ 1690 ὁ Γάλλος φυσικὸς Παπέν, πού εἶναι καὶ ὁ ἐφευρέτης τῆς πρώτης βαλβίδας ἀσφάλειας, πού ἐμπόδιζε τὴν ἔκρηξη σὲ ἕνα



Σχ. 5.2γ.

Ἡ αὐθεντικὴ χῦτρα τοῦ Papin.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

### Η ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΗ (1750-1850)

#### 6.1 Γενικά.

Κατά τη διάρκεια της βιομηχανικής επανάστασης έχουμε μία περίοδο γόνιμη σέ έφευρέσεις, κυρίως γιά πρακτικούς σκοπούς. Στόν τομέα της μηχανολογίας, ή άτμομηχανή και ή χρησιμοποίησή της γιά κάθε περίπτωση βιομηχανικής έφαρμογής θά έπεκταθει στό σιδηρόδρομο και στά πλοία.

Στόν έπιστημονικό τομέα μία νέα έπιστήμη, ή **θερμοδυναμική**, έμφανίζεται.

Στίς πρακτικές έφαρμογές ή Άγγλία, χάρη στήν άτμομηχανή, θά άποδείξει τήν ήγετική της θέση στή μεγάλη έκθεση τοῦ 1851 μέ άτμομηχανές, έργαλειομηχανές, άντλίες, ύφαντικές και κλωστικές μηχανές και άλλα σημαντικά βιομηχανικά προϊόντα. Είναι ή περίοδος τοῦ θριάμβου τών τεχνικῶν τής Άγγλίας, οί όποιοι όμως δέν μπορούν άκόμα νά δώσουν έπιστημονική έρμηνεία στά έπιτεύγματά τους.

Στήν περίοδο πού έξετάζομε θά ίδρυθούν οί πρώτες πολυτεχνικές σχολές στό Παρίσι (1795), στό Βερολίνο, Καρλσρούη, Μόναχο, Δρέσδη, Στουτγκάρδη (1830), στή Γλασκώβη (1840) και θά τεθούν οί πρώτες στέρεες βάσεις τής έπιστήμης τοῦ Μηχανικού.

Τά πλεονεκτήματα τής άτμομηχανής έδωσαν τεράστια ώθηση σέ όλους τούς κλάδους τής βιομηχανικής δραστηριότητας. Άπό τά όρυχεία, πού μέ τίς διάφορες άντλίες είχαν άπαλλαγεί άπό τά νερά, έξορύσσεται περισσότερο κάρβουνο, ή άτμάμαξα άρχισε νά έπιτρέπει τίς μεταφορές μακριά άπό τά ποτάμια · νέες πόλεις θά δημιουργηθούν στους καινούργιους συγκοινωνιακούς κόμβους και νέες βιομηχανίες θά ίδρυθούν· ή παραγωγή χυτοσίδηρου αύξήθηκε και οί έργαλειομηχανές έγιναν μεγαλύτερες, καλύτερες και πολυπλοκότερες, γιά νά μπορούν νά καλύπτουν τίς άνάγκες πού είχαν δημιουργηθεί.

Γιά νά γίνει άντιληπτή ή αύξηση τής βιομηχανικής παραγωγής, άρκει νά λάβει κανείς ύπόψη του ότι ή άξία τών άγγλικῶν έξαγωγῶν ύφαντουργικῶν μονάχα προϊόντων, αύξήθηκε κατά 1000 φορές μέσα στά 100 χρόνια και ή παραγωγή σιδερένιων προϊόντων δεκαπλασιάσθηκε.

Στό 1777 θά κατασκευασθεί ή πρώτη σιδερένια γέφυρα πού τό βάρος της έφθανε τούς 385 τόννους, ενώ σιδηρόφυλλα και σιδερένιοι σωλήνες θά χρησιμοποιηθούν σέ μεγάλη έκταση· άρχισε και ή κατασκευή σιδερένιων πλοίων.

Ή άναλυτική χημεία θά πραγματοποιήσει μεγάλες προόδους και θά άπομονώσει μέταλλα, τά όποια άργότερα θά χρησιμοποιηθούν γιά τήν κατασκευή ειδικῶν χαλύβων, χωρίς τούς όποίους ή σημερινή πρόδος θά ήταν άδύνατη. "Ετσι

απομονώθηκαν τό Νικέλιο (1751), τό Μαγγάνιο (1774), τό Μολυβδαίνιο (1781), τό Τιτάνιο (1794), τό Χρώμιο (1797) καί τό Βανάδιο (1830).

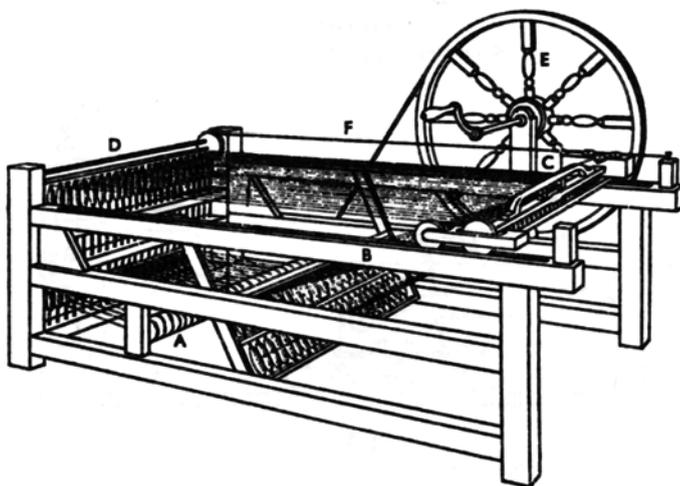
Πρόδος επίσης σημειώθηκε στη μελέτη της άντοχής των υλικών, πού άρχισε μέ τή δημοσίευση της *Άναλυτικής Μηχανικής* του "Ούλερ καί συνεχίσθηκε μέ τίς έργασίες του Ναβιέ, του Πουασσόν καί του Κλαπεΐρόν.

Τέλος ή άτμάμαξα, οί κλωστικές μηχανές του Άκράιτ καί του Κρόμπτον καί τό άτμόπλοιο του Φούλτον θά αλλάξουν τελείως τίς συνθήκες ζωής. Τό παρελθόν θά καταργηθεί καί ένα καινούργιο μέλλον θά άνατείλλει καθώς οί άποστάσεις θά μικραίνουν χάρη στα άτμοκίνητα μέσα μεταφοράς. Τά πενήντα χρόνια πού θά ακολουθήσουν, δικαίως μπορούν νά όνομαστούν περίοδος του *άτμου καί του σιδηρόδρομου*.

## 6.2 Οί κυριότερες έπινοήσεις.

### α) Στην ύφαντουργία.

Γύρω στό 1767 ένας Ξυλουργός, ό Τζέιμς Χάργκρειβς, τελειοποίησε τήν πρώτη κλωστική μηχανή· πρίν άπό 34 χρόνια ό Τζών Γουάιτ είχε χρησιμοποιήσει μηχανικούς συμπιεστές γιά τήν κατασκευή νημάτων. Η μηχανή, τήν όποία όνόμασε «Τζέννου» πρós τιμή της κόρης του (σχ. 6.2α) ήταν μιά Ξύλινη συσκευή πολύ άπλή,

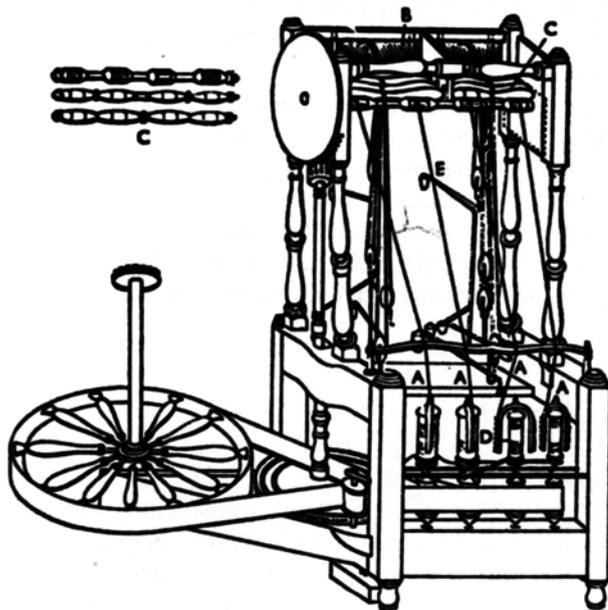


Σχ. 6.2α.

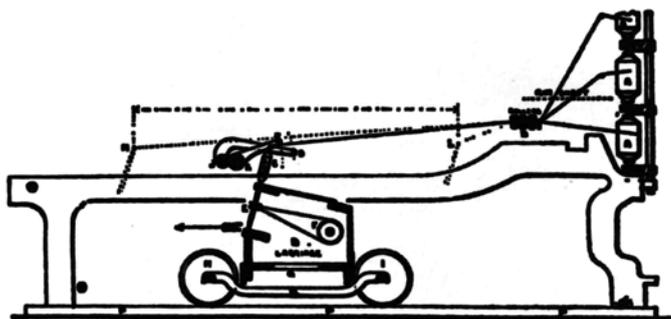
Κλωστική μηχανή του Χαργκρέιβς.

άλλά δέν πρόλαβε νά επικρατήσει· δύο χρόνια άργότερα ό κουρέας Άκράιτ κατασκεύασε μιά τελειότερη κλωστική μηχανή πού λειτουργούσε μέ ύδροτροχό (σχ. 6.2β)· ή μηχανή αυτή κυριάρχησε καί πλούτισε τόν έφευρέτη της.

Τό 1789 περίπου κάνει τήν εμφάνισή του τό μούλारी όπως άποκλήθηκε, του Σάμουελ Κρόμπτον, ένα νέο είδος κλωστικής μηχανής (σχ. 6.2γ)· ή μηχανή αυτή άπετέλεσε τόν πρόδρομο των σημερινών μηχανών, πού δέν είναι παρά τελειότερη εξέλιξή της.



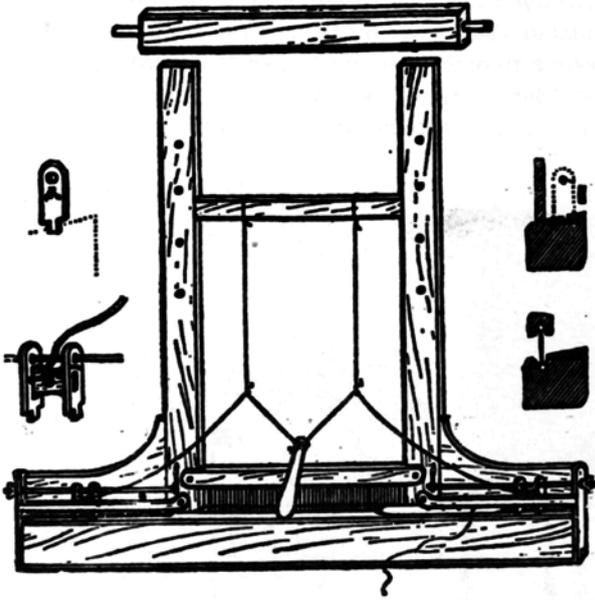
Σχ. 6.2β.  
Κλωστική μηχανή του 'Ακράιτ.



Σχ. 6.2γ.  
Κλωστική μηχανή του Κρόμπτον.

Ἀπὸ τὸ συνδυασμὸ τῶν κλωστικῶν μηχανῶν καὶ τῆς ἵπτάμενης σαΐτας (σχ. 6.2δ) στὶς ὑφαντικὲς μηχανές πού τὸ 1733 ἐπινόησε ὁ μηχανικός Τζῶν Κέεζ, δημιουργήθηκε ἡ προϋπόθεση γιὰ τὴν ἀνάπτυξη τῆς ὑφαντουργίας, ἡ ὁποία ἔδινε τεράστια κέρδη στοὺς βιομήχανους· ἡ ἐκμηχάνιση ὁμῶς μιᾶς ἐργασίας πού στοὺς προηγούμενους αἰῶνες τὴν ἔκαναν ἀποκλειστικὰ τὰ ἀνθρώπινα χέρια, ἔγινε ἀφορμὴ νὰ ξεσπάσει καὶ ὁ πρῶτος πόλεμος γιὰ τίς μηχανές, πού ἐκτόπιζαν τοὺς ἀνθρώπους.

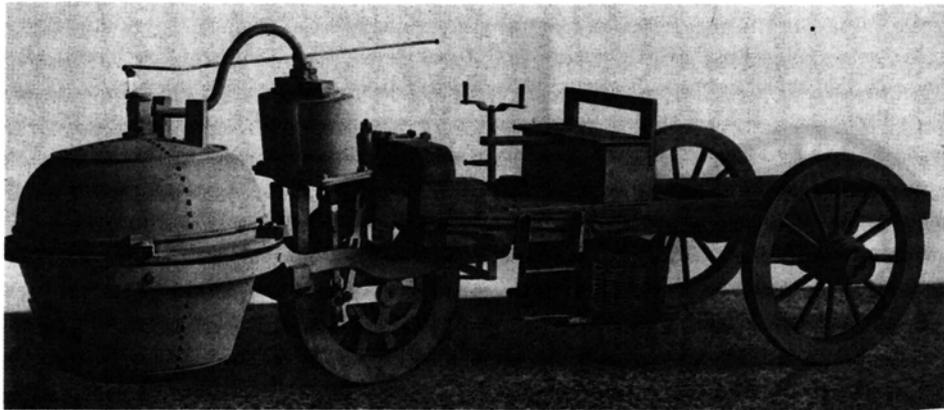
Ὅταν τὸ 1805 ὁ Ζοζέφ Ζακάρ κατασκεύασε τὴν καταπληκτικὴ ὑφαντικὴ μηχανή, πού ὑφαίνει πολὺπλοκά σχέδια μὲ τὴ βοήθεια διάτρητων καρτῶν, ἐκτός ἀπὸ τὸ μήνυμα πού ἔδωσε γιὰ τὸν αὐτοματισμὸ, πού 150 χρόνια ἀργότερα θὰ ἀκολουθοῦσε, ὀλοκληρώθηκε ἡ μηχανοποίηση στὴν ὑφαντουργία.



Σχ. 6.25.  
'Ιπτάμενη σφαίρα.

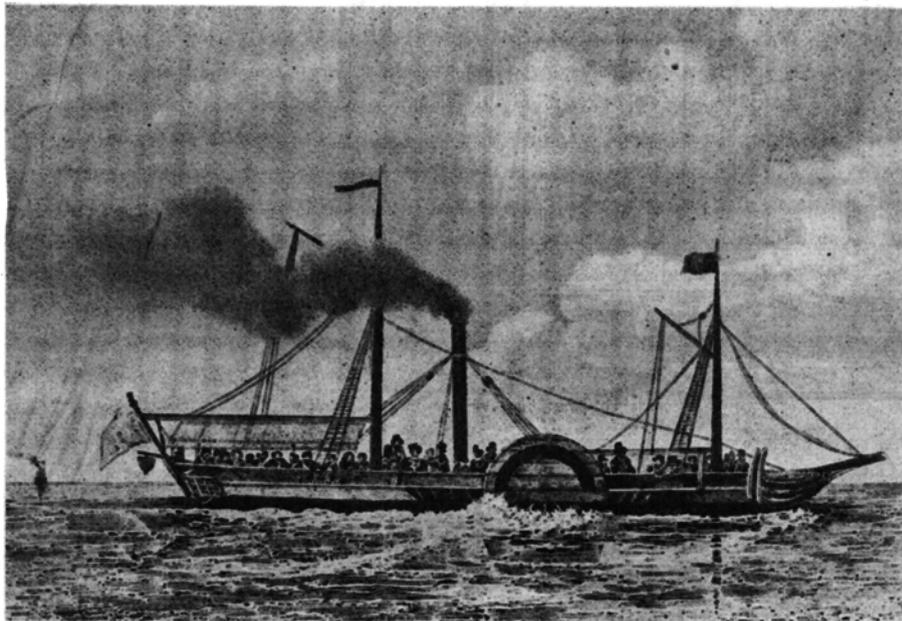
**β) Στις μεταφορές.**

Ένα από τα σπουδαιότερα εκθέματα στην 'Ανώτατη Σχολή Τεχνών και 'Επιστημών του Παρισιού είναι το πρωτότυπο της «φορηγάμαξας» του γάλλου μηχανικού Νικολάου Κυνιό. Οι δοκιμές της φορηγάμαξας έγιναν τό 1769. Πρόκειται για ένα τρίκυκλο όχημα, που κινιόταν με άτμό· στο όχημα αυτό έφαρμόσθηκε για πρώτη φορά μία νέα πρακτική χρήση της άτμομηχανής. Οι δοκιμές πραγματοποιήθηκαν παρουσία του ύπουργού στρατιωτικών της Γαλλίας, και τό όχημα κινήθηκε με ταχύτητα 3,5 χιλιομέτρων την ώρα και επί 15 λεπτά, γιατί ό άτμός του λέβητα εξαντλήθηκε και έπρεπε νά περιμένει άλλο τόσο χρόνο, για νά δυναμώσει πάλι ό άτμός (σχ. 6.2ε). Τό 1807 τό πρώτο πραγματικό άτμόπλοιο τό «Κλερμόν» του



Σχ. 6.2ε.  
'Η φορηγάμαξα του Νικολά-Ζοσέφ Κυνιό.

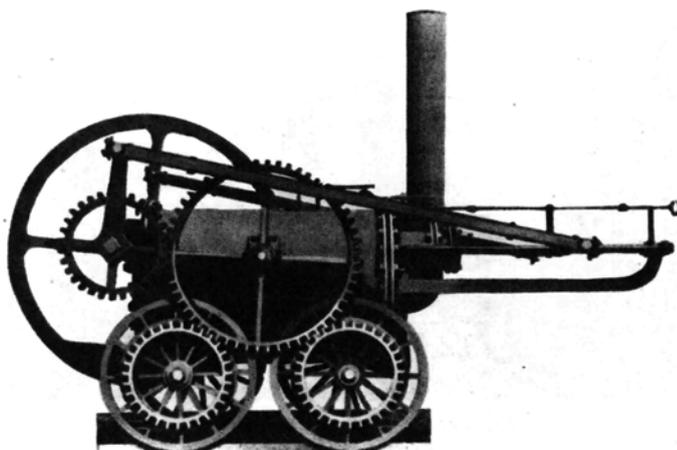
Φούλτον χρησιμοποιήθηκε για τή συγκοινωνία μεταξύ Νέας 'Υόρκης-Ωλμπανυ, ενώ στά 1819 τό άμερικάνικο άτμόπλοιο «Σαβάννα» διέπλευσε τόν 'Ατλαντικό καί τό 1838 τό «Γκράιητ Γουέστερν» έκανε τή διαδρομή Νέα 'Υόρκη-Μπρίστολ σέ δώδεκα ήμέρες καί δέκα ώρες. Τέλος τό 1845 ναυπηγήθηκε τό πρώτο σιδερένιο καράβι, ή «Μεγάλη Βρετανία», πού μπορούσε νά μεταφέρει χίλιους τόννους έμπορεύματος καί 260 έπιβάτες (σχ. 6.2στ).



Σχ. 6.2στ.

Πλοίο τών 'Ηνωμένων Πολιτειών τής 'Αμερικής μέ πλευρικό τροχό.

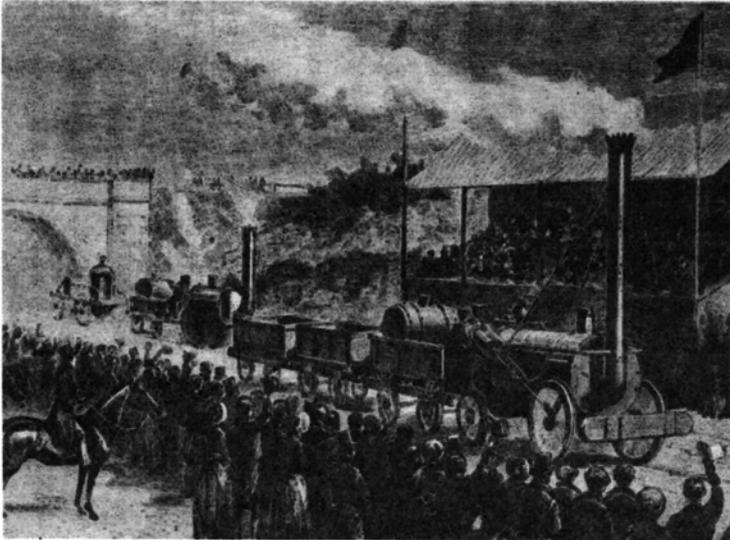
Τό 1804 μιά μονοκύλινδρη άτμάμαξα πού κατασκεύασε ό Ριχάρδος Τρέβιθικ (σχ. 6.2ζ) μετέφερε σέ απόσταση 14 χιλιομέτρων 9 τόννους σιδηρομετάλλευμα καί 70 έπιβάτες. Ταχύτητα ή ίδια μέ τή φορτηγάμαξα του Κυνιό.



Σχ. 6.2ζ.

'Η άτμάμαξα του Τρέβιθικ.

Τό 1829 ή άτμομηχανή «Ρόκετ» τοῦ Στέφενσον κέρδισε στό διαγωνισμό πού ἔγινε γιά τήν καλύτερη άτμάμαξα μέ τήν άπίθανη γιά τήν ἔποχή μέγιστη ταχύτητα τῶν 47 χλμ/ώρα (σχ. 6.2η).



Σχ. 6.2η.

Ἡ άτμομηχανή «Ρόκετ» τοῦ Στέφενσον.

Ἡ ἐπιθυμία τοῦ ἀνθρώπου νά ἀνέβει στόν ἀέρα, πού ἀπό τήν ἀπώτατη ἀρχαιότητα δημιούργησε τό μύθο τοῦ Ἴκαρου, καί μέ τήν ὁποία ἀσχολήθηκε σοβαρά καί ὁ Λεονάρντο ντά Βίντσι, θά βρεῖ τήν πρώτη της πρακτική ἔφαρμογή στό ἀερόστατο τῶν ἀδελφῶν Μογκολφιέρων (1783). Ἡ ἔποχή τοῦ ἀερόστατου κράτησε μιά περίοδο μεγαλύτερη ἀπό 120 χρόνια (σχ. 6.2θ).

Ἡ ἐπιστημονική μελέτη γιά τήν ἐπίτευξη πτήσεως μηχανῶν, πού ἦταν βαρύτερες ἀπό τόν ἀέρα, ἄρχισε οὐσιαστικά τήν περίοδο αὐτή μέ τά πειράματα καί τή μαθηματική καί ἐπιστημονική ἀνάλυση τοῦ Καίουλυ, ὁ ὁποῖος θεωρεῖται ὁ ἰδρυτής τῆς ἀεροναυτικής ἐπιστήμης.

### γ) Στή μηχανολογία.

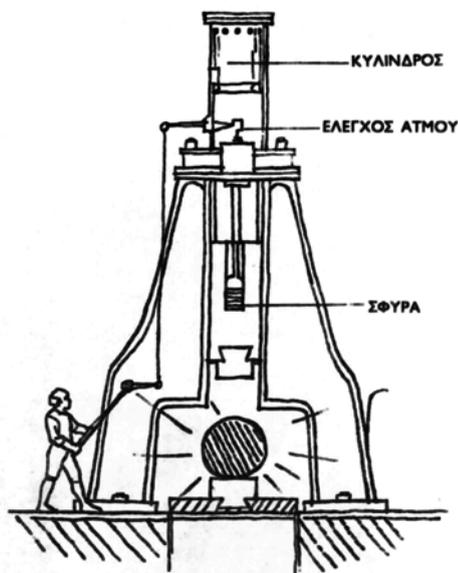
Ἡ ἀνάγκη κατεργασίας ὄλο καί περισσότερων μηχανουργικῶν προϊόντων ὁδήγησε στή βελτίωση τῶν ἐργαλειομηχανῶν. Ἔτσι ὁ τόννος, ἡ πλάνη, τά δρόπανα, ἡ φραιζα, θά ἀποκτήσουν κατά τήν περίοδο αὐτή σχεδόν τή σημερινή τους μορφή. Βέβαια ἡ ἀκρίβεια τῆς κατεργασίας, δηλαδή ἡ ἀπόκλιση ἀπό τήν ἐπιθυμητή διάσταση, ἦταν πάρα πολύ μικρή.

Στό μεταξύ, στό 1796 ὁ Μπράμαχ κατασκεύασε τήν πρώτη **ὕδραυλική πρέσσα** ὁ Νασμίθ (1839) ἐπινόησε τήν **ἀτμόσφυρα**, μέ τήν ὁποία ἔγινε δυνατή ἡ κατεργασία τῶν μετάλλων, πού χρησιμοποιήθηκαν ὄχι μόνο στίς κατασκευές ἐξαρτημάτων μηχανῶν ἀλλά καί στίς ἄλλες σιδερένιες κατασκευές (σχ. 6.2ι).



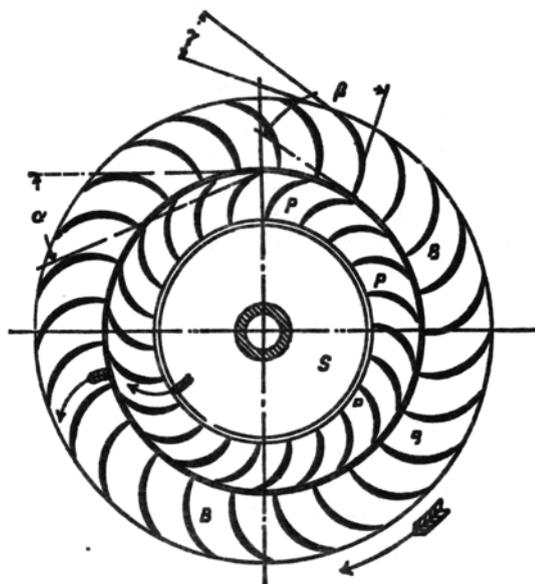
Σχ. 6.2θ.

Ἄερόστατο τῶν ἀδελφῶν Μολγκοφιέρων.



Σχ. 6.2ι.

Ἡ ἀτμόσφαιρα τοῦ Τζέιμς Νάσμιθ.



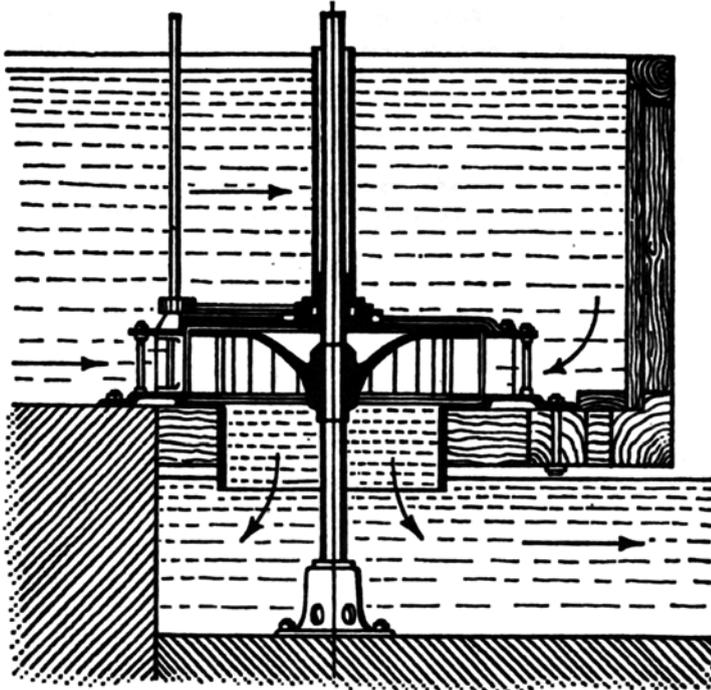
Σχ. 6.2ια.

Ἵδροστρόβιλος τοῦ Φουρνεύρον.

Ἐνῶς ἡ ἀτμομηχανή στήν Ἀγγλία εἶχε βελτιωθεῖ τόσο, ὥστε ἡ ἀπόδοσή της ἀπό τόν Νιουκάμεν ὡς τόν Τρέβιθικ νά γίνει 35 φορές μεγαλύτερη, οἱ ἐπιστήμονες στήν ἠπειρωτική Εὐρώπη ἀναζητοῦσαν καλύτερες καί πιό εὐχρηστες πηγές ἐνέργειας.

Ἔτσι δύο ὑδροστρόβιλοι ὑψηλῆς ἀποδόσεως θά κάνουν τήν ἐμφάνισή τους. Ὁ ὑδροστρόβιλος τοῦ Φουνεῦρόν (1827) (σχ. 6.2ια) καί ὁ ἄξονικός ὑδροστρόβιλος τοῦ Φράνσις (1849) (σχ. 6.2ιβ).

Ἐξάλλου οἱ ἐργασίες τοῦ περίφημου Καρνῶ, δημιούργησαν τίς προϋποθέσεις γιά τήν ἀερομηχανή τοῦ Λενουάρ (1860), τήν ὁποία βελτίωσε μερικά χρόνια ἀργότερα (1867) ὁ Ὄττο.



Σχ. 6.2ιβ.

Ἄξονικός ὑδροστρόβιλος Φράνσις.

#### δ) Ἄλλες ἐπινοήσεις.

Ὁ Ὄλι Οὐίτνεϋ εἶναι γνωστός ὡς ὁ ἐφευρέτης τῆς ἐκκοκκιστικῆς μηχανῆς (1793)· ὑπῆρξε δμως καί κατασκευαστής ὄπλων. Μπορεῖ νά θεωρηθεῖ ὡς ὁ πρῶτος πού ἐφάρμοσε σέ μεγάλη κλίμακα τήν παραγωγή ὁμοίωμορφων τυποποιημένων ἐξαρτημάτων, γιά τήν κατασκευή τῶν ὁποίων στήν ἐποχή μας ἀπασχολεῖται σχεδόν ὀλόκληρη ἡ βιομηχανική παραγωγή. Γιά πρώτη φορά ἡ σκέψη γιά χρησιμοποίηση ἀνταλλακτικῶν, κυρίως στά πυροβόλα ὄπλα, θά ἐμφανισθεῖ στίς ἀρχές τοῦ 19ου αἰῶνα.

Μερικά χρόνια ἀργότερα (1799) ἀπό τήν κατασκευή τῆς ἐκκοκκιστικῆς μηχανῆς, ὁ Ρόμπερτ θά κατασκευάσει τήν πρώτη χαρτοποιητική μηχανή μέ τήν ὁποία θά δοθεῖ μεγάλη ὠθηση στή χαρτοπαραγωγή, ὥστε νά εἶναι δυνατή ἡ κάλυψη τῶν

ἀναγκῶν σέ χαρτί πού ἡ ἐφεύρεση τῆς τυπογραφίας δημιούργησε. Ἡ χαρτοβιομηχανία ἀπό τό 1852 γνώρισε μεγάλη πρόοδο, χάρη στή δυνατότητα παρασκευῆς σελλουλόζης μέ χημικά μέσα.

Μιά ἀπό τίς σημαντικότερες ἐπινοήσεις ὑπῆρξε ἡ κατασκευή ραπτομηχανῆς (Μαντεροπρέργκερ, 1830), τήν ὁποία τελειοποίησε ὁ Σίγγκερ (1851) καί ἡ ὁποία κάποτε ἦταν ἰδιαίτερα δημοφιλῆς, ὥστε κάθε σπίτι νά θέλει νά τήν ἀποκτήσει.

Ἐπίσης, ὅταν στή 1834 ὁ Μάκ Κόρμικ κατασκεύασε τήν πρώτη θεριστική μηχανή δέν φανταζόταν ἀσφαλῶς ὅτι θά ἔφερνε στή γεωργία μιᾶ ἐπανάσταση ὁμοια μέ τήν ἐπανάσταση πού εἶχε προκαλέσει τό ἄροτρο.

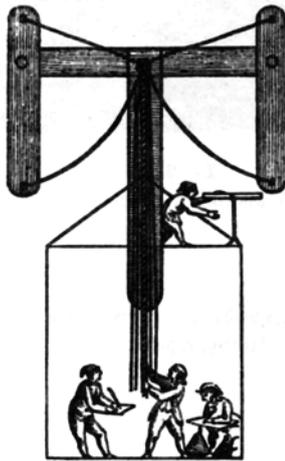
Ἄλλες σημαντικές ἐφευρέσεις εἶναι ἡ Ρωμαϊκή κονία (1776) πού ἤδη ἀναφέραμε, τό τσιμέντο Πόρτλαντ (1844), ἡ φωτογραφία (1839), τό ρεβόλβερ τοῦ Κόλτ (1835), καί τέλος ὁ τηλεγράφος πού θά μᾶς ἀπασχολήσει πιό κάτω.

#### Ἐρωτήσεις.

1. Ποιά εἶναι ἡ ἰδιαίτερη σημασία τῶν μηχανῶν ὑφαντικῆς καί κλωστικῆς καί ποιές οἱ συνέπειες ἀπό τή χρήση τους;
2. Ποιές εἶναι οἱ κυριότερες κλωστικές μηχανές;
3. Ποιά ἦταν ἡ ἐξέλιξη τῶν μέσων μεταφορᾶς στήν περίοδο 1750-1850;

### 6.3 'Ο τηλεγράφος.

'Από τις πιό παλιές εποχές οί λαοί χρησιμοποιούσαν άκουστικά και όπτικά μέσα για νά επικοινωνούν γρήγορα σε μεγάλες άποστάσεις. Οί άρχαιοί "Ελληνες έκτός από τό ότι άναβαν φωτιές στα ύψώματα, χρησιμοποιούσαν και έγχρωμες σημαίες. Οί Ρωμαίοι επίσης χρησιμοποιούσαν φωτιές και άργότερα κουνούσαν πίσω από μία πολεμίστρα άναμμένη δάδα με διαφορετική τροχιά και συχνότητα. Τά ίδια ίσχυαν και για τούς Βυζαντινούς "Ελληνες. Τό 16ο αιώνα χρησιμοποιήθηκαν κυρτά κάτοπτρα. Στίς άρχές του 19ου αιώνα ή πρώτη συσκευή όπτικού τηλεγράφου, πού ήταν σχεδόν όμοια στή μορφή και στή λειτουργία με τά μηχανικά σήματα πού χρησιμοποιούνται στους σταθμούς του σιδηρόδρομου, είχε συνδέσει 29 πόλεις της Γαλλίας, του Βελγίου και της 'Ιταλίας σε μήκος 5000 χιλιομέτρων. 'Επινοητής ό γάλλος μηχανικός Κλώντ Σάπ (σχ. 6.3α).



Σχ. 6.3α.

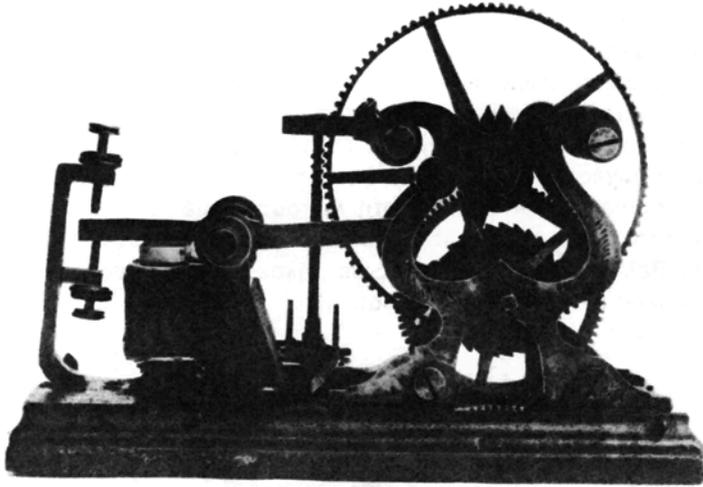
'Οπτικός τηλεγράφος Σάπ.

"Υστερα από πολλές μελέτες και προσπάθειες για τήν ανακάλυψη ήλεκτρικού τηλεγράφου πού ήταν πρακτικά δύσκολο νά εφαρμοσθούν, ένας ζωγράφος, ό Σαμουήλ Μόρς κατασκεύασε τήν πρώτη πλήρη συσκευή για τή μετάδοση και λήψη ήλεκτρικών τηλεγραφικών σημάτων (1837) συνδυάζοντας τά κύρια στοιχεία πού σύγχρονοι του έρευνητές είχαν ανακαλύψει. "Ετσι, ενώ άπογοητευμένος από τήν άδιαφορία της 'Αμερικάνικης κυβερνήσεως νά χρησιμοποιήσει τήν εφεύρεσή του, ό Μόρς ξαναγύριζε στή ζωγραφική του. Τό 1844 χάρη σε μία έπιχορήγηση 30.000 δολ. κατασκευάσθηκε ή πρώτη πειραματική γραμμή μεταξύ Ουάσιγκτον και Βαλτιμόρης· από τήν αίθουσα του Καπιτωλίου στήν Ουάσιγκτον ό Μόρς, χρησιμοποιώντας τόν κώδικα του, μετέδωσε στή Βαλτιμόρη τίς πρώτες λέξεις από τή Βίβλο.

Στά χρόνια πού άκολούθησαν ό τηλεγράφος τελειοποιήθηκε. Συνέδεσε τήν ήπειρωτική Εύρώπη με τήν 'Αγγλία (1851), τήν Εύρώπη με τήν 'Αμερική (1858), ενώ από τό 1848 χρησιμοποιήθηκε στίς στρατιωτικές διαβιβάσεις.

'Η σημασία του τηλεγράφου υπήρξε τεράστια, γιατί έκμηδενίσθηκαν οί άποστάσεις για τή μετάδοση τών ειδήσεων, και μόνον όταν άργότερα θά χρησιμοποιηθεί ό

ασύρματος τηλέγραφος, πού θά αποτελέσει επανάσταση στίς τηλεπικοινωνίες, ό άπλός ένσύρματος τηλέγραφος θά άρχισει νά χάνει έδαφος (σχ. 6.3β).



Σχ. 6.3β.  
Συσκευή τηλέγραφου.

**Έρωτήσεις.**

1. Ποιά είναι ή διαφορά μεταξύ μηχανών έσωτερικής και έξωτερικής καύσεως;
2. Ποιά πρόδος σημειώθηκε στην Τυπογραφία;

---

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ

### Η ΕΠΟΧΗ ΤΟΥ ΑΤΜΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΟΥ, 1850-1900

#### 7.1 Γενικά.

Ἡ περίοδος ἀπὸ τὸ 1850 ὡς τὸ 1900 εἶναι πολὺ γόνιμη ἐποχὴ σέ ἐπινοήσεις. Ὁ ἀτμός ἐξακολουθεῖ νὰ κατέχει τὴν πρώτη θέση ὡς μέσο παραγωγῆς ἐνέργειας, ἐνῶ μιά νέα μορφή, ἡ ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια, θὰ ἐμφανισθεῖ μὲ τὴν ἠλεκτρικὴ γεννήτρια (1866) καὶ θὰ ἀξιοποιηθεῖ εὐρύτατα στὸ κυριότερο μέσο κινήσεως, τὸ σιδηρόδρομο. Οἱ ἵππῆλατοι τροχιόδρομοι (τράμ) θὰ ἀντικατασταθοῦν ἀπὸ ἠλεκτρικούς (1881) καὶ τὸ 1895 ἡ πρώτη ἠλεκτράμαξα τοῦ Σήμενς θὰ χρησιμοποιηθεῖ γιὰ τὴν ἔλξη σιδηροδρομικῶν συρμῶν. Ἡ μέγιστη ταχύτητα τοῦ σιδηρόδρομου, ἀπὸ τὰ 46 χλμ. τὴν ὥρα πού ἦταν πρὶν λίγα χρόνια, θὰ φθάσει στὶς ἀρχές τοῦ αἰῶνα μας (1903) τὰ 213 χλμ. τὴν ὥρα μὲ τὴν ἠλεκτρικὴ αὐτοκινητάμαξα τῶν γερμανικῶν ἐταιριῶν Σήμενς καὶ AEG. Ὁ ἠλεκτρισμός θὰ ἐπιτρέψει καὶ τὴν κατασκευὴ τοῦ πρώτου ὑπόγειου ἠλεκτρικοῦ σιδηροδρόμου (Λονδίνο 1890).

Στὴν ἴδια περίοδο ὁ Πάρσον (1884) καὶ ὁ Ντέ Λαβάλ θὰ κατασκευάσουν τοὺς πρώτους ἀτμοστρόβιλους, ἐνῶ στὴν Ἀμερικὴ ὅλες σχεδὸν οἱ σύγχρονες ἠλεκτρικὲς οἰκιακὲς συσκευές θὰ κάνουν τὴν ἐμφάνισή τους σέ μιά πρωτόγονη βέβαια μορφή.

Ἐκτός ἀπὸ τὸν ἀτμό πού κινοῦσε μηχανές *ἐξωτερικῆς καύσεως*, ὁ Λενουάρ καὶ ὁ Ὄττο, ὅπως ἔχομε ἀναφέρει στὰ προηγούμενα, θὰ κατασκευάσουν ἐμβολοφόρες μηχανές *ἐσωτερικῆς καύσεως* πού ὡς καύσιμο χρησιμοποιοῦν ἀέριο καὶ βενζίνα. Τὸ 1897 ὁ Ντῆζελ μὲ τὴν πετρελαιομηχανή του θὰ ὀλοκληρώσει τὸν κύκλο τῶν μηχανῶν αὐτοῦ τοῦ εἴδους.

Οἱ νέες κατασκευές ἀπαιτοῦν ὄλο καὶ περισσότερο χάλυβα. Ἡ κάμιнос τοῦ Μπέσεμερ (1855) καὶ τῶν Σήμενς-Μάρτιν θὰ ἐπιτρέψουν τὴν ταχεῖα παραγωγή χάλυβα, ἐνῶ ἡ ἐπινοήση τῆς κατασκευῆς σωλῆνων χωρὶς ραφή ἀπὸ τὸν Μάννεσμαν (1885), σέ συνδυασμὸ μὲ τὴν βελτίωση τοῦ ἐλάστρου, θὰ δώσει τὴ δυνατότητα κατασκευῆς λεβήτων γιὰ ψηλὴ πίεση πού θὰ μπορέσουν νὰ κινήσουν βελτιωμένης ἀποδόσεως μηχανές.

Στὶς ἐπικοινωνίες ὁ τηλεγράφος τοῦ Μόρς θὰ συμπληρωθεῖ μὲ τὸ τηλέφωνο τοῦ Μπέλ καὶ θὰ ὀλοκληρωθεῖ μὲ τὸν ἀσύρματο τηλεγράφο τοῦ Μαρκόνι ἀπὸ τὸ συνδυασμὸ τῶν ὁποίων θὰ κατασκευασθεῖ στὰ χρόνια πού θὰ ἀκολουθήσουν τὸ ἀσύρματο τηλέφωνο.

Στὶς μεταφορές τὸ πρῶτο αὐτοκίνητο δχημα τῶν Νταϊμλερ καὶ Μπέντς (1885) συμπληρωμένο μὲ τὸν ἀεροθάλαμο τοῦ Ντάνλοπ (1890), θὰ γίνῃ ὁ ἐπίφοβος ἀντίπαλος τοῦ σιδηρόδρομου καὶ τοῦ τροχιόδρομου στὸ διίστημα τοῦ μεσοπόλε-

μου του αιώνα μας. Στόν άέρα οί δοκιμές του Λίλιενταλ (1890), τό άερόπλοιο του Ζέπελιν (1900) και οί μηχανές έσωτερικής καύσεως θά δημιουργήσουν τίς προϋποθέσεις για τήν κατάκτηση του άέρα.

Στίς δομικές κατασκευές ό χάλυβας, τό όπλισμένο σκυρόδεμα (1867) του Μονί, τό άσανσέρ του Ότις (1857) θά δημιουργήσουν τίς προϋποθέσεις κατασκευής γιγαντιαίου ανοίγματος γεφυρών και των μεγάλου ύψους κτηρίων (ούρανοξυστών).

Ή γραφομηχανή (1867), ή λινοτυπική μηχανή του Μπεργκεντάλερ (1884), ή τρίχρωμη έκτύπωση των Ούρλιχ και Φόγκελ (1890) θά βελτιώσουν, σέ συνδυασμό με τή βελτίωση τής ποιότητας του χαρτιού, τήν τυπογραφία.

Στήν περίοδο αυτή ό θερμίτης του Γκόλτσμιτ (1894) θά επιτρέψει τίς συγκολλήσεις μεταλλικών τεμαχίων, ένώ τό φωτογραφικό φίλμ του Ήστμαν (1884-88) θά επιτρέψει τήν επινόηση του κινηματογράφου του Λυμιέρ (1895) και τήν ανακάλυψη των γνωστών ακτίνων Ραϊντγκεν (1895).

Τέλος, άν στίς παραπάνω επινοήσεις προστεθεί τό γραμμόφωνο του Ήντισον (1887), ή αυτόματη μηχανή με διάτρητες καρτέλες (1880), τό ύποβρύχιο (1866), ή μηχανή φωτοαντιγράφων (1900) και ή ψυκτική μηχανή του Λίντνερ (1876), διαπιστώνομε ότι τελειώνοντας ό 19ος αιώνας ή τεχνολογία έχει σχεδόν έκμηδενίσει τίς άποστάσεις και έχει δημιουργήσει τίς προϋποθέσεις για τή δημιουργία σημαντικών μεταβολών στίς συνθήκες διαβίωσης του άνθρώπου.

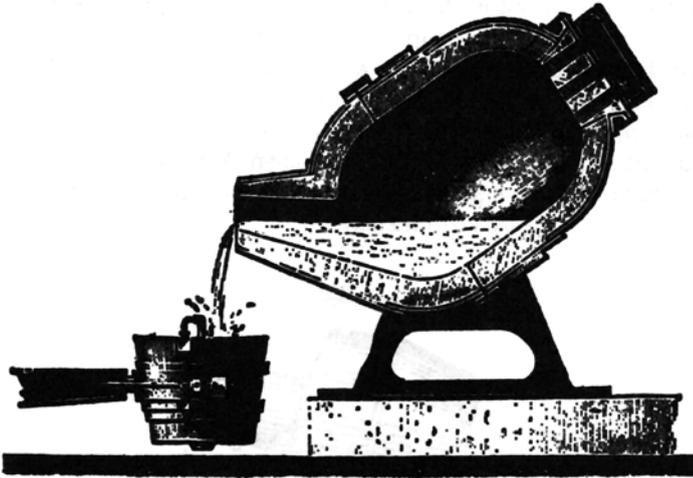
Στό ίδιο βέβαια διάστημα ή θερμοδυναμική και ή ύδροδυναμική, ή άεροδυναμική και ή μαθηματική θεωρία τής έλαστικότητας, πραγματοποιήσαν μεγάλη πρόοδο με τίς εργασίες του Ράνκιν, του Ρουλώ, του Κέλβιν, του Τζάουλ, του Μάξγουελ, του Κλαούζιους, του Χέλμχολτς, του Νιούμαν, του Σαίντ Βενάντ, του Καστιλιάνο, του Μόρ, του Χέρτς, του Ρέϋνολντς κ.ά.

Ήτσι, με τό άερόπλοιο του Ζέπελιν κλίνει ή περίοδος του σιδηρόδρομου για να παραδώσει τή σκυτάλη στην περίοδο του αυτοκινήτου και του άεροπλάνου (1900-1940).

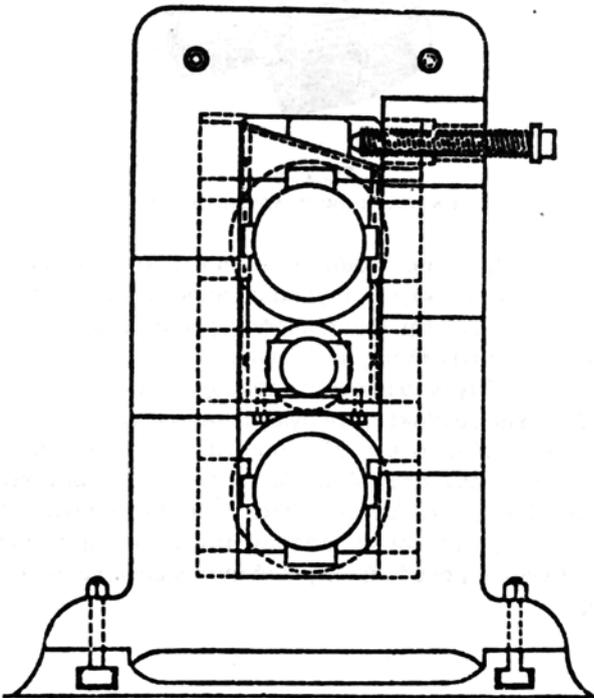
## 7.2 Ή πρόοδος στην μηχανολογία.

Άπό τό 1850 ως τό 1900 ή βιομηχανία χάλυβα, γνώρισε μεγάλη άνθηση, χάρη στίς μεθόδους των Μπέσεμερ και Σήμενς-Μάρτιν, που επέτρεπαν τήν παραγωγή σέ μεγάλες ποσότητες. Τό άτσάλι τό κατασκεύαζαν με διαδοχική θέρμανση και σφυρηλάτηση και ήταν για τό λόγο αυτό σπάνιο και πανάκριβο. Τό 1855 ό Μπέσεμερ επενόησε ένα **μετατροπέα** με τον οποίο ήταν δυνατόν να αφαιρεϊται ένα μέρος από τον άνθρακα του χυτοσίδηρου (σχ. 7.2α). Ή δυνατότητα παραγωγής κυμαίνονταν γύρω στους 40 τόννους τήν ώρα. Ήτσι τό ύλικό αυτό κατέκτησε τήν τότε σύγχρονη ζωή σέ τόσο μεγάλο βαθμό, που ή περίοδος που εξετάζομε θά μπορούσε να ονομασθεί περίοδος του χάλυβα. Άργότερα, τό 1885, με τήν εισαγωγή τής μεθόδου των Σήμενς-Μάρτιν, ή κατασκευή του χάλυβα εκτός του ότι ήταν οικονομικότερη, είχε τό πλεονέκτημα να έλέγχεται εύκολα και να παράγεται στην επιθυμητή ποιότητα.

Κατά τό 1862 ή χρησιμοποίηση έλάστρου με τρεις κυλίνδρους για τήν κατασκευή χαλυβδοφύλλων άπετέλεσε σωστή επανάσταση, γιατί έτσι τό έλασμα μπορούσε να κινηθεί μπρός και πίσω χωρίς να χρειασθεί να γίνει άναστροφή τής κινήσεως (σχ. 7.2β).



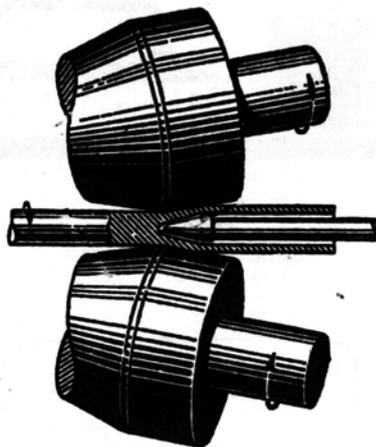
Σχ. 7.2α.  
Μετατροπέας Μπέσεμερ.



Σχ. 7.2β.  
"Ελαστρο τριών κυλίνδρων.

Ἡ ἐπινόηση τῶν ἀδελφῶν Μάννεσμαν, γιά τήν κατασκευή σωλήνων χωρίς ραφή, ἐντυπωσίασε τό μεγάλο ἐφευρέτη Θωμᾶ ᾿Εντισον, πού τή χαρακτήρισε ὡς τό σπουδαιότερο ἐκθεμα στήν παγκόσμια ἐκθεση τοῦ Σικάγου τοῦ 1893 (σχ. 7.2γ).

Στίς ἐργαλειομηχανές, ἐκτός ἀπό τήν πρόοδο στήν ἀκρίβεια τῆς κατασκευῆς καί τή βελτίωση τῆς ἐπιφάνειας χάρη στίς λειαντικές μηχανές, ἡ φραίζα ἐξελιχθηκε σημαντικά καί πῆρε σχεδόν τή σημερινή της μορφή. Ἐπίσης τό 1887 κατασκευάσθηκε τό πρῶτο φορητό τρυπάνι, μέ τό ὁποῖο συμπληρώθηκαν τά ἀτμοκίνητα καρφωτικά ἐργαλεῖα τῶν ναυπηγικῶν κατασκευῶν.



Σχ. 7.2γ.

Διάταξη κατασκευῆς σωλήνων Μάννεσμαν.

Τέλος γύρω στό 1885 χρησιμοποιήθηκε καί ἡ ηλεκτροσυγκόλληση μέ ηλεκτρόδια ἀνθρακα· μεταλλικά ηλεκτρόδια χρησιμοποιήσαν μόνο περί τό τέλος τοῦ δέκατου ἑνατου αἰώνα. Κατά τήν ἴδια περίοδο ἐφαρμόσθηκε καί ἡ συγκόλληση μέ ἀντίσταση. Ἀντίθετα, ἡ συγκόλληση μέ ὀξυγόνο-ἀσετυλίνη, παρά τό γεγονός ὅτι ἡ βιομηχανική παραγωγή ὀξυγόνου πραγματοποιήθηκε περί τό 1880, βρῆκε ἐφαρμογή στόν αἰώνα μας, ὅταν ἐπιτεύχθηκε ἡ παραγωγή ἀσετυλίνης. Πάντως εἶναι βέβαιο ὅτι ἡ συγκόλληση, πού κατά τή διάρκεια τοῦ μεσοπόλεμου τοῦ 20ου αἰώνα ἐκτόπισε τήν ἤλωση, γιά πολύ καιρό δέν ἦταν ἀποτελεσματική, γιατί δέν εἶχε μελετηθεῖ ἡ διαδικασία καί οἱ συνθήκες κάτω ἀπό τίς ὁποῖες ἔπρεπε νά πραγματοποιηθεῖ. Ἔτσι ἡ μέθοδος συγκολλησεως στό καμίσι, ἐφόσον τήν ἔκανε ἔμπειρος σιδηρουργός, ἐξακολουθοῦσε νά εἶναι ἡ μοναδική γιά μικρά ἀντικείμενα καί ἡ ἤλωση γιά ὄλες τίς ἄλλες συνδέσεις.

#### Ἐρωτήσεις.

1. Ποιά εἶναι ἡ σημασία τῆς μεθόδου Μπέσεμερ στήν παραγωγή χάλυβα;
2. Ποιά εἶναι τό πλεονέκτημα τοῦ ἐλάστρου μέ τρεῖς κυλίνδρους;
3. Πότε καί πού ἐγινε ὁ πρῶτος ὑπόγειος σιδηρόδρομος;

### 7.3 ΟΙ ἐπινοήσεις στις μεταφορές.

Τό ἐπικρατέστερο μέσο μεταφορᾶς ἐξακολουθεῖ καί κατά τήν περίοδο αὐτή νά εἶναι ὁ σιδηρόδρομος. Τό σιδηροδρομικό δίκτυο ἐπεκτεινόταν συνεχῶς καί μετέφερε τόν πολιτισμό στις πιό ἀκραίες περιοχές, ἰδιαίτερα τῆς Ἀμερικανικῆς Ἡπείρου. Κάθε νέα τεχνική βελτίωση ἐφαρμοζόταν στό σιδηρόδρομο καί ὅλα τά μέσα πού ἔκαναν ἀσφαλές καί ἄνετο τό ταξίδι τά υιοθετοῦσαν ἀμέσως. Ἔτσι ἡ πρώτη συσκευή ἠλεκτρικῆς σηματοδότησεως χρησιμοποιήθηκε ἤδη τό 1856, ἡ κλινάμαξα τοῦ Πούλμαν (1869) (σχ. 7.3α), τό πρώτο ὄχημα-ἐστιατόριο τό 1863 (σχ.7.3β), τό ἀερόφρενο (1867), ἡ θέρμανση τῶν ὀχημάτων (1873), ἐνῶ τό 1879 στήν ἐκθεση τοῦ Βερολίνου ἐπιδειχθηκαν οἱ δυνατότητες τῆς ἠλεκτρικῆς ἐλξεως (σχ. 7.3γ).



Σχ. 7.3α.

Ἐσωτερικό τῆς πρώτης κλινάμαξας τοῦ Πούλμαν (Ἀμερική).



Σχ. 7.3β.

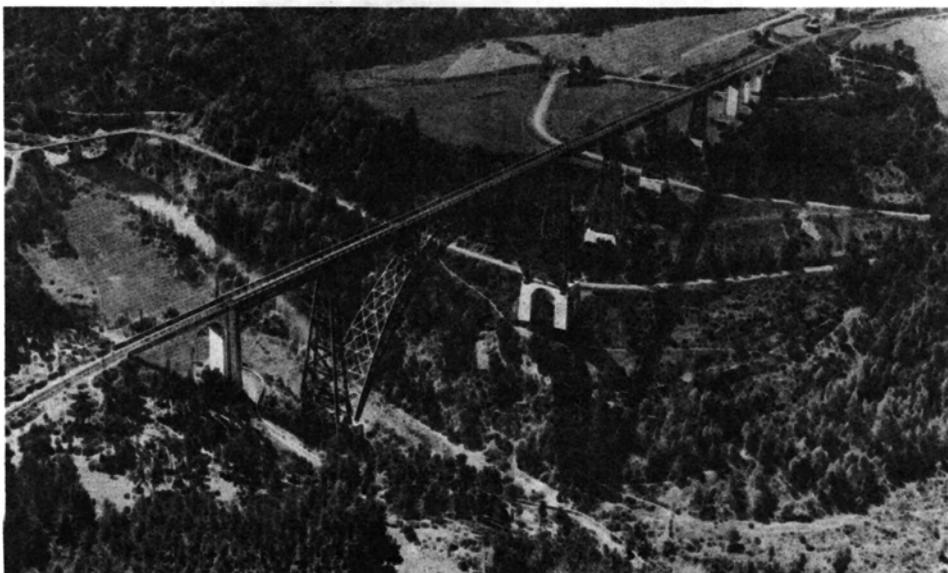
Τό ἐστιατόριο καί ἡ αἴθουσα καπνίσματος σιδηροδρομικοῦ ὀχήματος Πούλμαν.

Ο σιδηρόδρομος είχε επίσης ανάγκη μεγάλων τεχνικών έργων. Έτσι την πρώτη Ίουνίου 1882 εγκαινιάσθηκε τό τούνελ τοῦ Σαίντ Γκοντάρ μήκους 15.000 μέτρων καί στά 1883 κατασκευάσθηκε στό Μπρούκλιν μιά ἀπό τίς μεγαλύτερες σιδηροδρομικές γέφυρες μήκους 1960 μέτρων, ἐνώ τό 1881 εἶχε κατασκευασθεῖ στήν Εὐρώπη σιδερένια γέφυρα μήκους 564 μέτρων (σχ. 7.35).



Σχ. 7.3γ.

Ο μικρός ηλεκτρικός σιδηρόδρομος τῶν Σήμενς καί Χάλσθε, μέ τόν ὁποῖο μεταφέρονται ἐπιβάτες τῆς βιομηχανικῆς ἐκθέσεως τοῦ Βερολίνου (1879).

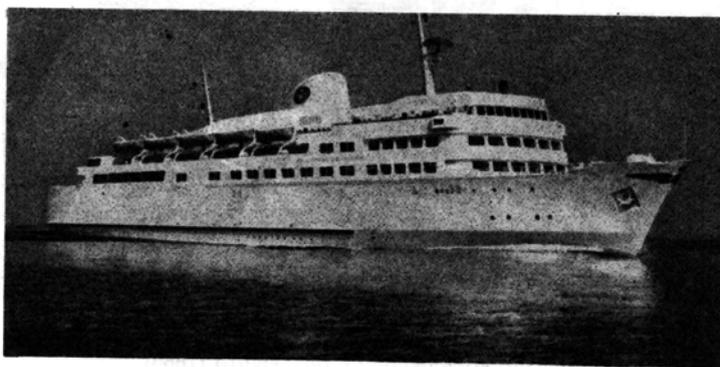


Σχ. 7.3δ.

Ἡ γέφυρα τοῦ Garabit πού μελέτησε ὁ μηχανικός Λ. Μπουαγιέ καί κατασκεύασε ὁ Ἄιφελ.

Ο σιδηρόδρομος καί σήμερα ἀποτελεῖ σημαντικό μέσο μαζικῶν μεταφορῶν. Δέν περιορίσθηκε μόνο στό ἠπειρωτικό τμήμα τῶν χωρῶν ἀλλά χάρη στή χρησιμοποίηση πλοίων συνέδεσε καί περιοχές πού τίς χωρίζει θάλασσα. Φέτος, ὅπως εἶναι γνωστό, ἐγκαινιάσθηκε ἡ γραμμή πού συνδέει τή χώρα μας μέ τή Συρία (σχ.7.3ε).

Σέ περιορισμένες ἀποστάσεις, κυρίως μέσα στίς πόλεις, ἡ ἀμαξα ἀντικαταστάθηκε ἀπό τόν ἰππήλατο τροχιοδρομο καί αὐτός μέ τή σειρά του ἀπό τόν ηλεκτρικό



**Σχ. 7.3ε.**

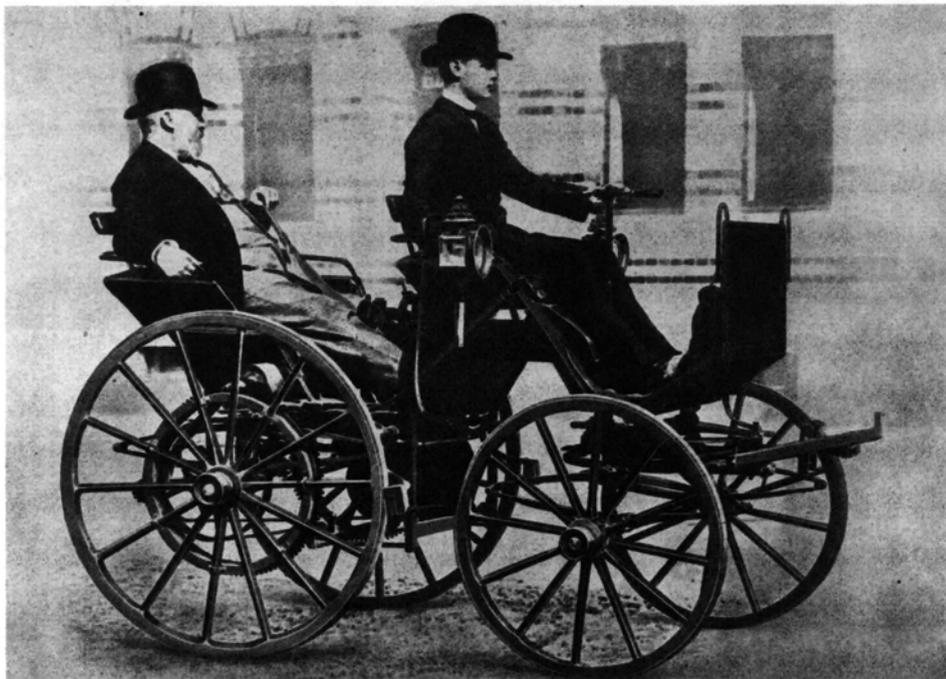
Σύγχρονο όχηματαγωγό πλοίο που μεταφέρει και σιδηροδρομικά όχηματα.

τροχιόδρομο που εξακολουθεί να εξυπηρετεί την αστική συγκοινωνία σε πολλές πόλεις της Ευρώπης, ενώ σε άλλες λειτουργεί για να διατηρήσει τη γραφικότητα της παλιάς εποχής όπως στο Σάν Φραντσίσκο.

Ένώ ο σιδηρόδρομος, παρά τις βελτιώσεις ως προς την ασφάλεια και την ταχύτητα, στον αιώνα που ζούμε παρουσιάζει σημαντική κάμψη ιδίως ως μεταφορικό επιβατηγό μέσο και ο τροχιόδρομος έχει καταργηθεί σε πολλές πόλεις, ο υπόγειος σιδηρόδρομος, που πρωτοεμφανίσθηκε στο Λονδίνο, εξαπλώνεται συνεχώς. Έτσι σε όσες πόλεις υπάρχει υπόγειο δίκτυο επεκτείνονται οι γραμμές του και

σέ πολλές άλλες κατασκευάζεται από τήν άρχή, γιατί ίσως είναι ή πιό σωστή λύση στό συγκοινωνιακό πρόβλημα τών μεγάλων πόλεων. Πρίν από λίγα χρόνια έγκαινιάσθηκε ό ύπόγειος του Μονάχου, ενώ του Σάν Φραντσίσκο θεωρείται ό τελειότερος καί ό πιό αύτοματοποιημένος.

"Όταν τό 1880 βελτιώθηκε ή βενζινομηχανή έπιτεύχθηκε καί ή κατασκευή του πρώτου αύτοκίνητου όχηματος, πού μπορούσε νά κυκλοφορήσει χωρίς σιδηροτροχιές· βέβαια δέν πρέπει νά ξεχνούμε τήν πρωτοπόρα φορτηγάμαξα του Κυνιό. "Έτσι τό 1900 κυκλοφορούν αύτοκίνητα τών Νταϊμλερ καί Μπέντς (σχ. 7.3στ) στή Γερμανία, Πεζώ καί Ρενώ στήν Γαλλία, Λάντσεστερ καί "Όστιν στήν Άγγλία καί Φόρντ στήν Άμερική. Τό αύτοκίνητο Μπέντς ήταν τρίκύκλο καί άποτελεί ένα συνδυασμό έπινοήσεων πού είχαν ήδη προηγηθεί.



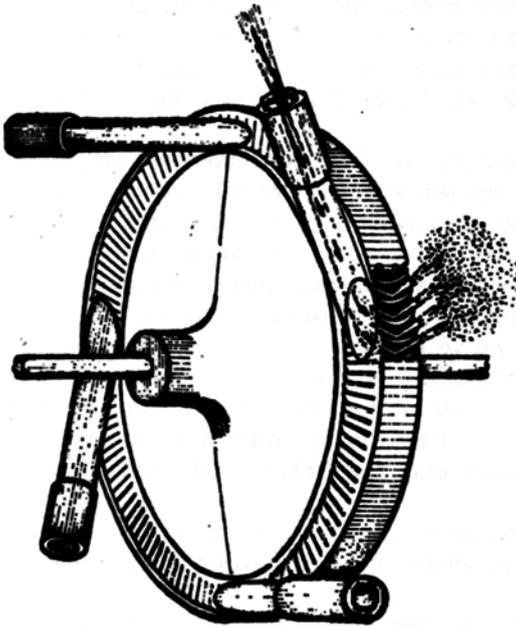
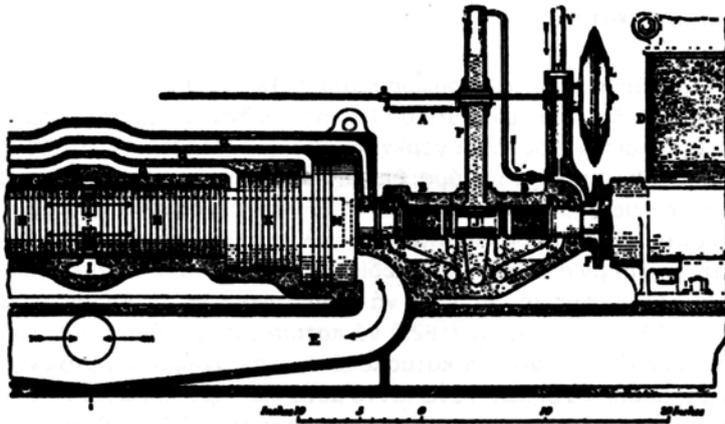
Σχ. 7.3στ.

Ό Νταϊμλερ καθισμένος σέ αύτοκίνητο (1886).

Πρίν από τό αύτοκίνητο, γύρω στό 1860, ένα άλλο μεταφορικό όχημα, πού καί σήμερα είναι δημοφιλές, είχε εμφανισθεί καί πήρε τή σημερινή μορφή του από τόν Σίγγερ τό 1890, τό ποδήλατο.

Στή θάλασσα τά άτμόπλοια θά έκτοπίσουν τά ίστιοφόρα καί τά ύπερωκεάνεια θά κατακτήσουν τό κοινό περί τό τέλος του προηγούμενου αιώνα μέ τίς άνέσεις πού προσφέρουν στους έπιβάτες.

Οί καινούργιες μηχανές πού ό Πάρσον καί ό Ντέ Λαβάλ έπινόησαν (σχ. 7.3ζ) έκτόπισαν άργότερα τίς άτμομηχανές καί επέτρεψαν στους σημερινούς πλωτούς κολοσσούς νά διασχίζουν τούς ώκεανούς μέ ασφάλεια καί νά μεταφέρουν άκόμη καί εύπαθή προϊόντα από τό ένα άκρο τής ύδρογειου στό άλλο.



Σχ. 7.3ζ.

Άτμοστρόβιλοι Πάρσον και ντέ Λαβάλ.

**Έρωτήσεις.**

1. Τι είδους έργα απαιτούσε ο σιδηρόδρομος;
2. Ποιές είναι οι βελτιώσεις του σιδηρόδρομου μεταξύ 1850-1900;
3. Τι γνωρίζετε για τον υπόγειο σιδηρόδρομο;

## 7.4 'Η ηλεκτρογεννήτρια.

Όταν στις αρχές του φθινοπώρου του 1819 ο Δανός καθηγητής Αϊρστεντ ανακάλυψε τυχαία ότι, όταν μία πυξίδα πλησίαζε σε ένα οριζόντιο μεταλλικό σύρμα, πού διέτρεχε ηλεκτρισμός παραγόμενος από μία ηλεκτρική στήλη, η βελόνα έπαιρνε θέση κάθετη προς τό ρεύμα, δέν μπόρεσε νά εξηγήσει τή φύση αυτού του φαινομένου, πού θά δημιουργούσε μισόν αιώνα αργότερα άληθινή επανάσταση. 'Η ανακάλυψη αυτή έδωσε τή δυνατότητα στό γάλλο καθηγητή τής Φυσικής 'Αμπέρ νά άποδείξει τή δημιουργία μαγνητικού πεδίου γύρω από τό ηλεκτροφόρο σύρμα καί στόν επίσης γάλλο φυσικό 'Αραγκό νά διαπιστώσει τή δημιουργία πρόσκαιρου μαγνήτη, στόν 'Αγγλο Στάρτζον (1825) νά κατασκευάσει τόν ηλεκτρομαγνήτη καί τέλος στόν άμερικανό Χένρυ νά κατασκευάσει μιάν άνυψωτική μηχανή μετάλλων (1831) πού μπορούσε νά σηκώνει ένα τόννο μέταλλο. 'Αργότερα (1831) ο Φαρανταίου, επαναλαμβάνοντας πειράματα τών Αϊρστεντ, 'Αμπέρ καί Στάρτζον, κατέληξε στό συμπέρασμα ότι άν ο ηλεκτρισμός μπορεί νά παράγει μαγνητισμό, είναι πολύ πιθανό καί ο μαγνητισμός νά μπορεί νά παράγει ηλεκτρισμό. 'Ο Φαρανταίου μέ μιά σειρά ανακαλύψεων είχε φθάσει πολύ κοντά στην έπιτυχία, αλλά ποτέ δέν κατάφερε νά κατασκευάσει ηλεκτρική γεννήτρια. Προς τήν ίδια κατεύθυνση έγιναν πάρα πολλές προσπάθειες από τούς Σάξτον (1832) καί Κλάρκ (1835) χωρίς όμως πρακτικά αποτελέσματα.

Ότι όμως δέν πέτυχαν οι άλλοι κατάφερε νά τό πραγματοποιήσει ένας Ιταλός, ο 'Αντόνιο Πατσινότι, γιός καθηγητή τής Φυσικής, στόν όποιο άναγνωρίσθηκε ή πατρότητα τής ηλεκτρικής γεννήτριας στό Συνέδριο ηλεκτρισμού στό Παρίσι τό 1881. 'Ο Πατσινότι πίστευε ότι ή μηχανή του ήταν μηχανή *άντιστρεπή*, δηλαδή μπορούσε νά χρησιμοποιηθεί ως γεννήτρια καί ως κινητήρας. Στην πρώτη περίπτωση έπρεπε νά κινείται μέ μιάν άλλη μηχανή κινητήρια καί νά παράγει ρεύμα, στή δεύτερη νά τροφοδοτείται μέ ρεύμα γιά νά κινηθεί.

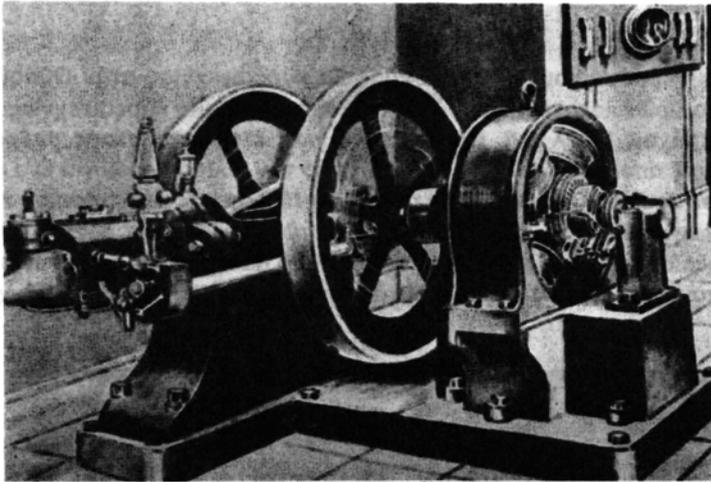
Στό μεταξύ, από τό 1865 πού ο Πατσινότι καθηγητής πιά τής Φυσικής στό Τεχνικό Πανεπιστήμιο τής Μπολόνια δημοσίευσε τήν περιγραφή τής μηχανής του, μέχρι τό 1881 πού του άναγνωρίσθηκε ή πατρότητά της, ή μηχανή του άρχισε νά κατασκευάζεται σε βιομηχανική κλίμακα από τόν Βέλγο Γκράμ (1876) καί νά πουλιέται σ' όλο τόν κόσμο.

'Αργότερα ο Σήμενς κατά τή διάρκεια μιās όμιλίας του στην 'Ακαδημία 'Επιστημών του Βερολίνου έδωσε στή γεννήτρια τό όνομα *Δυναμό*, πού χρησιμοποιείται ακόμα καί σήμερα (σχ. 7.4α).

Είναι βέβαιο ότι χωρίς τήν επινόηση τής ηλεκτρικής γεννήτριας καί του ηλεκτρικού κινητήρα, ή πρόοδος του αιώνα μας θά είχε σημαντικά καθυστερήσει καί ή άνεση πού όφείλεται στις χιλιάδες μηχανικούς δούλους πού κάθε σπίτι διαθέτει χάρη στόν ηλεκτρισμό δέν θά ύπήρχε.

'Η γεννήτρια δέν ύποβιβάζει τήν αξία τών ηλεκτρικών στηλών του Βόλτ, πού χρησιμοποιούνται καί σήμερα ως πηγές ενέργειας, μέ τή βοήθεια τών όποιων λειτούργησε ο πρώτος τηλεγράφος (σχ.7.4β).

Γιά νά τιμήσουν τόν Βόλτ, τόν Αϊρστεντ, τόν 'Αμπέρ καί τόν Φαρανταίου, πού οι έργασίες τους συνέβαλαν στό μαγνητισμό καί τόν ηλεκτρισμό, δόθηκαν στις μονάδες πού χρησιμοποιούνται στους τομείς αυτούς τής έπιστήμης τά όνόματά τους.



Σχ. 7.4α.

Μιά γεννήτρια της αρχής του αιώνα μας. Μετατρέπει τή μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική και, αντίστροφα, τήν ηλεκτρική ενέργεια σε μηχανική.



Σχ. 7.4β.

Ό Άλέξανδρος βόλτα κοντά στή στήλη του με τούς δίσκους (σχέδιο τής εποχής).

#### Έρωτήσεις.

1. Ποιός είναι ό έφευρέτης τής πρώτης ηλεκτρικής γεννήτριας και ποιός ό κατασκευαστής τής;
2. Πώς τιμήθηκαν ό Βόλτ, Αϊρστεντ, Άμπέρ, Φαρανταίυ;

### 7.5 Τό τηλέφωνο.

Στις 14 Φεβρουαρίου 1876 στο γραφείο εύρεσιτεχνίας στην Ουάσιγκτον, με διαφορά δύο ωρών κατατέθηκαν δύο αιτήσεις για δίπλωμα εύρεσιτεχνίας. Ή πρώτη από τον Γκράχαμ Μπέλ για *μιά συσκευή πού επιτρέπει στους ανθρώπους να συνομιλοῦν ἐξ ἀποστάσεως* καί ἡ δεύτερη από τον Έλιστα Γκρέυ για ἕνα *ἠλεκτρικό σύστημα πού ἔχει τήν ἰκανότητα νά μεταδίδει τή φωνή σέ ἀπόσταση μέ τή βοήθεια μεταλλικῶν ἀγωγῶν*. Μεταξύ τῶν δυό ἐφευρετῶν ἀρχισε ἕνας δικαστικός ἀγῶνας, πού κατέληξε σέ νίκη τοῦ Μπέλ, πού θεωρεῖται ὁ πατέρας τῆς τηλεφωνίας, ἀφοῦ ἡ ἐφεύρεσή του ἦταν τό τηλέφωνο, ὁ πιό ἀπαραίτητος μηχανισμός στή σύγχρονη ζωή (σχ. 7.5α).



Σχ. 7.5α.

Τό 1892 ὁ Γκράχαμ Μπέλ πραγματοποιεῖ τήν πρώτη ὑπεραστική τηλεφωνική συνδιάλεξη, ἐγκαινιάζοντας τή γραμμή Ν. Ὑόρκης-Σικάγου.

Πρίν ἀπό τόν Μπέλ καί τόν Γκρέυ προσπάθειες γιά τή μεταβίβαση τῆς φωνῆς μέ τή βοήθεια τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἔκαναν ὁ ἀμερικανός Ραίυ (1837), ὁ γάλλος Μπουρσέλ (1854), ὁ Γερμανός Ράις (1861), καί ὁ ἰταλός Μεούτσι (1857), πού ζήτησε νά πάρει δίπλωμα εύρεσιτεχνίας ἀπό τό Γραφεῖο τῆς Οὔάσιγκτον ἀλλά δέν εἶχε τά ἀναγκαῖα χρήματα (σχ. 7.5β).

Ἡ ἀξία τοῦ τηλεφώνου δέν ἀναγνωρίσθηκε ἀπό τήν ἀρχή, ἀφοῦ ἡ προσφορά τοῦ Μπέλ πρὸς τή μεγαλύτερη ἀμερικανική ἐταιρία Τηλεγράφων τῆς ἐποχῆς ἐκείνης γιά τήν ἐκμετάλλευση τῆς νέας ἐφευρέσεως ἀπορρίφθηκε.

Ἡ διάδοση τοῦ τηλεφώνου, πού βελτιώθηκε στό μεταξύ χάρη στό μικρόφωνο ἄνθρακος, τό ἐπαγωγικό πηνίο τοῦ Ἔντισον καί τό ἠλεκτροδυναμικό τηλέφωνο τοῦ Σήμενς, ὑπῆρξε ταχύτερη στήν Ἀμερική ἀπό τόν ὑπόλοιπο κόσμο. Ἐκεῖ ἀνακαλύφθηκαν τά πρῶτα χειροκίνητα τηλεφωνικά κέντρα καί ἐκεῖ χάρη στήν ἐπινοήση τοῦ

άμερικανού Στρόουερ (1897) επιλύθηκε τό πρόβλημα τής αυτόματης τηλεφωνίας, στό όποιο δέν χρειάζεται ή παρουσία τής τηλεφωνήτριας.



Σχ. 7.5β.

Ό Άντόνιο Μεούτσι σέ προχωρημένη ήλικία. Μετανάστευσε νέος στήν Άμερική, αλλά δέν είχε τά μέσα νά εκμεταλλευθεί τήν εφεύρεσή του.

Άπό τότε ή εξέλιξη τής Τηλεφωνίας ύπηρεσε τεράστια. Τά κέντρα επιλογής αυτόματης τηλεφωνίας βελτιώνονται συνεχώς μέ κύρια επιδίωξη: μείωση του χώρου εγκαταστάσεώς τους, μικρή ανάγκη συντηρήσεως καί αύξηση τών δυνατοτήτων εξυπηρετήσεως τών συνδρομητών. Έτσι κατορθώθηκε ή αυτοματοποίηση τής υπεραστικής καί τής διεθνούς τηλεφωνίας.

Μέ τό τηλέφωνο ολοκληρώθηκε ό κύκλος τής ένσύρματης επικοινωνίας πού είχε άρχισι μέ τόν τηλέγραφο. Μέ τόν ασύρματο τηλέγραφο του Μαρκόνι καί τό ασύρματο τηλέφωνο (1920) άρχισε μία νέα περίοδος στίς τηλεπικοινωνίες, πού παρουσίασαν σημαντική βελτίωση μέ τή χρησιμοποίηση τών τηλεπικοινωνιακών δορυφόρων, οι όποιοι πιθανόν θά αλλάξουν τή σημερινή μορφή τών κλασικών μέσων διαβίβάσεως, άφου ήδη στό τηλέφωνο ή προσθήκη τηλεοπτικής συσκευής θά εκμηδενίσει καί ουσιαστικά τήν άπόσταση μεταξύ τών ανθρώπων.

Ή εφεύρεση του τηλέφону καί ή άλματώδης πρόοδος τών επικοινωνιών γενικώς, γεφύρωσε τίς άποστάσεις καί δημιούργησε μεγαλύτερη έπαφή μεταξύ τών λαών. Ή συμβολή τους στήν εξέλιξη καί τήν πρόοδο τής ανθρωπότητας ύπηρεσε τεράστια.

Ή ανάγκη του ανθρώπου νά επικοινωνει από μεγάλη άπόσταση, κυρίως γιά τή μεταφορά πολεμικών μηνυμάτων, πού θαυμάσια περιγράφει ό Αισχύλος στόν Άγαμέμνονα, ολοκληρώθηκε πιά, καί μέ τή σημερινή του μορφή χρησιμοποιείται γιά τή διατήρηση τής Ειρήνης (θερμή γραμμή Ουάσιγκτον-Μόσχας). Τό τηλέφωνο καί οι

ἐπικοινωνίες γενικότερα ὡς ἐπινόηση μπορεῖ νά συγκριθεῖ μέ τή φωτιά, τόν τροχό, τήν ἀτμομηχανή καί τόν ἠλεκτρισμό, χωρίς τόν ὁποῖο ἀσφαλῶς δέν θά μπορούσε νά πραγματοποιηθεῖ.

**Ἑρωτήσεις.**

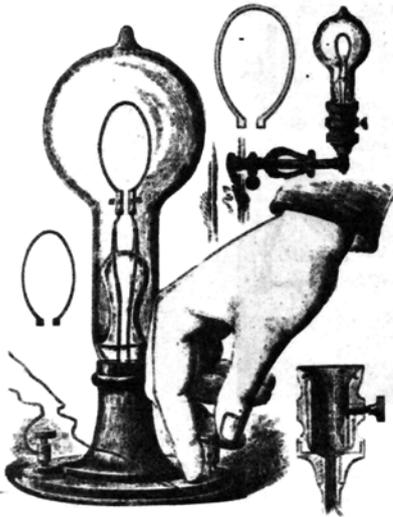
1. Ποιός εἶναι ὁ ἐφευρέτης τοῦ τηλεφώνου;
2. Ποιές ἐπινόησεις συνέβαλαν στήν ἀνάπτυξη τῆς τηλεφωνίας;

---

## 7.6 'Ο Θωμάς "Εντισον.

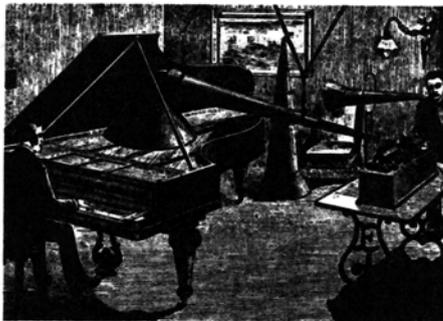
'Ο Κτησίβιος, ό Φίλων και ό "Ηρων ύπήρξαν οι μάγοι τών συσκευών πού λειτουργούσαν μέ νερό, άέρα και άτμό. 'Ο Θωμάς "Εντισον, πού γεννήθηκε τό 1847 στό 'Οχάιο τής 'Αμερικής, ύπήρξε ό μάγος του ήλεκτρισμού.

"Αρχισε τίς έφευρέσεις του από τόν τομέα τών τηλεπικοινωνιών, μέ τήν κατασκευή ενός μικροφώνου μέ άνθρακα (1877) πού άποτελεί τή βάση όλων τών συγχρόνων μικροφώνων. Κατασκεύασε επίσης και τήν πρώτη άνθεκτική λυχνία πυρακτώσεως (σχ.7.6α).



Σχ. 7.6α.

Λαμπτήρες πυρακτώσεως του "Εντισον.  
**Τά συστατικά ενός λαμπτήρα:** Ψάχνοντας νά βρεί τό κατάλληλο ύλικό γιά τό νήμα του ήλεκτρικού του λαμπτήρα ό "Εντισον δοκίμασε καρβουνισμένο χαρτόνι. Τό κομμάτι τής εικόνας 2 μετά τήν άπανθράκωση μάζευε και φαινόταν όπως στην εικόνα 1. Τό καρβουνισμένο «πέταλο» — όπως τό όνόμαζαν οι έργάτες του "Εντισον — ήταν τοποθετημένο ανάμεσα σε δύο στηρίγματα από πλατίνα (α) μέσα σε μία γιάλινη σφαίρα κενή από άέρα (3). 'Η σφαίρα βιδωνόταν σ' ένα ντουί (4) και μέ τό γύρισμα του διακόπτη (β) ή λάμπα άναβε, δίνοντας φώς όσο 8 ως 10 μπέκ φωταερίου.



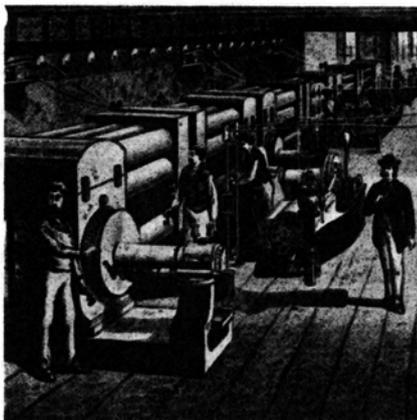
Σχ. 7.6β.

Φωνόγραφος του "Εντισον πού καταγράφει τή μουσική ενός πιανίστα.

'Υπήρξε ό έφευρέτης του φωνόγραφου (1877) (σχ.7.6β) και του εικονοσκόπιου (1895). Βελτίωσε τούς ήλεκτρικούς συσσωρευτές και άσχολήθηκε ιδιαίτερα μέ τή θερμιακή έκπομπή (1883), στην όποία στηρίζονται οι ήλεκτρικές λυχνίες.

'Ο "Εντισον άντιλήφθηκε ότι οι έπινοήσεις του γύρω από τόν ήλεκτρισμό δέν

είχαν καμιά αξία, γιατί χρειάζονταν μιάν ηλεκτρομηχανή επί τόπου. Έτσι συνέλαβε τήν ιδέα τής δημιουργίας ενός κεντρικού σταθμού παραγωγής, από τόν οποίο τό ηλεκτρικό ρεύμα θά διανεμόταν στά σπίτια. Ή ιδέα είναι παλιά, από τήν εποχή πού οι Ρωμαίοι κατασκεύασαν δίκτυα διανομής νερού στά σπίτια. Τά προβλήματα όμως ήταν πολλά καί καινούργια. Κατάφερε όμως νά ξεπεράσει τά προβλήματα καί στις 4 Σεπτεμβρίου 1882, ύστερα από κοπιώδη εργασία δύο χρόνων, τό πρώτο εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος έστειλε τό προϊόν του σέ ένα δίκτυο μήκους 23 χιλιομέτρων καί άμέσως χιλιάδες λάμπες άναψαν σέ μαγαζιά καί σπίτια, πού κάλυπταν έκταση δύο τετραγωνικών χιλιομέτρων (σχ. 7.6γ).



Σχ. 7.6γ.

Άφου επινόησε τόν ηλεκτρικό λαμπτήρα πυρακτώσεως, ό Έντισον έκτισε ένα κεντρικό σταθμό γιά νά τροφοδοτήσει μέ ρεύμα μιά όλόκληρη περιοχή. Στο άποκορύφωμά του, τό 1884, ό σταθμός του στην Πέρλ Στρήτ τής Νέας Ύόρκης παρήγαγε 10.164 λαμπτήρες καί τροφοδοτούσε 508 πελάτες. Οι άτμομηχανές του κινούσαν έξη πελώριες γεννήτριες (έπάνω), πού ζύγιζε ή καθεμιά 28.000 κιλά. Ή έπιχείρηση πήγε τόσο καλά, ώστε τό 1885 οι περισσότερες άμερικάνικες έπιχειρήσεις χρησιμοποιούσαν τό φωτισμό πυρακτώσεως.

Στά χρόνια πού άκολούθησαν νέα εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ένέργειας δημιουργήθηκαν καί μία νέα περίοδος άρχισε, ή περίοδος του ηλεκτρισμού, πού όλοκλήρωσε τίς δυνατότητες πού ό άτμός έδωσε τόν προηγούμενο αιώνα στην Τεχνική.

Ό Έντισον, πού ξεκίνησε από έφημεριδοπώλης, συνέχισε ως τηλεγραφητής καί πέθανε πάμπλουτος τό 1931, είδε όλες τίς έφευρέσεις του νά πραγματοποιούνται, γιατί έζησε σέ μιά περίοδο πού ή έπιστήμη από τήν έφαρμογή απέχει τόσο λίγο.

#### Έρωτήσεις.

1. Τι γνωρίζετε γιά τό Θωμά Έντισον;
2. Τι γνωρίζετε γιά τόν πρώτο σταθμό παραγωγής ηλεκτρικής ένέργειας;

## 7.7 Οι κατασκευές.

Ἡ μαζική κατασκευή τοῦ ἀτσαλιοῦ, τὸ σιδηρομπετόν καὶ ἡ πρόοδος στὸ θεωρητικὸ τομέα τῆς μηχανικῆς καὶ τῆς ἀντοχῆς τῶν ὑλικῶν ἔδωσαν τὴ δυνατότητα τῆς κατασκευῆς ἔργων πού πρὶν ἀπὸ μερικὰ χρόνια τὰ θεωροῦσαν φανταστικά. Βέβαια, ὅπως εἶδαμε, ἡ ἀνάγκη πού εἶχε προκαλέσει ἡ συγκοινωνία μὲ τὸ σιδηρόδρομο γιὰ μεγάλα ἔργα δημιούργησε τίς προϋποθέσεις γιὰ νὰ κατασκευασθοῦν σήραγγες μεγάλου μήκους καὶ γέφυρες μεγάλου ἀνοίγματος. Ὁ χάλυβας καὶ τὸ γυαλί χρησιμοποιήθηκαν σὲ μεγάλη ἔκταση προτοῦ ἀκόμα τὸ μπετόν χρησιμοποιηθεῖ γιὰ τὴν κατασκευή δομικῶν σκελετῶν.

Ἔτσι κατασκευάζονται: κρυστάλλινο παλάτι στὴν Ἐκθεση τοῦ Λονδίνου (1851), τὸ ἀγγλικὸ κοινοβούλιο (1852), κρυστάλλινο παλάτι στὸ Μόναχο (1854), ἡ μεγάλη Ὦπερα στὸ Παρίσι (1863-74), τὸ Κοινοβούλιο στὴ Βιέννη (1874-83), τὸ Κοινοβούλιο στὸ Βερολίνο (1884-94), ἡ κρεμαστὴ γέφυρα στὸ Μπρούκλιν (1885), τὸ παλάτι τῶν μηχανῶν στὴν Ἐκθεση τοῦ Παρισιοῦ (1889) καὶ ὁ Πύργος τοῦ Ἄιφελ. Ἡ σύγχρονη ἀρχιτεκτονικὴ ἀρχίζει ἀσφαλῶς στὴν περίοδο αὐτῆ. Στὴ διάθεση τῆς ἀρχιτεκτονικῆς τίθεται κάθε καινούργιο ὑλικό, πού κάνει τὴν ἐμφανισὴ του, ἐνῶ ταυτόχρονα ἄρχισε ἡ πρόοδος τῆς, πού εἶχε ἀνακοπεῖ γιὰ πολλοὺς αἰῶνες.

Οἱ ἀμερικανοὶ ἀρχιτέκτονες ἀπέσπασαν τὴν ἀρχιτεκτονικὴ ἀπὸ τοὺς προσηλωμένους στὸν παραδοσιακὸ ρυθμὸ Εὐρωπαϊοὺς συναδέλφους τους μὲ πρωτοπόρο τὸν ἀρχιτέκτονα Ρίτσαρσον (1838-1886). Τὸ 1890 ὁ Σάλλιβαν (1856-1924) κατασκεύασε στὸ Σικάγο τὴν πρώτη πολυκατοικία μὲ μεγάλο ὕψος. Ἔτσι ἄρχισε ἡ νέα τεχνικὴ τῆς ἀρχιτεκτονικῆς τῶν μεγαλοπόλεων μὲ τοὺς οὐρανοξύστες.

Ἡ ἰδέα ὅμως ὅτι ἡ πόλη, τὸ ἐργοστάσιο καὶ τὸ σπίτι ἀπευθύνονται στὸν ἄνθρωπο πού ζεῖ καὶ ἐργάζεται σ' αὐτὰ θὰ ξαναγεννηθεῖ καὶ θὰ βρεῖ τὴν ἐκφρασὴ τῆς στὰ ἔργα μεγάλων ἀρχιτεκτόνων τῆς ἐποχῆς μας ἀπὸ τοὺς ὁποίους γνωστότεροι εἶναι ὁ Γάλλος Λεκορμπυζιέ καὶ ὁ ἀμερικανὸς Ράιτ.

Πάντως τὸ μεγαλύτερο τεχνικὸ ἔργο τῆς περιόδου αὐτῆς θεωρεῖται ἡ κατασκευὴ τῆς διώρυγας τοῦ Σουέζ (1869) πού τὰ σχέδιά τῆς καὶ τὴν κατασκευὴ πραγματοποιοῖσε ὁ Γάλλος μηχανικὸς Λεσσέψ. Ἔτσι ἐπιτεύχθηκε αὐτὸ πού οἱ Φαραῶ πρώτοι εἶχαν ἐπιχειρήσει. Στὰ ἐγκαίνια τοῦ ἔργου αὐτοῦ εἶχαν προσκληθεῖ οἱ ἐστεμμένοι τῆς Εὐρώπης καὶ τότε παίχθηκε γιὰ πρώτη φορὰ ἡ Ὦπερα Ἄιντα, πού ὁ Βέρντι εἶχε συνθέσει κατὰ παραγγελία τοῦ Αἰγύπτου Βασιλιᾶ.

### Ἐρωτήσεις.

1. Ποιά ὑλικά χρησιμοποιήθηκαν στὶς δομικὲς κατασκευές κατὰ τὴν περίοδο 1850-1900;
2. Ποιὸς καὶ πού κατασκεύασε τὴν πρώτη πολυκατοικία μεγάλου ὕψους;
3. Ποιὸ ἦταν τὸ μεγαλύτερο τεχνικὸ ἔργο τῆς περιόδου 1850-1900;

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΟΓΔΩΟ

### ΑΠΟ ΤΟ ΖΕΠΠΕΛΙΝ ΣΤΟ ΡΑΝΤΑΡ (1900-1943)

#### 8.1 Γενικά.

Ἡ ἀρχὴ τοῦ 20οῦ αἰῶνα βρίσκει τὸν ἄνθρωπο νὰ ἔχει λύσει ἱκανοποιητικὰ τὶς μεταφορὲς καὶ τὶς τηλεπικοινωνίες, νὰ χρησιμοποιοῦ μηχανές πού δὲν ἐξαρτῶνται ἀπὸ τὸν ἀέρα καὶ τὸ νερό. Ἡ πλούσια κληρονομιά πού ἔχει ἤδη στὴ διάθεσή του τοῦ ἐπιτρέπει νὰ πραγματοποιήσῃ τὰ τολμηρότερα ὄνειρα τοῦ Λεονάρντο ντὰ Βίντσι, ὕστερα ἀπὸ τέσσερις σχεδὸν αἰῶνες. Ὡστόσο ἓνας προφήτης συγγραφέας, ὁ Ἰούλιος Βέρν (1828-1905), δὲν θὰ μπορούσε νὰ φαντασθεῖ ὅτι μέσα σὲ ἐξήντα χρόνια ἀπὸ τὸ θάνατό του θὰ εἶχαν ἐπαληθευθεῖ οἱ προβλέψεις του, ἀφοῦ ἀκόμα καὶ οἱ γονεῖς σας ὅταν διάβαζαν γιὰ τὸν πρῶτο δορυφόρο στὰ **500 ἑκατομμύρια τῆς Μπεγκούμ**, γιὰ τὸ πρῶτο διαστημόπλοιο στὸ βιβλίο **Ἀπὸ τὴ γῆ στὴ σελήνη**, γιὰ τὸ ἀτομοκίνητο ὑποβρύχιο στὶς **20.000 λεῦγες ὑπὸ τὴν θάλασσα**, δὲν θὰ μπορούσαν νὰ πιστέψουν ὅτι τὰ φανταστικά αὐτὰ ἐπιτεύγματα θὰ γινόταν πραγματικότητα στὰ 1957, 1954, καὶ 1967 ἀντίστοιχα.

Ὁ αἰῶνας μας ἄρχισε μὲ μίαν ἐπαναστατικὴ ἐφεύρεση, πού ξεκίνησε ἀπὸ τὸ Λεονάρντο ντὰ Βίντσι, συνεχίσθηκε μὲ τὰ πειράματα τοῦ Λιλιένταλ καὶ ὀλοκληρώθηκε τὸ 1903 μὲ τὴν πτήση τοῦ πρῶτου ἀεροπλάνου τῶν ἀδελφῶν Ράιτ. Μέχρι νὰ φθάσομε στοὺς σημερινούς κολοσσούς τῶν Τζάμπο, τοῦ Κονκόρντ καὶ τῶν τελειοτάτων πολεμικῶν ἀεροπλάνων, οἱ πρωτοπόροι τῆς ἀεροπορίας πραγματοποίησαν τολμηρὲς πτήσεις. Ἔτσι τὸ 1909 ὁ Μπλεριώ διαπλέει τὴ Μάγχη καὶ τὸ 1927 ὁ Λίντμπεργκ τὸν Ἀτλαντικό. Παράλληλα πρὸς τὸ ἀεροπλάνο δοκιμαζόταν καὶ τὰ ἀερόπλοια. Τὸ ἀερόπλοιο τοῦ Ζέππελιν προηγήθηκε πετώντας ἀπὸ τὴν Εὐρώπη στὴν Ἀμερική (1924) καὶ πραγματοποιώντας τὸ γύρο τοῦ κόσμου (1929). Γρήγορα ὁμως ἦρθε τὸ τέλος τῆς βασιλείας του, μὲ τὴν ἔκρηξη τοῦ γερμανικοῦ ἀεροπλοίου Χίντεμπουργκ κατὰ τὴν προσγείωσή του στὴ Νέα Ὑόρκη στὶς 6 Μαΐου 1937.

Τὸ 1932 τὸ ἀερόστατο, πού γνώρισε τὸ θρίαμβο κατὰ τὸν προηγούμενο αἰῶνα, θὰ κατακτήσῃ μὲ τὸν καθηγητὴ Πικάρ τὸ ρεκόρ τοῦ ὕψους (17.000 μέτρα) καὶ τὸ ἐλικόπτερο, μετὰ ἀπὸ προσπάθειες πού ἄρχισαν στὴν πρώτη δεκαετία τοῦ αἰῶνα μας καὶ συνεχίσθηκαν μέχρι τὸ 1936, ἔλαβε ἀπὸ τὸν Σικόρσκυ (1939) τὴ μορφή πού τοῦ ἐπέτρεψε τὴν ὀρθολογιστικὴ ἀξιοποίησή του.

Ὅταν τὸ 1904 ὁ Φλέμινγκ τελειοποίησε τὴ «δίοδο» λυχνία, ἀσφαλῶς δὲν θὰ τοῦ πέρασε ἀπὸ τὸ μυαλό ὅτι ἀνοίγε τὸ δρόμο γιὰ τὴν καταπληκτικὴ πρόοδο πού ἀκολούθησε στὸν τομέα τῶν τηλεπικοινωνιῶν καὶ τῆς ἠλεκτρονικῆς. Ἔτσι τὸ 1918 πραγματοποιήθηκε ἡ ἀσύρματη τηλεγραφικὴ ἐπικοινωνία μὲ ὅλο τὸν κόσμο, τὸ 1929

ή Τελεφοῦνκεν κατασκεύασε τήν πρώτη τηλεόραση, τό 1933 λειτούργησε τό πρώτο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο καί τό 1943 χρησιμοποιήθηκε τό Ραντάρ.

Στόν τομέα τῆς μηχανολογίας ἡ πρόοδος ὑπῆρξε ἐπίσης τεράστια. Οἱ μηχανές ἐσωτερικῆς καύσεως βελτιώθηκαν σημαντικά, ἐπινοήθηκε ὁ ἀεριοστρόβιλος, βελτιώθηκε ἡ ποιότητα τοῦ χάλυβα καί ἡ κατασκευή ἀτμολεβήτων γνώρισε μεγάλη πρόοδο. Στίς ἀρχές τοῦ αἰώνα μας ὁ ἀτμοστρόβιλος χρησιμοποιήθηκε γιά τήν κίνηση πλοίων (1901), ἐνῶ ἕνας νέος τύπος ὑδροστρόβιλου, ὁ ὑδροστρόβιλος Καπλάν ἄρχισε νά λειτουργεῖ. Ἡ μεταλλουργία ἔφθασε σέ μεγάλη ἀκμή καί ὁ τομέας τῆς κατεργασίας τῶν μεταλλουργικῶν προϊόντων χάρη στίς ἐργασίες τοῦ Ταίυλορ, ἔδωσε τή δυνατότητα νά αὐξηθεῖ ἡ παραγωγή.

Τά προβλήματα, πού οἱ νέες μηχανές δημιούργησαν καί πού ὀφείλονται στίς ψηλές πιέσεις, τίς ψηλές θερμοκρασίες καί στίς μεγάλες ταχύτητες ἀπαιτοῦσαν ἀπό τούς μηχανικούς βαθιά γνώση τῶν ἐπιστημονικῶν ἀρχῶν καί τῶν μαθηματικῶν. Ἡ ἀκρίβεια τῶν κατασκευῶν καί ὁ ἔλεγχος τῆς ποιότητας τῶν ὑλικῶν πού χρησιμοποιοῦσαν συντέλεσαν, ὥστε νά ἀναπτυχθεῖ ἡ **μετρολογία** καί ὁ **ποιοτικός ἔλεγχος**. Ἐνας καινούργιος τομέας, ἡ **Μηχανουργική Τεχνολογία**, ἄρχισε ἐπίσης ν' ἀναπτύσσεται καί μέ τήν πάροδο τοῦ χρόνου ὠθησε τήν ἔρευνα στόν τομέα τῶν μηχανολογικῶν κατασκευῶν. Παράλληλα καί ἕνα ἄλλος τομέας τῆς Τεχνολογίας, ἡ Χημεία, βοήθησε στή μεγάλη ἀνάπτυξη τῆς χημικῆς βιομηχανίας, πού δέν θά μπορούσε νά ἀναπτυχθεῖ χωρίς τίς χημικές ἔρευνες καί τήν ἀνάπτυξη τῆς ἐπιστήμης τῆς μηχανολογίας, ἀπό τήν ὁποία ἔχει ἀμεση ἐξάρτηση. Ἔτσι, ἀπό τό συνθετικό καουτσούκ τοῦ Χόφμαν (1909) φθάσαμε στό Περλόν καί τό Νάυλον (1938).

Στίς γραφικές τέχνες καί τήν τυπογραφία ὁ Ροῦντελ εἰσήγαγε τή μέθοδο Ὕοφσεντ καί ἡ πρόοδος ὀλοκληρώθηκε μέ τή Ξηρογραφία τοῦ Κάρλσον (1937).

Τέλος τό ἠλεκτροδυναμικό μικρόφωνο (1924) καί τό μαγνητόφωνο (1928) εἶναι ἐπινοήσεις τῆς περιόδου πού ἐξετάζομε.

#### Ἑρώτηση.

1. Ποιοί τομεῖς τῆς τεχνολογίας ἀναπτύχθηκαν κατά τήν περίοδο ἀπό τό 1900 ὡς τό 1943.

## 8.2 'Η πρόοδος στη Μηχανολογία.

Τό κυριότερο ύλικό κατασκευών κατά την περίοδο αυτή είναι ο χάλυβας. Παρασκευάσθηκαν πολλές ποικιλίες χάλυβα και κραμάτων, πού ήταν άπαραίτητα για νά ανταποκριθούν στις ανάγκες των μηχανών έσωτερικής καύσεως πού συνεχώς βελτιωνόταν, των λεβήτων ύψηλης πίεσεως, των άεριοστροβίλων και των συμπιεστών πού εργάζονται σέ ψηλές θερμοκρασίες. 'Η ποικιλία αυτή των χαλύβων δημιούργησε την ανάγκη νά τυποποιηθούν έτσι, ώστε οί μελετητές των μηχανών νά γνωρίζουν τίς ιδιότητες του ύλικού πού θά χρησιμοποιήσουν ή νά χρησιμοποιούν ύλικά, τά όποια εξασφαλίζουν την ασφάλεια των κατασκευών.

Οί εργαλειομηχανές βελτιώθηκαν και ή άκρίβεια κατεργασίας έφθασε σέ όρια άπόλυτης άκρίβειας μέ τή χρησιμοποίηση των βελτιωτικών μηχανών.

'Η άρχή τής *έναλλακτικότητας* πού άρχισε για τά πυροβόλα όπλα και πού ήταν άπαραίτητη για τή μαζική παραγωγή, όδήγησε στη δημιουργία ενός κώδικα, πού χαρακτηρίζει τή μέγιστη και τήν ελάχιστη απόκλιση από μιά διάσταση, ώστε ή άκρίβεια όποιασδήποτε κατασκευής νά κυμαίνεται μεταξύ όρίων πού έχουν καθορισθεί από πριν και νά μήν εξαρτάται από τόν τεχνίτη. "Έτσι, έκτός από τήν τυποποίηση των ύλικών, πού όνομάζομε *προδιαγραφή*, έπιτεύχθηκε και ή τυποποίηση στις άποκλίσεις των διαστάσεων μέ τό *σύστημα άνοχών*.

'Η περίοδος πού έξετάζομε είναι, ως πρός τόν τομέα τής Τεχνολογίας, ή περίοδος τής μαζικής παραγωγής και τής τυποποίησης. Είναι κυρίως ή περίοδος τής Μηχανουργικής Τεχνολογίας, δηλαδή τής έπιστήμης πού ασχολείται μέ τήν κατασκευή ενός έτοιμου προς χρήση μηχανουργικού προϊόντος σέ όλη τή φάση τής παραγωγικής διαδικασίας, δηλαδή από τήν πρώτη ύλη μέχρι τόν έλεγχο του έτοιμου προϊόντος.

'Ο οικονομικός συναγωνισμός, πού είναι αποτέλεσμα τής άναπτύξεως των μεταφορών και οί συνεχώς παλλαπλασιαζόμενες ανάγκες, όδήγησαν στην έρευνα για τή βελτίωση των μέσων παραγωγής και τή μείωση του κόστους. Στόν τομέα τής παραγωγής μηχανουργικών προϊόντων ό 'Αμερικανός μηχανικός Ταίυλορ ύπήρξε ό πρωτεργάτης· αυτός χρησιμοποίησε τούς ταχυχάλυβες ως ύλικά κοπής και μελέτησε τίς κινήσεις του εργαζόμενου, ώστε νά συντελέσει στη βελτίωση των μέσων παραγωγής μέ κύριο στόχο τή μείωση του χρόνου. "Έτσι όταν ό Ταίυλορ έξακρίβωσε ότι οί εργάτες, των όποίων έργο ήταν νά φτυαρίζουν κάρβουνο, έφθθαναν στο άνώτατο όριο άποδόσεώς τους, όταν ή φτυαριά ζύγιζε 9,5 κιλά, όλοι οί εργάτες χρησιμοποιούσαν πιά φτυάρια, πού έπαιρναν 9,5 κιλά.

Παρόμοιες άπλές για μάς σκέψεις, όπως ή σκέψη του Φόρντ *«άντί ό εργάτης νά πηγαίνει στην εργασία του, ή εργασία νά πηγαίνει στον εργάτη»*, του Ταίυλορ *«ποτέ ό εργαζόμενος δέν πρέπει νά κάνει ένα βήμα παραπάνω πού θά μπορούσε νά αποφύγει»* ή του Τζιλμπεθ *«ποτέ ό εργάτης δέν πρέπει νά είναι άναγκασμένος νά σκύβει για νά φθάσει τό αντικείμενο τής εργασίας του»*, όταν εφαρμόσθηκαν στην πράξη, μείωσαν τό χρόνο συναρμολογήσεως ενός πλαισίου (σασί) αυτοκινήτου μέ τή χρησιμοποίηση μιås γραμμής συναρμολογήσεως στα έργοστάσια Φόρντ από 12,5 ώρες σέ 1,5 ώρα. 'Επίσης ή παραγωγή αύξήθηκε από 78.000 αυτοκίνητα τό 1911 σέ 780.000 τό 1916 και μείωσαν τό κόστος από 690 δολάρια σέ 330.

'Απλές σκέψεις όταν εφαρμόσθηκαν επίσης και στον προγραμματισμό (1958)

μείωσαν τό χρόνο κατασκευής τοῦ πύραυλου, πού ἔστειλε τόν πρῶτο ἀμερικανικό δορυφόρο, κατά δύο χρόνια. Ἄλλωστε μήπως ὀλη ἡ πρόοδος τῆς Ἐπιστήμης δέν ἔχει σάν ἀφετηρία παρόμοιες ἀπλές σκέψεις τῶν ἀρχαίων λαῶν καί τῶν ἀρχαίων Ἑλλήνων;

Ἔτσι φθάνοντας στό 1943, πού τελειώνει ἡ περίοδος πού ἐξετάζομε, ἡ μηχανουργική τεχνολογία μέ τή βοήθεια τῆς μεταλλουργίας εἶχε σχεδόν ὀλοκληρώσει τήν πρόοδό της, χωρίς αὐτό νά σημαίνει ὀτι θά ἀνακοπτόταν στή συνέχεια ἡ προσπάθεια γιά τή βελτίωση τῶν μεθόδων ὀργανώσεως, παραγωγῆς καί ἐλέγχου καί θά τελείωνε μέ μιά καινούργια μέθοδο κατεργασίας, πού πρόσφεραν ὀι ἐργαλειομηχανές ἠλεκτρικῆς ἐκφορτίσεως, τίς ὀποῖες ἐπινόησε ὀ ρῶσος Λαζαρένκο (1943).

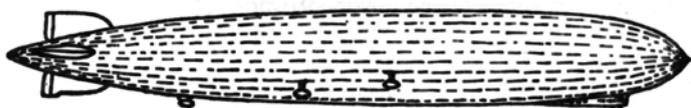
#### Ἐρωτήσεις.

1. Τί γνωρίζετε γιά τίς προδιαγραφές τῶν ὀλικῶν;
2. Τί εἶναι τό σύστημα ἀνοχῶν;
3. Σέ τί συνέβαλε ὀ Ταίυλορ;
4. Ποιά τά πλεονεκτήματα τῆς γραμμῆς συναρμολογήσεως;

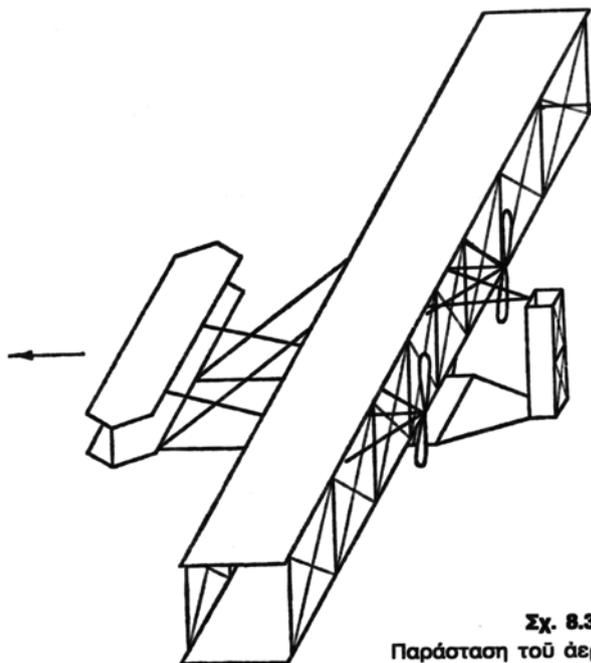
### 8.3 'Η πρόοδος στις μεταφορές.

Στις ήπειρωτικές μεταφορές ο σιδηρόδρομος εξακολούθησε νά αποτελεί τό κυριότερο μεταφορικό μέσο, αλλά τό αυτοκίνητο ἄρχισε σιγά-σιγά νά τόν συναγωνίζεταί επικίνδυνα. Περί τό τέλος τῆς περιόδου ἡ βελτίωση τοῦ ἀεροπλάνου ἄρχισε νά ἐκτοπίζει καί τά δύο αὐτά μέσα, ὡς πρός τή μεταφορά ἐπιβατῶν σέ μεγάλες ἀποστάσεις.

Στή θάλασσα τό πλοῖο παραμένει ὁ πρωταγωνιστής στις μεταφορές. Μεγάλα ὑπερωκεάνεια ἐξυπηρέτησαν τή διηπειρωτική ἐπιβατική συγκοινωνία, ὥσου ἐκτοπίσθησαν σήμερα τελείως. 'Η κυριότερη αἰτία ὑπῆρξε ἡ βελτίωση τοῦ αυτοκινήτου καί τοῦ ἀεροπλάνου, πού ὀφείλει πολλά στις ἔρευνες πού ἔγιναν γιά στρατιωτικούς σκοπούς. 'Αντίθετα ἡ ἔρευνα γιά τούς σιδηρόδρομους, πού εἶχε γνωρίσει ἀκμή μέχρι τό 1930, στή συνέχεια σχεδόν ἐγκαταλείφθηκε, γιατί οἱ ἐταιρίες δέν μπορούσαν νά ἀνταποκριθοῦν στις μεγάλες δαπάνες πού ἀπαιτοῦσε μιά τέτοια ἔρευνα.



**Σχ. 8.3α.**  
'Αερόπλοιο Ζέππελιν.

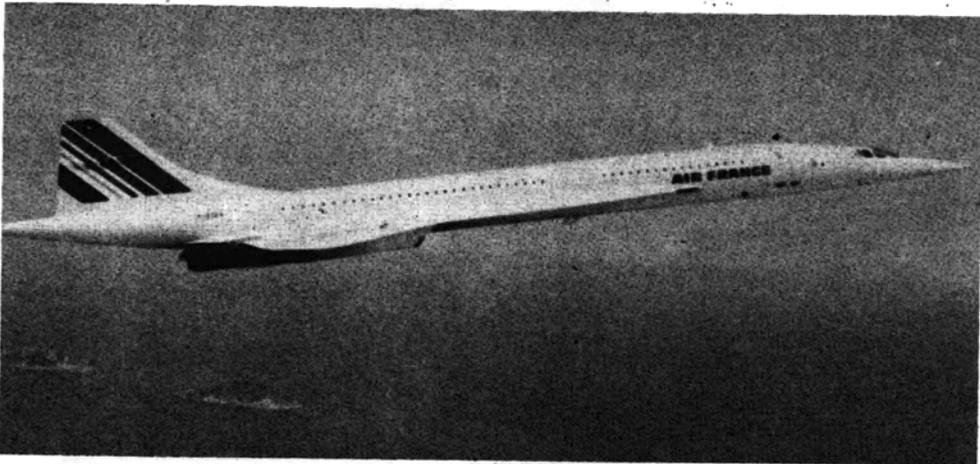


**Σχ. 8.3β.**  
Παράσταση τοῦ ἀεροπλάνου Ράιτ.

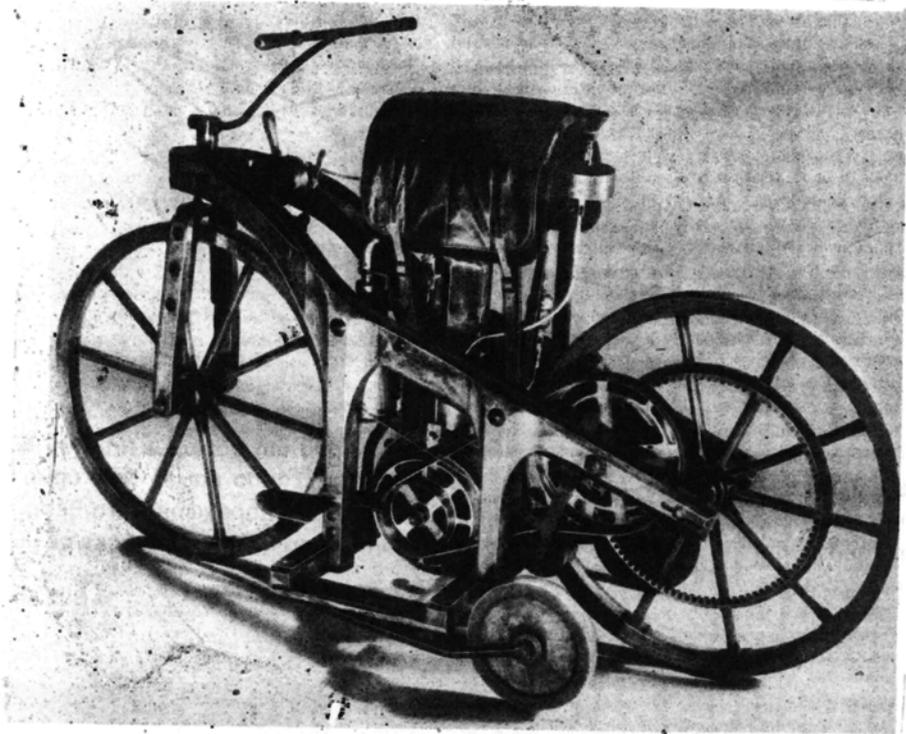


Σχ. 8.3γ.  
Βόϊνγκ 1938.

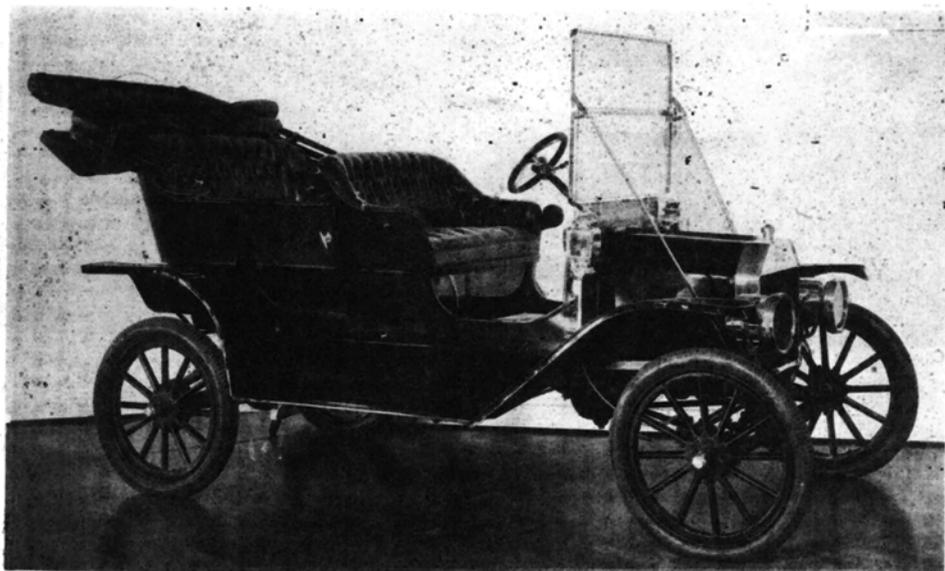
Έτσι, από τό Ζέππελιν (σχ. 8.3α) και τό αεροπλάνο τών αδελφών Ράιτ (σχ. 8.3β) φθάσαμε στό Μπόϊνγκ του 1938 (σχ. 8.3γ) και στό Τζάμπο και τό Κογκόρντ τής δεκαετίας μας (σχ. 8.3δ). Ή προώθηση βέβαια μέ έλικα παραχώρησε τή θέση της στην αερίωση μέ τήν κατασκευή νέου τύπου κινητήρα και περιορίσθηκε σέ μικρά αεροπλάνα.



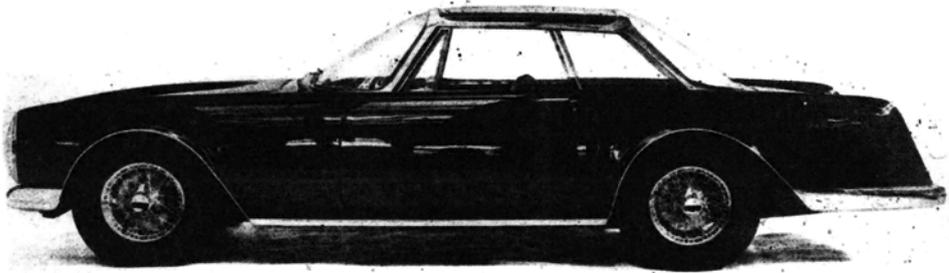
Σχ. 8.3δ.  
Κογκόρντ.



Σχ. 8.3ε.



Σχ. 8.3στ.  
Φορτάκι.



**Σχ. 8.3ζ.**

Σύγχρονο έπιβατικό αΰτοκίνητο.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΑΤΟ

### Η ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΤΗΣ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ Η ΚΑΤΑΚΤΗΣΗ ΤΟΥ ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΟΣ

#### 9.1 Γενικά.

Τά τελευταία τριάντα χρόνια είναι τόσο κοντά μας, ώστε είναι δύσκολο νά αξιολογήσει κανείς τήν τεχνολογική πρόοδο από καθαρά ιστορική σκοπιά. Μερικές όμως τεχνικές κατακτήσεις, πού θά πάρουν άσφαλώς τή θέση πού τούς άρμόζει στην ιστορία τής Τεχνικής, είναι σωστό νά αναφερθούν.

Μιά από αυτές είναι καί-ή βελτίωση τών μηχανών τών ρευστών· ή βελτίωση αύτή έδωσε τή δυνατότητα στον άνθρωπο νά επιχειρήσει μέ έπιτυχία τήν έξοδο του στο διάστημα. Στή δεκαετία του 1940 οι έρευνητές τής άεροναυτικής θεωρούσαν ότι ή πτήση μέ ταχύτητα μεγαλύτερη από τήν ταχύτητα του ήχου ήταν άδύνατο νά έπιτευχθεί. Ή ταχύτητα αύτή έδω καί άρκετά χρόνια είναι πιά ό κανόνας κι αύτό όφείλεται στην άεριοπροώθηση. Για τήν έξοδο όμως από τή γή στο διάστημα άπαιτείται ταχύτητα 50 φορές μεγαλύτερη από τήν ταχύτητα του ήχου. Ήπίσης κατά τή διαστημική πτήση άνέκυπταν προβλήματα έπιστροφής στη γή, τά όποια μόνο μέ τήν εύρεία χρήση ήλεκτρονικών ύπολογιστών θά μπορούσαν νά έπιλυθούν. Ήξάλλου ή παρακολούθηση τής τροχιάς τών διαστημοπλοίων άπαιτούσε γιγαντιαία ραδιοτηλεσκοπία (σχ. 9.1α) καί ή προώθηση νέους τύπους καυσίμων.

Όταν τά προβλήματα αύτά έπιλύθηκαν ό πρώτος τεχνητός δορυφόρος έγκατέλειψε τό σοβιετικό έδαφος καί εισήλθε στο διαστημικό χώρο (1957) ενώ ύστερα από λίγο άκολούθησε καί ό πρώτος άμερικανικός (1958).

Οί έπανδρωμένες πτήσεις δέν άργησαν νά άκολουθήσουν. Τό 1961 ό Ρώσος Γκαγκάριν θά πετάξει στο διάστημα καί ένα χρόνο άργότερα ό πρώτος άμερικανικός τηλεπικοινωνιακός δορυφόρος θά τεθεί σέ τροχιά. Τό 1966 οι Ρώσοι προσεδάφισαν διαστημόπλοιο στην Ήφροδίτη καί τό 1971 οι Άμερικανοί άστροναύτες περπάτησαν στη Σελήνη. Σήμερα τηλεπικοινωνιακοί καί μετεωρολογικοί τεχνητοί δορυφόροι καθώς καί διαστημικοί σταθμοί κινούνται σέ τροχιά γύρω από τή γή, ενώ διαστημόπλοια διασχίζουν τό ήλιακό μας σύστημα καί κατευθύνονται σέ μακρινούς πλανήτες για τή λήψη φωτογραφιών. Ήξάλλου έτοιμάζονται καί τά πολυανθρωπότερα διαστημικά ταξίδια (σχ. 9.1β).

Ένα άλλο μεγάλο έπίτευγμα ύπηρεξε ή κατασκευή άτομικών αντίδραστήρων, πού επέτρεψαν τή χρησιμοποίηση τής άτομικής ένέργειας τόσο για πολεμικούς, όσο καί για ειρηνικούς σκοπούς. Τό 1954 τό άμερικανικό ύποβρύχιο «Ναυτίλος» κινήθηκε μέ τή βοήθεια τής άτομικής ένέργειας, ενώ τό 1957 κατασκευάσθηκε στην



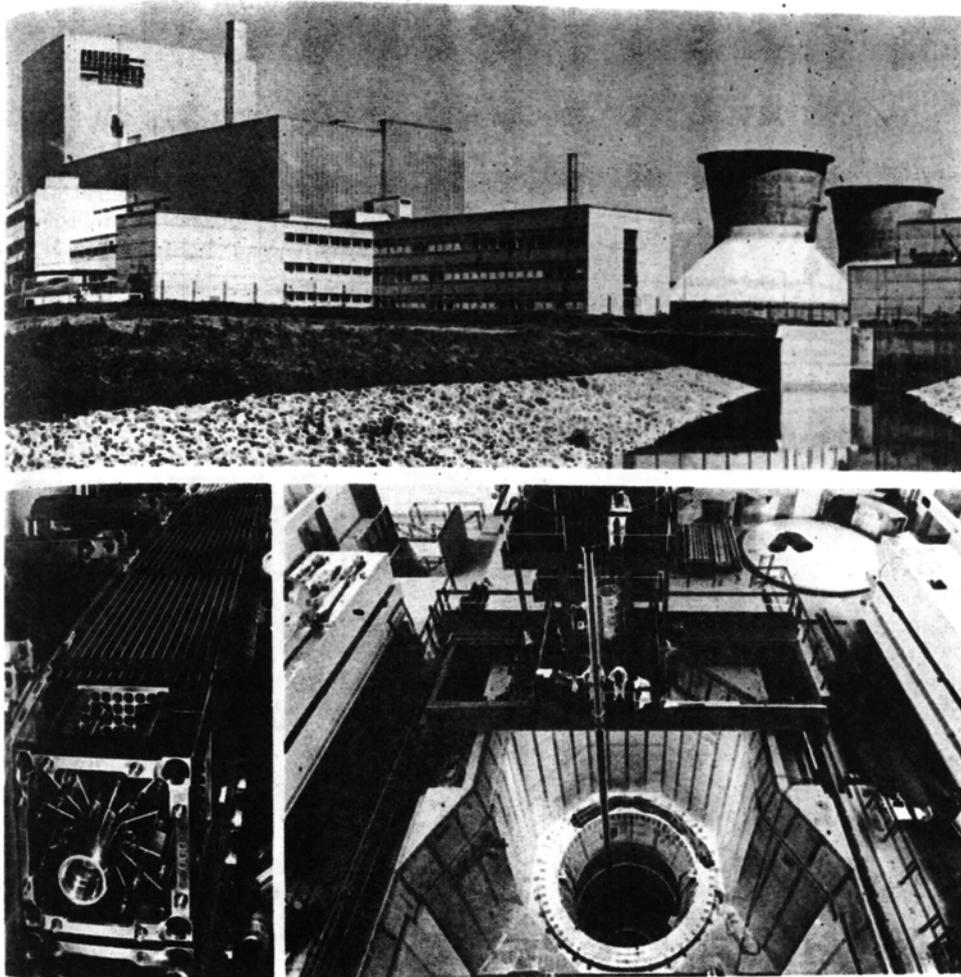
**Σχ. 9.1α.**

“Υπερσύγχρονο ραντάρ με υπερευαίσθητη κεραία  
για τήν επικοινωνία μεταξύ τών διαστημικών  
σταθμών τής γής καί διαστημοπλοίων.



**Σχ. 9.1β.**

Ἄγγλια τό πρῶτο άτομικό ἐργοστάσιο παραγωγῆς ἠλεκτρικῆς ἐνέργειας. "Ἐτσι ἡ ἀνθρωπότητα μπορεῖ νά ἐλπίζει ὅτι μέ τήν εἰρηνική χρησιμοποίηση τῆς ἀτομικῆς ἐνέργειας θά λύσει πολλά ἀπό τά προβλήματα τῆς (σχ. 9.1γ).



Σχ. 9.1γ.

Στήν ἱστορία τῆς τεχνολογίας θά πάρουν ἀσφαλῶς θέση τά τρανζίστορες (1948), οἱ ἀκτίνες Λέιζερ (1960), ὁ ἀεριοστρόβιλος καί τά πλαστικά, πού ἐκτόπισαν ἤδη σέ πολλές περιπτώσεις τά μέταλλα, τά ὑφάσματα καί τό ξύλο.

## ΜΕΡΟΣ Β'

### ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ

#### ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΠΡΟΚΑΛΕΣΕ Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

##### 10.1 Γενικά.

Όπως είδαμε μέχρι τώρα, ο άνθρωπος ανέπτυξε τό σημερινό τεχνολογικό πολιτισμό προσπαθώντας νά ἐπιλύσει τά προβλήματα πού είχε νά ἀντιμετωπίσει στό περιβάλλον, μέσα στό όποιο ζούσε. Ἡ λύση ὁμως τοῦ ἑνός προβλήματος δημιουργοῦσε ἕνα καινούργιο πρόβλημα καί ἡ ἀλυσίδα αὐτή συνεχίζεται χωρίς τελειωμό. Ἡ ἀνάπτυξη τῆς σύγχρονης ἐπιστήμης καί τεχνολογίας τοῦ ἐπέτρεψε νά κατέβει στά σκοτεινά βάθη τῶν θαλασσῶν, νά περπατήσει στό διάστημα, νά ἐλέγχει τήν πυρηνική δύναμη καί νά μεταβιβάζει μηνύματα μέ τήν ταχύτητα τοῦ φωτός.

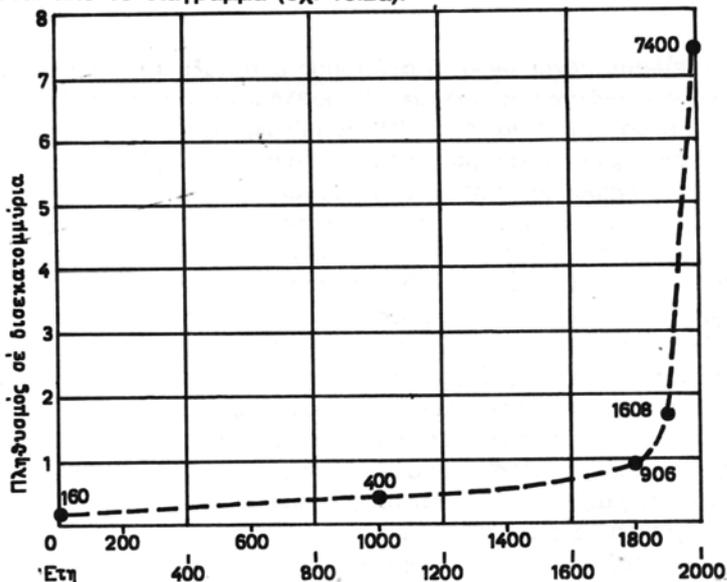
Όλα ὁμως τά ἐπιτεύγματα κλείνουν μέσα τους τόν κίνδυνο τῆς καταστροφῆς. Ὁ ἔλεγχος τῆς ἀτομικῆς δυνάμεως συνοδεύεται ἀπό τόν κίνδυνο ἀτομικοῦ πόλεμου. Ἡ πρόοδος τῆς ἱατρικῆς μέ τή βοήθεια τῆς ἐπιστήμης καί τῆς Τεχνολογίας δημιούργησε ἐκρηκτική αὔξηση τοῦ ἀνθρώπινου πληθυσμοῦ. Οἱ παραγωγικές πηγές χρησιμοποιοῦνται ἐντατικά καί πολλές φορές ἐξαντλοῦνται ἀνεξέλεγκτα. Τό μέλλον τοῦ πλανήτη μας ἐμφανίζεται ζοφερό ἀπό τούς ἀπαισιόδοξους καί κρίσιμο ἀπό τούς ἐπιστήμονες. Ὁδηγούμαστε στήν ἐξαφάνιση τῶν εὐνοϊκῶν ἀποτελεσμάτων τῆς Τεχνολογίας καί στήν καταστροφή τοῦ περιβάλλοντός μας, ἂν ὁ ἄνθρωπος δέν πάρει ἐγκαιρα τά σωστά μέτρα.

Τά κύρια προβλήματα τῆς σύγχρονης ἀνθρωπότητας εἶναι ὁ ὑπερπληθυσμός πού παρατηρεῖται στίς ἀναπτυσσόμενες χώρες, ἡ ὑπερανάπτυξη τῆς οἰκονομίας στίς τεχνολογικά προηγμένες χώρες, ἡ γρήγορη ἐξάντληση βασικῶν πόρων, πού δέν ἀνανεώνονται, καί ἡ μόλυνση τοῦ περιβάλλοντος. Οἱ ἀπαισιόδοξοι βιολόγοι πιστεύουν ὅτι ἡ ἐπίλυση αὐτῶν τῶν προβλημάτων, πού εἶναι πολύπλοκα καί ἡ ἐκτασή τους σέ πολλά σημεία παραμένει ἀγνωστή, εἶναι ἰδιαίτερα δυσχερῆς ἂν ὄχι ἀδύνατη, ἐνῶ οἱ αἰσιόδοξοι, χωρίς νά παραγνωρίζουν τήν κατάσταση, πιστεύουν στήν ἱκανότητα τῆς προσαρμογῆς τοῦ ἀνθρώπου καί ἐπομένως στή σωτηρία τοῦ ἀνθρώπινου εἴδους.

Όλοι ὁμως συμφωνοῦν ὅτι ὑπάρχει ἄμεση ἀνάγκη τῆς ἰσόρροπης ἀναπτύξεως τῆς τεχνολογίας καί τῶν ἀξιών, δηλαδή στήν κινητοποίηση τῶν ἱκανοτήτων, τῆς εὐφυΐας καί τήν ἐξάπλωση τῆς γενικότερης παιδείας τοῦ ἀνθρώπινου γένους, γιά νά ἐπιτευχθεῖ ἡ λύση τῶν προβλημάτων αὐτῶν.

## 10.2 'Η πληθυσμιακή έκρηξη.

Ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα των καιρών μας, όπως είπαμε, είναι η άλματώδης αύξηση του πληθυσμού του πλανήτη μας. Τό 1800 ο πληθυσμός της γης μόλις είχε πλησιάσει τό ένα δισεκατομμύριο. Τήν εποχή εκείνη ο Ρόμπερτ Μάλθους (1766-1834), ένας από τή μεγάλη τριανδρία των ιδρυτών τής οικονομικής επιστήμης ("Ανταμ Σμίθ - Ντίβιντ Ρικάρντο - Ρόμπερτ Μάλθους) μέ τό βιβλίο του «Δοκίμιο γιά τόν πληθυσμό» διατύπωσε τήν άποψη ότι αύξηση τών διαθεσίμων ποσοτήτων τών μέσων διατροφής, οδηγεί σέ αύξηση του άριθμού τών καταναλωτών, δηλαδή οδηγεί σέ αύξηση τών γεννήσεων. Κι έπειδή κατά τόν Μάλθους, ο άριθμός τών ατόμων πού μπορούν νά ζήσουν στόν πλανήτη μας καθορίζεται περιοριστικά από τίς δυνατότητες διατροφής, οί άνθρωποι θά ζούν γιά πάντα κάτω από τή δαμόκλεια σπάθη του λιμού. Από τότε τή **γραμμική αύξηση** πού παρουσίαζε ή μεταβολή του πληθυσμού διαδέχθηκε ή **έκθετική**, μέ αποτέλεσμα ο πληθυσμός τής γης νά φθάσει σήμερα τά 4.000.000.000 καί νά προβλέπεται ή αύξησή του στα 7.000.000.000 τό έτος 2.000, όπως φαίνεται από τό διάγραμμα (σχ. 10.2α).



Σχ. 10.2.

Πληθυσμιακή αύξηση του πλανήτη μας ανά τούς αιώνες.

Τό ποσοστό αύξήσεως του πληθυσμού είναι διαφορετικά καταμεμημένο στις διάφορες περιοχές του πλανήτη μας καί εξαρτάται κυρίως από τό βαθμό ανάπτυξεως κάθε χώρας.

Οί τροφές, πού έχομε στή διάθεσή μας σήμερα μπορούν νά αύξηθούν ως ένα βαθμό μέ τίς τεχνολογικές βελτιώσεις, αλλά μακροπρόθεσμα ή αύξηση αυτή δέν θά είναι άρκετή, γιατί οδηγεί στην εξάντληση γηίνων πηγών πού ένδεχομένως δέν θά μπορούν νά αντικατασταθούν. Παράλληλα ή χρησιμοποίηση τών φυτοφαρμάκων καί τών λιπασμάτων, πού είναι άπαραίτητα γιά τήν αύξηση τής παραγωγής, δημιουργεί προβλήματα ρυπάνσεως του περιβάλλοντος.

‘Υπολογίζεται ότι για την εξάλειψη της ένδημικης πείνας που παρατηρείται σε αρκετές περιοχές του κόσμου, και τη βελτίωση της ποιότητας των τροφών, είναι απαραίτητη η αύξηση της παγκόσμιας γεωργικής παραγωγής κατά ποσοστό 3-4% τό χρόνο. ‘Υπολογίζεται επίσης ότι ο συνολικός πληθυσμός, που μπορεί να διαθρέψει ο πλανήτης μας με τις σημερινές οικολογικές συνθήκες ανέρχεται σε 11.000.000.000 άτομα, όσος δηλαδή θα είναι ο πληθυσμός της γης στα μέσα του επόμενου αιώνα.

Βέβαια, για τη διασφάλιση της διατροφής όλων αυτών των κατοίκων της γης επιβάλλεται η έντατικοποίηση της παραγωγής τόσο στην ξηρά όσο και στη θάλασσα. Μακροπρόθεσμα όμως αυτό θα έχει ως συνέπεια τη ζημιά ως προς τη δυνατότητα παραγωγής τροφών. Η *πράσινη επανάσταση* που συνετέλεσε στη δυνατότητα να διπλασιασθούν οι τοπικές αποδόσεις στο Μεξικό και το Πακιστάν, απαιτεί τεράστιες ποσότητες έντομοκτόνων και νιτρικών λιπασμάτων, τα οποία όμως ρυπαίνουν το περιβάλλον και δημιουργούν προβλήματα στην ισορροπία της πανίδας. Η αλόγιστη χρήση έντομοκτόνων εκτός από τις σοβαρές συνέπειες που έχει και στη διατροφή των ανθρώπων, απειλεί, αν μέρος των έντομοκτόνων μεταφερθεί στη θάλασσα, να προκαλέσει σοβαρές ανωμαλίες στο θαλάσσιο οικοσύστημα, από το οποίο εξαρτάται κατά 20% η διατροφή των ανθρώπων με βάση την πρωτεΐνη.

### 10.3 Η ρύπανση του περιβάλλοντος.

‘Η συνεχώς αυξανόμενη τεχνολογία και η οικονομική ανάπτυξη συνετέλεσαν ώστε ο άνθρωπος να παρέμβει στο οικοσύστημα με αποτέλεσμα να δημιουργούνται σοβαρά προβλήματα για την επιβίωση του ανθρώπου στον πλανήτη μας. Τό περιβάλλον ύφιστάται από την αλόγιστη πολλές φορές παρέμβαση του ανθρώπου μεταβολές τέτοιες ώστε τό πρόβλημα της προστασίας του να προβάλλει απαιτητικά ως ένα από τά σπουδαιότερα προβλήματα της σύγχρονης ανθρωπότητας, όπως έχουμε ήδη επισημάνει.

Τό πρόβλημα της προστασίας του περιβάλλοντος δέν είναι καινούργιο. ‘Απασχολεί τά κράτη εδώ και πολλούς αιώνες. Τό 1307 μ.Χ. ό ‘Εδουάρδος ό 1ος της ‘Αγγλίας απαγόρευσε τή χρήση του γαιάνθρακα, για να μήν ενοχλούνται από τόν καπνό οι γείτονες και να διαφυλάγεται η υγεία τους. ‘Επίσης τό 1388 ό Ριχάρδος ό 2ος της ‘Αγγλίας είχε εκδώσει νόμο «για τήν τιμωρία εκείνων που προκαλούσαν ρύπανση κοντά σε μία πόλη».

Τό κυριότερο αίτιο της άνατροπής της ισορροπίας στη φύση είναι η τεχνολογική πρόοδος. ‘Η βιομηχανική οικονομία δημιουργεί τεράστιες ποσότητες ρυπαντικών, πολλά από τά οποία είναι τοξικά, όπως ό υδράργυρος και ό μόλυβδος από τά χημικά εργοστάσια, και τό μονοξείδιο του άνθρακα που εκπέμπουν τά αυτοκίνητα. ‘Αλλα πάλι είναι άπλως ενοχλητικά, όπως όρισμένη καπνιά από τά εργοστάσια. Σ’ αυτά πρέπει να προστεθούν και οι πιό επικίνδυνες μολύνσεις που προκαλούνται από τά ραδιενεργά κατάλοιπα των πυρηνικών εργοστασίων.

Μέχρι σήμερα δέν είναι άπόλυτα γνωστό πόση ποσότητα ρυπαντικών μπορεί να άπορροφήσει τό οικοσύστημα, χωρίς να κινδυνεύσει να άλλοιωθει. Πρέπει όμως να υπάρχει ένα άνώτατο όριο και ό κίνδυνος προσεγγίσεως αυτού του όριου αυξάνεται από τό μικρό χρονικό διάστημά που απαιτείται από τό χρόνο που εμφανίζεται τό ρυπαντικό στο περιβάλλον ως τήν πρώτη εμφάνιση των βιολογικών ζημιών που

προκαλεί. Χαρακτηριστικό παράδειγμα, για να περιορισθούμε σε ένα μόνο, είναι η μεγάλη συγκέντρωση του έντομοκτόνου DDT που τόσο σπάταλα είχε χρησιμοποιηθεί στο άμεσο παρελθόν, στα ψάρια· η μόλυνση των ψαριών θά μεγάλωνε συνεχώς αν δεν είχε απαγορευθεί η χρήση του· αποτέλεσμα της μεγάλης περιεκτικότητας σε DDT των ψαριών θά ήταν και η αύξηση της ποσότητας του DDT που θά εισερχόταν στον οργανισμό των ανθρώπων, αλλά και των ζώων που καταναλώνουν ψάρια, με άγνωστες συνέπειες για την υγεία τους.

Οι έπιπτώσεις της ρυπάνσεως είναι σοβαρές ακόμα και αν δεν είναι εμφανείς· δυστυχώς πέρασε ο καιρός, ιδιαίτερα για τους κάτοικους των πόλεων, που πίστευαν ότι ο αέρας, ο ήλιος, τό νερό, ή θάλασσα, τά δάση, τά βασικότερα δηλαδή αγαθά της ζωής, είναι άνεξάντλητα και συνεπώς χωρίς καμιά αξία. Χαρακτηριστική είναι η παρακάτω διαπίστωση ότι οι άλλες αξίες της ζωής δεν μπορούν να θυσιάζονται στο βωμό της οικονομικής αναπτύξεως, που αναφέρει η 'Ιαπωνική Λευκή Βίβλος της Οικονομίας του 1975.

**‘Ο ρυθμός βιομηχανικής αναπτύξεως της 'Ιαπωνίας έγινε εις βάρος της ευημερίας της.**

*‘Η μακρά συνέχεια των καταπληκτικών επιτυχιών, που έχει γνωρίσει η πρόσφατη ιστορία της οικονομικής αναπτύξεως της 'Ιαπωνίας, είναι τό φυσικό αποτέλεσμα της επιτυχημένης οικονομικής πολιτικής, που εφαρμόσθηκε από την τάξη των πολιτικών και των επιχειρηματιών.*

*‘Η πολιτική όμως αυτή της αποκλειστικής επιδιώξεως ύψηλών ρυθμών βιομηχανικής αναπτύξεως, είχε και ένα άρνητικό αποτέλεσμα: έγινε εις βάρος της κοινωνικής ευημερίας. Πράγματι, ακόμα και στίς αρχές της δεκαετίας του 1970, ή θυσία στην 'Ιαπωνία των μεγάλων κοινωνικών κατακτήσεων, που έγνωρισε ή Εύρώπη, εν όνοματι της επιδιώξεως των επιπέδων παραγωγικής αναπτύξεως αναλόγων πρός τά των 'Ηνωμένων Πολιτειών, ήταν τό κυριώτερο κίνητρο της παραγωγικής προσπάθειας του μεγαλύτερου μέρους του έθνους και είχε την ολόψυχη έπιδοκιμασία της κοινής γνώμης.*

*‘Η κρίση του πετρελαίου έφερε σε φώς τά όρια των δυνατοτήτων αναπτύξεως της ιαπωνικής οικονομίας, ή δέ έξάντληση των προϋποθέσεων εκείνων, που είχαν προσδιορίσει κατά την τελευταία είκοσαετία την οικονομική αυτή ανάπτυξη, επιβάλλει τώρα την αναζήτηση ενός νέου δρόμου αναπτύξεως, ιδίως όμως ένα νέο καθορισμό του περιεχομένου της αναπτύξεως αυτής.*

*Οι αύξανόμενες δυσκολίες, που συνδέονται με τίς ένεργειακές ανάγκες, οι σοβαρές καταστροφές που έχει προξενήσει στο φυσικό περιβάλλον ή υπέρμετρη έκβιομηχάνιση, ο στενός συγχρονισμός των φάσεων της αναπτύξεως και της κρίσεως στην οικονομική δραστηριότητα των βιομηχανικών χωρών, δεν αποτελούν παρά μόνο μικρά δείγματα της νέας πραγματικότητας που είναι αναγκασμένη να άντιμετωπίση ή 'Ιαπωνία.*

*‘Όλα αυτά, μαζί με άλλους πιά είδικά περιστασιακούς παράγοντες, όπως είναι ό ύψηλός ρυθμός του πληθωρισμού και οι άρνητικές του έπιπτώσεις στίς καταναλωτικές δυνατότητες των οικογενειών, έχει προκαλέσει μιά βαθειά αναθεώρηση των αρχών που προσδιόριζαν ως τώρα την οικονομική ανάπτυξη της χώρας.*

*Τόσο στους κυβερνητικούς κύκλους όσο και στους άκαδημαϊκούς, τό πρόβλημα της επανορθώσεως των υπερβολών, αποτελεί σήμερα ένα πρόβλημα άπολύτου προτεραιότητας.*

*Ἡ ἀκαταλληλότης τῆς ἀντιλήψεως τοῦ ὅτι τό ὕψος τοῦ ἀκαθαρίστου ἐθνικοῦ εἰσοδήματος μπορεῖ νά καθορίζη τόν βαθμό τῆς εὐημερίας, ὅχι μόνο εἶναι σήμερα ἀνεπιφύλακτα ἀποδεκτὴ μεταξὺ τῶν κυβερνητικῶν κύκλων, ἀλλὰ καί ἔχει γίνει ἕνας καινούργιος τρόπος ἀντιμετωπίσεως τῶν κοινωνικῶν προβλημάτων, πού ἔστω καί μέ βραδύτητα, ἔχουν τεθῆ ἔντονα στήν σημερινή Ἰαπωνία. Ἡ ἐτησία αὔξησι τοῦ ἀκαθαρίστου ἐθνικοῦ εἰσοδήματος, σύμφωνα μέ τούς νέους προσανατολισμούς, δέν πρέπει νά ἀποτελῆ αὐτοσκοπό, ὅπως συνέβαινε ἕως τώρα, ἀλλὰ νά εἶναι προϊόν τῆς ἐθνικῆς εὐημερίας.*

**Ἑρωτήσεις.**

1. Ποιά εἶναι τά σπουδαιότερα προβλήματα, πού ἀντιμετωπίζει ἡ ἀνθρωπότητα;
2. Ποιά προβλήματα δημιουργοῦνται ἀπό τήν αὔξησι τοῦ πληθυσμοῦ τῆς γῆς;
3. Τί γνωρίζετε γιά τή ρύπανσι ἀπό τό DDT;

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΔΕΚΑΤΟ

### ΤΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ

#### 11.1 Γενικά.

“Όπως έχομε αναφέρει στα προηγούμενα, ο άνθρωπος ώσπου νά χρησιμοποιήσει τόν άτμό, δηλαδή ώς τή βιομηχανική επανάσταση, χρησιμοποίησε τήν ένέργεια πού του προσπόριζε ή φύση από τόν άέρα, από τό νερό καί από τό ξύλο. ‘Η ένέργεια αύτή μπορούσε πρακτικά νά ανανεώνεται καί αυτό όφείλεται στό ζωοδότη ήλιο· έτσι οί κοινωνίες ήταν σέ θέση νά ίκανοποιούν τίς τότε ανάγκες τους. ‘Η βιομηχανική επανάσταση καί ή τεχνολογική εξέλιξη όδήγησε στή χρησιμοποίηση του γαιάνθρακα, του πετρελαίου καί τής άτομικής ένέργειας, γιατί ούτε ή άκανόνιστη ένέργεια του άέρα, ούτε ή περιορισμένη ποσότητα ένέργειας του νερού, ούτε ή φτωχή ένέργεια από τό ξύλο ήταν σέ θέση νά καλύψει τίς συνεχώς αύξανόμενες ανάγκες. ‘Ο γαιάνθρακας, τό πετρέλαιο καί τό ούράνιο είναι πρώτες ύλες, οί όποιες δημιουργήθηκαν πριν από έκατομμύρια χρόνια. Στο σχήμα 11.1 παρίσταται σχηματικά ή πρόβλεψη καλύψεως των παγκοσμίων αναγκών ένέργειας, έκτός από τίς χώρες του ανατολικού συνασπισμού.

“Ένα άκόμη μειονέκτημα, πού προκύπτει από τίς παραπάνω πρώτες ύλες πού χρησιμοποιούνται για τήν παραγωγή ένέργειας είναι ότι οί περισσότερες χώρες δέν παράγουν τίς πρώτες αυτές ύλες έχοντας έτσι έλλειμματικό ίσοζύγιο καί συνεπώς ή οικονομία τους, ή όποία κυρίως στηρίζεται στήν κατανάλωση ένέργειας έξαρτάται από τίς χώρες πού παράγουν τίς ύλες αυτές.

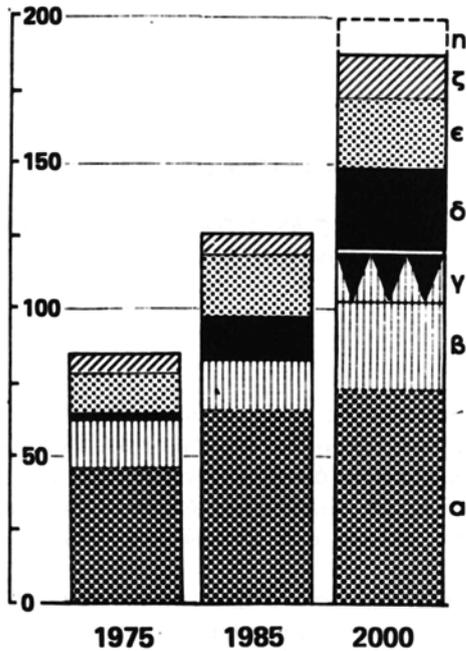
Συνέπεια αύτης τής έξαρτήσεως ύπήρξε ή ενεργειακή κρίση των τελευταίων έτών, πού επέδρασε δυσμενώς στήν Παγκόσμια οικονομία. “Έτσι κάθε χρόνο όλος ό κόσμος περιμένει μέ άγωνία τήν άπόφαση των πετρελαιοπαραγωγών χωρών για τόν καθορισμό τής τιμής του πετρελαίου.

‘Ο ίδιος κίνδυνος έξαντλήσεως των αποθεμάτων ύπάρχει καί για άλλες πρώτες ύλες, πού έχουν γίνει άπαραίτητες στή ζωή μας, όπως π.χ. ό χαλκός καί τά άλλα μέταλλα καί τά τόσο άπαραίτητα για τή γεωργική παραγωγή φωσφορικά άλατα.

#### ‘Ερωτήσεις.

1. Ποιές πρώτες ύλες χρησιμοποιούνται για τήν παραγωγή ένέργειας;
2. Πού όφείλεται ή ενεργειακή κρίση;

Ίσόποσο εκατ. βαρελιών  
πετρελαίου τήν ημέρα.



Σχ. 11.1.

Πώς προβλέπεται ή κάλυψη των παγκοσμίων αναγκών ενέργειας.

- α) Πετρέλαιο. β) Άνθρακας. γ) Πρόσθετη πυρηνική ενέργεια ή άνθρακας. δ) Πυρηνική. ε) Φυσικό αέριο. ζ) Ήλιακή/ύδατοπτώσεις κλπ. η) Μή καλυπτόμενες ανάγκες.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΩΔΕΚΑΤΟ

### Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΠΙΛΥΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΠΟΥ ΔΗΜΙΟΥΡΓΗΣΕ

#### 12.1 Γενικά.

Πρίν εξετάσουμε περιληπτικά πώς μπορεί ή τεχνολογία να συμβάλλει στην επίλυση των προβλημάτων, πού ή ίδια δημιούργησε, είναι σκόπιμο να δούμε πώς περιγράφει τά προβλήματα αυτά ο καθηγητής του Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης Ι. Ξεάρχος σέ άρθρο του μέ τίτλο «*Πώς βλέπουν οί σύγχρονοι βιολόγοι τήν έπιβαλλόμενη σεισμική αλλαγή στίς ανθρώπινες κοινωνίες του πλανήτη μας*» έπισημαίνοντας:

*«Ό κόσμος πλησιάζει σήμερα στό δριο τής οικολογικής καταστροφής όχι από ένα άπλό σφάλμα, τό όποιο κάποια έξυπνη αναπροσαρμογή μπορεί να τό διορθώσει αλλά από όλόκληρη φάλαγγα οικονομικών, πολιτικών και κοινωνικών δυνάμεων, οί όποιες συνιστούν τήν πρόοδο τής Ιστορίας. Καθένας πού προτείνει τή θεραπεία για τή σημερινή όξύτητα κρίσεως στό περιβάλλον, αναλαμβάνει μέ τίς προτάσεις του να αλλάξει τή διαδρομή τής Ιστορίας.*

Στό σύγγραμμά «τά δρια τής αύξήσεως» ό Ντένις Μήντους και οί συνάδελφοί του αναφέρουν ένα γαλλικό αίνιγμα για παιδιά: «Ένα τεράστιο νούφαρο, πού διπλασίαζε τό μέγεθός του κάθε μέρα, σκέπαζε σιγά-σιγά τή λίμνη ενός γεωργού. Άν τό άφηνε να μεγαλώνει χωρίς έλεγχο, τό νούφαρο θά σκέπαζε τή λίμνη σε τριάντα μέρες, καταστρέφοντας κάθε άλλη ζωή στή λίμνη. Ό γεωργός αποφάσισε να μήν κόψει τό νούφαρο ώσπου να καλύψει τή μισή λίμνη. Σε ποιά μέρα θά συμβεί αυτό; Ά άπάντηση είναι βέβαια τήν 29η μέρα. Στό γεωργό μένει μιά μόνο μέρα για να σώσει τή λίμνη.

Ό Μήντους χρησιμοποίησε τό γαλλικό αυτό αίνιγμα για να δείξει τήν ταχύτητα μέ τήν όποία ή έκθετική αύξηση του πληθυσμού πλησιάζει ένα καθορισμένο δριο. Ά Ιστορία είναι επίσης διδακτική για να δώσει τήν ανθρώπινη άδιαφορία και άμέλεια για τίς ζημιές πού γίνονται στό διαστημόπλοιο Γη. Στό σημερινό σημείο τής ανθρώπινης Ιστορίας, ό υπερπληθυσμός, ή ρύπανση και ή κατανάλωση μη ανανεούμενων πηγών αύξάνονται έκθετικά. Αυτό σημαίνει ότι αύξάνονται άνατοκιστικά. Ά παγκόσμια π.χ. βιομηχανική παραγωγή αύξανόταν μέ ρυθμό 7% τό χρόνο, κάτι πού δέν προκαλεί άνησυχίες ώσπου να διερευνήσει κανείς τί σημαίνει αυτό. Έκατό δολάρια άνατοκιζόμενα μέ 7% τό χρόνο διπλασιάζονται μέσα σε 10 χρόνια. Ά έκθετική βιομηχανική αύξηση καταναλώνει δισεκατομμύρια τόννους από πρώτες ύλες και προσθέτει στό περιβάλλον δισεκατομμύρια τόννους ρυπαντικών τό χρόνο.

Είναι φανερό ότι δεν μπορεί να διατηρηθεί μία τέτοια βιομηχανική αύξηση σε ένα πλανήτη με περιορισμένους πόρους. Η έκλογή που αντιμετωπίζει σήμερα η ανθρωπότητα είναι ή να προσπαθήσει να κάνει ανάσχεση στη βιομηχανική ανάπτυξη μέσα στα όρια των γηϊνων πόρων, με την παραδοχή ενός λογικού όριου αύξησης, ή να συνεχίσει την αύξηση της βιομηχανικής ανάπτυξεως και του υπερπληθυσμού, ως τό σταμάτημα από τη φύση, με τρόπους πολύ σκληρότερους από εκείνους τους οποίους θα έχει επιβάλλει η κοινωνία μόνη της.

Θεωρητικά είναι δυνατή η σταθεροποίηση του ανθρώπινου πληθυσμού και της οικονομίας σε ένα επίπεδο τό οποίο ο πλανήτης γη, μπορεί να τροφοδοτήσει για χιλιετίες. Άλλά μία τέτοια απόφαση θα απαιτήσει άμεσες αλλαγές σε όλες σχεδόν τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Τουτό σημαίνει περιορισμό στο ρυθμό των γεννήσεων με έξαναγκασμό αν είναι απαραίτητο. Στροφή στη διάθεση των κεφαλαίων από τη βιομηχανία στη μη οικονομικά αποδοτική δραστηριότητα της παραγωγής τροφών και πιθανώς επανακατανομή των θησαυρών στις πλούσιες χώρες. "Όπως τόνισε ο *Bary Commoner*, μία τέτοια απόφαση δεν θα διέφερε από την προσπάθεια αλλαγής του ρου της Ιστορίας.

Η επίλυση της οικολογικής κρίσης δεν είναι επομένως κυρίως τεχνολογική, αλλά πολιτική και κοινωνική. Τά άτομα αλλάζουν άργά, εάν αλλάζουν, οι κοινωνίες όμως είναι περισσότερο έμμονες, από τά άτομα στην αλλαγή. Η έκθετική αύξηση του πληθυσμού ώθει τό κρίσιμο σημείο απόφασεως πλησιέστερα, με μία επιταχυνόμενη ταχύτητα. Η ανθρωπότητα αντιμετωπίζει την ανάγκη για την πραγματοποίηση ριζικών αλλαγών στην ανθρώπινη κοινωνία σε ένα πολύ σύντομο χρονικό διάστημα, πιθανόν μέσα σε δύο ή τρεις γενεές. Καί οι απόφασεις αυτές απαιτούν παγκόσμια συνεργασία, για την οποία δεν υπάρχει προηγούμενο στην ανθρώπινη Ιστορία.

"Όπως ο γεωργός στο αίγνιμα, έτσι και ο άνθρωπος δεν έχει χρόνο για να σώσει τη λίμνη του. Άκόμη και οι πιο αισιόδοξοι οικολόγοι προλέγουν ότι αν η ρύπανση και η οικονομική ανάπτυξη συνεχίσουν να επεκτείνονται με τους σημερινούς ρυθμούς ή αύξηση θα άνακοπει από κάποια μορφή παγκόσμιας καταστροφής μέσα σε έναν αιώνα. Είναι δύσκολο να προβλεφθεί ή φύση της καταστροφής. Θα μπορούσε να είναι οικονομική κατάρρευση που θα την προκαλέσει ή έξάντληση μιας κρίσιμης πρώτης ύλης, όπως τό πετρέλαιο· πείνα ή ίσως μία επιδημία καρκίνου ή έγγενών έλαττωμάτων κατά τη γέννηση, που έχουν δημιουργηθεί από κάποιο συνδυασμό των ρυπάνσεων. Άκόμη θα μπορούσε να είναι ένας πυρηνικός πόλεμος που θα προκληθεί από την άναπότρεπτη ρήξη στις πλούσιες και στις φτωχές χώρες.

"Όταν ένα πολύπλοκο σύστημα, όπως ή Βιόσφαιρα, υπόκειται σε μαζικά ζορίσματα είναι σχεδόν άδύνατο να προβλεφθεί ποίο μέρος του συστήματος θα καταρρεύσει πρώτα και να προσδιορισθεί άκριβώς και ο χρόνος της καταρρεύσεως. Η κρίσιμη έρώτηση είναι: Μπορούν τά υπάρχοντα σήμερα παγκόσμια Ιδρύματα να αντιδράσουν άποτελεσματικά και πολύ γρήγορα για να άποφύγομε την καταστροφή; "Όσες φορές μέχρι τώρα αντιμετωπίζονται δύσκολα προβλήματα, οι άνθρωποι και τά Ιδρύματά τους (παγκόσμια), συνήθως βρίσκουν εύκολότερο τίς άτέλειωτες συζητήσεις, χωρίς να παίρνουν πρωτοβουλίες για να τροποποιήσουν την κατάσταση που υπάρχει (*status quo*). Άλλά κάθε χρόνος που περνά χωρίς άποφασεις για τά θέματα αυτά, αυξάνει τις πιθανότητες να θεωρηθούν άναπότρεπτα τά αίτια που πολλαπλασιάζονται για την καταστροφή του περιβάλλοντος.

Η πρόσφατη Ιστορία έχει να επιδείξει σπάνιες περιπτώσεις, στις οποίες ή

άνθρωπινη κοινωνία μπορεί να αναδιαρθρώσει τις προτεραιότητες τόσο σύντομα. Μερικοί υποστηρίζουν ότι ο άνθρωπος θα βρει και θα διασφαλίσει αναγκαστικά τις απαραίτητες λύσεις γιατί ΟΦΕΙΛΕΙ να τό κάνει. "Αν και δε θα θέλαμε να τό πιστεύουμε, εν τούτοις θεωρούμε ότι άτομα, ενώσεις και έθνη θα συνεχίσουν να ακολουθούν τό βραχυπρόθεσμα έγωιστικά αυτόενδιαφέροντά τους, όπως έκαναν στο παρελθόν ως τή στιγμή πού ή καταστροφή θα διαταράξει τραγικά τή μακαριότητά τους.»

## 12.2 'Η συμβολή τής Τεχνολογίας.

"Όπως έπισημαίνεται στο παραπάνω κείμενο ή επίλυση τής οικολογικής κρίσεως δεν εξαρτάται μόνον από τήν τεχνολογία. Στην έπιστήμη τής θερμοδυναμικής ισχύει ή αρχή, ότι τήν τάξη τή διαδέχεται ή άταξία και ή έπαναφορά τής τάξεως άπαιτεί δαπάνη ένέργειας. 'Η αρχή αυτή ισχύει και στις κοινωνικές δομές και ή ένέργεια άντιστοιχεί μέ θυσία.

'Η μόλυνση του περιβάλλοντος μπορεί να περιορισθεί μέ τεχνολογικά μέσα, αλλά αυτό προϋποθέτει σημαντικές δαπάνες και θυσίες, πού είναι άμφίβολο άν συμφωνηθεί να αναληφθούν.

Τό κόστος προστασίας του περιβάλλοντος μόνον από βιομηχανική ρύπανση άντιστοιχούσε κατά μέσον όρο σε κάθε κάτοικο των χωρών του ΟΟΣΑ σε 16 δολάρια. Αυτό σημαίνει σημαντική μέν αλλά αναγκαία δαπάνη, ή όποία αύξάνεται όσο ο καιρός περνά και μάλιστα προς ζημία των άστικών κέντρων, πού συνήθως ταυτίζονται μέ τά βιομηχανικά. Ποιός θα θυσιάζε τήν άνεση πού του προσφέρει τό αυτοκίνητο, ώστε να περιορισθεί μία από τις κυριότερες πηγές τής μόλυνσεως του άέρα των μεγαλουπόλεων;

'Η ένεργειακή κρίση άφύπνησε τους έρευνητές, οι όποιοι άρχισαν να μελετούν έντατικά τόν τρόπο για τήν άξιοποίηση των άστειρευτών πηγών ένέργειας, πού μάς στέλνει ο ήλιος και πού μάς προσφέρει ο άνεμος. Τό κόστος όμως αυτό τής ένέργειας είναι ακόμα ιδιαίτερα ψηλό και άπαιτεί θυσίες τις όποιες οι σημερινές γενιές πρέπει να αναλάβουν για να εξασφαλίσουν τις έπερχόμενες. 'Η τεχνολογία έξάλλου μπορεί ένδεχομένως να λύσει τό ένεργειακό πρόβλημα μέ τόν έλεγχο τής ένέργειας πού αποδίδεται από τή σύντηξη έλαφροτέρων μέ βαρύτερους πυρήνες.

Αυτή ή μαγική πράγματι δύναμη τής τεχνολογίας μπορεί να προσφέρει πολλά στην εύτυχία του κόσμου άν αναπτυχθεί ισόρροπα προς τις άλλες άξίες πού όπως είδαμε αναφέρει ο Whithead γιατί ή άσύμμετρη ανάπτυξη της απομάκρυνε τόν άνθρωπο από τό φυσικό του περιβάλλον.

Μόνον όταν υπάρχει σύμμετρη ανάπτυξη τής έπιστήμης, μέ τις πανανθρώπινες άξίες, θα βοηθηθεί ο άνθρωπος να κατακτήσει και τόν έαυτό του και θα μπορέσει να ξανακουσθεί τό γνωστό άρχαίο ρητό:

**«'Ως, χαρίεν άνθρωπος, όταν άνθρωπος ή».**

## ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟ

### ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΣΥΓΧΡΟΝΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΤΡΙΤΟ

#### Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ

##### 13.1 Γενικά.

Είδαμε ότι στη μακραίωνη διαδρομή του ανθρώπου πάνω στη γη, η επιστήμη και η Τεχνική ως μιάν εποχή ακολούθησαν ξεχωριστούς δρόμους. Μόνο από τόν περασμένο αιώνα άρχισε η συνεργασία τους, πού οδήγησε στό σύγχρονο τεχνολογικό θαύμα.

Ή πρόοδος τής επιστήμης και τής τεχνικής ήταν αποτέλεσμα τής παρατήρησης. Καί στίς δύο ή πρωτοβουλία άνηκε στό άτομο, και αυτή ή πρωτοβουλία οδήγησε στόν προοδευτική αύξηση τής γνώσεως. Όπωςδήποτε όμως ή παρατήρηση του Ήπιστήμονα είχε διαφορετικό στόχο από τήν παρατήρηση του Τεχνικού.

Ό έπιστήμονας άναζητά τό *γιατί* τών φαινομένων και έμφανίζεται γιά πρώτη φορά όταν οι συνθήκες τής ζωής έχουν πιά σημαντικά βελτιωθεί.

Άπό τήν εποχή του Θαλή, του Δημοκρίτου, του Λευκίππου, του Έμπεδοκλή και του Άριστοτέλη έχομε τεράστια έπιστημονική πρόοδο. Αυτή ή πρόοδος παρουσιάζει μιά συνέχεια έστω και άν φαίνεται άσυνεχής. Ό λόγος τής φαινομενικής άσυνέχειας μπορεί νά εξηγηθεί από τόν παρακάτω μύθο του Πλάτωνα:

Ό Πλάτων στόν *Πολιτεία* του, παρομοιάζει τόν κόσμο μέ μία σκοτεινή σπηλιά και τούς ανθρώπους φυλακισμένους σ' αυτήν· οι φυλακισμένοι μπορούν νά βλέπουν μόνο τή σκιά και τήν κίνηση τής σκιάς δσων βρίσκονται έξω από τή σπηλιά. Γιά τούς φυλακισμένους ή σκιά τών πραγμάτων ήταν πραγματική ύπόσταση και οι νόμοι τής κινήσεως τών σκιών άναφερόταν πάντα σ' αυτές. Κάποτε ένας φυλακισμένος άφέθηκε έλεύθερος και είδε γιά πρώτη φορά τό φώς και τήν πραγματική μορφή τών πραγμάτων. Ό έλευθερωμένος αυτός άνθρωπος αισθάνθηκε μετά τή νέα του έμπειρία οίκτο και περιφρόνηση γιά τήν προηγούμενή του κατάσταση.

Ό Άριστοτέλης είχε περιγράψει τόν τρόπο τής πραγματικής κινήσεως τών σωμάτων λέγοντας π.χ. ότι τά έλαφρότερα σώματα πέφτουν κατά κανόνα βραδύτερα από τά βαρύτερα. Ό Γαλιλαίος όμως θέτοντας τό έρώτημα, πώς θά έπεφταν τά σώματα άν δέν ύπήρχε ή αντίσταση του άέρα, διατύπωσε τό νόμο τής πτώσεως τών σωμάτων.

Ή περίφημη σκέψη του Κοπερνίκου ακολούθησε τήν ίδια άρχή. Γιά νά μπορέσει

νά διατυπώσει άπλά καί ένιαία τήν κίνηση του ήλιου καί τών πλανητών παραιτήθηκε άπό τήν άντίληψη του γεωκεντρικού συστήματος, πού έπικρατούσε ώς τότε.

Οί πρόοδοι αυτές τής έπιστήμης όδήγησαν άργότερα τό Νεύτωνα στη διατύπωση μιάς ένιαίας άρχής.

Ό τεχνικός άναζήτησε κυρίως τό πώς θά έκμεταλλευθεί τήν παρατήρηση γιά τήν ίκανοποίηση μιάς άνάγκης. Καί στήν τεχνική ίσχύει ή άρχή τής συνέχειας, όπως έχομε άναφέρει στό πρώτο μέρος του βιβλίου όταν μιλήσαμε π.χ. γιά τίς έπικοινωνίες.

Στή συνεχή πορεία τής προόδου τής έπιστήμης καί τής Τεχνικής όλες οι προσπάθειες ξεκίνησαν άπό τήν παρατήρηση του έσωτερικού καί του έξωτερικού κόσμου του άνθρώπου. Η έπιστήμη άπό τή μελέτη τής φύσεως, ή φιλοσοφία, ή Τέχνη καί ή Θρησκεία άπό τήν άνάγκη ίκανοποίησης του έσωτερικού κόσμου του άνθρώπου καί ή Τεχνική άπό τήν προσπάθεια τής άντιγραφής ή τής έκμεταλλεύσεως του έξωτερικού περιβάλλοντος. Στήν Ίστορία τής άνθρωπότητας τά βήματα τής Έπιστήμης καί τής Τεχνικής μάς δείχνουν μιά διαδοχική καί συνεχώς αύξανόμενη άπελευθέρωση φυλακισμένων του μύθου του Πλάτωνα.

Γιά πολύ χρόνο, όπως έχομε ήδη άναφέρει, ό έφευρέτης, ό ιδιοκτήτης, καί ό κατασκευαστής ήταν τό ίδιο πρόσωπο. Η άνάπτυξη όμως τής Οικονομίας καί τής Τεχνολογίας έδειξαν ότι ήταν άναγκαίο τούς παραπάνω ρόλους νά τούς παίξει μιά ομάδα στενά συνεργαζομένων άτομων.

### 13.2 Η ομάδα.

#### α) Η έπιστημονική ομάδα.

Χωρίς νά έχει εκτοπισθεί τό άτομο άπό τήν άτομική έφεύρεση, ή συσώρευση τών γνώσεων μιάς έπιστημονικής περιοχής αλλά καί ή άνάγκη συνεργασίας έπιστημόνων διαφόρων ειδικοτήτων κατέστησαν άναγκαία τήν έπιστημονική έρευνα, τόσο τή θεωρητική όσο καί τήν έφαρμοσμένη. Γιά τήν έξυπηρέτηση τής έρευνας, έπιστήμονες, τεχνολόγοι, τεχνικοί καί πληθος άλλων προσώπων άσχολούνται στά διάφορα έρευνητικά προγράμματα. Καθένας άπό τούς συμμετέχοντες πρέπει νά έχει τίς κατάλληλες γνώσεις γιά τήν άντιμετώπιση τών προβλημάτων πού ανακύπτουν κατά τήν πρόοδο τών έργασιών τής ομάδας.

Χαρακτηριστική περίπτωση συνεργασίας έπιστημόνων διαφορετικών κλάδων είναι ή άντιμετώπιση τών προβλημάτων μιάς καινούργιας έπιστήμης πού καλείται **βιονική** (ή λέξη προέρχεται άπό τίς λέξεις ΒΙΟλογία καί ήλεκτροΝΙΚΗ) καί πού μπορεί άπλά νά προσδιορισθεί μέ τόν άκόλουθο τρόπο: **Βιονική είναι ή τεχνολογία χρησιμοποίησης συστημάτων ζωντανών οργανισμών γιά τήν επίλυση τεχνικών προβλημάτων.**

Η βιονική ξεκίνησε άπό τή διαπίστωση ότι υπάρχουν τομείς στους όποιους τό έργο τής φύσεως είναι πιό τελειοποιημένο άπό εκείνο τών έπιστημόνων (εύαισθησία όργάνων, έγκεφαλική λειτουργία) ενώ σέ άλλους τομείς ό άνθρωπος ξεπερνά τή φύση (τηλεόραση, τηλεγράφος, πύραυλος). Έτσι έφαρμόζοντας τή βιονική οι μηχανικοί έπιστρέφουν στό σχολείο τής φύσεως, γιά νά μιμηθούν τά συστήματα τής φυσικής έπιλογής πού διατήρησε κατά τή διάρκεια τών χιλιετηρίδων.

Βέβαια ή πρώτη άνεπιτυχής *βιονική προσπάθεια* ύπηρεξε του Ίκάρου και του Δαιδάλου. Άντίθετα ή έφεύρεση του όπλισμένου σκυροδέματος είναι ή έκμετάλλευση μιås εύρεσιτεχνίας τής φύσεως, άφου ό Γάλλος κηπουρός Ζοζέφ Μονιέ θέλοντας νά κατασκευάσει γλάστρες, πού νά άντέχουν στά κτυπήματα, μιμήθηκε τς ριζες τών φυτών βυθίζοντας σύρματα σε παχύ στρώμα τοιμέντου.

### **β) Οι άλλες ομάδες.**

Ή αύξηση τής παραγωγής δημιούργησε τήν άνάγκη μεγάλων βιομηχανικών μονάδων. Καί στήν περίπτωση αύτή τό άτομο-παραγωγός δέν έκτοπίσθηκε, αλλά ό ρόλος περιορίσθηκε σημαντικά.

Ό ιδιοκτήτης λόγω του πολυπλόκου συστήματος όργανώσεως και διοικήσεως μιås μεγάλης έπιχειρήσεως έκτοπίσθηκε και τό ρόλο του άτόμου διαδραματίζει μιå ομάδα, πού άποτελεί τό διοικητικό συμβούλιο. Άλλωστε τό κεφάλαιο έχει γίνει άπρόσωπο άφου άντιπροσωπεύεται άπό μετοχές και δέν άνήκει πλέον στο ίδιο άτομο.

Τό χαρακτηριστικό πού διακρίνει τήν ομάδα είναι ό έπικεφαλής, ό όποιος συντονίζει τς δραστηριότητες της και ή έκπαίδευση, πού κάθε μέλος τής ομάδας πρέπει νά έχει, για νά μπορεί νά άνταποκριθεί στα καθήκοντα πού του έχουν άντατεθεί.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

### Η ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

#### 14.1 Γενικά.

Γιά νά μπορέσουν τά άτομα νά ανταποκριθούν στίς άπαιτήσεις πού έχει τό κοινωνικό καί οικονομικό περιβάλλον στό όποιο ζούν πρέπει νά ύποστούν κατάλληλη προετοιμασία.

Στήν πρωτόγονη κοινωνία αύτή ή προετοιμασία ήταν έργο του Πατέρα ή τής Μητέρας, πού αναλάμβαναν νά προσαρμόσουν τά παιδιά τους στό δικό τους τρόπο ζωής. Μεταβίβαζαν δηλαδή οι γονείς στά παιδιά τους όλες τίς δικές τους έμπειρίες.

Άργότερα, όταν στίς πόλεις τής Μεσοποταμίας άρχισαν νά εμφανίζονται οι πρώτοι επαγγελματίες, τό ίδιο σύστημα θά πρέπει νά άκολουθήθηκε μέχρι τήν έποχή πού οι αύξανόμενες ανάγκες δέν μπορούσαν νά καλυφθούν από τά μέλη μιās οικογένειας. Έτσι δημιουργήθηκε ή πρώτη εκπαιδευτική προσπάθεια, μέ τή μορφή μαθητείας, πού είχε ως σκοπό νά εκπαιδεύσει τά άτομα, γιά τό έπάγγελμα του γραφέα ή γιά άνώτερες διοικητικές κρατικές θέσεις.

Μέ τήν πάροδο του χρόνου καί τήν πρόοδο τής Τεχνικής, τά επαγγέλματα άπαιτούσαν νέες έμπειρίες καί μακρόχρονη εκπαίδευση, ή όποία προσφερόταν μέ τή μορφή τής μαθητείας. Δυστυχώς όμως, τόσο οι Άρχαίοι Έλληνες όσο καί οι λοιποί λαοί θεωρούσαν ότι ή επαγγελματική παιδεία άρμοζε μόνο στους δούλους ή στους μή ελεύθερους. Έτσι, ενώ ή άνθρωπιστική Παιδεία άναπτυσσόταν, ή επαγγελματική εκπαίδευση είχε πρωταρχικό σκοπό τήν παροχή γνώσεων γιά άμεση πρακτική έφαρμογή.

Η πρώτη συστηματική προσπάθεια στον τομέα τής επαγγελματικής Έκπαιδευσεως εμφανίζεται στους Μέσους χρόνους, όταν αναπτύχθηκαν οι πρώτες συντεχνίες. Ο έργοδότης είχε ύποχρέωση νά προσλαμβάνει μαθητευόμενους, οι όποιοι ζούσαν κοντά στην οικογένειά του καί ταυτόχρονα νά φροντίζει γιά τή μόρφωση τους. Ο μαθητευόμενος ήταν ύποχρεωμένος νά παραμένει στον έργοδότη ώσπου νά μάθει καλά τό έπάγγελμα, νά ύπακούει σ' αυτόν καί νά μήν άπομακρύνεται χωρίς άδεια.

Η βιομηχανική επανάσταση δέν συνοδεύεται από τήν συστηματοποίηση τής επαγγελματικής άγωγής καί στην πρώτη φάση τής έκβιομηχανίσεως τόν κυριότερο λόγο συνέχισαν νά παίζουν οι μάστορες καί οι άνειδίκευτοι εργάτες.

Η ανάγκη γιά ειδική εκπαίδευση τεχνιτών παρουσιάζεται γιά πρώτη φορά στά μέσα του 19ου αιώνα. Όμως, άν καί ή λειτουργική δομή των βιομηχανιών έχει ριζικά μεταβληθεί, ή εκπαίδευση παρέχεται ακόμη στους τόπους εργασίας. Μόνο σέ

τομείς, όπου η τεχνολογία έχει προοδεύσει, όπως π.χ. στη μεταλλουργία και στον ηλεκτρισμό, ένα μέρος της εκπαίδευσης παρέχεται σε σχολές, ώστε οι νέοι να προσλαμβάνουν τις απαραίτητες θεωρητικές γνώσεις που δεν ήταν δυνατόν να αποκτήσουν στο εργοστάσιο.

Μέ το ίδιο σύστημα παρεχόταν και η εμπορική εκπαίδευση, αλλά στο τέλος οργανώνονται συστηματικές εμπορικές σχολές. Μόνο μετά τον πρώτο Παγκόσμιο πόλεμο μπορούμε να μιλήσουμε για επαγγελματική εκπαίδευση σε κάποιο επίπεδο. Από τότε, και ιδιαίτερα μετά από το δεύτερο Παγκόσμιο πόλεμο και την εμφάνιση του φαινομένου που ονομάστηκε *σχολική έκρηξη* τα κράτη ξστρεψαν την προσοχή τους στην επαγγελματική εκπαίδευση. Η στροφή αυτή ήταν αποτέλεσμα της εμφάνισης πολυπλόκων προβλημάτων που παρουσιάστηκαν με τη δημιουργία νέων επαγγελμάτων.

#### 14.2 Οι στόχοι της Έπαγγελματικής εκπαίδευσης.

Είναι ιστορική πραγματικότητα ο πολλαπλασιασμός των επαγγελμάτων. Έχουμε τη δημιουργία νέου επαγγέλματος κάθε φορά, που εμφανίζεται μία ειδική δραστηριότητα ή όταν οι επί μέρους δραστηριότητες ενός παραδοσιακού επαγγέλματος διαχωρίζονται και η καθεμιά τους αποτελεί ένα νέο επάγγελμα ή συνδυάζονται σε νέους επαγγελματικούς κύκλους. Πρέπει λοιπόν το εκπαιδευτικό σύστημα να είναι εύελκτο, ώστε η επαγγελματική εκπαίδευση να μπορεί να προσαρμόζεται στις απαιτήσεις που προβάλλει κάθε φορά το κοινωνικό σύστημα.

Η επαγγελματική εκπαίδευση πρέπει να συνδυάζει τις βασικές θεωρητικές γνώσεις και την επαγγελματική κατάρτιση με τη γενική μόρφωση, για να μπορέσει το άτομο να αντιμετωπίσει τα προβλήματα της κοινωνικής ζωής έξω από το στενό επαγγελματικό του περιβάλλον. Από το πλάτος των βασικών επαγγελματικών γνώσεων και της γενικής μορφώσεως, εξαρτάται η δυνατότητα του ατόμου για επαγγελματική άνοδο και για την προσαρμογή του στις νέες μεθόδους, κάθε φορά που η ανάπτυξη της τεχνολογίας τό επιβάλλει. "Ας μή ξεχνάμε ότι ο επαγγελματίας είναι ταυτόχρονα και πολίτης, που καλείται να διαδραματίσει και αυτόν τό ρόλο, που δεν πρέπει ή εκπαίδευση να παραμελεί.

Οι παραπάνω στόχοι αναφέρονται στην εισηγητική έκθεση του σχεδίου νόμου για την Έπαγγελματική Έκπαίδευση που είναι τώρα νόμος του Κράτους με αριθμό 576 και που δημοσιεύθηκε τον Άπρίλιο του 1977.

Οι στόχοι αυτοί ανταποκρίνονται στις προϋποθέσεις, που ή UNESCO θέτει για κάθε σύστημα επαγγελματικής εκπαίδευσης.

## ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ

### ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Εισαγωγή. ....	5
----------------	---

### ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ

#### Ἡ ἱστορική εξέλιξη τῆς τεχνικῆς καί τῆς τεχνολογίας

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

##### Ἡ τεχνική στοὺς προϊστορικοὺς χρόνους

1. 1 Ἡ ζωὴ καί ἡ χειροτεχνία τοῦ ἀνθρώπου στὴν παλαιολιθικὴ καί μεσολιθικὴ ἐποχὴ .....	8
1. 2 Ἡ χειροτεχνία καί οἱ ἀσχολίες τοῦ ἀνθρώπου κατὰ τὴ νεολιθικὴ ἐποχὴ .....	14
1. 3 Ὁ τρόπος καταγωγῆς τοῦ πυρίτη λίθου (πυριτόλιθου) .....	18
1. 4 Ἡ τέχνη .....	20
1. 5 Ἡ καθημερινὴ ζωὴ τοῦ προϊστορικοῦ ἀνθρώπου .....	26

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

##### Ἀπὸ τῆς κυριότερες ἐπινοήσεις στοὺς ἑλληνικοὺς χρόνους

2. 1 Γενικά .....	32
2. 2 Οἱ κυριότερες ἐπινοήσεις .....	35
2. 3 Τὰ κυριότερα τεχνικά ἔργα στὴ Μεσοποταμία καί τὴν Αἴγυπτο .....	37
2. 4 Τὰ κυριότερα ἔργα στοὺς ἄλλους πολιτισμοὺς μέχρι τοὺς ἑλληνικοὺς χρόνους .....	43
2. 5 Ὁ τρόπος κατασκευῆς τῶν μεγάλων ἔργων .....	47

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

##### Στοὺς ἑλληνικοὺς καί Ῥωμαϊκοὺς χρόνους

3. 1 Γενικά .....	49
3. 2 Τὰ τεχνικά ἔργα μέχρι τὴν ἐποχὴ τοῦ χρυσοῦ αἰῶνα .....	51
3. 3 Τὰ τεχνικά ἔργα ἀπὸ τὸ χρυσοῦ αἰῶνα ὡς τοὺς ἑλληνιστικοὺς χρόνους .....	53
3. 4 Οἱ μεγάλοι ἐφευρέτες καί μηχανικοὶ στοὺς ἑλληνιστικοὺς χρόνους .....	60
3. 5 Τὰ ἔργα τῶν Ῥωμαίων Τεχνικῶν .....	69

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

Ἐκ τῆν πύσση τῆς Ρωμαϊκῆς Αὐτοκρατορίας στό Λεονάρνο Ντά Βίντσι

4. 1	Γενικά .....	74
4. 2	Οἱ σπουδαιότερες ἐπινοήσεις .....	78
4. 3	Ὁ Λεονάρνο ντά Βίντσι .....	83

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

Ἐκ τόν Ντά Βίντσι στόν ἀτμό (1500-1750)

5. 1	Γενικά .....	90
5. 2	Οἱ κυριότερες ἐπινοήσεις τῆς περιόδου .....	90

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

Ἐκ βιομηχανική ἐπανάσταση (1750-1850)

6. 1	Γενικά .....	94
6. 2	Οἱ κυριότερες ἐπινοήσεις .....	95
6. 3	Ὁ τηλεγράφος .....	103

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ

Ἐκ ἐποχή τοῦ ἀτμοῦ καί τοῦ σιδηρόδρομου 1850-1900

7. 1	Γενικά .....	105
7. 2	Ἐ πρόδος στή μηχανολογία .....	106
7. 3	Οἱ ἐπινοήσεις στίς μεταφορές .....	109
7. 4	Ἐ ἠλεκτρογενήτρια .....	114
7. 5	Τό τηλεφώνο .....	116
7. 6	Θωμάς Ἐντισον .....	iii
7. 7	Οἱ κατασκευές .....	121

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΟΓΔΩΟ

Ἐκ τό Ζέππελιν στό ραντάρ (1900-1943)

8. 1	Γενικά .....	122
8. 2	Ἐ πρόδος στή Μηχανολογία .....	124
8. 3	Ἐ πρόδος στίς μεταφορές .....	126

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΑΤΟ

Ἡ περίοδος τῆς ἀτομικῆς ἐνέργειας καί ἡ κατάκτηση τοῦ διαστήματος

9. 1	Γενικά .....	130
------	--------------	-----

### ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

## ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ

Προβλήματα πού προκάλεσε ἡ τεχνολογία

10. 1	Γενικά .....	133
10. 2	Ἡ πληθυσμιακή ἔκρηξη .....	134
10. 3	Ἡ ρύπανση τοῦ περιβάλλοντος .....	135

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΔΕΚΑΤΟ

Τό ἐνεργειακό πρόβλημα

11. 1	Γενικά .....	138
-------	--------------	-----

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΩΔΕΚΑΤΟ

Ἡ συμβολή τῆς τεχνολογίας στήν ἐπίλυση τῶν προβλημάτων πού δημιουργοῦσε

12. 1	Γενικά .....	140
12. 2	Ἡ συμβολή τῆς Τεχνολογίας .....	142

### ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟ

Ἀπαιτήσεις τῆς σύγχρονης τεχνολογίας

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΤΡΙΤΟ

Ἄδελφος τῆς οἰκίας

13. 1	Γενικά .....	143
13. 2	Ἡ οἰκία .....	144

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

Ἡ ἐπαγγελματική ἐκπαίδευση

14. 1	Γενικά .....	146
14. 2	Οἱ στόχοι τῆς Ἐπαγγελματικῆς ἐκπαίδευσης .....	147