

**Τμήμα Φυσικοθεραπείας
ΤΕΙ Αθήνας**

ΒΙΟΦΥΣΙΚΗ

Εισαγωγή

Τι είναι η Φυσική

- Η **Φυσική** είναι η επιστήμη που ασχολείται με τη μελέτη της ύλης, της κίνησής της μέσα στον χώρο και στον χρόνο, μαζί με τις σχετικές ποσότητες, όπως η ενέργεια και η δύναμη. Σύμφωνα με έναν ευρύτερο ορισμό, η Φυσική είναι η γενική ανάλυση της φύσης, που συνδέεται με τη προσπάθεια για κατανόηση της συμπεριφοράς του σύμπαντος
- **Φυσική** είναι η επιστήμη που μελετά όλα τα φαινόμενα της Φύσης. Σύμφωνα με αυτό τον ορισμό είναι και το παλαιότερο όνομα «**Φυσική Φιλοσοφία**» που ήταν σε χρήση μέχρι τον δέκατο όγδοο αιώνα. Η Φυσική σκοπό έχει τη μελέτη των συνιστωσών της ύλης και των αλληλεπιδράσεών τους. Η μελέτη αυτή γίνεται με τις παρατηρήσεις των αντιστοιχών φαινομένων και με την επανάληψή τους σε κατάλληλες συνθήκες, δηλαδή με πειράματα
- 1

Πείραμα και Θεωρία

- Το πείραμα δεν είναι το μόνο εργαλείο της Φυσικής. Βασιζόμενος σε γνωστές σχέσεις και στην επαγωγή ο φυσικός μπορεί να διατυπώσει στη γλώσσα των **Μαθηματικών** μια περιγραφή (**μαθηματικό μοντέλο**) των φυσικών φαινομένων. Το μοντέλο αυτό μπορεί να οδηγήσει στην πρόβλεψη ενός νέου φαινομένου ή στην εύρεση σχέσεων μεταξύ διαφόρων γνωστών διαδικασιών.
- Η γνώση αυτή αποκτάται με τη **θεωρητική έρευνα** που επιτελείται στα πλαίσια της **Θεωρητικής Φυσικής**. Η θεωρητική γνώση χρησιμοποιείται στη συνέχεια από άλλους επιστήμονες για καινούργια πειράματα τα οποία επαληθεύουν ή διαψεύδουν τα προτεινόμενα μοντέλα πλήρως ή εν μέρει. Ο θεωρητικός ερευνητής δύναται να αναθεωρήσει το μοντέλο έτσι ώστε να υπάρχει πλήρης συμφωνία με τις πειραματικές πληροφορίες ή, αν αυτό δε γίνεται, να το απορρίψει.
- Η **σύγχρονη Φυσική** προχωράει με τη συνεργασία και την αλληλεξάρτηση **θεωρίας και πειράματος**

Η Φυσική

- Είναι μια από τις παλαιότερες ακαδημαϊκές δραστηριότητες (σε επίπεδο Πανεπιστημίων κλπ) και μάλλον η παλαιότερη, αν συμπεριληφθεί η [Αστρονομία](#). Τουλάχιστον τις τελευταίες δυο χιλιετίες, η Φυσική αποτέλεσε το ένα τμήμα της **Φυσικής Φιλοσοφίας**, μαζί με τη [Χημεία](#), κάποιους κλάδους των [Μαθηματικών](#) και τη [Βιολογία](#).
- Κατά τη διάρκεια της **Επιστημονικής Επανάστασης** του 16^{ου} αιώνα, οι φυσικές επιστήμες αναδείχθηκαν από μόνες τους ως ξεχωριστά ερευνητικά προγράμματα.

Βιοφυσική

- Η **Βιοφυσική** ή *Βιολογική Φυσική* είναι ο διεπιστημονικός κλάδος της Βιολογίας και της Φυσικής που μελετά εκείνα τα φυσικά φαινόμενα που συνδέονται άμεσα ή έμμεσα με την έμβια ύλη (μικροοργανισμοί, φυτά, ζώα, άνθρωπος).
- Κύριο αντικείμενο της Βιοφυσικής είναι η διερεύνηση των φυσικών διαδικασιών που εξελίσσονται στους ανθρώπους και στους άλλους έμβιους οργανισμούς, καθώς και οι επιδράσεις διαφόρων μορφών ενεργείας (π.χ. της θερμότητας, του φωτός, ιονιζουσών ή μη ακτινοβολιών) ή της βαρύτητας στα φυτά, στα ζώα και στον άνθρωπο. Παράλληλα η Βιοφυσική επιστήμη από κοινού με άλλες βιολογικές επιστήμες-βιοεπιστήμες (πχ. Βιοχημεία, Φυσιολογία) επιστρατεύεται για τον εντοπισμό των αιτιών των διαφόρων ασθενειών.
- Κλάδος της Βιοφυσικής είναι και η **Υγαιοφυσική** με κύρια μελέτη την επίδραση των διαφόρων ακτινοβολιών, ειδικότερα των πυρηνικών αντιδραστήρων στην υγεία του ανθρώπου.

Τι είναι η Φυσική

- Από την **αρχαιότητα**, η συμπεριφορά της **ύλης** αποτέλεσε αντικείμενο **στοχασμού και μελέτης** (γιατί τα αντικείμενα πέφτουν όταν αφεθούν ελεύθερα; γιατί διαφορετικά **υλικά** παρουσιάζουν διαφορετικές ιδιότητες, κ.ο.κ.) Διατυπώθηκαν μεγάλα ερωτήματα που αφορούσαν το χαρακτήρα του **σύμπαντος** κλπ
- Για την εξήγηση των φαινομένων αυτών ανάλογα με το πνεύμα και την τρέχουσα μεθοδολογία κάθε εποχής, προτάθηκαν αρκετές απόψεις και θεωρίες. Οι περισσότερες είχαν, αρχικά, **φιλοσοφική** βάση και χροιά (και μερικές φορές, **θρησκευτικές** ή **μεταφυσικές** συμπαραδηλώσεις), και στηρίζονταν λίγο ή καθόλου στη συστηματική πειραματική δοκιμασία, με την έννοια που έχει σήμερα ο όρος. Ωστόσο, οι αστρονομικές παρατηρήσεις (αρχικά δια γυμνού οφθαλμού) χρησίμευαν πάντα ως οδηγός για τα κοσμολογικά μοντέλα.
- Για να φτάσουμε τελικά, στη σημερινή μορφή του **επιστημονικού στρουκτουραλισμού**, θα θεωρούσε λογικό κάποιος πως υπήρξαν στη ιστορία αρκετά άλματα της διανόησης στον τομέα της φυσικής σκέψης, προάγγελοι της επιστημονικής μεθόδου.

Τι είναι η Φυσική

- Η **Φυσική** συνεισφέρει σημαντικά στην ανάπτυξη της **Τεχνολογίας** (νέες τεχνολογίες προκύπτουν από θεωρίες και θεωρητικά μοντέλα Φυσικής). Για παράδειγμα, τα βήματα που έγιναν στην κατανόηση του Ηλεκτρομαγνητισμού ή της Πυρηνικής Φυσικής οδήγησαν άμεσα στην ανάπτυξη νέων μεθόδων **παραγωγής ενέργειας** και προϊόντων που έχουν μεταβάλει δραματικά (θετικά και αρνητικά) τη σύγχρονη κοινωνία, ακόμη και σε σύγκριση με τις λίγο παλαιότερες, όπως π.χ. η τηλεόραση, οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές, οι οικιακές συσκευές, αλλά και τα πυρηνικά όπλα. Η ανάπτυξη της Θερμοδυναμικής έπαιξε μεγάλο ρόλο στη βιομηχανοποίηση. Επιπλέον, η εξέλιξη της Μηχανικής ενέπνευσε την ανάπτυξη της Υπολογιστικής.

Φυσική Φιλοσοφία

- Η **φυσική φιλοσοφία** (σύμφωνα με τα ως τώρα γνωστά δεδομένα) ξεκίνησε στην [Ελλάδα](#) κατά την [Αρχαϊκή Περίοδο](#) (650 π.Χ. – 480 π.Χ.), όταν οι [προσωκρατικοί φιλόσοφοι](#) όπως ο [Θαλής ο Μιλήσιος](#) απαρνήθηκαν την υπερφυσική εξήγηση των φαινομένων, που προέρχονταν από τις [θρησκευτικές](#) ή και τις [μυθολογικές](#) παραδόσεις, και διακήρυξαν ότι για κάθε φαινόμενο υπάρχει μια φυσική αιτία^[10].
- Προτάθηκαν ιδέες που προσδιορίστηκαν μέσα από τη [λογική](#) και την παρατήρηση, και πολλές από τις υποθέσεις τους αποδείχθηκαν επιτυχημένες αργότερα πειραματικά^[11]. Το τελευταίο ισχύει για παράδειγμα στην [ατομική φιλοσοφία](#).

Σχέση με άλλες επιστήμες

- Η Φυσική σχετίζεται στενά με τις άλλες φυσικές επιστήμες όπως η **Χημεία**. Η Χημεία όντας η επιστήμη των μορίων και των δεσμών που μπορούν να σχηματίσουν τα άτομα μεταξύ τους.
- Η Χημεία δανείζεται από τη Φυσική το θεωρητικό υπόβαθρο για τη συμπεριφορά των ατόμων και των μορίων, το οποίο αναπτύσσεται σε τομείς της Φυσικής όπως η κβαντομηχανική (εν προκειμένω κβαντική χημεία), η Ατομική Φυσική, η θερμοδυναμική και ο ηλεκτρομαγνητισμός.

Φυσική και Μαθηματικά

- Η Φυσική επίσης, έχει πολύ ιδιαίτερη σχέση με τα [Μαθηματικά](#), τα οποία παρέχουν το **λογικό πλαίσιο** ανάπτυξης και εδραίωσης των μοντέρνων θεωριών.
- Η διαφορά της Φυσικής με τα Μαθηματικά έγκειται στο ότι η **Φυσική χρησιμοποιεί τα μαθηματικά ως εργαλείο** περιγραφής του υλικού κόσμου και των φαινομένων που τον διέπουν και τον χαρακτηρίζουν, ενώ τα μαθηματικά έχουν ως σκοπό την προώθηση του ίδιου του μαθηματικού λογισμού, χωρίς να υπόκεινται σε δεσμεύσεις ανάπτυξης υπό μία συγκεκριμένη σκοπιά.
- Ωστόσο, η διάκριση μεταξύ φυσικής και μαθηματικών δεν είναι πάντα ξεκάθαρη. Υπάρχει ένα ευρύ πεδίο έρευνας μεταξύ της φυσικής και των μαθηματικών, η [μαθηματική φυσική](#), που είναι αφιερωμένη στην ανάπτυξη των μαθηματικών δομών που απαρτίζουν τις [θεωρίες](#) της φυσικής.

Κλασική Φυσική

- Η **Κλασική Φυσική** έγινε μια ξεχωριστή επιστήμη όταν στην Ευρώπη (16^{ος} αιώνας) χρησιμοποιήθηκαν πειραματικές και μαθηματικές μέθοδοι για τη διαμόρφωση των σημερινών Νόμων της Φυσικής.
- Ο Γιοχάνες Κέπλερ (*Johannes Kepler*), ο Γαλιλαίος Γαλιλέι (*Galileo*) και ιδιαίτερα ο Ισαάκ Νεύτων ανακάλυψαν και ενοποίησαν διαφορετικούς νόμους για την κίνηση.
-
- Η **Πειραματική Φυσική** ξεκίνησε με τον πειραματισμό στη στατική με τους μεσαιωνικούς μουσουλμάνους φυσικούς, όπως ο αλ-Μπιρουνί (*al-Biruni*) και ο Αλχαζέν (*Alhazen*).
- Κατά τη διάρκεια της Βιομηχανικής Επανάστασης εντάθηκε η ζήτηση και η έρευνα για την ενέργεια. Η δραστηριότητα αυτή οδήγησε σε νέους νόμους για τη Θερμοδυναμική, τη Χημεία και τον ηλεκτρομαγνητισμό.

Σύγχρονη (Μοντέρνα) Φυσική

- Η **Μοντέρνα Φυσική** άρχισε να λειτουργεί με τον Μαξ Πλανκ, Νιλς Μπορ, Βέρνερ Χάϊζενμπεργκ στην [Κβαντική Θεωρία](#) και τον Άλμπερτ Αϊνστάιν στη [Θεωρία της Σχετικότητας](#). Συνεχίστηκε με την [Κβαντομηχανική](#), με πρωτοπόρους επιστήμονες τους [Βέρνερ Χάιζενμπεργκ](#) (*Werner Heisenberg*), [Έρβιν Σρέντινγκερ](#) (*Erwin Schrödinger*) και [Πολ Ντιράκ](#) (*Paul Dirac*).

Κλασική μηχανική

- Η Κλασική μηχανική είναι η Φυσική των δυνάμεων που ασκούνται σε υλικά σώματα. Συχνά αναφέρεται και ως "**Νευτώνεια μηχανική**" από τον Νεύτωνα και τους νόμους της κίνησης.
- Η κλασική μηχανική χωρίζεται σε:
 - Στατική, όπου τα αντικείμενα είναι σε ηρεμία,
 - Κινηματική, όπου τα αντικείμενα είναι σε κίνηση,
 - Δυναμική, η οποία περιγράφει αντικείμενα που υπόκεινται σε δυνάμεις.

Η κλασική μηχανική έχει αρκετά μεγάλο εύρος ισχύος. Χρησιμοποιείται για να περιγράψει την κίνηση **μακροσκοπικών αντικειμένων**, στην κλίμακα του ανθρώπου (όπως μπάλες και αυτοκίνητα), πολλά **αστρονομικά αντικείμενα** (όπως πλανήτες και γαλαξίες), και **μερικά μικροσκοπικά αντικείμενα** (όπως τα οργανικά μόρια).

Ηλεκτρομαγνητισμός

- Ο Ηλεκτρομαγνητισμός είναι η φυσική του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου, ένα πεδίο της φυσικής που παράγεται από την παρουσία και την κίνηση φορτισμένων σωματιδίων και αναπτύσσει δυνάμεις μεταξύ τους.
- Η ηλεκτροδυναμική περιγράφει τη συμπεριφορά των κινούμενων φορτισμένων σωματιδίων που αλληλεπιδρούν με ηλεκτρομαγνητικά πεδία. Ο ηλεκτρομαγνητισμός περιγράφει διάφορα ηλεκτρομαγνητικά φαινόμενα του απτού κόσμου.
- Το φως είναι ένα ηλεκτρομαγνητικό πεδίο σε ταλάντωση, το οποίο ακτινοβολείται από επιταχυνόμενα φορτισμένα σωματίδια. Πέρα από τη βαρύτητα, σχεδόν όλες οι δυνάμεις που αντιλαμβανόμαστε στην καθημερινή μας ζωή, είναι αποτέλεσμα του ηλεκτρομαγνητισμού.

Θερμοδυναμική

- Η Θερμοδυναμική είναι ο κλάδος της φυσικής που έχει να κάνει με τη δράση της θερμότητας και τις μετατροπές της ενέργειας από τη μια μορφή στην άλλη. Η θερμοδυναμική ασχολείται συγκεκριμένα με το πώς αυτές οι αλλαγές επηρεάζουν μεγέθη όπως η θερμοκρασία, η πίεση, ο όγκος, η μηχανική δράση, η εντροπία και το έργο.
- Η Στατιστική μηχανική, που σχετίζεται με τη θερμοδυναμική, είναι ο κλάδος της φυσικής που αναλύει τα μακροσκοπικά θερμοδυναμικά συστήματα εφαρμόζοντας στατιστικές αρχές στα μικροσκοπικά τους στοιχεία. Μπορεί να εφαρμοστεί ώστε να υπολογιστούν οι θερμοδυναμικές ιδιότητες υλικών, από τις ιδιότητες των μορίων τους, κάτι που είναι η βάση της στατιστικής θερμοδυναμικής.

Σχετικότητα

- Η Θεωρία της Σχετικότητας είναι:
 - μια φυσική θεωρία που βασίζεται σε δύο αξιώματα: (1) ότι η ταχύτητα του φωτός στο κενό είναι σταθερή και ανεξάρτητη από την πηγή ή τον παρατηρητή και (2) ότι οι νόμοι της φυσικής είναι ίδιοι για όλα τα αδρανειακά συστήματα -- καλείται επίσης και ειδική σχετικότητα, ειδική θεωρία της σχετικότητας. Οδηγεί στο συμπέρασμα πως η μάζα και η ενέργεια είναι ισοδύναμες και πως η μάζα, η διάσταση και ο χρόνος αλλάζουν όσο αυξάνεται η ταχύτητα.
 - μια επέκταση της ειδικής σχετικότητας ώστε να περιλαμβάνει μετασχηματισμούς ανάμεσα σε μη αδρανειακά συστήματα -- επίσης καλείται και γενική σχετικότητα ή γενική θεωρία της σχετικότητας. Περιγράφεται με τη χρήση διαφορικής γεωμετρίας και ερμηνεύει τη βαρύτητα ως παραμόρφωση του χωροχρόνου λόγω παρουσίας μάζας ή ενέργειας.

Κβαντική Μηχανική

- Η Κβαντική μηχανική είναι ο κλάδος της μαθηματικής φυσικής που ασχολείται με ατομικά και υποατομικά συστήματα και την αλληλεπίδρασή τους με την ακτινοβολία. Βασίζεται στην παρατήρηση ότι όλες οι μορφές της ενέργειας απελευθερώνονται σε διακριτές μονάδες που καλούνται κβάντα.
- Η κβαντική μηχανική παρέχει μια φυσική θεωρία της ύλης που βασίζεται στην έννοια του κυματοσωματιδιακού δυϊσμού και παρέχει μια μαθηματική ερμηνεία της δομής και των αλληλεπιδράσεων της ύλης στη βάση αυτής της ιδιότητας-- επίσης καλείται και Κυματική μηχανική. Το ενδιαφέρον είναι πως η κβαντική θεωρία παρέχει μόνο πιθανούς ή στατιστικούς υπολογισμούς των παρατηρούμενων ιδιοτήτων των υποατομικών σωματιδίων, μέσω της κυματοσυνάρτησης.
- Η ανάπτυξη της κβαντικής μηχανικής στις αρχές του 20ού αιώνα υπήρξε επαναστατική για τη φυσική, και είναι πλέον θεμελιώδης στους περισσότερους κλάδους της σύγχρονης έρευνας.

ΣΚΟΠΟΣ

- Παροχή βασικών γνώσεων φυσικής με εντοπισμένο ενδιαφέρον στα βιολογικά συστήματα, οι οποίες είναι απαραίτητες για την κατανόηση και ερμηνεία φυσιολογικών φαινομένων και διαδικασιών που συμβαίνουν στον άνθρωπο.
- Παροχή εξειδικευμένων γνώσεων της φυσικής, επάνω στις οποίες βασίζονται σύγχρονες θεραπευτικές και διαγνωστικές μέθοδοι με εφαρμογές στην Ιατρική και στη Φυσικοθεραπεία.
-
- Ανάπτυξη ικανότητας εκτίμησης μεγεθών και ποσοτήτων μέσα από απλούς υπολογισμούς που απορρέουν από απλές μετρήσεις και ασκήσεις υπολογισμών.
- Εξοικείωση Με τον ορθολογικό τρόπο σκέψης, την ανάλυση και ερμηνεία φαινομένων.

ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ

- **Μηχανική του ανθρώπινου σώματος.**
 - Μύες και δυνάμεις στο ανθρώπινο σώμα.
 - Εργο, ενέργεια
 - Ορμή
 - Περιστροφική κίνηση
 - Ελαστικότητα - Παραμορφώσεις
- **Μηχανική των ρευστών.**
- **Θερμότητα.**
 - Θερμοκρασία
 - Θερμικές ιδιότητες
 - Μετάδοση θερμότητας.
- **Ταλαντώσεις και κύματα.**
 - Στοιχεία οπτικής
 - Μηχανικά κύματα - ήχος
- **Βιοηλεκτρισμός**
- **Στοιχεία Ατομικής Φυσικής.**
- **Αλληλεπίδραση ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας – ιστού.**

Πηγές

Προτεινόμενα συγγράματα

- Η φυσική στη βιολογία και την Ιατρική, DAVIDOVITS
- Φυσική για τις Επιστήμες Ζωής, Newman Jay
- Επίτομη ιατρική φυσική, Ψαρράκος Κυριάκος, Μολυβδά - Αθανασοπούλου Ελισάβετ, Γκοτζαμάνη - Ψαρράκου Άννα, Σιούντας Αναστάσιος

Διαδίκτυο

- http://physics.teiath.gr/lesson/biophysics_13/
- e-class

Θεμελιώδη φυσικά μεγέθη

Ποσότητα	Μονάδα μέτρησης
Μήκος	μέτρο m
Μάζα	χιλιόγραμμα kg
Χρόνος	δευτερόλεπτο sec
Ένταση ηλεκτρικού ρεύματος	Ampere A
Θερμοκρασία	Kelvin K
Ποσότητα ύλης	γραμμόριο mol
Φωτεινή ένταση	καντέλα cd

Ποσότητα	Τύπος	Μονάδα μέτρησης
Ταχύτητα v	$v=x/t$	m/sec
Επιτάχυνση a	$a=v/t$	m/sec²
Δύναμη F	$F=m \cdot a$	kgm/sec²
Ενέργεια E	$E=1/2mu^2$	kgm²/sec² (J)
Ισχύς P	$P=E/t$	kgm²/sec³ (W)
Πίεση P	$P=F/s$	kg/sec²m (Pa)

Διαστατική ανάλυση

- *Διαστατική ομοιογένεια:*
 - Σε κάθε εξίσωση οι προστιθέμενοι όροι πρέπει να έχουν την ίδια διάσταση (ο έλεγχος μπορεί να γίνει μέσω των μονάδων μέτρησης)
 - Τα δύο μέλη μιας εξίσωσης πρέπει να έχουν τη ίδια διάσταση.
 - Σύμβολα διαστάσεων:
 - Μήκος: L
 - Μάζα: M
 - Χρόνος T

Είναι διαστατικά συνεπείς οι
παρακάτω εξισώσεις;

$$t = \frac{ml}{g}, \quad T = \frac{ML}{\frac{M}{T^2}} = LT^2$$

$$\chi = m \bullet t, \quad L = MT$$

$$t = \sqrt{\frac{l}{g}}, \quad T = \sqrt{\frac{L}{\frac{L}{T^2}}} = T$$

Προθέματα – Δυνάμεις του 10

10^{-15}	femto-	f
10^{-12}	pico-	p
10^{-9}	nano-	n
10^{-6}	micro-	μ
10^{-3}	milli-	m
10^{+3}	kilo-	k
10^{+6}	mega-	M
10^{+9}	giga-	G
10^{+12}	tera-	T

Ακτίνα της γής = 6 370 000 m

Μάζα ηλεκτρονίου = 0.000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 911 kg=

Μέγεθος σωματιδίου = 0.000 03 m

Διάμετρος ατόμου=0.000 000 072 m =

Μήκος κύματος φωτός =0.000 000 55 m =

Συχνότητα ραδιοκύματος = 91 000 000Hz=

Διάμετρος της γης= 12 800 000 m =

Απόσταση γής - σελήνης= 383 000 000 m =

Μάζα της γής = 6 000 000 000 000 000 000 000 000 000 kg=

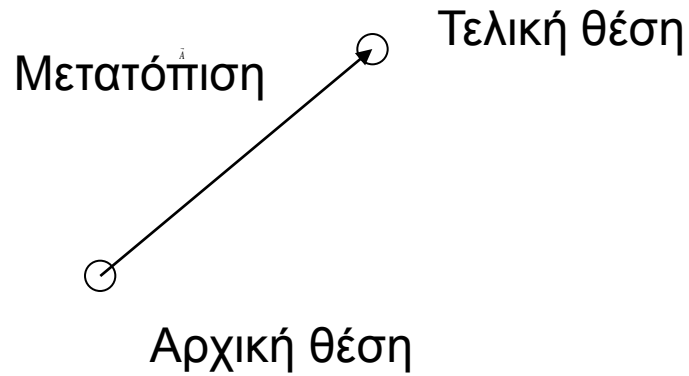
.....

- Το παγκόσμιο ρεκόρ στα 100m είναι 9,58 sec. Θεωρώντας την ταχύτητα σταθερή στη διάρκεια του αγώνα, εκφράστε την σε m/sec και km/hr.
- Πόσα μέτρα είναι ένα έτος φωτός ($c=3 \times 10^8$ m/sec).
- Εκφράστε την πυκνότητα του νερού ($0,98$ g/cm³) σε kg/m³.

Διανυσματικό μέγεθος

Τα φυσικά μεγέθη διακρίνονται σε μονόμετρα και σε διανυσματικά που προσδιορίζονται από τρεις παραμέτρους

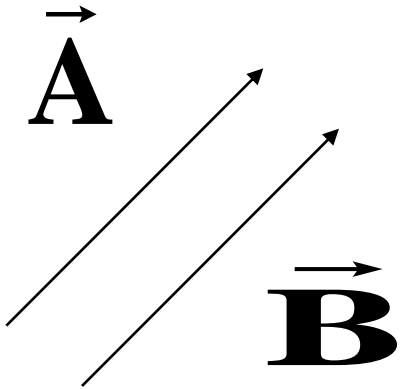
- Μέτρο
- Διεύθυνση
- Φορά



Σύμβολο μέτρου διανύσματος

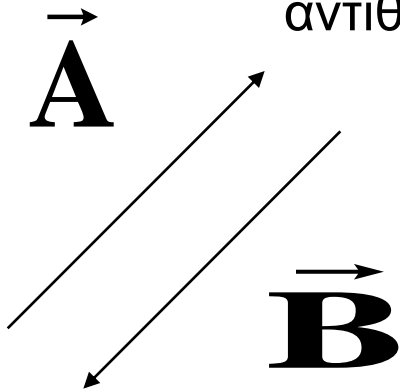
$$|\vec{A}|$$

Δύο διανύσματα είναι ίσα αν έχουν ίδιο μέτρο και ίδια φορά.

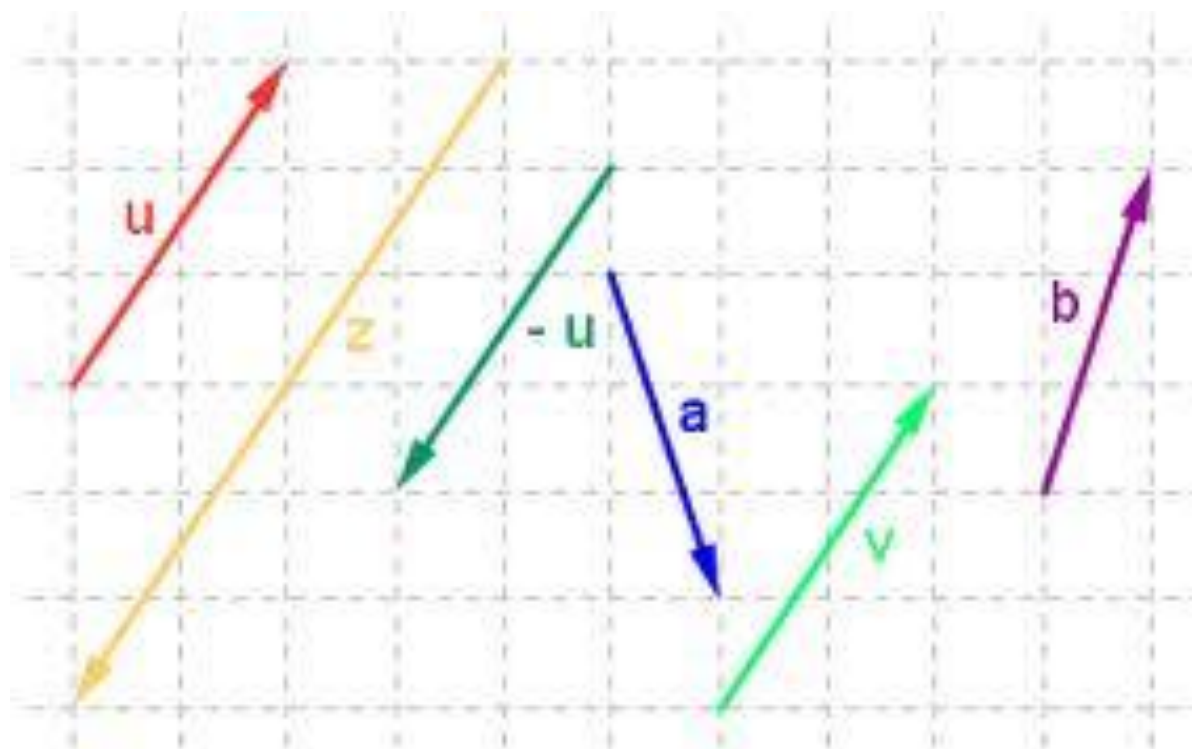


$$\vec{A} = \vec{B}$$

Δύο διανύσματα είναι αντίθετα αν έχουν ίδιο μέτρο και αντίθετη φορά.

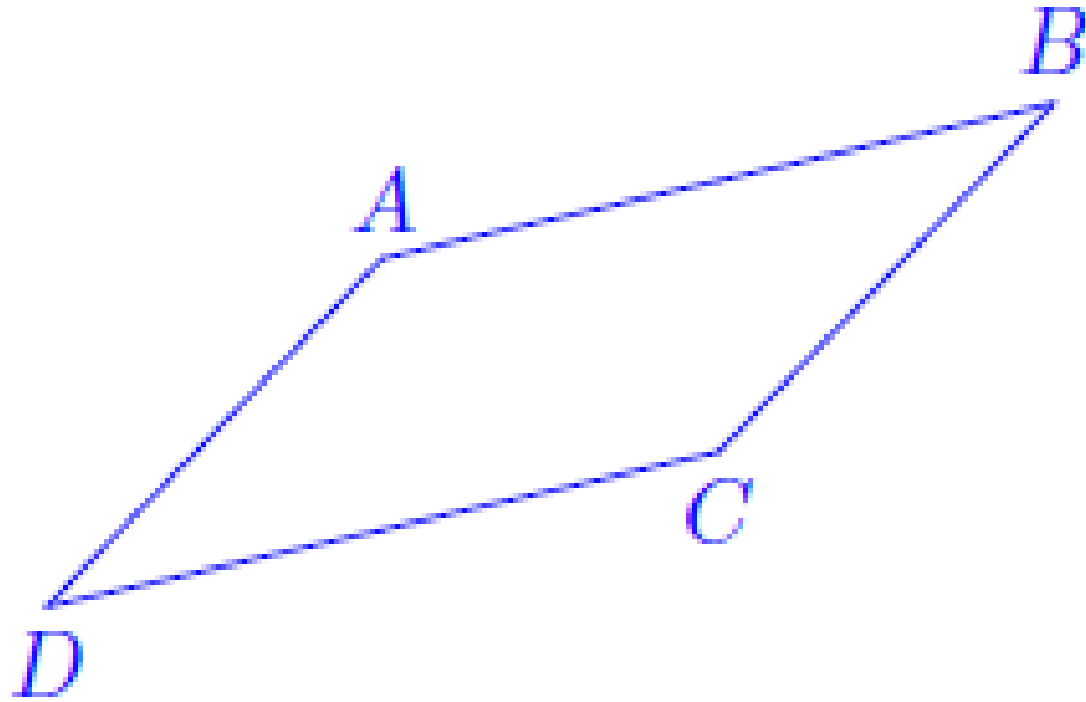


$$\vec{A} = -\vec{B}$$



Υπάρχουν ίσα διανύσματα στο διάγραμμα; Αν ναι ποιιά;

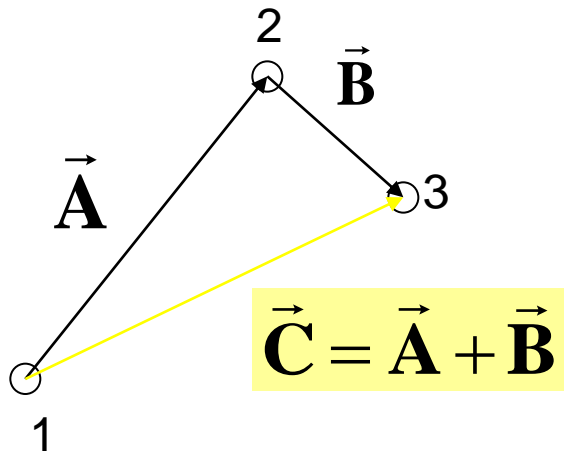
Τα διανύσματα τα σχεδιάζουμε υπό κλίμακα όσο αφορά το μέτρο τους.



(a) $\vec{DA} = \vec{BC}$, (b) $\vec{AD} = -\vec{CB}$, (c) $\vec{AD} = \vec{CB}$, (d) $\vec{DA} = -\vec{CB}$.

Ποια από τις παραπάνω ισότητες ισχύει;

Πρόσθεση διανυσμάτων

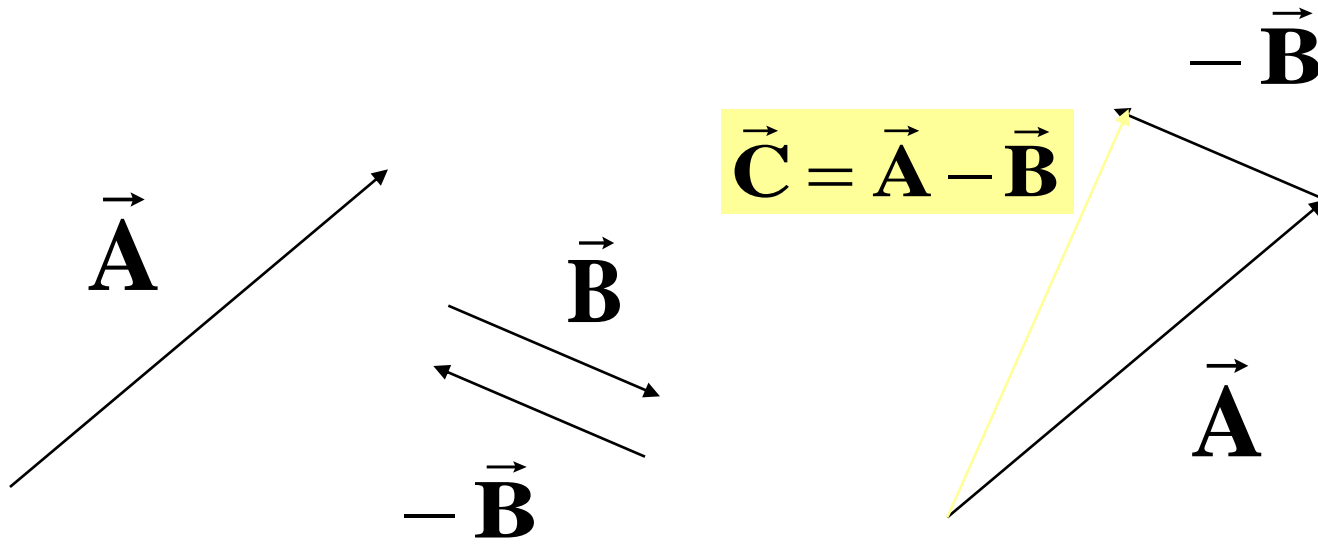


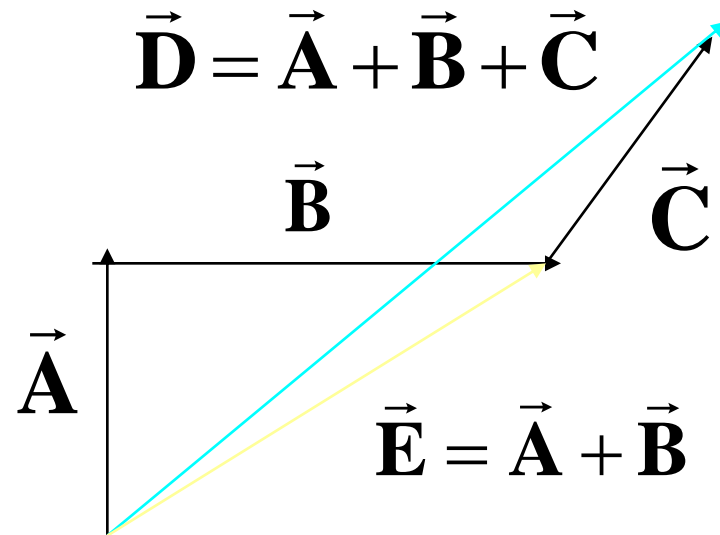
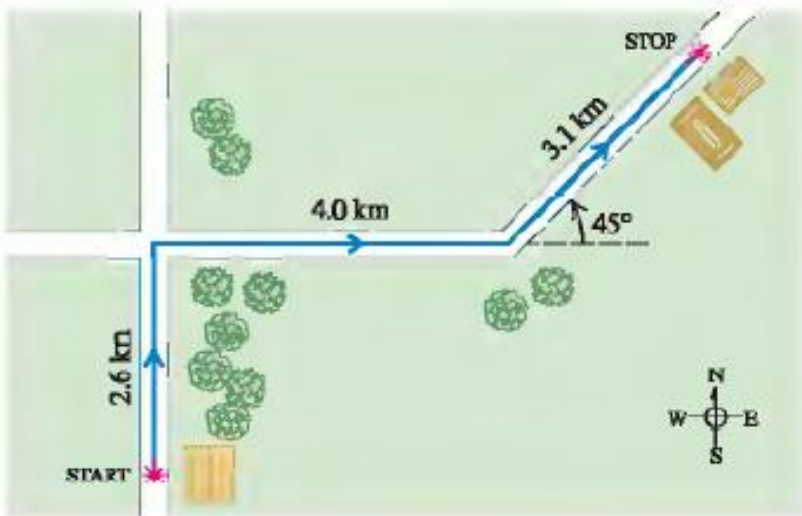
$$\vec{A} + \vec{B} = \vec{B} + \vec{A}$$

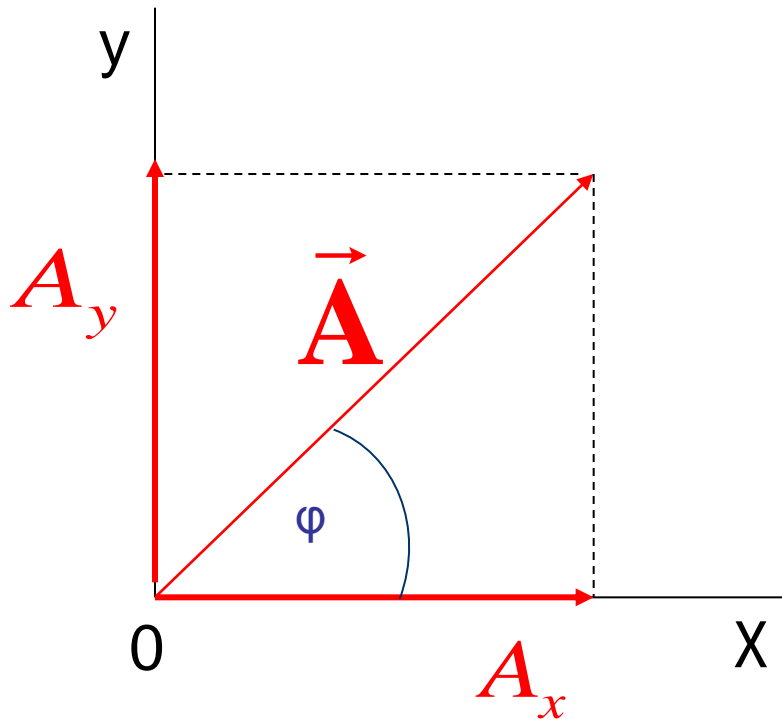
Μηδενικό διάνυσμα:

- Μηδενικό μέτρο
- Δεν έχει διεύθυνση

Αφαίρεση διανυσμάτων







$$A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2},$$

$$\cos \varphi = \frac{A_x}{A} \Leftrightarrow A_x = A \cos \varphi,$$

$$\sin \varphi = \frac{A_y}{A} \Rightarrow A_y = A \sin \varphi$$