

Εισαγωγή

Επιστημονική μέθοδος

Αριστοτέλης (384-322 π.Χ) : «Για να ξεκινήσει και να διατηρηθεί μια κίνηση είναι απαραίτητη η ύπαρξη μιας συγκεκριμένης αιτίας»

- ✓ Διατύπωση αξιωματική της αιτίας μια κίνησης
- ✓ Συμφωνεί με την καθημερινή εμπειρία
- ✓ Δεν οδηγεί στην πλήρη ερμηνεία του φαινόμενου

Γαλιλαίος (1564-1642μ.Χ) : Απομόνωση της εξωτερικής αιτίας από την κίνηση

- ✓ Δεν συμβαίνει στην πράξη στον Φυσικό Κόσμο
- ✓ Ιδεατό /ιδανικό πείραμα

Μαθηματικό μοντέλο πραγματικής κατάστασης (κινούμενο σημείο) → Επίλυση →
Επιστροφή στον πραγματικό κόσμο

Κλειδί για την κατανόηση της φύσης είναι η παρατήρηση και το πείραμα.

Η επιστημονική μέθοδος θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως μια λογική και αιτιοκρατική ανάλυση των συμπερασμάτων που προκύπτουν από την παρατήρηση και το πείραμα.

Αποτελεί μια διαδικασία που αποσκοπεί με την βοήθεια των μετρήσεων να μας μάθει να ανακαλύπτουμε. Είναι περισσότερο φιλοσοφία και λιγότερο συνταγή ανακάλυψης.

Θεωρία

Αρχή και τέλος της αποτελούν η παρατήρηση και το πείραμα

Ανάγει μεγάλους αριθμούς πειραματικών δεδομένων σε μικρό αριθμό λογικά συσχετισμένων / συνδεδεμένων προτάσεων

Προσπαθεί να εξηγήσει γιατί τα πράγματα στον φυσικό κόσμο συμβαίνουν όπως συμβαίνουν

Για να το κάνει

- ✓ απαιτεί την χρήση πρωταρχικών εννοιών (χώρος, χρόνος, ενέργεια, φορτίο)
- ✓ τις συνδέει με τις παρατηρήσεις

Μοντέλο

Αποτελεί απλοποιημένη εκδοχή ενός φυσικού συστήματος η οποία επιτρέπει και απλουστεύει την ανάλυσή του

Εστιάζει στα κυριότερα χαρακτηριστικά (επιλέγονται από τον ερευνητή)

Αναπαράγει τα πειραματικά δεδομένα

Οδηγεί στην διατύπωση των νόμων

Νόμοι

Πολλές θεωρίες αναπαράγουν τα ίδια αποτελέσματα

Θεωρία ισχύει ως νόμος της φύσης όταν

- ✓ Να προβλέπει τα αποτελέσματα των πειραμάτων που θα εκτελεστούν μελλοντικά
- ✓ Να ερμηνεύει μία ευρεία κατηγορία φαινομένων
- ✓ Να είναι απλή

Διακρίνονται σε :

- ✓ Εμπειρικούς νόμους (περιορισμένη ισχύς)
- ✓ Γενικούς νόμους (παγκόσμια ισχύς)

Περιγραφή στον μακρόκοσμο

- Νόμος του Νεύτωνα (Κλασσική φυσική)
- Εξισώσεις του Maxwell (Ηλεκτρομαγνητισμός & Οπτική)
- Εξισώσεις του Schrodinger (Μικροφυσική)
- Εξισώσεις της Γενικής Θεωρίας της Σχετικότητας (Κινήσεις στο σύμπαν/
δομή του χώρου και του χρόνου)

Περιγραφή στον μικρόκοσμο

- Κβαντική Ηλεκτροδυναμική
- Θεωρία για τις Ασθενής αλληλεπιδράσεις
- Κβαντική Χρωμοδυναμική

Εκφράζονται

Από εξισώσεις οι οποίες αναφέρονται και εκφράζουν σχέσεις μεταξύ των φυσικών μεγεθών

Το αναλλοίωτο

Οι φυσικοί νόμοι είναι αναλλοίωτοι / αμετάβλητοι ως προς

- ✓ Μετάθεση
- ✓ Στροφή
- ✓ Κατοπτρισμό
- ✓ Αναστροφή του συστήματος συντεταγμένων
- ✓ Μετάθεση χρόνου

Μονάδες Μέτρησης

Το SI βασίζεται στις παρακάτω αρχές:

- ✓ Υπάρχουν επτά θεμελιώδεις μονάδες .
- ✓ Υπάρχει ένα σύνολο πολλαπλασιαστών που μπαίνουν ως προθέματα στις μονάδες.
- ✓ Από τις θεμελιώδεις μονάδες προκύπτουν παράγωγες μονάδες από τα γινόμενα και τα πηλίκα τους.
- ✓ Το σύνολο των θεμελιωδών και των παράγωγων μονάδων του SI, εκφράζει ποσοτικά τα διαστατά φυσικά μεγέθη.

Μονάδες

Διακρίνονται σε θεμελιώδεις και παράγωγες

Συνιστούν συστήματα

Θεμελιώδη και Συμπληρωματικά μεγέθη του Διεθνούς Συστήματος Μονάδων

	Μέγεθος	Μονάδα
Θεμελιώδες	Μάζα	Χιλιόγραμμα (kg)
Θεμελιώδες	Μήκος	Μέτρο (m)
Θεμελιώδες	Χρόνος	Δευτερόλεπτο (s)
Θεμελιώδες	Ένταση ηλεκτρικού ρεύματος	Αμπέρ (A)
Θεμελιώδες	Απόλυτη/Θερμοδυναμική Θερμοκρασία	Κέλβιν (K)
Θεμελιώδες	Ποσότητα Ουσίας	Μολ (mol)
Θεμελιώδες	Ένταση Φωτεινότητας	Καντέλα (Κηρίο) (cd)
συμπληρωματικό	Επίπεδη γωνία	Ακτίνο (rad)
συμπληρωματικό	Στερεά γωνία	Στερακτίνο (sr)

Προθέματα

Διεθνές όνομα	Σύμβολο	Ελληνικά	Πολλαπλασιαστής	Κλίμακα	Παράδειγμα
yotta	Y	γιοττα	10^{24}	επτάκις εκατομμυριάδα	γιοττάμετρο
zetta	Z	ζεττα	10^{21}	εξάκις εκατομμυριάδα	ζεπτάμετρο
exa	E	εξα	10^{18}	πεντάκις εκατομμυριάδα	εξάμετρο
peta	P	πετα	10^{15}	τετράκις εκατομμυριάδα	πετάμετρο
tera	T	τερα	10^{12}	τρισεκατομμυριάδα	τεράμετρο
giga	G	γίγα	10^9	δισεκατομμυριάδα	γιγάμετρο
mega	M	μεγα	10^6	εκατομμυριάδα	μεγάμετρο
kilo	k	χιλιο	10^3	χιλιάδα	χιλιόμετρο
hecto	h	εκατο	10^2	εκατοντάδα	εκατόμετρο
deca	da	δεκα	10^1	δεκάδα	δεκάμετρο
-	-	-	$10^0 = 1$	μονάδα	μέτρο
deci	d	δέκατο	10^{-1}	δέκατο	δεκατόμετρο
centi	c	εκατοστό	10^{-2}	εκατοστό	εκατοστόμετρο
milli	m	χιλιοστό	10^{-3}	χιλιοστό	χιλιοστόμετρο
micro	μ	μικρο	10^{-6}	εκατομμυριοστό	μικρόμετρο
nano	n	νανο	10^{-9}	δισεκατομμυριοστό	νανόμετρο
pico	p	πικο	10^{-12}	τρισεκατομμυριοστό	πικόμετρο
femto	f	φεμτο	10^{-15}	τετράκις εκατομμυριοστό	φεμτόμετρο (φέρμι)
atto	a	αττο	10^{-18}	πεντάκις εκατομμυριοστό	αττόμετρο
zepto	z	ζεπτο	10^{-21}	εξάκις εκατομμυριοστό	ζεπτόμετρο
yocto	y	γιοκτο	10^{-24}	επτάκις εκατομμυριοστό	γιοκτόμετρο

Συχνά χρησιμοποιούμενες παράγωγες μονάδες

Φυσικό μέγεθος	Έκφραση γινομένου ή πηλίκου	Παράγωγη μονάδα	Ιδιαίτερος συμβολισμός	Όνομα της μονάδας
Επιφάνεια	μήκος ²	m ²	-	τετραγωνικό μέτρο
Όγκος	μήκος ³	dm ³	l (liter)	λίτρο, κυβική παλάμη, κυβικό δεκατόμετρο
Ταχύτητα	Μήκος/Χρόνος	m/s	-	μέτρο ανά δευτερόλεπτο
Επιτάχυνση	Μήκος/Χρόνος ²	m/s ²	-	μέτρο ανά δευτερόλεπτο στο τετράγωνο
Δύναμη	Μάζα×Επιτάχυνση	kg×m/s ²	N (Newton)	νιούτον
Πίεση - τάση	Δύναμη/Επιφάνεια	N/m ²	Pa (Pascal)	πασκάλ
Ροπή	Δύναμη×Μήκος	N×m	-	νιούτον επί μέτρο, νιουτόμετρο
Πυκνότητα	Μάζα/Όγκος	kg/m ³	-	χιλιόγραμμο ανά κυβικό μέτρο
Ειδικό βάρος	Δύναμη/Όγκος	N/m ³	-	νιούτον ανά κυβικό μέτρο
Έργο - Ενέργεια	Δύναμη×Μήκος	N×m	J (Joule)	τζάουλ
Ισχύς	Έργο/Χρόνος	J/s	W (Watt)	βατ

Θεμελιώδη και συμπληρωματικά μεγέθη – Ορισμοί

Όνομα μονάδας	Διεθνές σύμβολο	Μέγεθος που μετρά	Ορισμός μονάδας
Χιλιόγραμμα	kg	Μάζα	Το Χιλιόγραμμα είναι η μάζα του πρότυπου χιλιόγραμμου, ενός κυλίνδρου από ιριδιούχο λευκόχρυσο που φυλάσσεται στο Διεθνές Γραφείο Μέτρων και Σταθμών των Σεβρών στη Γαλλία.
Μέτρο	m	Μήκος	Το Μέτρο είναι η απόσταση την οποία διανύει το φως στο κενό σε χρονικό διάστημα ίσο με 1/299.792.458 δευτερόλεπτα.
Δευτερόλεπτο	s	Χρόνος	Το Δευτερόλεπτο είναι η χρονική διάρκεια 9.192.631.770 περιόδων της ακτινοβολίας που αντιστοιχεί στην μετάβαση δύο υπέρλεπτων ενεργειακών σταθμών της κατάστασης ελάχιστης ενέργειας του ατόμου του καισίου-133 (¹³³ Cs) σε θερμοκρασία 0 Κ.
Αμπέρ	A	Ένταση ηλεκτρικού ρεύματος	Το Αμπέρ είναι το σταθερό ηλεκτρικό ρεύμα το οποίο όταν διατηρείται σε δύο ευθύγραμμους παράλληλους αγωγούς απείρου μήκους και αμελητέας διατομής, τοποθετημένους σε απόσταση 1 μέτρου στο κενό, θα παρήγαγε μεταξύ αυτών των αγωγών μία δύναμη ίση με 2×10^{-7} νιούτον ανά μέτρο μήκους.
Κέλβιν	K	Απόλυτη Θερμοκρασία	Το Κέλβιν είναι το κλάσμα 1/273,16 της απόλυτης θερμοκρασίας του τριπλού σημείου του νερού.
Μολ	mol	Ποσότητα Ουσίας	Το Μολ είναι η ποσότητα μίας ουσίας που περιέχει τόσες στοιχειώδεις οντότητες όσα είναι τα άτομα σε 0,012 χιλιόγραμμα καθαρού άνθρακα-12 (¹² C).
Καντέλα (Κηρίο)	cd	Ένταση Φωτεινότητας	Η Καντέλα είναι η φωτεινή ένταση, σε μία δεδομένη διεύθυνση, μίας πηγής που εκπέμπει μονοχρωματική ακτινοβολία με συχνότητα 540×10^{12} Hz και έχει ένταση ακτινοβολίας στην κατεύθυνση αυτή ίση με 1/683 Watt ανά στερακτίνο.
Ακτίνο	rad	Επίπεδη γωνία	Το Ακτίνο είναι εκείνη η επίπεδη γωνία η οποία όταν γίνει επίκεντρη ορίζει τόξο, σε οποιοδήποτε κύκλο, με μήκος ίσο με την ακτίνα του.
Στερακτίνο	sr	Στερεά γωνία	Το Στερακτίνο είναι εκείνη η στερεά γωνία η οποία όταν γίνει επίκεντρη ορίζει σφαιρική περιοχή, σε οποιαδήποτε σφαίρα, με εμβαδόν ίσο με το τετράγωνο της ακτίνας της.

http://www1.bipm.org/en/si/base_units/

http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%98%CE%B5%CE%BC%CE%B5%CE%BB%CE%B9%CF%8E%CE%B4%CE%B5%CE%B9%CF%82_%CE%BC%CE%BF%CE%BD%CE%AC%CE%B4%CE%B5%CF%82_%CE%BC%CE%AD%CF%84%CF%81%CE%B7%CF%83%CE%B7%CF%82_%CF%84%CE%BF%CF%85_%CE%94%CE%B9%CE%B5%CE%B8%CE%BD%CE%BF%CF%8D%CF%82_%CE%A3%CF%85%CF%83%CF%84%CE%AE%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%BF%CF%82_%CE%9C%CE%BF%CE%BD%CE%AC%CE%B4%CF%89%CE%BD

Κλασσική Μηχανική

Κλασσική Μηχανική

Μελετώντας την Μηχανική θα ασχοληθούμε με την έννοια του σωματιδίου το οποίο περιγράφεται δίδοντας την θέση του ως συνάρτηση του χρόνου

- Συγκεκριμένη θέση + χρόνος \rightarrow γεγονός
- Θέση \rightarrow Ταχύτητα \rightarrow Επιτάχυνση

Ιδανικό σωματίδιο

- έννοια της κλασσικής φυσικής
- σημειακό αντικείμενο χωρίς μέγεθος
- διαθέτει μάζα

Μετρήσεις της θέσης, του χρόνου και της μάζας περιγράφουν πλήρως αυτό το κλασσικό σωματίδιο

- Προσοχή όμως γιατί τα στοιχειώδη σωματίδια έχουν επίσης φορτίο, σπίν, κ.ά τα οποία εδώ αγνοούμε

Θέση

Αν το σωματίδιο κινείται κατά μήκος :

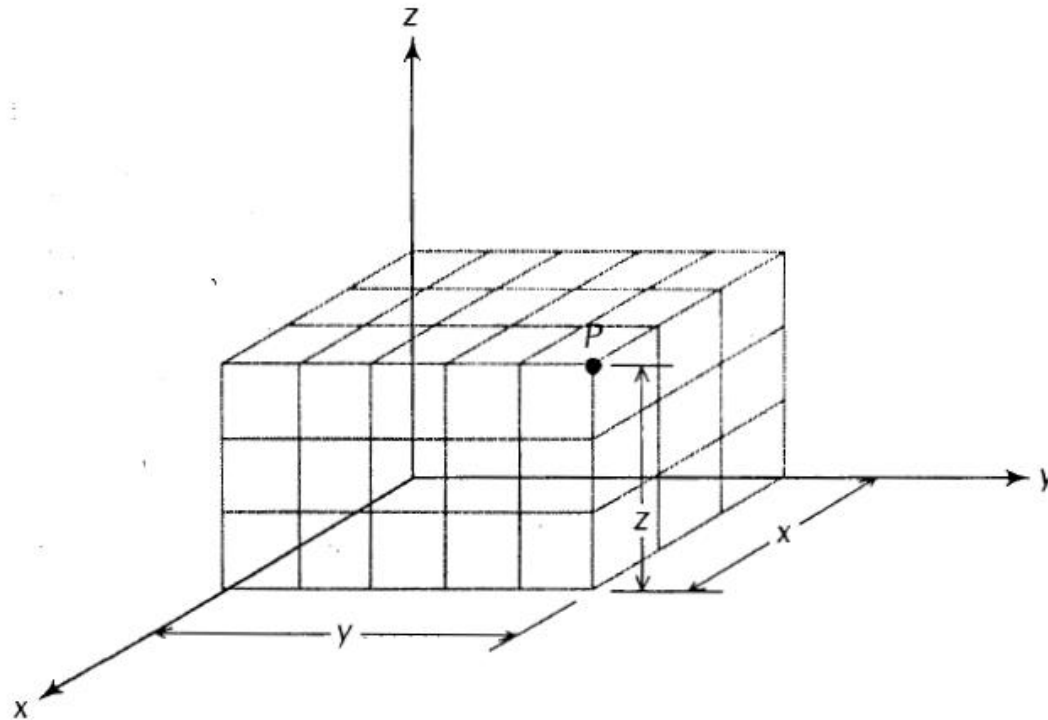
- Καμπύλης → 1-συντεταγμένη
- Επιφάνειας → 2-συντεταγμένες
- Όγκου → 3-συντεταγμένες

Σύστημα συντεταγμένων

Η γενική περιγραφή απαιτεί ένα σύστημα συντεταγμένων με μια αρχή

- Σταθερό σημείο αναφοράς, αρχή
- Σύνολο από άξονες ή κατευθύνσεις
- Οδηγίες σχετικά με το πώς προσδιορίζουμε ένα σημείο σε σχέση με την αρχή

Καρτεσιανό / Ορθογώνιο Σύστημα Συντεταγμένων



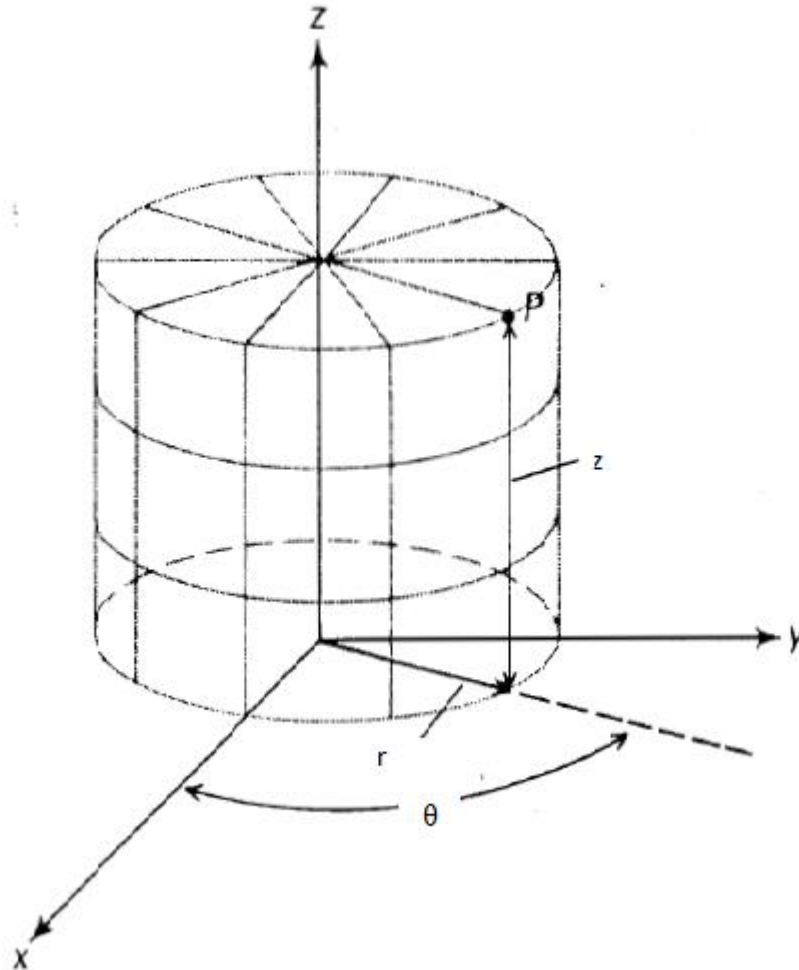
- Το απλούστερο σύστημα
- Το ευκολότερο να συλλάβουμε νοερά

- Απαιτούνται 3-αριθμοί για να καθοριστεί πλήρως ένα σημείο
- Εξαιρετικά καλό για κινήσεις στην επιφάνεια μιας σφαίρας
- $r \rightarrow$ απόσταση από το κέντρο της σφαίρας στο σημείο $P(r, \theta, \phi)$
- $\phi \rightarrow$ γωνία μεταξύ του z-άξονα και της γραμμής που διέρχεται από το κέντρο της σφαίρας και το σημείο P (γεωγραφικό πλάτος = $(\pi/2)-\phi$)
- $\theta \rightarrow$ γωνία στο xy - επίπεδο μετρούμενη από τον x-άξονα σε σχέση με το γεωγραφικό μήκος.

$$\begin{aligned}x &= r \sin \phi \cos \theta \\y &= r \sin \phi \sin \theta \\z &= r \cos \phi\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}r^2 &= x^2 + y^2 + z^2 \\ \tan \phi &= \frac{\sqrt{x^2 + y^2}}{z} \\ \tan \theta &= \frac{y}{x}\end{aligned}$$

Κυλινδρικό σύστημα συντεταγμένων



- $r \rightarrow$ απόσταση από τον άξονα του κυλίνδρου στο σημείο P
- $z \rightarrow$ ύψος πάνω από το οριζόντιο επίπεδο xy
- $\theta \rightarrow$ γωνία στο xy - επίπεδο μετρούμενη από τον x -άξονα

$$x = r \cos \theta$$

$$y = r \sin \theta$$

$$z = z$$

$$r^2 = x^2 + y^2$$

$$\tan \theta = \frac{y}{x}$$

$$z = z$$

Χώρος

3-διαστάσεων

Ευκλείδειος

- Το άθροισμα των γωνιών ενός Δ στο επίπεδο $= 180^\circ$

} observation
experiments

Χρόνος

Ο χρόνος είναι απόλυτος

- Ο ρυθμός που ο χρόνος διανύεται είναι ανεξάρτητος από την θέση και ανεξάρτητος από την ταχύτητα

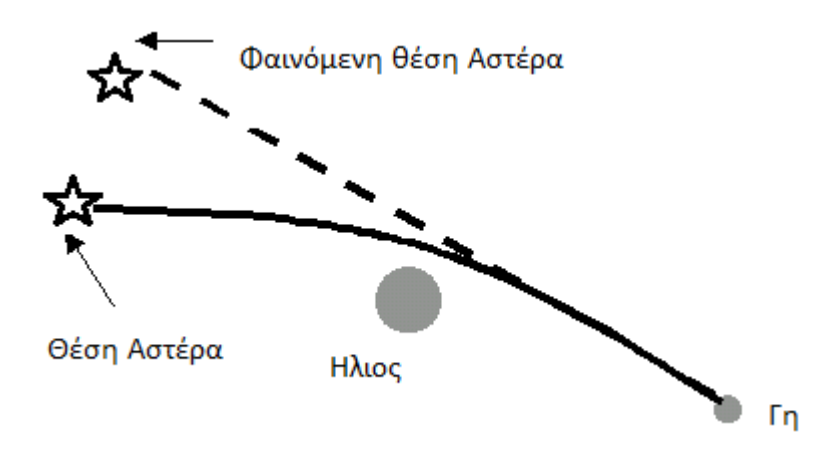
Euclidean Geometry
+
Absolute Time } Classical or Newtonian
Physics

- Για 200 περίπου χρόνια από το 1687 που ο Isaac Newton διατύπωσε τις σκέψεις του στο Principia Mathematica , οι νόμοι του για την κίνηση και την βαρύτητα, παρέμειναν αδιαμφισβήτητοι ως βάση για την επιστημονική εξήγηση του φυσικού κόσμου.
- Ακόμη και σήμερα παρά την επιστημονική πρόοδο αποτελούν ουσιώδεις συνιστώσες της Φυσικής
- Θα αναφερθούν στη συνέχεια περιληπτικά κάποιες από τις ατέλειες της θεωρίας που οδήγησαν στις σύγχρονες φυσικές θεωρήσεις

Παρατηρήσεις

Σήμερα γνωρίζουμε ότι τα αξιώματα του χώρο-χρόνου του Newton δεν ισχύουν πάντοτε

- Ακτίνες φωτός που περνούν πλησίον του Ήλιου αποκλίνουν
 - ✓ Το άθροισμα των γωνιών ενός τριγώνου $\neq 180^\circ$



- Ρολόγια / χρονόμετρα σε υψηλές ταχύτητες ($v \rightarrow c$) ή μέσα σε βαρυτικά πεδία παρουσιάζουν διαφορετικό ρυθμό συγκρινόμενα με ρολόγια σε ηρεμία
 - ✓ Χρονική διαστολή
- Αστέρες Νετρονίων
- Μαύρες τρύπες (ακόμη και το φως παγιδεύεται)
 - Νέες θεωρίες
 - ✓ Ειδική θεωρία της Σχετικότητας
 - ✓ Γενική θεωρία της Σχετικότητας
(space/time \rightarrow curved) } A. Einstein
 - ✓ Κβαντική Μηχανική
 - ❖ (Μικρές αποστάσεις και χρόνοι, $v \rightarrow c$)
- ❖ Τα φαινόμενα αυτά είναι πολύ μικρά για $v \ll c$
- ❖ Δεν ανιχνεύονται στην κλασική μηχανική