

## Open Schools Journal for Open Science

Vol 6, No 1 (2023)

Open Schools Journal for Open Science - Special Issue -Πρακτικά του «3ου Μαθητικού Συνεδρίου Έρευνας και Επιστήμης»



### Η ενοποίηση της Φυσικής μέσα από πειραματική ματιά.

Νίκος Ζαρίφης, Θέμης Καλίτσης, Γιώργος Καριδιανάκης, Αντώνης Κομινάτος, Αθηνά Κτιστάκη, Γιώργος Κτιστάκης, Αναστασία Μόσολου, Ιφιγένεια Μπρέσσα, Εβελίνα Νικολοπούλου, Αγγελική Ξυδοπούλου, Ειρήνη Πατέρα, Φραγκίσκος Φαρμάκης, Michalis Andreadellis, Παύλος Αρβανίτης, Σταυρούλα Βαζαίου

doi: [10.12681/osj.31959](https://doi.org/10.12681/osj.31959)

Copyright © 2023, Νίκος Ζαρίφης, Θέμης Καλίτσης, Γιώργος Καριδιανάκης, Αντώνης Κομινάτος, Αθηνά Κτιστάκη, Γιώργος Κτιστάκης, Αναστασία Μόσολου, Ιφιγένεια Μπρέσσα, Εβελίνα Νικολοπούλου, Αγγελική Ξυδοπούλου, Ειρήνη Πατέρα, Φραγκίσκος Φαρμάκης, Michalis Andreadellis, Παύλος Αρβανίτης, Σταυρούλα Βαζαίου



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

### To cite this article:

Ζαρίφης Ν., Καλίτσης Θ., Καριδιανάκης Γ., Κομινάτος Α., Κτιστάκη Α., Κτιστάκης Γ., Μόσολου Α., Μπρέσσα Ι., Νικολοπούλου Ε., Ξυδοπούλου Α., Πατέρα Ε., Φαρμάκης Φ., Andreadellis, Μ., Αρβανίτης Π., & Βαζαίου Σ. (2023). Η ενοποίηση της Φυσικής μέσα από πειραματική ματιά. *Open Schools Journal for Open Science*, 6(1).

<https://doi.org/10.12681/osj.31959>

# Η ενοποίηση της Φυσικής μέσα από πειραματική ματιά.

Συγγραφείς:

Ζαρίφης Νίκος, Καλίτσης Θέμης, Καριδιανάκης Γιώργος, Κομινάτος Αντώνης, Κτιστάκη Αθηνά, Κτιστάκης Γιώργος, Μόσολου Αναστασία, Μπρέσσα Ιφιγένεια, Νικολοπούλου Εβελίνα, Ξυδοπούλου Αγγελική, Πατέρα Ειρήνη, Φαρμάκης Φραγκίσκος.

[nikos.zarifis@gmail.com](mailto:nikos.zarifis@gmail.com), [themkall44@gmail.com](mailto:themkall44@gmail.com), [rhydesmr@gmail.com](mailto:rhydesmr@gmail.com),  
[akominato@gmail.com](mailto:akominato@gmail.com), [athena25kay@gmail.com](mailto:athena25kay@gmail.com), [gkktist@gmail.com](mailto:gkktist@gmail.com),  
[siamosolou@gmail.com](mailto:siamosolou@gmail.com), [agedni@gmail.com](mailto:agedni@gmail.com), [evelina.nikolopoulou@gmail.com](mailto:evelina.nikolopoulou@gmail.com),  
[xydopoulos@gmail.com](mailto:xydopoulos@gmail.com), [irenepatera3@gmail.com](mailto:irenepatera3@gmail.com), [cityfotis@gmail.com](mailto:cityfotis@gmail.com)

2<sup>ο</sup> ΓΕ.Λ. ΧΑΛΑΝΔΡΙΟΥ: [mail@2lyk-chalandr.att.sch.gr](mailto:mail@2lyk-chalandr.att.sch.gr)

Επιβλέποντες καθηγητές:

Ανδρεαδέλλης Μιχαήλ ΠΕ04.01 2<sup>ο</sup> ΓΕΛ ΧΑΛΑΝΔΡΙΟΥ, Αρβανίτης Παύλος ΠΕ04.02 2<sup>ο</sup> ΓΕΛ ΧΑΛΑΝΔΡΙΟΥ, Βαζαίου Σταυρούλα ΠΕ04.02, 2<sup>ο</sup> ΓΕΛ ΧΑΛΑΝΔΡΙΟΥ.

[michalis\\_andre@hotmail.com](mailto:michalis_andre@hotmail.com), [pavlosar@yahoo.gr](mailto:pavlosar@yahoo.gr), [stvazaiou@hotmail.gr](mailto:stvazaiou@hotmail.gr)

## Περίληψη

Θεμελιώδη επιδίωξη της θεωρητικής Φυσικής συνιστά η ενοποίηση των εκπεφρασμένων θεωριών. Προσπαθεί να περιγράψει < Όσο το δυνατόν πιο πολλά, χρησιμοποιώντας κατά το δυνατόν τα λιγότερα >. Θα επιδείξουμε πειραματικές διαδικασίες σε μια απόπειρα να προσεγγίσουμε πειραματικά την ενοποίηση της Φυσικής αναδεικνύοντας συγχρόνως τη βαθμιαία πρόοδο της Φυσικής Επιστήμης. Συμμετείχαμε στην κατασκευή πειραματικών διατάξεων και μας δόθηκε η ευκαιρία να καλλιεργήσουμε δεξιότητες, αλλά και να συλλάβουμε ιδέες για καινοτόμες προτάσεις προσομοίωσης.

Με μια σειρά πειραμάτων θα ιχνηλατήσουμε τα βήματα του Γαλιλαίου ενώ πρόκειται και να υλοποιήσουμε εκείνες τις πειραματικές επινοήσεις που αποτέλεσαν έναυσμα για στοχασμό. Θα παρουσιάσουμε πειράματα για την πτώση των σωμάτων στο κενό βάσει των τριών νόμων του Νεύτωνα, θα αναπαραστήσουμε την ένωση ηλεκτρισμού και μαγνητισμού, με τη βοήθεια μιας προσομοίωσης του χωροχρόνου θα επιχειρήσουμε να ανιχνεύσουμε τη θεωρία του Αϊνστάιν και θα ασχοληθούμε με την κβαντομηχανική προσέγγιση της κίνησης στον μικρόκοσμο. Μας δόθηκε η ευκαιρία να ασχοληθούμε με τη ψηφιακή αποτύπωση των πειραμάτων καθώς και να εκφέρουμε άποψη αναφορικά με την παρουσίαση τους. Συνειδητοποιήσαμε την αξία της συνεργασίας, βιώσαμε τις δυσκολίες που συνοδεύουν τις πειραματικές εφαρμογές και αντιληφθήκαμε ότι η Φυσική δεν εδράζεται αποκλειστικά στη θεωρία. Επίσης κατανοήσαμε πόσο βαρυσήμαντη είναι και η επίλυση ασκήσεων.

**Λέξεις – κλειδιά:** Αριστοτέλης, Γαλιλαίος, Νεύτωνας, Μάξουελ, Αϊνστάιν, Χάιζενμπεργκ.

**Ένα ταξίδι στα χνάρια της δύναμης:** Μια εκπαιδευτική πρόταση διδασκαλίας της έννοιας της Δύναμης στη Φυσική, μελετώντας την εξέλιξη των θεωριών από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα, πλαισιωμένη με την αντίστοιχη πειραματική διαδικασία

### **Αριστοτέλης**

Ο Αριστοτέλης πίστευε ότι όλα τα υλικά σώματα αποτελούνται από τέσσερις βασικές ουσίες: Φωτιά - Αέρας - Νερό - Γη.

Θα μπορούσαμε να υποστηρίξουμε ότι τα τέσσερα στοιχεία σύμφωνα με τον Αριστοτέλη (η Γή, το νερό, ο αέρας και η φωτιά) αποτελούσαν μια πρώιμη ενοποιημένη περιγραφή της υποσελήνιας ύλης.

Ο καλύτερος τρόπος προσέγγισης της αριστοτελικής θεωρίας της κίνησης είναι μέσω των δύο βασικών αρχών της. Η πρώτη είναι ότι η κίνηση δεν είναι ποτέ αυθόρμητη: δεν υπάρχει κίνηση χωρίς κινούν. Η δεύτερη είναι η διάκριση μεταξύ δύο τύπων κίνησης: η κίνηση προς το φυσικό τόπο του κινούμενου σώματος είναι «φυσική κίνηση», ενώ η κίνηση προς οποιαδήποτε άλλη διεύθυνση είναι «εξαναγκασμένη ή βίαιη κίνηση».

Το κινούν στην περίπτωση της φυσικής κίνησης είναι η φύση του σώματος, η οποία είναι υπεύθυνη για την τάση του να κινηθεί προς το φυσικό του τόπο, όπως αυτός καθορίζεται από την ιδανική σφαιρική διεύθυνση των στοιχείων. Τα ανάμεικτα σώματα παρουσιάζουν τάση κίνησης προς μια διεύθυνση, η οποία εξαρτάται από την αναλογία των διαφόρων στοιχείων στη σύνθεσή τους. Όταν κάποιο σώμα που κινείται με φυσική κίνηση φθάνει στο φυσικό τόπο του η κίνηση σταματά, κατά την κίνηση αυτή τα βαρύτερα σώματα φθάνουν πρώτα στο προορισμό τους.

Η πειραματική προσέγγιση της πτώσης των σωμάτων στον αέρα αλλά και στο κενό θα επαληθεύσουν τον Αριστοτέλη;

**Πείραμα τσαλακωμένου χαρτιού.**

<https://youtu.be/Akquavi9fLU>

Αφήνουμε ταυτόχρονα από το ίδιο ύψος δύο όμοια φύλλα χαρτιού, ίσων διαστάσεων. Επαναλαμβάνουμε το πείραμα αφού τσαλακώσουμε το ένα φύλλο χαρτιού. Αποδεικνύεται ότι η θεωρία του Αριστοτέλη σίγουρα δεν είναι σωστή.

**Πτώση ομοίων κυλίνδρων**

<https://youtu.be/42OF7xUrRVs>

Το πείραμα με τους κυλίνδρους ήταν μια ιδέα που επεξεργαστήκαμε και τελειοποιήσαμε ύστερα από πολλές δοκιμές.

Αφήνουμε ταυτόχρονα από το ίδιο ύψος δύο κοίλους κυλίνδρους. Οι κύλινδροι αυτοί είναι από χαρτί και από χαλκό αντίστοιχα, ίσων διαστάσεων και το βάρος του χάλκινου είναι 12 φορές μεγαλύτερο από το βάρος του χάρτινου. Στην αρχή, τους αφήνουμε να πέσουν οριζόντια και παρατηρούμε ότι ο βαρύτερος, ο χάλκινος, πέφτει πρώτος. Επαναλαμβάνουμε το πείραμα αφήνοντας τους κυλίνδρους να πέσουν κατακόρυφα. Παρατηρούμε ότι πέφτουν ταυτόχρονα. Αυτό συμβαίνει επειδή στην κατακόρυφη πτώση η αντίσταση από τον αέρα και στους δύο κυλίνδρους, επειδή είναι, κοίλοι είναι σχεδόν ίδια.

## Σωλήνας κενού

[https://youtu.be/oULRA-WSh\\_c](https://youtu.be/oULRA-WSh_c)

Πήραμε τον σωλήνα κενού, μέσα στον οποίο υπάρχουν ένα νόμισμα και ένα φτερό. Τον γυρίζουμε ανάποδα. Αφαιρούμε τον αέρα και επαναλαμβάνουμε το πείραμα. Το πείραμα επαληθεύει την πρόβλεψη που έκανε ο Γαλιλαίος το 1638 ότι στο κενό όλα τα σώματα πέφτουν ταυτόχρονα.

## Γαλιλαίος

Η μεγάλη ώθηση προς την σύγχρονη έννοια της εξήγησης ξεκίνησε με τον Γαλιλαίο, έναν από τους λίγους φυσικούς που ήταν ταυτόχρονα ένας επιδέξιος θεωρητικός και μεγάλος πειραματικός. Εισάγοντας το πείραμα στη Φυσική, στο Πανεπιστήμιο της Πάδοβας, χρησιμοποίησε ένα κεκλιμένο επίπεδο μήκους επτά μέτρων περίπου, με αυλάκι πάχους ενός δακτύλου στο οποίο περιόρισε όσο μπορούσε την τριβή. Άφησε στο αυλάκι να κυλήσει μια ορειχάλκινη μπίλια. Τα αποτελέσματα αυτών των πειραμάτων δείχνουν ότι το διάστημα που διανύει η μπίλια είναι ανάλογο του τετραγώνου του χρόνου που έχει περάσει από τη στιγμή που αφήνεται να κυλήσει. Κατέρριψε έτσι τη άποψη του Αριστοτέλη περί σταθερής ταχύτητας πτώσης των σωμάτων και προσέγγισε αρκετά τον νόμο της ελεύθερης πτώσης.

### Το κεκλιμένο επίπεδο του Γαλιλαίου.

<https://youtu.be/IWXMuE3ySpo>

Το σανίδι που χρησιμοποιήσαμε ήταν τέσσερα μέτρα και αντί για μικρό αυλάκι κατά μήκος μιας πλευράς του, τοποθετήσαμε μια μεταλλική ράγα για καλλίτερη κύλιση της μπίλιας.

Αρχίσαμε να το δοκιμάζουμε κάνοντας πειράματα ,δηλαδή αφήναμε μια μικρή σφαίρα να κυλάει μέσα στο αυλάκι και εμείς μετρούσαμε τον χρόνο που έκανε η σφαίρα να διανύσει τη σανίδα, κάθε φορά το δοκιμάζαμε από διαφορετική κλίση . Το επόμενο βήμα μας ήταν να χωρίσουμε το σανίδι σε τέσσερα ισόχρονα διαστήματα (25cm, 75cm, 125cm, 175cm).

Για να μετρήσουμε τον χρόνο χρησιμοποιήσαμε χρονόμετρο, κιθάρα, προχοϊδα και εκκρεμές.

Με το χρονόμετρο:

Με τέσσερα χρονόμετρα (κινητά τηλέφωνα) μετρήσαμε τον χρόνο που απαιτείται ώστε η μπίλια να διανύσει τα διαστήματα (25cm, 75cm, 125cm, 175cm).

Με κιθάρα:

Με μια κιθάρα μετρήσαμε με τη μουσική το χρόνο που χρειάζονταν να διανύσει η μπίλια το σανίδι παίζοντας ακόρντα μέχρι η σφαίρα να διανύσει το πρώτο, το δεύτερο, το τρίτο, το τέταρτο ισόχρονο διάστημα.

Με προχοϊδα:

Όπως ο Γαλιλαίος για τη μέτρηση του χρόνου χρησιμοποίησε ένα μεγάλο δοχείο με νερό, έτσι και εμείς πήραμε την προχοϊδα και σκεφτήκαμε ότι ίσως με αυτήν θα μπορούσαμε να μετρήσουμε με μεγάλη ακρίβεια τον αριθμό των σταγόνων νερού που έπεφταν στον δοκιμαστικό σωλήνα, όταν η μπίλια διέσχιζε τη σανίδα.

Με εκκρεμές:

Τοποθετήσαμε ένα εκκρεμές στην αρχή της σανίδας και με την βοήθεια της περιόδου μετρήσαμε το χρόνο, για τα διαστήματα  $x_1=25\text{cm}$ ,  $x_2=75\text{cm}$ ,  $x_3=125\text{cm}$ ,  $x_3=175\text{cm}$  παρατηρήσαμε ότι η περίοδος του εκκρεμούς ήταν η ίδια.

Στο πρώτο χρονικό διάστημα  $t$  η μπίλια έχει μετακινηθεί κατά  $x_1=25\text{cm}$ , σε διάστημα  $2t$  έχει συνολικά καλύψει  $x_2=100\text{cm}=4x_1$ , σε  $3t$  έχει μετακινηθεί κατά  $x_3=225\text{cm}=9x_1$ , και σε χρονικό διάστημα  $4t$  έχει μετακινηθεί κατά  $x_4=400\text{cm}=16x_1$ .  
Δηλαδή αποδεικνύεται ότι η απόσταση που διανύει η μπίλια είναι ανάλογη του τετραγώνου του χρόνου.

## Νεύτωνας

Η πρώτη ενοποίηση στη Φυσική θεωρείται αυτή του Νεύτωνα. Διαπίστωσε πως η Ουράνια και η Επίγεια Μηχανική διέπονται από τους ίδιους νόμους.

Με τον Νεύτωνα συγκεράζονται όλες οι προσπάθειες των προηγούμενων χρόνων και μπαίνει η βάση για τη μηχανιστική αντίληψη. Το κεντρικό σημείο στην αντίληψη αυτή είναι η κίνηση σώματος ή συστήματος σωμάτων. Βασικό σημείο είναι η ύπαρξη της δύναμης ως το αίτιο για τη μεταβολή της κατάστασης ενός σώματος ή συστήματος σωμάτων. Τα υλικά σώματα κινούνται σε ομαλή, καλά καθορισμένη τροχιά και κάθε κίνηση μπορεί να περιγραφεί με ένα γενικό καθολικό τρόπο, υπακούοντας στους νόμους που πρώτος διατύπωσε ολοκληρωμένα ο Νεύτωνας:

1<sup>ος</sup> Νόμος: καμία δύναμη = καμία μεταβολή της κίνησης, 2<sup>ος</sup> Νόμος: η μεταβολή ταχύτητας είναι ανάλογη της δύναμης, 3<sup>ος</sup> Νόμος: η δράση προκαλεί ίση και αντίθετη αντίδραση.

Η βαρύτητα είναι η πρώτη δύναμη που ανακαλύφθηκε, αλλά μέχρι σήμερα παραμένει η λιγότερο κατανοητή.

## Πείραμα για την εφαρμογή των νόμων του Νεύτωνα.

[https://youtu.be/ZKLyzzNpG\\_o](https://youtu.be/ZKLyzzNpG_o)

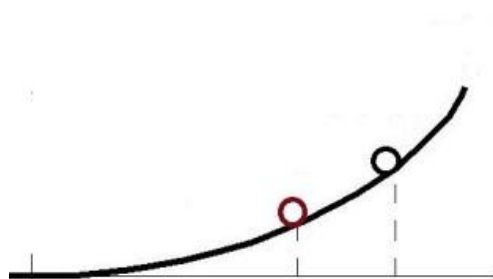
Θα παρουσιάσουμε πείραμα που θα αναδεικνύει τους τρεις νόμους του Νεύτωνα.

## Καμπυλόγραμμο και κεκλιμένο επίπεδο (Κατασκευή).

[https://youtu.be/ZkGTz\\_vIlgA](https://youtu.be/ZkGTz_vIlgA)

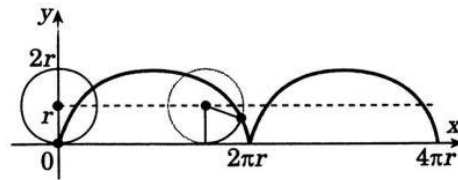
Η καμπύλη που ανακάλυψε ο Huygens είχε την ιδιότητα του ισόχρονου. Αν μια επιφάνεια έχει το σχήμα της καμπύλης της ισόχρονης του Huygens, τότε ο χρόνος ολίσθησης ενός σώματος χωρίς τριβές μέχρι το κατώτερο σημείο της είναι ανεξάρτητος από το σημείο εκκίνησης!

Η καμπύλη που ικανοποιεί την συνθήκη του «ισόχρονου» ονομάζεται κυκλοειδής. Τα δύο σώματα του σχήματος αφήνονται να ολισθήσουν από διαφορετικά σημεία, χωρίς τριβές, κατά μήκος μιας κυκλοειδούς καμπύλης. Ο χρόνος που κάνουν για να φτάσουν στο κατώτερο σημείο ίδιος!



Σχήμα 1

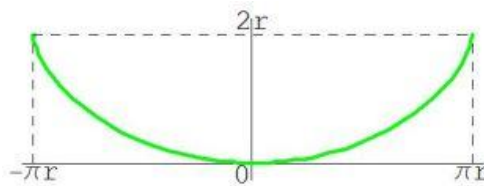
## Κατασκευή της ισόχρονης κυκλοειδούς.



Σχήμα 2

Ένας απλός τρόπος «σχεδίασης» της κυκλοειδούς είναι να παρακολουθήσουμε την διαδρομή που διαγράφει σημείο της περιφέρειας ενός τροχού που κυλιέται κατά μήκος μιας ευθείας χωρίς ολίσθηση.

Αναστρέφοντας την καμπύλη που δημιουργεί η κύλιση του τροχού και τοποθετώντας το ελάχιστό της στην θέση (0,0) παίρνουμε την παρακάτω παράσταση



Σχήμα 3

Κατασκευάσαμε με τη βοήθεια σωλήνων μεταφοράς νερού τρία κεκλιμένα επίπεδα τα δύο σε σχήμα τόξου και το άλλο ευθύγραμμο. Το ένα κεκλιμένο επίπεδο σε σχήμα τόξου το προσαρμόσαμε στη βραχυστόχρονη τροχιά. Αφήσαμε τρεις σφαίρες ταυτόχρονα και στα τρία επίπεδα. Διαπιστώσαμε ότι στα κεκλιμένα επίπεδα που ήταν σε σχήμα τόξου οι σφαίρες έφθασαν πιο γρήγορα από το ευθύγραμμο τμήμα. Σ' αυτό δε που η κατασκευή του ήταν προσαρμοσμένη στη βραχυστόχρονη τροχιά η σφαίρα έφτασε πρώτη. Στο κεκλιμένο επίπεδο σε σχήμα τόξου το προσαρμοσμένο στη βραχυστόχρονη τροχιά αφήνουμε δύο ίδιες σφαίρες από διαφορετικά σημεία. Ο χρόνος που κάνουν για να φτάσουν στο κατώτερο σημείο ίδιος! Η βραχυστόχρονη καμπύλη αναφέρθηκε πρώτη φορά από τον Γαλιλαίο.

### Η αλυσίδα που «αντιστέκεται» στο νόμο της βαρύτητας.

[https://youtu.be/\\_uPWAXtjw4](https://youtu.be/_uPWAXtjw4)

Παίρνω μια αλυσίδα που αποτελείται από σφαίρες σε μικρές αποστάσεις μεταξύ τους. Τη βάζω μέσα σε ένα δοχείο που απέχει από το έδαφος ύψος  $h$ .

Αφήνω το ένα άκρο της να πέσει από το χείλος του δοχείου.

Παρατηρώ ότι η αλυσίδα ανυψώνεται και μετά πέφτει στο έδαφος δημιουργώντας ένα «συντριβάνι».

Στο μπροστινό τμήμα του προηγούμενου τμήματος της ράβδου ασκείται δύναμη  $F_1$ . Λόγω αυτής της δύναμης το τμήμα αυτό αρχίζει να ανεβαίνει. Επίσης ασκείται δύναμη  $F_2$  πάνω στο πίσω μέρος του τμήματος της ράβδου.

Οι δυνάμεις αυτές είναι υπεύθυνες για την ανύψωση της αλυσίδας γιατί προς στιγμήν η συνισταμένη τους είναι μεγαλύτερη από το βάρος του κάθε τμήματος της ράβδου.

Αν αυξήσω το ύψος  $h$  τότε η αλυσίδα κινείται πιο γρήγορα, οι δυνάμεις είναι μεγαλύτερες και άρα το «συντριβάνι» μεγαλύτερο.

## Maxwell

Ο Maxwell τη δεκαετία του 1870 συνδύασε τους νόμους του ηλεκτρισμού και του μαγνητισμού και επιστράτευσε τη μηχανιστική αντίληψη για να εξηγήσει τα σχετικά φαινόμενα, κι έτσι το φως έγινε κύματα που διαδίδονται μέσα από ένα φορέα αποτελούμενο από μόρια και μηχανικές δυνάμεις που δρουν ανάμεσά τους. Τον ίδιο καιρό ο Γερμανός πειραματιστής Heinrich Hertz με μια σειρά από πειράματα απέδειξε ότι η θεωρία και τα μαθηματικά του Maxwell για τα ΗΜ κύματα ήταν σωστή. Επίσης, έδειξε ότι τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα (ΗΜ) παρουσίαζαν τα ίδια ακριβώς φαινόμενα ανάκλασης, διάθλασης και συμβολής με τον ίδιο ακριβώς τρόπο με το φως. Λίγο αργότερα, το 1896 ο Peter Zeeman παρατήρησε ότι ισχυρό μαγνητικό πεδίο μπορούσε να μεταβάλει τη συχνότητα φωτός που εκπεμπούταν από θερμό αέριο. Η μεταβολή μάλιστα αυτή εξηγούνταν σωστά από τις εξισώσεις του Maxwell. Η ταύτιση του φωτός με ΗΜ κύμα ήταν πια αδιαμφισβήτητη. Η πλήρης μαθηματική θεωρία του Maxwell ξεφεύγει από τους σκοπούς αυτού του συγγράμματος.

Ποιοτικά όμως μπορούμε να συνοψίσουμε τις βασικές αρχές της. Κατ' αρχήν, οι ηλεκτρομαγνητικές δυνάμεις δε δρουν ακαριαία, αλλά έχουν συγκεκριμένη πεπερασμένη ταχύτητα, ίση με την ταχύτητα διάδοσης του φωτός. Οι ηλεκτρικές δυνάμεις δημιουργούνται από ηλεκτρικό φορτίο, αλλά και με τη χρονική μεταβολή μαγνητικού πεδίου. Οι μαγνητικές δυνάμεις αντίστοιχα δημιουργούνται από κινούμενο ηλεκτρικό φορτίο (δηλ. ηλεκτρικό ρεύμα), αλλά και από τη χρονική μεταβολή ηλεκτρικού πεδίου. Είναι προφανές ότι μεταβαλλόμενα ηλεκτρικά πεδία είναι αλληλένδετα με μεταβαλλόμενα μαγνητικά πεδία, δηλαδή συνυπάρχουν, και μεταδίδονται στο χώρο με την ταχύτητα του φωτός, κάθετα το ένα στο άλλο και κάθετα στη διεύθυνση της διάδοσης.

### Πηνίο Τέσλα (Κατασκευή).

<https://youtu.be/lptuXyXJRJO>

Το Πηνίο Τέσλα είναι ένα είδος συντονισμένου μετασχηματιστή που εφευρέθηκε από τον Νικόλα Τέσλα το 1891. Χρησιμοποιείται για την παραγωγή υψηλής τάσης, χαμηλού φορτίου (εναλλασσόμενο ρεύμα) ηλεκτρικής ενέργειας. Τα πηνία Τέσλα παράγουν υψηλότερη τάση ρεύματος από άλλες ηλεκτροστατικές μηχανές.

Ο Τέσλα πειραματίστηκε με μία σειρά από διαφορετικές διατάξεις, οι οποίες μπορεί να αποτελούνται από δύο ή και από τρεις συζεύξεις ηλεκτρικών κυκλωμάτων.

Ο Τέσλα χρησιμοποίησε αυτές τις σπείρες για τη διεξαγωγή πρωτοπόρων πειραμάτων στον φωτισμό με πηγή το ηλεκτρικό ρεύμα, στο φωσφορισμό, στις ακτινογραφίες με ακτίνες Χ, στην ηλεκτροθεραπεία με εναλλασσόμενο ρεύμα και τέλος στην μαζική μεταφορά μεγάλων ποσοτήτων ηλεκτρικής ενέργειας χωρίς καλώδια.

Έχουμε ένα πηνίο που αποτελείται από χοντρό καλώδιο και λίγες σπείρες και ένα δεύτερο πηνίο με πιο λεπτό καλώδιο και έναν πολύ μεγάλο αριθμό σπειρών. Αν διοχετεύσουμε ρεύμα μέσα από το πρώτο πηνίο τότε δημιουργείται ένα μαγνητικό πεδίο. Όταν διακόψουμε την διοχέτευση του ρεύματος, αυτό το μαγνητικό πεδίο θα αρχίσει να εξασθενεί και έτσι το άλλο πηνίο θα δημιουργήσει ένα μαγνητικό πεδίο μικρότερης έντασης και υψηλότερης τάσης λόγω της διαφοράς του αριθμού των σπειρών. Στο πρώτο πηνίο διοχετεύουμε ρεύμα αρκετά υψηλής τάσης (10KV-40KV) με υψηλή συχνότητα και έτσι δημιουργούμε ένα πολύ ισχυρό μαγνητικό πεδίο που δημιουργείται και εξασθενεί πολλές φορές το δευτερόλεπτο με αποτέλεσμα να έχουμε μια αξιοσημείωτα υψηλή τάση στο δεύτερο πηνίο (100KV-400KV) – βέβαια, με σημαντικά χαμηλότερη ένταση. Λόγω αυτής της πολύ υψηλής τάσης ο αέρας



στην κορυφή του δεύτερου πηνίου ιονίζεται και δημιουργεί ένα αγώγιμο κανάλι που επιτρέπει στο ρεύμα να περάσει μέσα από τον αέρα προς την γη. Το συγκεκριμένο πηνίο απαιτεί περισσότερη εξήγηση ,προκειμένου να κατανοήσει κανείς τον τρόπο λειτουργίας του, ενώ σε γενικές γραμμές η θεωρία που αφορά σε αυτά τα πηνία θεωρείται αρκετά πολύπλοκη. Όμως βασίζεται στην αρχή του ηλεκτρομαγνητισμού.

### **Μαγνητικό Όπλο (Κατασκευή).**

<https://youtu.be/LaVq2iBus4Q>

Αν διέλθει ρεύμα μέσα από ένα σωληνοειδές ,τότε θα δημιουργηθεί ένα μαγνητικό πεδίο. Αν φέρουμε ένα σιδηρομαγνητικό υλικό κοντά σε αυτό το πεδίο ,τότε θα παρατηρήσουμε πως το πεδίο θα έλξει το υλικό αυτό στο κέντρο του με μια περιοδική κίνηση. Έτσι μετατρέπεται η ηλεκτρική ενέργεια σε κινητική.

Κατά τη διάρκεια αυτής της περιοδικής κίνησης σταματούμε τη ροή του ρεύματος όταν φτάνει στο κέντρο του πηνίου και αρχίζει να μειώνεται η κινητική του ενέργεια. Τότε το αντικείμενο αυτό εκτοξεύεται λόγω αδράνειας με ταχύτητα ανάλογη της δύναμης του πεδίου. Αν βάλουμε πολλά πηνία στην σειρά μπορούμε να αυξήσουμε την ταχύτητα του αντικειμένου. Τελικά με 8 πηνία και 10 φωτοπύλες και ένα PLC (Προγραμματιζόμενο Λογικός Ελεγκτής) μπορούμε να δημιουργήσουμε ένα σύστημα που εκτοξεύει μεταλλικά αντικείμενα με μεγάλη δύναμη και ταχύτητα.

### **Αϊνστάιν - θεωρία της σχετικότητας**

Προσομοίωση χωροχρόνου, <https://youtu.be/mC7lozUaC9s>, (Κατασκευή).

Η θεωρία της σχετικότητας έφερε την επανάσταση στον επιστημονικό χώρο. Αποτελεί μια θεωρία που γκρέμισε τις πλίνθρες της φυσικής επιστήμης, όπως θεωρίες του Νεύτωνα και του Γαλιλαίου. Η γενική θεωρία της σχετικότητας, διατυπωμένη το 1914, υποστηρίζει ότι η βαρύτητα δεν είναι η δύναμη που ασκείται από κάθε σώμα και έλκει κάθε άλλο σώμα προς το κέντρο του, αλλά η καμπύλωση που προκαλούν τα σώματα στο χωροχρόνο. Ας θεωρήσουμε το σύμπαν σαν ένα τεράστιο τεντωμένο σεντόνι. Αν αφήσουμε ένα σώμα πάνω στο τεντωμένο σεντόνι, αυτό θα «βυθιστεί» και θα προκαλέσει μια λακκούβα στο σεντόνι, το οποίο, στο συγκεκριμένο εκείνο σημείο και στην περιοχή κοντά του, δεν είναι πια τεντωμένο. Είναι λογικό, ανάλογα με τη μάζα του σώματος να δημιουργείται και διαφορετικού μεγέθους λακκούβα. Αντίστοιχα, λοιπόν, τα ουράνια σώματα, ανάλογα με τη μάζα τους, προκαλούν καμπύλωση στο χωροχρόνο, η οποία, επίσης, είναι υπεύθυνη για την τροχιά των πλανητών γύρω από ένα αστέρι σε ένα ηλιακό σύστημα, ή την τροχιά των δορυφόρων γύρω από έναν πλανήτη, είτε την τροχιά των ηλιακών συστημάτων γύρω από το κέντρο ενός γαλαξία. Τα μικρότερα σώματα, δηλαδή, γυρίζουν επ' άπειρον γύρω από ένα σώμα μεγάλης μάζας, μέσα στη «λακκούβα» αυτή σε μια ορισμένη ακτίνα από το σώμα. Το παράξενο, λοιπόν, με τη θεωρία αυτή είναι ότι ακόμα και το φως, που σε πολλές περιπτώσεις δεν θεωρείται σωματίδιο, δεν έχει, δηλαδή, μάζα, καμπυλώνεται, όπως κινείται στο κενό διάστημα, από τις λακκούβες που προκαλούν τα σώματα και αλλάζει πορεία. Η έκδοση της ειδικής θεωρίας της σχετικότητας έγινε πάλι από τον Albert Einstein το 1905. Η θεωρία αυτή εισάγει την έννοια του σχετικού κι έχει ως θεμέλια δύο βασικές αρχές. Πρώτον, οι νόμοι της φυσικής είναι ίδιοι για όλα τα αδρανειακά συστήματα αναφοράς και δεύτερον, η ταχύτητα του φωτός είναι σταθερή και ίδια σε όλα τα αδρανειακά συστήματα αναφοράς. Κατά αυτόν τον τρόπο δημιουργούνται δύο φαινόμενα, η διαστολή του χρόνου και η συστολή του

μήκους. Επομένως, ανάλογα με τη θέση του παρατηρητή, αν αλλάξει η απόσταση, αλλάζει και ο χρόνος κι αντίστροφα.

### **Χάιζενμπεργκ - Αρχή της αβεβαιότητας**

<https://youtu.be/B9TBKITfHYk> Η κατασκευή έγινε σε 3D εκτυπωτή.

Ο Planck πρότεινε την ιδέα της κβάντωσης της ενέργειας του εκπεμπόμενου φωτός, δηλαδή δέχτηκε ότι η ενέργεια που εκπέμπεται από τα άτακτα κινούμενα μικροσκοπικά φορτία δεν μπορεί να έχει οποιαδήποτε τιμή, αλλά μπορεί να πάρει μόνο συγκεκριμένες τιμές. Το 1905 ο Einstein εφάρμοσε την υπόθεση του Planck για τη κβάντωση της ενέργειας των μικρών ταλαντωτών στο θερμό στερεό και την προχώρησε ένα βήμα παραπέρα. Έτσι υπέθεσε ότι το ηλεκτρομαγνητικό κύμα (το φως δηλαδή) δεν είναι συνεχές. Αντίθετα, έρχεται σε συγκεκριμένες ποσότητες που ονομάζονται κβάντα φωτός ή αλλιώς φωτόνια

Η αρχή της απροσδιοριστίας συνεπάγεται ότι ένα σωματίδιο δεν μπορεί ταυτόχρονα να ακινητοποιηθεί τελείως και να προσδιοριστεί η θέση του επακριβώς. Καθώς υπάρχει η συσχέτιση ορμής με κινητική ενέργεια και θέσης με δυναμική ενέργεια, μπορούμε εύκολα να συμπεράνουμε ότι δεν μπορεί ταυτόχρονα να ελαχιστοποιηθεί η δυναμική και η κινητική ενέργεια. Στην κβαντομηχανική δεν γνωρίζουμε τις αρχικές συνθήκες, σύμφωνα με την αρχή της αβεβαιότητας, 1927, του Χάιζενμπεργκ

$$\Delta x \cdot \Delta p \geq \hbar/2, \text{ με } \hbar = h/2\pi \text{ \& } h \text{ η σταθερά του Planck}$$

Με απλά λόγια: Όσο πιο ακριβής είναι η μέτρηση της θέσης ενός σωματιδίου τόσο λιγότερο ακριβής είναι η μέτρηση της ταχύτητάς του και αντίστροφα. Η κίνηση στο μικρόκοσμο είναι υπόθεση της κβαντομηχανικής η οποία μας ενημερώνει ότι πρέπει να εγκαταλείψουμε την κλασική ιδέα ότι κίνηση είναι η γνώση της τροχιάς του σώματος που κινείται και να περιοριστούμε στην γνώση της πιθανότητας της παρουσίας του. Η φωτεινή δέσμη laser που εκπέμπεται προοδευτικά μικραίνει. Η φωτεινή κηλίδα οριοθετεί την θέση των φωτονίων. Όταν η φωτεινή δέσμη πάρει κβαντομηχανικές διαστάσεις η θέση υποδέχεται την πιθανότητα.

### **Βιβλιογραφία**

1. Ανδρέας Κασσέτας, « Η σανίδα του Γαλιλαίου»
2. <https://physicsgg.files.wordpress.com/2016/01/cycloid.gif?w=594>
3. Richard Wolfson: Θεμελιώδης Πανεπιστημιακή Φυσική
4. Τι είναι η ειδική θεωρία της σχετικότητας; Καθημερινή Φυσική: <https://www.youtube.com/watch?v=sQ9Fti7Zgt4&t=36s>
5. Φυσική και Φιλοσοφία, ομώνυμο κεφάλαιο στο έργο του David C. Lindberg «ΟΙ ΑΠΑΡΧΕΣ ΤΗΣ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ»
6. Για τις απόψεις του Αριστοτέλη για το κενό, Solmsen, Aristotle's System of the Physical World, σελ. 135-43
7. Για τη φυσική κίνηση, βλ. Περί ουρανού, 1.6 και Φυσικά. IV.
8. Για την εξαναγκασμένη κίνηση, ικ Φυσικά. VIII.
9. Γαλιλαίος Stillman Drake, Πανεπιστημιακές εκδόσεις Κρήτης σελ36,37
10. Physics\_of\_Life\_Chapter\_02\_Concepts
11. Εξέλιξη ιδεών στη φυσική Ελένη Καλδούδη, Χρήστος Ελευθεριάδης

12. <http://teachphys.weebly.com/kappaupsilonmualphatauiotakappaeta-phiupsilonsigmaeta.html>

13. <https://www.timetoast.com/timelines/5-2d78dc77-2fd2-471d-8406-915ce143ee55>

Σχήμα 1:

<https://physicsgg.files.wordpress.com/2016/01/cycloid.gif?w=594>

Σχήμα 2:

<https://html2-f.scribdassets.com/86eka8oz28nu98s/images/3-1df9b8cd5e.jpg>

Σχήμα 3:

<https://physicsgg.files.wordpress.com/2011/02/kykloeidhs21.jpg?w=320&h=121> ,