



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

TUC

ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΜΕΡΙΜΝΑΣ ΦΟΙΤΗΤΩΝ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ

Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών
ΕΚΟ/ΑμεΑ

Υποστήριξη εισερχόμενων φοιτητών στην:

ΦΥΣΙΚΗ

Σωτήρης Φανουργιάκης
Διπλ. Μηχανικός Περιβάλλοντος (M.Sc.)

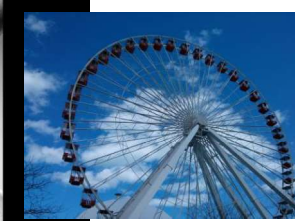
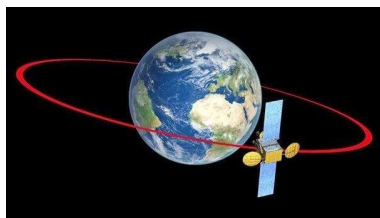
Χανιά 2023

www.care.tuc.gr
care@tuc.gr



Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού,
Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης





ΦΥΣΙΚΗ ΜΕΡΟΣ 1° → ΜΗΧΑΝΙΚΗ/ ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ

1.01: ΚΑΜΠΥΛΟΓΡΑΜΜΕΣ ΚΙΝΗΣΕΙΣ

	ΦΥΣΙΚΗ	http://www.tuc.gr
	ΕΝΟΤΗΤΑ	TUC.Chania
Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ		2023

ΕΝΟΤΗΤΑ: ΚΑΜΠΥΛΟΓΡΑΜΜΕΣ ΚΙΝΗΣΕΙΣ

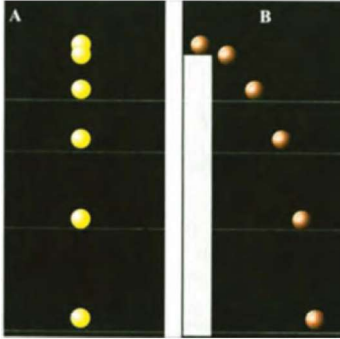
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΝΟΤΗΤΑΣ

- Οριζόντια βολή
- Ομαλή κυκλική κίνηση
- Κεντρομόλος δύναμη
- Μερικές περιπτώσεις κεντρομόλου δύναμης

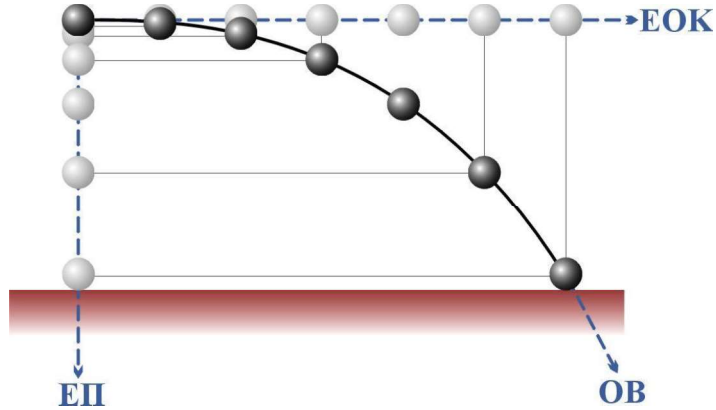
	ΦΥΣΙΚΗ	http://www.tuc.gr
	ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΝΟΤΗΤΑΣ	TUC.Chania
Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ		2023

Οριζόντια βολή

Οριζόντια βολή είναι η σύνθετη επίπεδη κίνηση που αποτελείται από δύο απλές κινήσεις, μια κατακόρυφη που είναι ελεύθερη πτώση και μια οριζόντια που είναι ευθύγραμμη ομαλή. Για να περιγράψουμε τις σύνθετες κινήσεις χρησιμοποιούμε **την αρχή της ανεξαρτησίας (ή αρχή της επαλληλίας)** των κινήσεων. Σύμφωνα με αυτή την αρχή, όταν ένα κινητό εκτελεί ταυτόχρονα δύο ή περισσότερες κινήσεις, κάθε μία απ' αυτές εκτελείται εντελώς ανεξάρτητα από τις υπόλοιπες και η θέση στην οποία φθάνει το κινητό μετά από χρόνο t , είναι η ίδια είτε οι κινήσεις εκτελούνται ταυτόχρονα, είτε εκτελούνται διαδοχικά, σε χρόνο t η κάθε μία.



Χρονοφωτογραφίες
α) ελεύθερη πτώση
β) οριζόντια βολή.



ΦΥΣΙΚΗ

Οριζόντια βολή

Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης
Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ

<http://www.tuc.gr>

TUC.Chania

2023

3

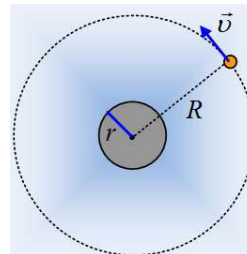


Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού,
Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Ομαλή κυκλική κίνηση

Ένα κινητό εκτελεί **ομαλή κυκλική κίνηση** όταν η τροχιά που διαγράφει είναι περιφέρεια κύκλου και η τιμή της ταχύτητάς του παραμένει σταθερή. Περίοδος της κυκλικής κίνησης (T) ονομάζεται ο χρόνος που χρειάζεται το κινητό για να κάνει μία περιστροφή, ενώ ο αριθμός των περιστροφών που εκτελεί το κινητό στη μονάδα του χρόνου λέγεται συχνότητα (f) της κυκλικής κίνησης. μεταξύ τους σχέση είναι: $f = \frac{1}{T}$



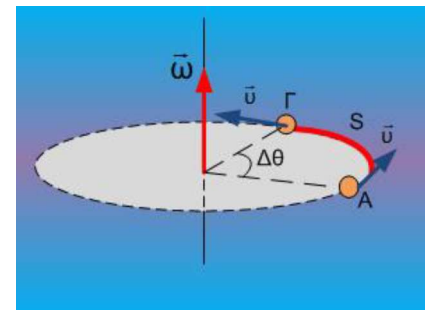
Η **γραμμική ταχύτητα** στην ομαλή κυκλική κίνηση έχει σταθερή τιμή και μεταβαλλόμενη κατεύθυνση μια και είναι εφαπτόμενη στην τροχιά ενώ η τιμή της δίνεται από τη σχέση:

$$v = \frac{s}{T} = \frac{2\pi R}{T}$$

Στην ομαλή κυκλική κίνηση χρειάζεται η γνώση του ρυθμού με τον οποίο η επιβατική ακτίνα διαγράφει γωνίες, γι' αυτό ορίζεται το διανυσματικό φυσικό μέγεθος που λέγεται **γωνιακή ταχύτητα (ω)**. Η τιμή της είναι ίση με το σταθερό πηλίκο της γωνίας θ που διαγράφηκε από την επιβατική ακτίνα σε χρονικό διάστημα t διά του αντιστοίχου χρονικού διαστήματος. Δηλαδή:

$$\omega = \frac{\theta}{t} = \frac{2\pi}{T}$$

με μονάδα μέτρησης το 1 rad/s και με διάνυσμα κάθετο στο επίπεδο της τροχιάς στο κέντρο της και φορά που καθορίζεται από τον κανόνα του δεξιού χεριού. Η σχέση μεταξύ γραμμικής και γωνιακής ταχύτητας είναι: $v = \omega \cdot R$



ΦΥΣΙΚΗ

Ομαλή κυκλική κίνηση

Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης
Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ

<http://www.tuc.gr>

TUC.Chania

2023

4



Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού,
Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



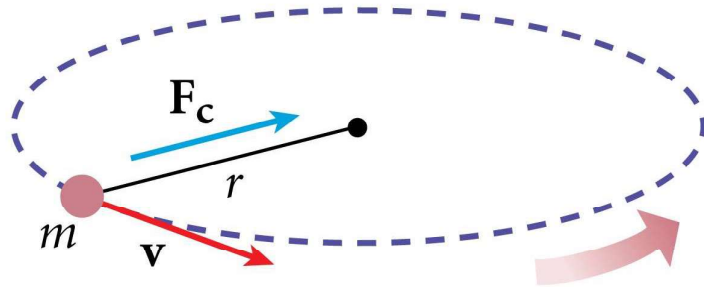
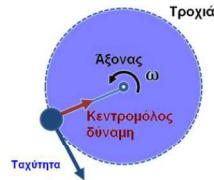
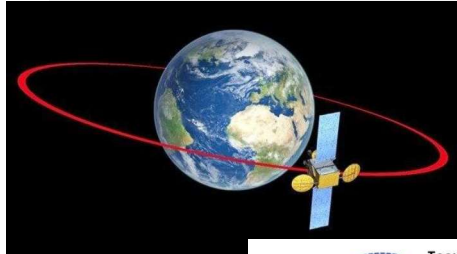
Κεντρομόλος δύναμη

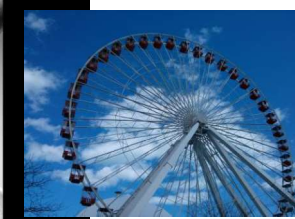
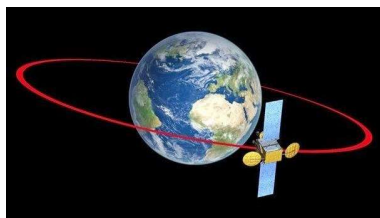
Επειδή στην ομαλή κυκλική κίνηση το διάνυσμα της ταχύτητας μεταβάλλεται, εμφανίζεται επιτάχυνση που έχει κατεύθυνση προς το κέντρο της κυκλικής τροχιάς και λέγεται κεντρομόλος επιτάχυνση. Δίνεται δε από τη σχέση:

$$a_k = \frac{v^2}{R}$$

Σύμφωνα με το δεύτερο νόμο του Νεύτωνα επομένως, ασκείται δύναμη με κατεύθυνση επίσης προς το κέντρο της κυκλικής τροχιάς και γι' αυτό λέγεται κεντρομόλος δύναμη.

$$F_k = m a_k = m * \frac{v^2}{R}$$





ΦΥΣΙΚΗ ΜΕΡΟΣ 1° → ΜΗΧΑΝΙΚΗ/ ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ

1.02: ΑΡΧΗ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΟΡΜΗΣ

	ΦΥΣΙΚΗ	http://www.tuc.gr
	ΕΝΟΤΗΤΑ	TUC.Chania
Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ		2023

ΕΝΟΤΗΤΑ: ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΗΣ ΟΡΜΗΣ

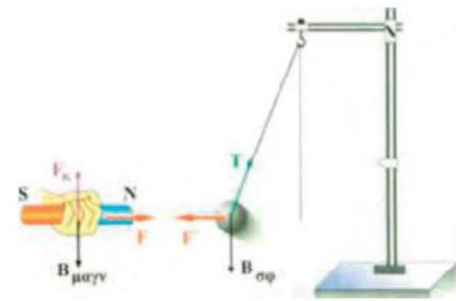
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΝΟΤΗΤΑΣ

- Η έννοια του συστήματος. Εσωτερικές και εξωτερικές δυνάμεις
- Το φαινόμενο της κρούσης
- Η έννοια της ορμής
- Η δύναμη και η μεταβολή της ορμής
- Η αρχή διατήρησης της ορμής
- Μεγέθη που δε διατηρούνται στην κρούση
- Εφαρμογές της διατήρησης της ορμής

	ΦΥΣΙΚΗ	http://www.tuc.gr
	ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΝΟΤΗΤΑΣ	TUC.Chania
Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ		2023

Δύο σώματα αλληλεπιδρούν όταν ασκούν μεταξύ τους δυνάμεις. Δύο ή περισσότερα σώματα που αλληλεπιδρούν αποτελούν σύστημα. Σε ένα σύστημα σωμάτων διακρίνουμε δύο είδη δυνάμεων:

- αυτές που προέρχονται αποκλειστικά από τα σώματα που αποτελούν το σύστημα και τις οποίες ονομάζουμε **εσωτερικές**, και
- αυτές που προέρχονται από άλλα σώματα εκτός του συστήματος και οι οποίες ονομάζονται **εξωτερικές**.



π.χ. (παραπάνω εικόνα) για το σύστημα **μαγνήτης - σφαίρα**, για μεν το μαγνήτη:
Εξωτερικές δυνάμεις είναι το βάρος $B_{μαγν}$ και η δύναμη F_{κ} από το χέρι.
Εσωτερική δύναμη είναι η ελκτική δύναμη F από τη σφαίρα.
 Για δε τη **μεταλλική σφαίρα**:
Εξωτερικές δυνάμεις είναι το βάρος της $B_{σφ}$ και η τάση T του νήματος.
Εσωτερική δύναμη είναι η ελκτική δύναμη F του μαγνήτη.

Τα φαινόμενα όπως η σύγκρουση δύο αυτοκινήτων, το σφήνωμα του βλήματος στο στόχο, ο βομβαρδισμός των πυρήνων των ατόμων με σωματίδια όπως τα πρωτόνια, κ.λπ., υπάγονται σε μια γενικότερη κατηγορία και ονομάζονται **φαινόμενα κρούσης**. Κατά τη διάρκειά τους αναπτύσσονται πολύ μεγάλες δυνάμεις αλληλεπίδρασης και αυτό μας επιτρέπει να θεωρούμε τα συστήματα πρακτικά μονωμένα.

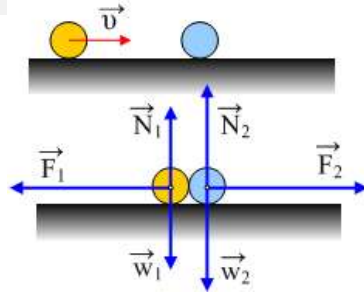


Ορμή

Η αλλαγή της κινητικής κατάστασης ενός σώματος μπορεί να περιγραφεί με το διανυσματικό μέγεθος που ονομάζουμε **ορμή p**. Η **ορμή** δίνεται από τη σχέση και έχει κατεύθυνση την κατεύθυνση της ταχύτητας του σώματος. Η δύναμη που προκαλεί τη μεταβολή της ορμής δίνεται από τη σχέση:

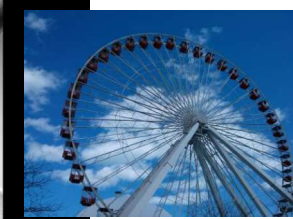
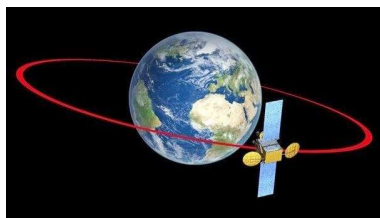
$$\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = (\vec{p}_{\text{τελ}} - \vec{p}_{\text{αρχ}}) / \Delta t$$

η οποία αποτελεί και τη γενικότερη διατύπωση του δεύτερου νόμου του Νεύτωνα.



Σε ένα μονωμένο σύστημα η ορμή διατηρείται σταθερή, ή όπως λέμε ισχύει η **αρχή διατήρησης της ορμής**. Η αρχή διατήρησης της ορμής διατυπώνεται ως εξής

$$\vec{p}_{\text{ολ(αρχ)}} = \vec{p}_{\text{ολ(τελ)}}$$



ΦΥΣΙΚΗ ΜΕΡΟΣ 1° → ΜΗΧΑΝΙΚΗ/ ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ

1.03: ΚΙΝΗΤΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ ΑΕΡΙΩΝ

	ΦΥΣΙΚΗ	http://www.tuc.gr
	ΕΝΟΤΗΤΑ	TUC.Chania
	Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ	2023

1 Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού, Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

ΕΣΠΑ 2014-2020

ΕΝΟΤΗΤΑ: ΚΙΝΗΤΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ ΑΕΡΙΩΝ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΝΟΤΗΤΑΣ

- Νόμοι αερίων
- Καταστατική εξίσωση των ιδανικών αερίων - Κινητική θεωρία
- Τα πρώτα σημαντικά αποτελέσματα
- Κατανομή μοριακών ταχυτήτων
- Τα συμπεράσματα της κινητικής θεωρίας έχουν ευρύτερη εφαρμογή

	ΦΥΣΙΚΗ	http://www.tuc.gr
	ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΝΟΤΗΤΑΣ	TUC.Chania
	Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ	2023

2 Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού, Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

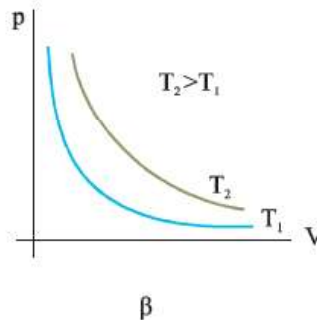
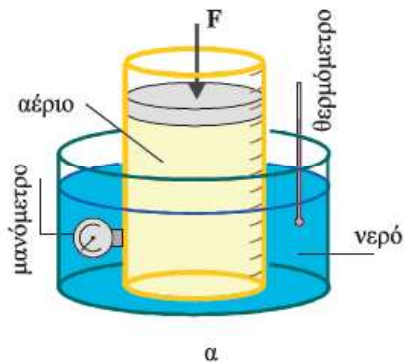
ΕΣΠΑ 2014-2020

Νόμος του Boyle

Ισόθερμη είναι η μεταβολή στην οποία η θερμοκρασία του αερίου διατηρείται σταθερή. Ο νόμος της ισόθερμης μεταβολής είναι:

Η πίεση ορισμένης ποσότητας αερίου του οποίου η θερμοκρασία παραμένει σταθερή είναι αντίστροφα ανάλογη με τον όγκο του.

$$pV = \text{σταθ για } T = \text{σταθερό}$$



α) Το αέριο βρίσκεται μέσα σε ογκομετρικό δοχείο. Το δοχείο με το αέριο περιβάλλεται από λουτρό με νερό του οποίου η θερμοκρασία διατηρείται σταθερή. Στο δοχείο υπάρχει προσαρμοσμένο μανόμετρο για τη μέτρηση της πίεσης του αερίου. β) Στο διάγραμμα παριστάνεται γραφικά η πίεση του αερίου σε συνάρτηση με τον όγκο του, για θερμοκρασίες T_1 και T_2 για τις οποίες ισχύει $T_2 > T_1$.

ΦΥΣΙΚΗ

<http://www.tuc.gr>

Νόμοι αερίων

TUC.Chania

2023

Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης
Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ

3



Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού,
Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



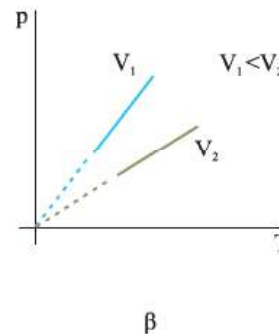
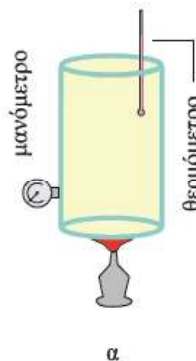
Ο νόμος του Charles

Ισόχωρη ονομάζεται η μεταβολή στην οποία ο όγκος του αερίου διατηρείται σταθερός. Ο νόμος της ισόχωρης μεταβολής είναι:

Η πίεση ορισμένης ποσότητας αερίου του οποίου ο όγκος διατηρείται σταθερός είναι ανάλογη με την απόλυτη θερμοκρασία του αερίου.

$$\frac{p}{T} = \text{σταθ για } V = \text{σταθερό}$$

α) Το αέριο βρίσκεται μέσα σε δοχείο σταθερού όγκου. Καθώς θερμαίνεται αυξάνεται η πίεσή του. β) Στο διάγραμμα παριστάνεται γραφικά η μεταβολή της πίεσης σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία, για δύο διαφορετικές τιμές του όγκου V_1 και V_2 με $V_1 < V_2$.



ΦΥΣΙΚΗ

<http://www.tuc.gr>

Νόμοι αερίων

TUC.Chania

2023

Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης
Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ

4



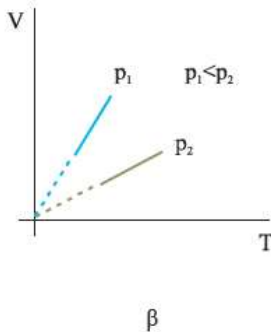
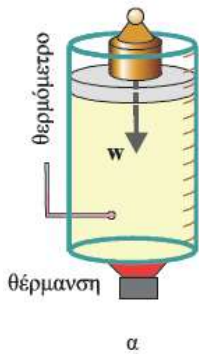
Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού,
Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Ο νόμος του Gay-Lussac

Ισοβαρής ονομάζεται η μεταβολή στην οποία η πίεση του αερίου διατηρείται σταθερή. Ο νόμος της ισοβαρούς μεταβολής είναι:
Ο όγκος ορισμένης ποσότητας αερίου, όταν η πίεσή του διατηρείται σταθερή, είναι ανάλογος με την απόλυτη θερμοκρασία του.

$$\frac{V}{T} = \text{σταθ για } p = \text{σταθερό}$$



α) Καθώς το αέριο θερμαίνεται ο όγκος του αυξάνεται. Η πίεση του αερίου διατηρείται σταθερή με ένα βάρος τοποθετημένο πάνω στο έμβολο. β) Στο διάγραμμα παριστάνεται γραφικά η μεταβολή του όγκου σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία, για δυο τιμές της πίεσης p_1 και p_2 με $p_1 < p_2$.

Καταστατική εξίσωση

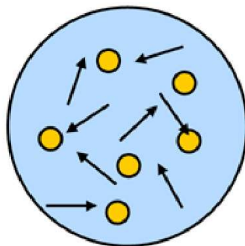
Η **καταστατική εξίσωση** συνδέει την πίεση, τον όγκο και τη θερμοκρασία σε ένα ιδανικό αέριο.

$$pV = nRT$$

Ιδανικό αέριο είναι το αέριο για το οποίο ισχύει η καταστατική εξίσωση ακριβώς, σε όλες τις πιέσεις και θερμοκρασίες.

Μακροσκοπικά, ιδανικό θεωρείται το αέριο στο οποίο η καταστατική εξίσωση ισχύει πάντα.

Μικροσκοπικά, ιδανικό θεωρείται το αέριο του οποίου τα μόρια είναι υλικά σημεία που δεν αλληλεπιδρούν παρά μόνο όταν συγκρούονται. Οι κρούσεις τους με τα άλλα μόρια και με τα τοιχώματα του δοχείου θεωρούνται ελαστικές.



Η πίεση που ασκεί ένα αέριο που βρίσκεται μέσα σε ένα δοχείο οφείλεται στις κρούσεις των μορίων του στα τοιχώματα του δοχείου. Η **πίεση** του αερίου συνδέεται με τη μέση τιμή των τετραγώνων των ταχυτήτων των μορίων του, με τη σχέση:

$$p = \frac{1}{3} * \frac{Nm\overline{v^2}}{V}$$

Η **θερμοκρασία** του αερίου συνδέεται με τη μέση τιμή των τετραγώνων των ταχυτήτων των μορίων με τη σχέση:

$$T = \frac{2}{3} * \frac{1}{k} * \left(\frac{1}{2} * m\overline{v^2} \right)$$

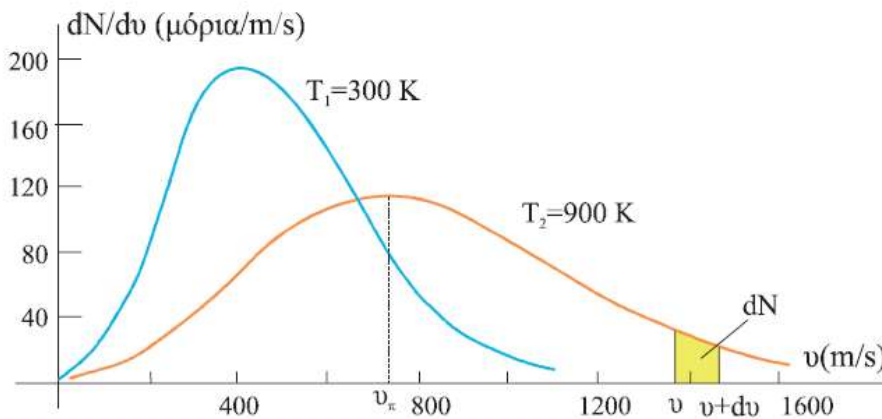
Η **μέση κινητική ενέργεια** των μορίων του ιδανικού αερίου είναι ανάλογη με την απόλυτη θερμοκρασία.

$$\left(\frac{1}{2} * m\overline{v^2} \right) = \frac{3}{2} * kT$$

Η **ενεργός ταχύτητα** των μορίων ιδανικού αερίου είναι

$$v_{\text{εν}} = \sqrt{\overline{v^2}} = \sqrt{\frac{3kT}{m}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

Τα μόρια ενός αερίου δεν έχουν την ίδια ταχύτητα. Οι ταχύτητες των μορίων κάποιας ποσότητας αερίου σε θερμοκρασία T ακολουθούν την **κατανομή Maxwell - Boltzmann**.

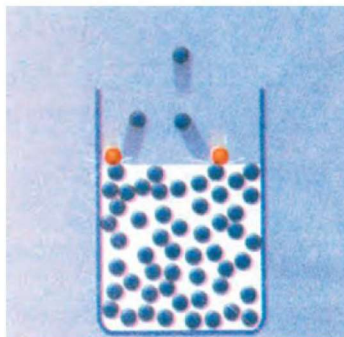


Στο παραπάνω σχήμα παριστάνεται γραφικά η συνάρτηση $dN/du = f(u)$ των Maxwell και Boltzmann για $N=10^5$ μόρια αζώτου στις θερμοκρασίες 300 K και 900 K.

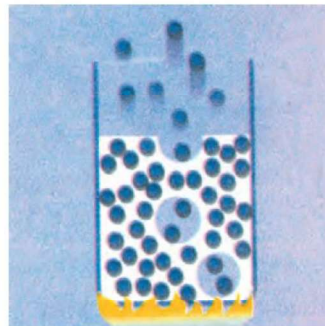
Το εμβαδόν που περικλείεται από την καμπύλη και τον άξονα των u δίνει το συνολικό αριθμό των μορίων του αερίου.

Όταν η θερμοκρασία του αερίου αυξάνεται η καμπύλη μετατοπίζεται προς τα δεξιά και η κορυφή της χαμηλώνει.

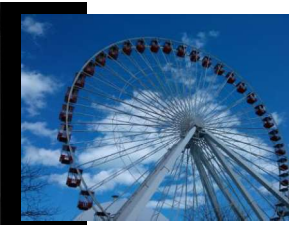
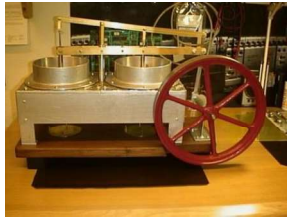
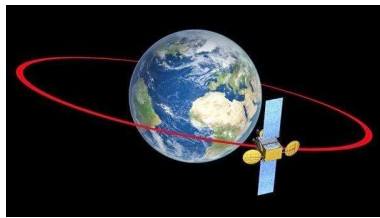
Από την **κατανομή Maxwell - Boltzmann** για τα αέρια μπορούν να βγουν **συμπεράσματα** που ερμηνεύουν, ποιοτικά, **φαινόμενα** όπως η εξαερίωση των υγρών ή η υγροποίηση των ατμών.



Σχ. 3.13 Στην εξατμηση μόρια εγκαταλείπουν την υγρή φάση μόνο από την επιφάνεια του υγρού.



Σχ. 3.14 Στο βρασμό μόρια εγκαλείπουν την υγρή φάση από το σύνολο του όγκου του υγρού.



ΦΥΣΙΚΗ ΜΕΡΟΣ 1° → ΜΗΧΑΝΙΚΗ/ ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ

1.04: ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ

	ΦΥΣΙΚΗ	http://www.tuc.gr
	ΕΝΟΤΗΤΑ	TUC.Chania
Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ		2023

ΕΝΟΤΗΤΑ: ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΝΟΤΗΤΑΣ

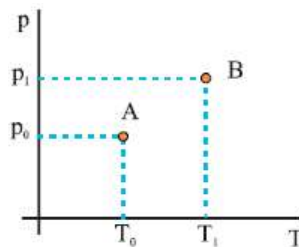
- Θερμοδυναμικό σύστημα
- Ισοροπία θερμοδυναμικού συστήματος
- Αντιστρεπτές μεταβολές
- Έργο παραγόμενο από αέριο κατά τη διάρκεια μεταβολών όγκου
- Θερμότητα
- Εσωτερική ενέργεια
- Πρώτος θερμοδυναμικός νόμος
- Εφαρμογή του πρώτου θερμοδυναμικού νόμου σε ειδικές περιπτώσεις
- Γραμμομοριακές ειδικές θερμότητες αερίων
- Θερμικές μηχανές
- Δεύτερος θερμοδυναμικός νόμος
- Η μηχανή του Carnot
- Εντροπία
- Υπολογισμός της μεταβολής της εντροπίας σε μερικές περιπτώσεις

	ΦΥΣΙΚΗ	http://www.tuc.gr
	ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΝΟΤΗΤΑΣ	TUC.Chania
Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ		2023

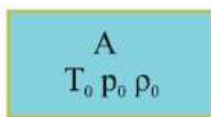
Σύστημα είναι ένα τμήμα του φυσικού κόσμου που διαχωρίζεται από τον υπόλοιπο κόσμο με πραγματικά ή νοητά τοιχώματα. Ο υπόλοιπος φυσικός κόσμος αποτελεί το περιβάλλον του συστήματος. Στην περίπτωση που για την περιγραφή του συστήματος χρησιμοποιούνται και θερμοδυναμικά μεγέθη, όπως θερμότητα, θερμοκρασία, εσωτερική ενέργεια και άλλα, το σύστημα χαρακτηρίζεται **θερμοδυναμικό**. Οι ποσότητες που είναι ικανές για την περιγραφή της κατάστασης θερμοδυναμικού συστήματος αποτελούν τις **ανεξάρτητες θερμοδυναμικές μεταβλητές του συστήματος**.



Μια ποσότητα αερίου βρίσκεται σε **κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας** όταν η πίεση, η πυκνότητα, και η θερμοκρασία του, έχουν την ίδια τιμή σε όλη την έκτασή του. Μια κατάσταση ισορροπίας παριστάνεται γραφικά με ένα σημείο



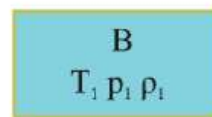
Η αρχική κατάσταση του αερίου του σχήματος 4.1 παριστάνεται με ένα σημείο το Α και η τελική κατάσταση του, που είναι κατάσταση ισορροπίας, με το σημείο Β.



α



β



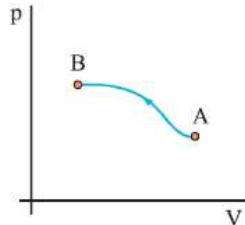
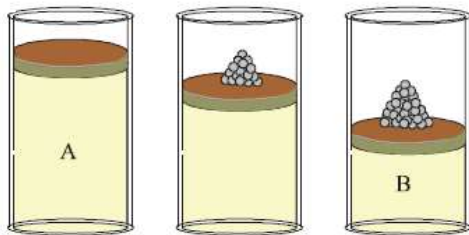
γ

(α) Το αέριο βρίσκεται σε κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας. (β) Το αέριο δε βρίσκεται σε κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας. Η θερμοκρασία, η πίεση και η πυκνότητα δεν έχουν την ίδια τιμή σε όλη του την έκταση. (γ) Το αέριο βρίσκεται σε νέα κατάσταση ισορροπίας.

Αντιστρεπτή μεταβολή

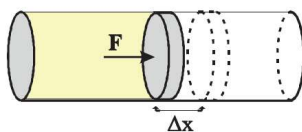
Αντιστρεπτή ονομάζεται η μεταβολή στην οποία υπάρχει η δυνατότητα επαναφοράς του συστήματος και του περιβάλλοντος στην αρχική τους κατάσταση. Οι πραγματικές μεταβολές είναι μη αντιστρεπτές. Η μεταβολή στην οποία το σύστημα μεταβαίνει από μια αρχική κατάσταση σε μια τελική κατάσταση μέσω διαδοχικών καταστάσεων που μπορούν να θεωρηθούν καταστάσεις ισορροπίας είναι αντιστρεπτή. Σε μια τέτοια μεταβολή μπορεί να πραγματοποιηθεί και η αντίστροφη πορεία.

Μια αντιστρεπτή μεταβολή παριστάνεται γραφικά με μια συνεχή γραμμή. Οι μη αντιστρεπτές μεταβολές δεν μπορούν να παρασταθούν γραφικά.

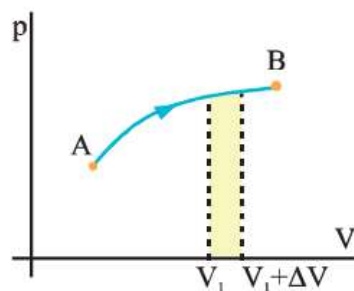


Προσθέτουμε στο έμβολο αργά κόκκους άμμου μέχρι το αέριο να φτάσει στην τελική κατάσταση B. Το αέριο μεταβαίνει από την κατάσταση A στη B μέσω διαδοχικών καταστάσεων που μπορούν να θεωρηθούν καταστάσεις ισορροπίας. Η μεταβολή αυτή είναι αντιστρεπτή και παριστάνεται με μια γραμμή που οδηγεί από την αρχική στην τελική κατάσταση.

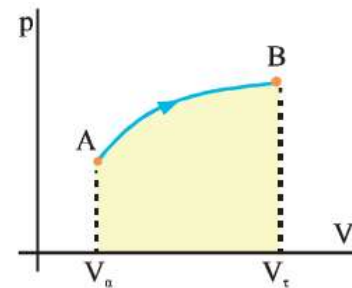
Το **έργο** του αερίου για μια πολύ μικρή μεταβολή του όγκου του είναι $\Delta W = p\Delta V$. Είναι θετικό αν το αέριο εκτονώνεται και αρνητικό αν συμπιέζεται. Το έργο ενός αερίου σε μια αντιστρεπτή μεταβολή είναι ίσο με το εμβαδόν της επιφάνειας από τη γραμμή του διαγράμματος μέχρι τον άξονα V, στο διάγραμμα p-V.



Το αέριο εκτονώνεται και το έμβολο μετατοπίζεται κατά Δx . Η δύναμη F που ασκεί το αέριο στο έμβολο παράγει έργο ΔW .



Σε μια τυχαία αντιστρεπτή μεταβολή το έργο κατά την εκτόνωση του αερίου από όγκο V_1 σε όγκο $V_1 + \Delta V$ είναι ίσο με το εμβαδόν της επιφάνειας με το κίτρινο χρώμα.



Σε μια τυχαία αντιστρεπτή μεταβολή το έργο του αερίου κατά τη μεταβολή του από το A στο B είναι ίσο με το εμβαδόν κάτω από την γραμμή του διαγράμματος.

Θερμότητα

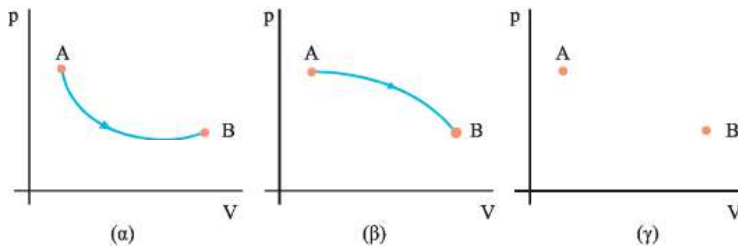
Θερμότητα ονομάζεται η μορφή της ενέργειας που μεταφέρεται από ένα σώμα σε ένα άλλο λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας των δύο σωμάτων

Κάθε σώμα εμπεριέχει ενέργεια, που είναι το άθροισμα των ενεργειών των σωματιδίων που το απαρτίζουν ως αποτέλεσμα της σχετικής τους κίνησης ως προς το κέντρο μάζας του σώματος και των αλληλεπιδράσεων μεταξύ τους. Αυτή την ενέργεια την ονομάζουμε **εσωτερική ενέργεια**

Η **εσωτερική ενέργεια ιδανικού αερίου** είναι $U = \frac{3}{2} nRT$

Η μεταβολή στην εσωτερική ενέργεια ενός θερμοδυναμικού συστήματος εξαρτάται μόνο από την αρχική και την τελική κατάσταση του συστήματος

Στα (α) και (β) ένα αέριο σύστημα μεταβαίνει από την κατάσταση Α στη Β με διαφορετικό κάθε φορά, αντιστρεπτό τρόπο. Στο (γ) το ίδιο σύστημα μεταβαίνει από την κατάσταση Α στη Β με μη αντιστρεπτό τρόπο. Η μεταβολή δεν μπορεί να παρασταθεί γραφικά. Η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του συστήματος είναι ίδια σε όλες τις περιπτώσεις.



ΦΥΣΙΚΗ

Θερμότητα – Εσωτερική ενέργεια

Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης
Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ

<http://www.tuc.gr>

TUC.Chania

2023

7



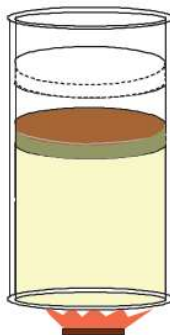
Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού,
Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2014-2020
ανάπτυξη - εργασία - αλληλεγγύη

Πρώτος θερμοδυναμικός νόμος:

Το ποσό θερμότητας που απορροφά ή αποβάλλει ένα θερμοδυναμικό σύστημα είναι ίσο με το αλγεβρικό άθροισμα της μεταβολής της εσωτερικής του ενέργειας και του έργου που παράγει ή δαπανά το σύστημα.



Ποσότητα αερίου θερμαίνεται. Το αέριο κατά τη διάρκεια της μεταβολής του παράγει έργο.

ΦΥΣΙΚΗ

Πρώτος θερμοδυναμικός νόμος

Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης
Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ

<http://www.tuc.gr>

TUC.Chania

2023

8



Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού,
Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

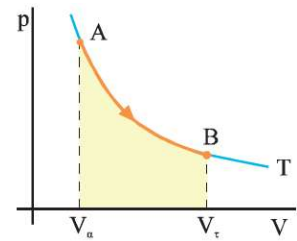


ΕΣΠΑ
2014-2020
ανάπτυξη - εργασία - αλληλεγγύη

Στην **ισόθερμη** αντιστρεπτή μεταβολή το έργο είναι:

$$W = nRT \frac{\ln V_t}{V_a}$$

Στην ισόθερμη εκτόνωση όλο το ποσό θερμότητας που απορροφά το αέριο μετατρέπεται σε μηχανικό έργο ($Q=W$).

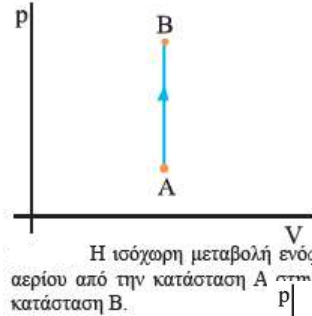


Το διάγραμμα παριστάνει την ισόθερμη εκτόνωση ενός αερίου από την αρχική κατάσταση A στην τελική κατάσταση B.

Στην **ισόχωρη** αντιστρεπτή μεταβολή το έργο είναι:

$$W = 0$$

Στην ισόχωρη θέρμανση όλο το ποσό θερμότητας που απορρόφησε το αέριο χρησιμοποιήθηκε για την αύξηση της εσωτερικής του ενέργειας ($Q=\Delta U$).

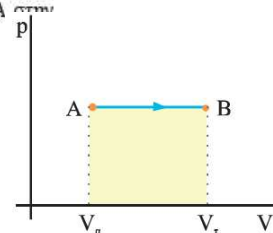


Η ισόχωρη μεταβολή ενός αερίου από την κατάσταση A κατάσταση B.

Στην **ισοβαρή** αντιστρεπτή μεταβολή

$$W = p(V_t - V_a)$$

Στην ισοβαρή θέρμανση ένα μέρος από το ποσό θερμότητας που απορρόφησε το αέριο από το περιβάλλον χρησιμοποιήθηκε για την αύξηση της εσωτερικής του ενέργειας και το υπόλοιπο αποδόθηκε εκ νέου στο περιβάλλον με τη μορφή έργου. ($Q = \Delta U + p(V_t - V_a)$)



Η ισοβαρής μεταβολή ενός αερίου από την κατάσταση A στην κατάσταση B.



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΦΥΣΙΚΗ

Εφαρμογή του πρώτου θερμοδυναμικού νόμου σε ειδικές περιπτώσεις

Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης
Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ

<http://www.tuc.gr>

 TUC.Chania

2023



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης



Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού,
Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



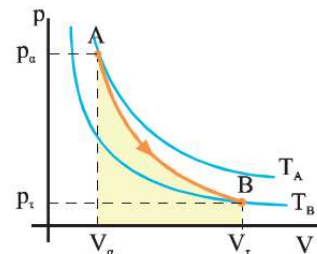
ΕΣΠΑ
2014-2020
ανάπτυξη· εργασία· αλληλεγγύη

Αδιαβατική ονομάζουμε εκείνη τη μεταβολή κατά την οποία δε συντελείται μεταφορά θερμότητας από το περιβάλλον προς το σύστημα ή αντίστροφα. Στην αδιαβατική μεταβολή $pV^\gamma = \text{σταθ}$.

Το έργο στην **αδιαβατική** αντιστρεπτή μεταβολή είναι

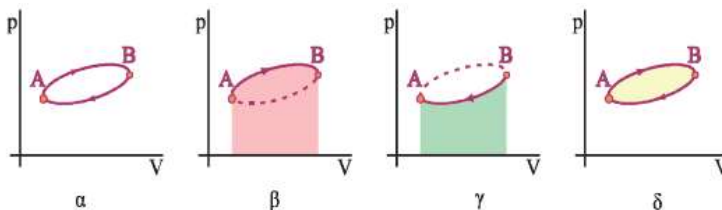
$$W = \frac{p_t V_t - p_a V_a}{1 - \gamma}$$

Στην αδιαβατική μεταβολή το έργο είναι ίσο με το αντίθετο της μεταβολής της εσωτερικής ενέργειας. ($W=-\Delta U$)



Ένα αέριο εκτονώνεται αδιαβατικά από την αρχική κατάσταση A στην τελική κατάσταση B.

Κυκλική ονομάζουμε τη μεταβολή κατά την οποία το σύστημα, μετά από μια διεργασία, επιστρέφει στην αρχική του κατάσταση. Το έργο σε μια **κυκλική** αντιστρεπτή μεταβολή είναι ίσο με το εμβαδόν που ορίζεται από τη γραμμή του διαγράμματος, στο διάγραμμα p-V. Στην κυκλική μεταβολή η θερμότητα που απορροφά ή αποδίδει το αέριο ισούται με το έργο που παράγει ή δαπανά. ($Q=W$)



Το σχήμα α παριστάνει γραφικά μια αντιστρεπτή κυκλική μεταβολή. Το εμβαδόν της χρωματισμένης επιφάνειας στο σχήμα β δίνει το έργο του αερίου κατά τη μεταβολή A→B. Το έργο κατά τη μεταβολή B→A είναι κατ' απόλυτη τιμή ίσο με το εμβαδόν της χρωματισμένης επιφάνειας στο σχήμα γ, η αλγεβρική του τιμή όμως είναι αρνητική. Το συνολικό έργο προκύπτει αν από το εμβαδόν του σχήματος β αφαιρέσουμε το εμβαδόν του σχήματος γ. Από την αφαίρεση αυτή προκύπτει το εμβαδόν που περικλείει η γραμμή του διαγράμματος (σχ. δ).



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΦΥΣΙΚΗ

Εφαρμογή του πρώτου θερμοδυναμικού νόμου σε ειδικές περιπτώσεις

Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης
Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ

<http://www.tuc.gr>

 TUC.Chania

2023



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης



Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού,
Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2014-2020
ανάπτυξη· εργασία· αλληλεγγύη

Το ποσό θερμότητας που απαιτείται για να μεταβληθεί η θερμοκρασία μιας ποσότητας αερίου κατά ΔT είναι $Q=nC\Delta T$.
Η γραμμομοριακή ειδική θερμότητα με σταθερό όγκο και η γραμμομοριακή ειδική θερμότητα με σταθερή πίεση συνδέονται με τη σχέση $C_p=C_v+R$.

Οι γραμμομοριακές ειδικές θερμότητες C_p και C_v για ένα αέριο έχουν σταθερό λόγο. $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$

Η μεταβολή στην εσωτερική ενέργεια ενός αερίου δίνεται από τη σχέση $\Delta U = nC_v\Delta T$.

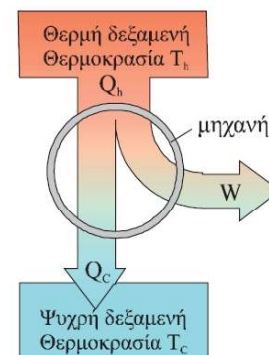
πίνακας: γραμμομοριακές ειδικές θερμότητες ορισμένων αερίων όπως μετρήθηκαν πειραματικά

Τύπος αερίου	Αέριο	C_v (J/mol·K)	C_p (J/mol·K)	C_p-C_v (J/mol·K)	$\gamma = C_p/C_v$
Μονοατομικό	He	12,47	20,78	8,31	1,67
	A	12,47	20,78	8,31	1,67
Διατομικό	H ₂	20,42	28,74	8,32	1,41
	N ₂	20,76	29,07	8,31	1,4
	O ₂	20,85	29,17	8,31	1,4
	CO	20,85	29,16	8,31	1,4
Πολυατομικό	CO ₂	28,46	36,94	8,48	1,3
	SO ₂	31,39	40,37	8,98	1,29
	H ₂ S	25,95	34,6	8,65	1,33

Οι **θερμικές μηχανές** υποβάλλουν ένα αέριο σε κυκλική μεταβολή κατά τη διάρκεια της οποίας

- 1) Η μηχανή απορροφά θερμότητα (Q_h) από μια δεξαμενή υψηλής θερμοκρασίας T_h
- 2) Η μηχανή παράγει έργο
- 3) Η μηχανή αποβάλλει θερμότητα (Q_c) σε μια δεξαμενή χαμηλότερης θερμοκρασίας T_c

Η απόδοση μιας θερμικής μηχανής είναι $e = \frac{W}{Q_h}$ ή $e = 1 - \frac{|Q_c|}{Q_h}$



Αρχή λειτουργίας μιας θερμικής μηχανής. Η κυκλική περιοχή συμβολίζει τη μηχανή η οποία δέχεται ποσό θερμότητας Q_h από τη θερμή δεξαμενή, παράγει έργο W και αποβάλλει ποσό θερμότητας Q_c στην ψυχρή δεξαμενή.



Ατμοστρόβιλος σε εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.



Δεύτερος θερμοδυναμικός νόμος

Είναι αδύνατο να κατασκευαστεί θερμική μηχανή που να μετατρέπει εξ ολοκλήρου τη θερμότητα σε ωφέλιμο έργο ή να κατασκευαστεί μηχανή που να μεταφέρει θερμότητα από ένα ψυχρό σώμα σε ένα θερμότερο χωρίς να δαπανάται ενέργεια για τη λειτουργία της

Ο **Carnot** περιέγραψε μια ιδανική κυκλική αντιστρεπτή μεταβολή, που ονομάστηκε κύκλος Carnot, και απέδειξε ότι μια θερμική μηχανή που θα ακολουθούσε αυτόν τον αντιστρεπτό κύκλο θα είχε τη μεγαλύτερη δυνατή απόδοση

Η **μηχανή του Carnot** ακολουθεί τον εξής αντιστρεπτό κύκλο:

- 1) ισόθερμη εκτόνωση
- 2) αδιαβατική εκτόνωση
- 3) ισόθερμη συμπίεση
- 4) αδιαβατική συμπίεση.

Η απόδοση της μηχανής Carnot είναι $e_{Carnot} = 1 - \frac{T_c}{T_h}$

**ΦΥΣΙΚΗ**

<http://www.tuc.gr>
TUC.Chania
2023

Δεύτερος θερμοδυναμικός νόμος / Η μηχανή του Carnot

Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης
Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ

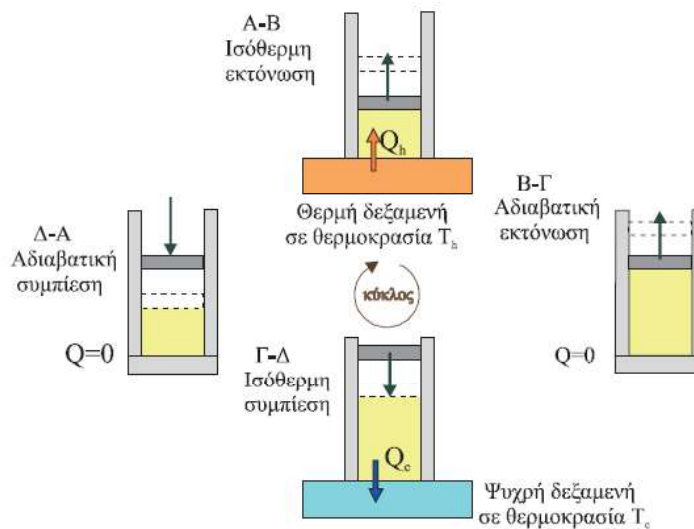
13 
Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης

Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού,
Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης


ΕΣΠΑ
2014-2020
ανάπτυξη· εργασία· αλληλεγγύη

Οι τέσσερις φάσεις του **κύκλου Carnot**.

Το αέριο βρίσκεται σε δοχείο που κλείνεται με έμβολο. Το έμβολο και τα πλευρικά τοιχώματα είναι αδιαβατικά, ενώ η βάση του δοχείου διαθερμική.



**ΦΥΣΙΚΗ**

<http://www.tuc.gr>
TUC.Chania
2023

Η μηχανή του Carnot

Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης
Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ

14 
Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης

Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού,
Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης


ΕΣΠΑ
2014-2020
ανάπτυξη· εργασία· αλληλεγγύη

Η **μεταβολή της εντροπίας** κατά τη διάρκεια μιας πολύ μικρής αντιστρεπτής διεργασίας ορίζεται ως το πηλίκο του ποσού θερμότητας που απορρόφησε ή απέβαλε το σύστημα προς τη θερμοκρασία του συστήματος.

$$\Delta S = \frac{\Delta Q}{T}$$

Η μεταβολή της εντροπίας ενός συστήματος εξαρτάται μόνο από την αρχική και τελική κατάστασή του.

Κατά τη διάρκεια πραγματικών μεταβολών η εντροπία ενός μονωμένου συστήματος πάντοτε αυξάνεται μέχρι να επέλθει ισορροπία, οπότε η εντροπία αποκτά τη μέγιστη τιμή της.

Η αύξηση της εντροπίας ενός συστήματος οδηγεί στην ελάττωση της ικανότητας του συστήματος να παράγει ωφέλιμο έργο.

Η εντροπία συνδέεται μικροσκοπικά με την αταξία που επικρατεί στα δομικά στοιχεία του συστήματος. Αύξηση της αταξίας συνεπάγεται αύξηση της εντροπίας του συστήματος.

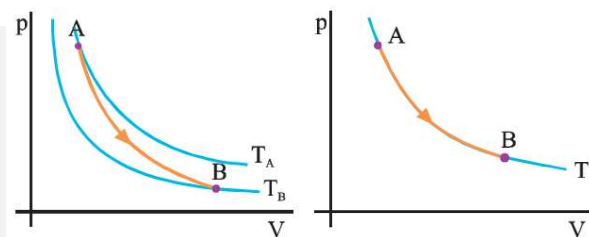
Στην αδιαβατική αντιστρεπτή μεταβολή

Στην αδιαβατική αντιστρεπτή μεταβολή $\Delta S = 0$

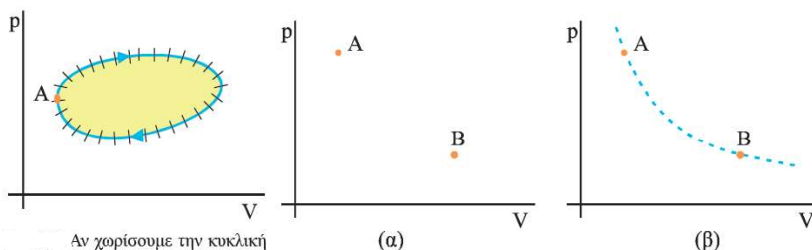
Στην ισόθερμη αντιστρεπτή μεταβολή $\Delta S = \frac{Q}{T}$ ή $\Delta S = nR \ln \frac{V_A}{V_B}$

Στην κυκλική μεταβολή $\Delta S_{ολ} = 0$

Στην ελεύθερη εκτόνωση $\Delta S = nR \ln \frac{V_B}{V_A}$

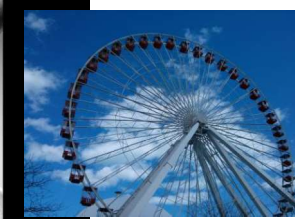
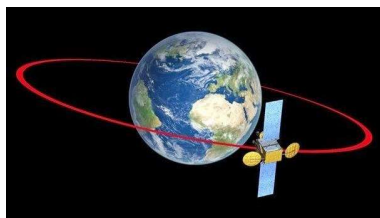


Ένα αέριο εκτονώνεται Το αέριο εκτονώνεται ισό-
αδιαβατικά από την αρχική κατά- θερμα από την αρχική κατάσταση A
σταση A στην τελική κατάσταση B. στην τελική κατάσταση B. Η εντρο-
Η εντροπία του παραμένει σταθερή. πία του αερίου αυξάνεται.



Αν χωρίσουμε την κυκλική αντιστρεπτή μεταβολή σε στοιχειώδεις, τότε το άθροισμα των ΔS , σε όλη την κυκλική διαδρομή, είναι μηδέν.

Η μεταβολή κατά την ελεύθερη εκτόνωση είναι μη αντιστρεπτή. Γραφικά μπορούν να παρασταθούν μόνο η αρχική και τελική κατάσταση του αερίου A και B. Επειδή κατά την ελεύθερη εκτόνωση η αρχική θερμοκρασία του αερίου είναι ίση με την τελική, η αρχική και η τελική κατάσταση του αερίου βρίσκονται πάνω στην ίδια ισόθερμη.



ΦΥΣΙΚΗ ΜΕΡΟΣ 1° → ΜΗΧΑΝΙΚΗ/ ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ

1.05: ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ

	ΦΥΣΙΚΗ	http://www.tuc.gr
	ΕΝΟΤΗΤΑ	TUC.Chania
Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ		2023

ΕΝΟΤΗΤΑ: ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΝΟΤΗΤΑΣ

- Περιοδικά φαινόμενα
- Απλή αρμονική ταλάντωση
- Ηλεκτρικές ταλαντώσεις
- Φθίνουσες ταλαντώσεις
- Εξαναγκασμένες ταλαντώσεις
- Σύνθεση ταλαντώσεων

	ΦΥΣΙΚΗ	http://www.tuc.gr
	ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΝΟΤΗΤΑΣ	TUC.Chania
Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ		2023

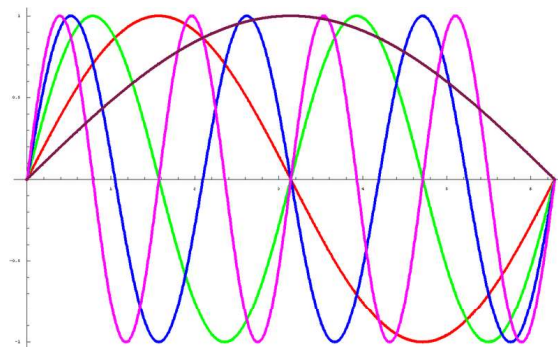
Περιοδικό φαινόμενο λέγεται το φαινόμενο που επαναλαμβάνεται με ίδιο τρόπο

Περίοδος T ενός περιοδικού φαινομένου λέγεται ο χρόνος που χρειάζεται για να πραγματοποιηθεί μια φορά το φαινόμενο. $T=t/N$

Συχνότητα f ενός περιοδικού φαινομένου λέγεται το φυσικό μέγεθος που εκφράζεται με το πηλίκο του αριθμού N των επαναλήψεων του φαινομένου προς τον χρόνο t μέσα στον οποίο πραγματοποιήθηκαν.

$$f = \frac{N}{t}$$

$$f = \frac{1}{T}$$



Απλή αρμονική ταλάντωση ονομάζεται η ταλάντωση στην οποία η απομάκρυνση του σώματος από τη θέση ισορροπίας δίνεται από τη σχέση

$$x = A\eta\mu\omega t$$

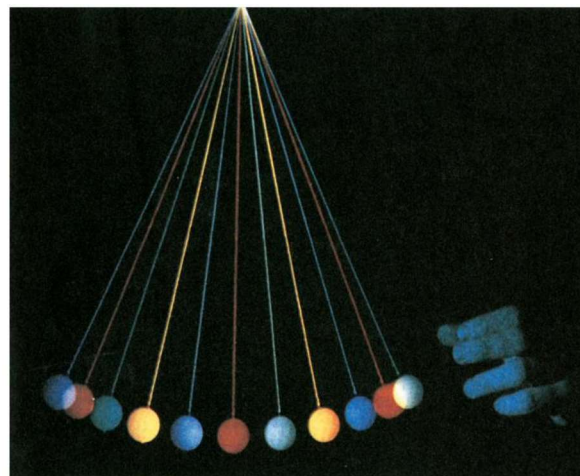
Στην ταλάντωση αυτή η ταχύτητα και η επιτάχυνση μεταβάλλονται με το χρόνο σύμφωνα με τις σχέσεις $u = u_{max}\sigma\upsilon\nu\omega t$ και $a = a_{max}\eta\mu\omega t$ όπου $u_{max} = \omega A$ και $a_{max} = \omega^2 A$. Η δύναμη που αναγκάζει ένα σώμα να κάνει απλή αρμονική ταλάντωση είναι και ονομάζεται δύναμη επαναφοράς. Η σχέση $F = -Dx$ αποτελεί την αναγκαία συνθήκη για να εκτελέσει ένα κινητό απλή αρμονική ταλάντωση.

Η περίοδος σε μια απλή αρμονική ταλάντωση είναι

$$T = 2\pi \frac{\sqrt{m}}{D}$$

Στην απλή αρμονική ταλάντωση η μηχανική ενέργεια διατηρείται σταθερή.

$$E = \frac{1}{2} D A^2 = \frac{1}{2} m u_{max}^2$$



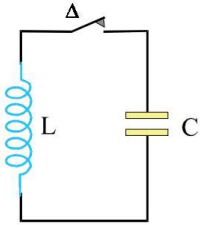
Η κίνηση του εκκρεμούς είναι μια ταλάντωση. Στη φωτογραφία απεικονίζονται διαδοχικά στιγμιότυπα της κίνησης στη διάρκεια μισής περιόδου.

Το κύκλωμα ηλεκτρικών ταλαντώσεων αποτελείται από ένα πυκνωτή συνδεδεμένο σε σειρά με ιδανικό πηνίο. Αν ένα τέτοιο κύκλωμα διεγερθεί, το φορτίο του πυκνωτή και το ρεύμα μεταβάλλονται με το χρόνο σύμφωνα με τις σχέσεις

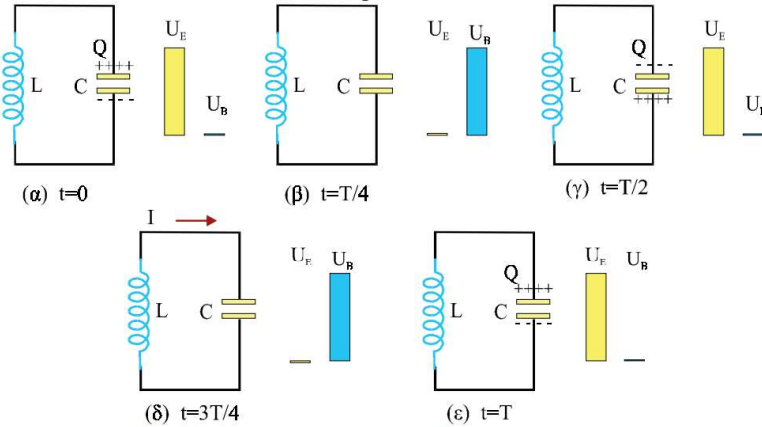
$$q = Q \sin \omega t \quad i = -I \cos \omega t$$

Η ολική ενέργεια του κυκλώματος θεωρείται σταθερή και είναι

$$E = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2} L I^2$$



Στους οπλισμούς πυκνωτή έχει συνδεθεί μέσω διακόπτη ιδανικό πηνίο. Ένα τέτοιο κύκλωμα ονομάζεται κύκλωμα LC.



Τη στιγμή μηδέν, που ο πυκνωτής έχει φορτίο Q , κλείνουμε το διακόπτη. Στο σχήμα φαίνονται διάφορες φάσεις της ηλεκτρικής ταλάντωσης του κυκλώματος κατά τη διάρκεια μιας περιόδου.

ΦΥΣΙΚΗ

Ηλεκτρικές ταλαντώσεις

Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης
Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ

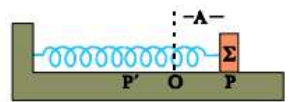
<http://www.tuc.gr>

TUC.Chania

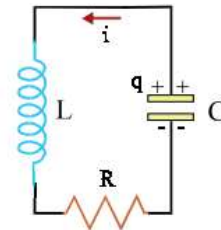
2023

Φθίνουσες ονομάζονται οι ταλαντώσεις στις οποίες το πλάτος μειώνεται.

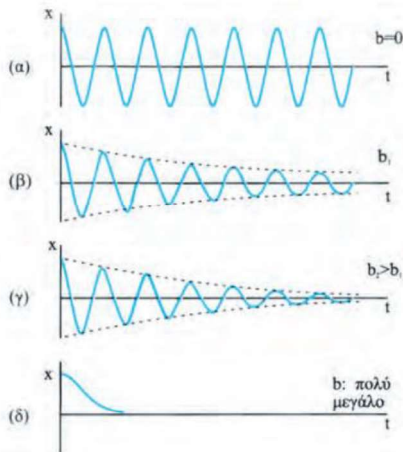
Η περίοδος σε μια φθίνουσα ταλάντωση διατηρείται σταθερή. Όταν η σταθερά απόσβεσης b μεγαλώνει το πλάτος της ταλάντωσης μειώνεται πιο γρήγορα. Για πολύ μεγάλες τιμές της σταθεράς απόσβεσης η ταλάντωση γίνεται απεριοδική. Σε μια φθίνουσα ταλάντωση το πλάτος μειώνεται εκθετικά με το χρόνο



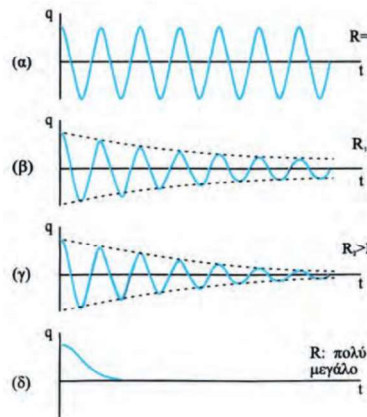
Απομακρύνουμε το σώμα Σ από τη θέση ισορροπίας O και το αφήνουμε ελεύθερο στο σημείο P . Το σώμα λόγω τριβών δεν επιστρέφει στο P .



Κύκλωμα φθίνουσών ηλεκτρικών ταλαντώσεων.



(α) Όταν η σταθερά απόσβεσης είναι μηδέν η ταλάντωση είναι αμείωτη.
(β) Φθίνουσα ταλάντωση. Η περίοδος διατηρείται σταθερή και ανεξάρτητη του πλάτους.
(γ) Όταν ο συντελεστής απόσβεσης μεγαλώνει, το πλάτος της ταλάντωσης μειώνεται πιο γρήγορα.
(δ) Όταν ο συντελεστής απόσβεσης είναι πολύ μεγάλος η κίνηση είναι απεριοδική.



(α) Αμείωτη ηλεκτρική ταλάντωση. (β) και (γ) Φθίνουσες ηλεκτρικές ταλαντώσεις. (δ) Όταν η αντίσταση είναι πολύ μεγάλη το φαινόμενο δεν είναι περιοδικό.

ΦΥΣΙΚΗ

Φθίνουσες ταλαντώσεις

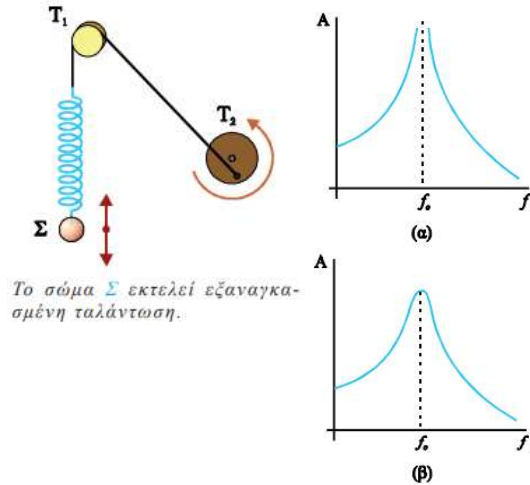
Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης
Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ

<http://www.tuc.gr>

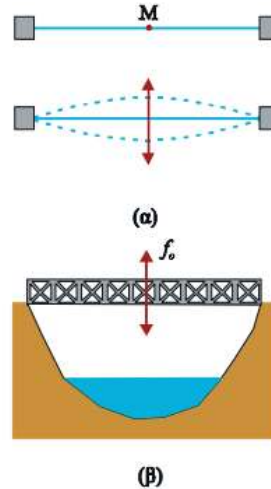
TUC.Chania

2023

Ιδιοσυχνότητα ενός συστήματος είναι η συχνότητα με την οποία ταλαντώνεται ελεύθερα το σύστημα. Σε μια **εξαναγκασμένη ταλάντωση** η συχνότητα ταλάντωσης είναι η συχνότητα του διεγέρτη. Το πλάτος της εξαναγκασμένης ταλάντωσης διατηρείται σταθερό και εξαρτάται από τη συχνότητα του διεγέρτη. Όταν η συχνότητα του διεγέρτη γίνει ίση με την ιδιοσυχνότητα του συστήματος το πλάτος της ταλάντωσης μεγιστοποιείται και έχουμε **συντονισμό**.



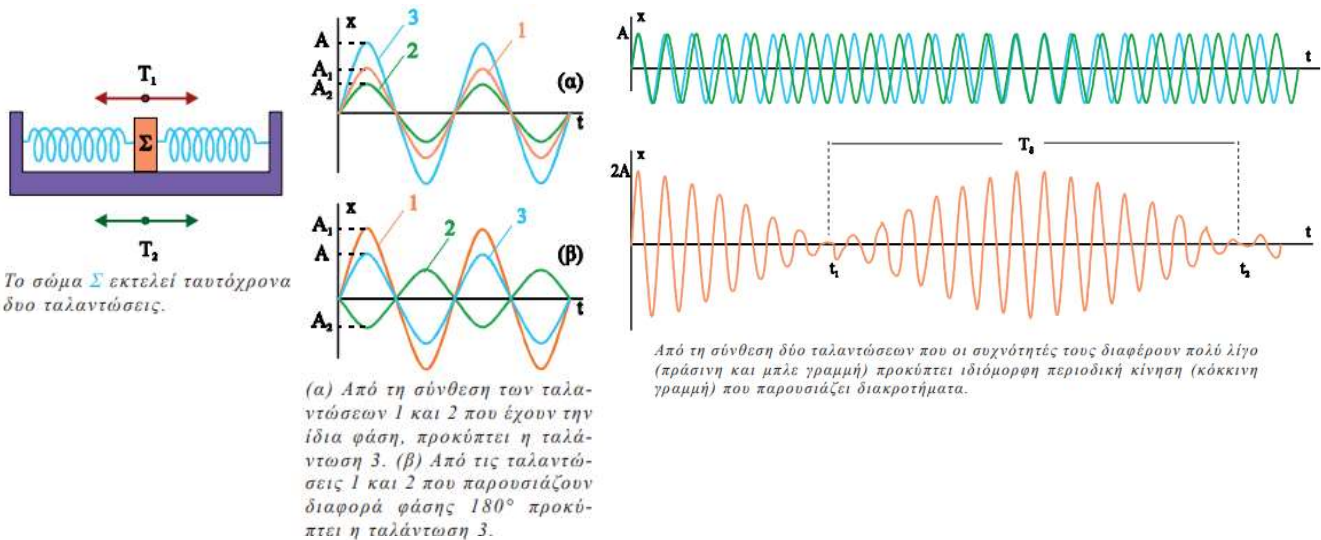
Τα διαγράμματα του πλάτους μιας εξαναγκασμένης ταλάντωσης, σε συνάρτηση με τη συχνότητα του διεγέρτη. (α) Ταλάντωση χωρίς απόσβεση. (β) Ταλάντωση με απόσβεση.

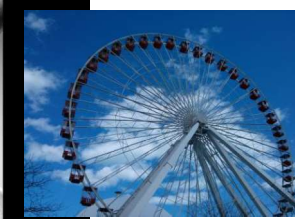
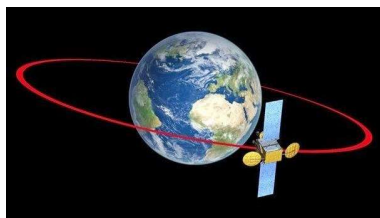


Μια γέφυρα συμπεριφέρεται όπως η χορδή. Μια ομάδα ανθρώπων που κινείται πάνω στη γέφυρα με βηματισμό μπορεί να την κάνει να ταλαντώνεται με μεγάλο πλάτος.

Η κίνηση που προκύπτει από τη **σύνθεση δύο απλών αρμονικών ταλαντώσεων** εξαρτάται από τις συχνότητες, τα πλάτη, τη διαφορά φάσης και τις διευθύνσεις των επί μέρους αρμονικών ταλαντώσεων. Από τη σύνθεση δύο απλών αρμονικών ταλαντώσεων, της ίδιας διεύθυνσης και συχνότητας που γίνονται γύρω από το ίδιο σημείο, προκύπτει απλή αρμονική ταλάντωση. Από τη σύνθεση δύο απλών αρμονικών ταλαντώσεων, της ίδιας διεύθυνσης που γίνονται γύρω από το ίδιο σημείο με συχνότητες που διαφέρουν πολύ λίγο, προκύπτει περιοδική κίνηση που παρουσιάζει **διακροτήματα**. Η συχνότητα των διακροτημάτων είναι

$$f_{\delta} = |f_1 - f_2|$$





ΦΥΣΙΚΗ ΜΕΡΟΣ 1° → ΜΗΧΑΝΙΚΗ/ ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ

1.06: ΡΕΥΣΤΑ ΣΕ ΚΙΝΗΣΗ

	ΦΥΣΙΚΗ	http://www.tuc.gr
	ΕΝΟΤΗΤΑ	TUC.Chania
Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ		2023

ΕΝΟΤΗΤΑ: ΡΕΥΣΤΑ ΣΕ ΚΙΝΗΣΗ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΝΟΤΗΤΑΣ

- Υγρά σε ισορροπία
- Ρευστά σε κίνηση
- Διατήρηση ύλης και εξίσωση συνέχειας
- Διατήρηση ενέργειας και εξίσωση Bernoulli
- Η τριβή στα ρευστά

	ΦΥΣΙΚΗ	http://www.tuc.gr
	ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΝΟΤΗΤΑΣ	TUC.Chania
Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ		2023

Τα υγρά και τα αέρια τα ονομάζουμε με έναν όρο ρευστά.

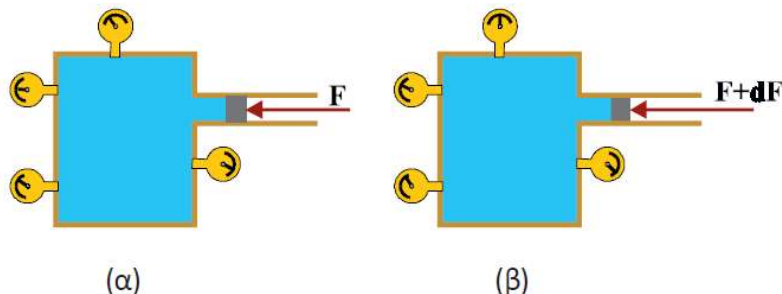
Συμπίεστα λέγονται τα ρευστά των οποίων η πυκνότητα μεταβάλλεται αν μεταβληθεί η πίεσή τους για δεδομένη θερμοκρασία.

Ασυμπίεστα λέγονται τα ρευστά των οποίων η πυκνότητα δε μεταβάλλεται αν μεταβληθεί η πίεσή τους πάλι για μια δεδομένη θερμοκρασία.

Η πίεση που δημιουργεί ένα εξωτερικό αίτιο σε κάποιο σημείο του υγρού μεταφέρεται αναλλοίωτη σε όλα τα σημεία του. (**Νόμος του Pascal**).

Η πίεση στο εσωτερικό ενός ακίνητου ρευστού σε σχέση με το βάθος από την ελεύθερη επιφάνειά του δίνεται από την εξίσωση

$$p = p_{at} + \rho gh$$



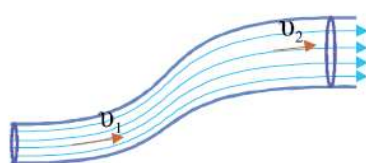
(α) Το δοχείο βρίσκεται εκτός πεδίου βαρύτητας. Η πίεση που δημιουργεί η δύναμη μεταφέρεται σε όλα τα σημεία του υγρού (β) Αν αυξηθεί η δύναμη, η πίεση στο υγρό αυξάνεται ομοιόμορφα σε όλα τα σημεία του.

Ένα ρευστό θα θεωρείται **ιδανικό**

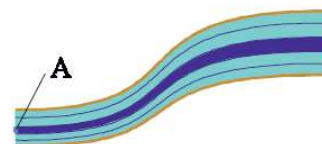
1. Αν κινείται χωρίς εσωτερικές τριβές και τριβές με τα τοιχώματα του σωλήνα που το περιορίζει.
2. Αν το ρευστό είναι ασυμπίεστο.



Ρίχνοντας χρώματα μέσα σε ένα ρευστό που κάνει τυρβώδη ροή έχουμε μια εικόνα των δινών που σχηματίζει.



Ρευματική γραμμή είναι η τροχιά ενός μορίου του υγρού.



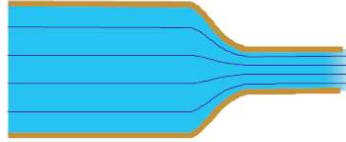
Σε κάθε σημείο στο περίγραμμα της επιφάνειας Α αντιστοιχεί μια ρευματική γραμμή. Όλες αυτές οι ρευματικές γραμμές ορίζουν μία φλέβα.

Εξίσωση συνέχειας

Για όλα τα σημεία μιας φλέβας ρευστού η παροχή είναι σταθερή.

$$A_1 u_1 = A_2 u_2 \text{ (εξίσωση συνέχειας)}$$

Η εξίσωση συνέχειας εκφράζει την αρχή διατήρησης της ύλης στο ρευστό.

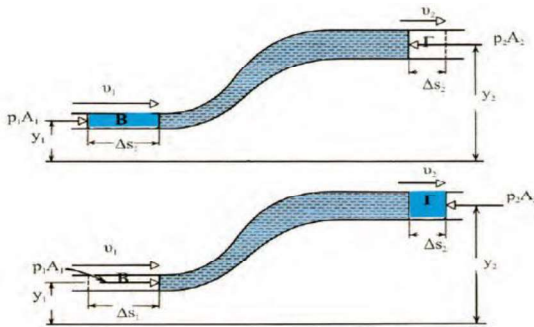


Η ταχύτητα ροής είναι μεγαλύτερη εκεί που πυκνώνουν οι ρευματικές γραμμές.

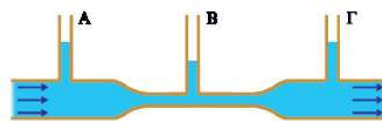
Το άθροισμα της πίεσης, της κινητικής ενέργειας ανά μονάδα όγκου και της δυναμικής ενέργειας ανά μονάδα όγκου έχει την ίδια σταθερή τιμή σε οποιοδήποτε σημείο της ρευματικής γραμμής.

$$p + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho g y = \text{σταθερό (εξίσωση του Bernoulli)}$$

Η εξίσωση του Bernoulli αποτελεί έκφραση της αρχής διατήρησης της ενέργειας στη ροή των ρευστών.



Ασυμπίεστο ρευστό ρέει με στρωτή ροή μέσα σε ένα σωλήνα. Το ρευστό που βρίσκεται στο μέρος του σωλήνα με μήκος Δs_1 μετακινείται στο μέρος του σωλήνα που έχει μήκος Δs_2 . Οι όγκοι του ρευστού στα δύο μέρη είναι ίσοι.



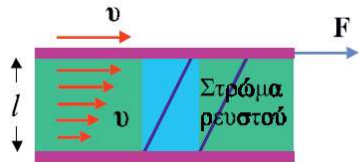
Στο στενό μέρος του σωλήνα η ταχύτητα του υγρού είναι μεγαλύτερη. Το ύψος της στάθμης του υγρού πάνω από την περιοχή αυτή δείχνει ότι η πίεση στο σωλήνα είναι μικρότερη.

Η εσωτερική τριβή ενός ρευστού ονομάζεται **ιξώδες**.

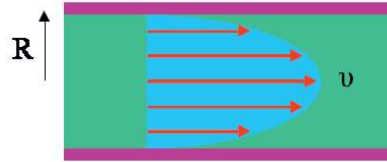
Το μέτρο της συνισταμένης των εσωτερικών τριβών που αναπτύσσονται στο ρευστό κατά τη ροή του δίνεται από τη σχέση:

$$F = \eta A \frac{v}{l}$$

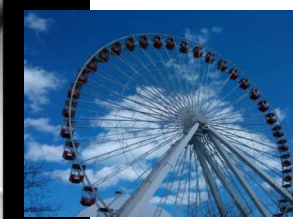
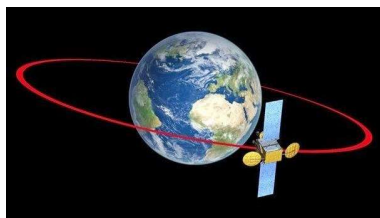
όπου η συντελεστής ιξώδους.



Στρώμα υγρού που περιέχεται μεταξύ δύο γυάλινων οριζόντιων πλακών, από τις οποίες η κάτω είναι ακίνητη ενώ η επάνω κινείται με ταχύτητα v .



Διάγραμμα ταχυτήτων για ένα ρευστό σε κυλινδρικό σωλήνα ακτίνας R .



ΦΥΣΙΚΗ ΜΕΡΟΣ 1° → ΜΗΧΑΝΙΚΗ/ ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ

1.07: ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΣΤΕΡΕΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ

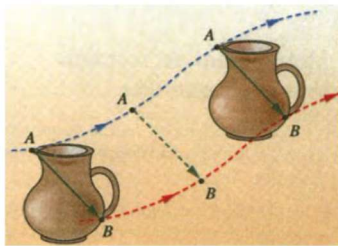
	ΦΥΣΙΚΗ	http://www.tuc.gr
	ΕΝΟΤΗΤΑ	TUC.Chania
Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ		2023

ΕΝΟΤΗΤΑ: ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΣΤΕΡΕΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ

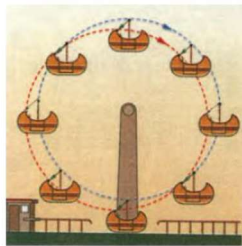
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΝΟΤΗΤΑΣ

- Οι κινήσεις των στερεών σωμάτων
- Ροπή δύναμης
- Ισορροπία στερεού σώματος
- Ροπή αδράνειας
- Θεμελιώδης νόμος στροφικής κίνησης
- Στροφορμή
- Διατήρηση στροφορμής
- Κινητική ενέργεια λόγω περιστροφής
- Έργο κατά τη στροφική κίνηση

	ΦΥΣΙΚΗ	http://www.tuc.gr
	ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΝΟΤΗΤΑΣ	TUC.Chania
Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ		2023



(α)



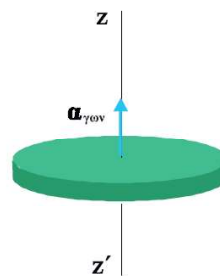
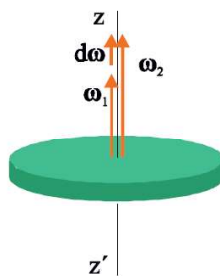
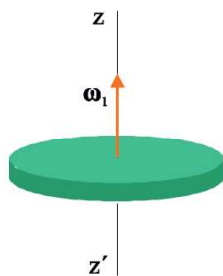
(β)

(α) Η τροχιά κάθε σημείου είναι καμπύλη. Η κίνηση του σώματος είναι μεταφορική αφού το ευθύγραμμο τμήμα AB παραμένει διαρκώς παράλληλο προς τον εαυτό του.
(β) Ο τροχός του λούνα πάρκ κάνει στροφική κίνηση. Ωστόσο κάθε θαλαμίσκος κάνει μεταφορική κίνηση.

Σχήμα 4-2.

Η **γωνιακή επιτάχυνση** είναι ίση με το ρυθμό μεταβολής της γωνιακής ταχύτητας.

$$\alpha_{\gamma\omega\nu} = \frac{d\omega}{dt}$$



(α) Η γωνιακή ταχύτητα του δίσκου αυξάνεται κατά $d\omega$. Ο δίσκος έχει γωνιακή επιτάχυνση $\alpha_{\gamma\omega\nu}$.

ΦΥΣΙΚΗ

<http://www.tuc.gr>

Οι κινήσεις των στερεών σωμάτων

f TUC.Chania

2023

Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης
Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ

3



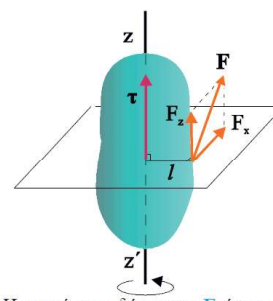
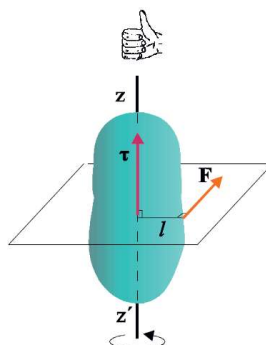
Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού,
Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Ροπή δύναμης F , ως προς άξονα περιστροφής ονομάζεται το διανυσματικό μέγεθος που έχει μέτρο:

$$\tau = Fl$$

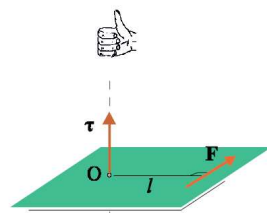
όπου l η κάθετη απόσταση της δύναμης από τον άξονα περιστροφής, διεύθυνση αυτή του άξονα περιστροφής και φορά που δίνεται από τον κανόνα του δεξιού χεριού. Η μονάδα ροπής είναι το 1N m.



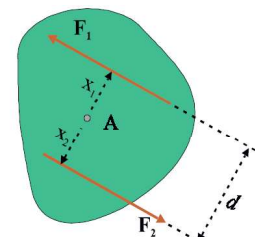
Η φορά της ροπής της δύναμης F βρίσκεται με τον κανόνα του δεξιού χεριού.
Η ροπή της δύναμης F έχει μέτρο $F_x l$.

Ροπή δύναμης F ως προς σημείο O ονομάζεται το διανυσματικό μέγεθος που έχει μέτρο $\tau = Fl$

όπου l απόσταση του σημείου από το φορέα της δύναμης, μονάδα το 1N m, διεύθυνση κάθετη στο επίπεδο που ορίζεται από τη δύναμη και το σημείο O και φορά που δίνεται από τον κανόνα του δεξιού χεριού.



Προσδιορισμός της φοράς της ροπής δύναμης ως προς σημείο με τον κανόνα του δεξιού χεριού.



Οι δυνάμεις F_1 και F_2 αποτελούν ζεύγος. Η ροπή τους είναι ίδια ως προς οποιοδήποτε σημείο του επιπέδου τους.

ΦΥΣΙΚΗ

<http://www.tuc.gr>

Ροπή δύναμης

f TUC.Chania

2023

Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης
Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ

4

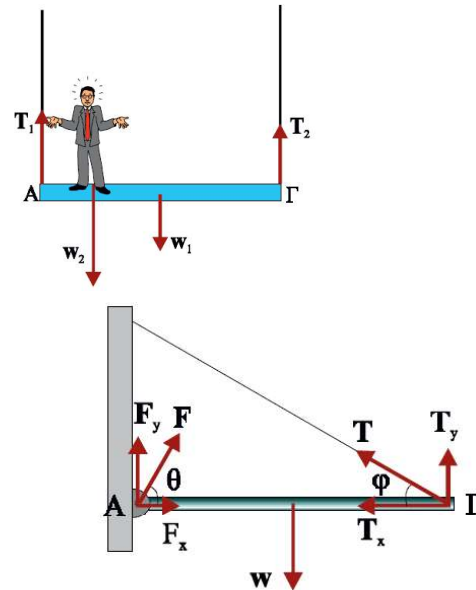


Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού,
Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



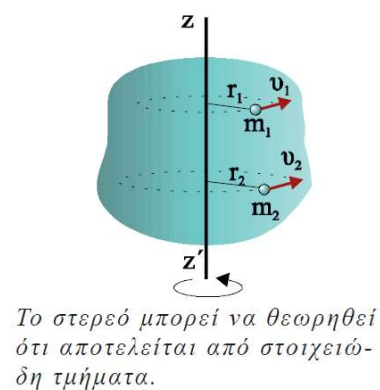
Για να **ισορροπεί** ένα ακίνητο στερεό πρέπει:

$$\Sigma F=0 \text{ ή } \Sigma F_x=0, \Sigma F_y=0 \text{ και } \Sigma \tau=0$$

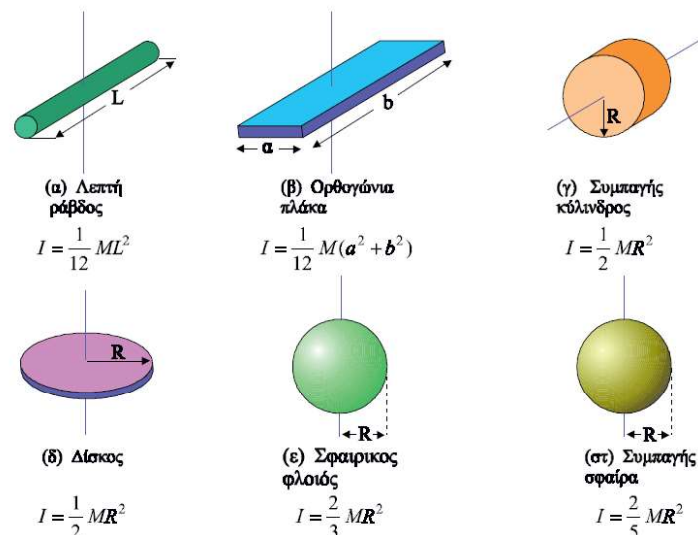


Ροπή αδράνειας ενός στερεού ως προς κάποιο άξονα ονομάζεται το άθροισμα των γινομένων των στοιχειωδών μαζών από τις οποίες αποτελείται το σώμα επί τα τετράγωνα των αποστάσεών τους από τον άξονα περιστροφής

$$I = m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2 + \dots$$

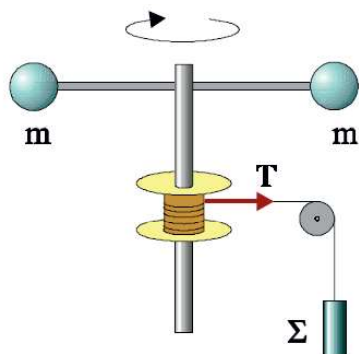


ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕ ΤΙΣ ΡΟΠΕΣ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ ΟΡΙΣΜΕΝΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΑΞΟΝΑ ΠΟΥ ΔΙΕΡΧΕΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟ ΚΕΝΤΡΟ ΜΑΖΑΣ

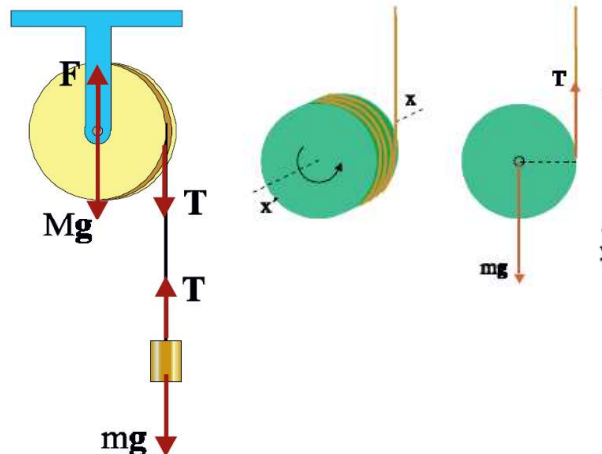


Ο θεμελιώδης νόμος της στροφικής κίνησης είναι:

$$\Sigma \tau = I \alpha_{\gamma\omega\omega}$$



Το σώμα Σ, μέσω του σκοινιού, ασκεί ροπή στον άξονα περιστροφής με αποτέλεσμα η γωνιακή ταχύτητα των μαζών m να αυξάνεται.



ΦΥΣΙΚΗ

Θεμελιώδης νόμος στροφικής κίνησης

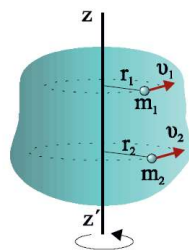
Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης
Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ

<http://www.tuc.gr>

TUC.Chania

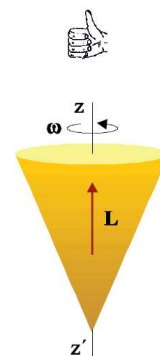
2023

Στροφορμή υλικού σημείου -που κινείται κυκλικά- ως προς τον άξονα που διέρχεται από το κέντρο της κυκλικής τροχιάς και είναι κάθετος στο επίπεδο της ονομάζεται το διανυσματικό μέγεθος που έχει μέτρο $L = pr$ ή $L = mvr$ διεύθυνση τη διεύθυνση του άξονα και φορά που καθορίζεται από τον κανόνα του δεξιού χεριού. Η μονάδα στροφορμής είναι το $1 \text{ kg m}^2/\text{s}$.



Το στερεό μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελείται από στοιχειώδη τμήματα με μάζες $m_1, m_2, \dots$. Κάθε μάζα εκτελεί κυκλική κίνηση γύρω από τον άξονα περιστροφής.

Στροφορμή στερεού σώματος που στρέφεται γύρω από άξονα είναι η συνισταμένη των στροφορμών των στοιχειωδών μαζών από τις οποίες αποτελείται το στερεό. Η στροφορμή στερεού είναι ίση με $L = I\omega$



Ο κώνος του σχήματος περιστρέφεται γύρω από τον άξονα $z-z'$ με γωνιακή ταχύτητα ω . Η στροφορμή του σώματος είναι $I\omega$, βρίσκεται πάνω στον άξονα και η φορά της δίνεται από τον κανόνα του δεξιού χεριού.

ΦΥΣΙΚΗ

Στροφορμή

Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης
Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ

<http://www.tuc.gr>

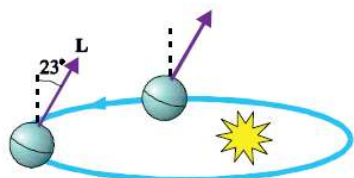
TUC.Chania

2023

Η στροφορμή ενός συστήματος διατηρείται σταθερή εάν η συνολική εξωτερική ροπή στο σύστημα είναι μηδέν

Ο δεύτερος νόμος του Newton στη στροφική κίνηση είναι

$$\Sigma \tau = \frac{dL}{dt}$$



Η στροφορμή της Γης -λόγω της ιδιοπεριστροφής της- διατηρείται σταθερή.



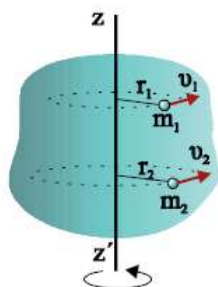
Με τη σύμπτυξη των άκρων μειώνεται η ροπή αδράνειας της καταδότης με συνέπεια την αύξηση της γωνιακής ταχύτητας περιστροφής της.



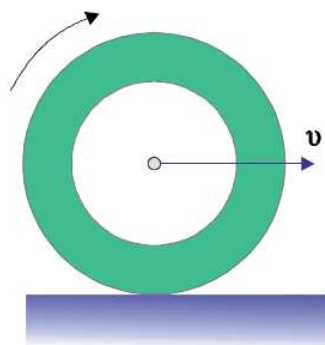
Η χορεύτρια συμπύσσοντας τα άκρα της αυξάνει τη γωνιακή ταχύτητα περιστροφής της.

Η κινητική ενέργεια στερεού λόγω περιστροφής είναι

$$K = \frac{1}{2} I \omega^2$$



Η κινητική ενέργεια του σώματος είναι το άθροισμα των ενεργειών των στοιχειωδών μαζών από τις οποίες αποτελείται.



Ο τροχός έχει κινητική ενέργεια λόγω μεταφορικής και λόγω στροφικής κίνησης

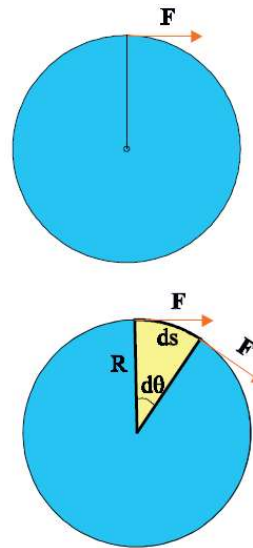
Το έργο μιας σταθερής ροπής κατά τη στροφή ενός στερεού κατά γωνία θ είναι

$$W = \tau \theta$$

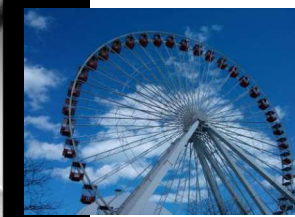
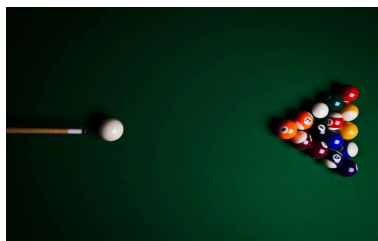
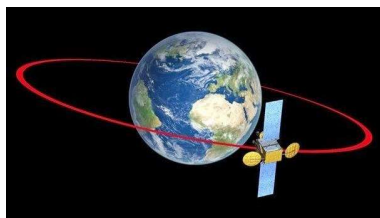
Η ισχύς μιας ροπής είναι $P = \tau \omega$

Το θεώρημα έργου - ενέργειας στη στροφική κίνηση γράφεται

$$\Sigma W = \frac{1}{2} I \omega_2^2 - \frac{1}{2} I \omega_1^2$$



Με την επίδραση της δύναμης F το σώμα στρέφεται κατά γωνία $d\theta$. Το σημείο εφαρμογής της F μετατοπίζεται κατά $ds = R d\theta$.



ΦΥΣΙΚΗ ΜΕΡΟΣ 1° → ΜΗΧΑΝΙΚΗ/ ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ

1.08: ΚΡΟΥΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΚΙΝΗΣΕΙΣ

	ΦΥΣΙΚΗ	http://www.tuc.gr
	ΕΝΟΤΗΤΑ	TUC.Chania
Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ		2023

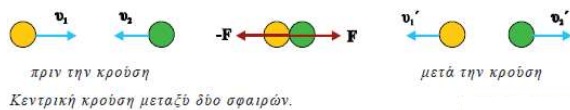
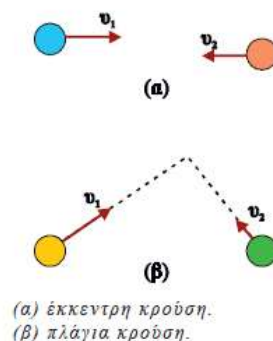
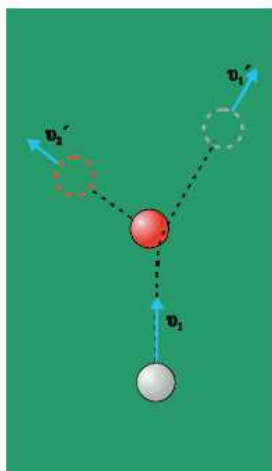
ΕΝΟΤΗΤΑ: ΚΡΟΥΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΚΙΝΗΣΕΙΣ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΝΟΤΗΤΑΣ

- Κρούσεις
- Κεντρική ελαστική κρούση δύο σφαιρών
- Σχετική ταχύτητα σε αδρανειακά συστήματα
- Ελαστική κρούση σώματος με άλλο ακίνητο πολύ μεγάλης μάζας
- Αδρανειακά και μη αδρανειακά συστήματα
- Σύστημα αναφοράς κέντρου μάζας
- Προώθηση πυραύλου
- Φαινόμενο Doppler

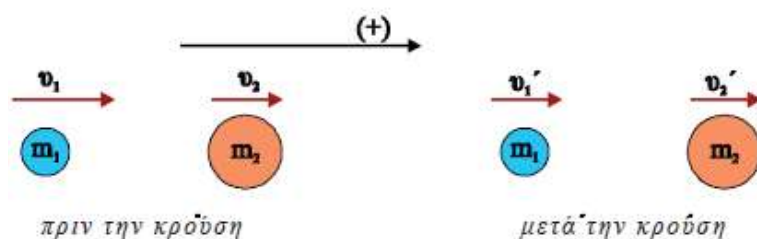
	ΦΥΣΙΚΗ	http://www.tuc.gr
	ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΝΟΤΗΤΑΣ	TUC.Chania
Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ		2023

Κατά τη διάρκεια μιας κρούσης η ορμή των σωμάτων που συγκρούονται διατηρείται.
 Ανάλογα με τις διευθύνσεις των ταχυτήτων των σωμάτων που συγκρούονται οι κρούσεις διακρίνονται ως **κεντρικές, έκκεντρες και πλάγιες**.
 Στην **ελαστική** κρούση η κινητική ενέργεια του συστήματος διατηρείται.
 Στην **ανελαστική** κρούση μέρος της κινητικής ενέργειας του συστήματος μετατρέπεται σε θερμότητα.



Κρούση ανάμεσα σε δύο μπάλες μπιλιάρδου.

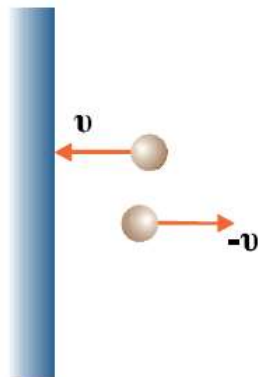
Δύο σφαίρες Σ_1 και Σ_2 με μάζες m_1 και m_2 κινούνται με ταχύτητες u_1 και u_2 , όπως στο παρακάτω σχήμα



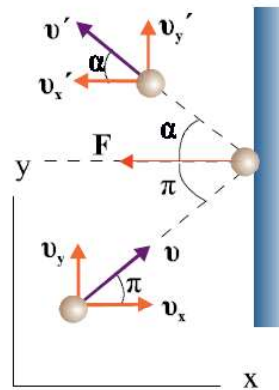
Στην περίπτωση όπου $m_1 = m_2$, οι σφαίρες ανταλλάσσουν ταχύτητες, δηλαδή $u_1' = u_2$ και $u_2' = u_1$
 Στην περίπτωση που η Σ_2 ήταν ακίνητη πριν την κρούση:

$$v_1' = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_1$$

$$v_2' = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v_1$$

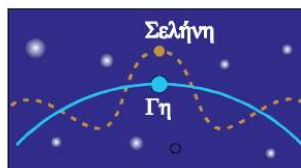


Αν η κρούση είναι ελαστική η σφαίρα ανακλάται με ταχύτητα ίδιου μέτρου.

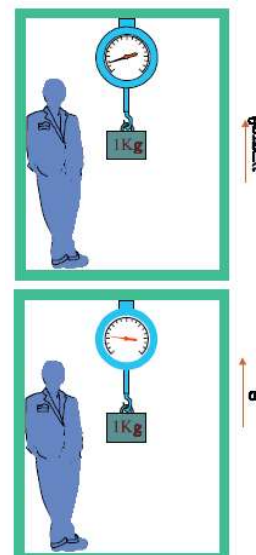


Αν η κρούση είναι ελαστική η σφαίρα ανακλάται με ταχύτητα ίδιου μέτρου και η γωνία πρόσπτωσης είναι ίση με τη γωνία ανάκλασης.

Αδρανειακά συστήματα ονομάζονται τα συστήματα αναφοράς στα οποία ισχύει ο νόμος της αδράνειας του Newton.
Ένα σύστημα αναφοράς που κινείται με σταθερή ταχύτητα σε σχέση με ένα αδρανειακό σύστημα είναι και αυτό **αδρανειακό**.
Τα συστήματα αναφοράς στα οποία δεν ισχύει ο νόμος της αδράνειας του Newton ονομάζονται **μη αδρανειακά συστήματα**.
Ένα σύστημα αναφοράς που κινείται με επιτάχυνση σε σχέση με ένα αδρανειακό σύστημα είναι μη αδρανειακό σύστημα.



Ενώ από τη Γη η Σελήνη φαίνεται να κινείται κυκλικά, από το διάστημα η κίνησή της θα μπορούσε να φαίνεται όπως στο σχήμα.



Στη δεύτερη περίπτωση που το ασανσέρ επιταχύνεται ζυγαριά βρίσκει το σώμα βαρύτερο από όσο είναι στην πραγματικότητα. Ο παρατηρητής που βρίσκεται μέσα στο ασανσέρ αδυνατεί να δώσει εξήγηση.

Ένα σύστημα αναφοράς Σ' κινείται ισοταχώς με ταχύτητα u ως προς άλλο σύστημα αναφοράς Σ . Η θέση, η ταχύτητα, η επιτάχυνση ενός σώματος, καθώς και η δύναμη που δέχεται το σώμα όπως γίνονται αντιληπτές από παρατηρητή που είναι ακίνητος στο Σ σε σχέση με αυτές που αντιλαμβάνεται παρατηρητής ακίνητος στο Σ' δίνονται από τους **μετασχηματισμούς του Γαλιλαίου**:

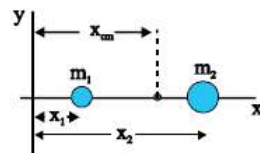
$$\begin{aligned} x &= x' + u_x t & v_x &= v'_x + u_x & a &= a' \\ y &= y' + u_y t & v_y &= v'_y + u_y & F &= F' \end{aligned}$$



Η ταχύτητα ενός επιβάτη του τρένου, γίνεται αντιληπτή με διαφορετικό τρόπο από ένα παρατηρητή A που βρίσκεται ακίνητος μέσα στο τρένο και από κάποιο παρατηρητή B που είναι ακίνητος στο σταθμό.

Το κέντρο μάζας ενός συστήματος σωμάτων έχει συντεταγμένες:

$$x_{cm} = \frac{\sum m_i x_i}{M} \quad y_{cm} = \frac{\sum m_i y_i}{M} \quad z_{cm} = \frac{\sum m_i z_i}{M}$$



Αν ένα σύστημα σωμάτων είναι μονωμένο το κέντρο μάζας του κινείται με σταθερή ταχύτητα. Ένα σύστημα αναφοράς ως προς το οποίο το κέντρο μάζας συστήματος σωμάτων είναι ακίνητο ονομάζεται **σύστημα αναφοράς του κέντρου μάζας**. Αν το σύστημα των σωμάτων είναι μονωμένο το σύστημα αναφοράς του κέντρου μάζας είναι αδρανειακό σύστημα.

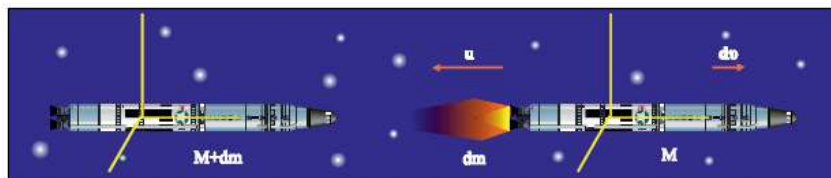


Τα θραύσματα κινούνται με τέτοιο τρόπο ώστε το κέντρο μάζας τους να ακολουθεί την τροχιά που θα ακολουθούσε και αν δεν είχε εκραγεί το πυροτέχνημα.

Η **προωστική δύναμη** ενός πυραύλου δίνεται από τη σχέση

$$F = u \frac{dm}{dt}$$

όπου u η ταχύτητα με την οποία εκπέμπονται τα καυσάερια ως προς τον πύραυλο και dm/dt ο ρυθμός εκπομπής των καυσασαερίων



Ο πύραυλος προωθείται εκτοξεύοντας προς τα πίσω καυσάερια.

Φαινόμενο Doppler

Λέγεται το φαινόμενο κατά το οποίο ένας παρατηρητής αντιλαμβάνεται συχνότητα διαφορετική από αυτήν που εκπέμπει μια πηγή κύματος λόγω της σχετικής κίνησης μεταξύ τους.

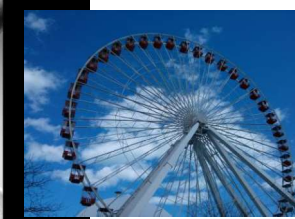
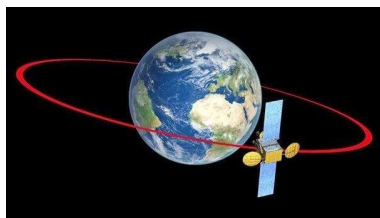
Εάν κινούνται τόσο η πηγή όσο και ο παρατηρητής σε σχέση με το μέσον διάδοσης η συχνότητα που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής είναι:

$$f_A = \left(\frac{v \pm v_A}{v \mp v_S} \right) f_S$$

Όταν μειώνεται η απόσταση πηγής - παρατηρητή η συχνότητα που ακούει ο παρατηρητής είναι μεγαλύτερη από αυτήν που εκπέμπει η πηγή, ενώ όταν αυξάνεται η μεταξύ τους απόσταση η παρατηρούμενη συχνότητα είναι μικρότερη της εκπεμπόμενης



Μία πηγή παράγει κύματα στην επιφάνεια υγρού και ταυτόχρονα κινείται.



ΦΥΣΙΚΗ ΜΕΡΟΣ 1° → ΜΗΧΑΝΙΚΗ/ ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ

1.09: ΚΥΜΑΤΑ

	ΦΥΣΙΚΗ	http://www.tuc.gr
	ΕΝΟΤΗΤΑ	TUC.Chania
Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ		2023

ΕΝΟΤΗΤΑ: ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΝΟΤΗΤΑΣ

- Μηχανικά κύματα
- Επαλληλία ή υπέρθεση κυμάτων
- Συμβολή δυο κυμάτων διαφορετικών διευθύνσεων
- Στάσιμα κύματα
- Παραγωγή ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων
- Φάσμα ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας
- Ανάκλαση και διάθλαση
- Ολική εσωτερική ανάκλαση
- Διασκεδασμός - ανάλυση φωτός

	ΦΥΣΙΚΗ	http://www.tuc.gr
	ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΝΟΤΗΤΑΣ	TUC.Chania
Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ		2023

Κύμα ονομάζεται μια διαταραχή που διαδίδεται. Κατά τη διάδοση του κύματος μεταφέρεται ενέργεια και ορμή από ένα σημείο του χώρου σε κάποιο άλλο όχι όμως και ύλη

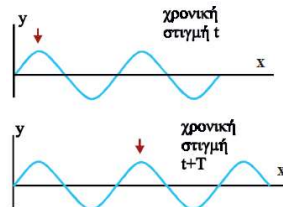


Τα κύματα στην επιφάνεια του νερού είναι κατά προσέγγιση εγκάρσια.

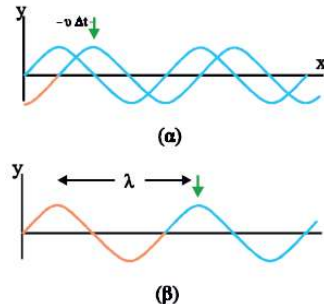


Διάμηκες κύμα.

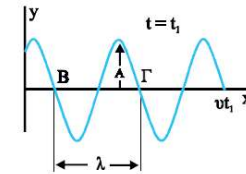
Η **θεμελιώδης κυματική εξίσωση** είναι $v = \lambda f$
Η εξίσωση ενός αρμονικού κύματος είναι
$$y = A \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$$



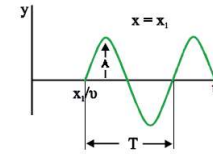
Μετά από χρόνο μιας περιόδου η κυματική εικόνα επαναλαμβάνεται.



(α) Σε χρόνο Δt μια κορυφή του κύματος μετακινείται κατά $u\Delta t$. (β) Σε μια περίοδο μετακινείται κατά λ .

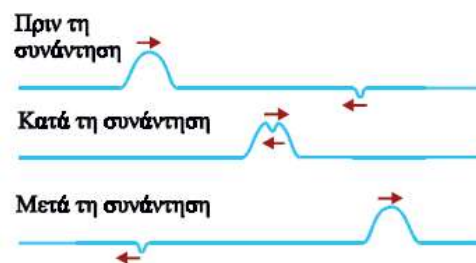


Ενα στιγμιότυπο του κύματος. Τα σημεία Β και Γ που έχουν διαφορά φάσης 2π , απέχουν ένα μήκος κύματος.

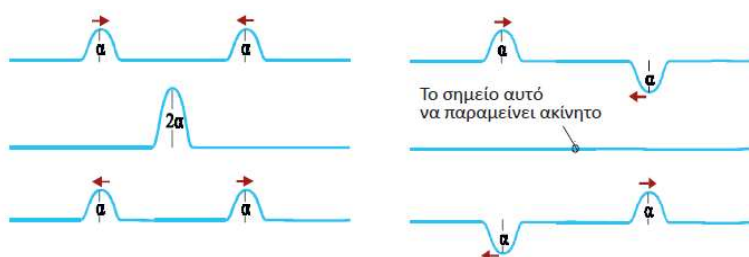


Γραφική παράσταση της κίνησης ενός σημείου του ελαστικού μέσου σε συνάρτηση με το χρόνο.

Σύμφωνα με την **αρχή της επαλληλίας**, εάν δύο ή περισσότερα κύματα διαδίδονται σε ένα μέσο η απομάκρυνση ενός σημείου του μέσου από τη θέση ισορροπίας του είναι ίση με τη συνισταμένη των απομακρύνσεων που οφείλονται στα επιμέρους κύματα



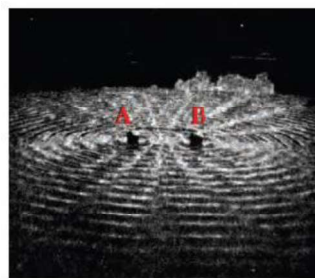
Το αποτέλεσμα της ταυτόχρονης διάδοσης δύο ή περισσότερων κυμάτων στο ίδιο μέσο ονομάζεται **συμβολή των κυμάτων**.



Το αποτέλεσμα της συμβολής δύο όμοιων κυματικών παλμών και της συμβολής δύο όμοιων αλλά αντίθετων παλμών.

Η συμβολή δύο κυμάτων ίδιου πλάτους που προέρχονται από σύγχρονες πηγές και διαδίδονται σε διαφορετικές διευθύνσεις, έχει ως αποτέλεσμα τα σημεία για τα οποία η διαφορά των αποστάσεων τους από τις δύο πηγές είναι ακέραιο πολλαπλάσιο του μήκους κύματος λ , να **ταλαντώνονται έντονα**.

Τα σημεία για τα οποία η διαφορά των αποστάσεων από τις δύο πηγές είναι περιττό πολλαπλάσιο του μισού μήκους κύματος ($\lambda/2$) μένουν διαρκώς ακίνητα. Όλα τα υπόλοιπα σημεία του μέσου κάνουν ταλάντωση με ενδιάμεσο πλάτος.



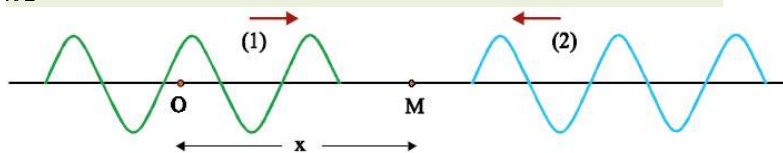
(α)



(β)

Η συμβολή δύο κυμάτων στην επιφάνεια νερού.

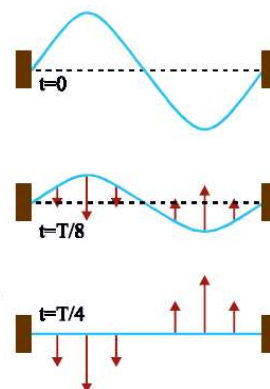
Στάσιμο κύμα ονομάζεται το αποτέλεσμα της συμβολής δύο κυμάτων ίδιου πλάτους και ίδιας συχνότητας που διαδίδονται στο ίδιο μέσο σε αντίθετες κατευθύνσεις. Στο στάσιμο κύμα ορισμένα σημεία είναι μόνιμα ακίνητα (**δεσμοί**), ενώ άλλα κάνουν ταλάντωση με μέγιστο πλάτος (**κοιλίες**). Όλα τα άλλα σημεία του μέσου κάνουν ταλάντωση με πλάτος που εξαρτάται από τη θέση τους. Η απόσταση δύο διαδοχικών δεσμών ή κοιλιών είναι $\lambda/2$.



Τα δύο κύματα διαδίδονται στο ίδιο ελαστικό μέσο με αντίθετη φορά.



Στις χορδές της κιθάρας σχηματίζονται στάσιμα κύματα. Τα άκρα κάθε χορδής είναι υποχρεωτικά δεσμοί.



Στιγμιότυπα στάσιμων κύματος σε χορδή. Τη στιγμή μηδέν η χορδή είναι ακίνητη, οπότε $K=0$, όλη η ενέργεια είναι δυναμική, U , λόγω της παραμόρφωσης της χορδής. Τη στιγμή $t=T/8$, η χορδή κινείται. Έχει και κινητική και δυναμική ενέργεια. Τη στιγμή $t=T/4$, η χορδή δεν είναι παραμορφωμένη ($U=0$), συνεπώς όλη η ενέργεια έχει μετατραπεί σε κινητική. Τα βέλη δείχνουν τις ταχύτητες των διαφόρων σημείων της χορδής.

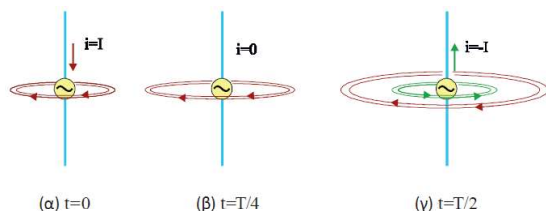
Ηλεκτρομαγνητικό κύμα

Είναι η ταυτόχρονη διάδοση ενός ηλεκτρικού και ενός μαγνητικού πεδίου. Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα διαδίδονται στο κενό με την ταχύτητα του φωτός C

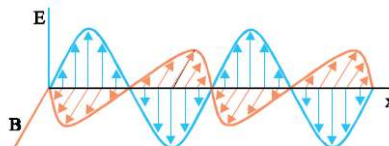
Το ηλεκτρομαγνητικό κύμα είναι εγκάρσιο, τα διανύσματα του ηλεκτρικού και του μαγνητικού πεδίου είναι κάθετα μεταξύ τους και κάθετα στη διεύθυνση διάδοσης του κύματος.

Στα ηλεκτρομαγνητικά κύματα ισχύει $\frac{E}{B} = C$, όπου E και B τα μέτρα της έντασης του ηλεκτρικού και του μαγνητικού πεδίου αντίστοιχα. Τα ηλεκτρομαγνητικά όπως και τα μηχανικά κύματα υπακούουν στην αρχή της επαλληλίας.

Ηλεκτρομαγνητικά κύματα παράγονται από την επιτάχυνση ηλεκτρικών φορτίων



Το ταλαντούμενο ηλεκτρικό δίπολο διαρρέεται από εναλλασσόμενο ρεύμα και δημιουργεί γύρω του μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο.



Στιγμιότυπο αρμονικού ηλεκτρομαγνητικού κύματος, διαδιδόμενο κατά τη διεύθυνση x .



ΠΑΝΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΦΥΣΙΚΗ

Παραγωγή ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων

Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης
Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ

<http://www.tuc.gr>

TUC.Chania

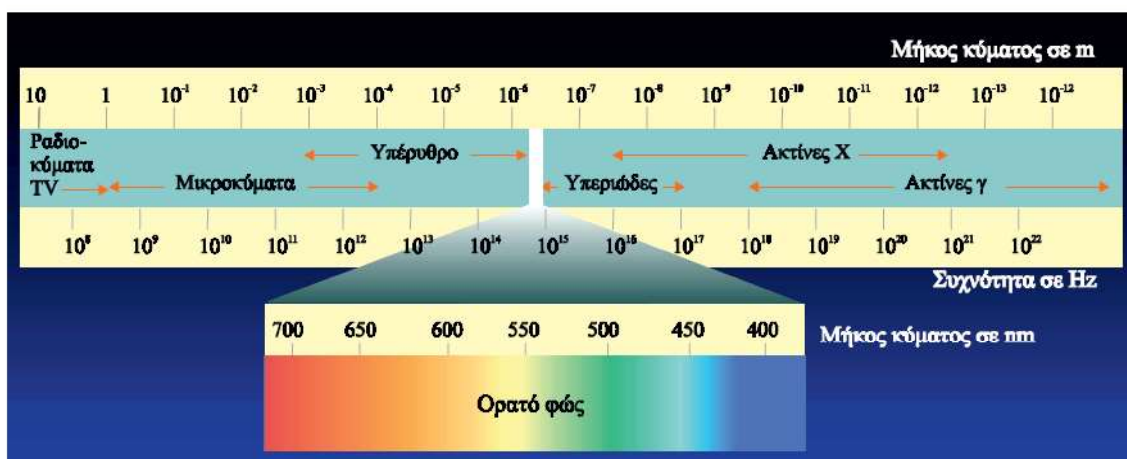
2023

Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης

Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού,
Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

ΕΣΠΑ
2014-2020

Οι διάφορες περιοχές του **φάσματος** της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας είναι: Τα ραδιοκύματα, τα μικροκύματα, οι υπέρυθρες ακτίνες, το ορατό φως, οι υπεριώδεις ακτίνες, ακτίνες X και οι ακτίνες γ



Το φάσμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Στη λεπτομέρεια φαίνεται η περιοχή του ορατού φωτός.



ΠΑΝΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΦΥΣΙΚΗ

Φάσμα ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας

Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης
Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ

<http://www.tuc.gr>

TUC.Chania

2023

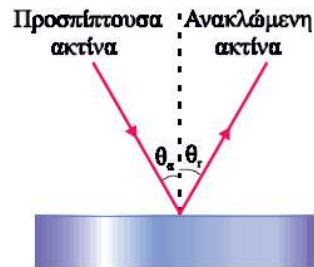
Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης

Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού,
Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

ΕΣΠΑ
2014-2020

Κατά την ανάκλαση :

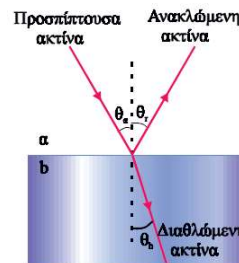
Η προσπίπτουσα ακτίνα, η ανακλώμενη και η κάθετη στην επιφάνεια στο σημείο πρόσπτωσης, βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο.
Η γωνία ανάκλασης θ_r είναι ίση με τη γωνία πρόσπτωσης θ_a



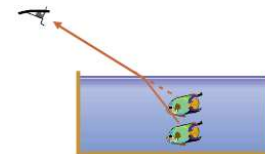
Ανάκλαση φωτεινής ακτίνας.
 θ_a είναι η γωνία πρόσπτωσης και θ_r η γωνία ανάκλασης.
Ισχύει $\theta_a = \theta_r$.

Κατά τη διάθλαση

Η προσπίπτουσα ακτίνα, η διαθλώμενη και η κάθετη στη διαχωριστική επιφάνεια των δύο μέσων, στο σημείο πρόσπτωσης της ακτίνας βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο.



Ανάκλαση και διάθλαση φωτεινής μονοχρωματικής δέσμης κατά τη μετάβαση από ένα διαφανές μέσο σε άλλο.



Εξαιτίας της διάθλασης ένα αντικείμενο μέσα στο νερό φαίνεται να βρίσκεται πιο κοντά στην επιφάνεια από όσο είναι πραγματικά.



ΦΥΣΙΚΗ

Ανάκλαση και διάθλαση

Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης
Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ

<http://www.tuc.gr>

 TUC.Chania
2023

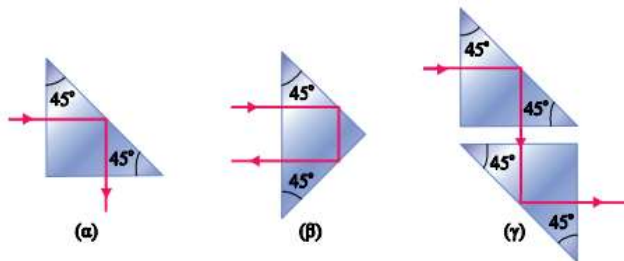


Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού,
Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2014-2020
ανάπτυξη - εργασία - αλληλεγγύη

Όταν το φως είναι **μονοχρωματικό**, ο λόγος του ημιτόνου της γωνίας πρόσπτωσης (θ_a) προς το ημίτονο της γωνίας διάθλασης (θ_b) είναι ίσος με τον αντίστροφο λόγο των δεικτών διάθλασης των δύο μέσων.



Πρίσματα ολικής ανάκλασης. Το (γ) δείχνει πώς λειτουργεί το περισκόπιο.

Όταν το φως μεταβαίνει από ένα μέσο σε άλλο με μικρότερο δείκτη διάθλασης και η γωνία πρόσπτωσης είναι μεγαλύτερη από την κρίσιμη έχουμε **ολική ανάκλαση**.



Η μετάδοση ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων στις οπτικές ίνες στηρίζεται στο φαινόμενο της ολικής ανάκλασης.



ΦΥΣΙΚΗ

Ολική εσωτερική ανάκλαση

Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης
Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ

<http://www.tuc.gr>

 TUC.Chania
2023

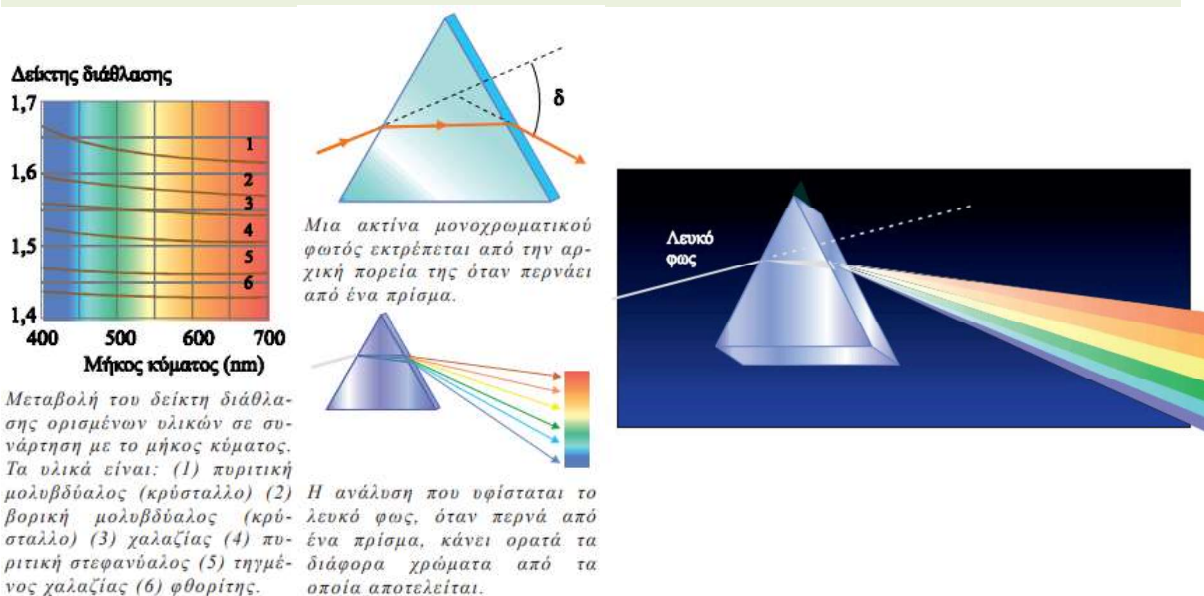


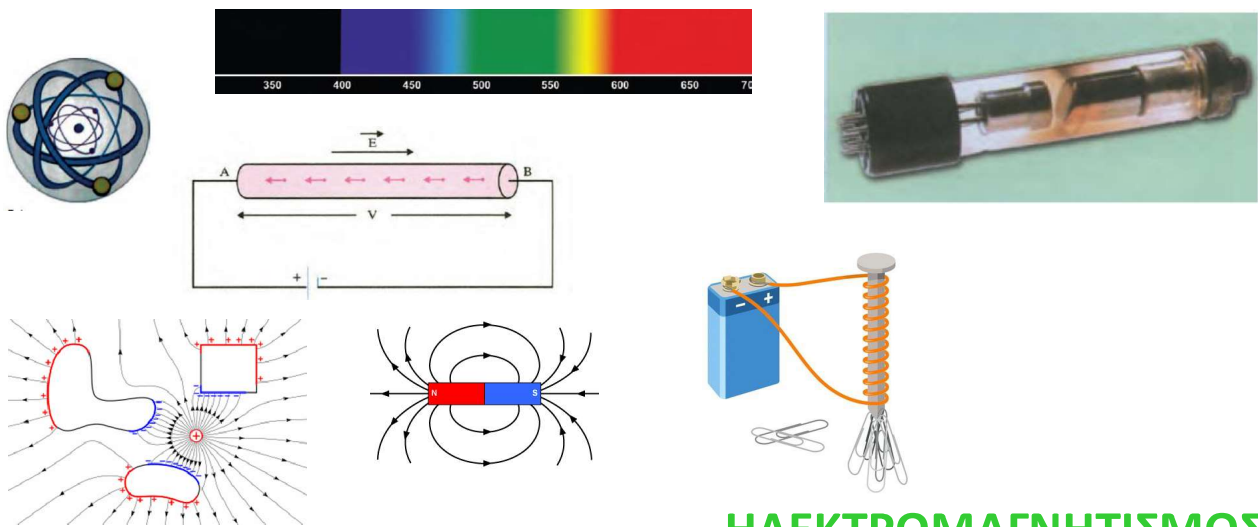
Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού,
Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2014-2020
ανάπτυξη - εργασία - αλληλεγγύη

Διασκεδασμός ονομάζεται η εξάρτηση του δείκτη διάθλασης από το μήκος κύματος της ακτινοβολίας. Όταν λευκό φως προσπίπτει σ' ένα πρίσμα, λόγω διασκεδασμού, αναλύεται στο φάσμα του.





ΦΥΣΙΚΗ ΜΕΡΟΣ 2° → ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ / ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΦΥΣΙΚΗ

2.01: ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΜΕΤΑΞΥ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ

ΕΝΟΤΗΤΑ: ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΜΕΤΑΞΥ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ

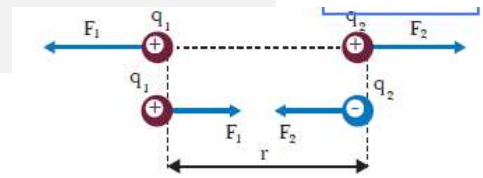
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΝΟΤΗΤΑΣ

- Ο νόμος του Coulomb
- Ηλεκτρικό πεδίο
- Δυναμικό - Διαφορά δυναμικού
- Πυκνωτές

Νόμος του Coulomb

Ο νόμος του Coulomb εκφράζει τη δύναμη μεταξύ των φορτίων Q_1 και Q_2 που βρίσκονται σε απόσταση r . Η διεύθυνση της δύναμης είναι συγγραμμική με την ευθεία που ενώνει τα σημειακά φορτία και είναι ελκτική αν τα φορτία είναι αντίθετα. Μονάδα μέτρησης του φορτίου (S.I.): 1C

$$F_1 = \frac{k|Q|}{r^2} * |q|$$



(α) Δυνάμεις απωθητικές. (β) Δυνάμεις ελκτικές.

Επίλυση προβλημάτων: Δύναμη Coulomb

(α) Αν ζητείται σε ένα πρόβλημα ο υπολογισμός της δύναμης που ασκείται από ένα φορτίο σε ένα άλλο φορτίο, εργαζόμαστε όπως επιβάλλει ο νόμος του Coulomb, προσδιορίζοντας τα διανυσματικά χαρακτηριστικά της.

(β) Αν ζητείται ο υπολογισμός της δύναμης που δέχεται ηλεκτρικό φορτίο από σύστημα δύο ή περισσότερων φορτίων, θα υπολογίσουμε τη δύναμη που οφείλεται σε κάθε ένα από τα φορτία αυτά και στη συνέχεια θα προσθέσουμε τις δυνάμεις διανυσματικά για να προσδιορίσουμε τελικά το μέτρο, τη διεύθυνση και τη φορά της συνισταμένης.

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots$$

Ηλεκτρικό πεδίο ονομάζουμε το χώρο μέσα στον οποίο όταν βρεθεί ηλεκτρικό φορτίο δέχεται ηλεκτροστατική δύναμη.

Ένταση Ηλεκτρικού πεδίου

Η ένταση ηλεκτρικού πεδίου είναι το διανυσματικό μέγεθος που δείχνει τη δύναμη που ασκείται στη μονάδα του ηλεκτρικού φορτίου, σε κάθε σημείο του πεδίου.

Μονάδα μέτρησης της έντασης (S.I.): 1N/C.

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

Ομογενές ηλεκτρικό πεδίο

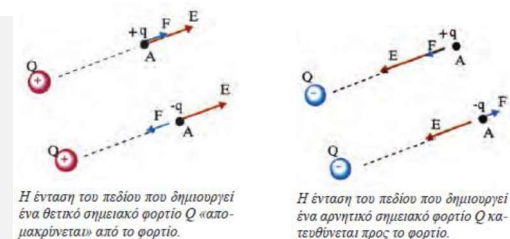
Ομογενές ονομάζεται το πεδίο που σε κάθε σημείο του η έντασή του είναι σταθερή

Δυναμικές Γραμμές

Στο εσωτερικό ενός σωληνοειδούς δημιουργείται ένα πολύ ισχυρό μαγνητικό πεδίο. Το πεδίο του σωληνοειδούς θυμίζει το πεδίο ενός ραβδόμορφου μαγνήτη.

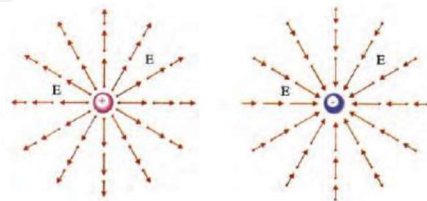
$$B = k_{\mu} \frac{4\pi NI}{l}$$

Όπου $k_{\mu} = 10^{-7} \text{N/A}^2$



Η ένταση του πεδίου που δημιουργεί ένα θετικό σημειακό φορτίο Q «απομακρύνεται» από το φορτίο.

Η ένταση του πεδίου που δημιουργεί ένα αρνητικό σημειακό φορτίο Q κατευθύνεται προς το φορτίο.



Διανύσματα της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργείται γύρω από (α) θετικό σημειακό φορτίο, (β) αρνητικό σημειακό φορτίο.

Επίλυση προβλημάτων: Ένταση σε σημείο ηλεκτρικού πεδίου

(α) Αν ζητείται σε ένα πρόβλημα ο υπολογισμός της έντασης σε σημείο ηλεκτρικού πεδίου, τη βρίσκουμε απλά εφαρμόζοντας τη σχέση ορισμού $\vec{E} = \vec{F}/q$ της ή αν πρόκειται για πεδίο που οφείλεται σε σημειακό φορτίο, πεδίο Coulomb, από τη σχέση:

$$E = k \frac{|Q|}{r^2}$$

(β) Αν ζητείται ο υπολογισμός της έντασης σε σημείο (Α) ηλεκτρικού πεδίου που οφείλεται σε δύο ή περισσότερα σημειακά φορτία, προσδιορίζουμε την ένταση του πεδίου που προκαλεί κάθε ένα φορτίο πηγή στο σημείο (Α) και στη συνέχεια θα προσθέσουμε τις εντάσεις διανυσματικά για να προσδιορίσουμε τελικά το μέτρο, τη διεύθυνση και τη φορά της συνισταμένης.

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \dots$$

Δυναμικό Ηλεκτρικού πεδίου

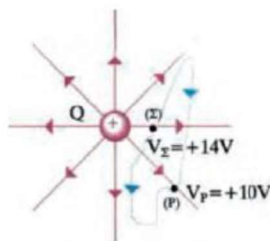
Δυναμικό είναι το μέγεθος που εκφράζει ενέργεια ανά μονάδα ηλεκτρικού φορτίου σε συγκεκριμένη θέση του πεδίου.
Μονάδα μέτρησης δυναμικού (S.I.): 1V.

$$V_A = \frac{U_A}{q}$$

Διαφορά Δυναμικού

Η διαφορά δυναμικού μεταξύ δύο σημείων Α και Β είναι ίση με το έργο της δύναμης του ηλεκτρικού πεδίου ανά μονάδα ηλεκτρικού φορτίου, κατά τη μεταφορά του από το σημείο Α στο σημείο Β ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργείται από ακίνητο και σημειακό ηλεκτρικό φορτίο.

$$V_{AB} = \frac{U_{AB}}{q}$$



Η διαφορά δυναμικού (τάση) μεταξύ
δύο σημείων Σ και Ρ.
 $V_{\Sigma} - V_{\rho}$ ή $V_{\Sigma\rho} = +4V$

Δυναμικό - Επίλυση προβλημάτων

Το δυναμικό είναι μονόμετρο μέγεθος. Επομένως για τον υπολογισμό του αρκεί ο προσδιορισμός της αλγεβρικής του τιμής.

(α) Εάν ζητείται σε ένα πρόβλημα να γίνει ο υπολογισμός του δυναμικού σε σημείο (Α) ηλεκτρικού πεδίου, υπολογίζεται από τη σχέση ορισμού $V_A = U_{A/q}$ αν πρόκειται για πεδίο σημειακού ηλεκτρικού φορτίου υπολογίζεται και από τη σχέση:

$$V_A = k \frac{Q}{r}$$

και η αλγεβρική τιμή του αποτελέσματος είναι η ζητούμενη. (Το φορτίο Q το αντικαθιστούμε με το πρόσημό του.)

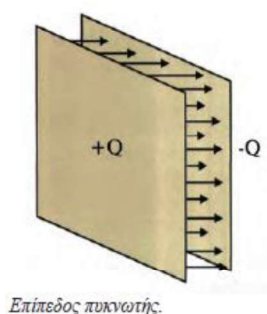
(β) Εάν ζητείται το δυναμικό σε σημείο πεδίου που οφείλεται σε δύο ή περισσότερα σημειακά φορτία-πηγές, προσδιορίζουμε το δυ-ναμικό που προκαλεί στο σημείο κάθε φορτίο πηγή και στη συνέχεια προσθέτουμε αλγεβρικά τα δυναμικά αυτά.

$$V_{ολ} = V_1 + V_2 + V_3 + \dots$$

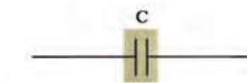
Πυκνωτής – Χωρητικότητα πυκνωτή

Πυκνωτής ονομάζεται μία διάταξη με την οποία επιτυγχάνεται η αποθήκευση του ηλεκτρικού φορτίου. Η χωρητικότητα ενός πυκνωτή εκφράζει το μέγιστο φορτίο που μπορεί να αποκτήσει ο πυκνωτής για συγκεκριμένη τάση μεταξύ των οπλισμών του (χωρίς να ξεσπά σπινθήρας). Στο εσωτερικό του πυκνωτή δημιουργείται ομογενές ηλεκτρικό πεδίο.

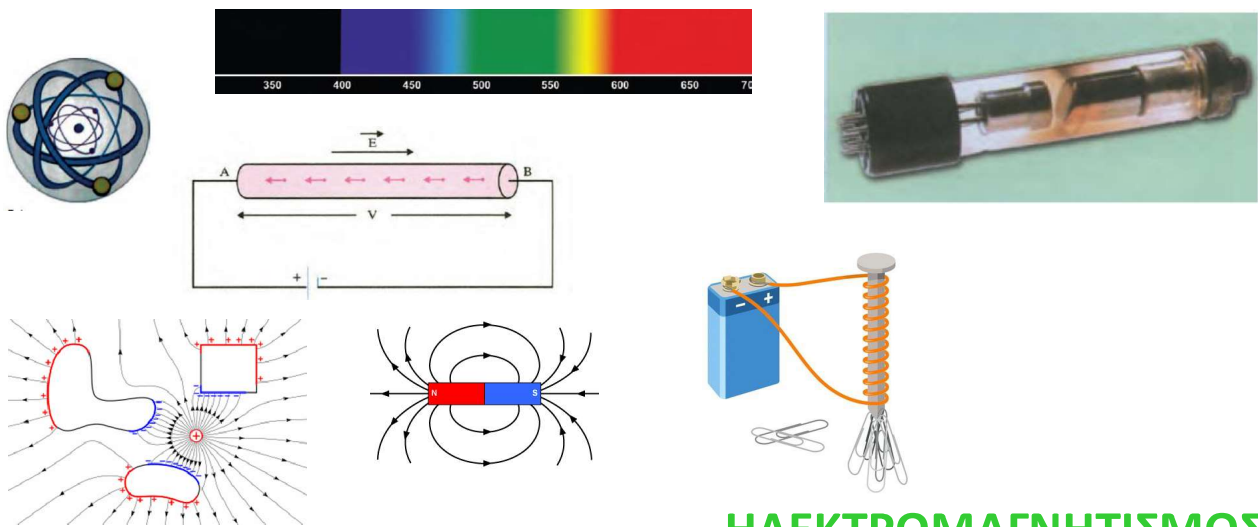
$$C = Q/V$$



Πυκνωτής εμπορίου.



Συμβολισμός του επίπεδου πυκνωτή.



ΦΥΣΙΚΗ ΜΕΡΟΣ 2° → ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ / ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΦΥΣΙΚΗ

2.02: ΣΥΝΕΧΕΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΡΕΥΜΑ

	ΦΥΣΙΚΗ	http://www.tuc.gr
	ΣΥΝΕΧΕΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΡΕΥΜΑ	TUC.Chania
Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ		2023 Ευρωπαϊκή Ένωση Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης

ΕΝΟΤΗΤΑ: ΣΥΝΕΧΕΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΡΕΥΜΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΝΟΤΗΤΑΣ

- Ηλεκτρικό ρεύμα
- Κανόνες του Kirchhoff
- Αντίσταση (ωμική) – Αντιστάτης
- Συνδεσμολογία αντιστατών (αντιστάσεων)
- Ρυθμιστική (μεταβλητή) αντίσταση
- Ενέργεια και ισχύς του ηλεκτρικού ρεύματος
- Ηλεκτρεγερτική δύναμη (ΗΕΔ) πηγής
- Νόμος του Ohm για κλειστό κύκλωμα
- Αποδέκτες
- Δίοδος

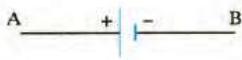
	ΦΥΣΙΚΗ	http://www.tuc.gr
	ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΝΟΤΗΤΑΣ	TUC.Chania
Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ		2023 Ευρωπαϊκή Ένωση Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης

Ηλεκτρικό ρεύμα

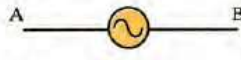
Ένταση ηλεκτρικού ρεύματος: Η ένταση I του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει έναν αγωγό ισούται με το πηλίκο του φορτίου q , που περνά από μια διατομή του αγωγού σε χρόνο t , προς το χρόνο t . Στο S.I. μετριέται σε A (Ampère).

$$I = \frac{q}{t}$$

Τάση ή διαφορά δυναμικού: Η αιτία του ηλεκτρικού ρεύματος, καθώς ηλεκτρική πηγή δεν παράγει ηλεκτρικά φορτία, αλλά δημιουργεί διαφορά δυναμικού, λόγω της οποίας γίνεται η ροή των ήδη υπάρχοντων ηλεκτρικών φορτίων. Φυσικά, είναι απαραίτητη η συνεχής προσφορά ενέργειας από την ηλεκτρική πηγή. Στο S.I. μετριέται σε V (Volt).



Συμβολισμός πηγής συνεχούς τάσης.

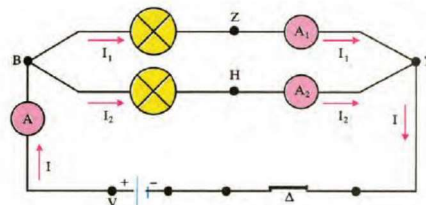


Συμβολισμός πηγής εναλλασσόμενης τάσης.

Κανόνες του Kirchhoff

1ος κανόνας του Kirchhoff: Σ' ένα κόμβο το αλγεβρικό άθροισμα των εντάσεων των ρευμάτων ισούται με μηδέν.
Κόμβος λέγεται το σημείο ενός κυκλώματος, στο οποίο συναντιούνται τουλάχιστον τρεις ρευματοφόροι αγωγοί

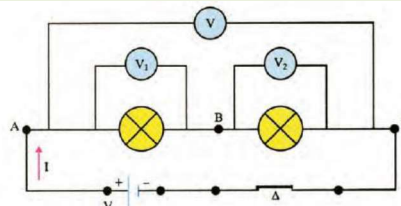
$$\Sigma I = 0$$



Πειραματική επαλήθευση 1ου κανόνα Kirchhoff.

2ος Κανόνας του Kirchhoff: Σ' ένα βρόχο το αλγεβρικό άθροισμα των διαφορών δυναμικού ισούται με μηδέν.
Κλάδος λέγεται το τμήμα του κυκλώματος που βρίσκεται μεταξύ δύο κόμβων.

$$\Sigma(\Delta V) = 0$$



Πειραματική επαλήθευση 2ου κανόνα Kirchhoff.

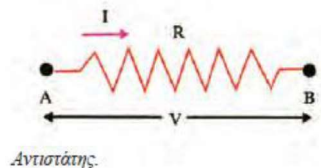
Αντίσταση αγωγού:

Η **αντίσταση R** ενός αγωγού ισούται με το πηλίκο της τάσης V που εφαρμόζεται στα άκρα του προς την ένταση I του ρεύματος που τον διαρρέει. Στο S.I. μετριέται σε Ω (Ohm).

$$R = \frac{V}{I}$$

Νόμος του Ohm για αντιστάτη: Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει έναν αντιστάτη (μεταλλικό αγωγό) σταθερής θερμοκρασίας είναι ανάλογη της τάσης που εφαρμόζεται στα άκρα του. (Ο νόμος του Ohm δεν ισχύει για όλα τα είδη αντιστάσεων)

$$I = \frac{V}{R}$$



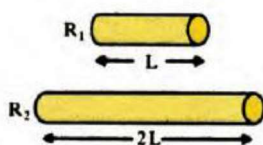
Από τι εξαρτάται η αντίσταση αγωγού: Η αντίσταση R ενός αγωγού που έχει τη μορφή κυλινδρικού σύρματος είναι

- ανάλογη του μήκους του αγωγού,
- αντιστρόφως ανάλογη του εμβαδού διατομής του και
- εξαρτάται από το υλικό και τη θερμοκρασία του.

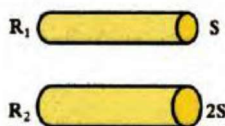
ρ_θ η ειδική αντίσταση του υλικού που εξαρτάται από τη θερμοκρασία

$$R_\theta = \rho_\theta \frac{L}{S}$$

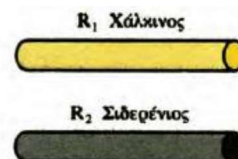
$$\rho_\theta = \rho_0 (1 + \alpha\theta)$$



Η αντίσταση είναι ανάλογη του μήκους του αγωγού.



Η αντίσταση είναι αντιστρόφως ανάλογη του εμβαδού διατομής του αγωγού.



Η αντίσταση εξαρτάται από το υλικό του αγωγού.

Σύνδεση αντιστάσεων σε σειρά:

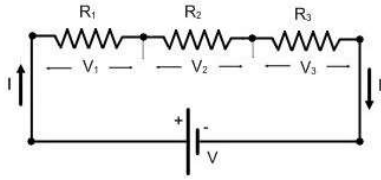
Σύνδεση αντιστάσεων σε σειρά:

Για τη σύνδεση αντιστάσεων σε **σειρά** ισχύει

$$I = I_1 = I_2 = \dots$$

$$V = V_1 + V_2 + \dots$$

$$R = R_1 + R_2 + \dots$$



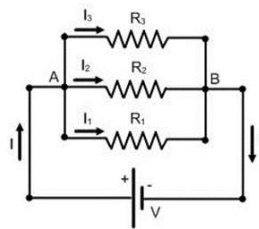
Σύνδεση αντιστάσεων παράλληλα:

Για τη σύνδεση αντιστάσεων **παράλληλα** ισχύει

$$V = V_1 = V_2 = \dots$$

$$I = I_1 + I_2 + \dots$$

$$\frac{1}{R_{ολ}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$$



ΦΥΣΙΚΗ

<http://www.tuc.gr>

Συνδεσμολογία αντιστάσεων

f TUC.Chania

2023

Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης
Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ

7



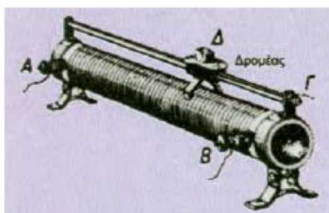
Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού,
Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



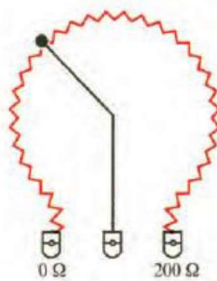
Ρυθμιστική αντίσταση

Η ρυθμιστική αντίσταση είναι ένας τύπος ωμικής αντίστασης, που μπορεί να μεταβάλλεται μέσα σ' ένα συγκεκριμένο εύρος τιμών.

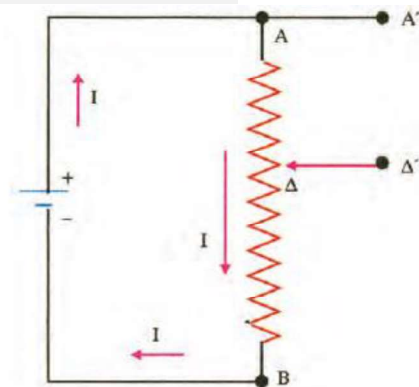
Ανάλογα με τον τρόπο που παρεμβάλλεται στο κύκλωμα η ρυθμιστική αντίσταση, λειτουργεί είτε ως ρυθμιστής της τάσης και λέγεται ποτενσιόμετρο, είτε ως ρυθμιστής της έντασης του ρεύματος και λέγεται ροοστάτης



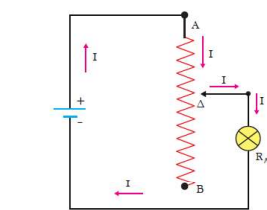
Ρυθμιστική (μεταβλητή) αντίσταση.



Ρυθμιστική (μεταβλητή) αντίσταση.



Ποτενσιόμετρο.



Ροοστάτης.

ΦΥΣΙΚΗ

<http://www.tuc.gr>

Ρυθμιστική (μεταβλητή) αντίσταση

f TUC.Chania

2023

Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης
Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ

8



Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού,
Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Ενέργεια του ηλεκτρικού ρεύματος

Γενικά: $W = V \cdot I \cdot t$

Σε αντιστάτη: $W = V \cdot I \cdot t = I^2 \cdot R \cdot t = \frac{V^2}{R} \cdot t$

Στο S.I. μετριέται σε J (Joule)

$$W = V \cdot I \cdot t$$

Ισχύς του ηλεκτρικού ρεύματος:

Η ισχύς του ηλεκτρικού ρεύματος ισούται με το πηλίκο της ηλεκτρικής ενέργειας που προφέρεται σε χρόνο t , προς το χρόνο t .

Στο S.I. μετριέται σε W (Watt)

Γενικά: $P = V \cdot I$

Σε αντιστάτη: $P = V \cdot I = I^2 \cdot R = V^2/R$

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

Νόμος του Joule:

Το ποσό θερμότητας που εκλύεται σ' ένα μεταλλικό αγωγό σταθερής θερμοκρασίας είναι ανάλογο του τετραγώνου της έντασης του ρεύματος που τον διαρρέει, ανάλογο της αντίστασής του και ανάλογο του χρόνου διέλευσης του ηλεκτρικού ρεύματος.

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t$$

$Q = I^2 \cdot R \cdot t$ (σε Joule)

$Q = 0,24 \cdot I^2 \cdot R \cdot t$ (σε cal)



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΦΥΣΙΚΗ

Ενέργεια και Ισχύς του Ηλεκτρικού Ρεύματος

Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης
Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ

<http://www.tuc.gr>

TUC.Chania

2023

9

Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης

Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού,
Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

ΕΣΠΑ
2014-2020
ανάπτυξη· εργασία· αλληλεγγύη

Ηλεκτρεγερτική δύναμη πηγής (ΗΕΔ):

Η ηλεκτρεγερτική δύναμη μιας πηγής είναι η ενέργεια ανά μονάδα ηλεκτρικού φορτίου που προσφέρει η πηγή στο κύκλωμα. Η ηλεκτρεγερτική δύναμη μιας πηγής ισούται με το πηλίκο της ισχύος που παρέχει η πηγή στο κύκλωμα, προς την ένταση του ρεύματος που το διαρρέει.

$$\varepsilon = \frac{W}{q}$$

$$\varepsilon = \frac{P}{I}$$

Στο S.I. μετριέται σε V (Volt).

Εσωτερική αντίσταση πηγής

Η εσωτερική αντίσταση της πηγής εκφράζει τη δυσκολία, που συναντά το ηλεκτρικό ρεύμα, όταν διέρχεται μέσα από την πηγή.



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΦΥΣΙΚΗ

Ηλεκτρεγερτική Δύναμη πηγής

Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης
Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ

<http://www.tuc.gr>

TUC.Chania

2023

10

Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης

Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού,
Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

ΕΣΠΑ
2014-2020
ανάπτυξη· εργασία· αλληλεγγύη

Αποδέκτες

συσκευές στις οποίες η ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται κατά το μεγαλύτερο μέρος της σε ενέργεια άλλης μορφής διαφορετικής από θερμότητα.

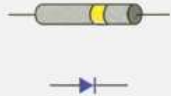
Συντελεστής απόδοσης αποδέκτη: $\alpha = \frac{P_{\omega\phi}}{P_{\delta\alpha\pi}}$ απόδοση αποδέκτη: $\alpha\% = \alpha * 100\% = \frac{P_{\omega\phi}}{P_{\delta\alpha\pi}} * 100\%$.

Δίοδος

Ορθά πολωμένη: Καλός αγωγός

Ανάστροφα πολωμένη: Κακός αγωγός

Μορφή και συμβολισμός



A. Μεθοδολογία για ασκήσεις με συνδεσμολογία αντιστάσεων

Βρίσκουμε ομάδες αντιστάσεων (δύο ή περισσότερες) που συνδέονται μεταξύ τους, είτε σε σειρά, είτε παράλληλα. Βρίσκουμε την ισοδύναμη αντίσταση της ομάδας αυτών των αντιστάσεων και σχεδιάζουμε το νέο κύκλωμα. Προχωράμε μέχρι να καταλήξουμε σε μια αντίσταση, την $R_{\text{ολ}}$.
Αν δύο ή περισσότερες αντιστάσεις συνδέονται σε σειρά, πρέπει να βρούμε την ένταση του ρεύματος που τις διαρρέει, ενώ αν δύο ή περισσότερες αντιστάσεις συνδέονται παράλληλα, πρέπει να βρούμε την κοινή τους τάση.

B. Μεθοδολογία για επίλυση κυκλώματος με τους κανόνες Kirchhoff

1. Σε κάθε κλάδο του κυκλώματος σημειώνουμε αυθαίρετα μια φορά έντασης ρεύματος. Ο αριθμός των ρευμάτων ισούται με τον αριθμό των κλάδων, έστω λ .
2. Αν στο κύκλωμα υπάρχουν κ κόμβοι εφαρμόζουμε τον 1ο κανόνα Kirchhoff ($\kappa - 1$) φορές και τον 2ο κανόνα Kirchhoff $\lambda - (\kappa - 1) = \lambda - \kappa + 1$ φορές.
Αν κινούμαστε κατά τη φορά διαγραφής που διαλέξαμε, συναντάμε πρώτα τον αρνητικό πόλο της γεννήτριας, στην Η.Ε.Δ. της γεννήτριας θέτουμε πρόσημο θετικό, ενώ θέτουμε πρόσημο αρνητικό στην αντίθετη περίπτωση.
Αν κινούμαστε κατά τη φορά διαγραφής που διαλέξαμε, συναντάμε αντίσταση και κινούμαστε ομόρροπα με το ρεύμα, στο γινόμενο IR θέτουμε πρόσημο αρνητικό, ενώ θέτουμε πρόσημο θετικό στην αντίθετη περίπτωση.
3. Λύνουμε το σύστημα των λ εξισώσεων που προκύπτει. Αν κατά τη λύση, κάποια τιμή έντασης ρεύματος προκύψει αρνητική, αυτό σημαίνει ότι η φορά, που σημειώσαμε αρχικά, είναι αντίθετη της πραγματικής.

Γ. Μεθοδολογία για εύρεση διαφοράς δυναμικού μεταξύ δύο Σημείων

Για να βρούμε τη διαφορά δυναμικού μεταξύ δύο σημείων Α, Β εφαρμόζουμε τη σχέση:

$$V_A + \Sigma(\Delta V) = V_B(1)$$

Ξεκινάμε από το σημείο Α και «πηγαίνουμε» στο σημείο Β. Προσοχή: Πριν εφαρμόσουμε τη σχέση (1) πρέπει να έχουμε επιλύσει το κύκλωμα και να έχουμε σημειώσει τις σωστές φορές των ρευμάτων.

Δ. Μεθοδολογία για ασκήσεις με πυκνωτές σε κύκλωμα συνεχούς ρεύματος

Σε κύκλωμα συνεχούς ρεύματος, όταν ο πυκνωτής είναι φορτισμένος δε διαρρέεται από ρεύμα, επομένως λειτουργεί ως ανοικτός διακόπτης.

Για να βρούμε το φορτίο του πυκνωτή: 1. Επιλύουμε το κύκλωμα, δηλαδή βρίσκουμε τις εντάσεις των ρευμάτων που διαρρέουν κάθε αντίσταση.

2. Βρίσκουμε τη διαφορά δυναμικού μεταξύ των σημείων, που ο πυκνωτής συνδέεται στο κύκλωμα.

3. Βρίσκουμε το φορτίο του πυκνωτή από τη σχέση $q = C \cdot V$.

Ε. Μεθοδολογία για ασκήσεις με γειώσεις

Η σύνδεση ενός σημείου ενός κυκλώματος με τη γη ονομάζεται γείωση.

α) Στο κύκλωμα έχουμε μια γείωση.

1. Το σημείο του κυκλώματος που γειώνεται (π.χ. το Α) αποκτά δυναμικό μηδέν.

2. Ο κλάδος της γείωσης π.χ. ο ΑΓ δε διαρρέεται από ρεύμα, αφού δεν αποτελεί τμήμα κλειστού κυκλώματος.

3. Η μία γείωση δε μεταβάλλει τις εντάσεις των ρευμάτων που διαρρέουν το κύκλωμα, ούτε τις διαφορές δυναμικού (ο ΑΓ δε διαρρέεται από ρεύμα). Τα δυναμικά όμως των διαφόρων σημείων εξαρτώνται από το σημείο της γείωσης.

β) Στο κύκλωμα έχουμε δύο ή περισσότερες γειώσεις. Οι γειώσεις κλείνουν κύκλωμα μέσω της γης, δεδομένου ότι η γη θεωρείται αγωγός με αμελητέα αντίσταση. Έτσι, αν έχουμε δύο ή περισσότερες γειώσεις, τις συνδέουμε με τον αγωγό και αφήνουμε μια γείωση.

Οι δύο γειώσεις, γενικά, μεταβάλλουν το κύκλωμα και τις εντάσεις των ρευμάτων που το διαρρέουν.



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΦΥΣΙΚΗ

Στρατηγική επίλυσης προβλημάτων

Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης
Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ

<http://www.tuc.gr>

TUC.Chania

2023

13

Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης

Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού,
Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

ΕΣΠΑ
2014-2020
ανάπτυξη· εργασία· αλληλεγγύη

ΣΤ. Μεθοδολογία για ασκήσεις με κινητήρες

1. Όταν ένας κινητήρας είναι συνδεδεμένος στο κύκλωμα και δε στρέφεται, τότε συμμετέχει στο κύκλωμα μόνο με την εσωτερική του αντίσταση r' . Ο νόμος του Ohm για κλειστό κύκλωμα ισχύει και γράφεται ως εξής:

$$\varepsilon = I \cdot R_{ολ} = I \cdot (R + r + r')$$

όπου I η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα, όταν ο κινητήρας δε στρέφεται.

2. Όταν ο κινητήρας στρέφεται, τότε αποδίδει μηχανική ισχύ $P_{μηχ}$. Αν $P_{ηλ}$ η ισχύς που προσφέρεται στον κινητήρα, $P_{μηχ}$ η μηχανική ισχύς που αποδίδει ο κινητήρας και P_{θ} η θερμική ισχύς στον κινητήρα, ισχύει:

$$P_{ηλ} = P_{μηχ} + P_{\theta} \rightarrow VI = P_{μηχ} + I^2 r'$$

Ο συντελεστής απόδοσης του κινητήρα είναι:

$$\alpha = \frac{P_{ωφ}}{P_{δαπ}} = \frac{P_{μηχ}}{VI}$$

κύκλωμα και τις εντάσεις των ρευμάτων που το διαρρέουν.



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΦΥΣΙΚΗ

Στρατηγική επίλυσης προβλημάτων

Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης
Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ

<http://www.tuc.gr>

TUC.Chania

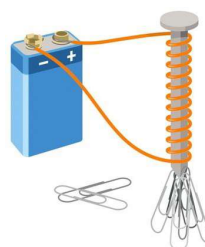
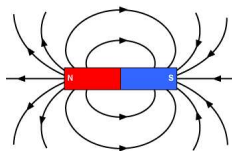
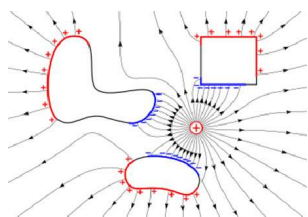
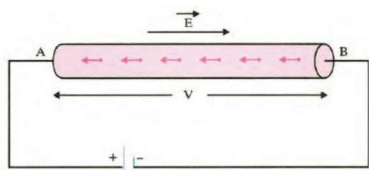
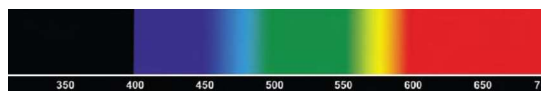
2023

14

Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης

Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού,
Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

ΕΣΠΑ
2014-2020
ανάπτυξη· εργασία· αλληλεγγύη



ΦΥΣΙΚΗ ΜΕΡΟΣ 2°

ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ / ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΦΥΣΙΚΗ

2.03: ΦΩΣ

	ΦΥΣΙΚΗ	http://www.tuc.gr
	ΕΝΟΤΗΤΑ	TUC.Chania
Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ		2023

ΕΝΟΤΗΤΑ: ΦΩΣ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΝΟΤΗΤΑΣ

- Η φύση του φωτός
- Η ταχύτητα του φωτός
- Μήκος κύματος και συχνότητα του φωτός κατά τη διάδοσή του
- Ανάλυση λευκού φωτός και χρώματα
- Πόλωση του φωτός

	ΦΥΣΙΚΗ	http://www.tuc.gr
	ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΝΟΤΗΤΑΣ	TUC.Chania
Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ		2023

Το **φως** έχει διπλή φύση. Συμπεριφέρεται ως κύμα και ως σωματίο που ονομάζεται φωτόνιο. Σε φαινόμενα όπως η συμβολή, η περίθλαση και η πόλωση εκδηλώνεται η κυματική φύση του φωτός (ηλεκτρομαγνητικό κύμα), ενώ σε φαινόμενα που σχετίζονται με την αλληλεπίδραση του φωτός με την ύλη (απορρόφηση - εκπομπή), όπως το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο, εκδηλώνεται η σωματιδιακή φύση του φωτός.

Σύμφωνα με τη σωματιδιακή φύση του Φωτός προκύπτει ο **νόμος της ανάκλασης του φωτός**, δηλαδή: **γωνία πρόσπτωσης (π) = γωνία ανάκλασης (α)**

Θεωρία του Maxwell

Σύμφωνα με τη **θεωρία του Maxwell**, το φως είναι εγκάρσια ηλεκτρομαγνητικά κύματα, τα οποία ξεκινούν από τη φωτεινή πηγή και διαδίδονται προς όλες τις κατευθύνσεις.

Η ταχύτητα διάδοσης του ηλεκτρομαγνητικού κύματος (c), η συχνότητα (f) και το μήκος κύματος (λ) συνδέονται με τη σχέση $c = \lambda \cdot f$ η οποία ονομάζεται θεμελιώδης εξίσωση της κυματικής.

$$c = \lambda \cdot f \text{ Θεμελιώδης εξίσωση της κυματικής}$$

Κβαντική θεωρία του Planck

Σύμφωνα με την **κβαντική θεωρία του Planck**, το φως (και γενικότερα κάθε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία) εκπέμπεται και απορροφάται από τα άτομα της ύλης όχι κατά συνεχή τρόπο αλλά ασυνεχώς. Δηλαδή κάθε άτομο εκπέμπει ή απορροφά στοιχειώδη ποσά ενέργειας, που ονομάζονται κβάντα φωτός ή φωτόνια.

Όταν το φως προσπίπτει πάνω στην ύλη, τα άτομα της ύλης απορροφούν την ακτινοβολία ασυνεχώς, που σημαίνει ότι κάθε άτομο απορροφά μεμονωμένα φωτόνια. Κάθε φωτόνιο μιας ακτινοβολίας έχει ενέργεια που δίνεται από τη σχέση $E = h \cdot f$. (όπου h η σταθερά του Planck)

$$E = h \cdot f \text{ Ενέργεια φωτονίου}$$



ΦΥΣΙΚΗ

Η φύση του φωτός

Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης
Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ

<http://www.tuc.gr>

 TUC.Chania

2023



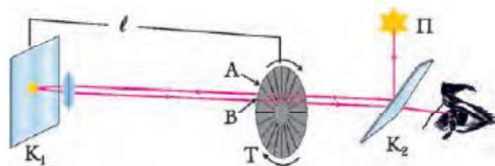
Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού,
Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2014-2020

Το **φως**, όπως και κάθε ηλεκτρομαγνητικό κύμα, διαδίδεται στο κενό με σταθερή ταχύτητα περίπου $3 \times 10^8 \text{ m/s}$. Η τιμή της ταχύτητας του φωτός στο κενό είναι μια θεμελιώδης σταθερά της φύσης.



Πείραμα Fizeau (Φιζό), με το οποίο πραγματοποιήθηκε μέτρηση της ταχύτητας του Φωτός με απλά μηχανικά μέσα.



ΦΥΣΙΚΗ

Η ταχύτητα του φωτός

Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης
Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ

<http://www.tuc.gr>

 TUC.Chania

2023



Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού,
Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2014-2020

Το πηλίκο της ταχύτητας c_0 του φωτός στο κενό προς την ταχύτητα c μέσα σε κάποιο υλικό ονομάζεται **δείκτης διάθλασης n** του υλικού μέσου.

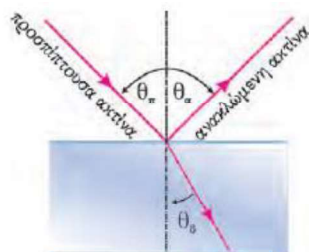
Ισχύει δηλαδή:

$$n = \frac{\text{ταχύτητα του φωτός στο μεσο}}{\text{ταχύτητα του φωτός στο κενό}} = \frac{c_0}{c}$$

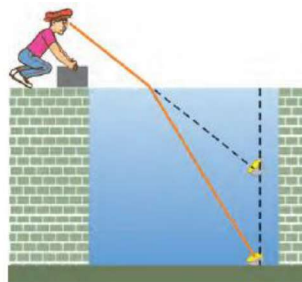
Σε ένα υλικό οπτικό μέσο η ταχύτητα του φωτός είναι διαφορετική για διαφορετικά μήκη κύματος.

Ο δείκτης διάθλασης του μέσου δεν είναι σταθερός, αλλά εξαρτάται από το μήκος κύματος του φωτός.

Το φαινόμενο αυτό, δηλαδή η εξάρτηση της ταχύτητας του κύματος (c) και του δείκτη διάθλασης (n) από το μήκος κύματος (λ), ονομάζεται **διασκεδασμός**. ($\lambda = \lambda_0/n$)



Ανάκλαση και διάθλαση από οπτικά αραιότερο σε οπτικά πυκνότερο μέσο. θ_{π} είναι η γωνία πρόσπτωσης, θ_{δ} η γωνία διάθλασης και θ_{α} η γωνία ανάκλασης. Ισχύει: $\theta_{\delta} < \theta_{\pi}$



Το φως, κατά τη διάδοσή του σε δύο διαφορετικά οπτικά μέσα, αλλάζει διεύθυνση διάδοσης. Έτσι αντικείμενα ορατά στο μάτι φαίνονται τελικά ότι προέρχονται από διαφορετική θέση. Το φαινόμενο οφείλεται στη διάθλαση του φωτός. Εικόνα 3.3-4β

ΦΥΣΙΚΗ

<http://www.tuc.gr>

Μήκος κύματος και συχνότητα του φωτός κατά τη διάδοση του

TUC.Chania

2023

Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης
Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ

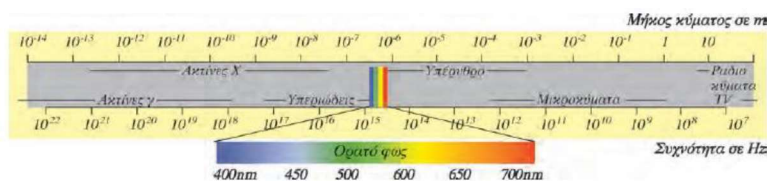
5



Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού,
Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Το ορατό φως έχει όρια και τα χρώματά του έχουν μήκη κύματος που κυμαίνονται μεταξύ 400nm του ιώδους και 700nm του ερυθρού. Εκτός από την ακτινοβολία της ορατής περιοχής του φάσματος υπάρχει και ακτινοβολία αόρατη, η οποία βρίσκεται πέρα από την ιώδη περιοχή, με μήκη κύματος μικρότερα των 400nm. Η ακτινοβολία αυτή ονομάζεται υπεριώδης ακτινοβολία. Μετά την ερυθρή περιοχή του φάσματος υπάρχει αόρατη ακτινοβολία με μήκη κύματος μεγαλύτερα των 700nm, η οποία προκαλεί έντονη αύξηση της θερμοκρασίας των στερεών και υγρών σωμάτων. Η ακτινοβολία αυτή ονομάζεται υπέρυθη ακτινοβολία



ΦΥΣΙΚΗ

<http://www.tuc.gr>

Ανάλυση λευκού φωτός και χρώματα

TUC.Chania

2023

Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης
Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ

6



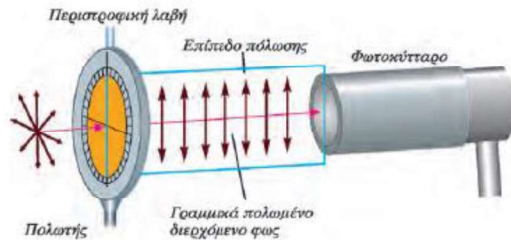
Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού,
Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Το **φυσικό φως** είναι σύνθεση πολλών κυμάτων με διάφορα επίπεδα ταλάντωσης των ηλεκτρικών τους πεδίων και τυχαίες διευθύνσεις διάδοσης. Το φυσικό φως που δεχόμαστε απευθείας από μία φωτεινή πηγή, επειδή προέρχεται από πολλά άτομα ή μόρια, έχει πολλά επίπεδα ταλάντωσης και συνεπώς δεν είναι πολωμένο.

Για την **πόλωση** του φυσικού φωτός χρησιμοποιούμε ειδικά πολωτικά φίλτρα. Μετά τη χρήση του φίλτρου το επίπεδο ταλάντωσης του κύματος είναι αυτό που καθορίζεται από το υλικό του φίλτρου. Η συσκευή που περιέχει το πολωτικό φίλτρο ονομάζεται πολωτής.

Για οποιαδήποτε γωνία προσανατολισμού του επιπέδου πόλωσης το φωτοκύτταρο μετράει την ίδια ένταση φωτός και τη βρίσκει ίση ακριβώς με το μισό της έντασης του προσπίπτοντος στο πλακίδιο του πολωτή.





ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΦΥΣΙΚΗ

Πόλωση του φωτός

Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης
Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ

<http://www.tuc.gr>

 TUC.Chania

2023

7



Ευρωπαϊκή Ένωση
European Union

Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού,
Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

 ΕΣΠΑ
2014-2020
ανάπτυξη - εργασία - αλληλεγγύη

Η **γωνία ολικής πόλωσης του φωτός**, για κάθε μέσο, είναι εκείνη η γωνία πρόσπτωσης για την οποία η ανακλώμενη ακτίνα και η διαθλώμενη είναι κάθετες μεταξύ τους. Τα γυαλιά ηλίου που διαθέτουν απορροφητικό φίλτρο polaroid έχουν τέτοια κατασκευή, ώστε το χαρακτηριστικό επίπεδο πόλωσής τους να είναι κατακόρυφο και να απορροφούν στο μέγιστο δυνατό την οριζόντια συνιστώσα του ανακλώμενου φωτός. Έτσι στα μάτια φτάνει ένα μικρό ποσοστό του πολωμένου φωτός.

Νόμος του Snell: ο λόγος n_2/n_1 , των δεικτών διάθλασης είναι αντιστρόφως ανάλογος των ημιτόνων των γωνιών πρόσπτωσης θ_1 και διάθλασης θ_2 , δηλαδή:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\eta \mu \theta_1}{\eta \mu \theta_2}$$

Από τα παραπάνω προκύπτει ο **νόμος του Brewster:**

$$\frac{n_2}{n_1} = \varepsilon \varphi \theta_p$$

ΣΚΕΔΑΣΗ

Όταν το ορατό φως προσπίπτει σε ένα σύστημα σωματιών, απορροφάται από αυτά και επανεκπέμπεται προς όλες τις κατευθύνσεις, χωρίς να αλλάζει η συχνότητα των διάφορων ακτινοβολιών του. Η απορρόφηση και η επανεκπομπή αυτή του φωτός ονομάζεται σκέδαση.



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΦΥΣΙΚΗ

Πόλωση του φωτός

Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης
Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ

<http://www.tuc.gr>

 TUC.Chania

2023

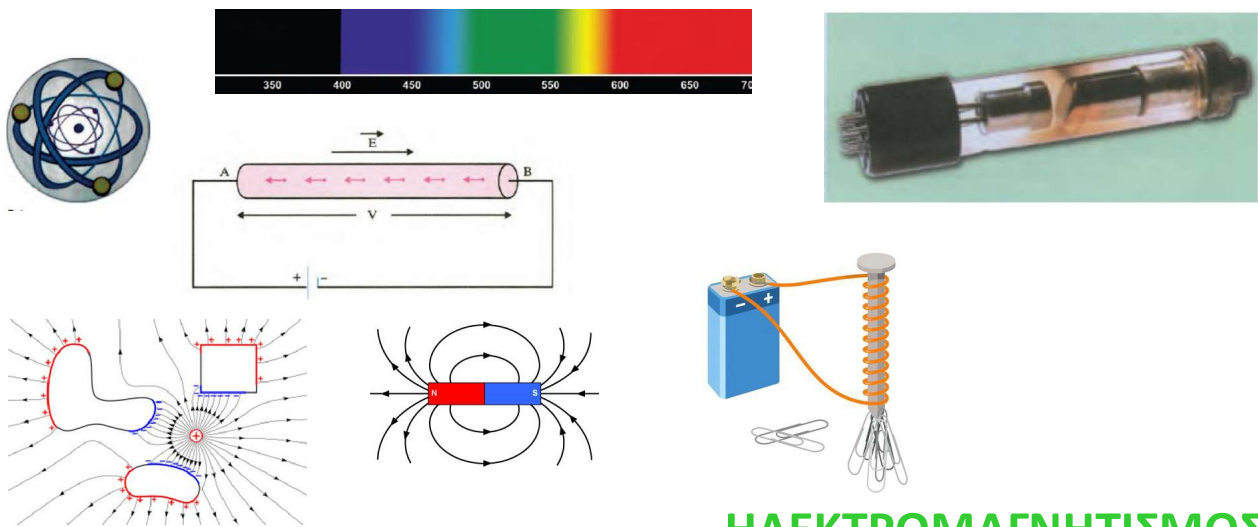
8



Ευρωπαϊκή Ένωση
European Union

Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού,
Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

 ΕΣΠΑ
2014-2020
ανάπτυξη - εργασία - αλληλεγγύη



ΦΥΣΙΚΗ ΜΕΡΟΣ 2° → ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ / ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΦΥΣΙΚΗ

2.04: ΑΤΟΜΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ

	ΦΥΣΙΚΗ	http://www.tuc.gr TUC.Chania
	ΕΝΟΤΗΤΑ	2023
Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ		

ΕΝΟΤΗΤΑ: ΑΤΟΜΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΝΟΤΗΤΑΣ

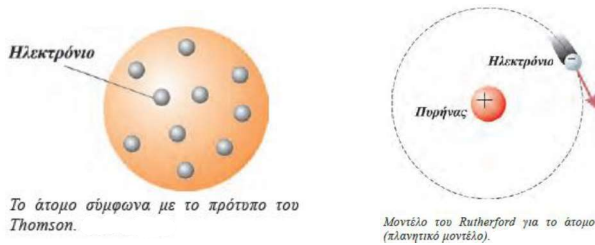
- Ενέργεια του Ηλεκτρονίου στο άτομο του υδρογόνου
- Διακριτές ενεργειακές στάθμες
- Μηχανισμός παραγωγής και απορρόφησης φωτονίων
- Ακτίνες Χ

	ΦΥΣΙΚΗ	http://www.tuc.gr TUC.Chania
	ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΝΟΤΗΤΑΣ	2023
Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ		

Πρότυπα Thomson και Rutherford

Σύμφωνα με το **πρότυπο του Thomson**, το άτομο αποτελείται από μία σφαίρα ομοιόμορφα κατανεμημένου θετικού φορτίου, μέσα στην οποία είναι ενσωματωμένα τα ηλεκτρόνια.

Σύμφωνα με το **πρότυπο του Rutherford**, το άτομο αποτελείται: i) από μια μικρή περιοχή (πυρήνας), στην οποία είναι συγκεντρωμένο όλο το θετικό φορτίο και όλη σχεδόν η μάζα του ατόμου, ii) από τα ηλεκτρόνια, τα οποία κινούνται σε κυκλικές τροχιές γύρω από τον πυρήνα.



Το **υδρογόνο**, όπως και όλα τα αέρια, μπορεί να εκπέμπει μόνο ορισμένες ακτινοβολίες και να απορροφά μόνο εκείνες τις ακτινοβολίες τις οποίες μπορεί να εκπέμπει

Για να ερμηνεύσει ο **Bohr** το φάσμα του υδρογόνου, διατύπωσε τις παρακάτω ιδέες:

- Το ηλεκτρόνιο στο άτομο του υδρογόνου μπορεί να κινείται μόνο σε ορισμένες επιτρεπόμενες τροχιές, για τις οποίες η στροφορμή του είναι $mvr = n \cdot (h / 2\pi) = nh$ ($n = 1, 2, 3, \dots$)
- Αν το ηλεκτρόνιο του ατόμου μεταπηδήσει από μία επιτρεπόμενη τροχιά ενέργειας E_a σε άλλη τροχιά μικρότερης ενέργειας E_t , τότε το άτομο εκπέμπει ένα φωτόνιο συχνότητας f και ισχύει: $E_a - E_t = hf$.



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΦΥΣΙΚΗ

Ενέργεια του Ηλεκτρονίου στο άτομο του υδρογόνου

Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης
Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ

<http://www.tuc.gr>

 TUC.Chania

2023

3



Ευρωπαϊκή Ένωση
European Union

Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού,
Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

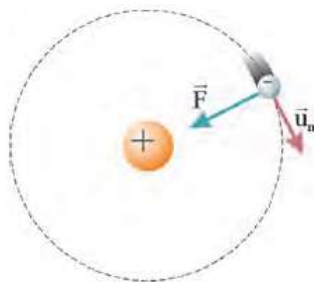
ΕΣΠΑ
2014-2020
ανάπτυξη - εργασία - αλληλεγγύη

Η **ολική ενέργεια** του ηλεκτρονίου του ατόμου του υδρογόνου δίνεται από τη σχέση:

$$E = -k \cdot \frac{e^2}{2r}$$

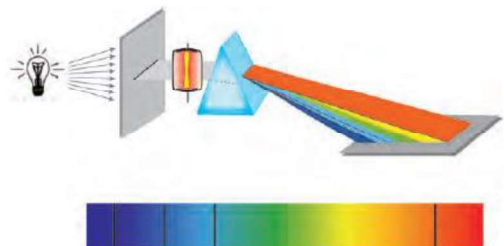
Οι ακτίνες των **επιτρεπόμενων τροχιών** και οι αντίστοιχες τιμές της ολικής ενέργειας του ηλεκτρονίου δίνονται από τις σχέσεις:

$$r_n = n^2 \cdot r_1 \text{ και } E_n = \frac{E_1}{n^2 (n=1,2,3,\dots)}$$



Ατομό του υδρογόνου. Το πρωτόνιο θεωρείται ακίνητο. Η δύναμη Coulomb F προκαλεί την απαιτούμενη κεντρομόλο επιτάχυνση. Το ηλεκτρόνιο λοιπόν περιφέρεται με ταχύτητα v_n σε επιτρεπόμενη τροχιά ακτίνας r_n ώστε να ισχύει: $mvr = nh$

Γραμμικό φάσμα απορρόφησης του υδρογόνου.





ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΦΥΣΙΚΗ

Ενέργεια του Ηλεκτρονίου στο άτομο του υδρογόνου

Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης
Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ

<http://www.tuc.gr>

 TUC.Chania

2023

4



Ευρωπαϊκή Ένωση
European Union

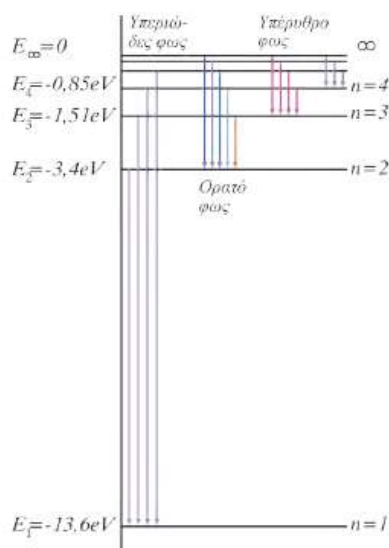
Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού,
Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

ΕΣΠΑ
2014-2020
ανάπτυξη - εργασία - αλληλεγγύη

Οι επιτρεπόμενες τιμές της ενέργειας ονομάζονται ενεργειακές στάθμες. Οι αντίστοιχες καταστάσεις του ατόμου ονομάζονται ενεργειακές καταστάσεις. Η κατάσταση με τη χαμηλότερη ενέργεια E_1 ονομάζεται θεμελιώδης κατάσταση. Όλες οι άλλες ενεργειακές καταστάσεις $E_2, E_3, \dots$ ονομάζονται διεγερμένες καταστάσεις.

Η μετάβαση ενός ηλεκτρονίου του ατόμου από μία τροχιά χαμηλής ενέργειας σε άλλη υψηλότερης ενέργειας ονομάζεται διέγερση του ατόμου. Η διέγερση μπορεί να επιτευχθεί είτε με κρούση είτε με απορρόφηση ακτινοβολίας.

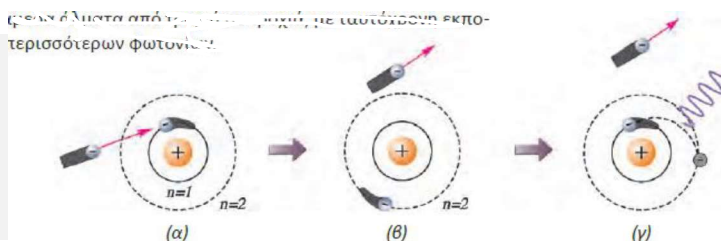
Η απομάκρυνση ενός ηλεκτρονίου του ατόμου σε περιοχή εκτός του ηλεκτρικού πεδίου του πυρήνα ονομάζεται ιονισμός του ατόμου.



Διάγραμμα ενεργειακών σταθμών του ατόμου του υδρογόνου. Οι μεταβάσεις των ηλεκτρονίων από μία τροχιά σε άλλη συμβολίζονται με κατακόρυφα βέλη.

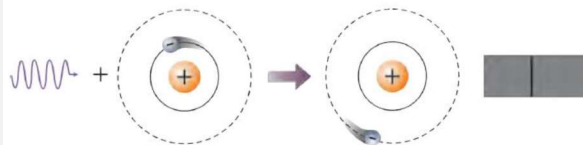
Διέγερση με κρούση

- (α) Το άτομο του υδρογόνου στη θεμελιώδη κατάσταση πριν από την κρούση με το ηλεκτρόνιο.
- (β) Το άτομο σε διεγερμένη κατάσταση.
- (γ) Το άτομο επανέρχεται στη θεμελιώδη κατάσταση εκπέμποντας ένα φωτόνιο.

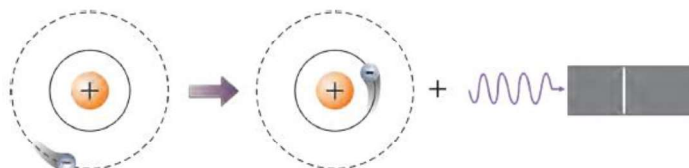


Διέγερση με απορρόφηση ακτινοβολίας

Ερμηνεία του φάσματος απορρόφησης. Το άτομο απορροφά ένα φωτόνιο και μεταβαίνει από τη θεμελιώδη κατάσταση στην πρώτη διεγερμένη κατάσταση. Η σκοτεινή γραμμή του φάσματος απορρόφησης αντιστοιχεί στο μήκος κύματος του φωτονίου που απορροφήθηκε.



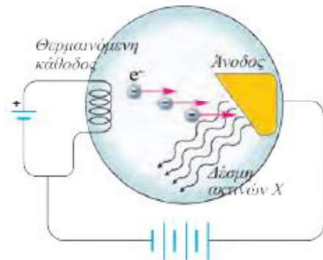
Ερμηνεία του φάσματος εκπομπής. Το άτομο εκπέμπει ένα φωτόνιο και μεταβαίνει στη θεμελιώδη κατάσταση. Η φωτεινή γραμμή αντιστοιχεί στο μήκος κύματος του φωτονίου που εκπέμπεται.



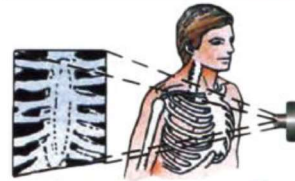
Οι **ακτίνες X** παράγονται, όταν ηλεκτρόνια μεγάλης ταχύτητας, που έχουν επιταχυνθεί από υψηλή τάση, προσπίπτουν σε μεταλλικό στόχο. Είναι αόρατη ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, που έχει μήκη κύματος πολύ μικρότερα από τα μήκη κύματος των ορατών ακτινοβολιών. Το φάσμα των ακτίνων X είναι σύνθετο. Αποτελείται από ένα συνεχές φάσμα πάνω στο οποίο εμφανίζονται μερικές γραμμές (γραμμικό φάσμα). Το μικρότερο μήκος κύματος $\lambda_{\min}$ των ακτίνων X εκπέμπεται, όταν το ηλεκτρόνιο δίνει όλη την κινητική του ενέργεια σε ένα φωτόνιο σε μία μόνο κρούση. Το μικρότερο μήκος κύματος δίνεται από τη σχέση:

$$\lambda_{\min} = \frac{ch}{eV}$$

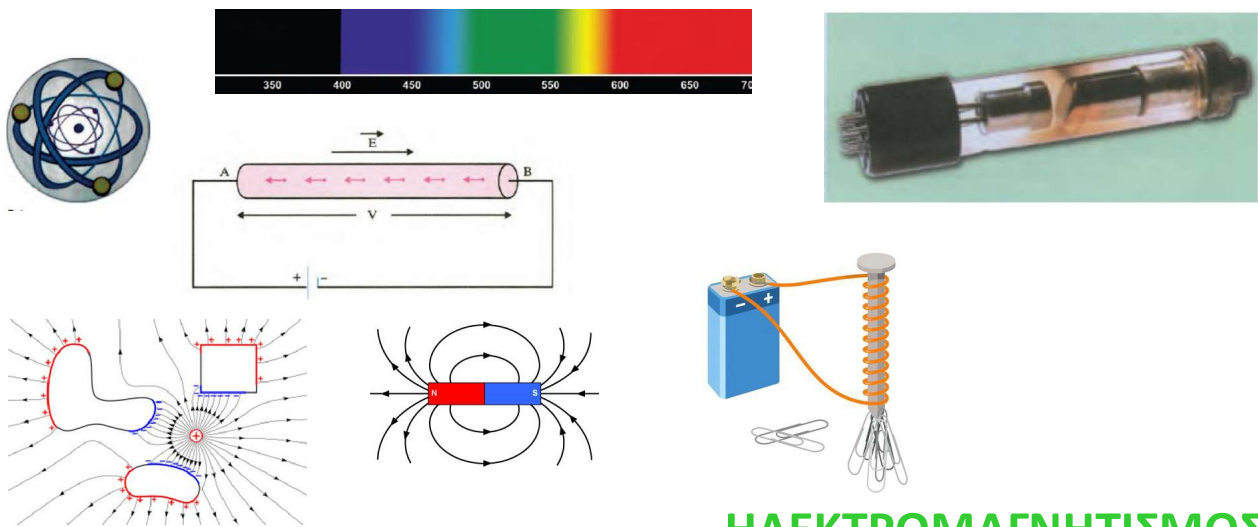
Οι ακτίνες X προκαλούν βιολογικές βλάβες.



Συσκευή παραγωγής ακτίνων X. Ηλεκτρόνια μεγάλης ταχύτητας προσπίπτουν σε μεταλλικό στόχο. Από το μεταλλικό στόχο εκπέμπονται ακτίνες X.



Ακτινογραφία. Τα οστά απορροφούν εντονότερα τις ακτίνες X σε σύγκριση με τον υπόλοιπο ιστό. Έτσι στο φιλμ εμφανίζονται ως φωτεινότερες περιοχές.



ΦΥΣΙΚΗ ΜΕΡΟΣ 2° → ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ / ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΦΥΣΙΚΗ

2.05: ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΠΕΔΙΟ

ΕΝΟΤΗΤΑ: ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΠΕΔΙΟ

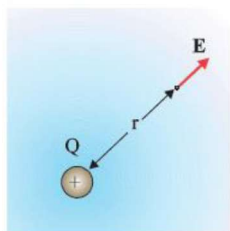
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΝΟΤΗΤΑΣ

- Ένταση ηλεκτρικού πεδίου
- Ηλεκτρική ροή
- Ο νόμος του Gauss
- Δυναμικό - Διαφορά δυναμικού
- Δυναμική ενέργεια πολλών σημειακών φορτίων και Σχέση έντασης - διαφοράς δυναμικού στο ομογενές ηλεκτροστατικό πεδίο
- Πυκνωτής και χωρητικότητα - Ενέργεια αποθηκευμένη σε φορτισμένο πυκνωτή
- Πυκνωτές και διηλεκτρικά
- Το βαρυτικό πεδίο
- Το βαρυτικό πεδίο της Γης
- Ταχύτητα διαφυγής - Μαύρες τρύπες

Πεδίο

Πεδίο ονομάζεται ο χώρος εκείνος στον οποίο αν βρεθεί το κατάλληλο κάθε φορά υπόθεμα δέχεται δύναμη

Ένταση σ' ένα σημείο Α ενός ηλεκτροστατικού πεδίου είναι το σταθερό πηλίκο της δύναμης που ασκείται από το πεδίο σ' ένα φορτίο q που θα βρεθεί στο σημείο Α προς το φορτίο αυτό. Η φορά της έντασης του ηλεκτροστατικού πεδίου συμπίπτει με τη φορά της δύναμης που ασκείται σε θετικά φορτία. Το μέτρο της **έντασης πεδίου σημειακού φορτίου** q είναι $E = K_c \cdot \frac{|q|}{r^2}$



Ένα ακίνητο σημειακό ηλεκτρικό φορτίο Q δημιουργεί γύρω του στο χώρο ηλεκτροστατικό πεδίο.

ΦΥΣΙΚΗ

<http://www.tuc.gr>

TUC.Chania

2023

Ένταση Ηλεκτρικού Πεδίου

Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης
Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ

3



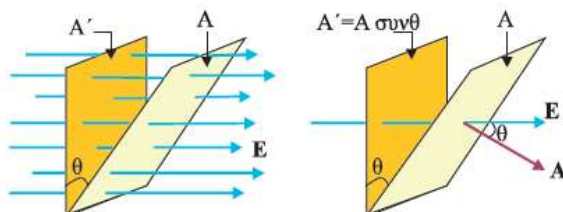
Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού,
Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2014-2020
ανάπτυξη - εργασία - αλληλεγγύη

Ηλεκτρική ροή

Η **ηλεκτρική ροή** Φ_E που διέρχεται από μια επίπεδη επιφάνεια, εμβαδού A , η οποία βρίσκεται μέσα σε ομογενές ηλεκτρικό πεδίο έντασης E , είναι $\Phi_E = EA \sin \theta$, όπου θ η γωνία που σχηματίζει το κάθετο στην επιφάνεια διάνυσμα A με τη διεύθυνση των δυναμικών γραμμών. Η ηλεκτρική ροή μετριέται σε μονάδες $N \cdot m^2/C$.



ΦΥΣΙΚΗ

<http://www.tuc.gr>

TUC.Chania

2023

Ηλεκτρική ροή

Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης
Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ

4



Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού,
Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

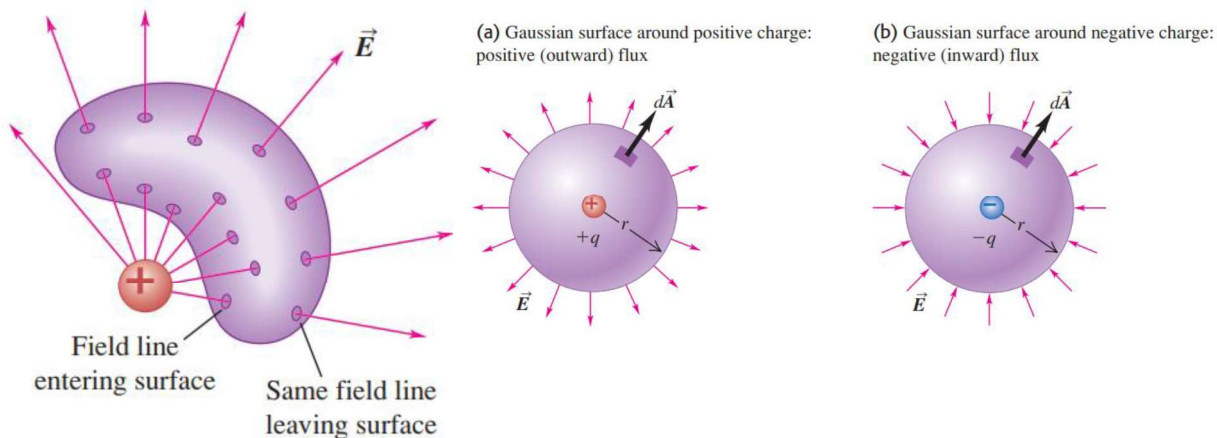


ΕΣΠΑ
2014-2020
ανάπτυξη - εργασία - αλληλεγγύη

Νόμος του Gauss

Η ηλεκτρική ροή που διέρχεται από μια κλειστή επιφάνεια ισούται με το πηλίκο του ολικού φορτίου που περικλείει η επιφάνεια, προς τη σταθερά ϵ_0 . (**νόμος του Gauss**).

$$\Phi_E = \frac{Q_{\text{εγκ}}}{\epsilon_0}$$



Δυναμικό

Δυναμικό του ηλεκτρικού πεδίου σε ένα του σημείο A (συμβολίζεται V_A), ονομάζεται το σταθερό πηλίκο, του έργου της δύναμης του πεδίου που ασκείται σε φορτίο q κατά τη μετακίνηση του φορτίου q από το σημείο A στο άπειρο, προς το φορτίο που μετακινείται. Η ηλεκτρική ροή μετρείται σε μονάδες $\text{N m}^2/\text{C}$.

$$V_A = \frac{W_{A \rightarrow \infty}}{q}$$

Το δυναμικό είναι μονόμετρο μέγεθος και στο σύστημα SI έχει μονάδα το $1 \text{ V} = 1 \text{ J/C}$.

Διαφορά Δυναμικού

Η διαφορά δυναμικού, $V_A - V_B$, ανάμεσα σε δύο σημεία A και B του ηλεκτρικού πεδίου είναι ίση με το πηλίκο του έργου που παράγει ή καταναλώνει η δύναμη του πεδίου κατά τη μετακίνηση ενός φορτίου από το σημείο A στο σημείο B, προς το φορτίο q.

$$V_A - V_B = \frac{W_{A \rightarrow B}}{q}$$

Το δυναμικό ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργείται από ένα σημειακό φορτίο Q σε ένα σημείο του που απέχει από το Q απόσταση r, έχει τιμή $V = K_c \cdot \frac{Q}{r}$
 Ένας ηλεκτροστατικά φορτισμένος αγωγός έχει παντού το ίδιο δυναμικό.

Πυκνωτής

Πυκνωτής ονομάζεται το σύστημα δύο γειτονικών αγωγών (οπλισμοί) που χωρίζονται μεταξύ τους με κάποιο μονωτικό υλικό. Οι αγωγοί φορτίζονται με φορτία +Q και -Q.

Χωρητικότητα C

Χωρητικότητα C ενός πυκνωτή ονομάζεται το σταθερό πηλίκο του φορτίου του προς την τάση του.

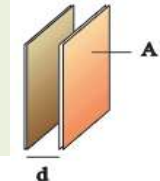
$$C = \frac{Q}{V}$$

Μονάδα χωρητικότητας είναι το Farad (F). $1 \text{ F} = 1 \text{ C/V}$.

Η **χωρητικότητα ενός επίπεδου πυκνωτή** είναι ανάλογη με την επιφάνεια A των οπλισμών και αντίστροφα ανάλογη με την απόσταση d μεταξύ των οπλισμών

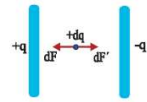
$$C = \epsilon_0 * \frac{A}{d}$$

Η χωρητικότητα ενός πυκνωτή εξαρτάται από τα γεωμετρικά στοιχεία της διάταξης (δηλαδή από το μέγεθος, το σχήμα, τις σχετικές θέσεις των δύο αγωγών) και από το είδος του μονωτικού υλικού (ονομάζεται και διηλεκτρικό) ανάμεσα στους οπλισμούς του



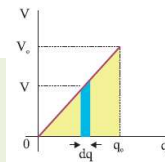
Επίπεδος πυκνωτής.

Η **ενέργεια** που έχει αποθηκευμένη ένας φορτισμένος πυκνωτής είναι



Ο πυκνωτής φορτίζεται με τη μεταφορά απειροστικά μικρών φορτίων dq από τον έναν οπλισμό στον άλλο.

$$U = \frac{1}{2} * C V^2$$



Από τη γραφική παράσταση της σχέσης $V = q/C$ μπορούμε να υπολογίσουμε την ενέργεια του πυκνωτή.

ΦΥΣΙΚΗ

<http://www.tuc.gr>

Πυκνωτής και χωρητικότητα - Ενέργεια αποθηκευμένη σε φορτισμένο πυκνωτή

2023

Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης
Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ

7



Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού,
Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Διηλεκτρική αντοχή

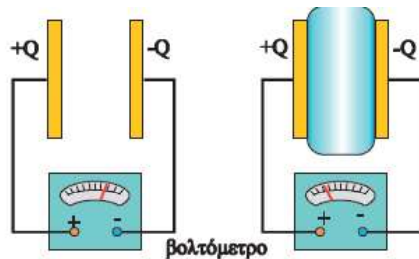
Διηλεκτρικά ή μονωτές ονομάζονται τα υλικά όπως το λάδι, το γυαλί, το λαδόχαρτο κ.ά., που δεν επιτρέπουν την κίνηση ηλεκτρικών φορτίων στο εσωτερικό τους.

Η μέγιστη ένταση ηλεκτρικού πεδίου στην οποία αντέχει ένας μονωτής ονομάζεται **διηλεκτρική αντοχή**.

Ένας μονωτής (διηλεκτρικό) μεταξύ των οπλισμών ενός πυκνωτή απομονώνει τους οπλισμούς, έχει μεγαλύτερη διηλεκτρική αντοχή από τον αέρα, αυξάνει τη χωρητικότητα του πυκνωτή.

Ονομάζουμε **διηλεκτρική σταθερά K ενός υλικού**, το λόγο της χωρητικότητας του πυκνωτή με το διηλεκτρικό προς τη χωρητικότητα του πυκνωτή χωρίς το διηλεκτρικό.

$$K = \frac{C}{C_0}$$



Εάν τοποθετήσουμε διηλεκτρικό ανάμεσα στους οπλισμούς φορτισμένου πυκνωτή το βολτόμετρο δείχνει ότι η διαφορά δυναμικού μειώνεται.

ΦΥΣΙΚΗ

<http://www.tuc.gr>

Πυκνωτές και διηλεκτρικά

2023

Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης
Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ

8



Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού,
Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Βαρυτική έλξη

Η βαρυτική έλξη ανάμεσα σε δύο σώματα με πολύ μικρές διαστάσεις (σημειακές μάζες) που έχουν μάζες m_1 και m_2 και βρίσκονται σε απόσταση r μεταξύ τους, έχει μέτρο ίσο με

$$F = G * (m_1 * m_2) / r^2$$

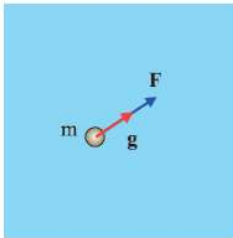
όπου G η σταθερά παγκοσμίου έλξεως, $G \text{ N} = \text{m} \cdot \text{kg} = 6,673 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$. Η δύναμη αυτή είναι διατηρητική και κεντρική.

Πεδίο βαρύτητας ονομάζεται ο χώρος εκείνος στον οποίο αν βρεθεί κάποια μάζα θα δεχτεί δύναμη.

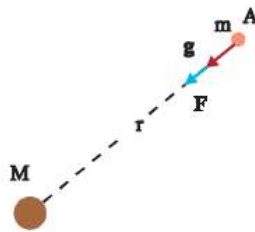
Ένταση (g) του πεδίου βαρύτητας σε ένα του σημείο ονομάζουμε το σταθερό πηλίκο της δύναμης (F) που θα δεχτεί μια μάζα (m) αν βρεθεί σε εκείνο το σημείο, προς τη μάζα αυτή.

$$g = \frac{F}{m}$$

Μονάδα της έντασης του βαρυτικού πεδίου είναι το $1 \text{ N} / \text{kg}$ ή $1 \text{ m} / \text{s}^2$



Εάν σ' ένα σημείο του χώρου που καταλαμβάνει το βαρυτικό πεδίο βρεθεί μια μάζα m θα δεχθεί δύναμη. Η δύναμη είναι πάντα ομόρροπη της έντασης.



Η ένταση του πεδίου που δημιουργεί η σημειακή μάζα M έχει σε κάθε σημείο κατεύθυνση προς τη μάζα.

ΦΥΣΙΚΗ

<http://www.tuc.gr>

Το βαρυτικό πεδίο

f TUC.Chania

2023

Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης
Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ

9



Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού,
Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Δυναμικό (V) του πεδίου βαρύτητας σε ένα του σημείο A, ονομάζεται το σταθερό πηλίκο του έργου της δύναμης του πεδίου κατά τη μετακίνηση μάζας m από το σημείο A στο άπειρο, προς τη μάζα αυτή.

$$V_A = \frac{W_{A \rightarrow \infty}}{m}$$

Διαφορά δυναμικού

Διαφορά δυναμικού μεταξύ δύο σημείων A και B του πεδίου βαρύτητας ονομάζεται το πηλίκο του έργου της δύναμης του πεδίου κατά τη μετακίνηση μιας μάζας m από το σημείο A στο σημείο B, προς τη μάζα αυτή.

$$V_A - V_B = W_{A \rightarrow B} / m$$

Η ένταση σε ένα σημείο A βαρυτικού πεδίου που δημιουργείται από μια σημειακή μάζα M είναι

$$g = G \frac{M}{r^2}$$

Το **δυναμικό βαρυτικού πεδίου** σημειακής μάζας M σε σημείο A που απέχει απόσταση r από αυτήν είναι

$$V_A = -G \frac{M}{r}$$

ΦΥΣΙΚΗ

<http://www.tuc.gr>

Το βαρυτικό πεδίο

f TUC.Chania

2023

Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης
Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ

10



Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού,
Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



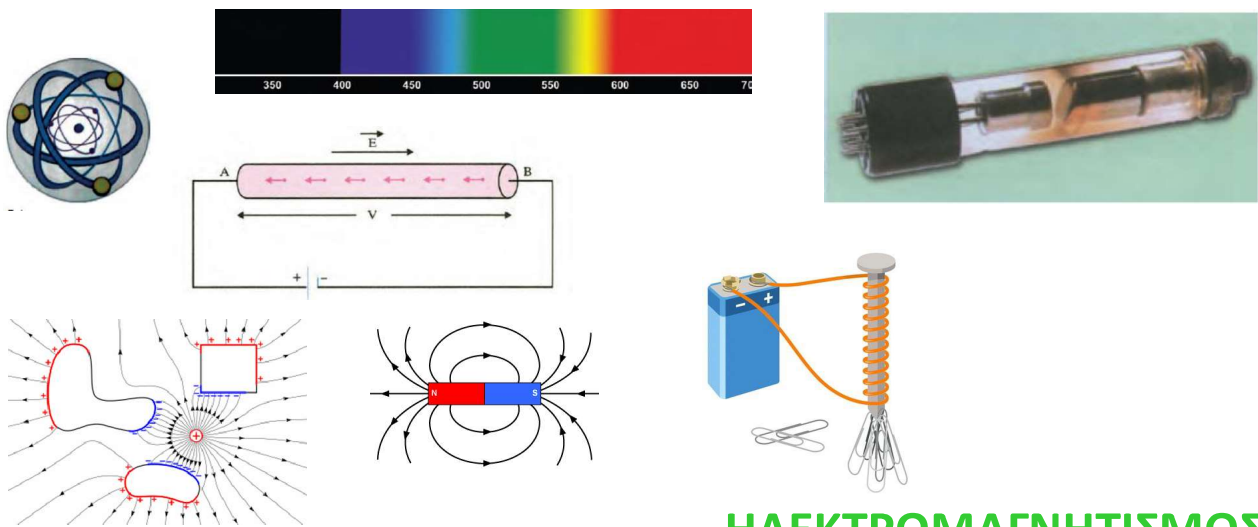
Η **δυναμική ενέργεια συστήματος** δύο σημειακών μαζών m_1, m_2 , που απέχουν μεταξύ τους απόσταση r είναι

$$U = -G \frac{m_1 m_2}{r}$$

Ταχύτητα διαφυγής

Ταχύτητα διαφυγής από το βαρυτικό πεδίο της Γης είναι η ελάχιστη ταχύτητα με την οποία πρέπει να εκτοξευθεί ένα σώμα από σημείο που βρίσκεται σε ύψος h από την επιφάνεια της Γης, για να διαφύγει από το βαρυτικό της πεδίο..

$$v_\phi = \sqrt{\frac{2GM_\Gamma}{R_\Gamma + h}}$$



ΦΥΣΙΚΗ ΜΕΡΟΣ 2° → ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ / ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΦΥΣΙΚΗ

2.06: ΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ

ΕΝΟΤΗΤΑ: ΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΝΟΤΗΤΑΣ

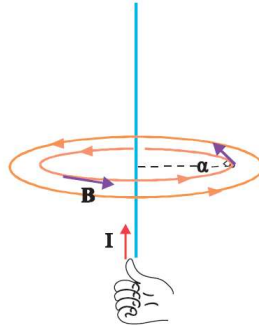
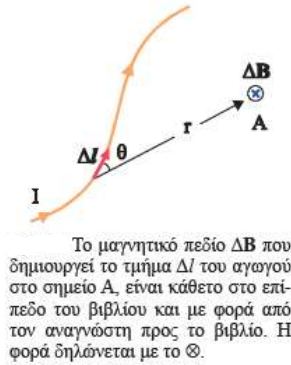
- Νόμος των Biot και Savart
- Ο νόμος Ampère
- Μαγνητική ροή
- Νόμος του Gauss στο μαγνητισμό
- Δύναμη που ασκεί το μαγνητικό πεδίο σε κινούμενο φορτίο
- Κίνηση φορτισμένων σωματιδίων μέσα σε μαγνητικό πεδίο
- Δύναμη Laplace
- Μαγνητική δύναμη ανάμεσα σε δύο παράλληλους ρευματοφόρους αγωγούς

Νόμος των Biot και Savart

Ένα πολύ μικρό τμήμα Δl αγωγού που διαρρέεται από σταθερό ρεύμα I δημιουργεί σε ένα σημείο A που απέχει απόσταση r από αυτό μαγνητικό πεδίο ΔB , μέτρου

$$\Delta B = \frac{\mu_0}{4\pi} * \frac{I \Delta l}{r^2} \eta \mu \theta$$

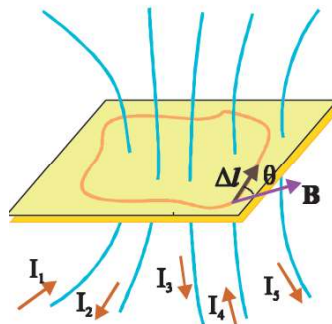
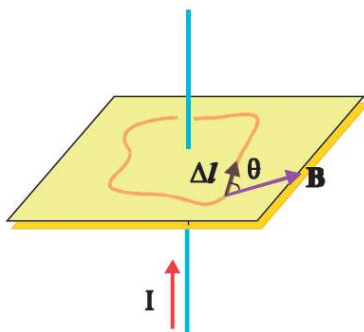
όπου θ η γωνία ανάμεσα στο Δl και στο r . Το μαγνητικό πεδίο ΔB είναι κάθετο στο επίπεδο που ορίζεται από τα Δl και r και η φορά του δίνεται από τον κανόνα του δεξιού χεριού



Νόμος του Ampère

Το άθροισμα των γινομένων $B \Delta l$ συνθ κατά μήκος οποιασδήποτε κλειστής διαδρομής είναι ίσο με το γινόμενο $\mu_0 I_{\text{εγκ}}$, όπου $I_{\text{εγκ}}$ το συνολικό ρεύμα που διέρχεται από την επιφάνεια που ορίζει η κλειστή διαδρομή.

$$\sum B \Delta l \text{ συνθ} = \mu_0 I_{\text{εγκ}}$$



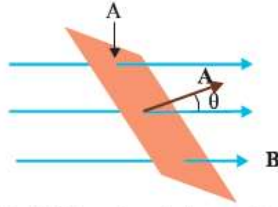
Το άθροισμα των γινομένων $B \Delta l$ συνθ κατά μήκος κλειστής διαδρομής είναι ίσο με τη σταθερά μ_0 επί το αλγεβρικό άθροισμα των ρευμάτων που περικλείει η κλειστή διαδρομή. Εδώ το αλγεβρικό άθροισμα των ρευμάτων είναι $I_1 - I_2 - I_3 + I_4$.

Μαγνητική ροή

Έστω μια επίπεδη επιφάνεια εμβαδού A μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. Η μαγνητική ροή που διέρχεται από την επιφάνεια είναι

$$\Phi_B = B \alpha \sin \theta$$

όπου θ η γωνία ανάμεσα στις δυναμικές γραμμές και σε μια κάθετη στην επιφάνεια A . Μονάδα της μαγνητικής ροής είναι το 1 Wb (Βέμπερ)

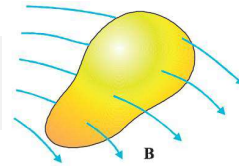


Η επιφάνεια A είναι τοποθετημένη σε ομογενές μαγνητικό πεδίο ώστε το κάθετο σ' αυτή διάνυσμα $\mathbf{A}$ να σχηματίζει γωνία θ με τις δυναμικές γραμμές.

Νόμος του Gauss για το μαγνητισμό

Η μαγνητική ροή που διέρχεται από οποιαδήποτε κλειστή επιφάνεια είναι μηδέν. $\Phi_m = 0$

Δηλαδή δεν υπάρχουν μαγνητικά μονόπολα



Για κάθε κλειστή επιφάνεια ο αριθμός των δυναμικών γραμμών που εισέρχονται είναι ίσος με τον αριθμό των γραμμών που εξέρχεται.

ΦΥΣΙΚΗ

<http://www.tuc.gr>

Μαγνητική ροή - Νόμος του Gauss στο μαγνητισμό

TUC.Chania

2023

Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης
Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ

5



Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού,
Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

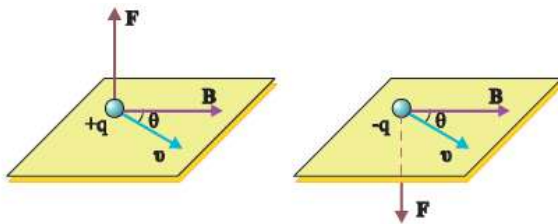


Αν ένα φορτίο q κινείται με ταχύτητα u μέσα σε μαγνητικό πεδίο B , το μαγνητικό πεδίο του ασκεί δύναμη

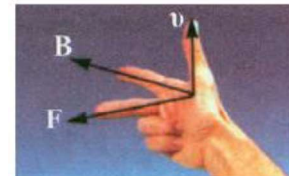
$$F = B|q|u \sin \phi$$

όπου ϕ η γωνία που σχηματίζει η ταχύτητα με το B . Η δύναμη αυτή έχει διεύθυνση κάθετη στο επίπεδο που ορίζεται από τα u και B και φορά που δίνεται από τον κανόνα των τριών δακτύλων του δεξιού χεριού. Η δύναμη αυτή λέγεται δύναμη Lorentz.

Επειδή η F είναι διαρκώς κάθετη στη μετατόπιση, το έργο που παράγει είναι πάντα μηδενικό, με αποτέλεσμα να μεταβάλλει την κατεύθυνση της ταχύτητας, όχι όμως και το μέτρο της.



Η δύναμη που ασκείται από το μαγνητικό πεδίο σε ένα θετικό και ένα αρνητικό, σωματίδιο που κινείται με ταχύτητα u .



Ο κανόνας των τριών δακτύλων του δεξιού χεριού.

ΦΥΣΙΚΗ

<http://www.tuc.gr>

Δύναμη που ασκεί το μαγνητικό πεδίο σε κινούμενο φορτίο

TUC.Chania

2023

Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης
Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ

6

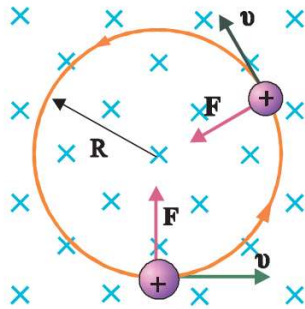


Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού,
Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

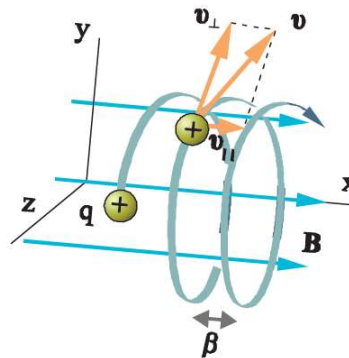


Όταν ένα φορτισμένο σωματίδιο κινείται κάθετα στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου κάνει ομαλή κυκλική κίνηση. Η ακτίνα περιστροφής του είναι $R = \frac{mv}{B|q|}$ και η περίοδος $T = \frac{2\pi m}{B|q|}$

Όταν εισέρχεται με τυχαία γωνία σε ομογενές μαγνητικό πεδίο κάνει ελικοειδή κίνηση



Θετικά φορτισμένο σωματίδιο που κινείται με ταχύτητα v , κάθετα στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου, δέχεται δύναμη σταθερού μέτρου, κάθετη στην ταχύτητά του. Το σωματίδιο διαγράφει κυκλική τροχιά μέσα στο μαγνητικό πεδίο.



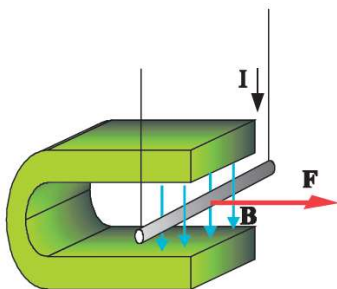
Κίνηση φορτισμένου σωματιδίου που βάλλεται πλάγια στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου.

Ευθύγραμμος αγωγός μήκους l , που διαρρέεται από ρεύμα έντασης I και βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, δέχεται δύναμη

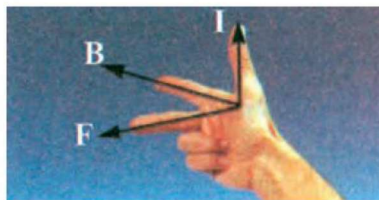
$$F = BIl\eta\mu\phi$$

Η δύναμη αυτή ονομάζεται δύναμη Laplace, έχει διεύθυνση κάθετη στο επίπεδο που ορίζεται από τον αγωγό και τις δυναμικές γραμμές και φορά που δίνεται από τον κανόνα των τριών δακτύλων του δεξιού χεριού.

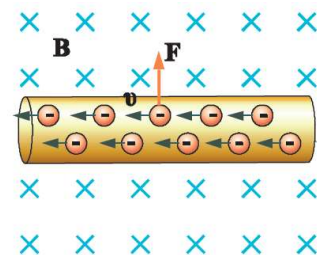
Όταν ο αγωγός είναι κάθετος στις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου η δύναμη Laplace από τη σχέση $F=BIl$. Από τη σχέση αυτή ορίζεται το B . Μονάδα του B είναι το Tesla, $1T=1 \text{ N/Amp}$



Η δύναμη Laplace που ασκεί το μαγνητικό πεδίο στον αγωγό είναι κάθετη στο επίπεδο που ορίζεται από τον αγωγό και τις δυναμικές γραμμές. Η φορά της δίνεται από τον κανόνα των τριών δακτύλων του δεξιού χεριού.



Επεξήγηση του κανόνα των τριών δακτύλων του δεξιού χεριού για τη δύναμη Laplace.



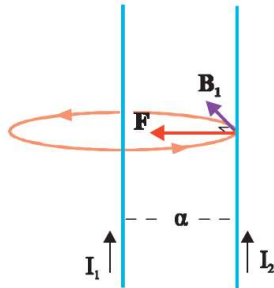
Ένα στοιχειώδες τμήμα ρευματοφόρου αγωγού μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. Τα ηλεκτρόνια που κινούνται στον αγωγό δέχονται δύναμη από το μαγνητικό πεδίο. Η δύναμη σημειώνεται ενδεικτικά πάνω σε ένα φορτίο.

Όταν δύο παράλληλοι ευθύγραμμοι αγωγοί απείρου μήκους διαρρέονται από ρεύμα, ο ένας αγωγός ασκεί στον άλλο δύναμη. Η δύναμη που δέχεται κάθε αγωγός ανά μονάδα μήκους του είναι

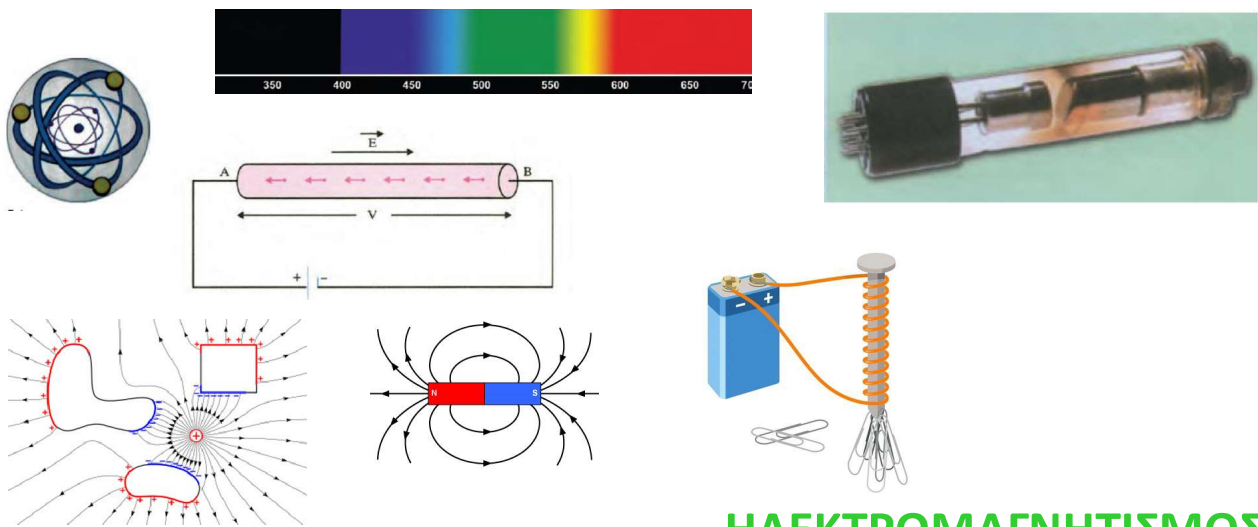
$$\frac{F}{l} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi a}$$

Η δύναμη είναι ελκτική αν οι αγωγοί διαρρέονται από ομόρροπα ρεύματα και απωστική αν διαρρέονται από αντίρροπα ρεύματα.

Αν η ανά μονάδα μήκους δύναμη που ασκείται σε κάθε έναν από δύο παράλληλους ευθύγραμμους αγωγούς μεγάλου μήκους που διαρρέονται από το ίδιο ρεύμα και βρίσκονται σε απόσταση 1 m μεταξύ τους, είναι 2×10^{-7} N/m, τότε, εξ ορισμού, η ένταση του ρεύματος που διαρρέει κάθε αγωγό είναι 1 A



Ο αγωγός που διαρρέεται από ρεύμα έντασης I_1 , δημιουργεί μαγνητικό πεδίο που στα σημεία του δεύτερου αγωγού έχει ένταση B_1 . Το μαγνητικό πεδίο B_1 ασκεί στο δεύτερο αγωγό δύναμη Laplace F .



ΦΥΣΙΚΗ ΜΕΡΟΣ 2° → ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ / ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΦΥΣΙΚΗ

2.07: ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ

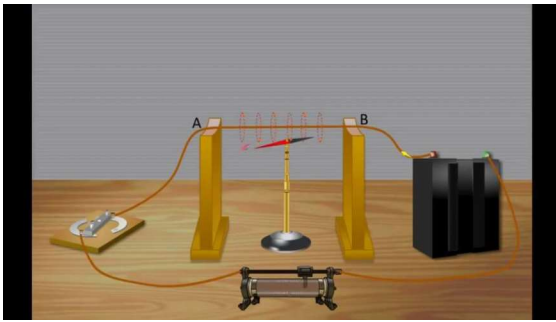
ΕΝΟΤΗΤΑ: ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΝΟΤΗΤΑΣ

- Μαγνητικό πεδίο
- Μαγνητικό πεδίο ρευματοφόρων αγωγών
- Ηλεκτρομαγνητική δύναμη
- Η ύλη μέσα στο μαγνητικό πεδίο
- Εφαρμογές ηλεκτρομαγνητικών δυνάμεων
- Ηλεκτρομαγνητική επαγωγή

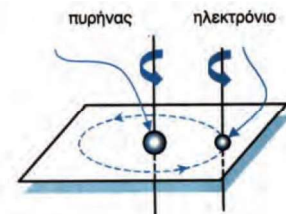
Πείραμα Oersted

Γύρω από ρευματοφόρο αγωγό δημιουργείται μαγνητικό πεδίο. Οι μαγνήτες που θα βρεθούν μέσα στο πεδίο δέχονται από αυτό δύναμη, αλλά και ο ρευματοφόρος αγωγός, όταν βρεθεί μέσα σε μαγνητικό πεδίο, δέχεται απ' αυτό δύναμη.



Μαγνητικές ιδιότητες της ύλης

Οι μαγνητικές ιδιότητες της ύλης οφείλονται αφενός στην περιστροφή των ηλεκτρονίων γύρω από τον πυρήνα και αφετέρου στην περιστροφή των ηλεκτρονίων γύρω από τον εαυτό τους.



Τα ηλεκτρόνια περιστρέφονται γύρω από τον πυρήνα και γύρω από τον άξονά τους.

ΦΥΣΙΚΗ

<http://www.tuc.gr>

Μαγνητικό πεδίο

TUC.Chania

2023

Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης
Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ

3



Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού,
Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

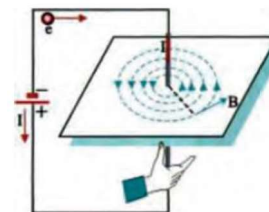


Ευθύγραμμος αγωγός

Γύρω από έναν ευθύγραμμο ρευματοφόρο αγωγό απείρου μήκους δημιουργείται μαγνητικό πεδίο, οι δυναμικές γραμμές του οποίου είναι ομόκεντροι κύκλοι με κέντρο τον αγωγό.

$$B = k_{\mu} \frac{2I}{r}$$

Όπου $k_{\mu} = 10^{-7} \text{N/A}^2$



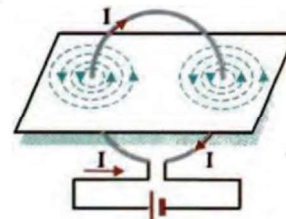
Το μαγνητικό φάσμα ευθύγραμμων ρευματοφόρων αγωγού.

Κυκλικός αγωγός

Γύρω από κυκλικό ρευματοφόρο αγωγό δημιουργείται μαγνητικό πεδίο. Υπολογίζουμε την ένταση του μαγνητικού πεδίου μόνο στο κέντρο του κύκλου.

$$B = k_{\mu} \frac{2\pi I}{r}$$

Όπου $k_{\mu} = 10^{-7} \text{N/A}^2$



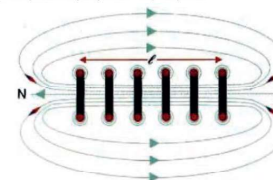
Το μαγνητικό φάσμα κυκλικού ρευματοφόρου αγωγού.

Σωληνοειδές

Στο εσωτερικό ενός σωληνοειδούς δημιουργείται ένα πολύ ισχυρό μαγνητικό πεδίο. Το πεδίο του σωληνοειδούς θυμίζει το πεδίο ενός ραβδόμορφου μαγνήτη.

$$B = k_{\mu} \frac{4\pi NI}{l}$$

Όπου $k_{\mu} = 10^{-7} \text{N/A}^2$



.2-23. Μαγνητικό πεδίο σωληνοειδούς.

ΦΥΣΙΚΗ

<http://www.tuc.gr>

Μαγνητικό πεδίο ρευματοφόρων αγωγών

TUC.Chania

2023

Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης
Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ

4



Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού,
Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

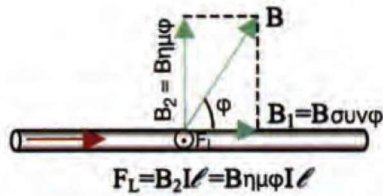


Δύναμη Laplace

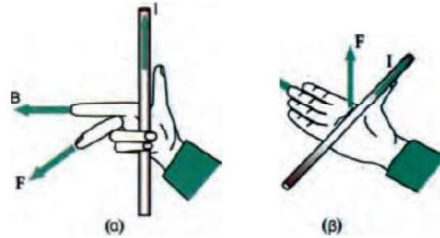
Όταν ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός βρεθεί μέσα σε μαγνητικό πεδίο, τότε δέχεται από αυτό μια δύναμη που ονομάζεται δύναμη Laplace.

$$F = BIl\mu\theta$$

Η δύναμη Laplace έχει διεύθυνση κάθετη στο επίπεδο που ορίζεται από τον αγωγό και τη διεύθυνση των δυναμικών γραμμών, φορά που καθορίζεται με τον κανόνα των τριών δακτύλων του δεξιού χεριού, σημείο εφαρμογής το μέσον του τμήματος του αγωγού που βρίσκεται μέσα στο μαγνητικό πεδίο.



Η δύναμη Laplace όταν η ένταση του μαγνητικού πεδίου σχηματίζει γωνία με τον αγωγό.

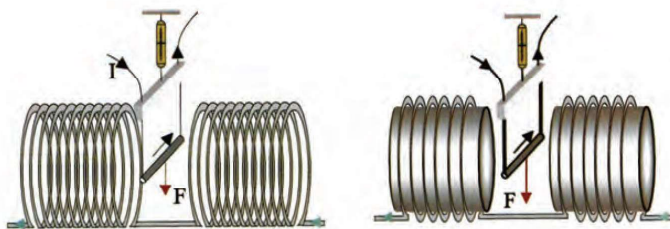


α) Ο κανόνας των τριών δακτύλων του δεξιού χεριού. β) Η τεχνική της δεξιάς παλάμης.

Μαγνητική διαπερατότητα

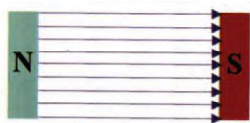
Όταν μέσα σε μαγνητικό πεδίο έντασης B_0 φέρουμε κάποιο υλικό με μαγνητική διαπερατότητα μ , η ένταση του πεδίου γίνεται $B = \mu B_0$.

$$\mu = \frac{B}{B_0}$$



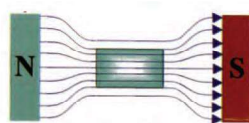
Σωληνοειδές χωρίς πυρήνα μαλακού σιδήρου.

Σωληνοειδές με πυρήνα μαλακού σιδήρου.



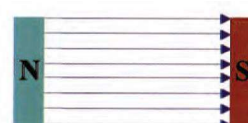
Πεδίο.

Ομογενές μαγνητικό



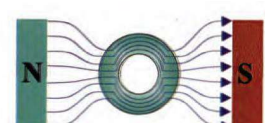
εκτρέπονται.

Οι δυναμικές γραμμές



Πεδίο.

Ομογενές μαγνητικό

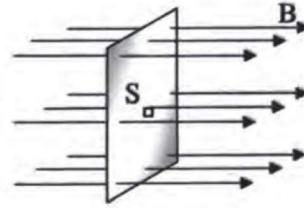


Το μαγνητικό πεδίο μετά την εισαγωγή του κυκλικού σιδερένιου πυρήνα.

Μαγνητική ροή

Μαγνητική ροή μιας επιφάνειας S που είναι κάθετη στις δυναμικές γραμμές ενός μαγνητικού πεδίου έντασης B ονομάζεται το μονόμετρο μέγεθος που ισούται με το γινόμενο $B \cdot S$. Η μαγνητική ροή εκφράζει τον αριθμό των δυναμικών γραμμών που περνούν μέσα από την επιφάνεια.

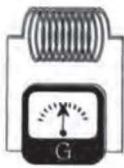
$$\Phi = B \cdot S$$



Η επιφάνεια είναι κάθετη στις δυναμικές γραμμές.

ΗΕΔ από επαγωγή

Όταν με οποιονδήποτε τρόπο έχουμε μεταβολή της μαγνητικής ροής σε ένα κύκλωμα, δημιουργείται επαγωγική τάση.



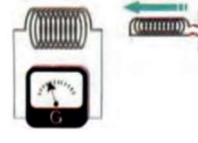
Το γαλβανόμετρο δείχνει ένδειξη μηδέν.



Όταν ο μαγνήτης κινείται το όργανο δείχνει κάποια ένδειξη.



Όταν ο μαγνήτης είναι ακίνητος το όργανο δεν δείχνει ένδειξη.



Όσο το ρευματοφόρο σωληνοειδές κινείται το όργανο δείχνει κάποια ένδειξη.



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΦΥΣΙΚΗ

Ηλεκτρομαγνητική επαγωγή

Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης
Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ

<http://www.tuc.gr>

TUC.Chania

2023



Ευρωπαϊκή Ένωση

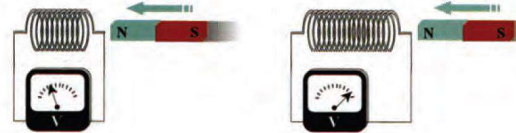


ΕΣΠΑ
2014-2020

Νόμος επαγωγής

Η ΗΕΔ από επαγωγή είναι ανάλογη με την ταχύτητα μεταβολής της μαγνητικής ροής.

$$\varepsilon = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

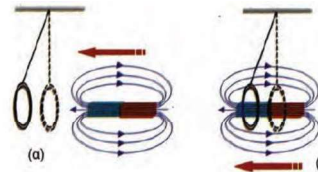


Μεγαλύτερη ΗΕΔ αναπτύσσεται στο πηνίο με τις περισσότερες σπείρες.

Κανόνας Lenz

Το επαγωγικό ρεύμα έχει τέτοια φορά ώστε το μαγνητικό του πεδίο να αντιπύεται στην αιτία που το προκαλεί.

$$I = \frac{\varepsilon}{R}$$



α) Όταν ο μαγνήτης πλησιάζει ο δακτύλιος απομακρύνεται.
β) Όταν ο μαγνήτης απομακρύνεται ο δακτύλιος πλησιάζει.

Επαγωγικό φορτίο

Το επαγωγικό ηλεκτρικό φορτίο είναι ανεξάρτητο από το χρόνο που διαρκεί η μεταβολή της μαγνητικής ροής.

$$Q = \frac{\Delta \Phi}{R}$$



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΦΥΣΙΚΗ

Ηλεκτρομαγνητική επαγωγή

Υποστήριξη Παρεμβάσεων Κοινωνικής Μέριμνας Φοιτητών Πολυτεχνείου Κρήτης
Γραφείο Υποστήριξης Σπουδών ΕΚΟ/ΑμεΑ

<http://www.tuc.gr>

TUC.Chania

2023



Ευρωπαϊκή Ένωση



ΕΣΠΑ
2014-2020