Κρούσεις		
Ορμή	$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$	Διανυσματικό μέγεθος που είναι ανάλογο με την ταχύτητα του σώματος
Μεταβολή της ορμής	$\Delta\vec{p} = \vec{p}_{\tau\varepsilon\lambda} - \vec{p}_{\alpha\rho\chi}$	Προκύπτει από την *διανυσματική* αφαίρεση της τελικής ορμής του σώματος μείον την αρχική
Ρυθμός μεταβολής ορμής	$\frac{d\vec{p}}{dt} = \Sigma\vec{F}$	Ισούται με την συνισταμένη των δυνάμεων που δέχεται το σώμα
Ορμή συστήματος σωμάτων	$\vec{p}_{o\lambda} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \cdots$	Αν οι ορμές των σωμάτων είναι συγγραμμικές τότε το διανυσματικό μετατρέπεται σε αλγεβρικό άθροισμα και επιλέγεται μια θετική φορά
Διατήρηση της Ορμής	$\vec{p}_{o\lambda(\pi\rho\iota\nu)} = \vec{p}_{o\lambda(\mu\varepsilon\tau\alpha)}$	Η συνολική ορμή του συστήματος πριν την κρούση ισούται με την συνολική ορμή του μετά την κρούση
	$\Delta\vec{p}_1 = -\Delta\vec{p}_2$	Η μεταβολή της ορμής του ενός σώματος είναι αντίθετη με τη μεταβολή της ορμής του δεύτερου
	$\Delta\vec{p}_{o\lambda} = \vec{0}$	Η μεταβολή της συνολικής ορμής του συστήματος είναι μηδενική
Κεντρική και Ελαστική Κρούση	$v_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_1 + \frac{2m_2}{m_1 + m_2} v_2$	Είναι αλγεβρικές σχέσεις, που σημαίνει ότι οι ταχύτητες αντικαθίστανται με τα πρόσημά τους
	$v_2 = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v_1 + \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} v_2$	
	$v_1 + v_1' = v_2 + v_2'$	
	$\Delta K_1 = -\Delta K_2$	Η μεταβολή της κινητικής ενέργειας του ενός σώματος είναι αντίθετη με τη αντίστοιχη μεταβολή του άλλου
Απώλεια Ενέργειας	$E_{\alpha\pi\omega\lambda} = K_{o\lambda(\pi\rho\iota\nu)} - K_{o\lambda(\mu\varepsilon\tau\alpha)}$	Αν σε μια κρούση το σύστημα χάνει ενέργεια, τότε η ενέργεια που έχει πριν την κρούση είναι μεγαλύτερη από αυτή που έχει μετά. Το αντίθετο ισχύει στην περίπτωση που εκλύεται ενέργεια (έκρηξη)
Ποσοστό απώλειας	$\pi\% = \frac{E_{\alpha\pi\omega\lambda}}{K_{o\lambda(\pi\rho\iota\nu)}} \cdot 100\%$	

Η χρονική διάρκεια της κρούσης μεταξύ δύο σωμάτων θεωρείται αμελητέα

Οι ωθήσεις των εξωτερικών δυνάμεων θεωρούνται αμελητέες

Η ορμή του συστήματος των σωμάτων που συγκρούονται

ΠΑΡΑΜΕΝΕΙ ΣΤΑΘΕΡΗ $\boxed{\vec{P}_{ολ(Π)} = \vec{P}_{ολ(Μ)}}$

Κρούσεις

Η ορμή κάθε σώματος μεταβάλλεται εξαιτίας της κρούσης, με τέτοιο τρόπο όμως έτσι, ώστε η συνολική ορμή τους να παραμένει σταθερή $\boxed{\Delta\vec{P}_1 = -\Delta\vec{P}_2}$

Είδη Κρούσεων

Ανάλογα με την διεύθυνση των ταχυτήτων των σωμάτων ΠΡΙΝ την κρούση

Κεντρική ή Μετωπική 

Οι ταχύτητες των σωμάτων βρίσκονται πάνω στον ίδιο φορέα

Έκκεντρη 

Οι ταχύτητες των σωμάτων έχουν παράλληλους φορείς

Πλάγια 

Οι ταχύτητες των σωμάτων έχουν φορείς που τέμνονται

Ανάλογα με το αν διατηρείται η μηχανική ενέργεια των σωμάτων που συγκρούονται

Ελαστική $K_{ολ(π)} = K_{ολ(μ)}$

Η μηχανική ενέργεια του συστήματος διατηρείται

Ανελαστική $E_{απωλ} = K_{ολ(π)} - K_{ολ(μ)}$

Η μηχανική ενέργεια του συστήματος ΔΕΝ διατηρείται

Αν σχηματισθεί συσσωμάτωμα η κρούση ονομάζεται **πλαστική**

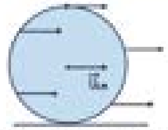
Στερεό

Μήκος Τόξου	$s = \theta \cdot R$	
Γωνιακή Ταχύτητα Ομαλής Στροφικής	$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$	Στην ομαλή στροφική η γωνιακή ταχύτητα είναι σταθερή
Γραμμική Ταχύτητα λόγω Περιστροφής	$\upsilon_{\pi} = \omega R$	Είναι εφαπτομενική στην κυκλική τροχιά και εξαρτάται από την ακτίνα της κυκλικής τροχιάς που διαγράφει το σημείο
Γωνιακή Επιτάχυνση	$a_{\gamma\omega\nu} = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$	Εκφράζει τον ρυθμό μεταβολής της γωνιακής ταχύτητας
Γωνία στην Ομαλά Μεταβαλλόμενη Στροφική	$\Delta\theta = \omega_o t \pm \frac{1}{2} a_{\gamma\omega\nu} t^2$	
Γωνιακή Ταχύτητα στην Ομαλά Μεταβαλλόμενη Στροφική	$\omega = \omega_0 \pm \alpha_{\gamma\omega\nu} t$	
Μετατόπιση Κέντρου Μάζας στην Ομαλά Μεταβαλλόμενη Μεταφορική	$\Delta x_{cm} = \upsilon_0 t \pm \frac{1}{2} a_{cm} t^2$	
Ταχύτητα Κέντρου Μάζας στην Ομαλά Μεταβαλλόμενη Μεταφορική	$\upsilon_{cm} = \upsilon_0 \pm \alpha_{cm} t$	
Συνθήκες Κύλισης Χωρίς Ολίσθηση	$x_{cm} = \theta R$	R είναι η απόσταση του κέντρου μάζας του σώματος από το ‘έδαφος’ (από το σημείο το οποίο έχει μηδενική συνισταμένη ταχύτητα)
	$\upsilon_{cm} = \omega R$	
	$a_{cm} = a_{\gamma\omega\nu} R$	
Ροπή Δύναμης	$\tau_F = F \cdot l$	Το γινόμενο της δύναμης επί την απόσταση του άξονα περιστροφής από το φορέα της δύναμης
Ροπή Ζεύγους Δυνάμεων	$\tau_F = F \cdot d$	d είναι η απόσταση των φορέων των δυνάμεων του ζεύγους – Ανεξάρτητη από τον άξονα περιστροφής
Στροφορμή υλικού σημείου	$L = m\upsilon R$	Έχει διεύθυνση που είναι κάθετη στην περιστροφή (παράλληλη στον άξονα περιστροφής) και η φορά της υπολογίζεται από τον κανόνα του δεξιού χεριού
Ρυθμός μεταβολής στροφορμής	$\frac{dL}{dt} = \Sigma\tau$	

ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΗ ΣΤΕΡΕΟΥ

ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΗ

Κάθε ευθύγραμμο τμήμα που συνδέει δύο τυχαία σημεία του μετατοπίζεται παράλληλα στον εαυτό του



Όλα τα σημεία του στερεού έχουν ταχύτητα ίση με αυτή που έχει το κέντρο μάζας του

ΕΟΚ

$$v_{cm} = \frac{\Delta x_{cm}}{\Delta t}$$

ΕΟΜΚ

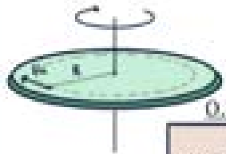
$$\alpha_{cm} = \frac{\Delta v_{cm}}{\Delta t}$$

$$v_{cm} = v_{cm(0)} \pm \alpha_{cm} t$$

$$\Delta x_{cm} = v_{cm(0)} t \pm \frac{1}{2}\alpha_{cm} t^2$$

ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΗ

Όλα τα σημεία του δίσκου έχουν την ίδια γωνιακή ταχύτητα, αλλά διαφορετική γραμμική



Τα σημεία τα οποία ανήκουν στον άξονα περιστροφής είναι ακίνητα, ενώ τα υπόλοιπα εκτελούν κυκλική κίνηση με διαφορετικές ακτίνες

Ο.Π.

$$\omega = \frac{\Delta \theta}{\Delta t}$$

Ο.Μ.Π.

$$\alpha_{\gamma\omega\nu} = \frac{\Delta \omega}{\Delta t}$$

$$\omega = \omega_0 \pm \alpha_{\gamma\omega\nu} t$$

$$\Delta \theta = \omega t \pm \frac{1}{2}\alpha_{\gamma\omega\nu} t^2$$

Από γωνιακά σε ... γραμμικά!

$$s = \theta \cdot R$$

$$v_\varepsilon = \omega \cdot R$$

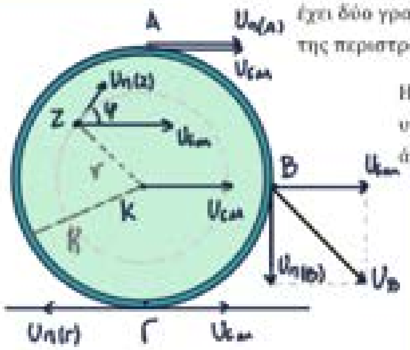
$$\alpha_\varepsilon = \alpha_{\gamma\omega\nu} \cdot R$$

$\vec{\alpha}_\varepsilon \to$ αλλάζει το μέτρο της $\vec{v}_\varepsilon$

$\vec{\alpha}_\kappa \to$ αλλάζει τη φορά της $\vec{v}_\varepsilon$

$\vec{\alpha}_{\gamma\omega\nu} \to$ αλλάζει την $\vec{\omega}$

ΣΥΝΘΕΤΗ



Κάθε σημείο του δίσκου (εκτός του κέντρου του Κ) έχει δύο γραμμικές ταχύτητες. Μία εξαιτίας της περιστροφής και μία εξαιτίας της μεταφοράς

Η ταχύτητα που έχει κάθε σημείο υπολογίζεται απο το διανυσματικό άθροισμα των δύο επιμέρους ταχυτήτων

$v_A = v_{cm} + v_{\pi(A)}$, αφού είναι ομόρροπες

$v_\Gamma = v_{cm} - v_{\pi(\Gamma)}$, αφού είναι αντίρροπες

$v_B = \sqrt{v_{cm}^2 + v_{\pi(B)}^2}$, αφού είναι κάθετες

$v_Z = \sqrt{v_{cm}^2 + v_{\pi(Z)}^2 + 2 v_{cm} v_{\pi(Z)} \sigma\upsilon\nu\varphi}$

Συνθήκες Κύλισης Χωρίς Ολίσθηση

$$x_{cm} = \theta \cdot R$$

$$v_{cm} = \omega \cdot R$$

$$\alpha_{cm} = \alpha_{\gamma\omega\nu} \cdot R$$

όπου R, η ακτίνα που 'πατάει' στο έδαφος

Όταν ένα στερεό κυλίεται χωρίς να ολισθαίνει, η ταχύτητα του σήμειου που κάθε στιγμή βρίσκεται σε επαφή με το δάπεδο είναι ίση με μηδέν

$$v_{\pi(\Gamma)} = \omega R$$

$$v_{cm} = \omega R$$

Άρα $v_\Gamma = 0$

ΡΟΠΗ ΔΥΝΑΜΗΣ

Έχει μονάδα μέτρησης το 1 N·m

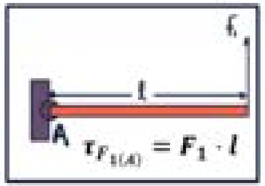
Υπολογίζεται πάντα ως προς άξονα περιστροφής ή ως προς σημείο

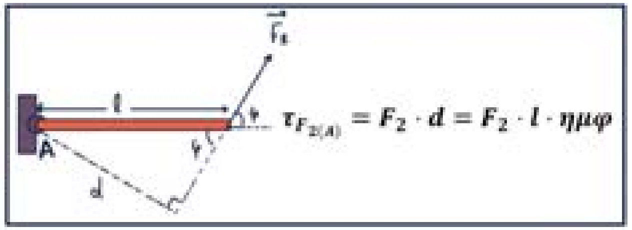
$\tau_{F(A)} = F \cdot d$

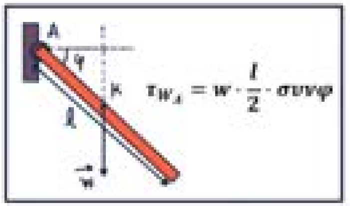
Είναι διάνυσμα με διεύθυνση ίδια με τον άξονα περιστροφής και φορά που καθορίζεται απο τον κανόνα του δεξιού χεριού

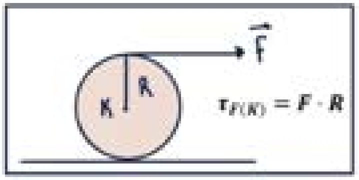
Εκφράζει την ικανότητα μιας δύναμης να περιστρέφει ένα σώμα

Είναι μηδενική όταν ο φορέας της δύναμης
1) τέμνει τον άξονα περιστροφής
2) ειναι παράλληλος με τον άξονα περιστροφής









Υπολογίζουμε την απόσταση του **φορέα** της δύναμης και **όχι** την απόσταση του **σημείου εφαρμογής** από τον άξονα περιστροφής

Ταλαντώσεις		
Περίοδος	$T = \frac{\Delta t}{N} = \frac{1}{f} = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{D}}$	Ο χρόνος που διαρκεί **μία** ταλάντωση
Συχνότητα	$f = \frac{N}{\Delta t} = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{D}{m}}$	Ο αριθμός των ταλαντώσεων που εκτελούνται ανά μονάδα χρόνου
Γωνιακή Συχνότητα	$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f = \sqrt{\frac{D}{m}}$	
Φάση Ταλάντωσης	$\varphi = \omega t + \varphi_0$	Για $t = 0$ προκύπτει η αρχική φάση της ταλάντωσης, που μας πληροφορεί για την εκκίνησή της
Εξίσωση Απομάκρυνσης	$x = A\eta\mu(\omega t + \varphi_0)$	Η απομάκρυνση του σώματος που ταλαντώνεται από τη θέση ισορροπίας του σε συνάρτηση με τον χρόνο
Εξίσωση Ταχύτητας	$\upsilon = \omega A\sigma\upsilon\nu(\omega t + \varphi_0)$	Η ταχύτητα του σώματος που ταλαντώνεται σε συνάρτηση με τον χρόνο
Εξίσωση Επιτάχυνσης	$\alpha = -\omega^2 A\eta\mu(\omega t + \varphi_0)$	Η επιτάχυνση του σώματος που ταλαντώνεται σε συνάρτηση με τον χρόνο
	$\alpha = -\omega^2 x$	Η επιτάχυνση του σώματος που ταλαντώνεται έχει πάντα αντίθετο πρόσημο από το πρόσημο της απομάκρυνσης
Σταθερά Επαναφοράς	$D = m\omega^2$	Ανεξάρτητη από τη μάζα του σώματος που ταλαντώνεται
Δύναμη Επαναφοράς	$F_{\varepsilon\pi} = \Sigma F = -Dx$	Ανάλογη με την απομάκρυνση από τη Θ.Ι. και έχεις συνεχώς αντίθετη φορά
	$F_{\varepsilon\pi} = -DA\eta\mu(\omega t + \varphi_0)$	
Ενέργεια Ταλάντωσης	$E = K + U = \frac{1}{2}DA^2 = \frac{1}{2}m\upsilon_{max}^2$	Η ενέργεια ταλάντωσης είναι σταθερή και είναι συνεχώς ίση με το άθροισμα της κινητικής και δυναμικής ενέργειας

Κινητική Ενέργεια	$K = \frac{1}{2}mv^2 = K_{max}\sigma\upsilon\nu^2(\omega t + \varphi_0)$	
Δυναμική Ενέργεια	$U = \frac{1}{2}Dx^2 = U_{max}\eta\mu^2(\omega t + \varphi_0)$	
Σχέση ταχύτητας απομάκρυνσης	$\upsilon = \pm\omega\sqrt{A^2 - x^2}$	Με απόδειξη
Έργο Δύναμης Επαναφοράς	$W_{F_{\varepsilon\pi}} = -\Delta U = \Delta K$	Η δύναμη επαναφοράς είναι συντηρητική δύναμη
Δύναμη Ελατηρίου	$F_{\varepsilon\lambda} = -kd$	d είναι η παραμόρφωση του ελατηρίου
Δυναμική ενέργεια Ελατηρίου	$U_{\varepsilon\lambda} = \frac{1}{2}kd^2$	
Έργο Δύναμης Ελατηρίου	$W_{F_{\varepsilon\lambda}} = -\Delta U_{\varepsilon\lambda}$	Η δύναμη ελατηρίου είναι συντηρητική δύναμη
Ρυθμός Μεταβολής Ορμής	$\frac{dp}{dt} = \Sigma F = F_{\varepsilon\pi} = -Dx$	
Ρυθμός Μεταβολής Κινητικής Ενέργειας	$\frac{dK}{dt} = \Sigma F \cdot \upsilon = -Dx\upsilon$	
Ρυθμός Μεταβολής Δυναμικής Ενέργειας Ταλάντωσης	$\frac{dU}{dt} = -\frac{dK}{dt}$	Όσο αυξάνεται η κινητική ενέργεια του σώματος, μειώνεται η δυναμική ενέργεια της ταλάντωσης και αντίστροφα
Φθίνουσες		
Χρονική Εξίσωση Πλάτους	$A = A_0e^{-\Lambda t}$	Αν η δύναμη απόσβεσης της φθίνουσας ταλάντωσης είναι της μορφής $F = -b\upsilon$ τότε το πλάτος μειώνεται εκθετικά με τον χρόνο
Λόγος Διαδοχικών Πλατών	$\frac{A_0}{A_1} = \frac{A_1}{A_2} = \cdots$	Ο λόγος διαδοχικών πλατών προς την ίδια κατεύθυνση είναι σταθερός

Ενέργεια	$E = E_0 e^{-2\Lambda t}$	Η ενέργεια φθίνουσας ταλάντωσης μειώνεται εκθετικά. Ο τύπος χρειάζεται απόδειξη
Εξαναγκασμένες		
Συχνότητα ταλάντωσης	$f_{ταλαντ} = f\_διεγέρτη$	Η συχνότητα μιας εξαναγκασμένης ταλάντωσης είναι πάντα ίση με την συχνότητα του διεγέρτη
Ιδιοσυχνότητα	$f_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{D}{m}}$	Η συχνότητα που θα είχε το σύστημα αν εκτελούσε ελεύθερη ταλάντωση

ΧΡΟΝΙΚΕΣ ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ

$$x = A\eta\mu(\omega t + \varphi_0)$$

$$\upsilon = \upsilon_{max}\sigma\upsilon\nu(\omega t + \varphi_0),\ \upsilon_{max} = \omega A$$

$$\alpha = -\alpha_{max}\eta\mu(\omega t + \varphi_0),\ \alpha_{max} = -\omega^2 A$$

$$\varphi_0 = 0$$

Όταν για $t = 0$ το σώμα διέρχεται από τη θέση ισορροπίας ($x = 0$) με θετική ταχύτητα

ΔΥΝΑΜΗ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ $F_{\varepsilon\pi} = \Sigma F = -Dx$

- Είναι η συνισταμένη δύναμη που δέχεται το σώμα
- Είναι πάντα αντίθετη με την απομάκρυνση από τη Θ.Ι.
- Μέτρο ανάλογο της απομάκρυνσης από τη Θ.Ι.

ΣΧΕΣΕΙΣ

$$\alpha = -\omega^2 x$$

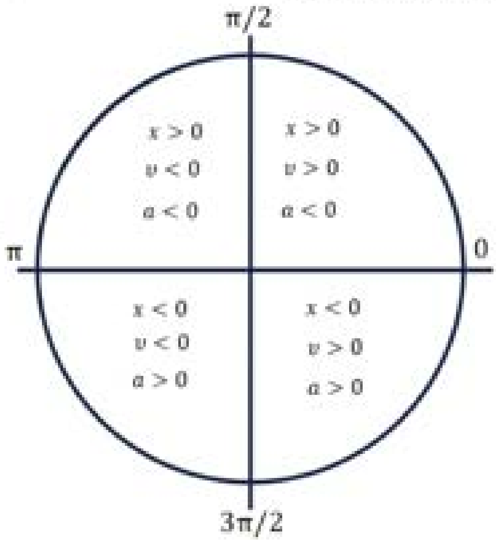
$$\upsilon = \pm\omega\sqrt{A^2 - x^2}$$

ΑΠΛΗ ΑΡΜΟΝΙΚΗ ΤΑΛΑΝΤΩΣΗ

ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΤΑΛΑΝΤΩΣΗΣ

$$E = \begin{cases} K + U \\ U_{max} = \frac{1}{2}Dx^2 \\ K_{max} = \frac{1}{2}m\upsilon_{max}^2 \end{cases}$$

Είναι πάντα ίση με το άθροισμα της κινητικής και της δυναμικής ενέργειας ταλάντωσης



ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ

ΕΛΕΥΘΕΡΕΣ

Το σύστημα διεγείρεται μία φορά και αφήνεται ελεύθερο να κινηθεί

ΑΜΕΙΩΤΕΣ ($b = 0$)

Το σύστημα ταλαντώνεται χωρίς αποσβέσεις

Το πλάτος και η ενέργεια παραμένουν **σταθερά**

Η συχνότητα εξαρτάται από τα φυσικά χαρακτηριστικά

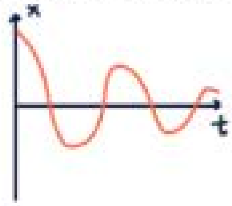
ΦΘΙΝΟΥΣΕΣ ($b \neq 0$)

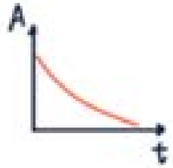
Στο σύστημα δρα δύναμη απόσβεσης → $F_{αντ} = -bv$

Το πλάτος και η ενέργεια μειώνονται **εκθετικά** → $A = A_0 e^{-\Lambda t}$

Η συχνότητα είναι ίση με της αμείωτης αν το b είναι μικρό

Εξαρτάται από 1) σχήμα 2) μέγεθος 3) ιδιότητες του μέσου





ΕΞΑΝΑΓΚΑΣΜΕΝΕΣ

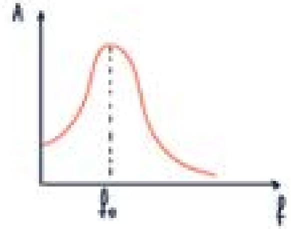
Στο σύστημα δρα εξωτερική **περιοδική** δύναμη – ο **διεγέρτης**

Το πλάτος της ταλάντωσης **εξαρτάται** από τη συχνότητα του διεγέρτη

Το πλάτος είναι σταθερό με την πάροδο του χρόνου

Η συχνότητα ταλάντωσης είναι **ίση** με τη συχνότητα του διεγέρτη

Αν $f_\delta = f_0$ το σύστημα βρίσκεται σε <u>συντονισμό</u> και το πλάτος είναι μέγιστο



Κύματα		
Θεμελιώδης εξίσωση κυματικής	$\boldsymbol{\upsilon = \lambda \cdot f}$	Η ταχύτητα διάδοσης είναι ανεξάρτητη από τη συχνότητα του κύματος. Το μήκος κύματος αλλάζει όταν αλλάξει είτε η ταχύτητα είτε η συχνότητα
Ταχύτητα διάδοσης	$\boldsymbol{\upsilon = \frac{\Delta x}{\Delta t}}$	Η ταχύτητα διάδοσης εξαρτάται μόνο από το μέσο διάδοσης. Για το ίδιο μέσο, η ταχύτητα είναι σταθερή
Εξίσωση αρμονικού κύματος	$\boldsymbol{y = A\eta\mu 2\pi\left(\frac{t}{T} \pm \frac{x}{\lambda}\right)}$	Το $(-)$ αναφέρεται σε κύμα που διαδίδεται προς τα θετικά του άξονα και το $(+)$ σε κύμα που διαδίδεται προς τα αρνητικά
Εξίσωση φάσης κύματος	$\boldsymbol{\varphi = 2\pi\left(\frac{t}{T} \pm \frac{x}{\lambda}\right)}$	
Διαφορά φάσης	$\boldsymbol{\Delta\varphi = 2\pi\frac{\Delta x}{\lambda}}$	Δύο σημείων την ίδια χρονική στιγμή
	$\boldsymbol{\Delta\varphi = 2\pi\frac{\Delta t}{T}}$	Δύο χρονικών στιγμών για το ίδιο σημείο
Συμβολή Κυμάτων		
Ενισχυτική Συμβολή	$\boldsymbol{r_1 - r_2 = N\lambda}$	Τα σημεία στα οποία η διαφορά των αποστάσεων τους από τις πηγές είναι ακέραια λ, έχουν πλάτος 2Α
Αποσβεστική Συμβολή	$\boldsymbol{r_1 - r_2 = (2N+1)\frac{\lambda}{2}}$	Τα σημεία στα οποία η διαφορά των αποστάσεων τους από τις πηγές περιττό πολλαπλάσιο του λ/2, δεν ταλαντώνονται
Στάσιμο		
Εξίσωση Στάσιμου	$\boldsymbol{y = 2A\sigma\upsilon\nu\left(2\pi\frac{x}{\lambda}\right)\eta\mu\left(2\pi\frac{t}{T}\right)}$	Σχηματίζεται από δύο πανομοιότυπα κύματα που διαδίδονται με αντίθετες κατευθύνσεις στο ίδιο ελαστικό μέσο
Πλάτος	$\boldsymbol{A' = \left\lvert 2A\sigma\upsilon\nu\left(2\pi\frac{x}{\lambda}\right)\right\rvert}$	Το πλάτος της ταλάντωσης εξαρτάται από τη θέση του σημείου
Θέσεις Κοιλιών	$\boldsymbol{x = \kappa\frac{\lambda}{2}}$	Τα σημεία τα οποία ταλαντώνονται με πλάτος 2Α
Θέσεις Δεσμών	$\boldsymbol{x = (2\kappa+1)\frac{\lambda}{4}}$	Τα σημεία τα οποία παραμένουν διαρκώς ακίνητα

ΑΡΜΟΝΙΚΟ ΚΥΜΑ

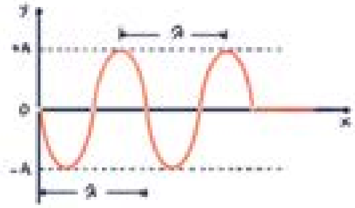
Η διάδοση μιας διαταραχής

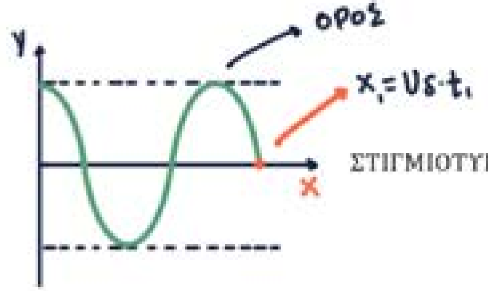
Το κύμα διαδίδεται στον άξονα $x'x$ **και** λ είναι η απόσταση που διανύει σε χρόνο ίσο με μια **περίοδο**

Όλα τα σημεία του ελαστικού μέσου ταλαντώνονται στον άξονα y (για εγκάρσια) και $4A$ είναι η απόσταση που διανύει το καθένα σε χρόνο ίσο με μια περίοδο

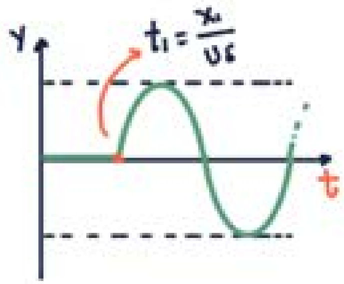
λ είναι η απόσταση που διανύει το κύμα (στον άξονα x) σε χρόνο ίσο με μια **περίοδο**

Όλα τα σημεία θα εκτελέσουν την ίδια **ταλάντωση** με την πηγή (ίδια A, f, T, φ_0) αλλά **αργότερα από αυτή**, δηλαδή με **καθυστέρηση**





ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ



ΤΑΛΑΝΤΩΣΗ

Κοιλάδα με κοιλάδα απέχουν οριζόντια απόσταση ίση με λ

Όρος με όρος απέχουν οριζόντια απόσταση ίση με λ

Όρος με κοιλάδα απέχουν οριζόντια απόσταση ίση με $\frac{\lambda}{2}$

ΣΥΜΒΟΛΗ ΚΥΜΑΤΩΝ

<u>Αρχή της Επαλληλίας</u>: η απομάκρυνση ενός σωματιδίου του μέσου είναι ίση με τη συνισταμένη των απομακρύνσεων που οφείλεται στα επί μέρους κύματα

$$\boldsymbol{y = y_1 + y_2}$$

Το αποτέλεσμα της ταυτόχρονης διάδοσης δύο ή περισσότερων κυμάτων στην ίδια περιοχή ενός ελαστικού μέσου ονομάζεται **συμβολή**.

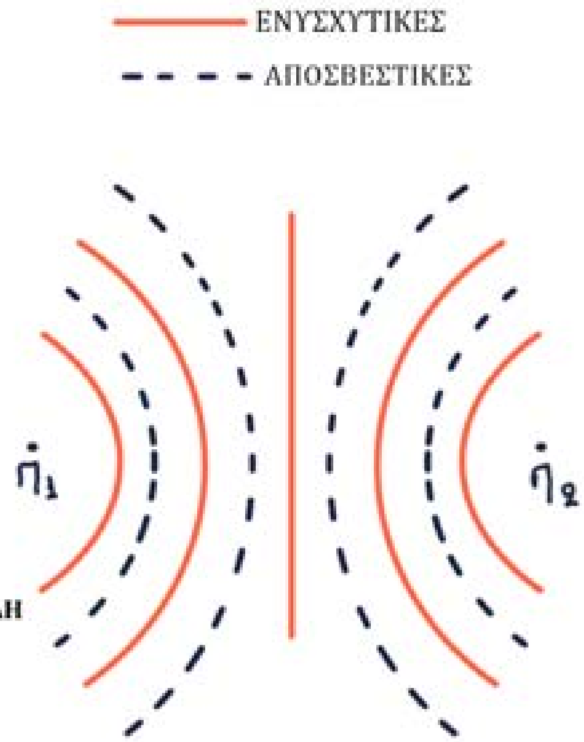
α) Τα κύματα διέρχονται το ένα μέσα από το άλλο χωρίς να μεταβάλλονται
β) Τα κύματα δεν αλληλεπιδρούν μεταξύ τους
γ) Κάθε κύμα διαδίδεται σα να μην υπήρχε το άλλο
δ) Η συνεισφορά κάθε κύματος στην απομάκρυνση κάθε σημείου του μέσου από τη θέση ισορροπίας του είναι ανεξάρτητη από την παρουσία του άλλου κύματος

ΕΝΙΣΧΥΤΙΚΗ ΣΥΜΒΟΛΗ

- Όρος – όρος ή κοιλάδα – κοιλάδα
- $A' = 2A$
- $r_1 - r_2 = \kappa\lambda, (\kappa = 0 \pm 1, \pm 2, \dots)$
- $t_1 - t_2 = \kappa T, (\kappa = 0 \pm 1, \pm 2, \dots)$

ΑΠΟΣΒΕΣΤΙΚΗ ΣΥΜΒΟΛΗ

- Όρος – κοιλάδα
- $A' = 0$
- $r_1 - r_2 = (2\kappa + 1)\frac{\lambda}{2}$
- $t_1 - t_2 = (2\kappa + 1)\frac{T}{2}$



ΣΤΑΣΙΜΟ

Το αποτέλεσμα συμβολής δύο ίδιων κυμάτων που διαδίδονται στο ίδιο ελαστικό μέσο με αντίθετες ταχύτητες είναι το **στάσιμο κύμα**

$$y = A\sigma\upsilon\nu\left(\frac{2\pi x}{\lambda}\right)\eta\mu\left(\frac{2\pi t}{T}\right)$$

Το πλάτος εξαρτάται από τη θέση του υλικού σημείου

$$A = 2A\left|\frac{\sigma\upsilon\nu 2\pi x}{\lambda}\right|$$

<u>Τα σημεία που ταλαντώνονται:</u>

- Έχει το κάθε σημείο του δικό του πλάτος
- Όλα τα σημεία έχουν εκτελέσει τον ίδιο αριθμό ταλαντώσεων

<u>Κοιλίες</u>

- $A' = 2A$
- $x_{\kappa o\iota\lambda\iota\acute{\omega}\nu} = \kappa\frac{\lambda}{2}$ $(\kappa = 0 \pm 1, \pm 2, \ldots)$

<u>Δεσμοί</u>

- $A' = 0$
- $x_{\delta\varepsilon\sigma\mu\acute{\omega}\nu} = (2\kappa + 1)\frac{\lambda}{4}$

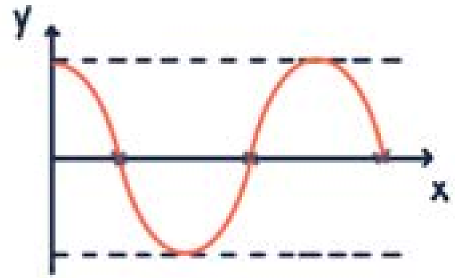
Διαφορά φάσης

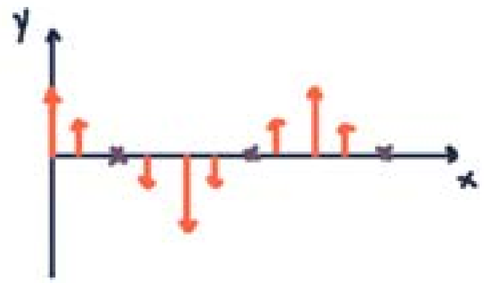
- Σημεία μεταξύ δύο δεσμών: $\boldsymbol{\Delta\varphi = 0}$
- Σημεία δεξιά και αριστερά από δεσμό $\boldsymbol{\Delta\varphi = \pi\ rad}$

Κοιλία – Κοιλία: $\boldsymbol{\Delta x = \frac{\lambda}{2}}$

Δεσμός – Δεσμός: $\boldsymbol{\Delta x = \frac{\lambda}{2}}$

Κοιλία – Δεσμός: $\boldsymbol{\Delta x = \frac{\lambda}{4}}$





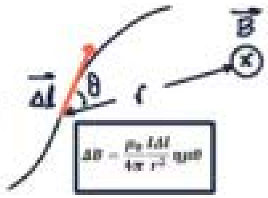
ΔΕΝ ΔΙΑΔΙΔΕΤΑΙ!

Μαγνητικό πεδίο - Μαγνητικές Δυνάμεις

Νόμος Biot - Savart	$\Delta B = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I\Delta l}{r^2}\eta\mu\theta$	Το μέτρο της έντασης μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί ένα στοιχειώδες τμήμα του αγωγού
	$B = \sum \Delta B$	Για να βρούμε τη συνολική ένταση του μαγνητικού πεδίου αθροίζουμε όλες τις εντάσεις των στοιχειωδών τμημάτων του αγωγού
Ευθύγραμμος αγωγός απείρου μήκους	$B = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2I}{r}$	Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου είναι ανάλογη με την ένταση I του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό και αντιστρόφως ανάλογο με την απόσταση α από τον αγωγό
Κυκλικός αγωγός	$B = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2\pi I}{\alpha}$	Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου είναι ανάλογο με την ένταση I του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό και αντιστρόφως ανάλογη με την ακτίνα του αγωγού. Ο τύπος μας δίνει την ένταση στο **κέντρο** του αγωγού
Νόμος του Ampere	$\sum B \cdot dl \cdot \sigma\upsilon\nu\varphi = \mu_0 I_{\pi\varepsilon\rho}$	Κατά μήκος κλειστής διαδρομής S, το άθροισμα των εσωτερικών γινομένων $\sum \vec{B} \cdot d\vec{l}$ ισούται με το γινόμενο $\mu_0 I_{\pi\varepsilon\rho}$, όπου $I_{\pi\varepsilon\rho}$ είναι το αλγεβρικό άθροισμα των ρευμάτων που διέρχονται από την επιφάνεια η οποία περιβάλλεται από την κλειστή διαδρομή S.
Σωληνοειδές	$B = \mu_0 I \frac{N}{l} = \mu_0 I n$	Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου σωληνοειδούς στο εσωτερικό του για σημεία κοντά στο κέντρο του. $n = \frac{N}{l}$ η πυκνότητα σπειρών
Δύναμη Lorentz	$F_\mu = B\upsilon\lvert q\rvert\eta\mu\varphi$	Το μέτρο της μαγνητικής δύναμης εξαρτάται από τη γωνία φ που σχηματίζει η ταχύτητα του φορτισμένου σωματιδίου με τη διεύθυνση των μαγνητικών γραμμών. Η φορά της δύναμης είναι κάθετη και στην ταχύτητα και στις δυναμικές γραμμές
Ακτίνα	$R = \frac{m\upsilon}{B\lvert q\rvert}$	Η ακτίνα της κυκλικής τροχιάς είναι ανάλογη με το μέτρο της ταχύτητας και αντιστρόφως ανάλογη με το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου
Περίοδος	$T = \frac{2\pi m}{B\lvert q\rvert}$	Η περίοδος της κυκλικής κίνησης είναι ανεξάρτητη από το μέτρο της ταχύτητας εισόδου του σωματιδίου στο μαγνητικό πεδίο
Βήμα έλικας	$\beta = \upsilon_\pi T$	υ_π είναι η συνιστώσα της ταχύτητας που είναι παράλληλη στις δυναμικές γραμμές
Δύναμη Laplace	$F_L = B \cdot I \cdot l \cdot \eta\mu\varphi$	φ η γωνία που σχηματίζει ο αγωγός με τις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου
Δύναμη μεταξύ παράλληλων ευθύγραμμων ρευματοφόρων αγωγών	$F_{L,1} = F_{L,2} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2I_1 I_2}{d} \cdot l$	Οι αγωγοί που απέχουν απόσταση d και διαρρέονται από ομόρροπα ρεύματα έλκονται, ενώ αν τα ρεύματα είναι αντίρροπα απωθούνται

Μαγνητικό πεδίο ρευματοφόρων αγωγών — BIOT SAVART

Αν ένας αγωγός διαρρέεται από ρεύμα έντασης I, ένα πολύ μικρό τμήμα του, μήκους Δl, δημιουργεί σε ένα σημείο Α που απέχει απόσταση r από το τμήμα Δl μαγνητικό πεδίο ΔΒ μέτρου



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

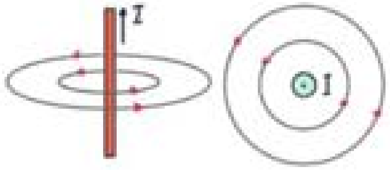
Για να βρούμε το μαγνητικό πεδίο που δημιουργεί ολόκληρος ο αγωγός σε ένα σημείο αθροίζουμε όλα τα στοιχειώδη $\Delta\vec{B}$

$$B = \sum \Delta B$$

Ευθύγραμμου απείρου μήκους

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2I}{r}$$

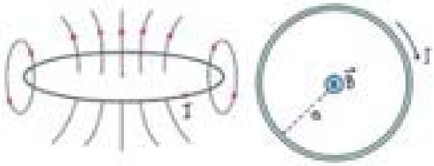
- Το μέτρο της $\vec{B}$ είναι ανάλογο της I και αντιστρόφως ανάλογο της απόστασης από τον αγωγό
- Οι μαγνητικές γραμμές είναι ομόκεντροι κύκλοι, με κέντρο τον αγωγό
- Η φορά της $\vec{B}$ είναι τα 4 δάκτυλα του δεξιού χεριού ενώ η φορά του ρεύματος είναι ο αντίχειρας



Κυκλικού αγωγού

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2\pi I}{r}$$

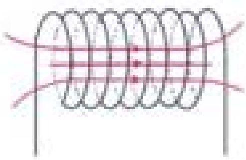
- Το μέτρο της $\vec{B}$ είναι ανάλογο της I και αντιστρόφως ανάλογο της ακτίνας του κυκλικού αγωγού. Η σχέση ισχύει ΜΟΝΟ για το κέντρο του κύκλου
- Οι μαγνητικές γραμμές τέμνουν κάθετα το επί $B = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2I}{r}$ κυκλικού αγωγού
- Η φορά της $\vec{B}$ είναι ο αντίχειρας του δεξιού χεριού ενώ η φορά του ρεύματος τα 4 δάκτυλα



Σωληνοειδές

$$B = \mu_0 I n$$

- Το μέτρο της $\vec{B}$ είναι ανάλογο της I και στο εσωτερικό του σωληνοειδούς το πεδίο είναι ομογενές
- Ισχύει $B_{\alpha\kappa\rho} = \frac{B}{2}$ στις άκρες του
- Η φορά της $\vec{B}$ είναι ο αντίχειρας του δεξιού χεριού ενώ η φορά του ρεύματος τα 4 δάκτυλα

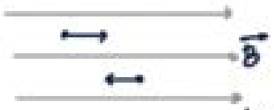


ΔΥΝΑΜΗ LORENTZ

- Είναι η δύναμη που δέχεται από το μαγνητικό πεδίο ένα κινούμενο φορτισμένο σωματίδιο
- $F_{LOR} = B \cdot v \cdot |q| \cdot \eta\mu\theta$

Η $\vec{F}_{LOR}$ είναι ο μέσος, ο δείκτης έχει τη φορά της $\vec{B}$ και ο αντίχειρας έχει τη φορά της ταχύτητας **θετικού** φορτίου

- Η δύναμη Lorentz είναι **μηδενική**:



Αν το σωματίδιο κινείται εκτός μαγνητικού πεδίου

Αν το σωματίδιο βρίσκεται ακίνητο μέσα στο πεδίο

Αν το σωματίδιο κινείται παράλληλα στις γραμμές ($\theta = 0°$ ή $\theta = 180°$)

- Αν $\theta = 90°$ τότε

Η $\vec{F}_{LOR}$ παίζει τον ρόλο της κεντρομόλου δύναμης

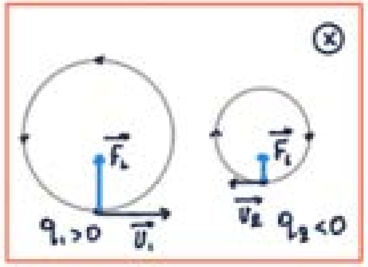
Το σωματίδιο εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση με

Ακτίνα $R = \frac{mv}{B|q|}$ Περίοδο $T = \frac{2\pi m}{B|q|}$

Η ακτίνα είναι ανάλογη με την ταχύτητα

Η περίοδος είναι **ανεξάρτητη** από την ταχύτητα

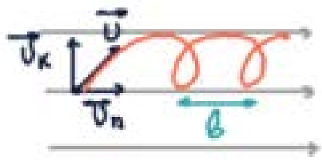
Η ακτίνα και η περίοδος είναι **αντιστρόφως ανάλογα** με την ένταση του πεδίου $\vec{B}$



- Αν $0° < \theta < 90°$

Το σωματίδιο εκτελεί **ελικοειδή κίνηση**

Βήμα έλικας: $\beta = v_{\pi} \cdot T$



Επειδή η δύναμη Lorentz είναι πάντα κάθετη στην ταχύτητα το έργο της είναι **μηδενικό** $W_{F_{LOR}} = 0$

Δύναμη Laplace

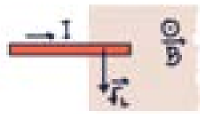
Είναι η δύναμη που δέχεται ένας ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός όταν βρεθεί μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο

Μέτρο: $\boxed{F_L = BIl\eta\mu\varphi}$ όπου φ η γωνία μεταξύ της $\vec{B}$ και του αγωγού

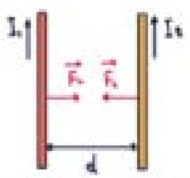
Διεύθυνση: Κάθετη και στον αγωγό και στις μαγνητικές γραμμές

Η φορά της υπολογίζεται με τον κανόνα των 3ων δακτύλων $\vec{F}_L$ ο μέσος, $\vec{B}$ ο δείκτης και I ο αντίχειρας του δεξιού χεριού

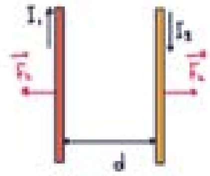
Ασκείται στο μέσο του αγωγού που βρίσκεται μέσα στο μαγνητικό πεδίο και πάντα κάθετα σε αυτόν



$$\boxed{F_L = k_\mu \frac{2I_1I_2}{d}l}$$



Ομόρροπα = Έλκονται



Αντίρροπα=Απωθούνται

Η δύναμη ανάμεσα σε 2 παράλληλους ευθύγραμμους αγωγούς απείρου μήκους που διαρρέονται από ρεύμα

Μαγνητική Επαγωγή		
Μαγνητική ροή	$\Phi = BA\sigma\upsilon\nu\theta$	Το πλήθος των μαγνητικών γραμμών που εισέρχονται σε μια επιφάνεια με εμβαδό Α. Η γωνία θ είναι η γωνία που σχηματίζει το κάθετο διάνυσμα $\vec{A}$ με τις μαγνητικές γραμμές
Νόμος Faraday	$E_{\varepsilon\pi} = -N\frac{d\Phi}{dt}$	Η ΗΕΔ από επαγωγή που εμφανίζεται είναι ανάλογη με τον ρυθμό μεταβολής της μαγνητικής ροής
Επαγωγικό ρεύμα	$I_{\varepsilon\pi} = \frac{E_{\varepsilon\pi}}{R_{o\lambda}}$	Στην περίπτωση κλειστού κυκλώματος, η μεταβολή της μαγνητικής ροής συνοδεύεται από τη δημιουργία ρεύματος, για όσο χρονικό διάστημα διαρκεί η μεταβολή αυτή
Επαγωγικό φορτίο	$q_{\varepsilon\pi} = -\frac{\Delta\Phi}{R_{o\lambda}}N$	Το ποσό του επαγωγικού φορτίου που διαρρέει το κύκλωμα εξαιτίας της μεταβολής της μαγνητικής ροής
Επαγωγή σε στρεφόμενη ράβδο	$E_{\varepsilon\pi} = \frac{1}{2}B\omega l^2$	Η ΗΕΔ από επαγωγή που αναπτύσσεται σε ευθύγραμμο αγωγό που στρέφεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, κάθετα στις μαγνητικές γραμμές
Επαγωγή σε στρεφόμενο δίσκο	$E_{\varepsilon\pi} = \frac{1}{2}B\omega r^2$	Η ΗΕΔ από επαγωγή που αναπτύσσεται σε οποιοδήποτε σημείο της περιφέρειας ομογενούς δίσκου που στρέφεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, κάθετα στις μαγνητικές γραμμές
Μαγνητική ροή σε ομαλά περιστρεφόμενο πλαίσιο	$\Phi = BA\sigma\upsilon\nu\omega t$	Η μαγνητική ροή σε συνάρτηση με τον χρόνο για ένα πλαίσιο που περιστρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω
Εναλλασσόμενη ΗΕΔ από επαγωγή	$E_{\varepsilon\pi} = N\omega BA\eta\mu(\omega t)$	Η τάση αυτή προκύπτει από το νόμο του Faraday για την παραπάνω μαγνητική ροή
Εναλλασσόμενη τάση	$\upsilon = V\eta\mu(\omega t)$	Η τάση που αναπτύσσεται στα άκρα του πλαισίου
Πλάτος εναλλασσόμενης τάσης	$V = N\omega BA$	Όταν το περιστρεφόμενο πλαίσιο δεν διαρρέεται από ρεύμα ή διαρρέεται αλλά έχει αμελητέα ωμική αντίσταση, η ΗΕΔ από επαγωγή ισούται με την τάση στα άκρα του. Το πλάτος της τάσης ισούται με το πλάτος της ΗΕΔ από επαγωγή
Εναλλασσόμενη ένταση	$i = I\eta\mu(\omega t)$	
Πλάτος εναλλασσόμενης έντασης	$I = \frac{V}{R}$	Ισχύει ο νόμος του Ωμ

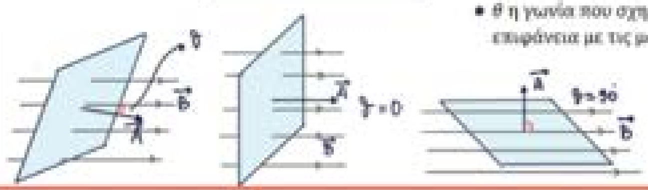
Ενεργός τιμή εναλλασσόμενης έντασης	$I_{\varepsilon\nu} = \frac{I}{\sqrt{2}}$	$I_{\varepsilon\nu}$ είναι η ένταση συνεχούς ρεύματος που προκαλεί τα ίδια θερμικά αποτελέσματα με το εναλλασσόμενο, στον ίδιο αντιστάτη στην ίδια χρονική διάρκεια
Ενεργός τάση εναλλασσόμενης τάσης	$V_{\varepsilon\nu} = \frac{V}{\sqrt{2}}$	$V_{\varepsilon\nu}$ είναι η σταθερή τάση η οποία προκαλεί ρεύμα σταθερής έντασης ίση με την ενεργό ένταση του εναλλασσόμενου ρεύματος
Νόμος Joule	$Q = I_{\varepsilon\nu}^2 \cdot R \cdot \Delta t$	Η θερμότητα που εκλύεται από έναν ωμικό αντιστάτη ο οποίος διαρρέεται από εναλλασσόμενο ρεύμα
Στιγμιαία ισχύς	$p = \upsilon \cdot i = i^2 R = \frac{\upsilon^2}{R}$	Η στιγμιαία ισχύς μεταβάλλεται με την πάροδο του χρόνου
Μέγιστη ισχύς	$P = V \cdot I = I^2 R = \frac{V^2}{R}$	
Μέση Ισχύς	$\bar{P} = \frac{W_T}{T} = I_{\varepsilon\nu} V_{\varepsilon\nu}$	Το πηλίκο της ενέργειας που μεταφέρει το εναλλασσόμενο ρεύμα στη χρονική διάρκεια μίας περιόδου
ΗΕΔ από αυτεπαγωγή	$E_{\alpha\upsilon\tau} = -L\frac{di}{dt}$	Η ΗΕΔ από αυτεπαγωγή είναι ανάλογη του ρυθμού μεταβολής της έντασης του ρεύματος
Συντελεστής αυτεπαγωγής	$L = \mu_0 \frac{N^2 A}{l}$	Εξαρτάται μόνο από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του
Ενέργεια Μαγνητικού πεδίου	$U = \frac{1}{2} L i^2$	Η ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στο πηνίο

Μαγνητική Επαγωγή

Μαγνητική Ροή

$$\boxed{\Phi = BA\sigma\upsilon\nu\theta}$$

- Το πλήθος των μαγνητικών γραμμών που διέρχονται μέσα από μια επιφάνεια
- θ η γωνία που σχηματίζει η **κάθετος** στην επιφάνεια με τις μαγνητικές γραμμές



Κανόνας Lenz

- Η φορά του επαγωγικού ρεύματος είναι τέτοια ώστε να **εναντιώνεται** στην αιτία που το δημιούργησε
- Είναι συνέπεια της διατήρησης της **ενέργειας**

Νόμος Faraday

$$\boxed{E_{\varepsilon\pi} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}}$$

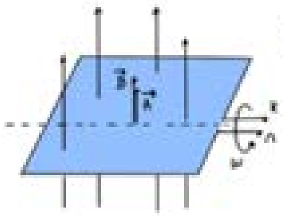
- Οποτεδήποτε μεταβάλλεται η μαγνητική ροή αναπτύσσεται ΗΕΔ από επαγωγή
- Η $E_{\varepsilon\pi}$ είναι ανάλογη με τον ρυθμό μεταβολής της μαγνητικής ροής

Neumann

$$\boxed{q_{\varepsilon\pi} = -N\frac{\Delta\Phi}{R_{o\lambda}}}$$

- Το επαγωγικό φορτίο που μετακινείται είναι ανεξάρτητο της **χρονικής διάρκειας** της μεταβολής της μαγνητικής ροής

Εναλλασσόμενο ρεύμα

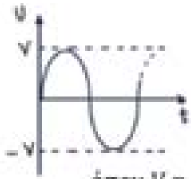


Μαγνητική Ροή $\boxed{\Phi = B A \sigma \upsilon \nu \omega t}$

Περιστρεφόμενο πλαίσιο μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο

Στο πλαίσιο αναπτύσσεται ΗΕΔ από επαγωγή $\boxed{E_{\varepsilon\pi} = N\omega B A \eta\mu(\omega t)}$

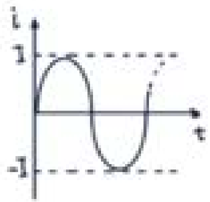
Στα άκρα του πλαισίου αναπτύσσεται εναλλασσόμενη τάση $\boxed{\upsilon = V\eta\mu(\omega t)}$



όπου V η μέγιστη τάση και αν το πλαίσιο είναι ανοικτό ή χωρίς αντίσταση

$$\boxed{V = N\omega B A}$$

Ένταση εναλλασσόμενου ρεύματος $\boxed{i = \frac{\upsilon}{R} = I\eta\mu(\omega t)}$



όπου I η μέγιστη τιμή της έντασης

$$\boxed{I = \frac{N\omega B A}{R_{o\lambda}}}$$

Ενεργός τιμή $I_{\varepsilon\nu}$: η τιμή του **συνεχούς** ρεύματος που προκαλεί τα ίδια **θερμικά** αποτελέσματα με το εναλλασσόμενο, στον ίδιο αντιστάτη την ίδια χρονική διάρκεια

$$\boxed{I_{\varepsilon\nu} = \frac{I}{\sqrt{2}}}$$

$$\boxed{V_{\varepsilon\nu} = \frac{V}{\sqrt{2}}}$$

Νόμος του Joule για το εναλλασσόμενο ρεύμα

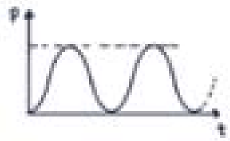
$$\boxed{Q = I_{\varepsilon\nu}^2 R \Delta t}$$

Ισχύς εναλλασσόμενου ρεύματος

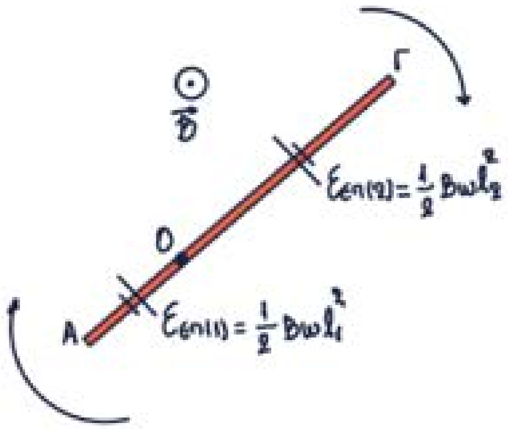
Στιγμιαία: $\boxed{p = i\upsilon = IV\eta\mu^2(\omega t)}$

Μέγιστη $\boxed{P_{max} = IV = I^2 R = \frac{V^2}{R}}$

Μέση: $\boxed{\bar{P} = I_{\varepsilon\nu} V_{\varepsilon\nu} = I_{\varepsilon\nu}^2 R = \frac{V_{\varepsilon\nu}^2}{R}}$



ΣΤΡΕΦΟΜΕΝΟΣ ΑΓΩΓΟΣ



$V_A + \frac{1}{2}B\omega l_1^2 - \frac{1}{2}B\omega l_2^2 = V_\Gamma$

ΑΥΤΕΠΑΓΩΓΗ

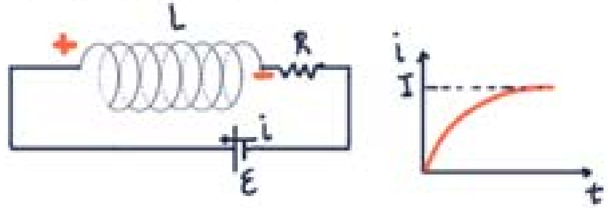
Η πολικότητα είναι τέτοια ώστε να **εναντιώνεται στη μεταβολή** της έντασης του ρεύματος (Lenz)

Στα άκρα του πηνίου αναπτύσσεται ΗΕΔ από αυτεπαγωγή σε κάθε περίπτωση που μεταβάλλεται η ένταση του ρεύματος που το διαρρέει

$$\boxed{E_{αυτ} = -L\frac{di}{dt}}$$

Το πηνίο αποθηκεύει ενέργεια $\boxed{U = \frac{1}{2}Li^2}$

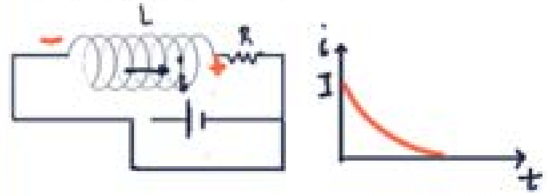
ΚΛΕΙΣΙΜΟ ΔΙΑΚΟΠΤΗ



Για $t = 0$: $i = 0$, $|E_{αυτ}| = E$

Μέχρι να σταθεροποιηθεί το ρεύμα: $E - |E_{αυτ}| - iR = 0$

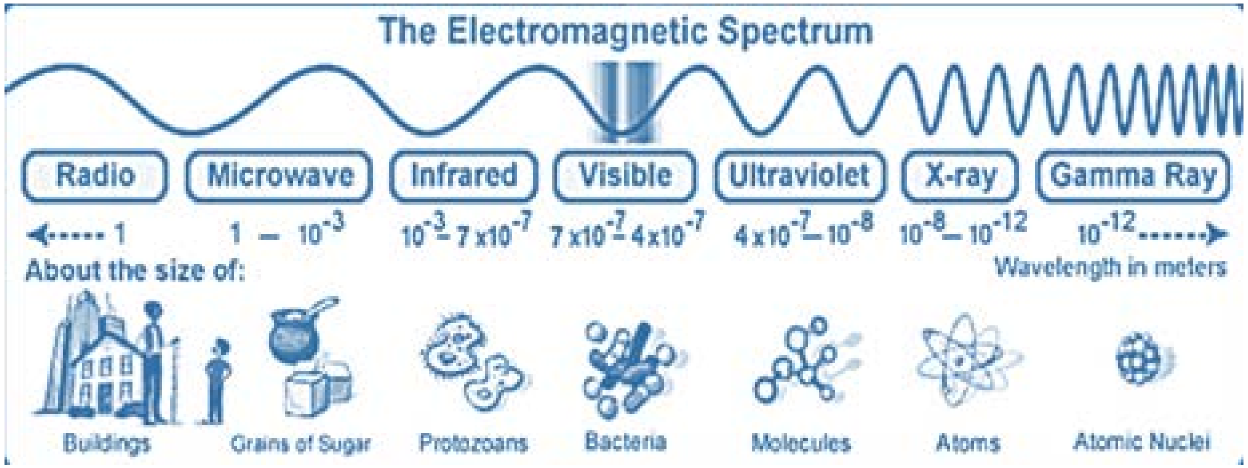
ΑΝΟΙΓΜΑ ΔΙΑΚΟΠΤΗ



Την $t = 0$: $i = I$

Μέχρι να μηδενιστεί: $|E_{αυτ}| - iR = 0$

Ηλεκτρομαγνητικά Κύματα		
Θεμελιώδης εξίσωση κυματικής	$c = \lambda \cdot f$	Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα διαδίδονται με την ταχύτητα του φωτός
Ταχύτητα διάδοσης	$c = \frac{E}{B}$	Το πηλίκο του μέτρου των εντάσεων του ηλεκτρικού και του μαγνητικού πεδίου είναι ίσο με την ταχύτητα διάδοσης του κύματος
Ένταση ηλεκτρικού πεδίου	$E = E_{max} \eta\mu 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)$	
Ένταση μαγνητικού πεδίου	$B = B_{max} \eta\mu 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)$	



Κβαντομηχανική		
Ακτινοβολία Μέλανος Σώματος		
Ένταση ακτινοβολίας	$I=\frac{dE}{dt\cdot dA}=\frac{dP}{dA}$	Μονόμετρο μέγεθος που εκφράζει την ενέργεια, ανά μονάδα χρόνου της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας και ανά μονάδα επιφάνειας του σώματος
Νόμος Wien	$\lambda_{max}T=\sigma\tau\alpha\theta.$	Το μήκος κύματος αιχμής και η απόλυτη θερμοκρασία T του μέλανος σώματος είναι ποσά αντιστρόφως ανάλογα
Κβάντωση ενέργειας	$E_n=nhf$	Η ενέργεια των ατόμων μπορεί να αποκτήσει μόνο διακριτές τιμές (1η υπόθεση Planck)
Φωτοηλεκτρικό φαινόμενο		
Ενέργεια φωτονίου	$E=hf$	Η ενέργεια που μεταφέρει κάθε κβάντο ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας (φωτόνιο) είναι ανάλογη της συχνότητας της ακτινοβολίας
	$E=pc$	p η ορμή του φωτονίου και c η ταχύτητα διάδοσης του φωτός
Ορμή φωτονίου	$p=\frac{h}{\lambda}$	Η σχέση αυτή συνδυάζει μια κυματική ιδιότητα (λ) και μια σωματιδιακή ιδιότητα (p)
Φωτοηλεκτρική εξίσωση Einstein	$K=hf-\varphi$	Μας δίνει τη μέγιστη κινητική ενέργεια που μπορεί να έχει ένα φωτοηλεκτρόνιο που μπορεί να έχει ένα φωτοηλεκτρόνιο τη στιγμή της εξόδου του από την επιφάνεια της καθόδου
Συχνότητα κατωφλίου	$f_0=\frac{\varphi}{h}$	Είναι η ελάχιστη συχνότητα της ακτινοβολίας για να εξέλθουν φωτοηλεκτρόνια από την κάθοδο. Εξαρτάται από το έργο εξαγωγής
Τάση αποκοπής	$V_0=\frac{h}{e}f-\frac{\varphi}{e}$	Η ελάχιστη τάση μεταξύ καθόδου και ανόδου ώστε κανένα φωτοηλεκτρόνιο να μη φτάνει στην άνοδο. Η τάση για την οποία διακόπτεται το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο

Φαινόμενο Compton		
Μεταβολή μήκους κύματος	$\boldsymbol{\lambda' - \lambda = \frac{h}{m_e c}(1 - συνφ)}$	Η διαφορά των μηκών κύματος μεταξύ της προσπίπτουσας και της σκεδαζόμενης ακτινοβολίας
Κινητική ενέργεια ηλεκτρονίου	$\boldsymbol{K_e = \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda'}}$	Η κινητική ενέργεια που αποκτά το ανακρουόμενο ηλεκτρόνιο είναι ίση την ενεργειακή διαφορά της προσπίπτουσας ακτινοβολίας με την σκεδαζόμενη
Κυματική φύση της ύλης		
Μήκος κύματος de Broglie	$\boldsymbol{\lambda = \frac{h}{p}}$	Κάθε σωμάτιο που κινείται είναι συνδεδεμένο με ένα μήκος κύματος
Αρχή της αβεβαιότητας		
Αρχή της αβεβαιότητας του Heisenberg	$\boldsymbol{\Delta p_x \cdot \Delta x \geq \frac{h}{2\pi}}$	Δεν είναι δυνατόν να μετρήσουμε ταυτόχρονα και τη θέση και την ορμή ενός σωματιδίου με άπειρη ακρίβεια
	$\boldsymbol{\Delta E \cdot \Delta t \geq \frac{h}{2\pi}}$	Η αβεβαιότητα στη μέτρησης της ενέργειας είναι αντιστρόφως ανάλογη με τη χρονική διάρκεια που το σύστημα παραμένει στην κατάσταση αυτή
Κυματοσυνάρτηση		
‘Κύμα’ πιθανότητας του Max Born	$\boldsymbol{P = \lvert\Psi\rvert^2 dV}$	Το γινόμενο του τετραγώνου της κυματοσυνάρτησης επί τον όγκο dV ισούται με την πιθανότητα P το σωματίδιο να βρίσκεται στην περιοχή του όγκου dV
Συνθήκη κανονικοποίησης	$\boldsymbol{\sum \lvert\Psi\rvert^2 dV = 1}$	

Κάθε σώμα που έχει θερμοκρασία ($T > 0\,K$) **ακτινοβολεί**

Νόμος μετατόπισης Wien: $\lambda_{max} \cdot T = σταθ.$

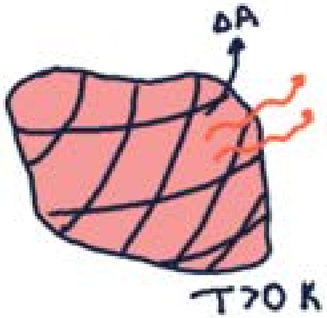
Η ακτινοβολία μέλανος σώματος είναι ανεξάρτητη από τη χημική σύσταση του σώματος

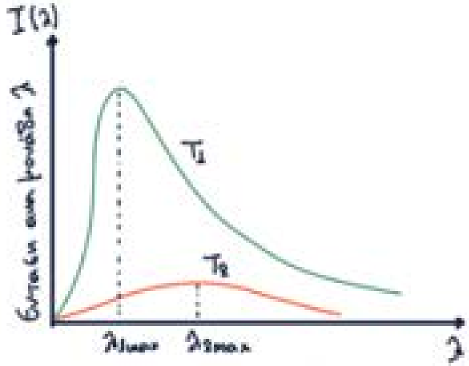
ΜΕΛΑΝ ΣΩΜΑ

Μήκος κύματος αιχμής: Το μήκος κύματος στο οποίο η ακτινοβολία εμφανίζει τη μέγιστη ένταση της

Ένταση ακτινοβολίας: $I = \frac{\Delta E}{\Delta t \cdot \Delta A}$ $\left(\frac{J}{s \cdot m^2} \text{ ή } \frac{Watt}{m^2}\right)$

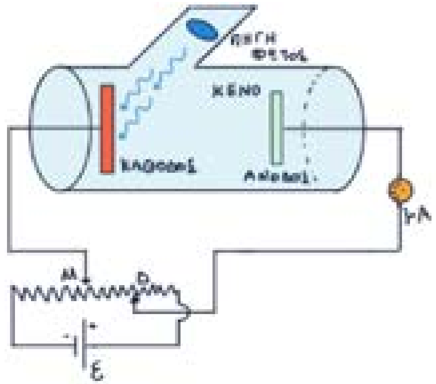
Το σώμα το οποίο απορροφά **όλο το φάσμα** (όλες τις συχνότητες) της ακτινοβολίας που προσπίπτει πάνω του





ΦΩΤΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ

Όταν σε μια μεταλλική επιφάνεια προσπίπτει ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία εξέρχονται από αυτή **φωτοηλεκτρόνια**



φ: το έργο εξαγωγής μετάλλου – εξαρτάται μόνο από το υλικό του

Για να εξέλθουν φωτοηλεκτρόνια θα πρέπει η συχνότητα της προσπίπτουσας ακτινοβολίας να είναι μεγαλύτερη από τη συχνότητα κατωφλίου

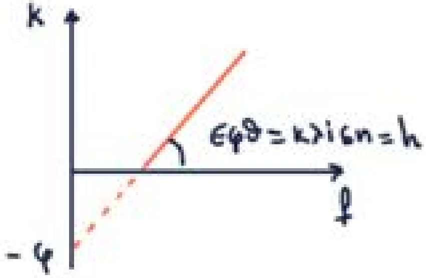
Συχνότητα κατωφλίου $\boxed{f_0 = \frac{\varphi}{h}}$

Ο αριθμός των εξερχόμενων φωτοηλεκτρονίων εξαρτάται από την ένταση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας

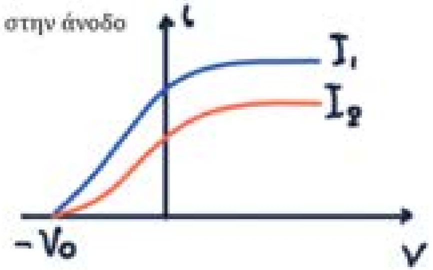
Φωτοηλεκτρική εξίσωση Einstein

$$\boxed{K = hf - \varphi}$$

Η κινητική ενέργεια των εξερχόμενων φωτοηλεκτρονίων εξαρτάται από τη συχνότητα της προσπίπτουσας ακτινοβολίας



Τάση αποκοπής $V = \frac{hf}{e} - \frac{\varphi}{e}$ είναι η τάση μεταξύ ανόδου και καθόδου έτσι ώστε κανένα φωτοηλεκτρόνιο να μη φτάνει στην άνοδο



ΣΚΕΔΑΣΗ COMPTON

Ο Compton επιβεβαίωσε την ύπαρξη του φωτονίου

$\lambda_C = \frac{h}{m_e c}$ το μήκος κύματος Compton

Ισχύει η Διατήρησης της Ορμής και της Ενέργειας

Το ανακρουόμενο ηλεκτρόνιο αποκτά κινητική ενέργεια $\boxed{K_e = \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda'}}$

Όταν ακτίνες Χ μήκος κύματος λ σκεδάζονται από πρακτικά ακίνητο ηλεκτρόνιο η σκεδαζόμενη ακτινοβολία έχει μήκος κύματος λ' με $\lambda' > \lambda$

$$\boxed{\lambda' - \lambda = \lambda_C(1 - \sigma\upsilon\nu\varphi)}$$

Για $\varphi = 0 : \Delta\lambda = 0$

Για $\varphi = 180° : \Delta\lambda = 2\lambda_c = max$