



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΙΩΝ
ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΦΥΣΙΚΗΣ

ΕΚΚΡΕΜΕΣ – ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ – ΕΚΚΡΕΜΕΣ FOUCAULT



ΦΥΣΙΚΗ Ι
ΕΞΑΜΗΝΟ Ι
4/01/2021
ΣΤΑΥΡΙΔΗ ΜΑΡΓΑΡΙΤΑ
ΛΙΒΙΕΡΗ ΑΝΤΙΓΟΝΗ

Η συγκεκριμένη εργασία πραγματεύεται την μελέτη του φαινομένου των ταλαντώσεων και του εκκρεμούς.

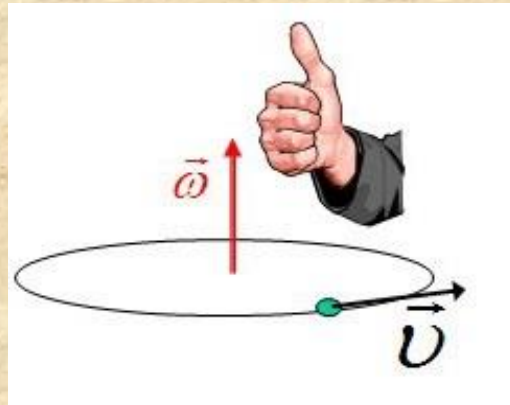


ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ

- Στη Φυσική με τον όρο ταλάντωση χαρακτηρίζεται οποιαδήποτε περιοδική κίνηση ενός σώματος η οποία γίνεται παλινδρομικά γύρω από μία θέση που ονομάζεται θέση ισορροπίας.
- Η ταλάντωση που γίνεται σε ευθεία τροχιά ονομάζεται **γραμμική ταλάντωση**.
- Η **απλή αρμονική ταλάντωση** είναι μια ειδική περίπτωση γραμμικής ταλάντωσης. Ένα σύστημα που εκτελεί ταλάντωση ονομάζεται ταλαντωτής.

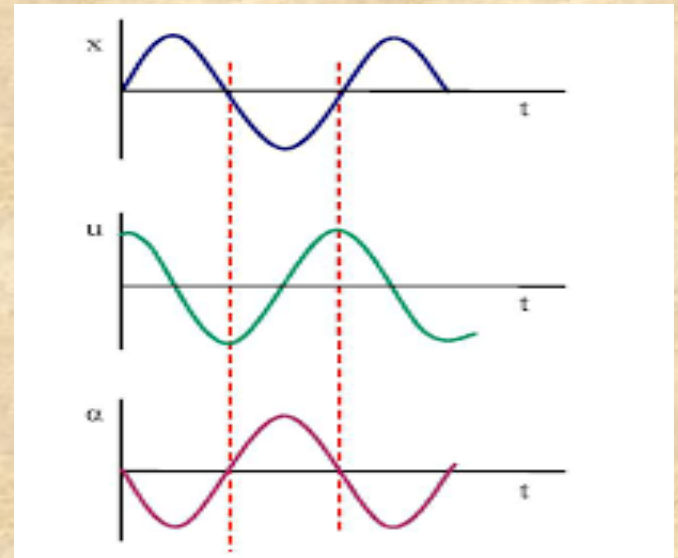


- Στη φυσική έχουν οριστεί τα εξής μεγέθη που αφορούν όλες τις ταλαντώσεις.
 - **Περίοδος:** $T = \Delta t / N$ [s]
 - **Συχνότητα:** $F = N / \Delta t$ [s^{-1} , Hz]
 - **Κυκλική Συχνότητα:** $\omega = 2\pi f$ [rad/sec]



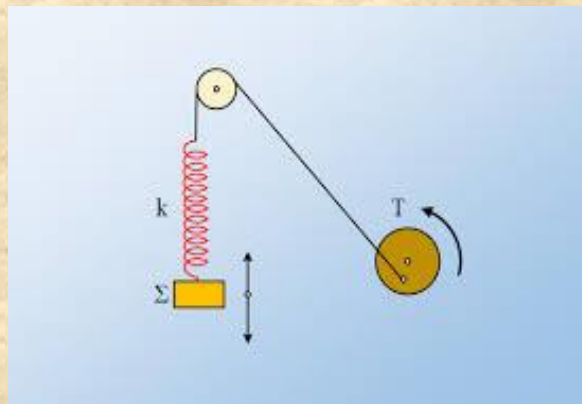
Η απομάκρυνση, η ταχύτητα και η επιτάχυνση δίνονται από τους εξής τύπους:

- $x = A\eta\mu(\omega t + \varphi)$
- $v = v_{\max} \sigma\upsilon\nu(\omega t + \varphi)$
- $a = -a_{\max} \eta\mu(\omega t + \varphi)$



Δυναμική προσέγγιση

- Η συνολική δύναμη που δέχεται το σώμα και είναι υπεύθυνη για την επιτάχυνσή του είναι $F = ma \rightarrow F = -DX$ (συνθήκη για την παραγωγή απλής αρμονικής ταλάντωσης)
- $D = m\omega^2 = m[2\pi/T]^2 = 4\pi^2 m/T^2$



Ενεργειακή προσέγγιση

- Κινητική ενέργεια

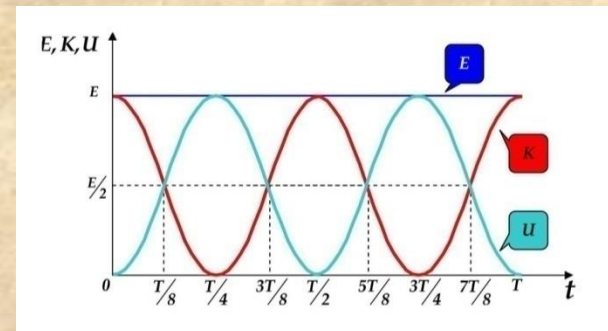
$$K = 1/2mv^2 = 1/2mv_{\max}^2 \sin^2 \omega t = 1/2m\omega^2 A^2 \sin^2 \omega t$$

- Δυναμική ενέργεια στο σύστημα

$$U = 1/2m\omega^2 A^2 \cos^2 \omega t$$

- Η ενέργεια ταλάντωσης του συστήματος σε μια τυχαία θέση δίνεται από τη σχέση: $E = K + U$

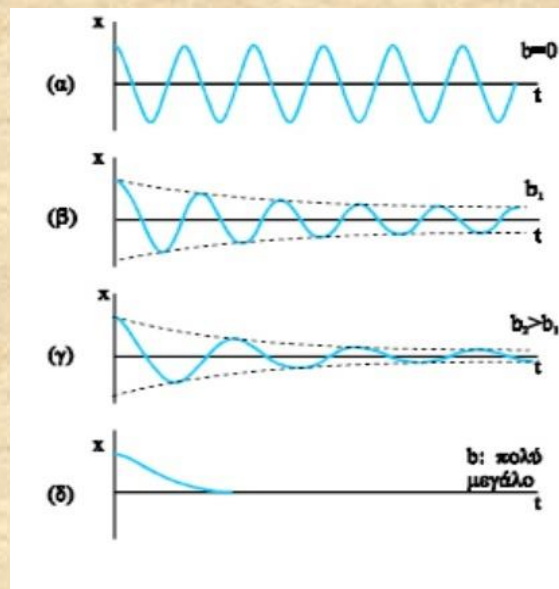
$$E = 1/2 DA^2$$



ΦΘΙΝΟΥΣΕΣ ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ

- Οι ταλαντώσεις των οποίων το πλάτος μειώνεται με τον χρόνο και τελικά μηδενίζεται λέγονται Φθίνουσες ή Αποσβεννύμενες.
- Γενικά οι δυνάμεις που προκαλούν μείωση του πλάτους δεν είναι εύκολο να προσδιοριστούν.
- Μια περίπτωση με μεγάλο ενδιαφέρον είναι η περίπτωση της δύναμης που είναι ανάλογη και αντίθετη της ταχύτητας. :
$$F = -bv$$
- Η σταθερά αναλογίας b : (μονάδας μέτρησης στο S.I. είναι το 1kg/s)

- Το πλάτος της ταλάντωσης μειώνεται εκθετικά με τον χρόνο σύμφωνα με την σχέση : $A = A_0 e^{-\Lambda t}$
- A_0 είναι το πλάτος της ταλάντωσης την χρονική στιγμή $t = 0$ και $\Lambda = b / 2m$ είναι μια θετική σταθερά. Η μονάδα μέτρησης της σταθεράς Λ στο S.I. είναι το s^{-1} .



ΕΞΑΝΑΓΚΑΣΜΕΝΕΣ ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ

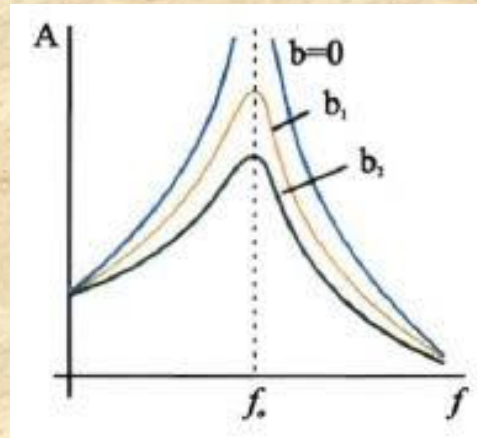
- Εξαναγκασμένη λέγεται η ταλάντωση κατά την οποία το ταλαντούμενο σύστημα δέχεται την επίδραση εξωτερικής περιοδικής δύναμης που προσφέρει ενέργεια στο σύστημα, έτσι ώστε να αναπληρώνονται οι ενεργειακές του απώλειες και κατά συνέπεια να εκτελεί ταλάντωση σταθερού πλάτους(αμείωτη).

- Αν δεν υπάρχουν αντιστάσεις η ταλάντωση θα είναι αμείωτη, με συχνότητα

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K}{m}}$$

- Η συχνότητα με την οποία πραγματοποιείται λέγεται **ιδιοσυχνότητα** (f_0) της ταλάντωσης.
- Το σώμα που προκαλεί την ταλάντωση με την περιοδική δύναμη που ασκεί (διεγείρουσα δύναμη) ονομάζεται **διεγέρτης**

- Το πλάτος της εξαναγκασμένης ταλάντωσης εξαρτάται από τη συχνότητα f του διεγέρτη. Το πλάτος γίνεται μέγιστο όταν η συχνότητα f γίνει ίση με την ιδιοσυχνότητα f_0 . Τότε λέμε ότι έχουμε **συντονισμό**.



- Μερικά παραδείγματα είναι: Η Ταλάντωση που μπορεί να εκτελέσει μια κούνια, η ράβδος σ' ένα παλιό ρολόι τοίχου, η χορδή μιας κιθάρας, ένα σώμα συνδεδεμένο με ελατήριο, η στήλη του αέρα μέσα στη φλογέρα, το έμβολο μιας μηχανής αυτοκινήτου, αλλά και ένας κρύσταλλος χαλαζία σ' ένα μοντέρνο ρολόι χεριού, ένας σεισμός.

ΕΚΚΡΕΜΕΣ

- **Εκκρεμές** ονομάζεται ένα στερεό σώμα μέσα σε βαρυτικό πεδίο, το οποίο μπορεί να περιστρέφεται γύρω από οριζόντιο άξονα που δεν περνάει από το κέντρο βάρους του
- Το εκκρεμές βρίσκει εφαρμογή στην κατασκευή ρολογιών, στην κατασκευή επιστημονικών οργάνων, όπως επιταχυντόμετρα και σεισμόμετρα. Στο παρελθόν χρησιμοποιούνταν επίσης για την μέτρηση της επιτάχυνσης της βαρύτητας.

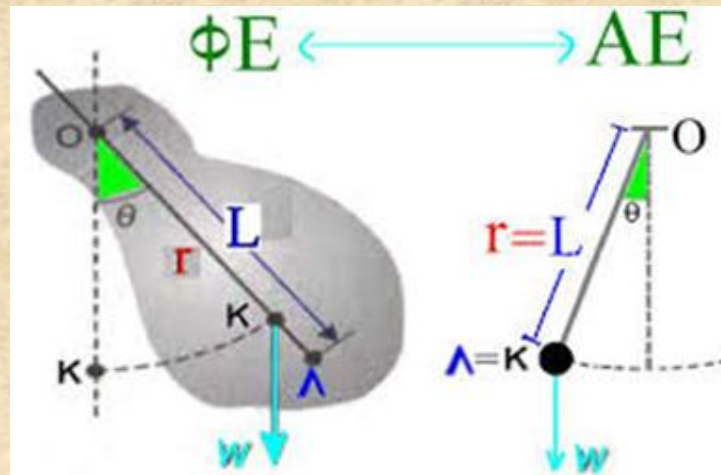
ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟ ΕΚΚΡΕΜΕΣ

- Πρόκειται για ένα σύστημα που αποτελείται από μία σημειακή μάζα η οποία κρέμεται από αβαρές νήμα και εκτελεί απλές αρμονικές ταλαντώσεις.
- Σε ένα τέτοιο σύστημα οι μόνες δυνάμεις που ασκούνται είναι το βάρος και η τάση του νήματος.
- Σε ένα τέτοιο εκκρεμές ο δεύτερος νόμος του Νεύτωνα για την επιτροχία δύναμη γράφεται: $F = mg \sin\theta$
- Άρα το σύστημα εκτελεί ταλάντωση με περίοδο:

$$\omega = \sqrt{g/L} \Rightarrow F = 1/2\pi \sqrt{g/L} \Rightarrow T = 2\pi \sqrt{L/g}$$

ΦΥΣΙΚΟ ΕΚΚΡΕΜΕΣ

- Το φυσικό εκκρεμές αντιστοιχεί σε ένα επίπεδο στερεό σώμα αναρτημένο από έναν σταθερό άξονα που δεν διέρχεται από το κέντρο μάζας του.
- Στο φυσικό εκκρεμές ασκείται ροπή στο σώμα με την επίδραση της οποίας ταλαντώνεται.
- Η περίοδος ταλάντωσης του ισούται με: $T=2\pi\sqrt{I/MgL}$



Εκκρεμές του Νεύτωνα

- Όταν μια σφαίρα στο τέλος σηκώνεται και απελευθερώνεται, χτυπάει τις στατικές σφαίρες. Η δύναμη μεταδίδεται μέσω των στατικών σφαιρών και ωθεί την τελευταία σφαίρα προς τα πάνω.



ΕΚΚΡΕΜΕΣ FOUCAULT

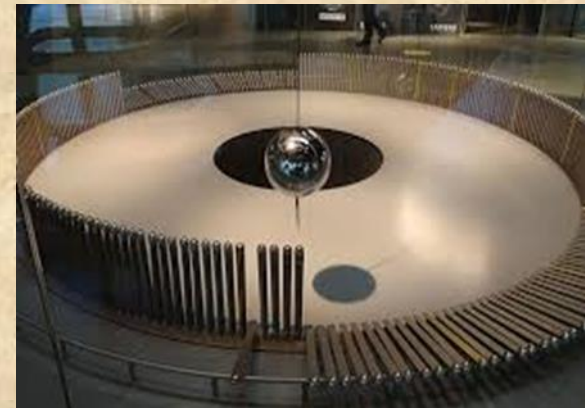
ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ :

- Ο πρώτος που απέδειξε τη περιστροφή της γης με τη χρήση του εκκρεμούς ήταν ο γάλλος Ζαν Μπερνάρ Λεόν Φουκώ. Το 1851 κατασκεύασε ένα εκκρεμές με νήμα 67 μέτρων στο Πάνθεον στο Παρίσι χρησιμοποιώντας μία σφαίρα κανονιού 28 κιλών. Έπειτα τοποθέτησε μία βελόνα κάτω από τη σφαίρα και έβαλε άμμο κάτω από τη τροχιά της σφαίρας, έτσι ώστε η βελόνα να χαράζει το ίχνος της τροχιάς στην άμμο. Μέσα σε λίγα λεπτά το εκκρεμές είχε αρχίσει να αιωρείται σύμφωνα με τη φορά των δεικτών του ρολογιού. Η Γη περιστρεφόταν κάτω από το εκκρεμές .

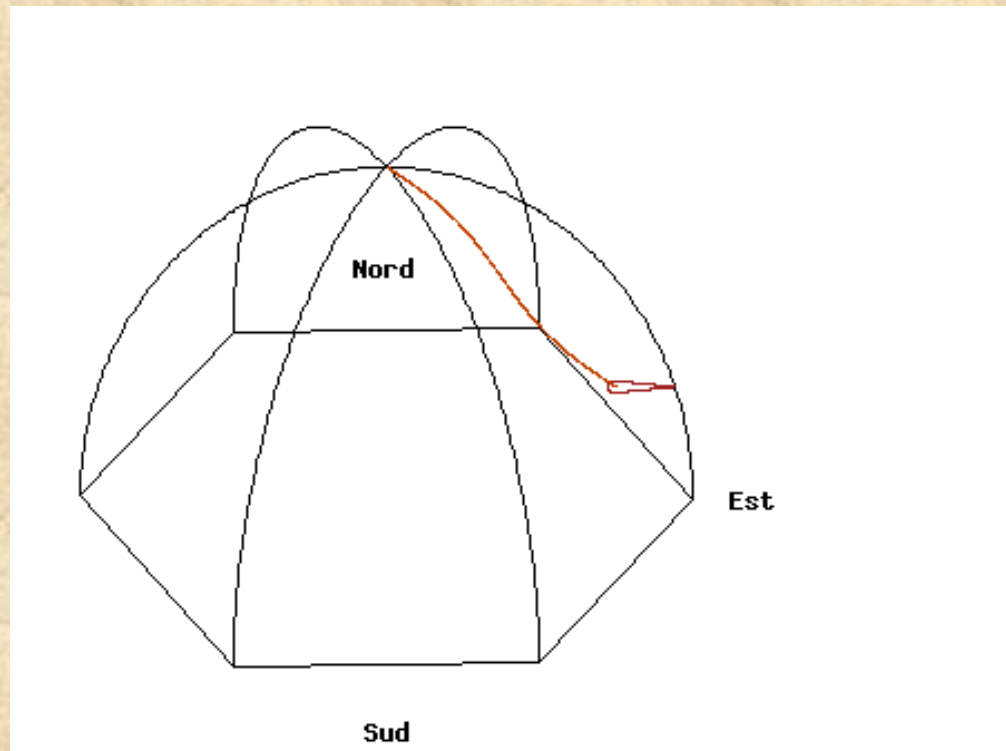


ΠΕΙΡΑΜΑ:

- Για την κατασκευή του εκκρεμούς του Φουκώ αρκεί ένα αρκετά μακρύ σχοινί, ώστε να ελαττώνεται το φαινόμενο της μείωσης των ταλαντώσεων, και ένα βάρος, τέτοιο, ώστε να κρατάει το σχοινί τεντωμένο.
- Επειδή η γη κινείται, το κάθετο επίπεδο του εκκρεμούς στρέφεται αντίθετα από τη φορά κίνησης της γης, λόγω των δυνάμεων Κοριόλις. Εμφανίζεται σαν η γη να γυρίζει κάτω από το εκκρεμές, πράγμα που ακριβώς συμβαίνει.
- Η στροφή αυτή του επιπέδου θα κάνει έναν πλήρη κύκλο σε διάστημα μιας ημέρας ή μισό (οπότε θα φαίνεται σαν να έχει επανέλθει στην αρχική του θέση) σε 12 ώρες.



- Στους πόλους η κίνηση του επιπέδου ταλάντωσης εκτελεί έναν πλήρη κύκλο σε μία αστρονομική μέρα. Στα υπόλοιπα σημεία της γης ο πλήρης κύκλος ολοκληρώνεται σε χρόνο μεγαλύτερο από τους πόλους ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος στο οποίο βρίσκεται.
- περίοδος περιστροφής του εκκρεμούς: $\omega_{\omega} = \omega(1 - 3/8(\alpha/l)^2)\eta\mu\phi$ (μοίρες ανά αστρονομική ώρα)



Βιβλιογραφία

- ΓΙΑ ΤΙΣ ΕΙΚΟΝΕΣ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΟΙ ΕΞΗΣ ΠΗΓΕΣ:
- <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fphysickaloni.wordpress.com%2F2014%2F04%2F24%2F%25CF%2580%25CE%25B5%25CF%2581%25CE%25B9%25CE%25BF%25CE%25B4%25CE%25B9%25CE%25BA%25CE%25B5%25CF%2583-%25CE%25BA%25CE%25B9%25CE%25BD%25CE%25B7%25CF%2583%25CE%25B5%25CE%25B9%25CF%2583-%25CE%25BF%25CE%25BC%25CE%25B1%25CE%25BB%25CE%25B7-%25CE%25BA%25CF%2585%25CE%25BA%25CE%25BB%25CE%25B9%25CE%25BA%25CE%25B7-%25CE%25BA%25CE%25B9%2F&psig=AOvVaw38Ls2nsmF9gpuPOjBlJKOi&ust=1609847262476000&source=images&cd=vfe&ved=0CAIJQjRxqFwoTCOINi96bgu4CFQAAAAAdAAAAABAD>
- <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:AND9GcRMP4-HGwb9Y7DbtWLjxQ70mQC8G77pc9nOA&usqp=CAU>
- https://docplayer.gr/docs-images/53/9988915/images/page_11.jpg
- <https://image.slidesharecdn.com/05-111204141124-phpapp01/95/05-8-728.jpg?cb=1323009765>
- https://www.google.com/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Ffylikonet.files.wordpress.com%2F2020%2F03%2F1121.png&imgrefurl=https%3A%2F%2Ffylikonet.gr%2F2020%2F03%2F27%2F%25CE%25BF%25CE%25B9-%25CE%25B5%25CE%25BD%25CE%25AD%25CF%2581%25CE%25B3%25CE%25B5%25CE%25B9%25CE%25B5%25CF%2582-%25CF%2583%25CE%25B5-%25CE%25BC%25CE%25B9%25CE%25B1-%25CE%25B5%25CE%25BE%25CE%25B1%25CE%25BD%25CE%25B1%25CE%25B3%25CE%25BA%25CE%25B1%25CF%2583%25CE%25BC%25CE%25AD%25CE%25BD%25CE%25B7%20CF%2584%CE%25B1%CE%25BB%25CE%25AC%25BD%25CF%2584%CF%2589%CF%2583%CE%25B7.&ved=2ahUKEwi97s_vplLuAhUM4RoKHXhyBTUQMygBegQIARB-..i&docid=do3E-k4h_cQAKM&w=606&h=399&q=%CE%A4%CE%BF%20CF%83CF%8E%CE%BC%CE%B1%20CE%A3%20CE%B5%CE%BA%CF%84%CE%B5%CE%BB%CE%B5%CE%AF%20CE%B5%CE%BE%CE%B1%CE%BD%CE%B1%CE%B3%CE%BA%CE%B1CF%83%CE%BC%CE%AD%CE%BD%CE%B7%20CF%84%CE%B1%CE%BB%CE%AC%CE%BD%CF%84%CF%89%CF%83%CE%B7.&ved=2ahUKEwi97s_vplLuAhUM4RoKHXhyBTUQMygBegQIARB-
- https://www.google.com/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Ffebooks.edu.gr%2Ffebooks%2Fv%2Fhtml%2F8547%2F2728%2FFysiki-G-Lykeiou-ThSp_html-apli%2Fimages%2Fimg1_82.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Ffebooks.edu.gr%2Ffebooks%2Fv%2Fhtml%2F8547%2F2728%2FFysiki-G-Lykeiou-ThSp_html-apli%2Findex1_6.html&tbnid=e3FAfil5w117qM&vet=12ahUKEwi97s_vplLuAhUM4RoKHXhyBTUQMyglegUIARCMQAQ..i&docid=6N33_4P0d1LqhM&w=195&h=178&q=%CE%A4%CE%BF%20CF%83CF%8E%CE%BC%CE%B1%20CE%A3%20CE%B5%CE%BA%CF%84%CE%B5%CE%BB%CE%B5%CE%AF%20CE%B5%CE%BE%CE%B1%CE%BD%CE%B1%CE%B3%CE%BA%CE%B1CF%83%CE%BC%CE%AD%CE%BD%CE%B7%20CF%84%CE%B1%CE%BB%CE%AC%CE%BD%CF%84%CF%89%CF%83%CE%B7.&ved=2ahUKEwi97s_vplLuAhUM4RoKHXhyBTUQMyglegUIARCMQAQ
- https://www.google.com/imgres?imgurl=x-raw-image%3A%2F%2F6c762e9896f9731547705581080be670c88b1a2ae4513c25a921e2a7890c743b&imgrefurl=http%3A%2F%2Fgenlab.physics.auth.gr%2FA4_Ekkremes.pdf&tbnid=FXP5JpgudmwDpM&vet=12ahUKEwigvqDnwILuAhUFRhoKXHVLOB2gQMMygCegUIARCVaQ..i&docid=n2MNE8hFPxtkLM&w=538&h=351&q=%CF%86%CF%85%CF%83%CE%B9%CE%BA%CE%BF%20CE%B5%CE%BA%CE%BA%CF%81%CE%B5%CE%BC%CE%B5%CF%82&ved=2ahUKEwigvqDnwILuAhUFRhoKXHVLOB2gQMMygCegUIARCVaQ
- https://www.google.com/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fwww.tempo.gr%2Fimages%2Fstories%2Fimages3%2Ffoucault_8902121.jpg&imgrefurl=https%3A%2F%2Fwww.tempo.gr%2Fmixed%2Farthrog-rafia%2F21267-i-agnolia-mou-gia-to-ekkremes-tou-fouko&tbnid=ZeK0rWQGTudirM&vet=12ahUKEwigAgqTsx4LuAhUUG-wKHYYqFBNQMMyglegUIARCPAQ..i&docid=yR2EIofIVhY1M&w=540&h=360&q=%CF%86%CE%BF%CF%85%CE%BA%CF%89%20CE%B5%CE%BA%CE%BA%CF%81%CE%B5%CE%BC%CE%B5%CF%82&ved=2ahUKEwigAgqTsx4LuAhUUG-wKHYYqFBNQMMyglegUIARCPAQ
- https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fpazari4all.gr%2Fproduct%2F%25CF%2584%25CE%25BF-%25CE%25B5%25CE%25BA%25CE%25BA%25CF%2581%25CE%25B5%25CE%25BC%25CE%25AD%25CF%2582-%25CF%2584%25CE%25BF%25CF%2585-%25CE%25BD%25CE%25B5%25CF%258D%25CF%2584%25CF%2589%25CE%25BD%25CE%25B1-newtons-cradle-balance-balls-medium%2F&psig=AOvVaw3mDLXW0Cj_aNXiP_iBG_n_&ust=1609866669005000&source=images&cd=vfe&ved=0CAIQjRxqFwoTCNC48e_igu4CFQAAAAAdAAAAABAV

- ΓΙΑ ΤΙΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΑΜΕ ΤΑ ΕΞΗΣ:
- https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A4%CE%B1%CE%BB%CE%AC%CE%BD%CF%84%CF%89%CF%83%CE%B7#%CE%A6%CE%B8%CE%AF%CE%BD%CE%BF%CF%85%CF%83%CE%B5%CF%82_%CE%BA%CE%B1%CE%B9_%CE%B5%CE%BE%CE%B1%CE%BD%CE%B1%CE%B3%CE%BA%CE%B1%CF%83%CE%BC%CE%AD%CE%BD%CE%B5%CF%82_%CF%84%CE%B1%CE%BB%CE%B1%CE%BD%CF%84%CF%8E%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82
- http://ebooks.edu.gr/ebooks/v/html/8547/2728/Fysiki-G-Lykeiou-ThSp_html-apli/index1_3.html
- http://ebooks.edu.gr/ebooks/v/html/8547/2728/Fysiki-G-Lykeiou-ThSp_html-apli/index1_5.html
- http://ebooks.edu.gr/ebooks/v/html/8547/2728/Fysiki-G-Lykeiou-ThSp_html-apli/index1_6.html
- http://bdoukatzis.ucoz.net/talantvseis/a030_fthinouses_tal.pdf
- http://bdoukatzis.ucoz.net/talantvseis/a040_ejanagkasmenes_tal.pdf
- http://mycourses.ntua.gr/courses/METAL1010/document/%C4%C9%C1%D6%C1%CD%C5%C9%C5%D3/%D4%C1%CB%C1%CD%D4%D9%D3%C5%C9%D3_%C9.pdf
- https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%95%CE%BA%CE%BA%CF%81%CE%B5%CE%BC%CE%AD%CF%82_%CF%84%CE%BF%CF%85_%CE%A6%CE%BF%CF%85%CE%BA%CF%8E
- https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%95%CE%BA%CE%BA%CF%81%CE%B5%CE%BC%CE%AD%CF%82_%CF%84%CE%BF%CF%85_%CE%9D%CE%B5%CF%8D%CF%84%CF%89%CE%BD%CE%B1