ΦΥΣΙΚΗ

Κάθε αντίτυπο φέρει την υπογραφή του συγγραφέα

Σειρά: Γενικό Λύκειο – Θετικές Επιστήμες
Φυσική Γ΄ Λυκείου Θετική – Τεχνολογική Κατεύθυνση
Αναστασία Αγιαννιωτάκη – Μάρκος Άρχων

Υπεύθυνος Έκδοσης: Θεόδωρος Πενέσης
Επιστημονική Επιμέλεια: Διονύσης Συνοδινός
Γλωσσική Επιμέλεια: Ναυσικά Τσαούση
Σχεδιασμός Εξωφύλλου: Ιάκωβος Γαβαλάς

E-mail συγγραφέα: *arhonmarkos@gmail.com*

ISBN: 978-960-6881-08-4
SET: 978-960-6881-07-7

εκδόσεις ποukαμισάς

Σωτήρος και Αλκιβιάδου 132, Τ.Κ. 185 35 Πειραιάς
τηλ.: 210 4112507, fax: 210 4116752
url: www.poukamisas.gr, e-mail: publications@poukamisas.gr

ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ ΑΓΙΑΝΝΙΩΤΑΚΗ – ΜΑΡΚΟΣ ΑΡΧΩΝ

ΦΥΣΙΚΗ

Γ΄ ΛΥΚΕΙΟΥ

ΘΕΤΙΚΗ – ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ

Α΄ ΤΟΜΟΣ

εκδόσεις
πουκαμισάς

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν εκπαιδευτικό βιβλίο απευθύνεται στους μαθητές της Θετικής και της Τεχνολογικής κατεύθυνσης της Γ΄ Λυκείου. Με τη συγγραφή του επιδιώκουμε οι μαθητές να κατανοήσουν σε βάθος την εξεταστέα ύλη των δύο πρώτων κεφαλαίων της Φυσικής Γ΄ Λυκείου.

Για τον σκοπό αυτό οι θεματικές ενότητες στις οποίες διαιρείται κάθε κεφάλαιο, περιλαμβάνουν:

- **Θεωρία**, αναλυτικά γραμμένη σύμφωνα με αυτήν του σχολικού βιβλίου, η οποία επιπλέον περιέχει, όπου χρειάζεται, και βασικές συμπληρωματικές γνώσεις.
- **Ερωτήσεις Αξιολόγησης**, οι οποίες καλύπτουν όλη τη θεωρία του μαθήματος και βοηθούν τον μαθητή να ελέγξει τις γνώσεις του. Διακρίνονται σε ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, ερωτήσεις του τύπου «Σωστό – Λάθος», ερωτήσεις αντιστοίχισης και ερωτήσεις εναλλακτικής απάντησης με αιτιολόγηση.
- **Βασικές ασκήσεις με αναλυτική λύση**, οι οποίες βοηθούν τον μαθητή να κατανοήσει θέματα, τα οποία συναντά συχνά.
- **Ασκήσεις προς λύση**, στις οποίες τα ερωτήματα είναι κλιμακούμενης δυσκολίας.
- **Κριτήρια Αξιολόγησης** διάρκειας 3 ωρών.

Στο τέλος του βιβλίου υπάρχουν οι **απαντήσεις** των ερωτήσεων και οι **λύσεις** των ασκήσεων.

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον συνάδελφο, φυσικό Διονύση Συνοδινό, ο οποίος μελέτησε αναλυτικά όλα τα πρωτότυπα και οι εύστοχες παρατηρήσεις και οι επισημάνσεις του βοήθησαν στην επιστημονική πληρότητα του βιβλίου.

Θα θέλαμε επίσης να ευχαριστήσουμε τον συνάδελφο, φυσικό Θοδωρή Πενέση, ο οποίος είχε τη γενική επιμέλεια του βιβλίου, για την άρτια έκδοση του.

Οι συγγραφείς

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2
ΚΥΜΑΤΑ

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ - ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ

1

Περιοδικά φαινόμενα

Απλή αρμονική ταλάντωση

Α. Κινηματική προσέγγιση
Β. Δυναμική προσέγγιση
Γ. Ενεργειακή προσέγγιση

Ηλεκτρικές ταλαντώσεις

Φθίνουσες ταλαντώσεις

Εξαναγκασμένες ταλαντώσεις

Σύνθεση ταλαντώσεων

ΤΥΠΟΛΟΓΙΟ

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ-ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ

ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

Χρονική εξίσωση της απομάκρυνσης από τη θέση ισορροπίας	$x = A\eta\mu(\omega t + \varphi_o)$
Χρονική εξίσωση της ταχύτητας	$\upsilon = \upsilon_{max}\sigma\upsilon\nu(\omega t + \varphi_o)$, όπου $\upsilon_{max} = \omega A$
Χρονική εξίσωση της επιτάχυνσης	$\alpha = -\alpha_{max}\eta\mu(\omega t + \varphi_o)$, όπου $\alpha_{max} = \omega^2 A$
Χρονική εξίσωση της φάσης της ταλάντωσης	$\varphi = \omega t + \varphi_o$
Σχέση επιτάχυνσης - απομάκρυνσης από τη θέση ισορροπίας	$\alpha = -\omega^2 x$
Σχέση ταχύτητας - απομάκρυνσης από τη θέση ισορροπίας	$\upsilon = \pm\omega\sqrt{A^2 - x^2}$ (με απόδειξη)
Σχέση επιτάχυνσης - ταχύτητας	$\alpha = \pm\omega\sqrt{\upsilon_{max}^2 - \upsilon^2}$ (με απόδειξη)
Ρυθμός μεταβολής της απομάκρυνσης από τη θέση ισορροπίας	$\frac{dx}{dt} = \upsilon$
Ρυθμός μεταβολής της ταχύτητας	$\frac{d\upsilon}{dt} = \alpha$
Ρυθμός μεταβολής της φάσης	$\frac{d\varphi}{dt} = \omega$

ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

Δύναμη επαναφοράς	$F = -Dx$
Σταθερά επαναφοράς	$D = m\omega^2$
Περίοδος ταλάντωσης	$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{D}}$
Σταθερά επαναφοράς συστήματος σώμα-ελατήριο	$D = K$
Μέγιστη τιμή της δύναμης που δέχεται ένα σώμα από κατακόρυφο ελατήριο	$F_{\varepsilon\lambda(max)} = K(\Delta l + A)$, όπου Δl η παραμόρφωση του ελατηρίου στη θέση ισορροπίας του σώματος
Ελάχιστη τιμή του μέτρου της δύναμης που δέχεται ένα σώμα από κατακόρυφο ελατήριο	Αν $A > \Delta l$ τότε $F_{\varepsilon\lambda(min)} = 0$ Αν $A < \Delta l$ τότε $F_{\varepsilon\lambda(min)} = K(\Delta l - A)$
Ρυθμός μεταβολής της ορμής του σώματος	$\frac{dp}{dt} = F$

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

Κινητική ενέργεια	$K = \frac{1}{2}m\upsilon^2$
Δυναμική ενέργεια	$U = \frac{1}{2}Dx^2$
Ολική ενέργεια	$E = \frac{1}{2}DA^2$
Αρχή διατήρησης της ενέργειας	$E = K + U$
Ρυθμός μεταβολής της κινητικής ενέργειας	$\frac{dK}{dt} = F\upsilon = -Dx\upsilon$
Ρυθμός μεταβολής της δυναμικής ενέργειας	$\frac{dU}{dt} = -\frac{dK}{dt}$
Έργο δύναμης επαναφοράς	$W_F = \frac{1}{2}m\upsilon^2_{\tau\varepsilon\lambda} - \frac{1}{2}m\upsilon^2_{\alpha\rho\chi} = \frac{1}{2}Dx^2_{\alpha\rho\chi} - \frac{1}{2}Dx^2_{\tau\varepsilon\lambda}$
Μέγιστη δυναμική ενέργεια του ελατηρίου	$U_{\varepsilon\lambda(max)} = \frac{1}{2}K(\Delta l + A)^2$, όπου Δl η παραμόρφωση του ελατηρίου στη θέση ισορροπίας του σώματος
Ελάχιστη δυναμική ενέργεια του ελατηρίου	Αν $A < \Delta l$, τότε $U_{\varepsilon\lambda(min)} = \frac{1}{2}K(\Delta l - A)^2$ Αν $A > \Delta l$, τότε $U_{\varepsilon\lambda(min)} = 0$ στο φυσικό μήκος

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ

Χρονική εξίσωση του φορτίου του πυκνωτή (αν $q = Q$ την $t = 0$)	$q = Q\sigma\upsilon\nu(\omega t)$
Χρονική εξίσωση της έντασης του ρεύματος στο κύκλωμα (αν $q = Q$ την $t = 0$)	$i = -I\eta\mu(\omega t)$
Σχέση έντασης ρεύματος και φορτίου	$i = \pm\omega\sqrt{Q^2 - q^2}$
Ενέργεια μαγνητικού πεδίου πηνίου	$U_B = \frac{1}{2}Li^2$
Ενέργεια ηλεκτρικού πεδίου πυκνωτή	$U_E = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} = \frac{1}{2}CV_C^2 = \frac{1}{2}qV_C$
Ολική ενέργεια	$E = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2}LI^2$
Αρχή διατήρησης της ενέργειας	$E = U_E + U_B$
Περίοδος της ηλεκτρικής ταλάντωσης	$T = 2\pi\sqrt{LC}$
Γωνιακή συχνότητα της ηλεκτρικής ταλάντωσης	$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$
Σχέση ανάμεσα στο πλάτος της έντασης του ρεύματος και στο πλάτος του φορτίου	$I = \omega Q$
Χρονική εξίσωση της ενέργειας του ηλεκτρικού πεδίου του πηνίου (αν $q = Q$ την $t = 0$)	$U_E = E\sigma\upsilon\nu^2(\omega t)$
Χρονική εξίσωση της ενέργειας του μαγνητικού πεδίου του πηνίου (αν $q = Q$ την $t = 0$)	$U_B = E\eta\mu^2(\omega t)$

ΦΘΙΝΟΥΣΕΣ ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ

Εκθετική μείωση του πλάτους μιας μηχανικής ταλάντωσης	$A = A_0 e^{-\Lambda t}$
Το πηλίκο δύο διαδοχικών μέγιστων απομακρύνσεων προς την ίδια κατεύθυνση	$\frac{A_0}{A_1} = \frac{A_1}{A_2} = ... =$ σταθ.
Εκθετική μείωση της ολικής ενέργειας	$E = E_0 e^{-2\Lambda t}$ (με απόδειξη)
Απώλεια ενέργειας σε ορισμένο χρονικό διάστημα Δt	$E_{απωλ} = E_{αρχ} - E_{τελ}$ ή $E_{απωλ} = \frac{1}{2}DA^2_{αρχ} - \frac{1}{2}DA^2_{τελ}$
Έργο δύναμης αντίστασης σε ορισμένο χρονικό διάστημα Δt	$W_{Fαντ} = E_{τελ} - E_{αρχ}$ ή $W_{Fαντ} = \frac{1}{2}DA^2_{τελ} - \frac{1}{2}DA^2_{αρχ}$
Επί τοις εκατό ποσοστό μείωσης του πλάτους μιας φθίνουσας μηχανικής ταλάντωσης σε ορισμένο χρονικό διάστημα Δt	$\frac{A_{αρχ} - A_{τελ}}{A_{αρχ}} \cdot 100\%$
Εκθετική μείωση του πλάτους του φορτίου του πυκνωτή σε μια φθίνουσα ηλεκτρική ταλάντωση	$Q = Q_0 e^{-\Lambda t}$
Εκθετική μείωση της ολικής ενέργειας της ταλάντωσης σε μια φθίνουσα ηλεκτρική ταλάντωση	$E = E_0 e^{-2\Lambda t}$ (με απόδειξη)
Θερμότητα που εκλύεται από τον αντιστάτη σε ορισμένο χρονικό διάστημα Δt	$Q_R = E_{αρχ} - E_{τελ}$ ή $Q_R = \frac{1}{2}\frac{Q^2_{αρχ}}{C} - \frac{1}{2}\frac{Q^2_{τελ}}{C}$
Επί τοις εκατό ποσοστό μείωσης της ολικής ενέργειας της φθίνουσας ταλάντωσης (μηχανικής ή ηλεκτρικής)	$\frac{E_{αρχ} - E_{τελ}}{E_{αρχ}} \cdot 100\%$

ΕΞΑΝΑΓΚΑΣΜΕΝΕΣ ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ

Ιδιοσυχνότητα ενός συστήματος ελατηρίου-σώματος	$f_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{K}{m}}$
Ρυθμός απώλειας της ενέργειας του συστήματος λόγω της δύναμης της αντίστασης	$\frac{dW_{απωλ}}{dt} = \|F_{αντ}\| \cdot \upsilon$
Ρυθμός με τον οποίο ο διεγέρτης προσφέρει ενέργεια στο σύστημα	$\frac{dW_{Fεξ}}{dt} = F_{εξ} \cdot \upsilon$
Ενέργεια που προσφέρει ο διεγέρτης στο σύστημα ανά περίοδο	$W_{προσφ} = \pi b A^2 \omega$ (με απόδειξη)
Ιδιοσυχνότητα ενός κυκλώματος LC	$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$
Ρυθμός με τον οποίο παράγεται θερμότητα στην αντίσταση ενός κυκλώματος LC λόγω φαινομένου Joule	$\frac{dQ}{dt} = i^2 R$
Ενέργεια που προσφέρεται στο κύκλωμα σε κάθε περίοδο μέσω της εναλλασσόμενης τάσης	$W_{προσφ} = \frac{I^2 RT}{2}$ (με απόδειξη)

ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΩΝ

Α. Σύνθεση δύο απλών αρμονικών ταλαντώσεων (1) και (2) που έχουν εξισώσεις: $x_1 = A_1ημ(ωt)$ και $x_2 = A_2ημ(ωt + φ)$, αντίστοιχα.

Εξίσωση της συνισταμένης ταλάντωσης	$x = Aημ(ωt + θ)$
Πλάτος της συνισταμένης ταλάντωσης	$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2συνφ}$
Διαφορά φάσης θ μεταξύ της συνισταμένης ταλάντωσης και της συνιστώσας ταλάντωσης (1)	$εφθ = \dfrac{A_2ημφ}{A_1 + A_2συνφ}$

Β. Σύνθεση δύο απλών αρμονικών ταλαντώσεων που έχουν εξισώσεις: $x_1 = Aημ(ω_1t)$ και $x_2 = Aημ(ω_2t)$.

Εξίσωση της συνισταμένης ταλάντωσης	$x = 2Aσυν\left(\dfrac{ω_1 - ω_2}{2}t\right)ημ\left(\dfrac{ω_1 + ω_2}{2}t\right)$
Πλάτος της συνισταμένης ταλάντωσης	$\lvert A' \rvert = 2A\left\lvert συν\left(\dfrac{ω_1 - ω_2}{2}t\right)\right\rvert$
Περίοδος διακροτήματος	$T_δ = \dfrac{1}{\lvert f_1 - f_2 \rvert}$
Συχνότητα διακροτήματος ή συχνότητα αυξομείωσης του πλάτους της ταλάντωσης	$f_δ = \lvert f_1 - f_2 \rvert$
Συχνότητα της συνισταμένης ταλάντωσης	$f = \dfrac{f_1 + f_2}{2}$
Αριθμός μεγιστοποιήσεων (ή μηδενισμών) του πλάτους της συνισταμένης ταλάντωσης σε ορισμένο χρόνο Δt	$N_δ = f_δ \cdot Δt$
Αριθμός ταλαντώσεων που εκτελεί το σώμα σε ορισμένο χρόνο Δt	$N = f \cdot Δt$

ΘΕΩΡΙΑ

ΠΕΡΙΟΔΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ

Περιοδικά ονομάζονται τα φαινόμενα που επαναλαμβάνονται σε σταθερά χρονικά διαστήματα.

Περίοδος Τ ενός περιοδικού φαινομένου ονομάζεται ο χρόνος που απαιτείται για μια πλήρη επανάληψη του φαινομένου. Μονάδα μέτρησης της περιόδου στο S.I. είναι το 1s.

Συχνότητα f ενός περιοδικού φαινομένου ονομάζεται το πηλίκο του αριθμού Ν των επαναλήψεων του φαινομένου προς τον αντίστοιχο χρόνο t. Είναι δηλαδή:

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

Μονάδα μέτρησης της συχνότητας στο S.I. είναι το 1 Hz ή το 1/s.
Η προηγούμενη σχέση για Ν = 1 και t = T γράφεται:

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

Γωνιακή ή **κυκλική συχνότητα** ω είναι ένα φυσικό μέγεθος που αναφέρεται σε όλα τα περιοδικά φαινόμενα χωρίς άμεση φυσική σημασία και δίνεται από σχέση:

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$$

Μονάδα μέτρησης της γωνιακής συχνότητας στο S.I. είναι το 1 rad/s.

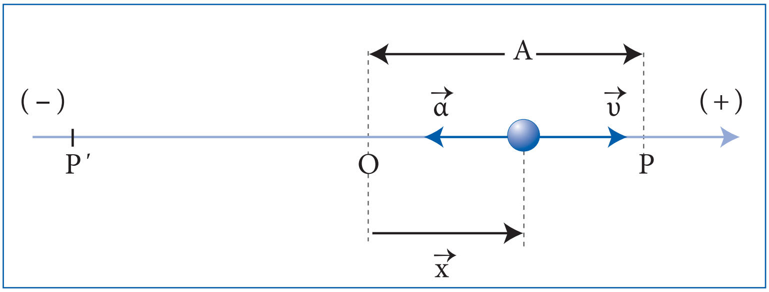
Μια περιοδική παλινδρομική κίνηση ονομάζεται **ταλάντωση.** Όταν η ταλάντωση πραγματοποιείται σε ευθεία γραμμή ονομάζεται **γραμμική ταλάντωση.**

ΑΠΛΗ ΑΡΜΟΝΙΚΗ ΤΑΛΑΝΤΩΣΗ

Α. ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

Χρονικές εξισώσεις

Έστω ένα σώμα, το οποίο εκτελεί ταλάντωση πάνω στον άξονα x΄x, ανάμεσα σε δύο ακραίες θέσεις P' και P και γύρω από το σημείο O που είναι το μέσο της τροχιάς του. Το σημείο O λέγεται **θέση ισορροπίας** του σώματος.



Αν η **απομάκρυνση** x (αλγεβρική τιμή του διανύσματος θέσης $\vec{x}$) του σώματος από τη θέση ισορροπίας του δίνεται από τη σχέση:

$$x = A\eta\mu(\omega t + \varphi_o), \tag{1.1}$$

τότε η κίνηση του σώματος ονομάζεται **απλή αρμονική ταλάντωση**. O όρος A είναι η μέγιστη απομάκρυνση, δηλαδή η μέγιστη απόσταση από το σημείο O, στην οποία φτάνει το ταλαντούμενο σώμα, και ονομάζεται **πλάτος** της ταλάντωσης. Η γωνία φ_o ονομάζεται **αρχική φάση** της ταλάντωσης και υπολογίζεται από την εξίσωση (1.1), αν τη χρονική στιγμή $t = 0$ γνωρίζουμε την απομάκρυνση x του σώματος από τη θέση ισορροπίας του και τη φορά κίνησής του. Για την αρχική φάση φ_o θεωρούμε ότι ισχύει $0 \leq \varphi_o < 2\pi$ rad.

Φάση φ της ταλάντωσης είναι η γωνία $\omega t + \varphi_o$. Ισχύει δηλαδή ότι:

$$\varphi = \omega t + \varphi_o$$

Η χρονική εξίσωση της ταχύτητας είναι της μορφής:

$$\upsilon = \upsilon_{max}\sigma\upsilon\nu(\omega t + \varphi_o), \tag{1.2}$$

όπου $\upsilon_{max} = \omega A$ είναι μέγιστη τιμή της ταχύτητας.

Το σώμα έχει ταχύτητα μέγιστου μέτρου όταν διέρχεται από τη θέση ισορροπίας του O($x = 0$).

Η χρονική εξίσωση της επιτάχυνσης είναι της μορφής:

$$\alpha = -\alpha_{max}\eta\mu(\omega t + \varphi_o), \tag{1.3}$$

όπου $α_{max} = ω^2 A$ είναι η μέγιστη τιμή της επιτάχυνσης. Το σώμα έχει επιτάχυνση μέγιστου μέτρου όταν βρίσκεται στις ακραίες θέσεις P και P'.

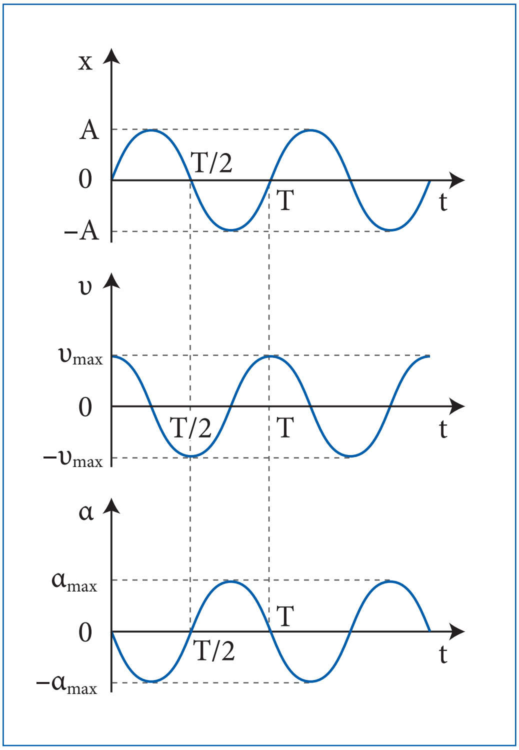
Αν τη χρονική στιγμή $t = 0$ το σώμα διέρχεται από τη θέση ισορροπίας του κινούμενο κατά τη θετική φορά του άξονα x΄x, οι χρονικές εξισώσεις της απομάκρυνσης x, της ταχύτητας υ και της επιτάχυνσής του α γίνονται:

$$x = Aημ(ωt) \qquad \textbf{1.4}$$

$$υ = υ_{max}\, συν(ωt) \qquad \textbf{1.5}$$

$$α = -α_{max}\, ημ(ωt) \qquad \textbf{1.6}$$

Στα παρακάτω διαγράμματα φαίνονται η χρονική μεταβολή της απομάκρυνσης, της ταχύτητας και της επιτάχυνσης στην περίπτωση που τα μεγέθη αυτά περιγράφονται από τις εξισώσεις (1.4), (1.5) και (1.6) αντίστοιχα.



ΒΑΣΙΚΕΣ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ

Σχέσεις μεταξύ μεγεθών

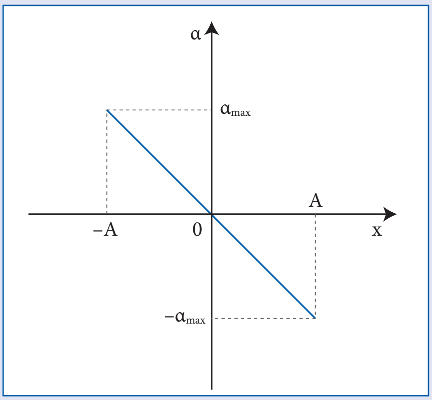
Επιτάχυνσης και Απομάκρυνσης

Η σχέση (1.3) γράφεται:

$\alpha = -\omega^2 A\eta\mu(\omega t + \varphi_o)$ ή $\alpha = -\omega^2[A\eta\mu(\omega t + \varphi_o)]$ ή λόγω της (1.1):

$$\alpha = -\omega^2 x \qquad \textbf{1.7}$$

Από τη σχέση (1.7) προκύπτει ότι η επιτάχυνση έχει πάντα αντίθετη κατεύθυνση από την απομάκρυνση του σώματος από τη θέση ισορροπίας του. Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται η γραφική παράσταση της αλγεβρικής τιμής της επιτάχυνσης $\vec{\alpha}$ σε συνάρτηση με την απομάκρυνση x του σώματος από τη θέση ισορροπίας του.



Ταχύτητας και Απομάκρυνσης από τη θέση ισορροπίας

Από τη σχέση (1.1) έχουμε:

$$x = A\eta\mu(\omega t + \varphi_o) \quad ή \quad \eta\mu(\omega t + \varphi_o) = \frac{x}{A} \qquad \textbf{1.8}$$

Από τη σχέση (1.2) έχουμε:

$$\upsilon = \upsilon_{max}\sigma\upsilon\nu(\omega t + \varphi_o) \quad ή \quad \sigma\upsilon\nu(\omega t + \varphi_o) = \frac{\upsilon}{\omega A} \qquad \textbf{1.9}$$

Ισχύει, όμως ότι:

$$ημ^2(ωt + φ_o) + συν^2(ωt + φ_o) = 1,$$ ή λόγω των (1.8) και (1.9):

$$\frac{x^2}{A^2} + \frac{υ^2}{ω^2 A^2} = 1 \quad ή \quad x^2ω^2 + υ^2 = ω^2A^2 \quad ή \quad υ^2 = ω^2(A^2 - x^2) \quad ή$$

$$\boxed{υ = \pm ω\sqrt{A^2 - x^2}} \qquad \textbf{1.10}$$

Το περιστρεφόμενο διάνυσμα

Έστω ότι ένα σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση και η χρονική εξίσωση της απομάκρυνσης του σώματος από τη θέση ισορροπίας του δίνεται από τη σχέση: $x = Aημ(ωt)$, όπου A το πλάτος και ω η γωνιακή συχνότητα της ταλάντωσης. Κάθε αρμονικά μεταβαλλόμενο μέγεθος μπορεί να περιγραφεί με ένα περιστρεφόμενο διάνυσμα. Η απομάκρυνση x του σώματος από τη θέση ισορροπίας του περιγράφεται από ένα περιστρεφόμενο διάνυσμα $\vec{OΓ}$, το οποίο έχει μέτρο ίσο με το πλάτος A της ταλάντωσης και περιστρέφεται αριστερόστροφα με σταθερή γωνιακή ταχύτητα, μέτρου ίσου με τη γωνιακή συχνότητα ω της ταλάντωσης, γύρω από το σημείο O. Τη χρονική στιγμή $t = 0$ το περιστρεφόμενο διάνυσμα $\vec{OΓ}$ βρίσκεται στον οριζόντιο άξονα, όπως φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα. Τη χρονική στιγμή t το διάνυσμα θα έχει περιστραφεί κατά γωνία $φ = ωt$. Τη χρονική στιγμή t η προβολή του διανύσματος $\vec{OΓ}$ πάνω στον κατακόρυφο άξονα x΄x είναι ίση με:

$$(OB) = (OΓ)ημφ \quad ή \quad (OB) = Aημ(ωt) \quad ή \quad x = Aημ(ωt)$$

Επομένως, η προβολή του περιστρεφόμενου διανύσματος $\vec{OΓ}$ πάνω στον άξονα x΄x είναι ίση με την απομάκρυνση x του σώματος από τη θέση ισορροπίας του.