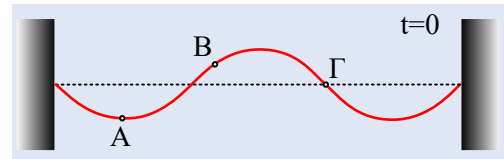
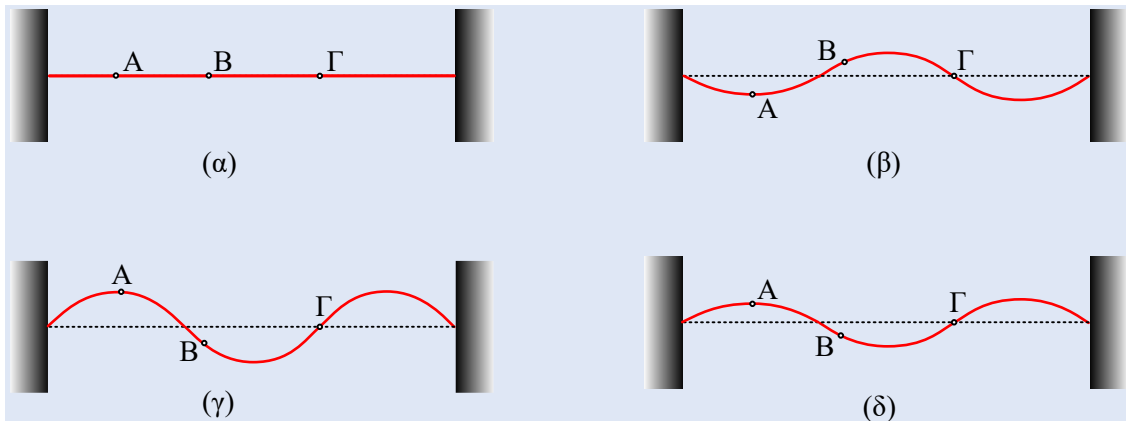


Στιγμιότυπα στάσιμου κύματος.

Στο σχήμα βλέπουμε τη μορφή μιας ελαστικής χορδής με σταθερά άκρα, πάνω στην οποία έχει δημιουργηθεί ένα στάσιμο κύμα, κάποια στιγμή που θεωρούμε ως $t=0$ και όπου η ταχύτητα ταλάντωσης του σημείου B είναι μηδενική.



- i) Το σημείο A ή το σημείο Γ έχει μεγαλύτερη (κατά μέτρο) ταχύτητα τη στιγμή $t=0$;
 ii) Δίδονται τα παρακάτω 4 στιγμιότυπα της παραπάνω χορδής:



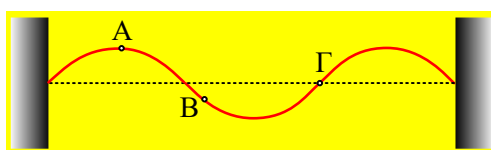
Επιλέγουμε το σχήμα που δίνει τη μορφή της χορδής και σημειώνουμε τις ταχύτητες ταλάντωσης των σημείων A, B και Γ, πάνω στο σχήμα, για τις χρονικές στιγμές:

$$a) \quad t_1 = 3T/2, \quad b) \quad t_2 = 3T/4, \quad c) \quad t_3 = 4T/3.$$

Απάντηση:

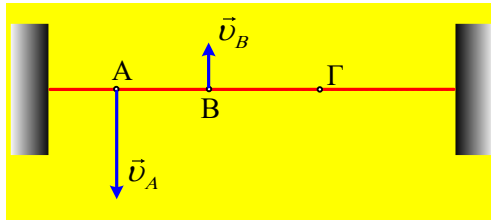
- i) Αν τη στιγμή $t=0$ το σημείο B έχει μηδενική ταχύτητα, τότε βρίσκεται σε ακραία θέση, θέση πλάτους, οπότε και όλα τα σημεία της χορδής βρίσκονται σε θέση πλάτους, έχοντας μηδενική ταχύτητα. Βέβαια το σημείο Γ βρίσκεται στη θέση ισορροπίας ακίνητο και θα παραμείνει ακίνητο αφού αντιστοιχεί σε δεσμό του στάσιμου κύματος. Συνεπώς $v_A = v_\Gamma = 0$. Κανένα από τα δύο σημεία δεν έχει μεγαλύτερη ταχύτητα!!!
 ii) Όσον αφορά τα στιγμιότυπα κάποιες χρονικές στιγμές, έχουμε:

- a) Η χρονική στιγμή t_1 γράφεται $t_1 = \frac{3T}{2} = \frac{2T}{2} + \frac{T}{2} = T + \frac{T}{2}$, πράγμα που σημαίνει ότι, αν εστιάσουμε στο σημείο A, έχει εκτελέσει μια πλήρη ταλάντωση και αφού επιστρέψει στην ακραία κάτω θέση $y=-A$, σε χρόνο $T/2$, θα φτάσει στην θέση $y=+A$. Συνεπώς από τα σχήματα, αυτό που δίνει τη θέση αυτή είναι το σχήμα (γ), όπου όλα τα σημεία, βρίσκονται ξανά σε θέση πλάτους, με μηδενικές ταχύτητες.



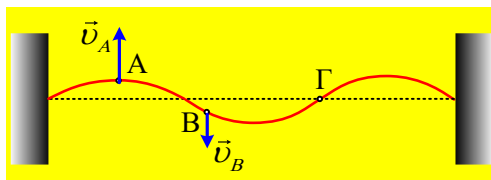
- b) Με την ίδια λογική για τη στιγμή t_2 έχουμε: $t_2 = \frac{3T}{4} = \frac{2T}{4} + \frac{T}{4} = \frac{T}{2} + \frac{T}{4}$, δηλαδή το σημείο A, έχει

ολοκληρώσει μισή ταλάντωση φτάνοντας στη θέση $y=+A$ και συνεχίζει κινούμενο προς τα κάτω, οπότε σε χρόνο $T/4$ φτάνει στη θέση ισορροπίας του. Ταυτόχρονα όλα τα σημεία της χορδής περνούν το καθένα από τη δική του θέση ισορροπίας και η χορδή είναι οριζόντια, όπως στο σχήμα (α).



Στο παραπάνω σχήμα έχουν σημειωθεί και οι ταχύτητες των σημείων A και B, αφού το σημείο Γ παραμένει ακίνητο (δεσμός). Αξίζει να τονίσουμε ότι τα σημεία A και B, εναλλάξ ενός δεσμού, παρουσιάζουν διαφορά φάσης κατά π , με αποτέλεσμα όταν το A έχει ταχύτητα προς τα κάτω, το B να κινείται προς τα πάνω, προφανώς με μικρότερη κατά μέτρο ταχύτητα, αφού ταλαντώνεται με μικρότερο πλάτος και την ίδια συχνότητα ($v_{\max}=\omega A$).

- c) Για τη στιγμή t_3 θα έχουμε $t_3 = \frac{4T}{3} = \frac{3T}{3} + \frac{T}{3} = T + \frac{T}{3}$ όπου το σημείο A, αφού ολοκλήρωσε μια πλήρη ταλάντωση και έχει επανέλθει στη θέση $y=-A$, κινείται προς τα πάνω, για επιπλέον χρονικό διάστημα $\Delta t=T/3$, χρονικό διάστημα μεγαλύτερο από το $1/4$ της περιόδου, συνεπώς το σημείο A έχει περάσει από την θέση ισορροπίας του, έχοντας θετική απομάκρυνση, ενώ συνεχίζει κινούμενο προς τα πάνω. Το σωστό σχήμα είναι το (δ), ενώ οι ταχύτητες έχουν σημειωθεί στο παρακάτω σχήμα, αλλά τώρα με μικρότερα μέτρα από τα αντίστοιχα μέτρα, του προηγούμενου ερωτήματος.



dmargaris@gmail.com