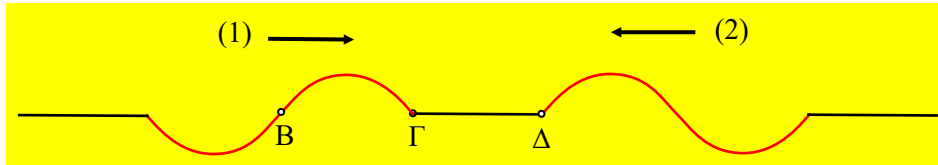


Μια συμβολή δύο ημιτονοειδών παλμών

Κατά μήκος ενός γραμμικού ελαστικού μέσου διαδίδονται αντίθετα δυο ημιτονοειδείς παλμοί με το ίδιο πλάτος A και το ίδιο μήκος κύματος λ . Σε μια στιγμή $t_0=0$ οι παλμοί φτάνουν στα σημεία Γ και Δ , όπου $(\Gamma\Delta)=\lambda/2$, όπως στο σχήμα.

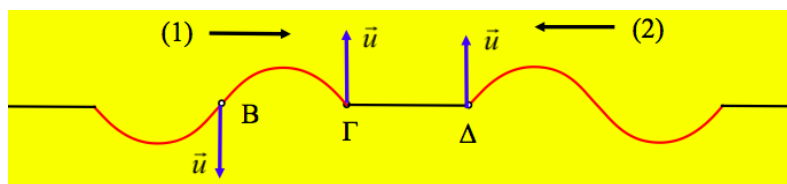


Τη στιγμή αυτή το σημείο B έχει ταχύτητα ταλάντωσης μέτρου u .

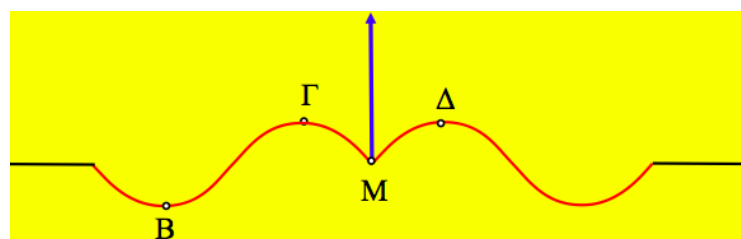
- i) Να σχεδιάσετε πάνω στο σχήμα τις ταχύτητες ταλάντωσης των σημείων B και Γ και Δ. Ποια τα μέτρα των ταχυτήτων ταλάντωσης των σημείων Γ και Δ;
- ii) Αν οι δύο παλμοί συναντηθούν στο σημείο M τη στιγμή t_1 :
 - a) Να σχεδιάσετε τη μορφή του μέσου τη στιγμή αυτή.
 - β) Ποιες οι ταχύτητες ταλάντωσης των σημείων B, Γ, M και Δ την στιγμή αυτή;
- iii) Σε μια στιγμή το 1^ο κύμα φτάνει στο σημείο Δ. Για τη στιγμή αυτή:
 - a) Να σχεδιάσετε τη μορφή του μέσου.
 - β) Ποιες οι ταχύτητες ταλάντωσης των σημείων B, Γ, M και Δ;

Απάντηση:

- i) Θεωρώντας ότι στα σημεία Γ και Δ που φτάνουν οι δύο παλμοί αποκτούν «ακαριαία» μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης (πράγμα που δεν είναι ακριβώς η αλήθεια, είναι μόνο μια προσέγγιση), ενώ και το σημείο B περνά από την θέση ισορροπίας του έχοντας μέγιστη κατά μέτρο ταχύτητα, σχεδιάζουμε τις ταχύτητες των τριών σημείων, όπως στο σχήμα:

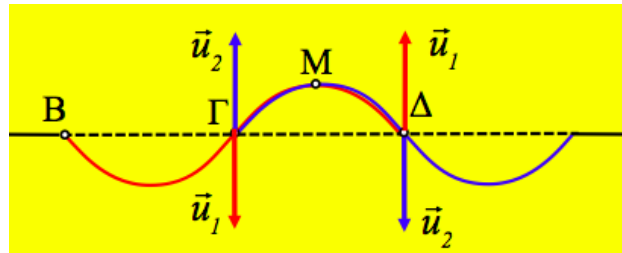


- ii) Αφού οι δύο παλμοί διαδίδονται στο ίδιο μέσο, έχουν την ίδια ταχύτητα διάδοσης (ταχύτητα κύματος), οπότε συναντώνται στο μέσον M του ευθύγραμμου τμήματος ΓΔ.
 - a) Έτσι η μορφή του μέσου, θα είναι αυτή του παρακάτω σχήματος:



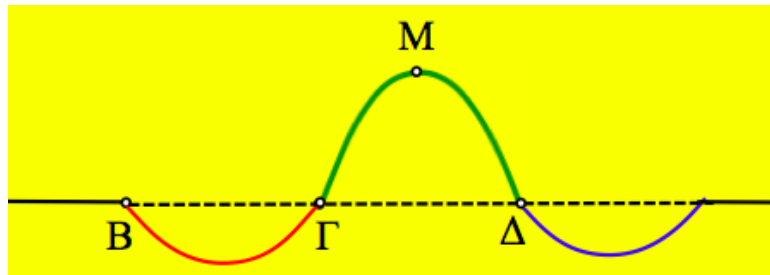
Αλλά αν η απόσταση $(\Gamma\Delta) = \lambda/2$, τότε $(\Gamma M) = (M\Delta) = \lambda/4$, οπότε τα σημεία B, Γ και Δ, που τη στιγμή t_0 βρίσκονται στη θέση ισορροπίας, θα βρίσκονται σε θέσεις πλάτους, έχοντας μηδενική ταχύτητα ταλάντωσης. Το σημείο M όμως που έχει ταχύτητα ίση με την μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης για κάθε παλμό, θα έχει ταχύτητα προς τα πάνω με μέτρο $u_M = u + u = 2u$

- iii) Τη στιγμή t_2 που το πρώτο κύμα φτάνει στο σημείο Δ, το δεύτερο κύμα θα φτάνει στο σημείο Γ. Έτσι, αν χρωματίσουμε με μπλε χρώμα το 2^ο κύμα (για να τα ξεχωρίζουμε...), θα πάρουμε την πρώτη από τις παρακάτω εικόνες:



όπου τα κόκκινα διανύσματα δείχνουν τις ταχύτητες ταλάντωσης των σημείων Γ και Δ εξαιτίας του 1^{ου} κύματος, ενώ τα αντίστοιχα διανύσματα εξαιτίας του 2^{ου} κύματος είναι τα μπλε.

- α) Με εφαρμογή της αρχής της επαλληλίας, όπου η απομάκρυνση κάθε σημείου είναι $y = y_1 + y_2$ ενώ για τις αντίστοιχες ταχύτητες $u = u_1 + u_2$, σχεδιάζουμε την μορφή του μέσου, παίρνοντας το σχήμα:



όπου η απομάκρυνση του σημείου M είναι ίση με $2A$, διπλάσιο από το πλάτος κάθε παλμού, ενώ τα σημεία B, Γ και Δ έχουν μηδενικές απομακρύνσεις.

- β) Για τις ταχύτητες των σημείων, το μεν σημείο B δεχόμαστε ότι «ακαριαία» μηδενίστηκε η ταχύτητά του (προσέγγιση), ενώ λόγω συμβολής τα σημεία Γ και Δ έχουν μηδενικές ταχύτητες ταλάντωσης. Αλλά και το σημείο M έχει μηδενική ταχύτητα, αφού εξαιτίας και των δύο παλμών βρίσκεται σε θέση οπλάτους, άρα μηδενικής ταχύτητας. Στην πραγματικότητα έχουμε συμβολή μεταξύ των σημείων Γ και Δ, οπότε όλα τα μεταξύ τους σημεία έχουν μηδενικές ταχύτητες. Το αντίστοιχο φαινόμενο συναντάμε στα στάσιμα κύματα, όπου μεταξύ δύο δεσμών (εδώ Γ και Δ) όλα τα σημεία είναι συμφασικά με αποτέλεσμα, όταν το M είναι σε θέση πλάτους και όλα τα άλλα σημεία βρίσκονται σε θέσεις πλάτους (το δικό του πλάτος κάθε σημείο...).