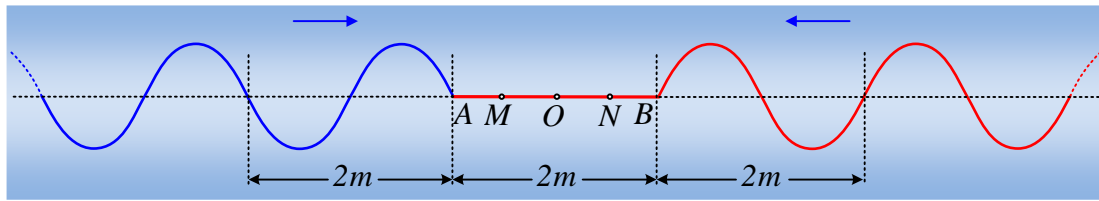


## Έχουμε διάδοση ενέργειας;



Κατά μήκος ενός γραμμικού ελαστικού μέσου κινούνται αντίθετα δύο όμοια κύματα, πλάτους  $A$ , με ταχύτητες  $1\text{ m/s}$  και σε μια στιγμή  $t=0$  έχουμε την εικόνα του παραπάνω σχήματος.

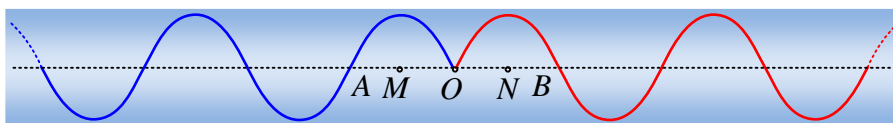
A) Αν  $(AM)=(MO)=(ON)=(NB)$  να εξετάσετε την ορθότητα των παρακάτω προτάσεων.

- Τη στιγμή  $t_1=1\text{ s}$  η απομάκρυνση του σημείου  $M$  είναι ίση με  $A$ .
  - Τη στιγμή  $t_2=1,5\text{ s}$  η απομάκρυνση του σημείου  $O$ , είναι ίση με  $2A$ .
  - Μετά τη στιγμή  $t_2=1,5\text{ s}$  το σημείο  $N$  παραμένει διαρκώς ακίνητο.
  - Το κύμα που κινείται προς τα αριστερά μεταφέρει με σταθερό ρυθμό ενέργεια στο τμήμα  $ON$  του μέσου.
- B) Να σχεδιάσετε τη μορφή του μέσου τη χρονική στιγμή  $t_3=2\text{ s}$ . Πάνω στο σχήμα να σχεδιάσετε τις ταχύτητες των σημείων του μέσου μεταξύ των θέσεων  $A$  και  $B$ .

## Απάντηση:

A) Προφανώς τα κύματα θα διαδοθούν και μετά από  $1\text{ s}$  θα συμβάλουν στο σημείο  $O$ . Κάθε χρονική στιγμή, από κει και πέρα θα έχουμε φαινόμενο συμβολής, σε κάποια περιοχή, την οποία πρέπει να προσδιορίζουμε με προσοχή.

- Η πρόταση είναι σωστή, αφού τα κύματα διαδίδονται με ταχύτητα  $1\text{ m/s}$ , σε χρονικό διάστημα  $1\text{ s}$  το καθένα θα έχει διαδοθεί κατά  $1\text{ m}$  και η εικόνα του μέσου, θα είναι όπως στο παρακάτω σχήμα.

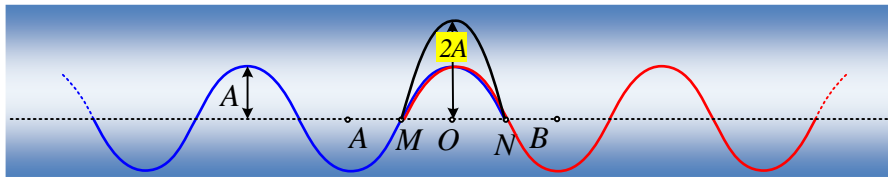


Αλλά αφού το μήκος κύματος είναι  $2\text{ m}$  και  $(AO)=1\text{ m}$ ,  $(MO)=\frac{\lambda}{4}$  και το μέσον  $M$  έχει απομάκρυνση  $+A$ .

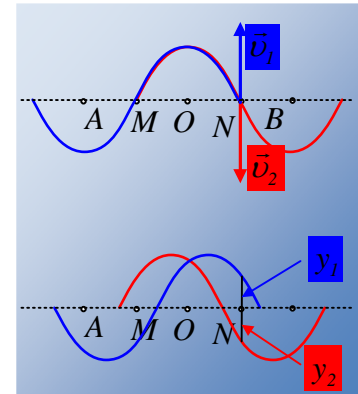
- Τη στιγμή  $t_1=1\text{ s}$  τα κύματα συμβάλουν στο  $O$  και εξαιτίας των δύο κυμάτων το σημείο  $O$ , θα κινηθεί προς τα πάνω. Οπότε μετά από χρόνο  $\frac{1}{4}T = \frac{1}{4} \frac{\lambda}{v} = 0,5\text{ s}$ , δηλαδή τη στιγμή  $t_2=1,5\text{ s}$  το σημείο  $O$  θα φτάσει σε θέση πλάτους  $2A$ .

Εξάλλου το «μπλε κύμα» θα έχει διαδοθεί μέχρι τη θέση  $N$ , αφού  $(AN)=v \cdot t_2=1,5\text{ m}$  και αντίστοιχα το «κόκκινο κύμα» θα έχει φτάσει στο σημείο  $M$  και η μορφή του μέσου θα μπορούσε να εμφανιστεί όπως στο παρακάτω σχήμα, όπου με βάση την αρχή της επαλληλίας προκύπτει ότι το σημείο  $O$  βρίσκεται

ται σε απομάκρυνση  $A+A=2A$ . Η πρόταση είναι σωστή.

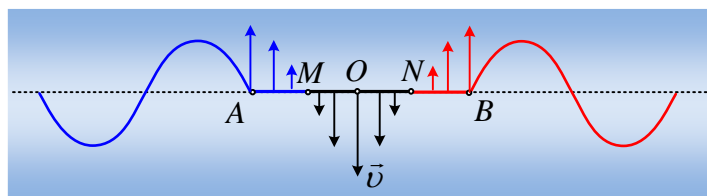


iii) Η πρόταση είναι σωστή. Ας δούμε στο διπλανό σχήμα τι συμβαίνει στο σημείο N μετά από την συμβολή των δύο κυμάτων τη στιγμή  $t_2$ . Εξαιτίας του κύματος που κινείται προς τα δεξιά, το σημείο N τείνει να κινηθεί προς τα πάνω και εξαιτίας του κύματος προς τα αριστερά προς τα κάτω, οπότε το υλικό σημείο στη θέση N θα παραμείνει ακίνητο. Αλλά και αν υποθέσουμε ότι υπάρχει διάδοση και των δύο κυμάτων στην περιοχή και μια επόμενη στιγμή, η απομάκρυνση του N θα είναι  $y_N=y_1+y_2=0$ .



Αλλά αυτό σημαίνει ότι το σημείο N δεν πρόκειται να κινηθεί, θα λειτουργεί δηλαδή σαν ένα ακίνητο σημείο (δεσμός), όπου το κύμα που διαδίδεται προς τα αριστερά (το κύμα με το κόκκινο χρώμα), θα ανακλάται.

iv) Η πρόταση είναι λανθασμένη. Το σημείο N, όπως είπαμε παραπάνω, παραμένει ακίνητο και το κύμα που φτάνει στο N ανακλάται, δημιουργώντας στάσιμο κύμα στην περιοχή δεξιά του N. (όμοια και το «μπλε κύμα ανακλάται στο M δημιουργώντας στάσιμο κύμα αριστερά του M). Με άλλα λόγια μεταξύ των σημείων M και N τη στιγμή  $t_2=1,5s$ , εγκλωβίζεται η ενέργεια και δεν έχουμε πια καμιά μεταφορά ενέργειας προς ή από την περιοχή μεταξύ των δύο σημείων. Αποτέλεσμα είναι να έχει πλέον δημιουργηθεί τη στιγμή  $t_3=2s$ , κατάσταση στάσιμου κύματος μεταξύ των σημείων A και B με ταχύτητες ταλάντωσης των διαφόρων υλικών σημείων του ευθυγράμμου τμήματος, όπως στο σχήμα.



Στο σχήμα η περιοχή MN σχεδιάστηκε με μαύρο χρώμα, το στάσιμο κύμα σχηματίστηκε από τη συμβολή των δύο κυμάτων. Στην περιοχή δεξιά του N, δεν έφτασε ποτέ το «μπλε κύμα» και το χρωματίσαμε με κόκκινο χρώμα, αφού στο τμήμα (NB) τη στιγμή  $t_3$  έχει σχηματισθεί στάσιμο, από ανάκλαση του κύματος που διαδίδεται προς τα αριστερά στον δεσμό N. Όμοια το τμήμα (AM) χρωματίστηκε μπλε, για να δείξουμε ότι εδώ το στάσιμο έχει δημιουργηθεί από ανάκλαση του κύματος που διαδίδεται προς τα δεξιά, μετά από ανάκλαση στο σημείο M.

**Υλικό Φυσικής - Χημείας.**  
Επειδή το να μοιράζεσαι πράγματα, είναι καλό για όλους...

Επιμέλεια: Διονύσης Μάργαρης