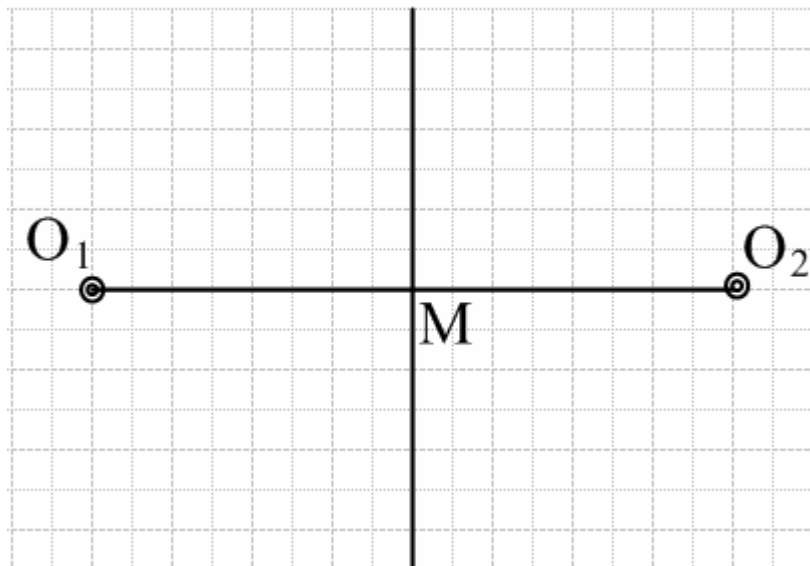


Υπερβολές ενίσχυσης και απόσβεσης κατά τη συμβολή.

Με αφορμή την ανάρτηση [Συμβολή κυμάτων από σύγχρονες πηγές](#), και τα σχόλια που ακολούθησαν, ας δούμε πιο αναλυτικά ποια σημεία στην επιφάνεια ενός υγρού, στην οποία διαδίδονται δύο κύματα από σύγχρονες πηγές ταλαντώνονται με μέγιστο πλάτος και ποια παραμένουν ακίνητα.



Στην επιφάνεια ενός υγρού διαδίδονται (ας υποθέσουμε με σταθερό πλάτος!!!) δύο κύματα που προέρχονται από δύο σύγχρονες πηγές, με μήκος κύματος $\lambda=20\text{cm}$.

α) Να βρεθούν τα σημεία που ταλαντώνονται με μέγιστο πλάτος και να σημειωθούν πάνω στο σχήμα, όταν η απόσταση των πηγών είναι:

- i) $d=39\text{cm}$ ii) $d=40\text{cm}$ iii) $d=41\text{cm}$, iv) 30cm

β) Πάνω στα παραπάνω σχήματα να σχεδιαστούν και οι αντίστοιχες γραμμές που να εμφανίζουν τα σημεία που παραμένουν διαρκώς ακίνητα.

Απάντηση:

α) Έστω ένα σημείο Σ μεταξύ των δύο πηγών όπου έχουμε ενίσχυση. Τότε:

$$|r_1 - r_2| = N \cdot \lambda \text{ όπου } N \text{ θετικός ακέραιος ή}$$

$$r_1 - r_2 = k \cdot \lambda, \text{ όπου } k \text{ ακέραιος. (1)}$$

i) Αλλά για $d=39\text{cm}$ έχουμε και $r_1 + r_2 = 39\text{cm}$ (2)

Από (1) και (2) με πρόσθεση κατά μέλη παίρνουμε:

$$2r_1 = 39 + 20k \quad (\text{σε cm})$$

$$r_1 = 19,5 + 10k$$

$$\text{Αλλά } 0 < r_1 < 39 \text{ ή}$$

$$0 < 19,5 + 10k < 39 \text{ ή}$$

$$-1,95 < k < 1,95$$

Συνεπώς οι δυνατές τιμές του k είναι: $-1, 0, 1$.

Και οι αντίστοιχες τιμές για την απόσταση r_1 είναι:

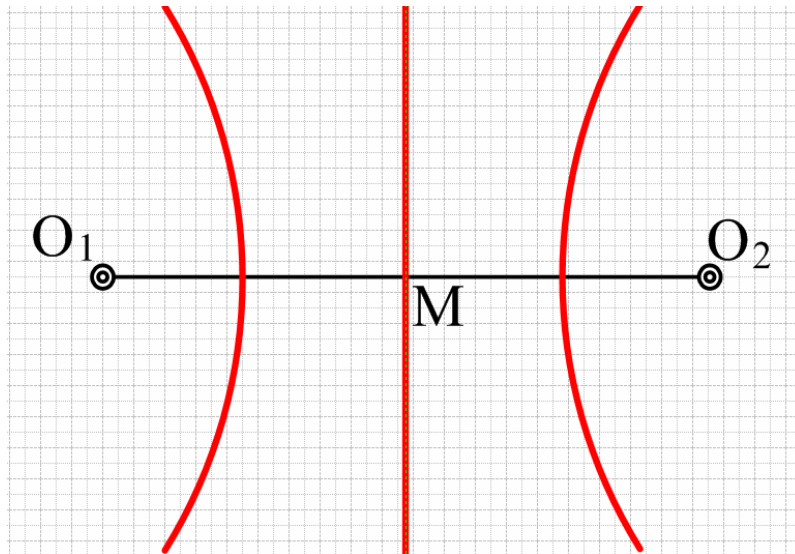
9,5cm, 19,5 cm και 29,5 cm

Συνεπώς έχουμε ενισχυτική συμβολή για όλα τα σημεία που βρίσκονται πάνω στη μεσοκάθετο και σε δύο υπερβολές, συμμετρικές ως προς αυτήν, που απέχουν κατά $\lambda/2$ (πάνω στην ευθεία που συνδέει τις δύο πηγές).

Ας πάρουμε τώρα ένα σημείο πάνω στην ευθεία O_1O_2 δεξιά της πηγής O_2 , το οποίο απέχει κατά x από την O_2 :

$$r_1 - r_2 = (d+x) - x = d = 39 \neq k \cdot \lambda$$

Έτσι τα σημεία που έχουμε ενίσχυση φαίνονται στο παρακάτω σχήμα.

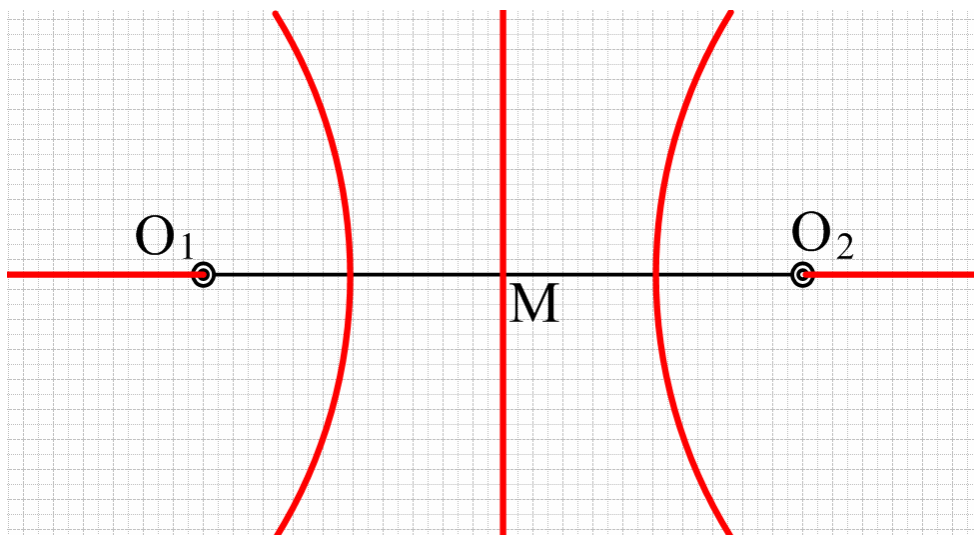


- ii) Για $d=40\text{cm}$ και για αποφύγουμε όλη την προηγούμενη ανάλυση, ας στηριχθούμε σε ένα συμπέρασμα που προέκυψε από το προηγούμενο ερώτημα. Τα σημεία ενισχυτικής συμβολής είναι τα σημεία της μεσοκαθέτου και τόξα υπερβολών δεξιά και αριστερά ανά $10\text{cm}=\lambda/2$ (πάνω στο ευθύγραμμο τμήμα O_1O_2).

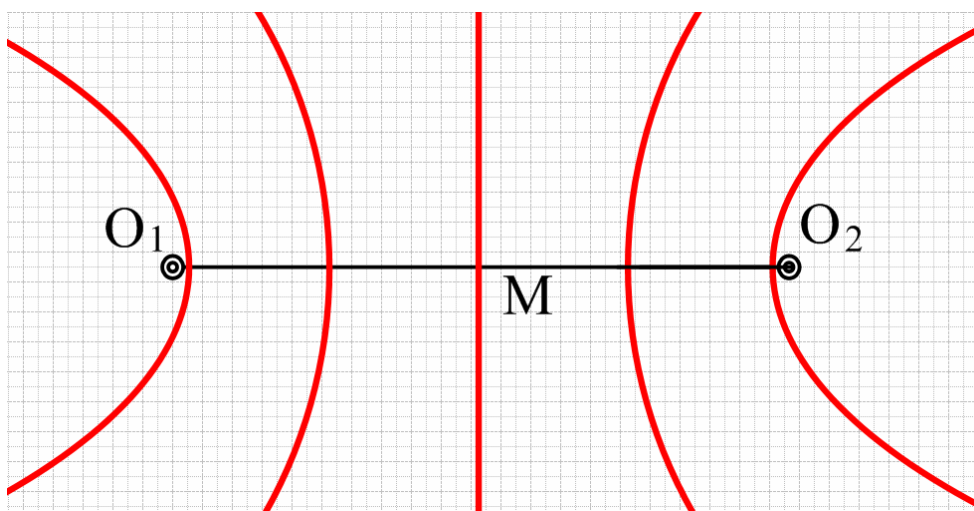
Ας πάρουμε τώρα ένα σημείο πάνω στην ευθεία O_1O_2 δεξιά της πηγής O_2 , το οποίο απέχει κατά x από την O_2 :

$$r_1 - r_2 = (d+x) - x = d = 40\text{cm} = 2\lambda$$

συνεπώς σε όλα τα σημεία πάνω στην ευθεία που συνδέει τις δύο πηγές, εξωτερικά του ευθύγραμμου τμήματος O_1O_2 έχουμε επίσης ενίσχυση. Έτσι τα σημεία που έχουμε ενίσχυση φαίνονται στο παρακάτω σχήμα.

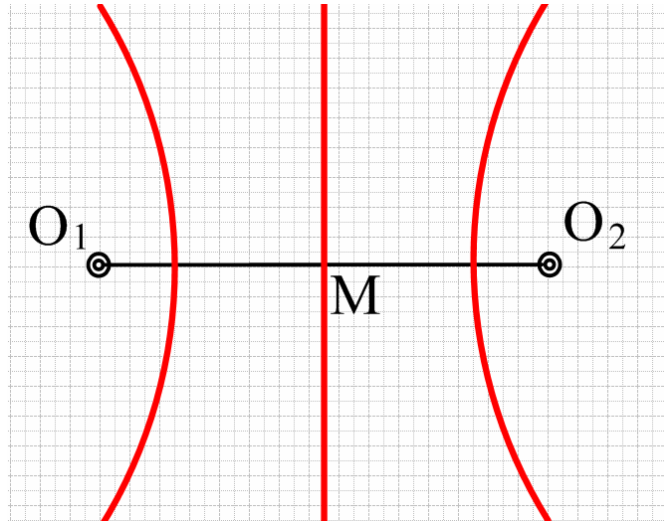


iii) Με την ίδια συλλογιστική και για $d=41\text{cm}$, θα πάρουμε την παρακάτω εικόνα:



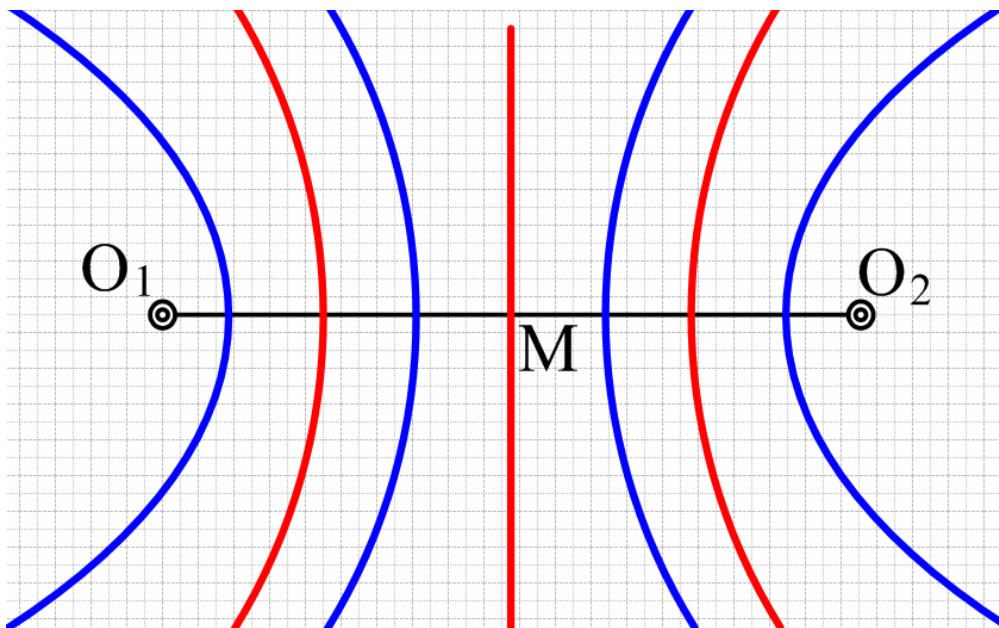
Προφανώς εξωτερικά του O_1O_2 δεν έχουμε πλάτος 2 A αφού η απόσταση $d=41\text{cm}$ δεν είναι ακέραιο πολλαπλάσιο του λ , αλλά ούτε και μηδέν αφού δεν είναι περιττό πολλαπλάσιο του $\lambda/2$.

iv) Και για την απόσταση $d=30\text{cm}$ θα έχουμε:

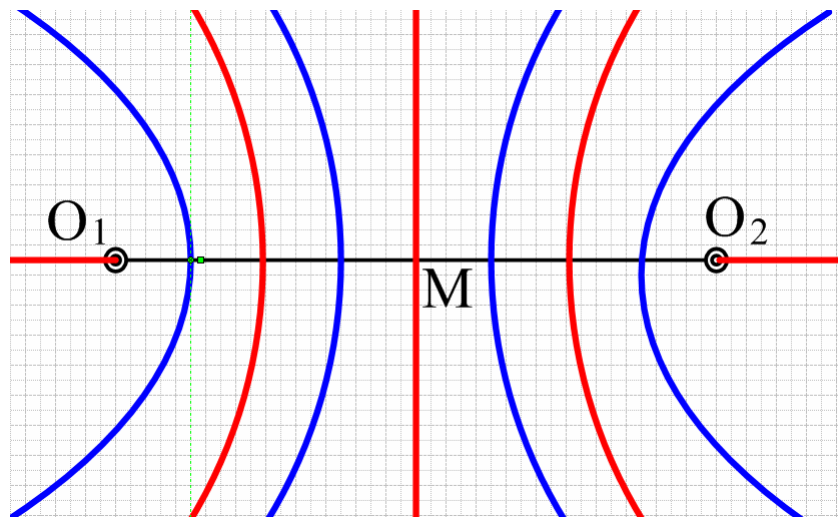


β) Για τις υπερβολές απόσβεσης (μπλε γραμμές), αρκεί να τονίσουμε ότι παρεμβάλλονται μεταξύ των υπερβολών απόσβεσης, έτσι ώστε κινούμενοι μεταξύ των δύο πηγών, η απόσταση μεταξύ ενός σημείου απόσβεσης και ενός σημείου ενίσχυσης να είναι ίση με $\lambda/4 = 5\text{cm}$. Με βάση αυτό οι αντίστοιχες εικόνες θα είναι:

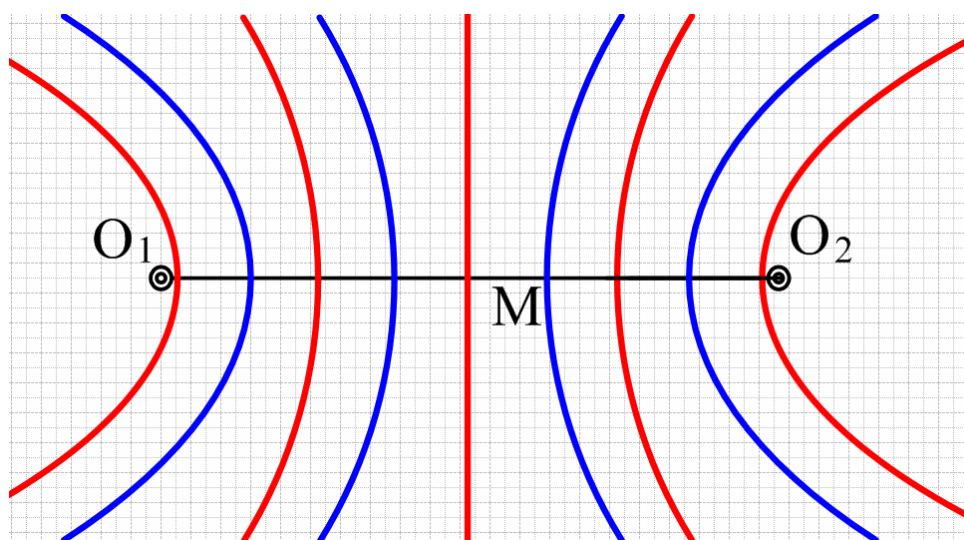
Για $d=39\text{cm}$



Για $d=40\text{cm}$

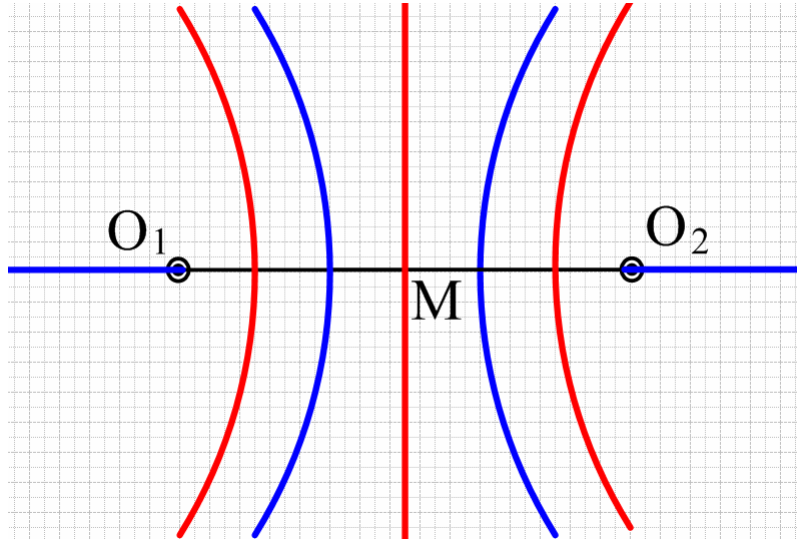


Για $d=41\text{cm}$



Για $d=30\text{cm}$

Εδώ αν πάρουμε ένα σημείο εξωτερικά των πηγών θα έχουμε $(d+x)-x=d=30\text{cm}=3\cdot\lambda/2$, συνεπώς τα σημεία αυτά παραμένουν ακίνητα.



Συμπέρασμα:

Από τις δύο πηγές δεν περνάνε υπερβολές ενίσχυσης ή απόσβεσης. Αν η απόσταση των δύο πηγών είναι $d=k\lambda$, τότε οι υπερβολές που θα πέραναν από τις πηγές έχουν εκφυλιστεί στις δύο ημιευθείες δεξιά και αριστερά των πηγών. Όμοια αν $d=(2k+1)\cdot\lambda/2$ οι αντίστοιχες υπερβολές απόσβεσης έχουν εκφυλιστεί στις δύο ημιευθείες απόσβεσης.

dmargaris@sch.gr