

## Παρατηρήσεις πάνω στο φαινόμενο Doppler

(Οι παρακάτω παρατηρήσεις αναφέρονται σε πηγή και παρατηρητές που κινούνται ή είναι ακίνητοι στην ίδια ευθεία.)

**1)** Στη Νευτώνεια Μηχανική δεν υπάρχει μηχανισμός που να αλλάζει τις αποστάσεις (τα μήκη) και τις χρονικές διάρκειες. Το μήκος κύματος που παράγει και που μετράει η πηγή σε κάποια συγκεκριμένη «περιοχή» της ευθείας πάνω στην οποία κινείται («μπρος» ή «πίσω» της δηλαδή), είναι ίδιο με εκείνο που αντιλαμβάνεται στην ίδια «περιοχή» ο οποιοσδήποτε παρατηρητής είτε κινούμενος με σταθερή ταχύτητα είτε είναι ακίνητος είτε επιταχυνόμενος είτε .... είτε ....

Έτσι λοιπόν, αν  $v_s$  είναι το μέτρο της ταχύτητας με την οποία κινείται η πηγή, **όλοι οι παρατηρητές**, όπου και να βρίσκονται (ακόμη και εκτός της ευθείας που κινείται η πηγή) και με οποιαδήποτε ταχύτητα (μέτρο) μικρότερη εκείνης του ήχου και να κινούνται, μετρούν μήκος κύματος  $\lambda = v_{\eta\chi}T_s - v_sT_s$  στην περιοχή «μπροστά» από την πηγή και  $\lambda' = v_{\eta\chi}T_s + v_sT_s$  στην περιοχή «πίσω» από την πηγή.

Δεν είναι δυνατό «νευτώνειοι παρατηρητές» να μετράνε την απόσταση δύο «γεγονότων» (απόσταση δύο αραιωμάτων, δύο πυκνωμάτων, αρχή και τέλος παλμού, μήκος κύματος κ.λ.π.) και να βρίσκουν διαφορετικά αποτελέσματα.

Χρονικές διάρκειες και αποστάσεις (μήκη, πλάτη κ.λπ) πραγματικών αντικειμένων ή «γεγονότων» είναι ίδιες για όλους τους «νευτώνειους παρατηρητές».

**2)** Από το προηγούμενο προκύπτει ότι η ταχύτητα της πηγής είναι εκείνη που καθορίζει το μήκος κύματος του ήχου στις διάφορες περιοχές.

Όπως γράφτηκε προηγουμένως, αν η πηγή κινείται με ταχύτητα μέτρου  $v_s$  και παράγει ηχητικό κύμα συγκεκριμένης περιόδου  $T_s$  (συγκεκριμένης δηλαδή συχνότητας  $f_s$ ), τότε «μπροστά» από την πηγή το ηχητικό κύμα έχει μήκος κύματος  $\lambda = v_{\eta\chi}T_s - v_sT_s$ , ενώ «πίσω» από την πηγή το μήκος κύματος είναι  $\lambda' = v_{\eta\chi}T_s + v_sT_s$ .

Αυτά τα μήκη κύματος είναι κοινά για όλους τους παρατηρητές που βρίσκονται πάνω στην ευθεία κίνησης της πηγής.

Γι' αυτό δεν έχει νόημα να λέμε ποιος παρατηρητής μετρά το μήκος κύματος. Όλοι οι παρατηρητές (αλλά και η ίδια η πηγή) μετράνε μπροστά από την πηγή το ίδιο μήκος κύματος  $\lambda$ , ενώ πίσω από την πηγή μετράνε το  $\lambda'$ .

Τα  $\lambda$  και  $\lambda'$  είναι κυριολεκτικά τα μήκη κύματος του ήχου που εκπέμπει η πηγή στη διεύθυνση που κινείται με τη συγκεκριμένη ταχύτητα.

Αντίθετα με το μήκος κύματος η συχνότητα που αντιλαμβάνεται και μετράει κάποιος παρατηρητής αφορά αυτόν τον συγκεκριμένο παρατηρητή.

Άλλος παρατηρητής που κινείται με άλλη ταχύτητα μετράει άλλη συχνότητα.

**3)** Το φαινόμενο Doppler λοιπόν δεν οφείλεται στην αλλαγή του μήκους κύματος που προκαλείται λόγω της κίνησης της πηγής, μιας και η αλλαγή αυτή γίνεται το ίδιο αντιληπτή από όλους και τα καινούρια μήκη κύματος  $v_{\eta\chi}T_s \pm v_sT_s$  είναι κοινά για όλους τους παρατηρητές.

Το φαινόμενο Doppler οφείλεται αποκλειστικά στις διαφορετικές ταχύτητες των παρατηρητών, οι οποίες ουσιαστικά διαφοροποιούν την ταχύτητα διάδοσης των ηχητικών κυμάτων που αντιλαμβάνεται ο καθένας παρατηρητής.

Με άλλα λόγια, η διαφορετικότητα των ταχυτήτων των παρατηρητών είναι εκείνη που κάνει διαφορετικές τις συχνότητες που μετράνε και αντιλαμβάνονται οι διάφοροι παρατηρητές. Τα μήκη κύματος όμως είναι ίδια για όλους.

4) Όπως όλοι έτσι και η πηγή αντιλαμβάνεται και μετρά μήκος κύματος  $v_{\eta\chi}T_s \pm v_s T_s$  (το + «πίσω» της και το - «μπρος» της), αλλά η ταχύτητα διάδοσης του ήχου που αντιλαμβάνεται μπρος και πίσω της είναι αντίστοιχα  $v_{\eta\chi} \pm v_s$ , με αποτέλεσμα η συχνότητα που αντιλαμβάνεται

$$\text{τα η πηγή να είναι πάντα } f_s = \frac{v_{\eta\chi} \pm v_s}{v_{\eta\chi} T_s \pm v_s T_s} = \frac{1}{T_s} .$$

#### **Σα να είναι δηλαδή ακίνητη!**

Άρα μια πηγή που εκπέμπει ήχο ορισμένης συχνότητας  $f_s = 1/T_s$ , αντιλαμβάνεται και μετρά την ίδια αυτή συχνότητα  $f_s = 1/T_s$ , είτε είναι ακίνητη, είτε εκτελεί οποιαδήποτε κίνηση.

5) Με βάσει τα παραπάνω μπορούμε να ισχυριστούμε, ότι το φαινόμενο Doppler αφορά συχνότητες και όχι μήκη κύματος.

Δεν υπάρχει φαινόμενο Doppler για μήκη κύματος, μιας και όλοι οι νευτώνειοι παρατηρητές βλέπουνε στην ίδια «περιοχή» της ευθείας πάνω στην οποία κινείται η πηγή, το ίδιο μήκος κύματος».

6) Το φαινόμενο Doppler μπορεί θαυμάσια να διδαχτεί χωρίς καν τη χρήση της σχέσης  $v = \lambda f$ , αλλά με την αποκλειστική χρήση του ορισμού της συχνότητας  $f = N/t$ , όπου N ο αριθμός των ... αποστάσεων που μετρά ο παρατηρητής σε χρόνο t (αριθμός πυκνωμάτων, αραιωμάτων, «κυμάτων» ή ό,τι άλλο σκεφτούμε να φτάνει σε χρόνο t, αρκεί να εξετάσουμε μια απόσταση και να τη χειριστούμε κατάλληλα ώστε βουβά να τη συνδέσουμε με το τί αντιλαμβάνεται ως συχνότητα το αντί ή το όργανο μέτρησης του παρατηρητή

Μια τέτοια διδασκαλία δε θα δημιουργούσε τις παρανοήσεις του μήκους κύματος και θα έφερνε στο προσκήνιο τον «πραγματικό ένοχο» της αλλαγής συχνότητας δηλαδή του φαινομένου Doppler.

Ο «πραγματικός ένοχος» δεν είναι ούτε οι αποστάσεις και τα μήκη κύματος, ούτε οι χρονικές διάρκειες t που έτσι κι αλλιώς είναι ίδιες για όλους.

Ο υπεύθυνος για το φαινόμενο Doppler και σε αυτό τον τρόπο διδασκαλίας του Doppler, είναι η ταχύτητα του συγκεκριμένου παρατηρητή που αλλάζει το N και όχι η ταχύτητα της πηγής.

#### **7) Δηλαδή:**

- ✓ Παρουσίαση του Doppler με τη βοήθεια της σχέσης  $v = \lambda f$ , δηλαδή με τη βοήθεια της έννοιας του μήκους κύματος, δείχνει ότι η αιτία που διαφοροποιεί τη συχνότητα από παρατηρητή σε παρατηρητή είναι η ταχύτητα του κάθε παρατηρητή, επειδή διαφοροποιεί την ταχύτητα διάδοσης των ηχητικών κυμάτων που μετρά ο κάθε παρατηρητής
- ✓ Παρουσίαση του Doppler με τη σχέση  $f = N/t$  δείχνει ότι η αιτία που διαφοροποιεί τη συχνότητα από παρατηρητή σε παρατηρητή είναι η ταχύτητα του κάθε παρατηρητή, επειδή αλλάζει το N, τον αριθμό δηλαδή των πυκνωμάτων, αραιωμάτων κ.λπ που μετρά ο παρατηρητής

8) Στο φως τα πράγματα είναι πολύ πιο απλά, γιατί **για το φως υπάρχει ένα και μόνο ένα μέσο διάδοσης! ΤΟ ΚΕΝΟ. Διάδοση φωτός σε μέσο δεν υφίσταται.**

Στα μέσα υπάρχει μόνο απορρόφηση και επανεκπομπή.

Στο φως λοιπόν το φαινόμενο Doppler δεν «παίζει» με την ταχύτητα διάδοσής του μιας και είναι πάντα  $c_0$ .

**9)** Σε διευθύνσεις διαφορετικές από εκείνη που κινείται η πηγή, υπάρχουν διαφορετικά μήκη κύματος στις διάφορες περιοχές από «δω και από κει της πηγής» που όμως είναι τα ίδια για όλους τους παρατηρητές που κινούνται ή όχι σε αυτή τη διεύθυνση.

Το μήκος κύματος σε μια συγκεκριμένη περιοχή οπουδήποτε γύρω από την πηγή είναι γενικά διαφορετικό από το μήκος κύματος σε άλλη περιοχή. Όμως όλοι οι παρατηρητές στην κάθε περιοχή συμφωνούν στο μήκος κύματος που παραμένει κοινό για όλους.

Η συχνότητα όμως που αντιλαμβάνεται ο κάθε παρατηρητής στην κάθε περιοχή εξαρτάται από την ταχύτητά του.

**Πήλιο, Πέμπτη 21 Απριλίου 2011**

*Θρασύβουλος Κων. Μαχαίρας*