

Τίτλος Διδακτικού Σεναρίου:

«[Το φαινόμενο Doppler]»

Φάση «[4]»

Τίτλος Φάσης: «[Συζήτηση-Συμπεράσματα-Εφαρμογές-Μεταγνώση]»

Συμπληρωμένο φύλλο εργασίας για τη δραστηριότητα 4.3

Δραστηριότητα 4.3

Τα σύμβολα που θα χρησιμοποιήσουμε για τα μεγέθη που εμπλέκονται στην εξαγωγή των ποσοτικών σχέσεων που διέπουν το φαινόμενο.

Πηγή ήχου	S
Ακροατής	A
Ταχύτητα διάδοσης ήχου στον ακίνητο αέρα	V
Ταχύτητα της πηγής ως προς τον ακίνητο αέρα	V_s
Ταχύτητα του ακροατή ως προς το ακίνητο αέρα	V_A
Ταχύτητα των μεγίστων πυκνότητας ως προς τον ακροατή	$V_{\phi A}$
Μήκος κύματος του ήχου	λ
Φαινόμενο μήκος κύματος	λ_{ϕ}
Περίοδος	T
Συχνότητα του εκπεμπόμενου ήχου	f_s
Συχνότητα του ήχου που αντιλαμβάνεται ο ακροατής	f_A

4.3.1: Μελετήστε την εξαγωγή της σχέσης που δίνει τη συχνότητα του ήχου που αντιλαμβάνεται ο ακροατής στην περίπτωση A και εξάγετε την αντίστοιχη σχέση στην περίπτωση B.

A) Κινούμενος ακροατής πλησιάζει ακίνητη πηγή



Αφού το φαινόμενο μήκος κύματος δεν εξαρτάται από το αν κινείται ο παρατηρητής αλλά από την ως προς τον ακίνητο αέρα κίνηση της πηγής: $\lambda_{\phi} = \lambda$ (1)

Αφού ο ακροατής κινείται αντίθετα με τη φορά διάδοσης του ήχου τα μέγιστα πυκνότητας φτάνουν στο αυτί του με ταχύτητα: $V_{\phi A} = V + V_A$ (2)

Επίσης ισχύει ότι: $V = \lambda f$ (3) και

$$V_{\phi A} = \lambda_{\phi} f_A \quad (4)$$

Από την (4) $f_A = \frac{V_{\phi A}}{\lambda_{\phi}}$ η οποία με τη βοήθεια των (1) και (2) μας δίνει ότι:

$$f_A = \frac{V + V_A}{\lambda} \quad \text{η οποία με τη βοήθεια της (3) μας δίνει ότι:}$$

$$f_A = \frac{(V + V_A)}{V} f$$

B) Κινούμενος ακροατής απομακρύνεται από ακίνητη πηγή



Αφού το φαινόμενο μήκος κύματος δεν εξαρτάται από το αν κινείται ο παρατηρητής αλλά από την ως προς τον ακίνητο αέρα κίνηση της πηγής: $\lambda_{\phi} = \lambda$ (1)

Αφού ο ακροατής κινείται αντίθετα με τη φορά διάδοσης του ήχου τα μέγιστα πυκνότητας φτάνουν στο αυτί του με ταχύτητα: $V_{\phi A} = V - V_A$ (2)

Επίσης ισχύει ότι: $V = \lambda f$ (3) και

$$V_{\phi A} = \lambda_{\phi} f_A \quad (4)$$

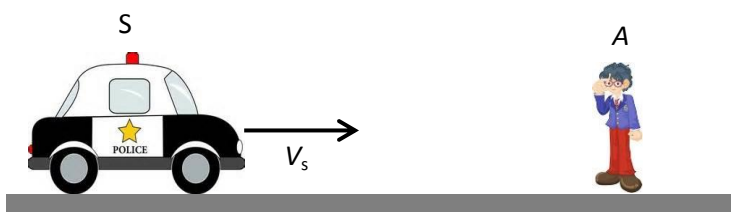
Από την (4) $f_A = \frac{V_{\phi A}}{\lambda_{\phi}}$ η οποία με τη βοήθεια των (1) και (2) μας δίνει ότι:

$$f_A = \frac{V - V_A}{\lambda} \quad \text{η οποία με τη βοήθεια της (3) μας δίνει ότι:}$$

$$f_A = \frac{(V - V_A)}{V} f$$

4.3.2: Μελετήστε την εξαγωγή της σχέσης που δίνει τη συχνότητα του ήχου που αντιλαμβάνεται ο ακροατής στην περίπτωση Γ και εξάγετε την αντίστοιχη σχέση στην περίπτωση Δ.

Γ) Πηγή πλησιάζει σε ακίνητο ακροατή



Αφού η ταχύτητα με την οποία τα μέγιστα πυκνότητας φτάνουν στο αυτί του ακροατή δεν εξαρτάται από το αν κινείται η πηγή θα είναι: $V_{\phi A} = V$ (1)

Η πηγή σε χρόνο μιας περιόδου έχει μετατοπιστεί κατά $V_S T$

Συνεπώς το φαινόμενο μήκος κύματος του ήχου θα διαφέρει κατά $V_S T$ από το μήκος κύματος λ που θα μπορούσε να μετρηθεί αν ήταν ακίνητη.

Δηλαδή: $\lambda_{\phi} = \lambda - V_S T$ (1) Όμως $V_{\phi A} = \lambda_{\phi} f_{\phi}$ (2)

Αφού η ταχύτητα με την οποία τα μέγιστα πυκνότητας φτάνουν στο αυτί του ακροατή δεν εξαρτάται από το αν κινείται η πηγή θα είναι: $V_{\phi A} = V$ (3)

Οπότε $V = \lambda_{\phi} f_{\phi}$ (4) Από τις (4) και (1) έχουμε: $f_{\phi} = \frac{V}{\lambda - V_S T}$ και επειδή

$T = \frac{1}{f}$ Προκύπτει ότι $f_{\phi} = \frac{V}{\lambda - \frac{V_S}{f}}$ από την οποία παίρνουμε ότι:

$$f_{\phi} = \frac{Vf}{\lambda f - V_S} \quad \text{και επειδή } V = \lambda f \text{ τελικά } f_{\phi} = \frac{V}{V - V_S} f$$

Δ) Πηγή απομακρύνεται από ακίνητο ακροατή



Αφού η ταχύτητα με την οποία τα μέγιστα πυκνότητας φτάνουν στο αυτί του ακροατή δεν εξαρτάται από το αν κινείται η πηγή θα είναι: $V_{\phi A} = V$ (1)

Η πηγή σε χρόνο μιας περιόδου έχει μετατοπιστεί κατά $V_s T$

Συνεπώς το φαινόμενο μήκος κύματος του ήχου θα διαφέρει κατά $V_s T$ από το μήκος κύματος λ που θα μπορούσε να μετρηθεί αν ήταν ακίνητη.

Δηλαδή: $\lambda_{\phi} = \lambda + V_s T$ (1) Όμως $V_{\phi A} = \lambda_{\phi} f_{\phi}$ (2)

Αφού η ταχύτητα με την οποία τα μέγιστα πυκνότητας φτάνουν στο αυτί του ακροατή δεν εξαρτάται από το αν κινείται η πηγή θα είναι: $V_{\phi A} = V$ (3)

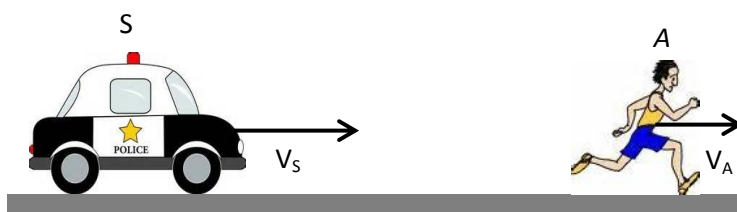
Οπότε $V = \lambda_{\phi} f_{\phi}$ (4) Από τις (4) και (1) έχουμε: $f_{\phi} = \frac{V}{\lambda + V_s T}$ και επειδή

$T = \frac{1}{f}$ προκύπτει ότι $f_{\phi} = \frac{V}{\lambda + \frac{V_s}{f}}$ από την οποία παίρνουμε ότι:

$$f_{\phi} = \frac{Vf}{\lambda f + V_s} \text{ και επειδή } V = \lambda f \text{ τελικά } f_{\phi} = \frac{V}{V + V_s} f$$

4.3.3: Μελετήστε την εξαγωγή της σχέσης που δίνει τη συχνότητα του ήχου που αντιλαμβάνεται ο ακροατής στην περίπτωση Ε και εξάγετε τις αντίστοιχες σχέσεις στις περιπτώσεις ΣΤ και Ζ.

Ε) Πηγή και ακροατής κινούνται κατά την ίδια κατεύθυνση



Η ταχύτητα με την οποία τα μέγιστα πυκνότητας φτάνουν στο αυτί του ακροατή εξαρτάται από το πως αυτός κινείται σε σχέση με τη φορά διάδοσης του ήχου.

Αφού λοιπόν κινείται κατά τη φορά διάδοσης του ήχου θα είναι: $V_{\phi A} = V - V_A$ (1)

Επειδή το φαινόμενο μήκος κύματος λ_{ϕ} δεν εξαρτάται από την κίνηση του ακροατή και η πηγή σε χρόνο μιας περιόδου έχει μετατοπιστεί κατά $V_S T$

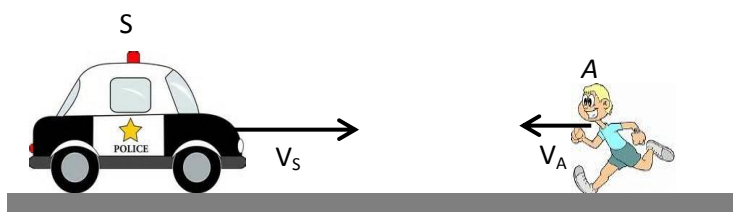
Συνεπώς το φαινόμενο μήκος κύματος του ήχου θα διαφέρει κατά $V_S T$ από το μήκος κύματος λ που θα μπορούσε να μετρηθεί αν ήταν ακίνητη.

Δηλαδή: $\lambda_{\phi} = \lambda - V_S T$ (2) Όμως $V_{\phi A} = \lambda_{\phi} f_{\phi}$ (3)

Από τις (1), (2) και (3) και επειδή $T = \frac{1}{f}$ προκύπτει ότι: $f_{\phi} = \frac{V - V_A}{\lambda - \frac{V_S}{f}}$

από την οποία παίρνουμε τελικά ότι: $f_{\phi} = \frac{V - V_A}{V - V_S} f$

ΣΤ) Πηγή και ακροατής κινούνται σε αντίθετες κατευθύνσεις και πλησιάζουν



Η ταχύτητα με την οποία τα μέγιστα πυκνότητας φτάνουν στο αυτί του ακροατή εξαρτάται από το πως αυτός κινείται σε σχέση με τη φορά διάδοσης του ήχου.

Αφού λοιπόν κινείται αντίθετα με τη φορά διάδοσης του ήχου θα είναι:

$V_{\phi A} = V + V_A$ (1)

Επειδή το φαινόμενο μήκος κύματος λ_{ϕ} δεν εξαρτάται από την κίνηση του ακροατή και η πηγή σε χρόνο μιας περιόδου έχει μετατοπιστεί κατά $V_S T$

Συνεπώς το φαινόμενο μήκος κύματος του ήχου θα διαφέρει κατά $V_S T$ από το μήκος κύματος λ που θα μπορούσε να μετρηθεί αν ήταν ακίνητη.

Δηλαδή: $\lambda_{\phi} = \lambda - V_S T$ (2) Όμως $V_{\phi A} = \lambda_{\phi} f_{\phi}$ (3)

Από τις (1), (2) και (3) και επειδή $T = \frac{1}{f}$ προκύπτει ότι: $f_{\phi} = \frac{V + V_A}{\lambda - \frac{V_S}{f}}$

από την οποία παίρνουμε τελικά ότι: $f_{\phi} = \frac{V+V_A}{V-V_S} f$

Ζ) Πηγή και ακροατής κινούνται σε αντίθετες κατευθύνσεις και απομακρύνονται



Η ταχύτητα με την οποία τα μέγιστα πυκνότητας φτάνουν στο αυτί του ακροατή εξαρτάται από το πως αυτός κινείται σε σχέση με τη φορά διάδοσης του ήχου. Αφού λοιπόν κινείται κατά τη φορά διάδοσης του ήχου θα είναι:

$$V_{\phi A} = V - V_A \quad (1)$$

Επειδή το φαινόμενο μήκος κύματος λ_{ϕ} δεν εξαρτάται από την κίνηση του ακροατή και η πηγή σε χρόνο μιας περιόδου έχει μετατοπιστεί κατά $V_S T$

Συνεπώς το φαινόμενο μήκος κύματος του ήχου θα διαφέρει κατά $V_S T$ από το μήκος κύματος λ που θα μπορούσε να μετρηθεί αν ήταν ακίνητη.

Δηλαδή: $\lambda_{\phi} = \lambda + V_S T$ (2) Όμως $V_{\phi A} = \lambda_{\phi} f_{\phi}$ (3)

Από τις (1), (2) και (3) και επειδή $T = \frac{1}{f}$ προκύπτει ότι: $f_{\phi} = \frac{V - V_A}{\lambda + \frac{V_S}{f}}$

από την οποία παίρνουμε τελικά ότι: $f_{\phi} = \frac{V - V_A}{V + V_S} f$

Μνημονικός κανόνας:

Για την επίλυση ασκήσεων θυμόμαστε τη γενική σχέση:

$$f_{\phi} = \frac{V \pm V_A}{V \mp V_S} f$$

και βάζουμε με πρόσημο + τις ταχύτητες που έχουν φορά από τον ακροατή προς την πηγή