حلول مسائل الفصل الأول (1)

المادة: الصوت والحركة الموجية

مسائل الفصل الأول

س) أن أقل تغير في منسوب شدة الصوت يمكن للأذن البشرية أن تدركه هو واحد ديسيبل. فما مقدار التغير في شدة الصوت الذي يقابل هذا المنسوب؟

الجواب: $\Delta B = 1$

$\therefore B = 10 \log \frac{I}{I_0}$

$B_1 = 10 \log \frac{I_1}{I_0}$; $B_2 = 10 \log \frac{I_2}{I_0}$

$\Delta B = B_2 - B_1 = 10 \log \frac{I_1}{I_0} - 10 \log \frac{I_1}{I_0} = 1$

$10 \log \frac{I_2/I_0}{I_1/I_0} = 1 \Rightarrow \log \frac{I_2}{I_1} = 0.1$

$\frac{I_2}{I_1} = 10^{0.1} = 1.26 \Rightarrow I_2 = 1.26\, I_1$

وهو أقل تغير في شدة الصوت يمكن للأذن البشرية أن تدركه

س) أحسب التغير في منسوب شدة الصوت إذا تغيرت قدرة الصوت في الذباع من 25 ملي واط الى 250 ملي واط.

الجواب: $\Delta B = ?$ القدرة ① $= 25$ ملي واط، القدرة ② $= 250$ ملي واط

شدة الصوت $(I) = \frac{\text{القدرة}}{\text{المساحة}}$

$\therefore I_1 = \frac{25 \times 10^{-3}}{A}$

$\therefore I_2 = \frac{250 \times 10^{-3}}{A}$

$\therefore B = 10 \log \frac{I}{I_0}$

$\therefore B_1 = 10 \log \frac{\left(\frac{25 \times 10^{-3}}{A}\right)}{I_0}$

$\therefore B_2 = 10 \log \frac{\left(\frac{250 \times 10^{-3}}{A}\right)}{I_0}$

$\Delta B = B_2 - B_1$

$\Delta B = 10 \log \frac{\left(\frac{250 \times 10^{-3}}{A}\right)}{I_0} - 10 \log \frac{\left(\frac{25 \times 10^{-3}}{A}\right)}{I_0}$

$\Delta B = 10 \log \frac{\left(\frac{250 \times 10^{-3}}{A}\right)/I_0}{\left(\frac{25 \times 10^{-3}}{A}\right)/I_0}$

$\Delta B = 10 \log 10 = 10 \times 1$

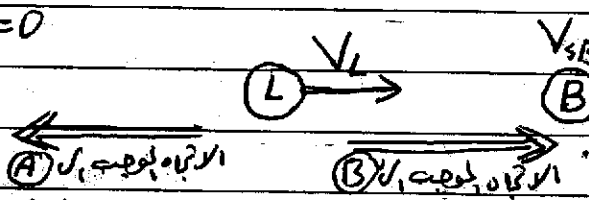
$\Delta B = 10$ decibel

وهو مقدار التغير في منسوب شدة الصوت

3) شوكتان رنانتان A و B تهتزان بنفس التردد 1000 Hz والشخص L يتحرك من A الى B بالسرعة التي يجب ان يتحرك بها لكي يسمع 10 ضربات في الثانية الواحدة. علماً بان سرعة الصوت كانت تساوي 330 m/s

ملاحظة: المقصود بـ (عدد الضربات) هو الفرق بين ترددين متقاربين من مصدرين مختلفين (اي الفرق بين ترددي الصفارتين) $\Delta f = f_2 - f_1$

الجواب



$V_S = 0$

$f_S = 1000\ Hz$

$U = 330\ m/s$

$$f_L = f_S \frac{U + V_L}{U + V_S}$$

بالنسبة للشوكة A

$$f_{LA} = 1000 \times \frac{330 - V_L}{330 - 0}$$

بالنسبة للشوكة B

$$f_{LB} = 1000 \times \frac{330 + V_L}{330 + 0}$$

$$\Delta f = f_{LB} - f_{LA} = 10$$

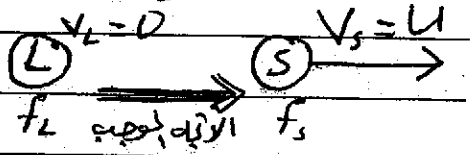
$$10 = 1000\left(\frac{330 + V_L}{330} - \frac{330 - V_L}{330}\right)$$

$$V_L = 1.65\ m/s$$

4) برهن أنه عندما يبتعد مصدر مهتز عن راصد ساكن بسرعة تساوي سرعة الصوت فأن التردد الظاهري للاهتزاز يصبح نصف التردد الحقيقي.

الجواب

f_S: حقيقي و f_L: ظاهري و prove $f_L = \frac{1}{2} f_S$ و $V_L = 0$



$$f_L = f_S \frac{U + V_L}{U + V_S}$$

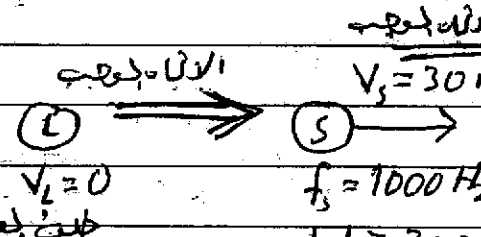
$$f_L = f_S \frac{U + 0}{U + U} = f_S \frac{U}{2U}$$

$$\boxed{f_L = \frac{1}{2} f_S}$$

5) مصدر يتحرك بسرعة 30 m/s ويبعث صوت تردده 1000 Hz وسرعة الصوت 300 m/s. (أ) ما طول موجة الصوت أمام وخلف المصدر. (ب) إذا كان السامع ساكن والمصدر يبتعد عنه بسرعة 30 m/s فما مقدار التردد الذي يسمعه السامع؟ (ج) إذا كان المصدر ساكن والسامع يتحرك بسرعة 30 m/s مبتعداً عن المصدر فما مقدار التردد الذي يسمعه السامع؟ (د) أفرض أن ريحاً تهب بنفس اتجاه حركة المصدر بالفرع (أ) وأن سرعة الريح 15 m/s أوجد الطول الموجي خلف المصدر والطول الموجي أمام المصدر (هـ) في الفرع (أ) أوجد التردد الذي يسمعه شخص واقف عندما يبتعد عنه المصدر وأن اتجاه الريح (1) بنفس اتجاه حركة المصدر (و) بعكس اتجاه حركة المصدر

الحواس:

(أ)



(ب) طول موجة الصوت المنبعثة من المصدر

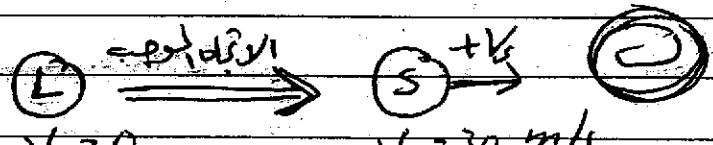
$$\lambda = \frac{U}{f_s} = \frac{300}{1000} = 0.30\ m = 30\ cm$$

(خلف المصدر) $$\lambda_1 = \frac{U + V_s}{f_s} = \frac{300+30}{1000} = 0.330\ m = 33\ cm$$

(أمام المصدر) $$\lambda_2 = \frac{U - V_s}{f_s} = \frac{300-30}{1000} = 0.27\ m = 27\ cm$$

(ج)

$$\frac{f_L}{U+V_L} = \frac{f_s}{U+V_s}$$

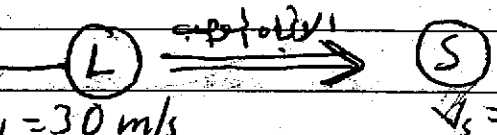


$$f_L = f_s \frac{U+V_L}{U+V_s}$$

$$f_L = 1000 \frac{300+0}{300+30} = 909\ Hz$$

(د)

$$f_L = f_s \frac{U+V_L}{U+V_s}$$



$$f_L = 1000 \times \frac{300+(-30)}{300+0} = 900\ Hz$$

(هـ)

(خلف المصدر) $$\lambda_1 = \frac{U + V_s - V_M}{f_s} = \frac{300+30-15}{1000} = 0.315\ m = 31.5\ cm$$

(الطول الموجي) $\lambda_2 = \frac{U - V_s + V_{M1}}{f_s} = \frac{300 - 30 + 15}{1000} = 0.285\ m = 28.5\ cm$

$f_L = f_s \frac{U + V_L - V_M}{U + V_s - V_M}$

L ← S ($V_s = 30\ m/s$) ← M ($V_M = 15\ m/s$) — الاتجاه الموجب

$f_L = 1000 \times \frac{300 + 0 - 15}{300 + 30 - 15} = 1000 \times \frac{285}{315} = 905\ Hz$

$f_L = f_s \frac{U + V_L - V_{M1}}{U + V_s - V_{M1}}$

L ← S ($V_s = 30\ m/s$, $f_s = 1000\ Hz$) → M ($V_{M1} = 15\ m/s$) — الاتجاه الموجب

$f_L = 1000 \times \frac{300 + 0 - (-15)}{300 + 30 - (-15)} = 1000 \times \frac{315}{345} = 913\ Hz$

(6) شخص واقف ينتظر في موقف سيارات لاحظ أن تردد الصفة المنبعثة من بوق سيارة تقترب منه هو (286) Hz وأن تردد الصفة المنبعثة من بوق سيارة تبتعد عنه هو (266) Hz علماً أن سرعة الصوت في الهواء تساوي 340 m/s. احسب سرعة السيارة التي كان يركبها الشخص.

S (V_s) ← L ($V_L = 0$) — الاتجاه الموجب ① — الاتجاه الموجب ② → S (V_s)

1 — 2

الحواف

$f_{L_1} = 286\ Hz$

$f_{L_2} = 266\ Hz$

$U = 340\ m/s$

$V_s = ?$

$f_L = f_s \frac{U + V_L}{U + V_s}$

① في حالة اقتراب السيارة من السامع

$286 = f_s \times \frac{340 + 0}{340 - V_s} \Rightarrow 286 = f_s \times \frac{340}{340 - V_s}$ — ①

② في حالة ابتعاد السيارة عن السامع

$266 = f_s \times \frac{340 + 0}{340 + V_s} \Rightarrow 266 = f_s \times \frac{340}{340 + V_s}$ — ②

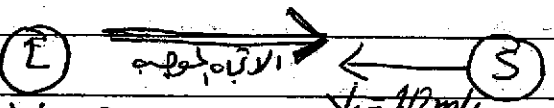
من المعادلتين ① و ②

$\frac{286}{266} = \frac{340 + V_s}{340 - V_s}$

$V_s = 11.1\ m/s = 40\ km/hr.$

7) أحسب التردد الظاهري لصوت صفارة قطارة تقترب من راصد ساكن بسرعة 10 m/s علماً بأن التردد الحقيقي لصوت الصفارة يساوي 500 Hz هرتز.

الجواب

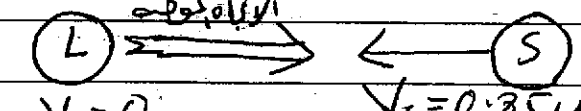


$$f_L = f_S \frac{U + V_L}{U + V_S}$$

$$f_L = 500 \frac{330 + 0}{330 + (-10)} = 500 \times \frac{330}{320} = 515.6\ Hz$$

8) صاروخ موجه لصفر طائرة معادية تتحرك بسرعة 0.85 U (U سرعة الصوت) بالقرب من الهدف بتردد 600 Hz. أحسب التردد الظاهري للصوت الناتج من الصاروخ كما يسمعه الناس قرب الهدف.

الجواب



$$f_L = f_S \frac{U + V_L}{U + V_S} = 600 \times \frac{U + 0}{U - 0.85U} = 600 \times \frac{U}{0.15U}$$

$$f_L = \frac{600}{0.15} = 4000\ Hz$$

9) قاطرة تتحرك بسرعة 60 km/hr وتطلق صفارتها بصوت تردده 500 Hz وفي نفس الصفارة سائق عربة تتحرك بسرعة 40 km/hr. فما مقدار التردد الظاهري للصوت المسموع عندما:

(P) يتحركان في اتجاهين متعاكسين ويقتربان من بعضهما البعض
(Q) يتحركان في اتجاهين متعاكسين ويبتعدان عن بعضهما البعض
(R) يتحركان في نفس الاتجاه بحيث تكون العربة أمام القاطرة
(S) يتحركان في نفس الاتجاه بحيث تكون العربة وراء القاطرة

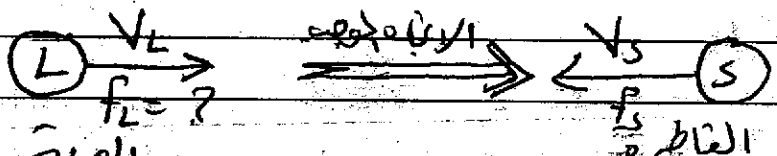
الجواب

$$V_S = 60\ km/hr = 60 \times \frac{1000}{3600} = 16.7\ m/s$$

$$V_L = 40\ km/hr = 40 \times \frac{1000}{3600} = 11.1\ m/s$$

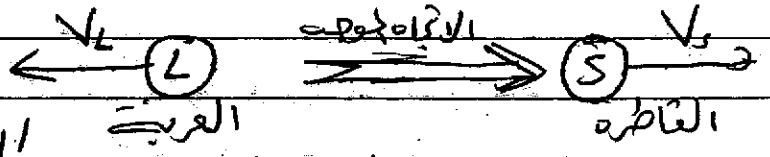
$$f_S = 500\ Hz \quad ; \quad U = 330\ m/s$$

(P)



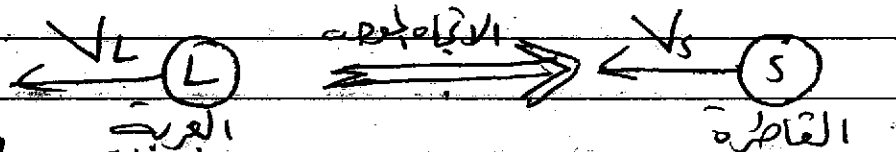
$$f_L = f_s \frac{u+v_L}{u+v_s} = 500 \times \frac{330+11.11}{330-16.67} = 544.33\ Hz$$

ج



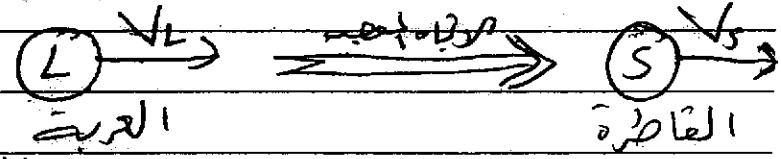
$$f_L = 500 \times \frac{330-11.11}{330+16.67} = 460\ Hz$$

د



$$f_L = 500 \times \frac{330-11.11}{330-16.67} = 509\ Hz$$

س



$$f_L = 500 \times \frac{330+11.11}{330+16.67} = 492\ Hz$$

(10) صفارتان A و B كل منهما تطلق صوت تردده 500 Hz، الصفارة A ثابتة والصفارة B تتحرك بسرعة 200 ft/s (قدم/ث) وهي مبتعدة عن الصفارة A. السامع واقف بين الصفارتين ويتحرك بسرعة 100 ft/s (قدم/ث) باتجاه B. إذا علمت أن سرعة الصوت 1100 ft/s (قدم/ث). فاحسب:

ج التردد المسموع من الصفارة A د عدد الضربات التي يسمعها السامع.

$$\frac{f_L}{u+v_L} = \frac{f_s}{u+v_s}$$

A: $V_{sA} = 0$, $f_{LA} = ?$ — الاتجاه المطلوب بالنسبة لـ A

L: $V_L = 100\ ft/s$ — الاتجاه المطلوب بالنسبة لـ B

B: $V_{sB} = 200\ Hz$ — مبتعدة

أكوستيك minimum

ج $f_{LA} = f_s \frac{u+v_L}{u+v_s}$

$$f_{LA} = 500 \times \frac{1100+(-100)}{1100+0} = 454.5\ Hz$$

ج $f_{LB} = 500 \times \frac{1100+100}{1100+200} = 462\ Hz$

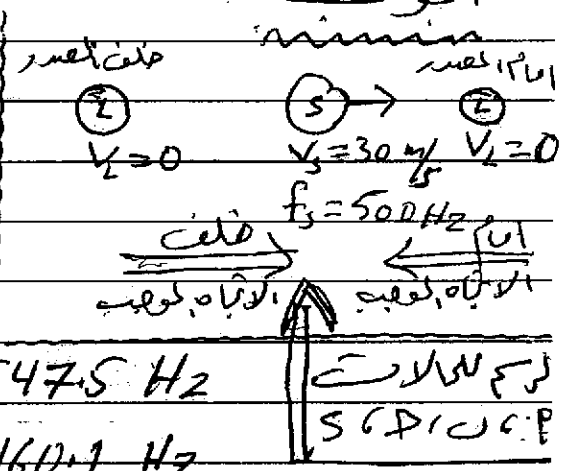
د عدد الضربات $= \Delta f = f_{LB} - f_{LA}$

$$= 462 - 454.5$$

$$= 7.5\ Hz\ (Beat/s)$$ ضربة/ثانية

11) يتحرك قطار بسرعة 30 m/s في الهواء الساكن باتجاه اليمين مطلقاً صفارة ترددها 500 Hz. ما الترددان اللذان يسمعهما: (P) الراكب في المقدمة (Q) خلف المقدمة (R) أمام المؤخرة (S) خلف المؤخرة. وما الترددان اللذان يسمعهما مراقب ثابت: (T) أمام المقدمة (U) خلف المؤخرة. وما الترددان اللذان يسمعهما راكب في مؤخرة قطار آخر يتحرك بسرعة 15 m/s عندما: (V) يقتربان من بعضهما (W) يبتعدان عن بعضهما (Z) كيف تتغير كل إجابات أعلاه إذا هبت ريح سرعتها 9 m/s تماماً في نفس اتجاه سير القطار علماً أن سرعة الصوت تساوي 346 m/s

$$\lambda = \frac{v + v_s}{f_s}$$

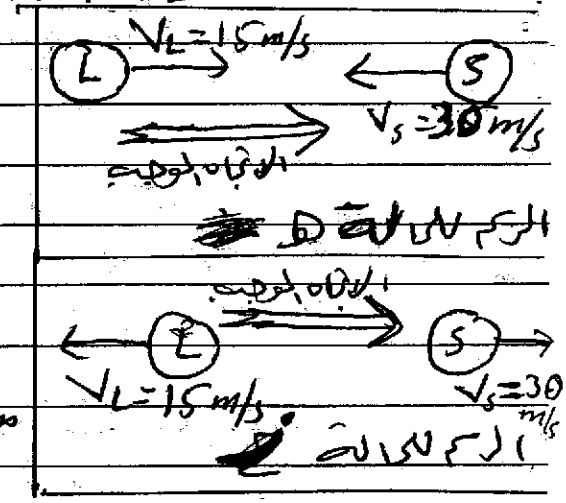


(P) $\lambda_2 = \frac{v - v_s}{f_s} = \frac{346 - 30}{500} = 0.632\ m = 63.2\ cm$

(Q) $\lambda_1 = \frac{v + v_s}{f_s} = \frac{346 + 30}{500} = 0.752\ m = 75.2\ cm$

(R) $f_L = f_s \frac{v + v_L}{v + v_s} = 500 \times \frac{346 + 0}{346 - 30} = 547.5\ Hz$

(S) $f_L = f_s \frac{v + v_L}{v + v_s} = 500 \times \frac{346 + 0}{346 + 30} = 460.1\ Hz$



(T) $f_L = 500 \times \frac{346 + 15}{346 - 30} = 572\ Hz$

(U) $f_L = 500 \times \frac{346 - 15}{346 + 30} = 439\ Hz$

(V) $\lambda = \frac{v + v_s - v_M}{f_s}$; $f_L = f_s \frac{v + v_L - v_M}{v + v_s - v_M}$

أمام المصدر $\lambda_2 = \frac{346 + (-30) - (-9)}{500} = 0.65\ m = 65\ cm$

خلف المصدر $\lambda_1 = \frac{346 + 30 - 9}{500} = 0.734\ m = 73.4\ cm$

أمام المصدر $f_{L_2} = 500 \times \frac{346 + 0 - (-9)}{346 + (-30) - (-9)} = 546\ Hz$

خلف المصدر $f_{L_1} = 500 \times \frac{346 + 0 - 9}{346 + 30 - 9} = 459\ Hz$

يقتربان $f_L = 500 \times \frac{346 + 15 - (-9)}{346 + (-30) - (-9)} = 569.2\ Hz$

يبتعدان $f_L = 500 \times \frac{346 + (-15) - 9}{346 + 30 - 9} = 479.6\ Hz$