

令和3年度東北大学個別学力試験

問題訂正（前期）

理科【物理】18ページ

3 問（1）の（c） 上から3行目

（誤）（複合同順）

（正）（複号同順）

令和3年2月25日

- 3 振動数 f の音波を発する音源が媒質 (空気) 中に置かれている。媒質中の音速を V とする。以下の問(1)~(3)に答えよ。解答は解答用紙の所定の場所に記入せよ。また、結果だけでなく、考え方や計算の過程も説明せよ。

問(1) 音源の位置を原点 O とすると、音源から x 軸の正の向きに伝わる音波による、時刻 t 、位置 x における媒質の x 軸方向の変位 F は、

$$F = A \sin \left\{ 2\pi f \left(t - \frac{x}{V} \right) \right\}$$

で表される。ここで、変位 F は x 軸の正の向きを正とし、 A は正の定数である。

図1のように、 $x = d$ の位置に反射板を固定し、音源から x 軸の正の向きに伝わる音波を固定端反射させた。反射による音波の減衰は無視できるものとする。

(a) 音源から発する音波の波長 λ を、 f と V の中から必要なものを用いて表せ。

(b) x 軸の負の向きに伝わる反射波による、時刻 t 、位置 x における媒質の x 軸方向の変位 F_R は、

$$F_R = -A \sin \left\{ 2\pi f \left(t + \frac{x-a}{V} \right) \right\}$$

で表される。ここで、変位 F_R は x 軸の正の向きを正とし、 a は定数である。 $x = d$ において固定端の条件 $F = -F_R$ が成り立つことを利用して、 a の値を d を用いて表せ。

(c) 問(1)(b)の結果を用いて、位置 x ($0 \leq x \leq d$) における、媒質の変位の最大値 A_S を、 A 、 d 、 f 、 x 、 V の中から必要なものを用いて表せ。ここで、必要に応じて、 $\sin \alpha \pm \sin \beta = 2 \sin \frac{\alpha \pm \beta}{2} \cos \frac{\alpha \mp \beta}{2}$ (複合同順) の関係式を用いよ。

(d) 問(1)(c)の結果を用いて、 $0 < x < d$ に定在波 (定常波) の節ができるための d の条件を、 f と V の中から必要なものを用いて表せ。

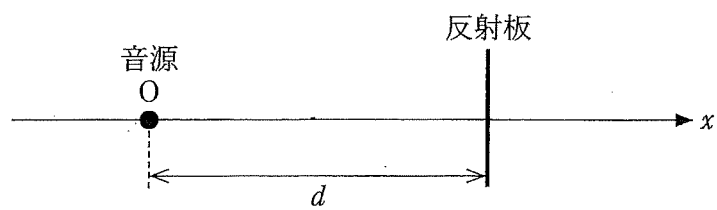


图 1

問(2) 図 2 のように、観測者 P が一定速度 u ($u < V$) で x 軸上 ($x > 0$) を正の向きに移動しながら、原点 O にある音源から伝わる音波を観測した。問(1)と同様に、音源から x 軸の正の向きに伝わる音波による、時刻 t 、位置 x における媒質の x 軸方向の変位 F は、

$$F = A \sin \left\{ 2\pi f \left(t - \frac{x}{V} \right) \right\}$$

で表される。観測者 P は時刻 t_0 のときに位置 x_0 を通過した。ただし、観測者 P による音波の変化は無視する。

- (a) 時刻 t_0 から短い時間 Δt だけ進んだ時刻 $t_0 + \Delta t$ における観測者 P の位置 x を、 Δt 、 u 、 x_0 の中から必要なものを用いて表せ。
- (b) 問(2)(a) と同じ時刻 $t_0 + \Delta t$ において、観測者 P が観測する音波による媒質の変位 F' を、 A 、 f 、 t_0 、 Δt 、 u 、 V 、 x_0 の中から必要なものを用いて表せ。
- (c) 問(2)(b) の結果を用いて、観測者 P が観測する音波の振動数 f' を、 f 、 u 、 V の中から必要なものを用いて表せ。



図 2