

最終更新日：2023 年 11 月 11 日

# テスト演習

実施日：2023 年 11 月 11 日



## 第1問

ある媒質中を  $x$  軸の正の向きに速さ  $v$  で減衰することなく進行している連続波を考える．この波の振幅を  $A$ ，周期を  $T$  とすると， $x$  軸上の原点  $O$  での媒質の変位は時刻  $t$  の関数として  $y = A \sin \frac{2\pi}{T} t$  で表される．これを入射波として  $x = L$  ( $L > 0$ ) の位置で固定端反射させる．反射による波の減衰は無視できるとする．

- (1) 入射波の振動数  $f$  と波長  $\lambda$  を  $v$  と  $T$  で表せ．
- (2)  $x < L$  における入射波を， $v$  と  $T$  を用いて  $t$  の関数として表せ．
- (3) (2) の結果を用いて，反射波を  $x$  および  $t$  の関数として表せ．
- (4) 入射波と反射波が重なりあって波形の進行しないように観測される波，つまり定在波（定常波）ができることを，式を使って説明せよ．
- (5)  $\lambda = \frac{4}{5}L$  の場合について，(4) の定在波が最大振幅になるときの波形の概略を描け．

< 計算用紙 >

## 第2問

図1のように、両端が固定された長さの  $l$  の弦が水平に張られており、弦の下には水を入れた管が鉛直に立てられている。この弦の中央をはじき、弦の基本振動により音波を生じさせる。その状態で、図2のように、水面を管口 A から徐々に下げていくと、B の位置ではじめて管の中の気柱が音波と共鳴し、C の位置で2度目の共鳴をした。A の位置から B の位置までの距離を  $d_1$ 、A の位置から C の位置までの距離を  $d_2$ 、弦を伝わる波の速さを  $V$  とする。開口端補正を一定として、以下の問いに答えよ。

(1) 弦を伝わる波の波長を求めよ。

(2) 音波の伝わる速さと開口端補正を求めよ。

さらに水面を下げていくと、3度目の共鳴が起こった。

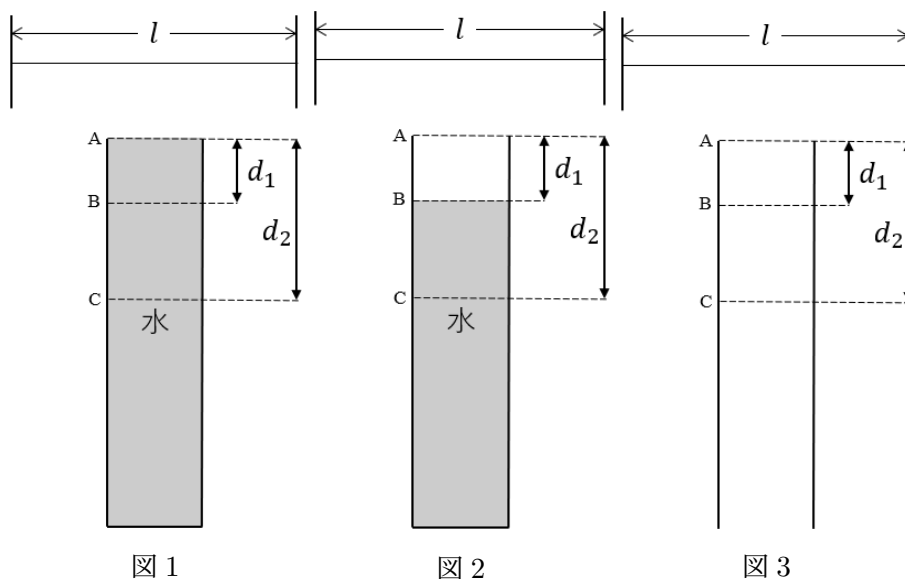
(3) このときの水面の位置を管口からの距離で表せ。

水面をさらに下げたところ、共鳴は起こらないまま管の下端に達した。そこで図3のように、下端を開いて開管にすると共鳴した。

(4) 管の全長を求めよ。

開管にしたまま、弦を張る力を変えないようにしながら弦の長さを短くしていくと、共鳴しなくなり、ある長さ  $l'$  のときにふたたび共鳴した。

(5)  $l'$  を  $l$  を用いて表せ。ただし、弦の振動は基本振動とする。



< 計算用紙 >

### 第3問

図1のように、単スリット  $S_0$  を備えたついたて A、複スリット  $S_1$  と  $S_2$  を備えたついたて B、スクリーン C を平行に置き、単色光源から出た波長  $\lambda$  の光を  $S_0$  にあてた。光は  $S_0$  で回折した後、 $S_1, S_2$  で再び回折して、スクリーン上に明暗の縞（干渉縞）をつくった。 $S_1$  および  $S_2$  から等距離にあるスクリーン上の点を O とし、点 O から右に距離  $x$  はなれたスクリーン上の点を P とする。 $S_1$  と  $S_2$  の間隔を  $4d$ 、ついたて A とついたて B の距離を  $l$ 、ついたて B とスクリーン C の距離を  $L$ 、空気の屈折率を 1 とし、以下の問いに答えなさい。ただし、 $l \gg 4d$ 、 $L \gg 4d$ 、および  $L \gg x$  である。必要であれば  $\alpha \ll 1$  のとき、 $(1 + \alpha)^\beta \doteq 1 + \alpha\beta$  を用いてよい。

はじめ、ついたて A は図1のように、 $S_0$  が  $S_1$  および  $S_2$  と等距離になる位置に置かれている。

(1) 点 P に明線が生じる条件および暗線が生じる条件をそれぞれ求めなさい。

(2) このときの明線と暗線の間隔  $a$  を求めよ。

次に、図2のように、ついたて A を図の左方向に  $d$  だけ動かした。この状態で干渉縞を確認すると、図1の状態点 O にあった明線が距離  $\Delta x$  だけ移動していた。

(3) 明線が移動した距離  $\Delta x$  を求めなさい。また、移動した方向は左右どちらか答えなさい。

(4) このときの明線と暗線の間隔  $b$  を求めなさい。

最後に、図3のように、ついたて A からついたて B までの領域のうち、 $S_0$  から左側の領域とついたて B からスクリーン C までの領域に、屈折率  $n$  の透明な物体を置いた。この状態で干渉縞を確認すると、図2の操作で点 O から移動した明線が点 O の位置に戻っていた。

(5)  $S_0$  から  $S_1$  を通り点 P に届く経路および  $S_0$  から  $S_2$  を通り点 P に届く経路について、光路長をそれぞれ求めなさい。

(6) 透明な物体の屈折率  $n$  を求めなさい。

(7) このときの明線と暗線の間隔  $c$  を求めなさい。

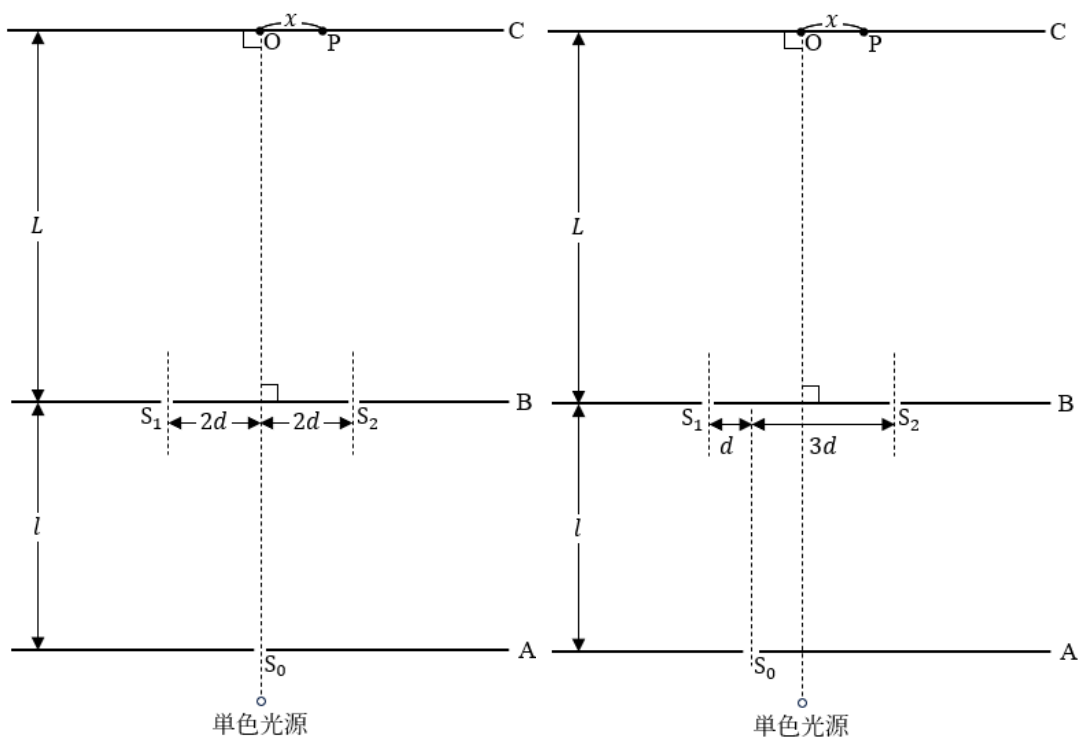


图 1

图 2

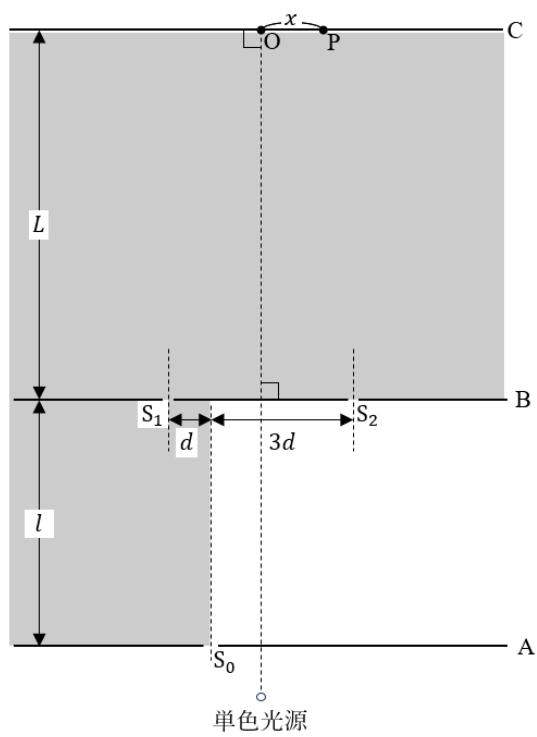


图 3

