

2025年度

## 島田高校 2年2学期中間試験問題

# 物 理

2025年10月8日実施 9:50 — 10:40

### 注意事項

1. 試験開始の合図までこの冊子を開かないこと。
2. 落丁, 亂丁, 印刷不鮮明の箇所などがある場合, 直ちに監督者へ申し出ること。
3. 問題冊子は7ページまで, 解答用紙は1枚である。
4. 解答用紙の所定の欄(右上)に, 所属クラス, 番号, 氏名を記入すること。
5. 解答は, 解答用紙の所定の欄に記入すること。
6. 問題冊子中の白紙のページは草稿用に使用してもよいが, 問題冊子は回収しないため採点は行われない。

1

以下の小間に解答せよ.

I 図 1-1 のように, 実線で描かれた右向き進行波が壁で反射する. 進行波は 1 s で 1 マス右へ動くものとする. 壁が固定端であるとき,  $t = 3$  s での合成波を図示せよ.

II 気柱の共鳴現象のような, 縦波の定常波を考える. 定常波の節は, 以下のいずれに該当するか. 自身で作図をして考え, 記号で解答せよ.

- |               |                  |
|---------------|------------------|
| ① 任意の時刻で密になる  | ② 任意の時刻で疎になる     |
| ③ 密と疎を交互に繰り返す | ④ 任意の時刻で密でも疎でもない |

III セルシウス温度  $t$  [C°] の下での音速は  $V = 331.5 + 0.6t$  と近似できる. 20 C° における音速を, 小数第 1 位まで計算せよ.

IV 縦波として伝わる波の例を 1 つ挙げよ.

V 図 1-2 のように,  $x$  軸の沿った媒質中を正方向に伝わる縦波(疎密波)の正弦波がある. 時刻  $t = 0$ において, 波形グラフ(縦軸媒質の変位  $y$ , 横軸媒質の位置  $x$ )は図のようであった. 媒質の変位  $y$  の符号は,  $x$  軸正の向きを正とする.

- (1)  $t = 0$ において, 媒質が最も密になっている位置を,  $0 \leq x \leq \lambda$  の範囲で答えよ.
- (2)  $t = 0$ において, 媒質が最も疎になっている位置を,  $0 \leq x \leq \lambda$  の範囲で答えよ.
- (3)  $t = 0$ において, 媒質の速度が最大となっている位置を,  $0 \leq x \leq \lambda$  の範囲で答えよ.
- (4)  $x = \frac{\lambda}{2}$  の位置にある媒質の密度の時間変化を,  $0 \leq t \leq T$  の範囲で図示せよ. ただし, 波のない状態の密度を  $\rho_0$ , 密のときの密度を  $\rho_{\text{密}}$ , 疎のときの密度を  $\rho_{\text{疎}}$  と記している.

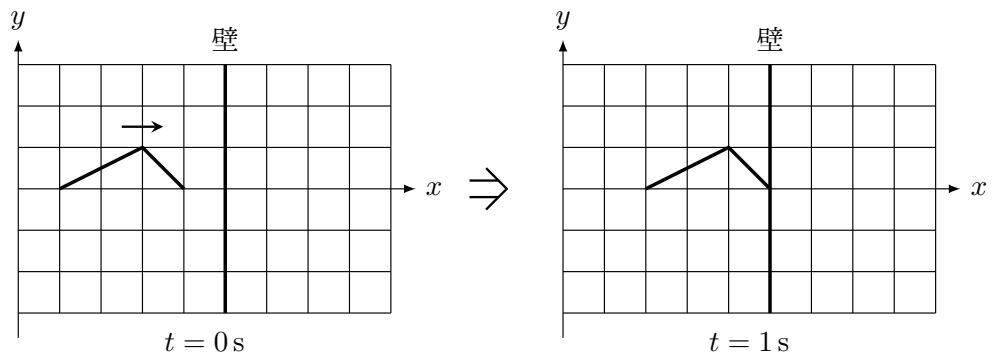


図 1-1

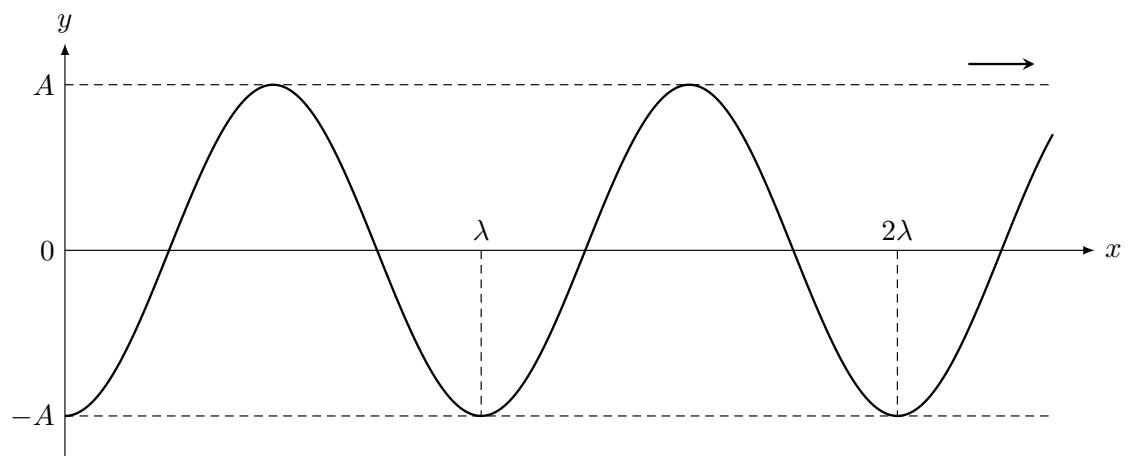


図 1-2

**2**

人間は、声帯に息を当て、声帯を振動させることで生じた音波を、声帯から唇までの間の領域で共鳴させることにより発声する。ここでは、人間の発声を、図 2 のようなごく簡単にモデル化した装置で考察する。

図 2 の装置は、弦（長さ  $\ell$ , 線密度  $\rho$ ）と開管（長さ  $L$ , 開口端補正  $d$ ）からなる。弦の両側は固定端で、弦を張る張力の大きさ  $S$  は調整できるようになっており、開管の長さ  $L$  は伸び縮みできるようになっている。空气中を伝わる音速を  $V$  とする。

- (1) 弦の張力の大きさを  $S$  とするとき、弦を伝わる波の速さ  $v$  を、 $\rho$ ,  $S$  を用いて表せ。
- (2) 弦に基本振動が生じているとき、弦に生じている波の波長  $\lambda$  を求めよ。
- (3) 弦に基本振動が生じているとき、弦に生じる基本振動の振動数  $f$  を求めよ。

開管（喉や口腔）には、弦（声帯）から生じた音が入射する。管長が  $L$  のとき基本振動が生じた。

- (4) 開管に生じている基本振動の波長  $\lambda^*$  を、 $d$ ,  $L$  を用いて表せ。
- (5) 管長  $L$  を、 $d$ ,  $\ell$ ,  $V$ ,  $S$ ,  $\rho$  を用いて表せ。

実際に我々が声を発するとき、声の音色は基本振動だけではなく、2倍振動や3倍振動といった固有振動の音（倍音）も混ざっており、発する声の音色（声色）は倍音がどのような割合で含まれているかによって決まる。なお、通常含まれる振動の割合は基本振動が最も多く、声の音階は基本振動の振動数で決まる。

- (6) 管の長さを変えることによって、弦に生じている振動のうち2倍振動によって生じている音を開管で基本振動するようにしたい。このときの管の長さ  $L'$  を求めよ。

我々の耳は、鼓膜内部の気体の圧力と鼓膜外部（外側）の気体の圧力の差を測定することで音を感知する。音波の媒質の変位の振幅が大きいとき、この圧力差も大きくなる。

- (7) 高い声を発するためにはどのようにすればよいか。その方法を述べよ。
- (8) 大きな声を発するときはどのようにすればよいか。その方法を述べよ。

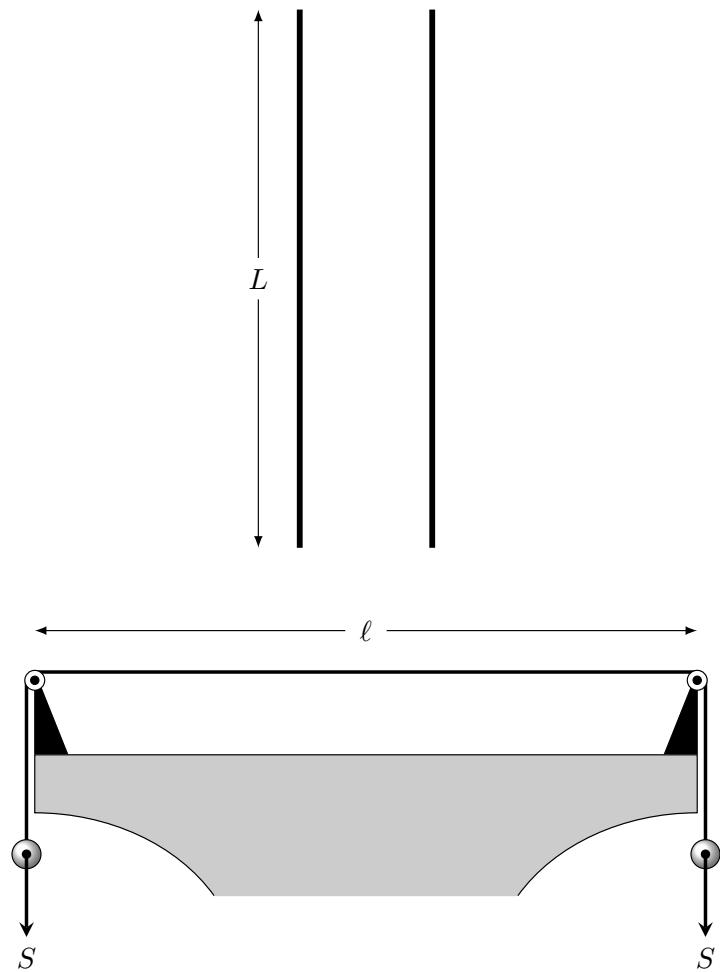


図 2

3

ドップラー効果に関する以下の問い合わせについて解答せよ。なお、音速を  $V$  とする。

I 音源（振動数  $f$ ）が観測者 A に速さ  $v_0$  で近づき、あるところで A を通り越して、A から速さ  $v_0$  で遠ざかるようになった。A に近づいているときに A が観測する振動数を  $f_1$ 、波長を  $\lambda_1$ 、A から遠ざかるときに A が観測する振動数を  $f_2$ 、波長を  $\lambda_2$  とする。

- (1)  $f_1, f_2$  を、それぞれ  $V, v_0, f$  を用いて表せ。
- (2)  $\lambda_1, \lambda_2$  を、それぞれ  $V, v_0, f$  を用いて表せ。
- (3)  $v_0$  を、 $f_1, f_2, V$  を用いて表せ。
- (4) 音源が静止状態で出す音の周期  $T$  を、 $f_1, f_2$  を用いて表せ。

ヒント：(1), (2) から  $v_0$  を消去し、 $f$  を、 $f_1, f_2$  を用いて表す。

II I に引き続き、音源の運動と同じ方向に風速  $w$  の風が吹いている場合を考える。A に近づいているときに A が観測する振動数を  $F_1$ 、A から遠ざかるときに A が観測する振動数を  $F_2$  とする。

- (1)  $F_1$  を、 $V, v_0, w, f$  を用いて表せ。
- (2)  $F_2$  を、 $V, v_0, w, f$  を用いて表せ。

III I, II とは異なり、音源（振動数  $f$ ）、観測者 A、反射板の順に並んでいる場合を考える。静止した音源、観測者 A から速さ  $v_0$  で反射板が遠ざかる。反射板には反射板と共に動く観測者 B いるものとする。

- (1) B が聞く音の波長  $\lambda_3$  を求めよ。
- (2) A が聞く音のうち、反射板によって反射された音の波長  $\lambda_4$  をそれぞれ求めよ。
- (3) A は、音源から出され直接届く音と、反射板によって反射された音の両方を聞く。A の聞く音波がうなりとなつて聞こえたとき、うなりの振動数  $f_b$  を求めよ。
- (4) 音速  $V = 340 \text{ m/s}$ ,  $f = 500 \text{ Hz}$  の下では、A の聞くうなりは毎秒 6 回観測された。音源の動く速さ  $u$  を有効数字 2 桁まで求めよ。

試験問題は、前のページで終わりです。

