



2025年度

島田高校 3 年 1 学期期末試験問題

物 理

2025 年 7 月 2 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, 乱丁, 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 11 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.

試験問題は，次のページより始まります．

1. x 軸に沿った一様な媒質中を正方向に速さ v で伝わる正弦進行波（周期 T ）がある．時刻 $t = 0$ において，位置 x とその位置における媒質の変位 y の関係は図 1-1 のようになっていた．

I まず，横波，縦波に依らず共通の値を取る物理量について考える．

(1) 波の波長 λ を，図 1-1 中の a を用いて表せ．

(2) 波の伝わる速さ v を， a ， T を用いて表せ．

II 自然現象の中で横波，縦波として伝播するものをそれぞれ 1 つずつ挙げよ．

III 波が横波である状況を考える．

(1) 時刻 $t = 0$ において正方向に速さが最大となっている媒質の位置 x を， $0 \leq x \leq 4a$ の範囲で求めよ．

(2) 時刻 $t = \frac{21}{4}T$ において変位が $y = A$ となっている媒質の位置 x を， $0 \leq x \leq 4a$ の範囲で求めよ．

(3) 位置 $x = 2a$ における媒質の変位の時間変化を， $0 \leq t \leq T$ の範囲で図示せよ．

(4) 時刻 $t = \frac{1}{4}T$ において変位が $y = \frac{1}{2}A$ となっている媒質の位置 x を， $0 \leq x \leq 4a$ の範囲で求めよ．

IV 波が縦波である状況を考える．このとき，図 1-1 は媒質の x 軸正方向の変位を y 軸正方向に書き直したものと解釈する．

(1) 時刻 $t = 0$ において媒質の密度が最小（疎）となっている位置 x を， $0 \leq x \leq 2a$ の範囲で求めよ．

(2) 図 1-2 は， $0 \leq x \leq 4a$ の範囲のある位置における媒質の密度 ρ の時間変化を表す．密度の時間変化が図 1-2 のようになる位置 x を， $0 \leq x \leq 4a$ の範囲で求めよ．

（ヒント） $t = 0$ では，密でも疎でもない状態をとっていることに注目せよ．

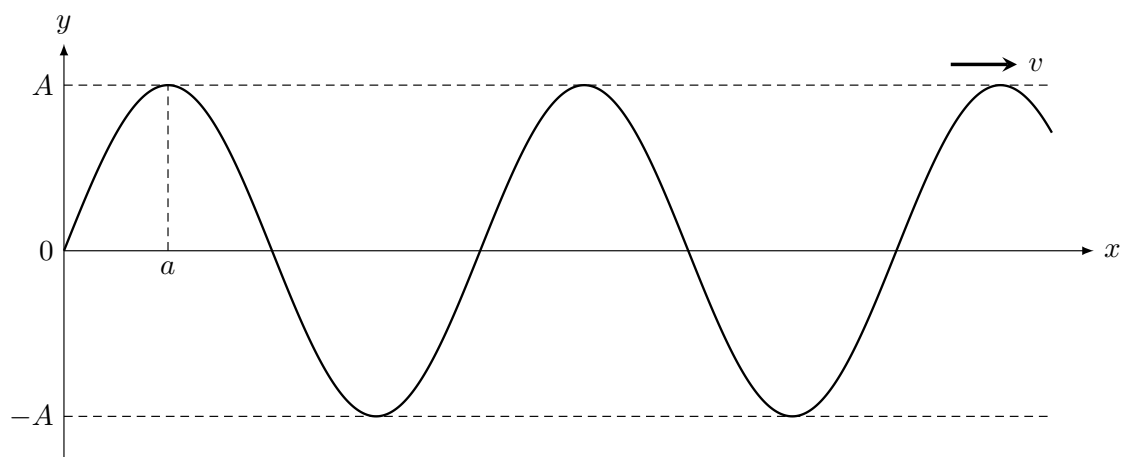


图 1 - 1

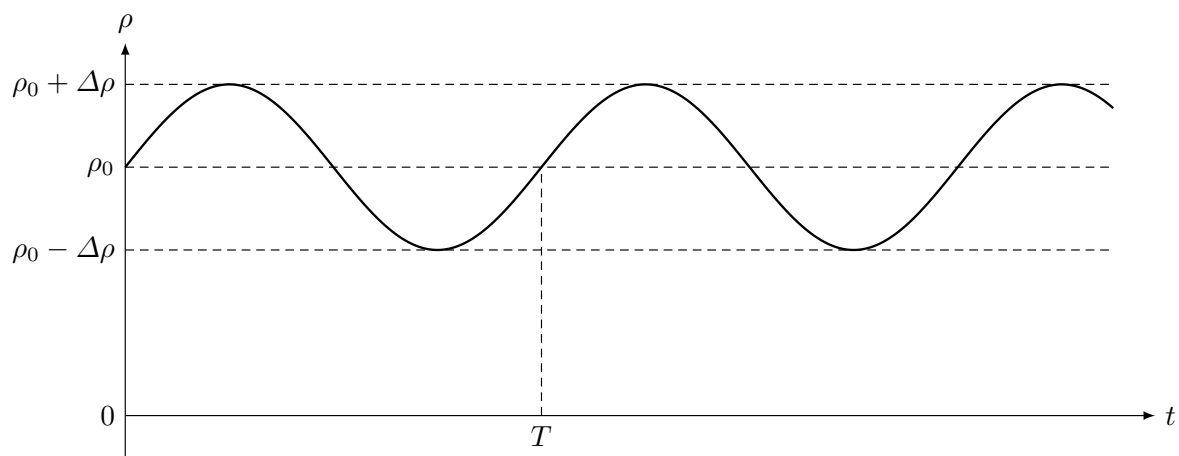


图 1 - 2

2. x 軸に沿った一様な媒質中を伝わる波（波長 λ ）について考える． $x = 0$ には周期 T で振動する波源があり， $x = 2\lambda$ には反射板がある．反射板での反射は固定端反射とし，波源で生じた波が十分行き届いている状態を考える．

I ある時刻 t において入射波，反射波はそれぞれ図 2 のようになっていた^{*1}．

- (1) $0 < x < 2\lambda$ の範囲で，腹となる位置を全て求めよ．
- (2) 図 2 の状況から $\frac{1}{4}T$ 後の合成波（定常波）を， $0 \leq x \leq \lambda$ の範囲で図示せよ．

II 波源 $x = 0$ での媒質の変位が $y_s = A \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$ と書かれる場合を考える．

- (1) 任意の時刻 t ，位置 x ($0 < x < 2\lambda$) における入射波の変位 $y_{\text{in}}(x, t)$ を求めよ．
- (2) 反射波が生じて十分時間経過後の時刻 t ，位置 x ($0 < x < 2\lambda$) における反射波の変位 $y_{\text{re}}(x, t)$ は $y_{\text{re}}(x, t) = A \sin\left(\frac{2\pi}{T}t + \frac{2\pi}{\lambda}x + \theta\right)$ と書ける． θ に当てはまる数として最も適当なものを以下の選択肢から選び，記号で解答せよ．

- ① 0 ② $\frac{\pi}{2}$ ③ π ④ $\frac{3}{2}\pi$

- (3) 反射波が生じて十分時間経過後の時刻 t ，位置 x ($0 \leq x \leq 2\lambda$) における合成波の変位 Y は $Y(x, t) = -2A \cos\left(\boxed{\text{ア}}\right) \sin\left(\boxed{\text{イ}}\right)$ と書ける． $\boxed{\text{ア}}$ ， $\boxed{\text{イ}}$ に当てはまる数式をそれぞれ求めよ．

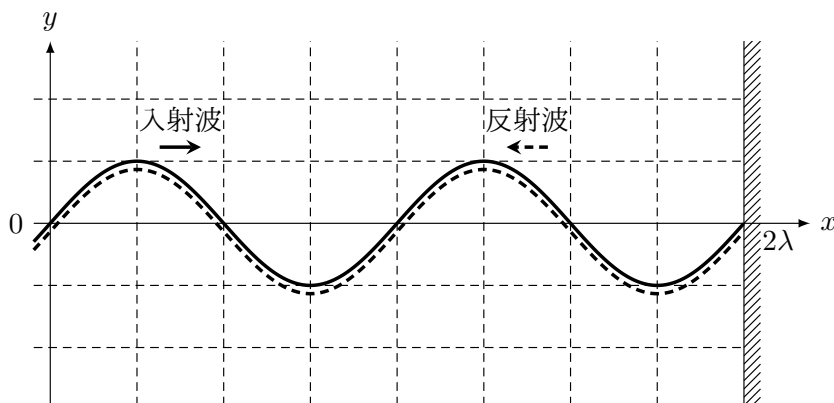


図 2

^{*1} 反射波と入射波が重ならないよう反射波を少しだけ下にずらして図示してある．また，実際に観測されるのは合成波であるから現象として図 2 のように見えることはあり得ない．ここでは便宜上そのように与えているだけである．

3. 比熱 c [$\text{J}/(\text{g} \cdot \text{K})$] の金属からなる質量 250 g の容器があり、はじめ容器の温度は -20°C になっている。容器に温度 T [$^\circ\text{C}$]、質量 500 g の水を入れ、十分に時間が経過した後、容器と水の温度はともに $T - 2.0$ [$^\circ\text{C}$] になった。容器には電気抵抗 50Ω のヒーターが付いており、容器と水を温めることができる。ヒーターに 100 V の電位差を 22 s 間与えたところ、容器と水の温度は T [$^\circ\text{C}$] に戻った。水の比熱を $4.2 \text{ J}/(\text{g} \cdot \text{K})$ とし、熱の移動は容器と水の間だけで行われるものとする。また、ヒーターから発生した熱は全て容器と水の温度上昇に使われるものとし、ヒーターの熱容量は無視できる。

- (1) 質量 500 g の水の熱容量を求めよ。
- (2) ヒーターで生じたジュール熱を求めよ。

ヒント：ヒーターに流れる電流を I としてキルヒホッフ則を立て電流 I を決定する。そして、 I が一定の場合のジュール熱は $RI^2\Delta t$ で計算できる。

- (3) 容器の熱容量を求めよ。
- (4) 容器素材となっている金属の比熱 c [$\text{J}/(\text{g} \cdot \text{K})$] を求めよ。
- (5) 容器に入れる前の水の温度 T [$^\circ\text{C}$] を求めよ。

4. 図4-1のように、ふたつき容器（断面積 S ）が水平面上で水平横向きに固定され、質量 m の栓付きピストンがはめ込まれている。ピストンは容器の底とばね（ばね定数 $\frac{P_0 S}{\ell}$ ）によって繋がれている。ピストン左側を A 室、右側を B 室とし、A 室内には物質量（モル数） n の単原子分子理想気体が封入されている。はじめ B 室のふたは開いており、両室の体積は $S\ell$ で、ばねはちょうど自然長であった。この状態を状態 1 とする（図4-1）。大気圧を P_0 、気体定数を R とする。

状態 1 から A 室内のヒーターを作動させ容器内部の気体をゆっくりと加熱したところ、ピストンは状態 1 と比べ $\frac{1}{3}\ell$ だけ右へ移動した（図4-2）。この状態を状態 2 とする。

I B 室のふたを開放したまま、A 室内の気体をゆっくりと加熱したところ、A 室内の気体の体積は $\frac{4}{3}S\ell$ まで膨張した（状態 2）。

- (1) 状態 1 における状態方程式を考えることにより、大気の温度 T_1 を求めよ。なお、状態 1 では、ピストンのつりあいから A 室内の気体の圧力は P_0 である。
- (2) ばねの縮みが x ($0 \leq x \leq \ell/3$) のとき、A 室内の気体の圧力 P_A を求めよ。
ヒント：ばねが x 縮んでいるときの弾性力の大きさは $\frac{P_0 S}{\ell}x$ である。
- (3) 状態 2 における A 室内の気体の温度 T_2 を求めよ。
- (4) 状態 1 から状態 2 に至るまでの A 室内の気体の内部エネルギー変化 ΔU_{12} を求めよ。
- (5) 状態 1 から状態 2 に至るまでに A 室内の気体が外部へした仕事 W_{12} を求めよ。
- (6) 状態 1 から状態 2 に至るまでに A 室内の気体の吸熱量 Q_{12} を求めよ。

II 状態 2 において B 室のふたを閉じ、容器が閉じている状態で適当な操作によってピストンの栓を外した。この状態を状態 3 とする。大気は二原子分子理想気体であり、状態 5 において両室の気体の圧力、および温度は等しいものとする。

- (1) 状態方程式、および I(1) の T_1 の結果を利用することで、状態 1 における B 室内の気体のモル数 n_B を n を用いて表せ。
ヒント：状態 2 における B 室内の状態方程式を考えよ。
- (2) 状態 3 における容器内の気体の温度 T_3 を求めよ。
ヒント：弾性エネルギーも考慮する。つりあいより状態 3 ではばねは自然長に戻る。
- (3) 状態 3 における容器内の気体の圧力 P_3 を求めよ。

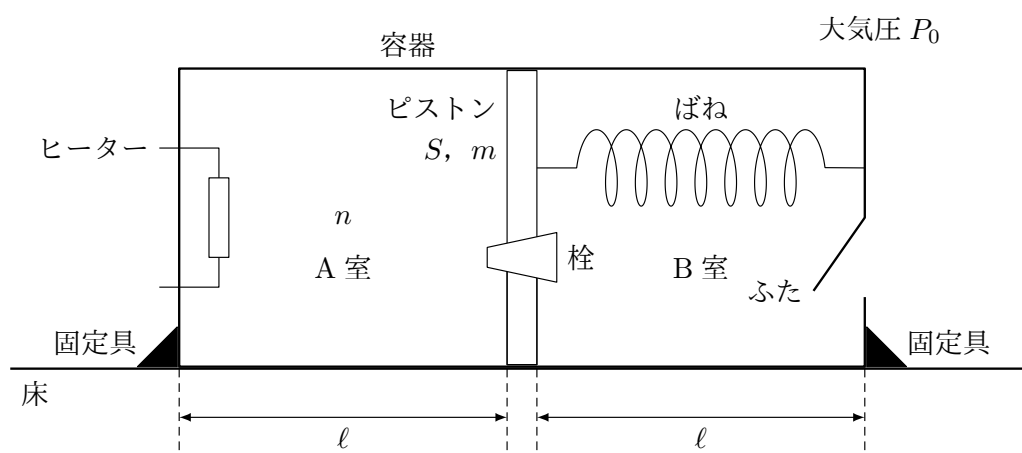


図 4 - 1

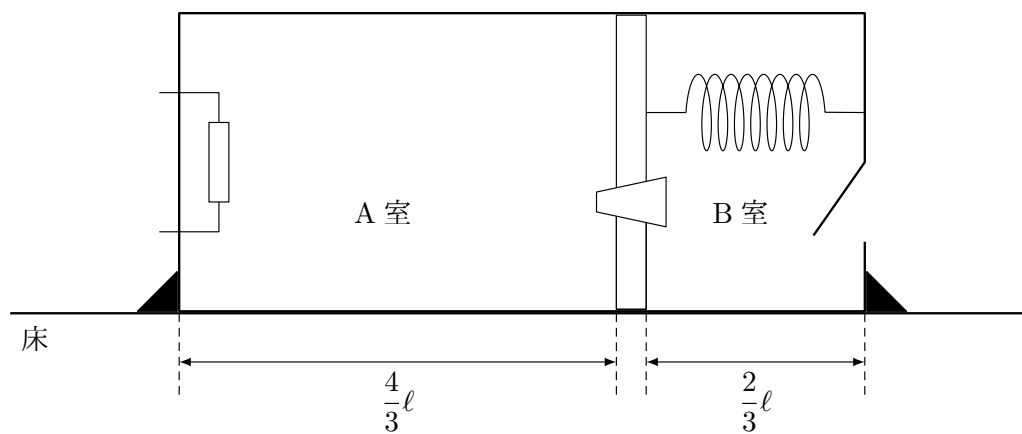


図 4 - 2

試験問題は，前のページで終わりです．

