

令和 7 (2025) 年度

前期 一般選抜 A2

物 理

**【注 意 事 項】**

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
2. 落丁、乱丁または印刷不鮮明の箇所があったら、手を挙げて監督者に知らせてください。
3. 解答には黒色の鉛筆 (または黒色のシャープペンシル) を使用してください。
4. 解答用紙は 1 枚です。解答用紙の指定欄に受験番号を記入してください。
5. 解答は、解答用紙の指定された解答欄に記入してください。また、解答用紙には解答以外何も書いてはいけません。
6. 問題用紙の余白と裏面は計算等に使用しても構いません。
7. 試験終了後、解答用紙のみ回収します。問題冊子は持ち帰ってください。

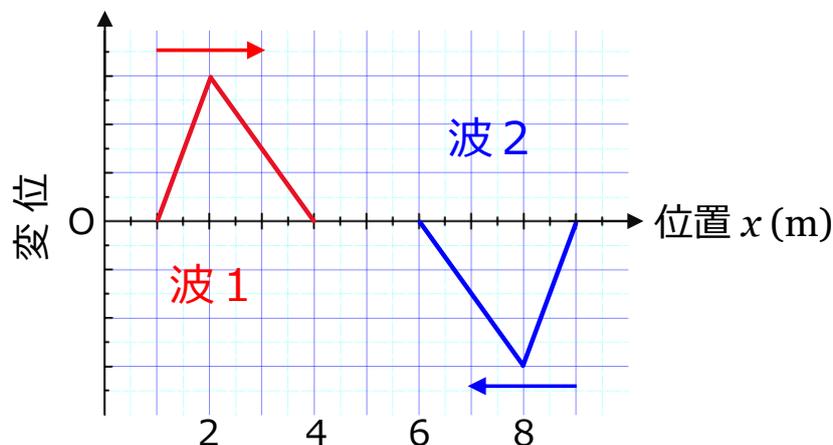
〔 I 〕 文章の空欄①—⑥に入る適切な数値，または語句を記入せよ。選択肢のあるものについては，そこから選べ。また，問(4)は指示に従い解答用紙に図を描け。ただし，重力加速度の大きさを  $10 \text{ m/s}^2$  とする。

(1) 水平面にある直線道路に車が停車していた。この車が，北向きに等加速度運動を始め，1分後で  $108 \text{ km/h}$  に達した。この車に乗っている体重(質量)  $70 \text{ kg}$  の観測者 A は， 向きに  N の大きさの力がはたらいているように感じた。また，道路に静止している観測者 B からは， 向きの力が A にはたらいているように見えた。

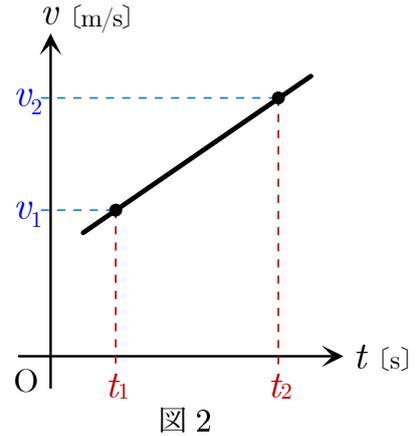
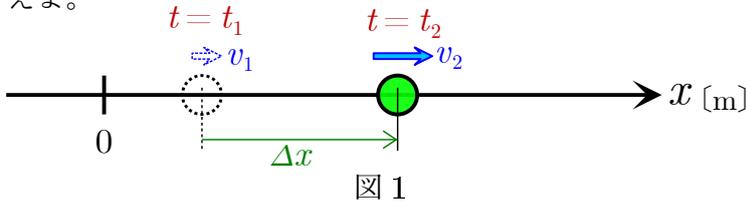
(2)  $20^\circ\text{C}$  の水  $100 \text{ kg}$  が容積  $0.4 \text{ m}^3$  の断熱された水槽に入っている。この水槽に  $40^\circ\text{C}$  のお湯が  $300 \text{ kg}$  溜まった状態にするには，  $^\circ\text{C}$  の水を   $\text{kg}$  入れる必要がある。水の比熱は温度によらず  $4.2 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ，水の密度も温度によらず  $1.0 \text{ g/cm}^3$ ，水の温度は均一で，外部との熱のやり取りはなく，水槽の熱容量の影響は無視できるとする。

(3) 変圧器の1次側に  $60 \text{ Hz}$  で  $100 \text{ V}$  の交流電圧を加えたところ，2次側に  $8000 \text{ V}$  の交流電圧が発生した。1次側のコイルの巻き数を  $250$  回とすると，2次側コイルの巻き数は  回になる。

(4) 下図のように，波1が左から右へ，波2が右から左へ，それぞれ速さ  $0.5 \text{ m/s}$  で進行している。図の状態を  $t = 0 \text{ s}$  とする。 $t = 3 \text{ s}$  のときの波1と2を重ね合わせた波形を解答欄の図に描け。



〔Ⅱ〕 質量  $m$  [kg] の物体が、図1のように  $x$  軸に沿って運動する。時間  $t_1, t_2$  [s] における物体の速度をそれぞれ  $v_1, v_2$  [m/s] とし、物体の速度  $v$  [m/s] と時間  $t$  [s] の関係を表したグラフを図2に示す。以下の問に答えよ。



(1) 「この物体が等加速度運動をしている」と判断できる理由を、(a), (b), (c) から選べ。

- (a) 図2の  $v-t$  グラフが、右上がりであるから傾きが正だから。
- (b) 図2の  $v-t$  グラフが、原点を通らないから。
- (c) 図2の  $v-t$  グラフが、直線になっているから。

(2) 物体の加速度  $a$  [m/s<sup>2</sup>] を、 $t_1, t_2, v_1, v_2$  の式で表せ。

(3) この物体が受けている合力  $F$  [N] を、 $t_1, t_2, v_1, v_2, m$  の式で表せ。

(4)  $v-t$  グラフにおいて、時間  $t = t_1$  から  $t_2$  における移動距離  $\Delta x$  [m] を表す領域を、解答欄の図に斜線部で示せ。

(5) 問(4)における  $\Delta x$  を、 $t_1, t_2, v_1, v_2$  の式で表せ。

(6) 時間  $t_1, t_2$  における運動エネルギーをそれぞれ  $K_1, K_2$  [J] とする。 $K_1$  および  $K_2$  を、 $m, v_1, v_2$  の式で表せ。

(7) 一定の大きさの力がする仕事  $W$  [J] は、力  $F$  と移動距離  $\Delta x$  の積で与えられる。これと、問(3), (5), (6)の結果を用いて、関係式

$$W = K_2 - K_1$$

が常に成り立つことを示せ。

(8) 次の文章の空欄 ①, ②, ③ に入る言葉を選択肢から選べ。

問(7)の関係式は、物体が ① した/された 仕事の量が、物体の運動エネルギーの増加量に等しいことを示している。「エネルギー」と「仕事」は、どちらも単位 J (ジュール) が用いられ、同じ次元をもつ。しかし、② 仕事/エネルギー が「物体間を移動する量」を表すのに対して、③ 仕事/エネルギー は「物体が保持する量」を表す点で異なる概念である。

〔Ⅲ〕 質量が 35 g の固体のスズを入れた容器がある。このスズと容器の温度はともに  $20^{\circ}\text{C}$  であり、図 1 のようにヒーターの上に置かれている。ヒーターに 8.0 V の電圧を加えたところ、回路に 1.2 A の電流が流れた。その際の温度と時間の関係を図 2 に示す。ただし、容器の熱容量は  $5.6 \text{ J/K}$  とし、ヒーターからの熱はすべてスズと容器を加熱するのに使用されたものとする。以下の各問いに答えよ。

- (1) 図 2 における領域 (a), (b), (c) において、スズはどのような状態にあるか。固体、液体、気体の単語を含めて答えよ。
- (2) スズの融点は何  $^{\circ}\text{C}$  かもとめよ。
- (3) ヒーターが消費する電力  $P$  [W] はいくらかもとめよ。
- (4) スズがとけ始めるまでに、ヒーターが消費した電力量  $W$  [J] をもとめよ。
- (5) スズがとけ始めるまでに、容器が吸収した熱量  $Q_1$  [J] をもとめよ。
- (6) スズがとけ始めるまでに、35 g のスズが吸収した熱量  $Q_2$  [J] とする。 $W$ ,  $Q_1$ ,  $Q_2$  の間に成立する関係式を記述せよ。
- (7) (6) の関係式を用いて、固体のスズの比熱  $c$  [J/(g·K)] をもとめよ。
- (8) スズ 1 g あたりの融解熱  $H$  [J/g] をもとめよ。

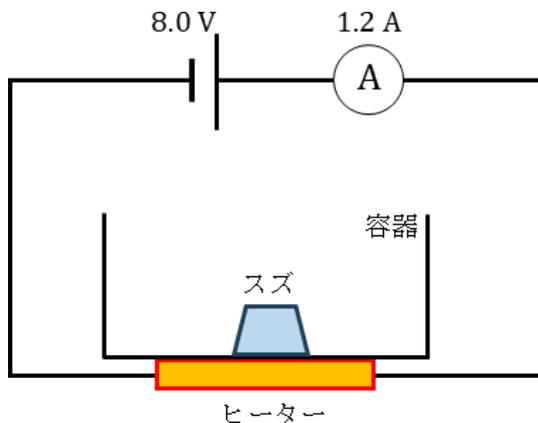


図 1

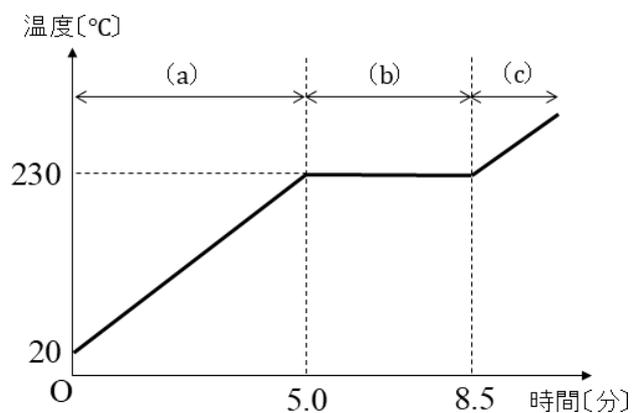


図 2

〔IV〕 図1のように電圧  $E$  [V] を発生させる直流電源と、長さ  $L$  [m] の一様な金属からなる抵抗線  $R$  [ $\Omega$ ] でできた回路がある。抵抗線  $R$  には一定の電流  $I$  [A] が流れているものとして、次の問いに答えよ。

- (1) 抵抗線の抵抗  $R$  を  $E, I, L$  のうち必要なものを用いて表せ。
- (2) 抵抗線における単位長さあたりの電圧降下  $v_R$  [V/m] を  $E, I, L$  のうち必要なものを用いて表せ。

次に、図2のように内部抵抗  $r_b$  [ $\Omega$ ] をもつ起電力  $E_b$  [V] の電池を AC 間に並列に接続する。点 C を抵抗線に沿って移動させて、検流計 G の電流値が 0 となった時の AC 間の長さを  $L_{AC}$  [m] とする。なお、 $E > E_b$  とする。

- (3) AC 間の電圧降下  $V_{AC}$  [V] を、 $L_{AC}, L, I, E, r_b$  のうち必要なものを用いて表せ。
- (4) 電池の起電力  $E_b$  を、 $L_{AC}, L, I, E, r_b$  のうち必要なものを用いて表せ。

この回路では、AC 間の長さ  $L_{AC}$  が電池の起電力  $E_b$  に対応することがわかる。このように、電流を出力させずに電池の起電力を測定する装置を電位差計と呼ぶ。

- (5) 電池の起電力  $E_b$  と AC 間の長さ  $L_{AC}$  に関係があることが分かったので、起電力のわからない電池の起電力をもとめる。まず、AC 間に起電力が 1.00 V の標準電池 S を接続したところ、 $L_{AC} = 1.50 \times 10^{-1}$  m となった。これを起電力が未知の電池 X に置き換えたところ、 $L_{AC} = 2.00 \times 10^{-1}$  m となった。電池 X の起電力の大きさを有効数字 3 桁でもとめよ。

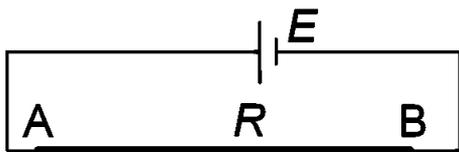


図 1

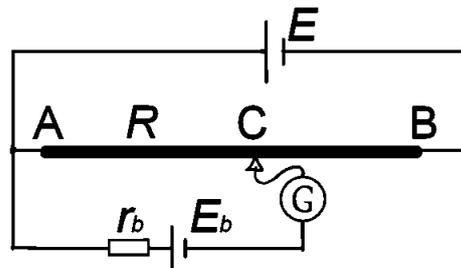


図 2