

令和 7 (2025) 年度

中期 一般選抜

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 〕 以下の文章の空欄に適切な数式または数値を入れよ。選択肢のあるものについては、そこから選べ。

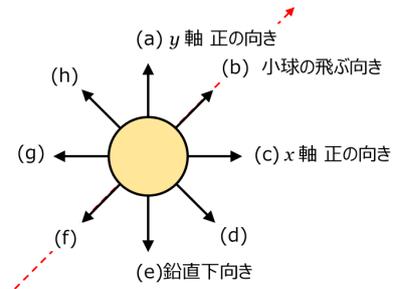


図 1

(1) 水平面からなす角 60° の斜め上向きに 20 m/s の大きさの初速度で質量 0.2 kg の小球を打ち上げた。空気の影響がないものとして、図 1 のように飛行中の小球にはたらく力の向きを (a)~(h) よりすべて選ぶと ① である。この小球は、水平方向には ② 等速度 / 等加速度運動、鉛直方向には ③ 等速度 / 等加速度運動をする。また、小球の水平方向の位置 x 、鉛直方向の位置 y を打ち上げられてからの時間 t [s] を用いて表すと、 $x =$ ④ [m]、 $y =$ ⑤ [m] となる。ただし、小球を打ち上げた位置を $x = 0 \text{ m}$ 、 $y = 0 \text{ m}$ 、重力加速度の大きさを 10 m/s^2 とする。また、 $\sqrt{\quad}$ はそのままでよい。

(2) 27°C で体積 0.20 m^3 の理想気体を、なめらかに動くピストン付きの容器に閉じ込めた。容器内の圧力を 1 気圧に保ちながら気体を加熱したところ、気体の温度が 127°C になった。このとき、気体の体積は ⑥ m^3 となる。一方、気体を冷却していくと体積は ⑦ 増加する / 減少する / 変わらない が、気体の体積は負にならない。体積 0 の状態を基準とする温度を ⑧ 温度といい、単位は ⑨ $^\circ\text{C} / ^\circ / ^\circ\text{F} / \text{K}$ が使われる。

(3) 抵抗 R の値を測定するために、図 2 の回路の ㉗ に内部抵抗が ⑩ ゼロ / 無限大の ⑪ 電圧計 / 電流計 を、㉘ に内部抵抗が ⑫ ゼロ / 無限大 の ⑬ 電圧計 / 電流計 を接続した。スイッチを閉じて R に電圧を加えると、電圧計および電流計の値は次ページの図 3 のようになった。写真から、このときの電圧計の値は ⑭ V、電流計の値は ⑮ A である。オームの法則が成り立っているものとするとき抵抗 R の値は ⑯ Ω である。赤色の導線を電圧計・電流計の (+) 端子へ、黄色の導線を (-) 端子へ接続している。(-) 端子の位置に気を付けて目盛りを読むこと。

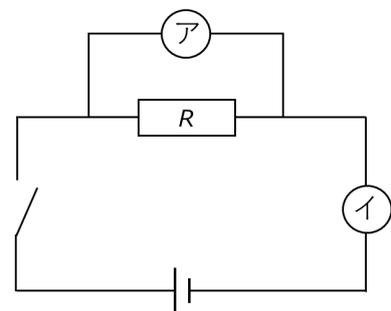
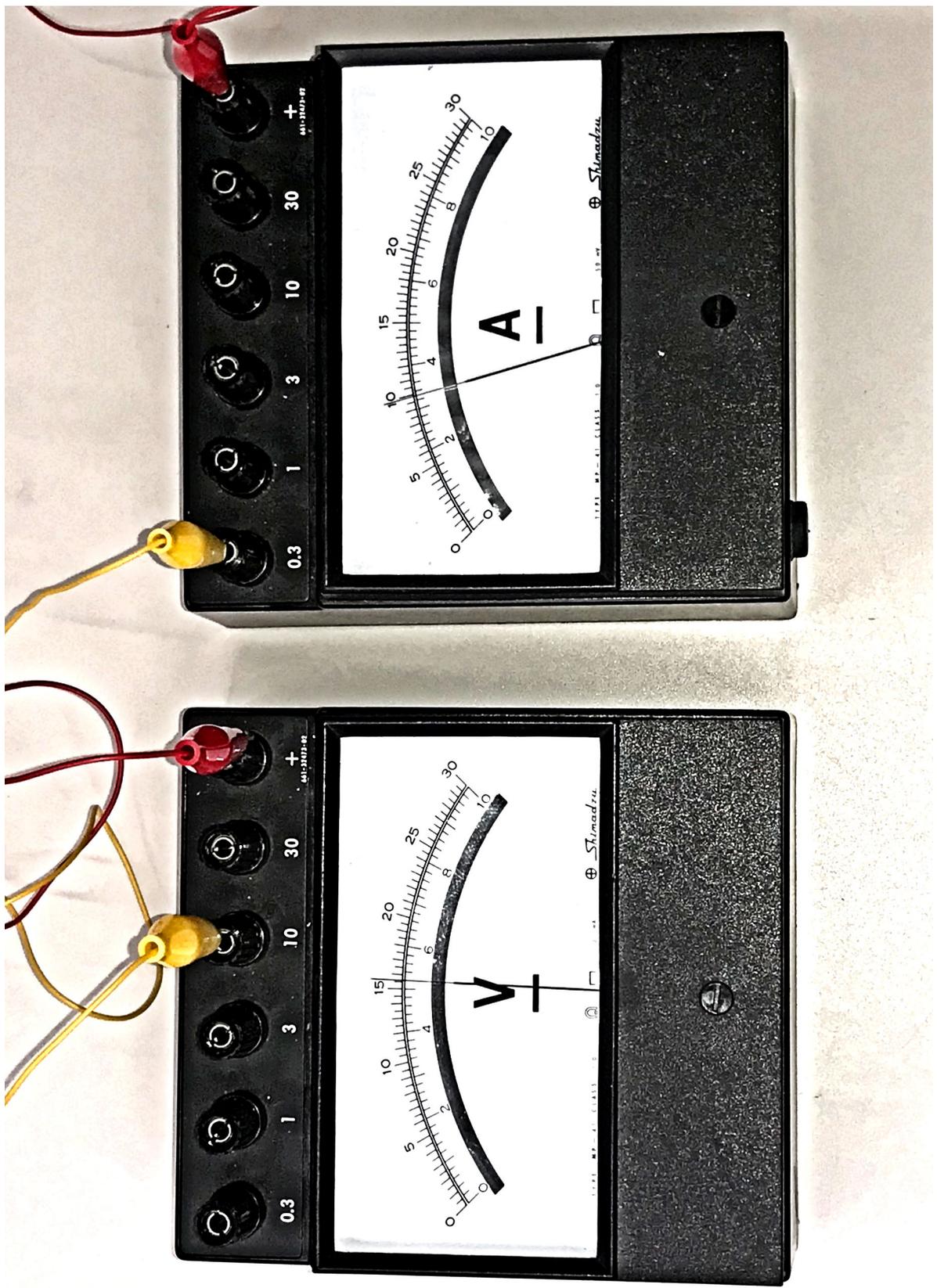
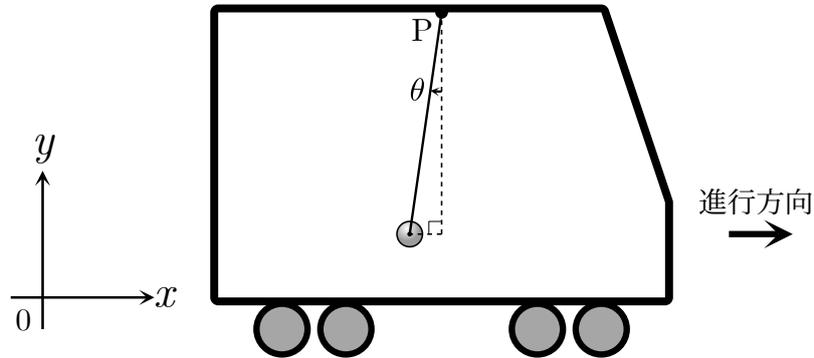


図 2



3

〔Ⅱ〕 図のように水平に x 軸，鉛直上向きに y 軸をとる。 x 軸の正の向きに進行している電車の中で，おもりに糸をつけて電車の天井に固定された点 P からつりさげたところ，糸が後方に傾き， y 軸に対する角度 θ が一定になった。おもりにはたらく重力を W [N]，糸がおもりを引く力を T [N]，これらの合力を F [N] とおき，糸は軽くてのびないものとする。以下の問に答えよ。



(1) 次の文章の空欄 ① - ⑤ に入る言葉を，選択肢から選べ。

この電車は x / y 軸の 正 / 負 の向きに一定の 速度 / 加速度 で運動をしている。また， θ が一定なので，おもりは電車と同じ運動をしている。したがって，おもりが受けている合力 F は， x / y 軸の 正 / 負 の向きになる。

(2) W ， T ， F を表す矢印と，力の合成を表す平行四辺形を，解答欄の図にえがいて示せ。

(3) 問 (2) の図から，それぞれの力を x 成分と y 成分に分解して関係式をもとめると以下ようになる。空欄 ⑥ - ⑪ に入るものを， $\sin \theta$ ， $\cos \theta$ ， (-1) ， 0 ， 1 の中から選べ。

$$\begin{cases} x \text{ 成分: } F \cdot \text{⑥} = T \cdot \text{⑦} + W \cdot \text{⑧} \\ y \text{ 成分: } F \cdot \text{⑨} = T \cdot \text{⑩} + W \cdot \text{⑪} \end{cases}$$

(4) 合力 F の大きさを， W と θ を用いた式で表せ。

(5) この電車の加速度 a [m/s²] を，重力加速度 g [m/s²] と θ を用いた式で表せ。

(6) おもりの重心は，点 P から下方に 70 cm，後方に 5 cm の位置で電車に対して静止していた。重力加速度を $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ とし，電車の加速度 a [m/s²] の値をもとめよ。

〔Ⅲ〕 図のように、1辺の長さが l [m] の正方形の1巻きコイル ABCD を紙面上に置き、 x 軸の正の向きに等速度 v [m/s] で移動させる。領域 $0 \leq x \leq 2l$ には、紙面に垂直で表から裏に向かう磁束密度 B [Wb/m²] の一様な磁場が存在する。なお、辺 AB は x 軸に平行であり、辺 BC が $x = 0$ m の線上を通過する時間を $t = 0$ s とする。以下の間に答えよ。

(1) 辺 AD が $x = 0$ m の線上を通過する時間 [s] をもとめよ。

(2) 辺 BC が $x = 2l$ [m] の線上を通過する時間 [s] をもとめよ。

(3) 辺 AD が $x = 2l$ [m] の線上を通過する時間 [s] をもとめよ。

(4) 時間が $0 \leq t \leq \frac{l}{v}$ のとき、コイルを貫く磁束 Φ [Wb] を表す式を以下から選べ。

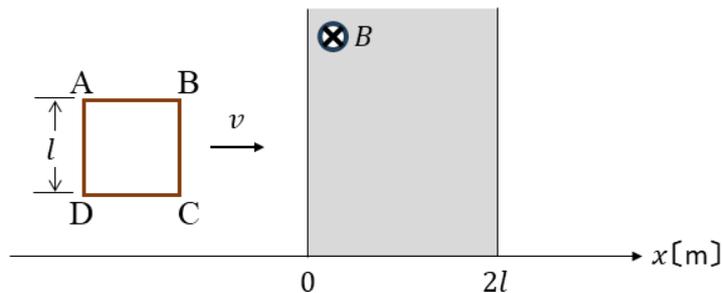
$Blvt$	Bl^2vt	$B\frac{vt}{l}$	$B\frac{vt}{l^2}$	$B\frac{l}{vt}$	$B\frac{l^2}{vt}$
--------	----------	-----------------	-------------------	-----------------	-------------------

(5) コイルを貫く磁束 Φ [Wb] の時間変化 ($0 \leq t \leq \frac{4l}{v}$) をグラフに示せ。

(6) 時間 $0 \leq t \leq \frac{l}{v}$ の間に、コイルに発生する起電力 V [V] を表す式を以下から選べ。
 なお、紙面の表からみて、コイルに右回りの電流を流そうとする起電力を正とする。

$-Blvt$	$+Blvt$	$-Blv$	$+Blv$	$-B\frac{vl}{t}$	$+B\frac{vl}{t}$
---------	---------	--------	--------	------------------	------------------

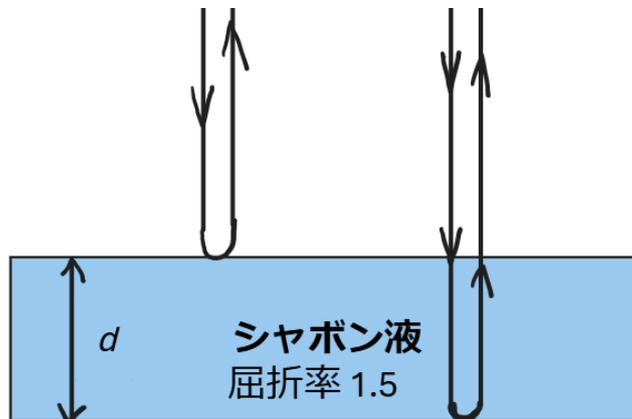
(7) コイルに発生する起電力 V [V] の時間変化 ($0 \leq t \leq \frac{4l}{v}$) をグラフに示せ。その際、グラフの縦軸の四角枠内に数式を記入すること。



〔IV〕 シャボン玉の表面^{ひょうめん}には、様々な色がついて見えることがある。これは、シャボン玉の膜による光の干渉の効果である。空気の屈折率を 1.0、シャボン液の屈折率を 1.5 とし、シャボン玉の膜の厚さを一定とする。以下の文章の空欄を埋めよ。また、数値を入れる空欄では、有効数字 2 桁で答えよ。

(1) 図のようにシャボン玉の膜の厚さを d [m] とする。光がシャボン玉の膜に垂直に入射し反射する場合、膜のおもての表面^{ひょうめん}から反射する光と、膜のうらの表面^{ひょうめん}で反射する光の間には、 [m] の経路差がある。シャボン液の屈折率は空気の屈折率に対し 倍であるため、この膜を通る光は実際の経路の長さの 倍の空气中を通る場合と同じ時間がかかり、膜での光路長は [m] と書ける。屈折率の違いにより膜のおもての表面^{ひょうめん}から反射する光は位相が π ずれるため、光路差を波長 λ [m] で割ったときに整数と半分になる場合は反射光が強められる。 m を $m = 0, 1, 2, \dots$ としたとき、反射光が強められる条件は $\lambda =$ d と表される。

(2) 半径が 10 cm の球形のシャボン玉を正面から見たときに、 $\lambda = 500$ nm の水色に見えた。水色が見える膜の最も薄い状態は $m = 1$ の状態であると知られており*1、この時の膜の厚さは nm となる。なお、 $1 \text{ nm} = 1 \times 10^{-9} \text{ m}$ である。また、この時のシャボン玉に用いられているシャボン液の体積は $\times 10^{\text{⑧}}$ m^3 となる。なお、シャボン膜の厚みは位置によって変わらないものとする。



*1 $m = 0$ でも水色は強め合うが、他の色と混じるため白く見える。