

# 2024年度 前期A方式入学試験問題

理系型受験

- ◆機械工学科 ◆機械システム工学科
- ◆電気電子工学科
- ◆建築学科／建築専攻（理系型）
- ◆建築学科／インテリアデザイン専攻（理系型）
- ◆建築学科／かおりデザイン専攻（理系型）
- ◆建築学科／都市空間インフラ専攻（理系型）
- ◆情報システム学科 ◆情報デザイン学科（理系型）
- ◆総合情報学科（理系型）

## 物 理

### 受験上の注意

※必須教科を含め3教科受験型です。受験する教科数に過不足があると判定しない場合がありますので注意してください。

※物理または化学のいずれか一つを選んで解答してください。

1. 受験票は、机の端の見える位置に置いてください。
2. 解答用紙はマークシート（解答用紙 A）が1枚、記述（解答用紙 B）が1枚です。
3. 試験監督者の指示により、氏名、入学試験種別、受験型、受験番号をマークシート（解答用紙 A）と解答用紙 B の指定された場所に必ず記入・マークしてください。
4. 試験開始の合図があるまで、この問題用紙の中を見てはいけません。
5. 試験開始後は、試験終了まで退室できません。
6. 用件のある場合は、手を挙げてください。
7. 解答は、マークシート（解答用紙 A）と解答用紙 B のそれぞれ指定された解答欄に記入・マークしてください。  
問題の余白は計算に使用しても結構です。
8. マークシート（解答用紙 A）の記入上の注意
  - (ア)マークシート（解答用紙 A）の解答欄はア～ヒまで使用します。
  - (イ)マークシート（解答用紙 A）に、正しく記入・マークされていない場合は、採点できないことがあります。
  - (ウ)マークは、鉛筆もしくはシャープペンで、ていねいにマークしてください。  
また、訂正の場合は消しゴムで完全に消してください。
  - (エ)解答はマークシート(解答用紙 A)に記載のマーク例を参考に解答欄にマークしてください。例えばアと表示のある問いに対して3と解答する場合は、次の(例)のようにアの解答欄の③にマークしてください。

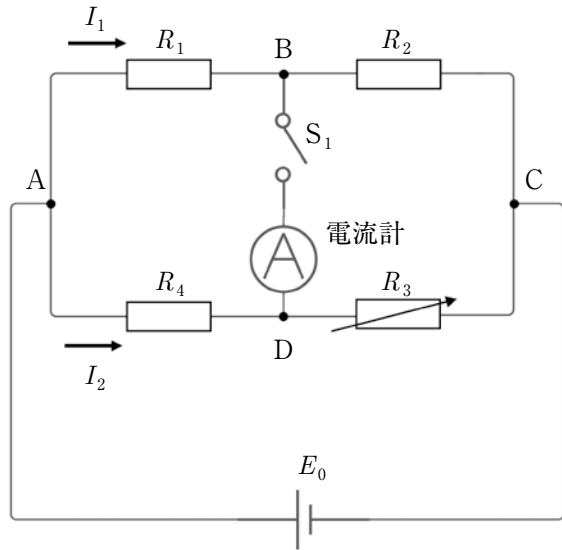
(例)

解 答 欄	
ア	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩

9. 問題用紙は持ち帰ってください。
10. ※印の欄には記入しないでください。

[I] 次の問いの  の中の答えを、それぞれの解答群の中から1つずつ選び、解答用紙Aの解答欄にマークせよ。解答群の中の番号は同じものを何度使ってもよい。

抵抗値  $R_1, R_2, R_3, R_4$  ( $R_3$ のみ可変抵抗) を持つ4つの抵抗器と起電力  $E_0$  の電池が図のように配置されている回路がある。BD間には、スイッチ  $S_1$  と微小な電流の向きと大きさが測定できる電流計が接続されている。この電流計は検流計(ガルバノメーター)と呼ばれる。このような回路はホイートストンブリッジと呼ばれ、抵抗値の精密測定に用いられる。この回路では  $S_1$  を閉じて、一定の条件を満たした場合に電流計に電流が流れなくなる。この条件を求めたい。



AB間に流れる電流の大きさを  $I_1$ 、AD間に流れる電流の大きさを  $I_2$  とする。 $S_1$  を閉じた状態で、電流計に電流が流れない場合、 $R_2$  の抵抗に流れる電流の大きさは ,  $R_3$  の抵抗に流れる電流の大きさは  となる。この回路でCの電位を基準とした場合のA, B, C, D点の電位をそれぞれ  $V_A, V_B, V_C, V_D$  とする。電流計に電流が流れない場合、電位差  $V_B - V_D$  の値は 。この場合、電位差  $V_A - V_B$  と電位差  $V_B - V_C$  には次の式が成り立つ。

$$V_A - V_B = \text{  } \quad (1)$$

$$V_B - V_C = \text{  } \quad (2)$$

式(1)にオームの法則を適用すると関係式  が得られる。同様に式(2)にオームの法則を適用すると関係式  を得る。この2つの式から抵抗値のみで整理すると、電流計に電流が流れなくなる条件として、関係式  が得られる。

いま、 $R_3$  の可変抵抗を、 $S_1$  を閉じて電流が流れない状態から抵抗値を増やした。この場合、電流計に流れる電流は 。この回路ではDからB方向に電流が流れる条件は  である。

今度は、電池の起電力  $E_0 = 14V$ 、抵抗を  $R_1 = 3\Omega, R_2 = 4\Omega, R_4 = 6\Omega$  として、 $S_1$  を閉じて、 $R_3$  の可変抵抗を調整したところ、電流計に流れる電流が0となった。この場合の  $R_3$  の値は   $\Omega$  である。またこの場合、回路に流れる電流  $I_1 + I_2 = \text{  } A$  である。

解答群

,

①  $R_1$       ②  $R_2$       ③  $R_3$       ④  $R_4$       ⑤  $I_1$

⑥  $I_2$       ⑦  $I_1 + I_2$       ⑧  $I_1 - I_2$       ⑨  $I_2 - I_1$

①  $V_A - V_B$  と等しい      ②  $V_A - V_D$  と等しい      ③ 0V となる  
④  $E_0$  と等しくなる      ⑤  $V_B - V_C$  と等しい      ⑥  $V_D - V_C$  と等しい

,

①  $V_A - V_C$       ②  $V_A - V_D$       ③  $V_D - V_C$       ④  $V_C - V_A$

⑤  $V_D - V_A$       ⑥  $V_C - V_D$       ⑦ 0      ⑧  $E_0$

,

①  $R_1 I_1^2 = R_4 I_2^2$       ②  $R_1 I_2^2 = R_4 I_1^2$       ③  $R_1 I_2 = R_4 I_1$       ④  $R_1 I_1 = R_4 I_2$

⑤  $R_2 I_2 = R_3 I_1$       ⑥  $R_2 I_1 = R_3 I_2$       ⑦  $R_2 I_1^2 = R_3 I_2^2$       ⑧  $R_2 I_2^2 = R_3 I_1^2$

①  $R_1 R_3 = R_2 R_4$       ②  $R_1 R_4 = R_2 R_3$       ③  $R_1 R_2 = R_3 R_4$   
④  $(R_1 + R_2) = (R_3 + R_4)$       ⑤  $(R_1 + R_4) = (R_2 + R_3)$       ⑥  $(R_1 + R_3) = (R_2 + R_4)$

① DからBの向きに流れる      ② BからDの向きに流れる  
③ 0のまま変化しない      ④ BからDの間を振動する

①  $(R_1 + R_3) > (R_2 + R_4)$       ②  $(R_1 + R_4) > (R_2 + R_3)$       ③  $(R_1 + R_2) > (R_3 + R_4)$   
④  $R_1 R_2 > R_3 R_4$       ⑤  $R_1 R_4 > R_2 R_3$       ⑥  $R_1 R_3 > R_2 R_4$   
⑦  $R_1 R_2 < R_3 R_4$       ⑧  $R_1 R_4 < R_2 R_3$       ⑨  $R_1 R_3 < R_2 R_4$

,

① 1      ② 2      ③ 3      ④ 4      ⑤ 5

⑥ 6      ⑦ 7      ⑧ 8      ⑨ 9      ⑩ 10

[II] 次の問いの  の中の答えを、それぞれの解答群の中から1つずつ選び、解答用紙Aの解答欄にマークせよ。解答群の中の番号は、同じものを何度使ってもよい。解答群の答えが数値の場合は、最も近いものを選び。

空気中に図のような実験装置が置かれている。空気の屈折率を1とする。光源から出た単色光をスリット  $S_0$  に通すと、光は回折して広がり、2つのスリット  $S_1, S_2$  を同位相の光が通過する。この2つの光がスクリーンに達すると、干渉によってスクリーン上に明暗の縞模様しまもようが現れる。単色光の波長を  $\lambda$ 、振動数を  $\nu$ 、伝わる速さを  $c$  とする。これらの量の間に  $c =$   が成り立ち、周期  $T =$   と表される。

スクリーン上の任意の点を  $P$  とし、 $S_1P$  間の距離を  $L_1$ 、 $S_2P$  間の距離を  $L_2$  とする。この場合、光が点  $P$  で強め合う条件と弱め合う条件は以下のとおりである。

強め合う条件  $|L_1 - L_2| =$   ( $m = 0, 1, 2, \dots$ )

弱め合う条件  $|L_1 - L_2| =$   ( $m = 0, 1, 2, \dots$ )

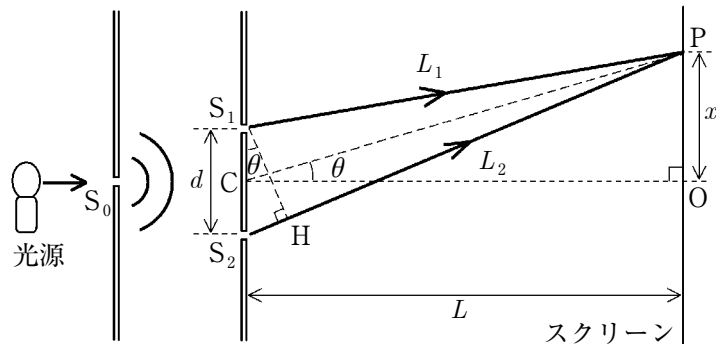
スリット  $S_1$  と  $S_2$  の中点を  $C$  とし、点  $C$  からスクリーンに下ろした垂線とスクリーンとの交点を  $O$  とする。スリット  $S_1, S_2$  の間隔を  $d$ 、 $CO$  間の距離を  $L$ 、 $OP$  間の距離を  $x$  とする。以下では、 $x, d$  が  $L$  に比べて十分に小さい場合を考える。 $S_1$  から直線  $S_2P$  へ下ろした垂線と直線  $S_2P$  との交点を  $H$  とし、 $\angle S_2S_1H$  を  $\theta$  とすると、 $\theta$  は十分に小さい。また、 $S_2H$  間の距離は  $L_1$  と  $L_2$  の差で近似される。よって  $\sin \theta =$   が成り立つ。一方、 $\angle PCO$  は  $\theta$  と等しいとみなせるから、 $\tan \theta =$   が成り立つ。 $\theta$  が十分に小さい場合  $\sin \theta = \tan \theta$  とみなせるので、 $|L_1 - L_2| =$   が成り立つ。以上より、

明線の位置  $x =$   ( $m = 0, 1, 2, \dots$ )

暗線の位置  $x =$   ( $m = 0, 1, 2, \dots$ )

となる。よって隣り合う暗線の間隔  $\Delta x$  は  $\Delta x =$   となる。

図の実験装置で、スリット  $S_1, S_2$  の間隔  $0.80\text{mm}$ 、スリット  $S_1$  とスクリーンとの距離  $2.00\text{m}$  として、波長  $\lambda$  の単色光をスリットに通すと、スクリーン上で隣り合う暗線の間隔は  $1.8\text{mm}$  であった。このことから、 $\lambda =$    $\text{m}$  であるとわかる。さらに、実験装置全体を屈折率  $n$  の液体で満たして同じ光源を使って実験を行い隣り合う暗線の間隔を測定すると、空気中で測定した場合の  $0.80$  倍となった。このことから、この液体の屈折率は  $n =$   であるとわかる。ここで液体中を通る単色光の波長を  $\lambda_n$ 、振動数を  $\nu_n$ 、速さを  $c_n$  とすると、空気中を通る場合の波長  $\lambda$ 、振動数  $\nu$ 、速さ  $c$  との間に 、、 が成り立つ。



解答群

ス,  セ

- ①  $\nu\lambda$       ②  $\frac{\nu}{\lambda}$       ③  $\frac{\lambda}{\nu}$       ④  $\frac{1}{\nu}$       ⑤  $\frac{1}{\lambda}$   
 ⑥  $2\pi\nu$       ⑦  $2\pi\lambda$       ⑧  $\frac{2\pi}{\nu}$       ⑨  $\frac{2\pi}{\lambda}$       ⑩  $\frac{\nu}{2\pi}$

ソ,  タ

- ①  $m\nu$       ②  $2m\nu$       ③  $\frac{m}{2}\nu$       ④  $(m + \frac{1}{2})\nu$       ⑤  $(2m + \frac{1}{2})\nu$   
 ⑥  $m\lambda$       ⑦  $2m\lambda$       ⑧  $\frac{m}{2}\lambda$       ⑨  $(m + \frac{1}{2})\lambda$       ⑩  $(2m + \frac{1}{2})\lambda$

チ

- ①  $\frac{L_2}{d}$       ②  $\frac{2L_2}{d}$       ③  $\frac{L_2}{2d}$       ④  $\frac{L_1 + L_2}{d}$       ⑤  $\frac{|L_1 - L_2|}{d}$   
 ⑥  $\frac{|L_1 - L_2|}{2d}$       ⑦  $\frac{d}{L_1 + L_2}$       ⑧  $\frac{d}{|L_1 - L_2|}$       ⑨  $\frac{2d}{|L_1 - L_2|}$

ツ

- ① 1      ②  $\frac{L}{x}$       ③  $\frac{L_1 + L_2}{x}$       ④  $\frac{|L_1 - L_2|}{x}$       ⑤  $\frac{x}{L}$   
 ⑥  $\frac{x}{L_1 + L_2}$       ⑦  $\frac{x}{|L_1 - L_2|}$       ⑧  $\frac{L_1}{L_2}$       ⑨  $\frac{L_2}{L_1}$

テ

- ①  $\frac{x}{d}$       ②  $\frac{d}{x}$       ③  $\frac{x}{L}$       ④  $\frac{d}{Lx}$       ⑤  $\frac{x}{Ld}$   
 ⑥  $\frac{xd}{L}$       ⑦  $2L$       ⑧  $\frac{2L}{x}$       ⑨  $\frac{2L}{xd}$       ⑩  $\frac{2Lx}{d}$

ト,  ナ

- ①  $\frac{m\lambda L}{d}$       ②  $\frac{m\lambda L}{2d}$       ③  $\frac{2m\lambda L}{d}$       ④  $\frac{(2m+1)\lambda L}{d}$       ⑤  $\frac{(2m+1)\lambda L}{2d}$   
 ⑥  $\frac{m\lambda d}{L}$       ⑦  $\frac{m\lambda d}{2L}$       ⑧  $\frac{2m\lambda d}{L}$       ⑨  $\frac{(2m+1)\lambda d}{L}$       ⑩  $\frac{(2m+1)\lambda d}{2L}$

ニ

- ①  $\frac{\nu d}{L}$       ②  $\frac{\nu L}{d}$       ③  $\frac{Ld}{\nu}$       ④  $\frac{\nu d}{2L}$       ⑤  $\frac{\nu L}{2d}$   
 ⑥  $\frac{\lambda d}{L}$       ⑦  $\frac{\lambda L}{d}$       ⑧  $\frac{Ld}{\lambda}$       ⑨  $\frac{\lambda d}{2L}$       ⑩  $\frac{\lambda L}{2d}$

又

- ①  $1.4 \times 10^{-7}$       ②  $3.6 \times 10^{-7}$       ③  $4.5 \times 10^{-7}$       ④  $7.2 \times 10^{-7}$       ⑤  $9.0 \times 10^{-7}$   
 ⑥  $1.4 \times 10^{-6}$       ⑦  $3.6 \times 10^{-6}$       ⑧  $4.5 \times 10^{-6}$       ⑨  $7.2 \times 10^{-6}$       ⑩  $9.0 \times 10^{-6}$

ネ

- ① 1.0      ② 2.0      ③ 0.20      ④ 0.40      ⑤ 0.60  
 ⑥ 0.80      ⑦ 1.25      ⑧ 1.50      ⑨ 1.60      ⑩ 1.75

ノ

- ①  $\lambda_n > \lambda$       ②  $\lambda_n = \lambda$       ③  $\lambda_n < \lambda$

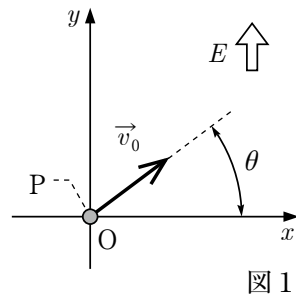
ハ

- ①  $\nu_n > \nu$       ②  $\nu_n = \nu$       ③  $\nu_n < \nu$

ヒ

- ①  $c_n > c$       ②  $c_n = c$       ③  $c_n < c$

[Ⅲ] 滑らかで摩擦が働かない水平面( $xy$ 平面)上で、帯電した小物体Pを運動させる。Pの電気量は $Q(Q>0)$ 、質量は $m$ である。図1(この水平面を上から見た図)のように、Pを原点Oから、時刻 $t=0$ で、速さ $v_0$ かつ $x$ 軸から角 $\theta$ の方向に射出する。ただし、 $\theta$ は $\sin\theta=3/5$ 、 $\cos\theta=4/5$ となる角であり、各問いの答えに $\theta$ の三角関数を使う場合は、これらの値を代入せよ。また、この水平面上には、 $y$ 軸の正の向きに大きさ $E$ の様な電場(電界)がかけられている。この電場は、Pが運動しても変化することはない。重力加速度の大きさを $g$ とする。



(1) 小物体Pに働く電気力 $\vec{F} = (F_x, F_y)$ の $x$ 成分 $F_x$ と $y$ 成分 $F_y$ を、 $Q, m, E, g, v_0$ の中から必要なものを使って答えよ。

(2) 時刻 $t=0$ でのPの速度 $\vec{v}_0 = (v_{0x}, v_{0y})$ の $x$ 成分 $v_{0x}$ と $y$ 成分 $v_{0y}$ を、 $Q, m, E, g, v_0$ の中から必要なものを使って答えよ。

まず、空気抵抗がない場合の小物体Pの運動を考える。

(3) 時刻 $t(t>0)$ でのPの加速度 $\vec{a}(t) = (a_x(t), a_y(t))$ の $x$ 成分 $a_x(t)$ と $y$ 成分 $a_y(t)$ を、 $t, Q, m, E, g, v_0$ の中から必要なものを使って答えよ。さらに、解答用紙の図2に、 $a_x(t)$ と $a_y(t)$ の時間変化を表すグラフを(線がはっきり分かるように濃く)描け。ただし、図2の縦軸の目盛 $b = QE/m$ である。

(4) 時刻 $t(t>0)$ でのPの速度 $\vec{v}(t) = (v_x(t), v_y(t))$ の $x$ 成分 $v_x(t)$ と $y$ 成分 $v_y(t)$ は次のように求められる。

$$v_x(t) = [t=0 \sim t \text{の間の } a_x(t) \text{のグラフと } t \text{軸で囲まれる面積}] + v_{0x}$$

$$v_y(t) = [t=0 \sim t \text{の間の } a_y(t) \text{のグラフと } t \text{軸で囲まれる面積}] + v_{0y}$$

$v_x(t)$ と $v_y(t)$ を、 $t, Q, m, E, g, v_0$ の中から必要なものを使って答えよ。さらに、解答用紙の図3に、 $v_x(t)$ と $v_y(t)$ の時間変化を表すグラフを(はっきり分かるように濃く)描け。ただし、図3の縦軸の目盛 $v_1 = v_0/5$ 、横軸の目盛 $t_1 = mv_0/(QE)$ である。

(5) 時刻 $t(t>0)$ でのPの位置 $(x(t), y(t))$ の $xy$ 座標は次のように求められる。

$$x(t) = [t=0 \sim t \text{の間の } v_x(t) \text{のグラフと } t \text{軸で囲まれる面積}] + [t=0 \text{での } x \text{座標}]$$

$$y(t) = [t=0 \sim t \text{の間の } v_y(t) \text{のグラフと } t \text{軸で囲まれる面積}] + [t=0 \text{での } y \text{座標}]$$

$x(t)$ と $y(t)$ を、 $t, Q, m, E, g, v_0$ の中から必要なものを使って答えよ。

次に、問(2)の直後に戻って、空気抵抗も働く場合の小物体Pの運動を考える。時刻 $t(t>0)$ でPに働く空気抵抗 $\vec{R}(t)$ の大きさは速さに比例する。その比例定数の大きさ(絶対値)を $c$ とする。

(6) 時刻 $t(t>0)$ でのPの速度 $\vec{V}(t) = (V_x(t), V_y(t))$ とする。 $\vec{R}(t) = (R_x(t), R_y(t))$ の $x$ 成分 $R_x(t)$ と $y$ 成分 $R_y(t)$ を、 $c, V_x(t), V_y(t), Q, m, E, g, v_0$ の中から必要なものを使って答えよ。

(7) 図4には、ある時刻でのPの速度 $\vec{V}$ が描いてある。黒丸はPである。この時刻でPに働く電気力 $\vec{F}$ と空気抵抗 $\vec{R}$ の向きを表す矢印を解答用紙の図4に描け。なお、矢印の区別がつくように記号 $\vec{F}$ と $\vec{R}$ も図4に記入すること。

(8) 時刻 $t(t>0)$ でのPの加速度 $\vec{A}(t) = (A_x(t), A_y(t))$ の $x$ 成分 $A_x(t)$ と $y$ 成分 $A_y(t)$ を、 $c, V_x(t), V_y(t), Q, m, E, g, v_0$ の中から必要なものを使って答えよ。

(9) 十分時間が経過すると、Pの速度は一定になる。この一定速度 $\vec{V}_1 = (V_{1x}, V_{1y})$ の $x$ 成分 $V_{1x}$ と $y$ 成分 $V_{1y}$ を、 $c, Q, m, E, g, v_0$ の中から必要なものを使って答えよ。

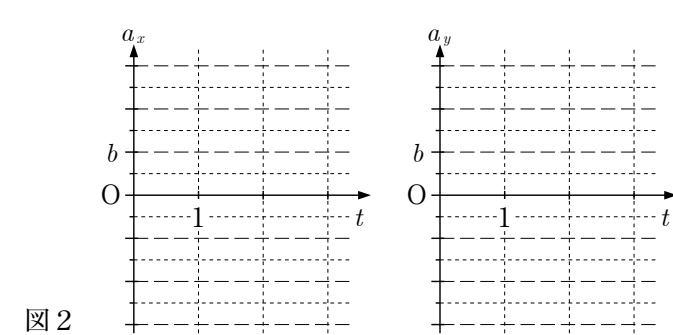


図2

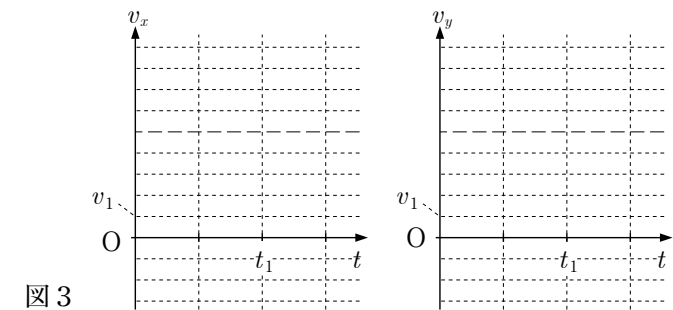


図3

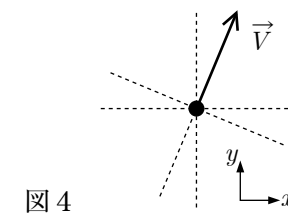


図4