

2025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～ハまで使用します。
(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）

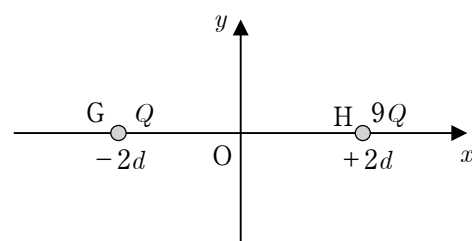
解 答 欄										
ア	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

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

[I] 次の問いの 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。

図のように、真空中に原点 O および x 軸、 y 軸をとる。 x 軸上の座標 $(-2d, 0)$ の位置を点 G、座標 $(+2d, 0)$ の位置を点 H とする。点 G、点 H にそれぞれ正の電気量 Q 、 $9Q$ をもつ点電荷を置いて固定する。真空中のクーロンの法則の比例定数を k_0 、電位と静電エネルギーの基準を無限遠とする。

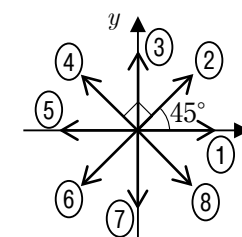
- (1) 点 G の点電荷から点 H の点電荷に作用する静電気力の向きは ア , 大きさは イ である。
- (2) 点 G の点電荷が原点 O につくる電場 (電界) の向きは ウ , 大きさは エ である。点 H の点電荷が原点 O につくる電場の向きは オ , 大きさは カ である。したがって点 G と点 H の 2 つの点電荷が原点 O につくる電場 $\vec{E}_O$ の向きは キ , 大きさは ク , x 成分は ケ である。
- (3) x 軸上の点 G と点 H の間で電場がゼロとなる点 L を求める。点 L の座標を $(x_L, 0)$ と置く $(-2d < x_L < 2d)$ 。点 G と点 H の 2 つの点電荷が点 L につくる電場 $\vec{E}_L$ の x 成分は コ である。したがって、 $x_L = \text{サ} \times d$ と求められる。
- (4) 求められた点 L に負の電荷 $-q$ をもつ点電荷を置く。点 L の点電荷から点 H の点電荷に作用する静電気力の x 成分は シ である。 $q = \text{ス} \times Q$ である場合、点 H の点電荷の固定を静かに解いても静電気力がつり合って静止したままである。
- (5) 点 G と点 H の 2 つの点電荷が点 L につくる電位は $\phi_L = \text{セ}$ である。 $q = \text{ス} \times Q$ である場合、点 L に置いた電荷 $-q$ の点電荷がもつ静電エネルギーは ソ である。



解答群

ア , ウ , オ , キ

右図の解答群から適切な向きを選べ



イ , エ

- | | | | | |
|-------------------------|------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|
| ① $k_0 \frac{9Q}{d}$ | ② $k_0 \frac{Q}{4d}$ | ③ $k_0 \frac{9Q}{4d}$ | ④ $k_0 \frac{5Q^2}{2d}$ | ⑤ $k_0 \frac{9Q^2}{4d}$ |
| ⑥ $k_0 \frac{5Q}{2d^2}$ | ⑦ $k_0 \frac{Q}{4d^2}$ | ⑧ $k_0 \frac{Q^2}{4d^2}$ | ⑨ $k_0 \frac{5Q^2}{2d^2}$ | ⑩ $k_0 \frac{9Q^2}{16d^2}$ |

カ , ク , ケ

- | | | | | |
|---------------------------|----------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
| ① $k_0 \frac{2Q^2}{d^2}$ | ② $k_0 \frac{9Q^2}{4d^2}$ | ③ $k_0 \frac{2Q}{d^2}$ | ④ $k_0 \frac{9Q}{4d^2}$ | ⑤ $k_0 \frac{2Q^2}{d}$ |
| ⑥ $-k_0 \frac{2Q^2}{d^2}$ | ⑦ $-k_0 \frac{9Q^2}{4d^2}$ | ⑧ $-k_0 \frac{2Q}{d^2}$ | ⑨ $-k_0 \frac{9Q}{4d^2}$ | ⑩ $-k_0 \frac{2Q^2}{d}$ |

- コ
- | | |
|--|--|
| ① $k_0 Q \left\{ \frac{1}{(x_L + 2d)^2} + \frac{1}{(x_L - 2d)^2} \right\}$ | ② $k_0 Q \left\{ \frac{1}{(x_L + 2d)^2} - \frac{1}{(x_L - 2d)^2} \right\}$ |
| ③ $k_0 Q \left\{ \frac{9}{(x_L + 2d)^2} + \frac{1}{(x_L - 2d)^2} \right\}$ | ④ $k_0 Q \left\{ \frac{1}{(x_L + 2d)^2} + \frac{9}{(x_L - 2d)^2} \right\}$ |
| ⑤ $k_0 Q \left\{ \frac{9}{(x_L + 2d)^2} - \frac{1}{(x_L - 2d)^2} \right\}$ | ⑥ $k_0 Q \left\{ \frac{1}{(x_L + 2d)^2} - \frac{9}{(x_L - 2d)^2} \right\}$ |

サ , ス

- | | | | | |
|------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| ① 1 | ② $\frac{3}{2}$ | ③ $\frac{1}{2}$ | ④ $\frac{3}{4}$ | ⑤ $\frac{9}{16}$ |
| ⑥ -1 | ⑦ $-\frac{3}{2}$ | ⑧ $-\frac{1}{2}$ | ⑨ $-\frac{3}{4}$ | ⑩ $-\frac{9}{16}$ |

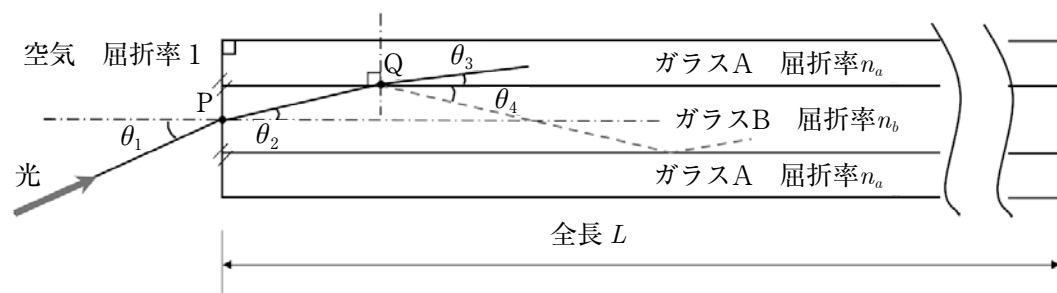
- シ
- | | | | |
|-----------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|
| ① $k_0 \frac{qQ}{d}$ | ② $k_0 \frac{3qQ}{d}$ | ③ $k_0 \frac{qQ}{d^2}$ | ④ $k_0 \frac{9qQ}{d^2}$ |
| ⑤ $-k_0 \frac{qQ}{d}$ | ⑥ $-k_0 \frac{3qQ}{d}$ | ⑦ $-k_0 \frac{qQ}{d^2}$ | ⑧ $-k_0 \frac{9qQ}{d^2}$ |

セ , ソ

- | | | | | |
|-------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| ① $k_0 \frac{4Q}{d^2}$ | ② $k_0 \frac{4Q}{d}$ | ③ $k_0 \frac{2Q}{d}$ | ④ $k_0 \frac{9Q^2}{4d}$ | ⑤ $k_0 \frac{4Q^2}{d}$ |
| ⑥ $-k_0 \frac{4Q}{d^2}$ | ⑦ $-k_0 \frac{4Q}{d}$ | ⑧ $-k_0 \frac{2Q}{d}$ | ⑨ $-k_0 \frac{9Q^2}{4d}$ | ⑩ $-k_0 \frac{4Q^2}{d}$ |

〔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。

光ファイバーは屈折と反射現象を利用しており、インターネットなどの通信において重要な役割を担っている。その光ファイバーを簡略化して中の光の伝達を簡単なモデルを用いて考える。光ファイバーは、やわらかいガラスの二重円筒の構造を持っており、外側が屈折率 n_a のガラス A、内側が屈折率 n_b のガラス B からなり、ファイバーの周りは屈折率 1 の空気とする。下図のように円筒の中心軸を含む断面を考える。ガラス A、B、A からなるサンドイッチ構造となっている。その断面を伝わる光を考える。ガラス A と B の屈折率の関係は、 $n_b > n_a > 1$ とする。光が図の左から右に向かって伝わる場合を考える。



屈折率が異なるガラスの境界面を光が通過するとき、 の法則により光の伝わる向きが変化する。いま図のようにガラス B の中心の点 P を通るように屈折率 1 の空気から入射角 θ_1 で光を入射した。この光は屈折率 n_b のガラス B に、屈折角 θ_2 の方向に伝わる。このとき、 θ_1 と θ_2 を用いて $n_b =$ の関係が得られる。

さらにこの光はガラス B とガラス A の境界の点 Q に達し、ガラス A に透過する光とガラス B に反射する光に分かれる。透過する光は、図の角度 θ_3 の向きにガラス A に伝わり、反射する光は図の角度 θ_4 の向きにガラス B に伝わる。点 Q での入射角は、境界面に垂直な直線に対して、 となるので、 n_a と n_b を用いて $\frac{n_b}{n_a} =$ の関係が得られる。反射する場合の θ_4 の大きさは、 となる。

光が屈折率 n_b のガラス B から、より小さい屈折率 n_a のガラス A に入射するので、点 Q では θ_2 の値によって、ガラス A に透過する光がなくなり、全反射が発生する。一般に、全反射が起こる条件は入射角が 角より大きいことである。 角とは屈折角が となる入射角である。これをふまえて、点 Q で全反射が発生するには、 θ_2 がある角度 θ_c より小さくなる必要がある ($\theta_2 < \theta_c$)。この角度 θ_c について の関係が成り立つ。

光がガラス A に入らず、ガラス B 内のみを伝わるには、ガラス A と B の境界面で全反射を繰り返せばよい。ここで、図の左から右に境界面に沿った方向に伝わる光の速さ V を求めたい。真空中での光の速さを c とする。ガラス B 中での光の速さ v_b は、 $v_b =$ である。全反射する光は左から右へ角度 θ_4 の向きに進むので、 $V =$ である。いま光ファイバーの全長を L とすると、全長を進むのに必要な時間 t は $t =$ である。

解答群

- | | | | | |
|----------------------|---|---|---|---|
| <input type="text"/> | ① 臨界 | ② 光路差 | ③ 干渉 | ④ 分散 |
| | ⑤ 屈折 | ⑥ 反射 | ⑦ 振動 | ⑧ 回折 |
| <input type="text"/> | ① $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$ | ② $\frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1}$ | ③ $\sin \theta_1$ | ④ $\sin \theta_2$ |
| | ⑤ $\cos \theta_1$ | ⑥ $\cos \theta_2$ | ⑦ $\frac{\cos \theta_1}{\cos \theta_2}$ | ⑧ $\frac{\cos \theta_2}{\cos \theta_1}$ |
| <input type="text"/> | ① $90^\circ - \theta_1$ | ② $90^\circ - \theta_2$ | ③ $90^\circ - \theta_3$ | |
| | ④ 90° | ⑤ 0° | ⑥ 45° | |
| <input type="text"/> | ① $\frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_3}$ | ② $\frac{\sin \theta_3}{\sin \theta_2}$ | ③ $\frac{\cos \theta_2}{\sin \theta_3}$ | ④ $\frac{\sin \theta_2}{\cos \theta_3}$ |
| | ⑤ $\cos \theta_1$ | ⑥ $\cos \theta_2$ | ⑦ $\frac{\cos \theta_2}{\cos \theta_3}$ | ⑧ $\frac{\cos \theta_3}{\cos \theta_2}$ |
| <input type="text"/> | ① 0° | ② 45° | ③ 90° | ④ θ_1 |
| | ⑤ θ_2 | ⑥ θ_3 | ⑦ $90^\circ - \theta_1$ | ⑧ $90^\circ - \theta_2$ |
| | | | ⑨ $90^\circ - \theta_3$ | |
| <input type="text"/> | ① 0° | ② 45° | ③ 90° | ④ 30° |
| | ⑤ 60° | | | |
| <input type="text"/> | ① $\sin \theta_c = \frac{n_b}{n_a}$ | ② $\sin \theta_c = \frac{n_a}{n_b}$ | ③ $\cos \theta_c = \frac{n_b}{n_a}$ | ④ $\cos \theta_c = \frac{n_a}{n_b}$ |
| | ⑤ $\tan \theta_c = \frac{n_b}{n_a}$ | ⑥ $\tan \theta_c = \frac{n_a}{n_b}$ | ⑦ $\sin \theta_c = n_a \cdot n_b$ | ⑧ $\cos \theta_c = n_a \cdot n_b$ |
| | ⑨ $\tan \theta_c = n_a \cdot n_b$ | | | |
| <input type="text"/> | ① $\frac{c}{n_a}$ | ② $\frac{c}{n_b}$ | ③ $\frac{n_a}{c}$ | ④ $\frac{n_b}{c}$ |
| | ⑤ c | ⑥ $c \cdot n_a$ | ⑦ $c \cdot n_b$ | |
| <input type="text"/> | ① $v_b \sin \theta_4 \cdot \cos \theta_4$ | ② $v_b \sin \theta_4$ | ③ $v_b \cos \theta_4$ | |
| | ④ $v_b \frac{\sin \theta_4}{\cos \theta_4}$ | ⑤ $v_b \frac{\cos \theta_4}{\sin \theta_4}$ | ⑥ c | |
| <input type="text"/> | ① $\frac{L}{v_b}$ | ② $\frac{L}{v_b \sin \theta_4}$ | ③ $\frac{L}{v_b \sin \theta_4 \cdot \cos \theta_4}$ | |
| | ④ $\frac{v_b L \cos \theta_4}{\sin \theta_4}$ | ⑤ $\frac{v_b L \sin \theta_4}{\cos \theta_4}$ | ⑥ $\frac{L}{v_b \cos \theta_4}$ | |

〔Ⅲ〕図1のように、水平面から角 θ だけ傾いた斜面AOが、点Oにおいて、点Cを中心とする円弧状の曲面OBとなめらかにつながっている($\overline{AO} \perp \overline{CO}$)。点Cと点Bは同じ高さである。そして、小物体pを点Aから、初速ゼロで、バネで押し出して運動させる。バネの一端は斜面に垂直な壁に結ばれているが、pとバネは結びついていない。バネの質量は無視でき、バネの自然長の位置は点Oである。pは、バネが自然長になった瞬間にバネから離れ、その後は曲面

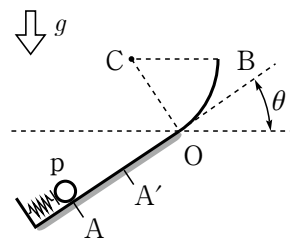


図1

OB上を運動する。斜面AOとpの間に動摩擦係数 $\mu = 1/2$ の動摩擦力が働くが、曲面OBとpの間に摩擦は働かない。空気抵抗は無視できる。

以下、小物体pの質量は m 、重力加速度の大きさは g 、AO間の距離は l 、円弧状の曲面OBの半径($\overline{OC}$ の長さ)は r とする。また、 θ は $\sin \theta = 3/5$ 、 $\cos \theta = 4/5$ となる角であり、各問の答えに θ の三角関数を使う場合は、これらの値を代入せよ。

- (1) バネが点Aで小物体pに加える弾性力の大きさは $3mg$ であった。バネ定数 k を、 m 、 g 、 l 、 r の中から必要なものを使って答えよ。

バネ定数には問(1)の答えを使って、以下の問に答えよ。問(2)～(5)では、小物体pがバネに押されて、 $\overline{AO}$ の中点 A' を通過する瞬間に注目する。

- (2) 点 A' においてpに働く重力 $\vec{G}$ 、垂直抗力 $\vec{N}$ 、動摩擦力 $\vec{f}$ 、バネの弾性力 $\vec{F}$ の大きさをそれぞれ G 、 N 、 f 、 F とする。これらの力の大きさを、 m 、 g 、 l 、 r の中から必要なものを使って答えよ。
- (3) 図2にはpが黒丸で描いてある。図2の同心円状の補助線の半径は、小さい方から $mg/10$ 、 $2mg/10$ 、 $3mg/10$ …と、 $mg/10$ ずつ大きくなっていく。解答用紙の図2に、pに働く力 $\vec{G}$ 、 $\vec{N}$ 、 $\vec{f}$ 、 $\vec{F}$ を表す矢印を、はっきり分かるように濃く描け。なお、どの矢印がどの力か分かるように、記号 $\vec{G}$ 、 $\vec{N}$ 、 $\vec{f}$ 、 $\vec{F}$ も図2に記入すること。
- (4) 図3にはpが黒丸で描いてある。pに働く力の和(合力) $\vec{T}$ の向きを表す矢印を解答用紙の図3に描け。また、 $\vec{T}$ の大きさ T を、 m 、 g 、 l 、 r の中から必要なものを使って答えよ。
- (5) 図4にはpが黒丸で描いてある。pの加速度 $\vec{a}$ の向きを表す矢印を解答用紙の図4に描け。また、 $\vec{a}$ の大きさ a を、 m 、 g 、 l 、 r の中から必要なものを使って答えよ。

次に、小物体pのAO間での運動に注目する。以下の問いでは、重力による位置エネルギーとバネの弾性力による位置エネルギーの基準は共に点Oとする。

- (6) 点Aにおいて、pに与えられている重力による位置エネルギー U_{AG} とバネの弾性力による位置エネルギー U_{AS} を、 m 、 g 、 l 、 r の中から必要なものを使って答えよ。

- (7) pが点Aから点Oまで運動する間に動摩擦力 $\vec{f}$ がpに与える仕事 W_f を、 m 、 g 、 l 、 r の中から必要なものを使って答えよ。
- (8) pが点Oを通過する瞬間の速度の大きさを v とする。点Oにおけるpの運動エネルギー K_O を、 v 、 m 、 l の中から必要なものを使って答えよ。
- (9) pのAO間での運動におけるエネルギーと仕事の関係を表す等式を、 U_{AG} 、 U_{AS} 、 W_f 、 K_O を使って答えよ。
- (10) 速さ v を、 m 、 g 、 l 、 r の中から必要なものを使って答えよ。

最後に、小物体pが点Oを通過した後の運動に注目する。

- (11) pが、円弧状の曲面OBをすべって最高点Bに到達するためには、曲面OBの半径 r が不等式 $r \leq R$ を満たさなければならない。この上限 R を、 m 、 g 、 l の中から必要なものを使って答えよ。

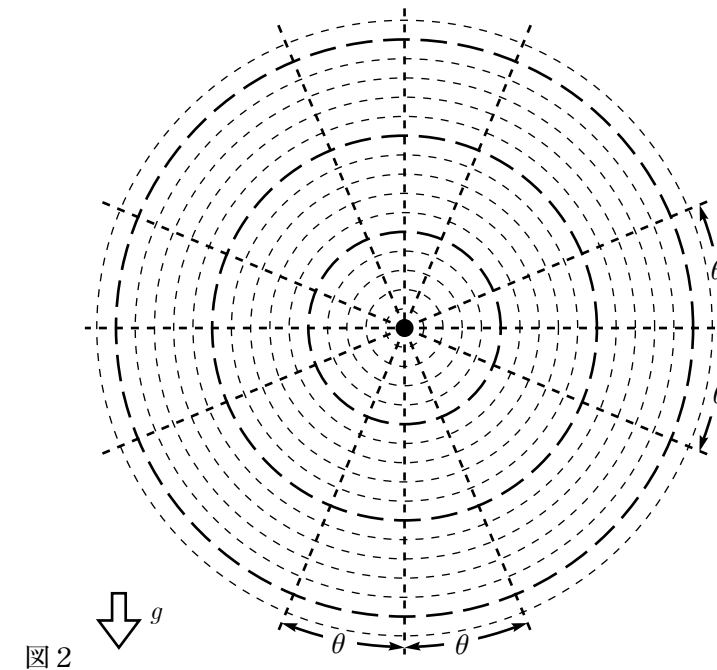


図2

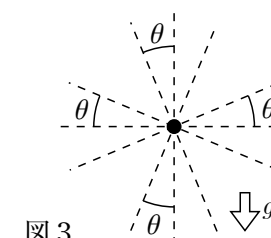


図3

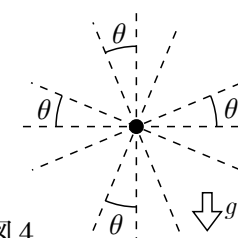


図4