



2026年度

公立千歳科学技術大学 理工学部

一般選抜 前期日程 問題

物理基礎・物理

物理基礎・物理

1. 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。重力加速度の大きさを g [m/s²] とする。

(1) 水平面とのなす角 θ のなめらかな斜面がある。以下の (ア) と (イ) の問いに答えなさい。

(ア) 図1のように斜面に質量 m [kg] の物体があり、静止状態から水平方向に一定の大きさ F [N] の力を加え続けたところ、物体は斜面を上がる方向に運動した。斜面に沿って移動した距離 L [m] の地点における物体の速さ、力を加えはじめてからの時間、および力 F がした仕事を、 m , F , L , θ , g のうち必要なものを用いてそれぞれ答えなさい。

(イ) 質量 m [kg] の小球 A、および同じ質量の小球 B の2つの小球がある。距離 L [m] はなれた2つの地点の斜面下側から小球 A を、上側から小球 B を図2のように向かい合う方向にそれぞれ速さ $2v$ [m/s] および v [m/s] で斜面に沿って同時にすべらせはじめた。すべらせはじめた2つの地点のちょうど中間地点で2つの小球が衝突したとき、速さ v はいくらであったか、また、すべらせはじめてから衝突までの時間、および衝突直前の小球 A に対する小球 B の相対速度を、 m , L , θ , g のうち必要なものを用いてそれぞれ答えなさい。なお、速度は斜面を上がる方向を正とする。

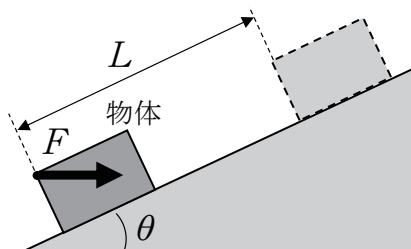


図1

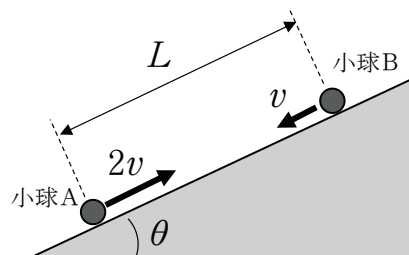


図2

(2) 水平なあるいは床面上に質量 m [kg] の密度が一様な直方体が置かれている。直方体の高さは h [m]、幅は w [m] であり、図3は直方体の側面に平行で重心を通る断面である。直方体が静止した状態から、図3のように床面からの辺 AB 上の高さ y [m] の点に水平右向きに加える力の大きさ F [N] を徐々に大きくしていく。力を加える高さ y をいろいろ変えたところ、高さ $y = h$ の点 B に力を加えたときには直方体はすべらずに点 A まわりに回転をはじめたが、力を加える高さを低くしていくと、高さ $y = \frac{2}{3}h$ より低くなると直方体は回転せずすべりをはじめることが分かった。以下の (ア) ~ (エ) の問いに答えなさい。

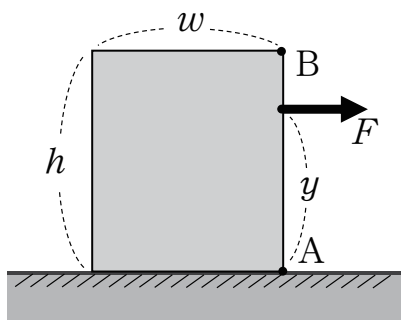


図3

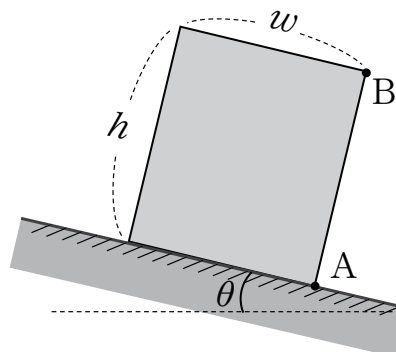


図4

- (ア) 高さ y に加える力の大きさ F を徐々に大きくしていく間に、直方体が回転あるいはすべりだすことなく静止したままのとき、直方体が床面から受ける垂直抗力の作用点はどこにあるか、点 A からの距離として m, g, y, F, h, w のうち必要なものを用いて答えなさい。
- (イ) 床面と直方体との間の静止摩擦係数を h と w を用いて答えなさい。
- (ウ) 図 3 において高さ $y = h$ の点 B に力を加えた。加える力の大きさ F を徐々に大きくしていったとき、その力の大きさが F_1 をこえると、直方体はすべらずに点 A まわりに回転をはじめた。その力の大きさ F_1 を m, g, h, w のうち必要なものを用いて答えなさい。
- (エ) $F = 0$ として図 3 の直方体が置かれた床面の片側を持ち上げて、図 4 のように床面を徐々に傾けていった。水平とのなす角 θ で物体がすべらずに斜面上で静止したままであったとき、直方体が床面から受ける垂直抗力の作用点はどこにあるか、斜面に沿った点 A からの距離として m, g, h, w, θ のうち必要なものを用いて答えなさい。また、さらになす角 θ を大きくしていくと、なす角が θ_1 をこえると、倒れることなく斜面をすべりはじめた。 $\tan \theta_1$ を m, g, h, w のうち必要なものを用いて答えなさい。

物理基礎・物理

2. 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

(1) 図1に示すように、深さが d [cm] の透明な容器の上端に取り外し可能な薄い凸レンズ L_1 が設置されており、容器底面に物体 P が L_1 の光軸上の位置に固定して配置されている。 L_1 の焦点距離は $\frac{3d}{4}$ である。空気の絶対屈折率は1とし、物体 P は十分小さく、厚さは無視できるものとして、以下の (ア) ~ (ウ) の問いに答えなさい。

(ア) L_1 の上部に L_1 から距離 l [cm] 離してスクリーンを配置したところ、 P の像が鮮明に映し出された。 l を d を用いて表しなさい。また、得られた像の大きさは P の大きさの何倍か答えなさい。

(イ) 次に、 L_1 の上部に L_1 から距離 d だけ離して薄い凸レンズ L_2 を光軸を一致させて配置したところ、鮮明な像を映すためにスクリーンを (ア) の状態から下方に距離 d だけ移動させる必要があった。 L_2 の焦点距離を d を用いて表しなさい。

(ウ) (イ) の状態から L_1 , L_2 とスクリーンを取り除き、容器に絶対屈折率 n の透明な液体を深さ $\frac{d}{2}$ になるまで満たした。この状態で物体 P を真上近くから肉眼で観察したところ、光の屈折により P の見かけの深さが変わり、液体表面から深さ h [cm] の位置に観測された。 h を n と d を用いて表しなさい。なお、 θ が小さいときは $\sin \theta \doteq \tan \theta$ が成り立つものとする。

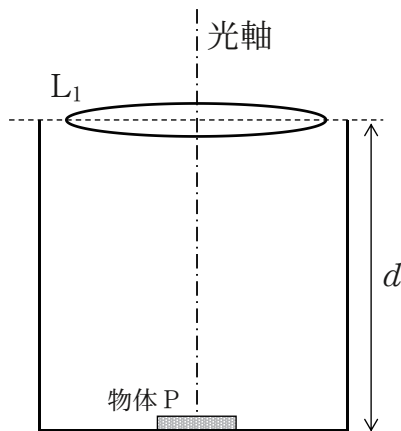


図1

(2) 以下の文章を読み、(ア) ~ (ウ) の問いに答えなさい。

図2 (a)のように、境界線を境に深さが急峻に変わる広い水槽があり、領域Iの深さは領域IIの3倍となっている。領域I内で境界線からの垂直距離が l_1 [m] の位置 O に波源を置き、波長 λ [m]、振動数 f [Hz] の波を水面上に発生させる。 O で発生した波の波面は、境界線上の点 P において境界線とのなす角が θ_1 となり領域IIに入射する。 P を通って領域IIに進入した波は、境界線からの垂直距離が l_2 [m] となる点 Q に設置された観測器で観測される。 l_1 , l_2 は十分大きく、境界線上で波は平面波とみなせるとし、水槽の壁面での波の反射は無視できるものとする。なお、水面波の波長は水深より十分に長く、速さは水深の平方根に比例するとしてよい。

- (ア) $\theta_1 = 60^\circ$ のとき、P を通って領域 II に進入した波の波長、および振動数を l_1 , l_2 , λ , f のうち必要なものを用いて表しなさい。また、波面と境界線とのなす角 θ_2 、および領域 I に対する領域 II の相対屈折率 n_{12} を数値で答えなさい。
- (イ) 波源が点 O から P に向かって速さ v_1 [m/s] でゆっくり進み、観測器が直線 PQ に沿って速さ v_2 [m/s] で点 P からゆっくり遠ざかるとしたとき、領域 II を伝わる波の波長と観測器で観測される振動数を λ , f , v_1 , v_2 のうち必要なものを用いて答えなさい。
- (ウ) 次に、領域 I の深さが領域 II の10倍となるように水槽の水量を調節した後、図 2 (b) に示すように波源を点 Q の位置に移し、領域 II 内で波を発生させた。このとき、境界線上に幅 W [m] の障壁を置き、領域 II で発生した波が領域 I に入射しなくなるために必要な W の値を障壁の位置を境界線に沿って変えながら調べた。その結果、ある特定の位置で W の値が最も小さくなった。この W の最小値を l_2 を用いて答えなさい。なお、障壁の厚さおよび回折の影響は無視できるものとし、全反射の条件が使えるものとする。

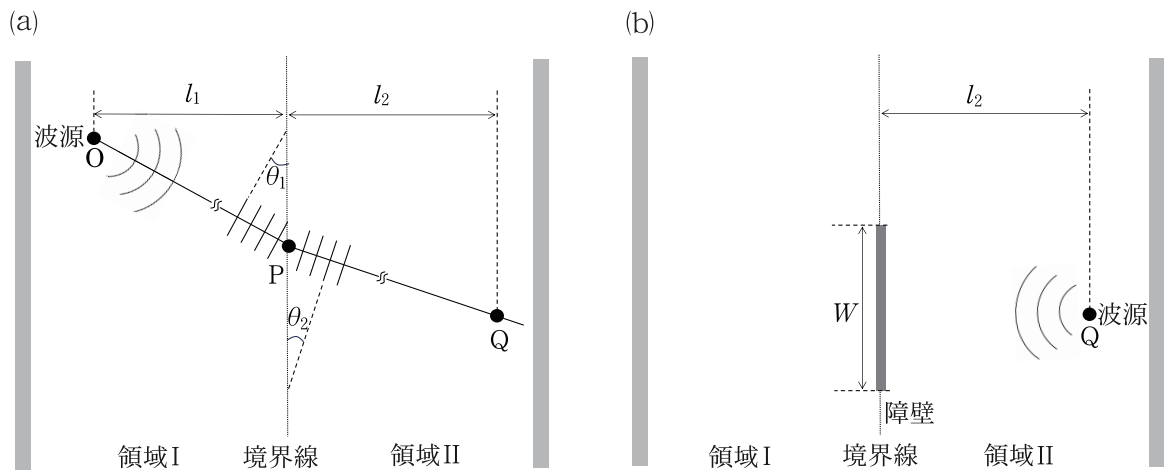


図 2

物理基礎・物理

3. 以下の問いに答えなさい。

(1) 断面積が 0.100 mm^2 、長さが 10.0 m 、抵抗率が $1.55 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ の銅線がある。この銅線の抵抗 $R [\Omega]$ 、および両端に 1.24 V の電圧をかけたときに流れる電流の大きさ $I [\text{A}]$ を求めなさい。このとき、自由電子が銅線中を正の電極の方向に移動する速さ $v [\text{mm/s}]$ を求めなさい。ただし銅線中の自由電子の数密度を $8.50 \times 10^{19} \text{ mm}^{-3}$ 、自由電子の持つ電気量を $-1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$ とし、自由電子はすべて等しい速さで運動するものとする。計算結果は有効数字3桁で表しなさい。

(2) 内部抵抗が $r_a [\Omega]$ の電流計と、内部抵抗が $r_v [\Omega]$ の電圧計があるとき、以下の (ア) と (イ) の問いに答えなさい。

(ア) 未知の抵抗 $R [\Omega]$ を測定するために、内部抵抗の無視できる起電力 $E [\text{V}]$ の電池を用いて図1に示す2通りの回路を用意した。図1 (a) の場合の電流計と電圧計の指示値をそれぞれ $I_1 [\text{A}]$ 、 $V_1 [\text{V}]$ 、図1 (b) の場合の電流計と電圧計の指示値をそれぞれ $I_2 [\text{A}]$ 、 $V_2 [\text{V}]$ とする。図1 (a) の場合、 $\frac{V_1}{I_1}$ を表す数式を R 、 r_a 、 r_v の中から必要なものを用いて答えなさい。図1 (b) の場合も同様に $\frac{V_2}{I_2}$ を表す数式を R 、 r_a 、 r_v の中から必要なものを用いて答えなさい。

(イ) 未知の抵抗値 R を求めるために、電流計と電圧計の指示値を用いて、図1 (a) では $R_a = \frac{V_1}{I_1}$ として、図1 (b) では $R_b = \frac{V_2}{I_2}$ としてそれぞれ抵抗値を求めた。次の (A) ~ (C) の中から正しい記述の一つを選び、記号で答えなさい。なお、 $r_a = 1 \Omega$ 、 $r_v = 1000 \Omega$ であり、抵抗値 R が 10Ω 程度の小さい抵抗であるとする。

(A) R_b よりも R_a の方が実際の抵抗値 R との差が小さい

(B) R_a よりも R_b の方が実際の抵抗値 R との差が小さい

(C) R_a と R_b のどちらでも実際の抵抗値 R との差は変わらない

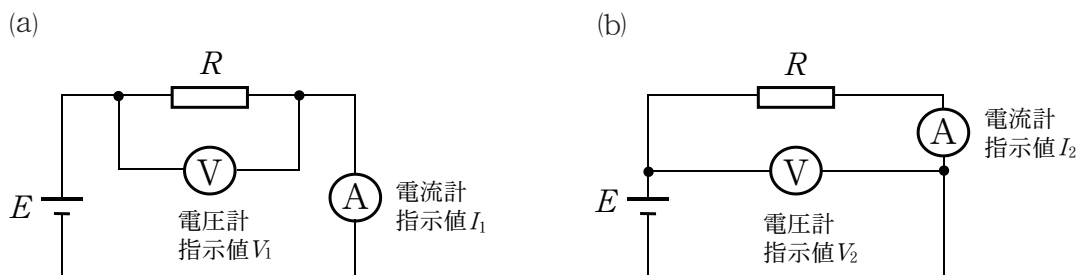


図1

(3) 図2に示すような回路について、以下の(ア)～(エ)の問いに答えなさい。この回路は内部抵抗の無視できる起電力 V [V] の電池、抵抗値 R [Ω] の抵抗 R_1 , R_2 , 容量がそれぞれ C [F], $2C$ [F], $3C$ [F] のコンデンサー C_1 , C_2 , C_3 , 特性が同一のダイオード D_1 , D_2 , およびスイッチ S_1 , S_2 , S_3 からなる。それぞれのダイオードは図3に示すように電圧 V_D [V] が正の電圧 V_0 [V] より大きいときのみ電流 I_D [A] が流れ、そのとき電流 I_D と電圧 V_D の間には r [Ω] を正の定数として、 $I_D = \frac{V_D - V_0}{r}$ の関係が成り立つとする。最初にスイッチはすべて開かれており、すべてのコンデンサーに電荷は蓄えられていないとする。なお、以下の問いで電池の起電力 V は $V > 2V_0$ の関係を満たすものとする。

- (ア) スイッチ S_1 を閉じた。このとき抵抗 R_1 を流れる電流 I_1 [A] を V , R , r , V_0 の中から必要なものを用いて表しなさい。
- (イ) (ア) の後、スイッチ S_1 を閉じたままスイッチ S_2 を閉じた。閉じた直後に抵抗 R_1 を流れる電流 I_2 [A] を V , R , r , V_0 の中から必要なものを用いて表しなさい。
- (ウ) (イ) の後、十分に時間が経過し、抵抗 R_1 を流れる電流が一定になってから、スイッチ S_1 を開いた。その後十分に時間が経過し、コンデンサー C_1 に蓄えられる電荷 Q_1 [C] が一定となったとき、その電荷 Q_1 を C , V , R , r , V_0 の中から必要なものを用いて表しなさい。
- (エ) (ウ) の後、スイッチ S_2 を開いてから、スイッチ S_3 を閉じて十分時間が経過した。このときコンデンサー C_2 に蓄えられる電荷 Q_2 [C] を C , V , R , r , V_0 の中から必要なものを用いて表しなさい。この操作によって抵抗 R_2 で消費されたエネルギー W [J] を C , V , R , r , V_0 の中から必要なものを用いて表しなさい。

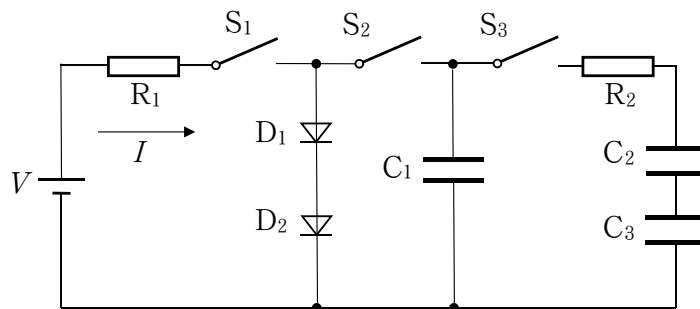


図2

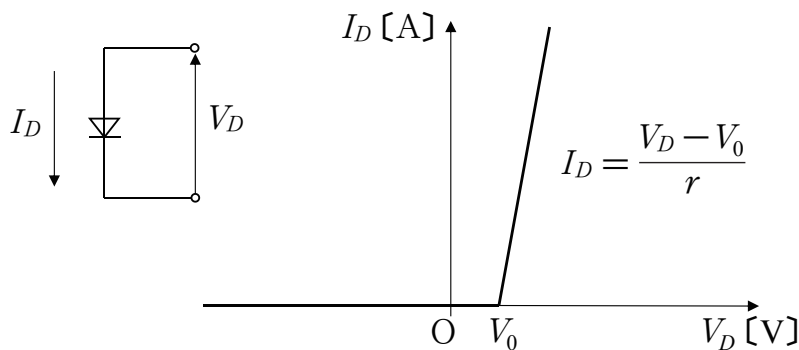


図3

物理基礎・物理

4. 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

(1) 図1に示すように x 軸と y 軸をとり、 x 軸上の $x = 4a$ [m] の点 A の位置に $+3Q$ [C] ($Q > 0$)、同じく x 軸上の $x = -a$ [m] の点 B の位置に $-Q$ [C] の点電荷をそれぞれ固定した。 y 軸上の $y = 2a$ [m] の位置を点 C とする。クーロンの法則の比例定数を k [$\text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$] とし、電位の基準は無有限遠点とする。以下の (ア) ~ (ウ) の問いに答えなさい。

(ア) 点 C の位置における電場の強さを k , Q , a のうち必要なものを用いて答えなさい。

(イ) 原点 O および点 C の電位を k , Q , a のうち必要なものを用いてそれぞれ答えなさい。

(ウ) 正の電気量 q [C] の電荷をもつ質量 m [kg] の小球を点 O から点 C まで静かに運んだとき、静電気力がする仕事を m , k , q , Q , a のうち必要なものを用いて答えなさい。また、その小球を点 C から y 軸の正の方向に速さ v [m/s] で発射したところ、小球はやがて無有限遠点に達した。無有限遠点における小球の速さを v , m , k , q , Q , a のうち必要なものを用いて答えなさい。なお、重力の影響は無視できるものとする。

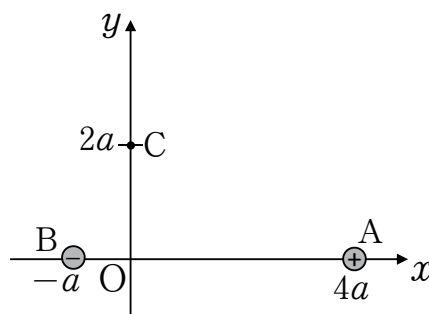


図1

(2) 幅 $2r$ [m]、長さ l [m] の長方形の1巻きコイルがあり、コイルの長方形の部分には一様な鉛直上向きの磁場がかけてられて、図2のように水平に配置されている。磁束密度は鉛直上向きを正とし、コイルの抵抗、および回路を流れる電流がつくる磁場の影響は無視できるものとする。また、PQ 間の間隔は十分小さいとする。以下の (ア) ~ (エ) の問いに答えなさい。円周率を π とする。

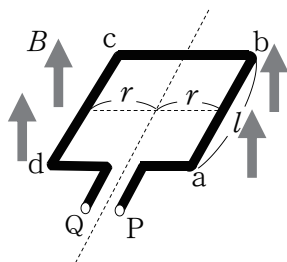


図2

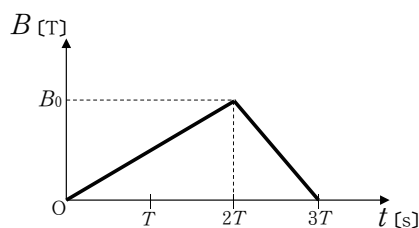


図3

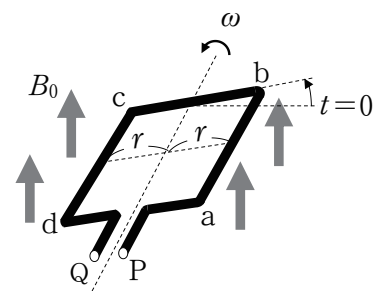


図4

- (ア) 端子 PQ 間に R [Ω] の抵抗をつないで、コイルを水平に固定した状態で磁束密度の大きさ B [T] を図 3 のように変化させた。時刻 $t = T$ [s] のときの端子 P に対する端子 Q の電位、および時刻 $t = 0$ から $t = 3T$ までに抵抗で発生するジュール熱を B_0 , R , T , r , l のうち必要なものを用いてそれぞれ答えなさい。
- (イ) 端子 PQ 間になにもつながずに、磁束密度の大きさ $B = B_0$ として一定の大きさにした。図 4 のように辺 bc と辺 ad の中点を通る回転軸まわりに時刻 $t = 0$ から一定の角速度 ω [rad/s] で端子 PQ 側から見て反時計まわりにコイルを回転させた。時刻 t [s] における点 a に対する点 b の電位を B_0 , r , l , ω , t のうち必要なものを用いて表しなさい。
- (ウ) (イ) において、回転中の辺 ab の導体中の電気量 $-e$ [C] の電子 1 個が、磁場から受ける力の大きさの最大値を e , B_0 , r , l , ω のうち必要なものを用いて答えなさい。また、この力を何というか最も適切な用語を答えなさい。
- (エ) (イ) において、端子 PQ 間に電気容量 C [F] のコンデンサーをつないで同様に時刻 $t = 0$ から一定の角速度 ω [rad/s] で回転させた。時刻 t [s] におけるコイルに流れる電流、およびコイルが 1 回転する間のコンデンサーでの平均の消費電力を C , B_0 , r , l , ω , t , π のうち必要なものを用いてそれぞれ表しなさい。ただし、 $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d$ の方向に流れる電流を正とする。