

前期日程

令和7年度入学者選抜学力検査問題

物 理 (本文 10 ページ)

地域デザイン科学部

社会基盤デザイン学科

9時30分——11時00分

工学部

基盤工学科

9時00分——11時00分

農学部

森林科学科

9時30分——11時00分

〔注意〕

1. 検査開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけない。
2. 「受験番号」は、解答用紙の受験番号欄に忘れずに記入しなさい。
3. この問題冊子には5問題ある。落丁、乱丁、印刷不鮮明の箇所などがあつた場合は申し出なさい。
4. 解答は、必ず解答用紙の所定の解答欄に記入しなさい。所定の欄以外に記入したものは無効である。
5. 地域デザイン科学部志願者は、第1問～第4問を解答しなさい。
6. 工学部志願者は、第1問～第5問を解答しなさい。
7. 農学部志願者は、第1問～第3問を解答しなさい。
8. 問題又は解答用紙に指示がある場合は、必ず計算過程も記入しなさい。
9. 計算用紙は別に配付しないので、問題冊子の余白を使いなさい。

前期日程

令和7年度入学者選抜学力検査問題

問題訂正紙

物 理

注 意 事 項

- 1 検査開始まで、この問題訂正紙の中を見てはいけません。「解答はじめ。」の指示の後に、訂正の内容を確認しなさい。
- 2 検査終了後、問題訂正紙は持ち帰りなさい。

問 題 訂 正

物 理

訂正箇所	8 ページ 第4問 問4の7行目
誤	⑬ 極板間に引き込む／極板から押し戻す 方向である。
正	⑬ 極板間に引き込む／極板間から押し戻す 方向である。

訂正箇所	解答用紙（その4） 第4問 問4 - ⑬
誤	極板間に引き込む / 極板から押し戻す
正	極板間に引き込む / 極板間から押し戻す

(答えは解答用紙の所定欄に記入せよ。)

第1問 図のような斜面とそれにつながる水平面を考える。斜面の角度は 30° であり、斜面と水平面とは、点 B でなめらかにつながっている。水平面から高さ h [m] にある斜面上の点 A に物体 1 を静かに置いたところ、点 B の方へ動き出した。物体 1 は大きさが無視でき、その質量は m [kg] である。斜面と物体 1 との間の動摩擦係数は μ' である。物体 1 は点 B に達したあと、摩擦のない水平面上を運動する。重力加速度の大きさを g [m/s²] とする。

以下の問いに答えよ。なお、計算過程も記入せよ。

問 1 物体 1 が斜面上を滑っているとき、物体 1 にはたらく垂直抗力の大きさ N [N] と動摩擦力の大きさ f' [N] を、 m 、 g 、 μ' のうちで必要なものを用いて表せ。

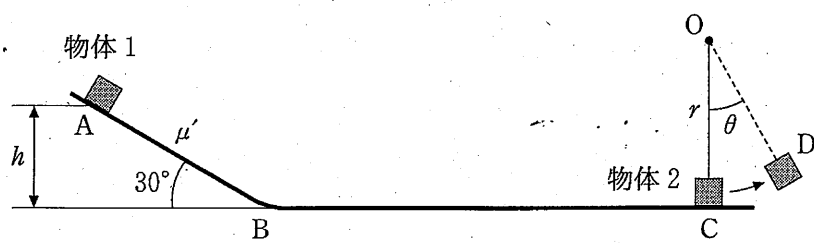
問 2 物体 1 が斜面上を滑っているとき、斜面に沿った方向の加速度の大きさ a [m/s²] を g 、 μ' で表せ。

問 3 物体 1 が点 B を通過するときの速さ v_1 [m/s] を h 、 g 、 μ' で表せ。

水平面の右端の点 C に、高さ r [m] の点 O から大きさが無視できる質量 $2m$ [kg] の物体 2 が、長さ r [m] の糸で吊り下げられて静止している。ただし、 $r > h$ とする。糸の質量は無視する。斜面から滑り落ちた物体 1 は、水平面上を速さ v_1 [m/s] で運動したあと、物体 2 に衝突する。物体 1 と物体 2 との反発係数(はねかえり係数)を e とする。

問 4 衝突直後の物体 2 の速度 V_2 [m/s] を e 、 v_1 で表せ。ただし、図の右向きを正とする。

問 5 反発係数 e が 0.5 のとき、物体 2 が角度 θ ($\angle COD$) となる点 D を通過したとする。そのときの速さ V_{2D} [m/s] を r 、 g 、 v_1 、 θ で表せ。



图

第2問 ピストンのついたシリンダーの中に、単原子分子の理想気体を閉じ込めた熱機関がある。はじめ、気体の体積は $2.0 \times 10^{-2} \text{ m}^3$ 、気体の圧力は $2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、気体の温度は $3.0 \times 10^2 \text{ K}$ であった。このときの気体の状態を A とし、図1で示すように気体の状態を $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$ と変化させた。図1の横軸は気体の体積 $V[\text{m}^3]$ 、縦軸は気体の温度 $T[\text{K}]$ である。過程 $A \rightarrow B$ と過程 $C \rightarrow D$ は定積変化、過程 $B \rightarrow C$ と過程 $D \rightarrow A$ は等温変化である。過程 $A \rightarrow B$ 、過程 $B \rightarrow C$ で気体が吸収した熱量を $Q_{AB}[\text{J}]$ 、 $Q_{BC}[\text{J}]$ 、過程 $C \rightarrow D$ 、過程 $D \rightarrow A$ で気体が放出した熱量を $Q_{CD}[\text{J}]$ 、 $Q_{DA}[\text{J}]$ とする。気体の物質量は常に一定で、ピストンはゆっくりとなめらかに動き、ピストンの質量は無視できるものとして、以下の問いに答えよ。ただし、気体定数を $8.3 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ とする。なお、計算過程も記入せよ。

問 1 状態 B での気体の圧力 $p_B[\text{Pa}]$ の値を求めよ。

問 2 過程 $A \rightarrow B$ で気体が吸収した熱量 $Q_{AB}[\text{J}]$ の値を求めよ。

問 3 過程 $B \rightarrow C$ における内部エネルギーの変化量 $\Delta U[\text{J}]$ の値を求めよ。

問 4 状態 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$ と変化させたとき、気体の圧力 $p[\text{Pa}]$ と体積 $V[\text{m}^3]$ との関係を表すグラフとして最も適当なものを、図2の(ア)~(ク)のうちから一つ選べ。

問 5 状態 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$ の1サイクルで、気体が外部にした正味の仕事 $W[\text{J}]$ 、および熱効率 e を Q_{AB} 、 Q_{BC} 、 Q_{CD} 、 Q_{DA} を用いて示せ。

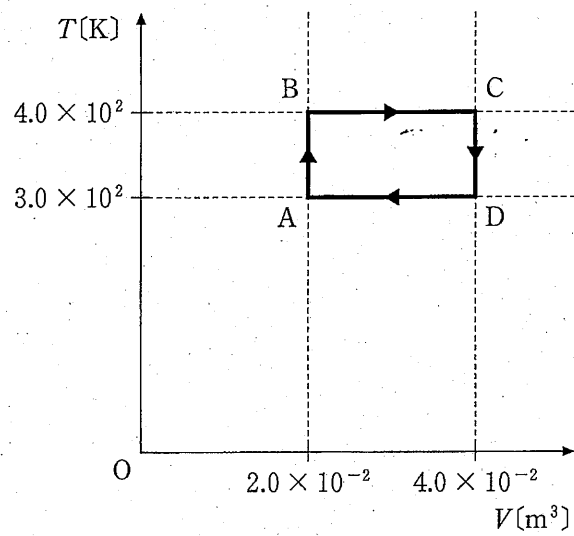


図 1

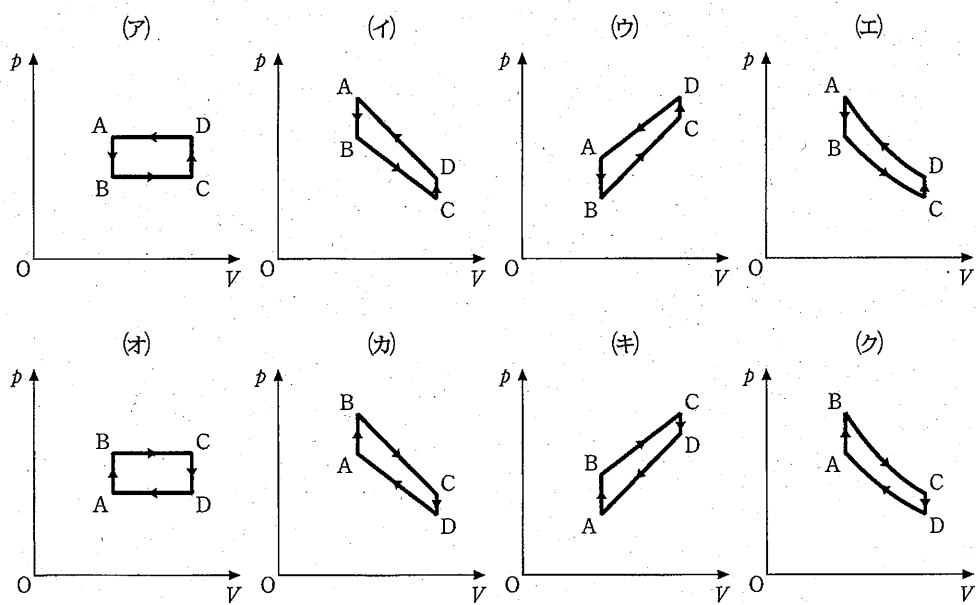


図 2

第3問 図に示すように、地点O、音源S、反射板Rが一直線上に並んでおり、音源Sからは図の左右両側に振動数 f_0 [Hz]の音波が出ている。このとき、以下の問いに答えよ。

問1 音源Sが図の右向きに速さ v_s [m/s]で移動しているとき、音源Sから直接地点Oに伝わる音波の波長 λ_1 [m]と振動数 f_1 [Hz]を以下のように求める。 ① から ⑥ に当てはまる適切な式を記せ。ただし、音速は V [m/s]で $v_s < V$ とする。

時刻0sで音源Sから出た音波は、 t [s]間に ① [m]の距離を進み、同じ時間で音源Sは反射板Rに向かって ② [m]移動する。音源Sから t [s]間に出る ③ 個の波が、距離 ④ [m]の間に存在することから、 λ_1 は ⑤ [m]で f_1 は ⑥ [Hz]と表される。

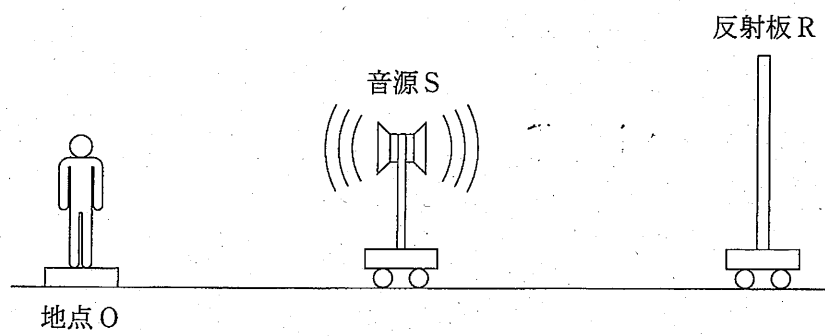
問2 問1の条件のもとで、静止している反射板Rが受ける音波の波長 λ_2 [m]と振動数 f_2 [Hz]を、 V 、 v_s 、 f_0 のうちで必要なものを用いて表せ。

問3 問1の条件のもとで、反射板Rが図の右向きに速さ v_R [m/s]で移動するとき、反射板Rが受ける音波の振動数 f_3 [Hz]を、 V 、 v_s 、 v_R 、 f_0 のうちで必要なものを用いて表せ。ただし、 $v_R < V$ とする。

問4 問3の条件のもとで、反射板Rで反射された音波が地点Oに届いているとき、地点Oで観測される音波の振動数 f_4 [Hz]を、 V 、 v_s 、 v_R 、 f_0 のうちで必要なものを用いて表せ。

問5 問4の条件のもとで、地点Oで音源Sから直接伝わる音波と反射板Rで反射された音波によってうなりが発生するとき、1秒間のうなりの回数 n は、次式のように求まる。空欄に当てはまる適切な式を、 V 、 v_s 、 v_R 、 f_0 のうちで必要なものを用いて表せ。

$$n = |f_1 - f_4| = \frac{\boxed{}}{(V + v_R)(V + v_s)(V - v_s)} V^2 f_0$$



図

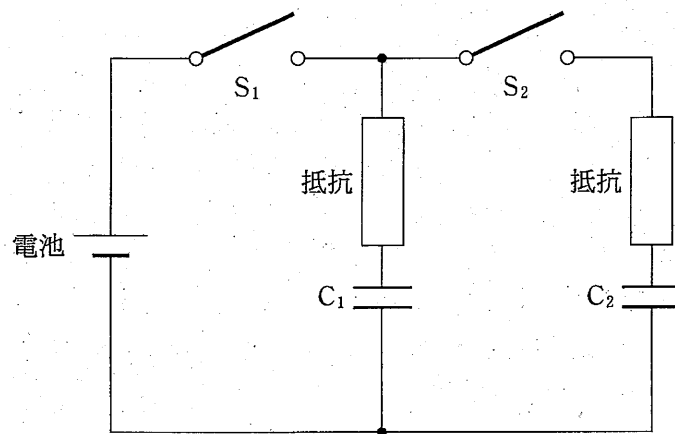
第4問 図のように、内部抵抗の無視できる電圧 V [V] の電池、スイッチ S_1 , S_2 , 2つの平行板コンデンサー C_1 , C_2 , および抵抗からなる回路がある。コンデンサー C_1 の電気容量は C [F], コンデンサー C_1 の極板面積は C_2 の2倍、極板間は真空で、極板間隔はどちらも同じであり、はじめは C_1 と C_2 のどちらも充電されていなかった。電気容量に対するコンデンサーの端の効果は無視できるものとする。問1から問4までの文中 ① から ⑫ に当てはまる適切な式を、 V , C の中から必要なものを用いて表せ。また、⑬ においては正しい方を○で囲め。

問1 スイッチ S_2 を開いたまま、スイッチ S_1 を閉じ、回路が安定するまで待った。このとき、コンデンサー C_1 に蓄えられた静電エネルギーは ① [J] であり、この過程で電池が供給したエネルギーは ② [J] なので、抵抗で消費されたエネルギーは ③ [J] である。

問2 問1の操作の後、スイッチ S_1 を開き、さらにスイッチ S_2 を閉じ、回路が安定するまで待った。このとき、コンデンサー C_1 の極板間の電位差は ④ [V], コンデンサー C_1 , C_2 に蓄えられた静電エネルギーの合計は ⑤ [J] である。

問3 問2の操作の後、コンデンサー C_2 の極板間隔をゆっくりと2倍に広げた。このとき、コンデンサー C_1 の極板間の電位差は ⑥ [V] である。また、コンデンサー C_1 , C_2 に蓄えられた静電エネルギーの合計は ⑦ [J] であり、問2の状態に比べ ⑧ [J] だけ増加した。

問 4 問 3 の操作の後、コンデンサー C_2 の極板間を満たすように比誘電率が 2 の誘電体を手でゆっくりと挿入した。このとき、コンデンサー C_1 の極板間の電位差は ⑨ [V]、コンデンサー C_1 に蓄えられた電気量は ⑩ [C] である。また、コンデンサー C_1 、 C_2 に蓄えられた静電エネルギーの合計は ⑪ [J] であり、問 3 の状態に比べ ⑫ [J] だけ減少した。また、挿入中に誘電体が手に及ぼす力の向きは、⑬ 極板間に引き込む／極板から押し戻す 方向である。



図

第5問 図1のように無限に長い直線導線があり、一定の電流 I [A] が流れている。導線上に y 軸をとり、これに直交する x 軸をとる。電流 I は y 軸の正の方向に流れている。このとき1巻きの長方形コイル PQRS を xy 平面上に置いたとする。辺 PQ の長さは a [m]、辺 QR の長さは b [m] である。コイルに外力を加えることにより、 x 軸の正の方向に一定の速さ v [m/s] でコイルを動かした。運動中、コイルは常に xy 平面上にあり、辺 PQ は y 軸に対して平行で $x > 0$ の位置にある。また、コイルは変形せず、この実験は真空中で行われたとする。さらにコイル自身が作る磁場は無視できるとし、重力は考えなくてよい。このとき以下の問いに答えよ。ただし、真空の透磁率を μ_0 [N/A²] とする。また、電流 I がつくる磁束密度の大きさが、直線導線から距離 r [m] の位置で $\frac{\mu_0 I}{2\pi r}$ [T] であることを用いてもよい。なお、計算過程も記入せよ。

問1 コイルに生じる誘導起電力を求めるため、コイルを貫く磁束の単位時間当たりの変化について考える。辺 PQ が $x = x_0$ [m] にあるときを考える。

- (1) 図2は、辺 PQ が $x = x_0$ にあるときのコイルの位置(実線)と、それからわずかな時間 Δt [s] 後のコイルの位置(破線)を表している。辺 PQ が Δt の間に通過する領域1を貫く磁束と、辺 RS が Δt の間に通過する領域2を貫く磁束の差から、 Δt の間でのコイルを貫く磁束の変化の大きさ $\Delta\Phi$ [Wb] を求めよ。ただし、 Δt はじゅうぶん小さいので、領域1中の磁束密度と領域2中の磁束密度は、それぞれ一様であると考えてよい。
- (2) コイルを貫く磁束の単位時間当たりの変化の大きさ A [Wb/s] を求めよ。
- (3) コイルに生じる誘導起電力の大きさは、コイルを貫く磁束の単位時間当たりの変化の大きさと等しい。この法則は何と呼ばれるか。

問 2 コイル 1 周の抵抗値を $R[\Omega]$ とする。問 1 と同様に、辺 PQ が $x = x_0$ [m] にあるときを考える。

- (1) コイルに流れる電流の大きさ i [A] を求めよ。
- (2) 辺 PQ を流れる電流の向きは、 $P \rightarrow Q$ 、 $Q \rightarrow P$ のいずれになるか答えよ。
- (3) コイル 1 周で発生する単位時間当たりのジュール熱 W [W] を求めよ。
- (4) コイルを x 軸の正の方向に一定の速さ v [m/s] で動かすために、コイルに加えている x 方向の力の大きさ F [N] を求めよ。

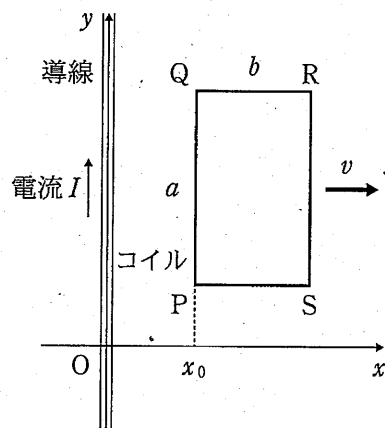


図 1

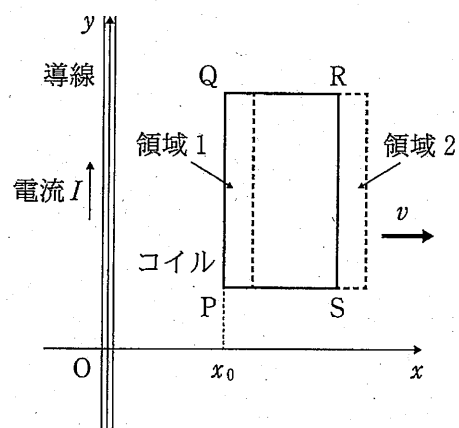


図 2