

前期

理系

平成 30 年度入学試験学力検査問題

理 科 ・ 地 理 歴 史 ・ 数 学 ※数学は、数理科学科志望者のみ

〔理学部，都市環境学部：地理環境学科—150 分
都市環境学部(都市政策科学科 文系区分を除く)，
システムデザイン学部(インダストリアルアート学科を除く) 75 分〕

答案用紙

- ・物 理 3 枚 ・化 学 3 枚 ・生 物 3 枚
- ・地 学 2 枚 ・地 理 3 枚 ・数 学 3 枚

注 意

1. 監督員の合図があるまで，問題の内容を見てはいけません。
2. 数学は，筆記用具のほか定規，コンパスの使用を認めます。
ただし，分度器の使用は認めません。
3. 受験番号及び氏名は，答案用紙の所定欄に必ず記入してください。

(例) 受験番号 1234567X の場合 →

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1 | 2 | 3 |
| 4 | 5 | 6 | 7 | X | |

4. 解答には黒鉛筆またはシャープペンシルを使用し，必ず配付された答案用紙に記入してください。なお，地学は裏面にも解答欄があるので注意してください。
答案用紙には，解答に関係のないことを記入してはいけません。
5. 字数指定の設問で解答欄にマス目が用意されている場合，アルファベット及び数字は，1 マスに 2 字記入しても構いません。
6. 問題は次に示したページにあります。
 - ・物 理 1 ページ～ 8 ページ ・化 学 9 ページ～17 ページ
 - ・生 物 18 ページ～34 ページ ・地 学 35 ページ～40 ページ
 - ・地 理 41 ページ～49 ページ ・数 学 50 ページ～51 ページ
7. 試験中に不鮮明な印刷等に気付いた時は，手をあげて監督員に申し出てください。
8. 答案用紙を切り取ったり，持ち帰ったりしてはいけません。
9. 問題冊子の余白は利用可能ですが，どのページも切り離してはいけません。
10. 問題冊子は，持ち帰ってください。また，試験終了時刻まで退室できません。

物 理

解答欄には最終的な答えのみを記すこと。円周率は π とする。

- 1 図1のように、水平面となす角度が θ ($0 < \theta < \frac{\pi}{2}$)の充分長い斜面上に、薄い板を置く。斜面の最大傾斜角方向の板の長さは L である。また、板の上端に小物体を置く。小物体の質量は m 、板の質量は $2m$ とする。板と斜面との静止摩擦係数を $\mu (> 0)$ 、動摩擦係数を $\mu' (> 0)$ とし、重力加速度の大きさを g とする。以下の問いに答えなさい。

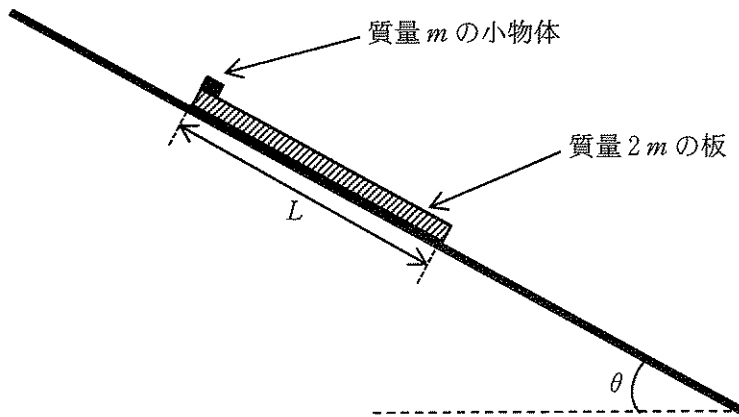


図1

問1 はじめ、小物体は板の上端に固定されている。

- (1) 板が斜面から受ける垂直抗力の大きさを求めなさい。
- (2) 斜面上に静かに置かれた板は、 θ がある角度 θ_0 よりも大きいときのみ斜面をすべり落ちる。 $\tan \theta_0$ を求めなさい。

問 2 つぎに、小物体と板との固定をはずし、時刻 0 で板と小物体を静かにはなしたところ、小物体は板の上をすべり落ちていった。小物体には摩擦力ははたらかないものとする。

- (1) 板が斜面に対して静止している場合を考える。小物体が板の下端に達したときの小物体の速さを求めなさい。
- (2) 板が斜面の上をすべり落ちる場合を考える。時刻 0 で小物体と板が初速度 0 ですべり出した。時刻 $t (> 0)$ における板の速さと小物体の速さを求めなさい。ただし、時刻 t において小物体は板の上にあるものとする。
- (3) 問 2 (2) において、小物体が板の下端に達する時刻を求めなさい。
- (4) 問 2 (2) において、小物体が板の下端に達するまでに板にはたらく動摩擦力がした仕事の大きさを求めなさい。

- 2 図2のように、一辺の長さが a の正方形をした一巻きコイル CDEF が xy 平面上にある。 xy 平面全体に、 z 軸の正の向きに磁場をかける。コイルの抵抗値を R とし、コイルの自己誘導による影響は小さいとして無視をする。以下の問いに答えなさい。

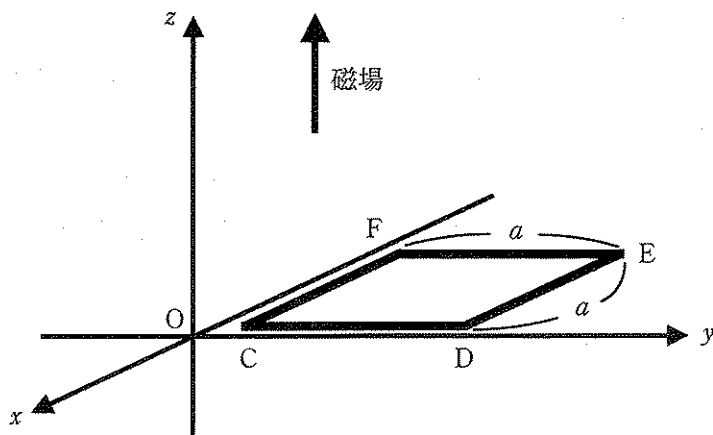


図 2

問 1 コイルを xy 平面上に固定する。磁場は一様であるが、強さが時間変化をする場合を考える。図 3 に示すように、磁束密度の大きさは、時刻 0 から $2T$ までの間は 0 から一定の割合で B_1 まで増加し、時刻 $2T$ から $3T$ までの間は B_1 で一定であり、時刻 $3T$ から $4T$ までの間は B_1 から一定の割合で 0 まで減少する。

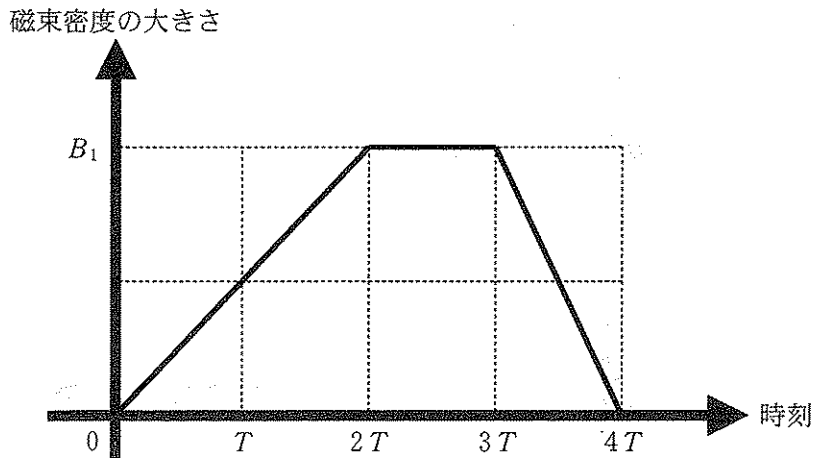


図 3

- (1) 時刻 T にコイルに生じる誘導起電力の大きさを求めなさい。
- (2) 時刻 0 から $4T$ までの間で、コイルに流れる誘導電流の大きさの最大値 I_0 を求めなさい。
- (3) コイルに流れる誘導電流の時間変化を答案用紙のグラフに図示しなさい。電流の向きは $C \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow F$ を正とする。
- (4) 時刻 0 から $4T$ までにコイル全体で発生するジュール熱を I_0 を含む式で表しなさい。

問 2 コイルは xy 平面上を y 軸の正の向きになめらかに平行移動し、辺 CD はつねに y 軸上にあるものとする。磁場は時間変化せず、 x 軸方向に一様であるが、 y 軸方向には一定の割合で変化する場合を考える。磁束密度の大きさは、図 4 に示すように、 x 軸上で B_2 であり、 x 軸から y 軸の正の向きに離れると一定の割合で減少し、 $y = L (> a)$ でゼロになる。

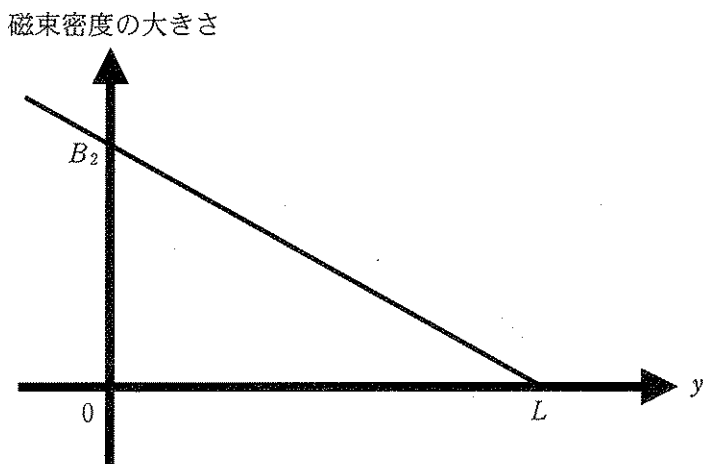


図 4

まず、外力によってコイルを一定の速さ v_0 で y 軸の正の向きに動かす。点 C が原点を通るとき、コイルに生じる誘導起電力と外力の大きさを、コイル内の電子にはたらくローレンツ力から求める。電子の電荷を $-e (e > 0)$ とする。

(1) 電子はコイル内でコイルとともに y 軸の正の向きに動くと考え、辺 FC の導線内にある電子 1 個にはたらくローレンツ力の大きさと向きを答えなさい。向きは以下の(ア)~(カ)の中から 1 つ選び記号で答えなさい。

- | | |
|----------------|----------------|
| (ア) x 軸の正の向き | (イ) x 軸の負の向き |
| (ウ) y 軸の正の向き | (エ) y 軸の負の向き |
| (オ) z 軸の正の向き | (カ) z 軸の負の向き |

- (2) ローレンツ力により電子はコイル内を移動し、電荷のかたよりにより電場が発生し電子が静電気力を受ける。この静電気力とローレンツ力がつり合うことから、辺 FC の両端に生じる起電力の大きさを求めなさい。
- (3) コイルに生じる誘導起電力の大きさを求めなさい。
- (4) コイルに生じる誘導起電力の大きさを V とする。コイルを一定の速さ v_0 で動かすための外力の大きさを求めなさい。

つぎに、コイルを点 C が原点になる位置から y 軸の正の向きに初速度を与えて押し出す。

- (5) コイルは y 軸の正の向きに運動を始めた。コイルには磁場による力以外はたらないとして、点 D の y 座標が L より小さいときのコイルの運動として最も適切なものを、以下の(ア)~(カ)の中から 1 つ選び記号で答えなさい。
- (ア) 等加速度で速さを増しながら y 軸の正の向きに進む。
- (イ) 等加速度で速さを減しながら y 軸の正の向きに進む。
- (ウ) 一定でない加速度で速さを増しながら y 軸の正の向きに進む。
- (エ) 一定でない加速度で速さを減しながら y 軸の正の向きに進む。
- (オ) 等速度で y 軸の正の向きに進む。
- (カ) 原点を中心に y 軸上を単振動をする。

- 3 図5のような右端が密閉された断面積 S の管の左側に、なめらかに動くことができるピストンが設置されており、管の中には左右になめらかに動くことができる熱を通さない薄い仕切りがある。仕切りの左右のそれぞれの領域には 1.0 mol の単原子分子理想気体が入っており、左側を気体 1、右側を気体 2 とよぶことにする。また、気体 1、気体 2 は外部と熱の吸収、放出をすることができ、独立に温度を制御することができる。最初、気体 1、気体 2 の絶対温度はともに T_0 とし、以下の過程 A、B、C を順に行う。気体定数を R として、以下の問いに答えなさい。

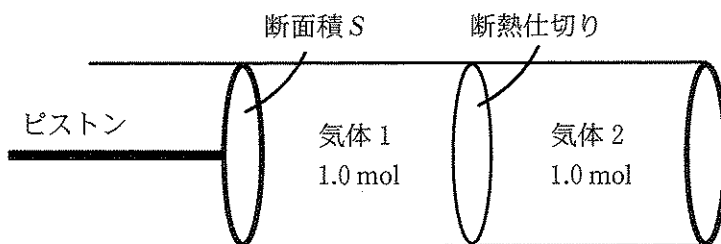


図 5

過程 A : 圧力が変化しないようにピストンの位置を調整しながら、気体 1 と気体 2 の温度をゆっくりと T_0 から $T_1 (> T_0)$ にした。

- (1) 過程 A の前後における気体 1 と気体 2 の内部エネルギーの変化量の総和、この過程において気体 1 と気体 2 のした仕事の総和、および気体 1 と気体 2 が外部から吸収した熱量の総和を T_0 、 T_1 、 S 、 R から必要なものを用いて表しなさい。

過程 B : 過程 A 終了後の気体 1、気体 2 の体積はともに V_0 であった。つぎに、ピストンをその位置に固定し、気体 1 の温度を T_1 に保ったまま、気体 2 の温度をゆっくりと $T_2 (> T_1)$ にしたところ、気体 1 の体積が $l_1 S$ 、気体 2 の体積が $l_2 S$ になった。

- (2) $\frac{l_2}{l_1}$ を T_1 、 T_2 、 S 、 R から必要なものを用いて表しなさい。

- (3) 過程 B では、気体 1 の圧力と体積は理想気体の等温曲線に沿って体積が V_0 から l_1S まで変化する。このとき、気体 2 の圧力と体積の関係を最も適切に表しているグラフを図 6 の(ア)~(エ)の中から 1 つ選び記号で答えなさい。ここで、図 6 の 2 つの曲線は温度がそれぞれ T_1 と T_2 の理想気体 1.0 mol の圧力と体積の関係を表し、矢印のついた太線は過程 B での気体 2 の変化を表す。

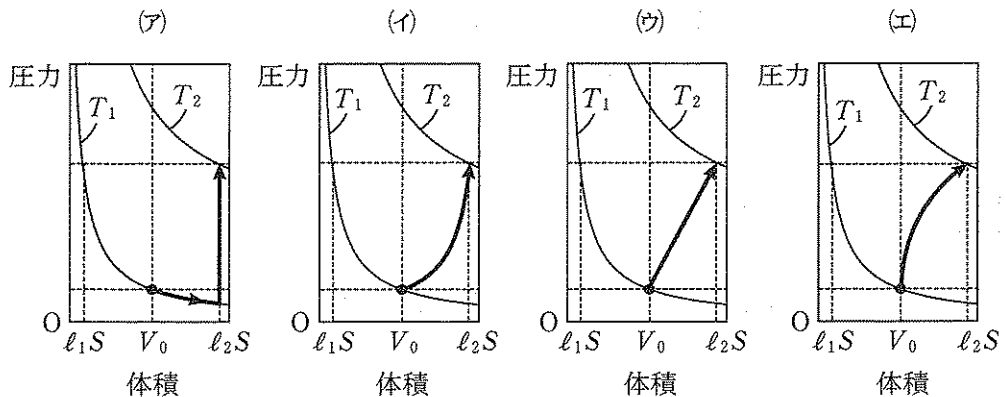


図 6

過程 C : つぎに、気体 1 の温度を $T_1 = 3.0 \times 10^2 \text{ K}$ 、気体 2 の温度を $T_2 = 5.0 \times 10^2 \text{ K}$ に保ったまま、ピストンをゆっくりと、0.30 m だけ右に動かした。

- (4) 仕切りが動いた距離を求めなさい。
- (5) つぎの(ア)~(カ)の中から、過程 C についての記述として適切なものを 2 つ選び記号で答えなさい。
- (ア) 気体 1 と気体 2 の内部エネルギーはともに増加した。
 - (イ) 気体 1 から外部に移動した熱はない。
 - (ウ) ピストンが気体にした全仕事は気体 1 と気体 2 が外部に放出した熱量の総和に等しい。
 - (エ) 気体 1 と外部の間でだけ熱の移動がある。
 - (オ) 気体 1 と気体 2 の圧力はともに増加した。
 - (カ) 気体 1 の圧力は増加し、気体 2 の圧力は変わらなかった。