

平成31年度入学者選抜学力検査問題

(前期日程)

**物 理**

( 生産システム科学部  
生産システム科学科 )

(注意)

- 1 問題紙は指示があるまで開いてはいけません。
- 2 問題紙は本文8ページです。答案用紙は4枚あります。
- 3 答えはすべて答案用紙の指定のところに記入下さい。
- 4 問題紙と下書き用紙は持ち帰って下さい。

## 問題 I

図1のような、重力加速度  $g$  [m/s<sup>2</sup>]のもとで水平方向と角度 $\theta$  [rad]をなす傾斜斜面を考える。この斜面上で質量が $M$  [kg]の直方体 a と質量が  $m$  [kg] の直方体 b が、斜面和に平行に張られた軽い糸で結ばれて置かれている。a と b の斜面和との静止摩擦係数は $\mu_a$ と $\mu_b$ であり、いっぽう動摩擦係数はそれぞれの静止摩擦係数の0.5倍であり、 $\mu_a > \mu_b$ とする。

いま、斜面和の傾斜をゆっくり大きくしていくと、ある角度で2つの物体は斜面和下方に向かつて同時に滑り出した。

- 問1 滑り出す前の角度 $\theta$ で、斜面和からaが受けている斜面和に垂直な抗力の大きさを求めなさい。
- 問2 滑り出す直前の角度 $\theta$ での糸の張力を求めなさい。
- 問3 滑り出した後の糸の張力を  $T$  [N]とするとき、bの斜面和下方への加速度  $a$  を  $m, T, g, \theta, \mu_b$ を用いて求めなさい。
- 問4 滑り出した後の糸の張力  $T$  を  $M, m, g, \theta, \mu_a, \mu_b$ を用いて求めなさい。
- 問5 この2個の直方体が滑り出してからの、位置エネルギーの減少量に対する運動エネルギーの増加量の割合を求めなさい。

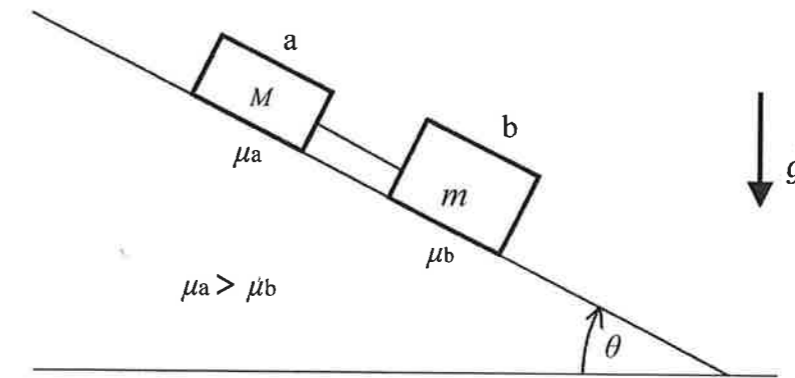


図1

## 問題 II

図2に示すような、2枚の導体平板からなる平行板コンデンサーを含む回路を作製した。平板の面積は  $S$  [m<sup>2</sup>]であり、極板間の距離を最初は  $d$  [m]とした。極板の寸法に比べて極板間の距離は十分に小さく、極板間の電界分布は一様とする。

- 問1  $SW_2$ を開き、 $SW_1$ を閉じて十分に時間が過ぎた時点では、極板に蓄えられた電荷は  $Q_1$  [C]であったという。この平行板コンデンサーの静電容量  $C_1$  [F]を電池の電圧  $V_1$  [V]と  $Q_1$ を用いて求めなさい。
- 問2 この空間の誘電率  $\epsilon$  [F/m]を、 $S$ 、 $d$ 、 $C_1$ を用いて求めなさい。
- 問3  $Q_1$ の電荷が蓄えられた状態で  $SW_1$ を開いた。次に極板を移動して、極板間の距離を  $0.5d$ とした。このときの極板間の電圧  $V_2$  を  $V_1$ を用いて表しなさい。また、このときの静電容量  $C_2$  を  $\epsilon$ 、 $S$ 、 $d$ を用いて求めなさい。
- 問4 再び  $SW_1$ を閉じると、極板に蓄えられている電荷量に変化した。十分に時間が過ぎたあとに蓄えられている電荷  $Q_2$  を  $Q_1$ を用いて求めなさい。
- 問5 問4の電荷量変化に伴う平行板コンデンサーで蓄えられているエネルギーの変化に関して、何倍に変化したかを理由を含め60文字以内で記述しなさい。
- 問6 その後、 $SW_1$ を開き、次に  $SW_2$ を閉じて静電容量  $C_A$  のコンデンサーAと接続した。 $SW_2$ を閉じる前はコンデンサーAに電荷は蓄えられていなかったが、接続後電荷の一部がコンデンサーAに移動した。電荷の移動後に平行板コンデンサーに残っている電荷  $Q_3$  を  $C_A$ 、 $Q_2$ 、 $C_2$ を用いて求めなさい。
- 問7 問6の電荷移動に伴って抵抗  $R$  [ $\Omega$ ]で消費されたエネルギー  $W$  [J]を  $V_1$ 、 $C_2$ 、 $C_A$ 、 $Q_2$ を用いて求めなさい。

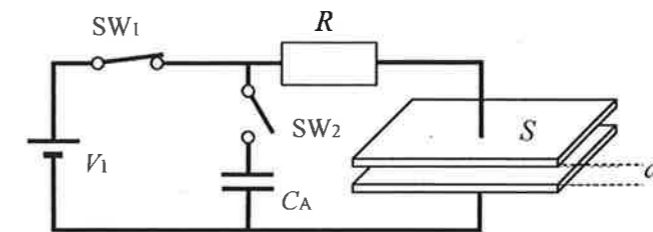


図2

### 問題III

図3-1は時刻0sのときの媒質の変位  $y$  [cm] を座標  $x$  [cm] に対して示している。波の先端は位置Wにある。また図3-2は、ある位置での媒質の変位  $y$  を時刻  $t$  [s] に対して示している。

- 問1 この波の波長  $\lambda$  [cm]、周期  $T$  [s]、振動数  $f$  [Hz]、速さ  $v$  [cm/s] を求めなさい。
- 問2  $x=10$  cmの位置で  $t=2.5$  sのときの変位  $y_1$  [cm] を求めなさい。また  $t=10.0$  sのときの  $x=125$  cmの位置での変位  $y_2$  [cm] を求めなさい。
- 問3 図3-1において、媒質の速度が0となる位置、および負の方向に最大となっている位置をすべて答えなさい。答えは O, P, Q 等の記号を用いること。
- 問4 図3-2のようになる位置は図3-1のどの位置か、すべて答えなさい。答えは O, P, Q 等の記号を用いること。

次に、図3-1において位置Yのところに波の進行方向に対して垂直に壁を置いた。ただし、壁によって波は固定端反射されるものとする。

- 問5 波の周期は  $T$  である。 $t=T$  の時の反射波を破線で、合成波を実線で作図しなさい。
- 問6 十分時間がたったとき、振幅が最大となる位置をすべて答えなさい。答えは O, P, Q 等の記号を用いること。また、最大振幅 [cm] を求めなさい。

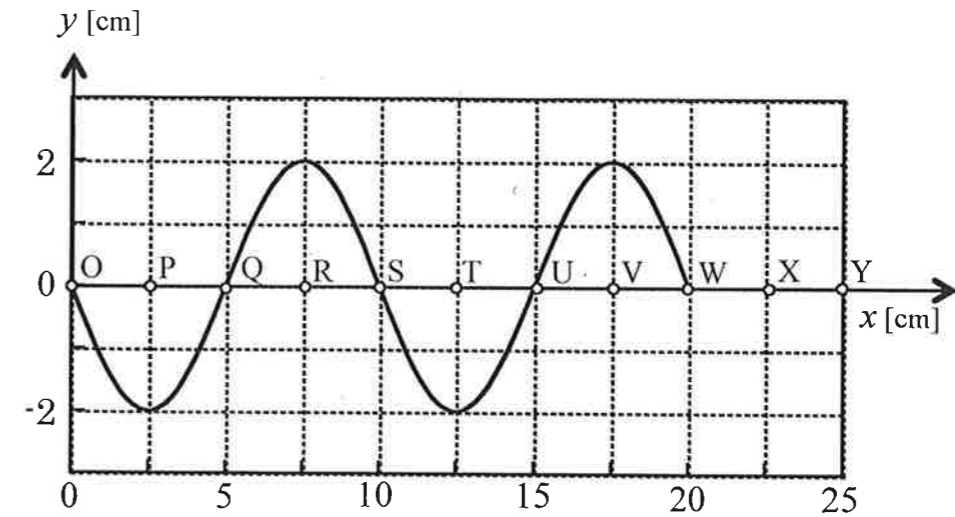


図3-1

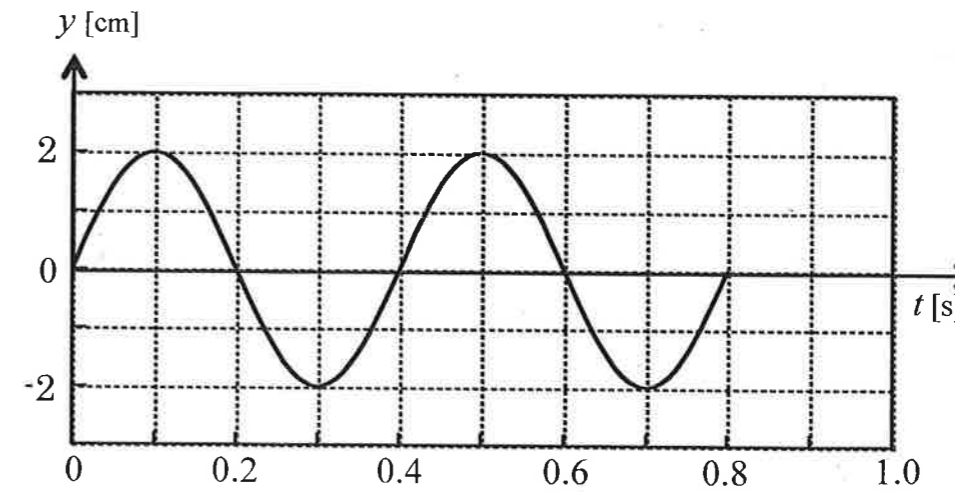


図3-2

## 問題IV

図4-1のようになめらかに動くピストンがついたシリンダーがある。ピストンで閉じ込められた理想気体の内容積は  $V$  [m<sup>3</sup>]、圧力は  $P_A$  [Pa] である。また、温度  $T_A$  [K] は外気と熱平衡状態を保っている。これを状態Aとする。状態Aから出発して外気と熱平衡を保ちながらゆっくりとピストンを押し、内容積が  $V/2$  になるようにした。これを状態B (図4-2) とする。シリンダーにはコックがつけられ内容積  $V/2$  の断熱されたタンク (内部は真空) が接続されている。状態Bでピストンを固定してコックを開け (図4-3) シリンダー内の圧力が速やかに一定となった後すぐにコックを閉じる。閉じた直後を状態C (図4-4) とする。ピストンを押す力を状態Cの時と同じ値に保ったまま内部の気体を加熱するとピストンが移動する。内容積が  $V$  になるときに加熱を止めた。これを状態D (図4-5) とする。以下の問いにおいて、問2以外は  $P_A$ ,  $T_A$ ,  $V$  を用いて答えなさい。

問1 状態Bの温度  $T_B$  [K]、圧力  $P_B$  [Pa] を求めなさい。

問2 状態Bと状態Cでは内部の気体の温度は同じだった。真空に対する仕事に注目して、その理由を60文字以内で説明しなさい。

問3 状態Cの圧力  $P_C$  [Pa] を求めなさい。

問4 状態Dの温度  $T_D$  [K] を求めなさい。

問5 状態Cから状態Dへの過程で、ピストン内部の気体が外部にした仕事  $W$  [J] を求めなさい。

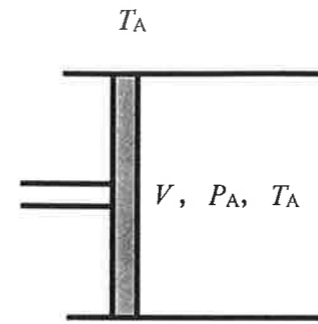


図4-1 状態 A

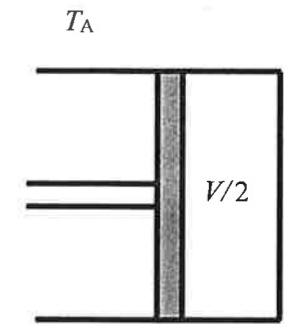


図4-2 状態 B

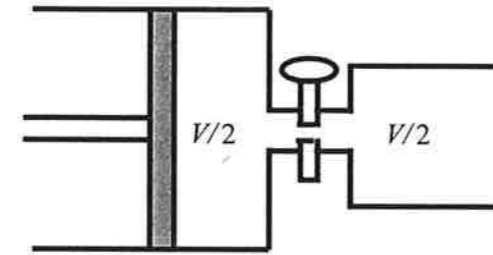


図4-3 状態 B → 状態 C

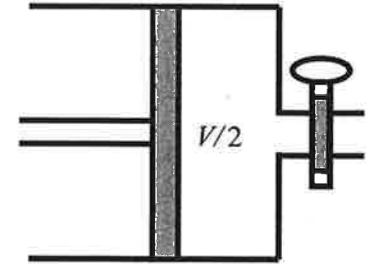


図4-4 状態 C

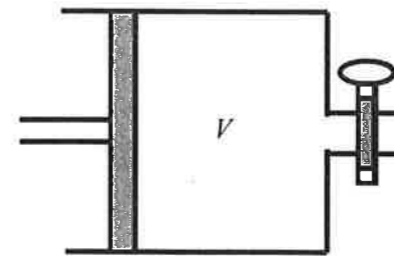


図4-5 状態 D