

平成31年度入学者選抜学力検査問題

(中期日程)

**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しなさい。
- 4 問題紙と下書き用紙は持ち帰って下さい。

### 問題 I

図1のように  $x, y$  軸をとりその原点  $O$  から糸をだし、糸の先端に長さ  $2L$  [m]、質量  $M$  [kg] の一様な棒  $AB$  の一端  $A$  を結びつけた。また棒  $AB$  の中点  $C$  に長さ  $2L$ 、質量  $m$  [kg] の一様な棒  $CD$  を取り付け、棒  $AB$  と棒  $CD$  のなす角度が直角になるように固定した。これを重力加速度  $g$  [m/s<sup>2</sup>] のもとで原点  $O$  からつるして安定した状態では、棒  $AB$  の鉛直下方となす角度が  $\theta$  [rad] だった。以下の問に答えなさい。

- 問1 棒  $AB$  の重心の  $x$  座標を求めなさい。
- 問2 棒  $AB$  と棒  $CD$  を合わせた物体の重心の  $x$  座標を  $M, m, L, \theta$  を使って表しなさい。
- 問3  $\tan \theta$  を求めなさい。
- 問4 いま棒  $AB$  の  $B$  端を  $x$  方向に力  $F$  [N] で引っばった。糸  $OA$  が鉛直下方となす角度を  $\alpha$  とするとき、 $\tan \alpha$  を求めなさい。
- 問5 力  $F$  を大きくしていくと棒  $AB$  が鉛直下方となす角度  $\theta$  が  $\pi/3$  [rad] になった。このときの力  $F$  を  $A$  のまわりのモーメントを利用して求めなさい。

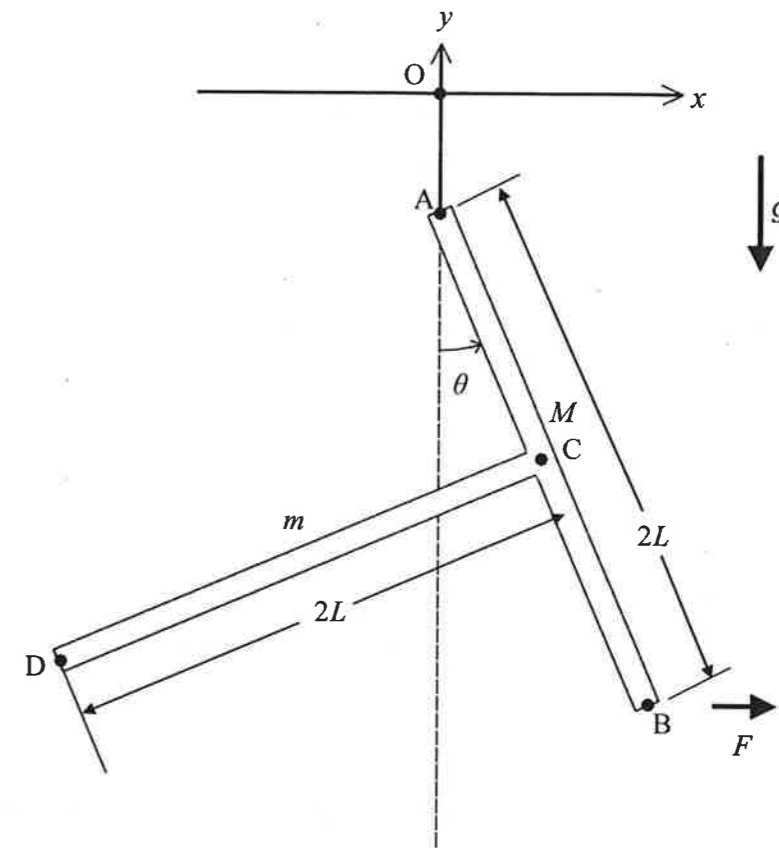


図 1

## 問題 II

細い導線を図 2-1 に示すように、縦と横が  $y$  軸と  $x$  軸に平行で  $a$  [m]、 $b$  [m] の長さを持つ直角三角形形状のループにして、 $x = 0$  の位置にその頂点を配置した。 $x < 0$  の領域にのみ紙面の裏から表の方向 ( $z$  方向) に向かう均一な磁場がある。

問 1 磁束密度  $B$  [T] に関して、その時間当たりの増加量  $\Delta B/\Delta t$  [T/s] が一定になるように磁場強度を変化させた。このとき導線の両端に発生する起電力  $E_1$  [V] の大きさを求めなさい。

問 2  $x < 0$  の領域における磁束密度が  $B_1$  [T] で一定のとき、ループを  $x$  軸の正方向に一定速度  $v$  [m/s] で動かした。このとき導線の両端に発生する起電力  $E_2$  [V] の大きさを、時間当たりで変化する磁束を考え、動かしてから時間  $t$  [s] の関数として求めなさい。

問 3 ループを元の位置 (図 2-1) に戻し、 $x$  軸を回転軸として一定の角速度 (周期  $0.1$  s) でループを回転させ、導線の両端に発生する起電力  $V$  [V] の変化を観測した。観測結果として正しいものを図 2-2 の (a) から (d) の中から選びなさい。

問 4 回転速度を問 3 の 2 倍にした場合の起電力  $V$  [V] を時間の関数として求め、答案に作図しなさい。

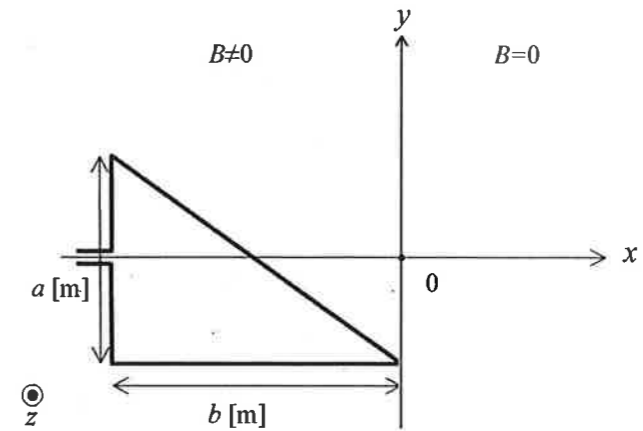


図 2-1

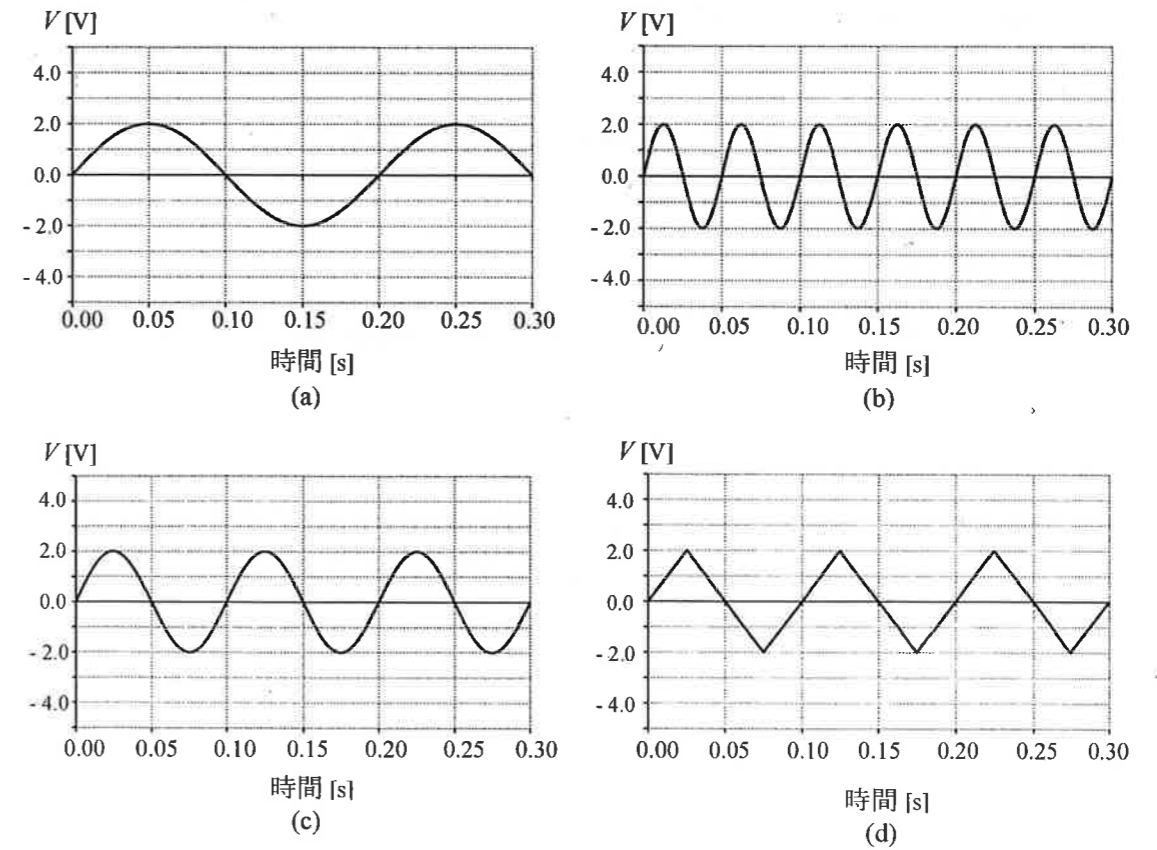


図 2-2

### 問題III

厚さ  $D$  [m] の薄いガラス平板  $N$  があり、その中央部は図 3-1 のように幅  $w$  [m] で深さ  $t$  [m] の浅い溝になっている。この溝の外側の面を  $A$  面とし、溝の内側の面を  $B$  面とする。図 3-2 のように、ガラス平板  $N$  上にガラス平板  $M$  をわずかに傾けた状態でのせた。波長  $\lambda$  [m] の単色光を真上からあてて上から見ると、ガラス平板  $M$  の下面からの反射光と、ガラス平板  $N$  の上面からの反射光が干渉し、図 3-3 のような明暗の縞（暗部のピークを細線で示す）が観察された。ガラス平板  $M$  の端  $O$  からガラス平板  $N$  の端  $P$  までの距離を  $\ell$  [m] とする。

問 1  $M$  の下面からの反射光と  $A$  面からの反射光との干渉によって光が弱め合う条件を、 $d$  と  $\lambda$  と整数  $m$  で表しなさい。ただし、ガラス平板  $N$  の端  $P$  から距離  $x$  [m] の位置  $Q$  での空気層の厚さを  $d$  [m] とする。

問 2  $A$  面からの反射光との干渉によって暗線が生じる  $P$  からの距離  $x_1$  [m] を  $\lambda$ ,  $D$ ,  $\ell$ ,  $m$  を用いて表わしなさい。

問 3  $B$  面からの反射光との干渉によって暗線が生じる  $P$  からの距離  $x_2$  [m] を  $\lambda$ ,  $D$ ,  $\ell$ ,  $t$ ,  $m$  を用いて表わしなさい。

問 4 暗線の間隔  $a$  [m] を  $\lambda$ ,  $D$ ,  $\ell$  を用いて表わしなさい。

問 5 暗線のずれ  $b$  [m] を  $D$ ,  $\ell$ ,  $t$  を用いて表わしなさい。

問 6 溝の深さ  $t$  [m] を  $a$ ,  $b$ ,  $\lambda$  を用いて表わしなさい。

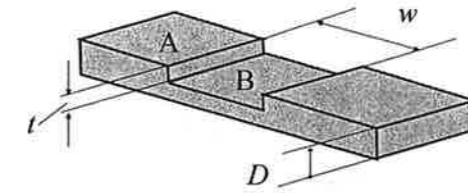


図 3-1 ガラス平板  $N$  の寸法

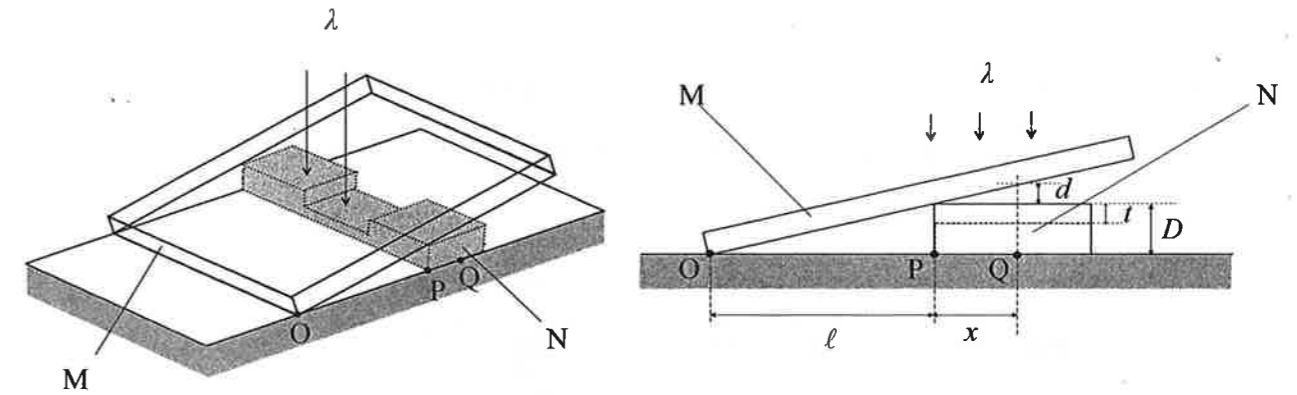


図 3-2

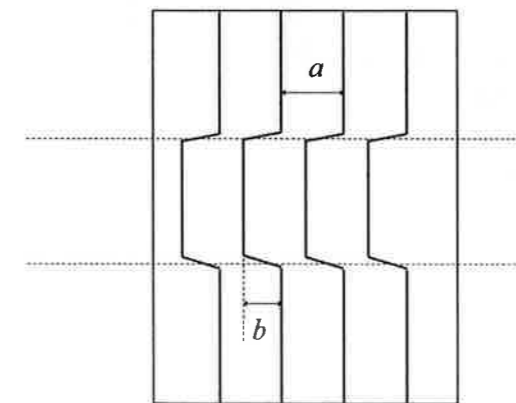


図 3-3

### 問題IV

単原子分子の理想気体が、シリンダー内にピストンで閉じ込められている。なお、断熱変化はポアソンの法則 ( $P$  [Pa]を圧力,  $V$  [ $\text{m}^3$ ]を体積とすると、 $PV^\gamma = \text{一定}$ ) に従うとし、単原子分子および二原子分子からなる理想気体の比熱比 $\gamma$ を、それぞれ  $5/3$ ,  $7/5$ とする。また以下の問においては、シリンダー内部の気密性は高く、ピストンの移動に際しての摩擦は無視でき、ピストンの質量も無視してよい。

問1 図4-1のようにシリンダー底部とピストンの距離が $H$ [m]であって、圧力、温度共に外部と平衡を保っている状態 (圧力 $P_0$  [Pa], 温度 $T_0$  [K]) を初期状態とする。この初期状態からピストンを右方向に $H/2$ だけすみやかに移動させる。移動後の圧力を求めなさい。なお「すみやかに移動」とは、外部との熱の授受を無視できるように移動させるという意味である。

問2 移動後しばらく時間を置き、シリンダー内部温度が外部温度と熱平衡状態になったときの圧力を求めなさい。

初期状態のシリンダーをシリンダーAとする。このA内部の気体と同量のモル数の二原子分子の理想気体を封入したシリンダーBを用意し、圧力、温度共に外部と平衡状態にする。図4-2の状態IのようにAとBを水平にしてピストンを介して連結する。

問3 シリンダーAを固定し、シリンダーBを右方向に $H$ だけすみやかに移動させる (図4-2の状態II)。この時のシリンダーAのピストンの移動量を $a$ とすると、 $H$ と $a$ の関係を求めなさい。

問4 しばらく時間を置いて外部温度と熱平衡状態になった時の、初期状態からのシリンダーAのピストンの移動量を求めなさい。

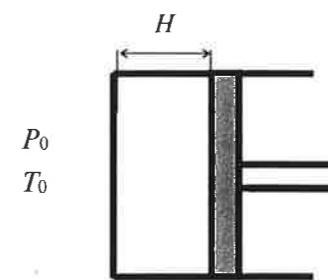


図4-1 初期状態 (外部と平衡な状態)

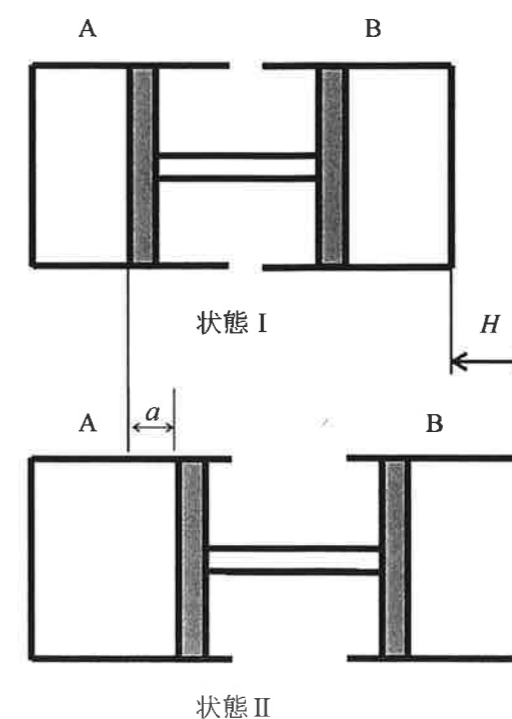


図4-2