

2022 年度 豊田工業大学  
学部 推薦選抜（公募型）筆記試験問題

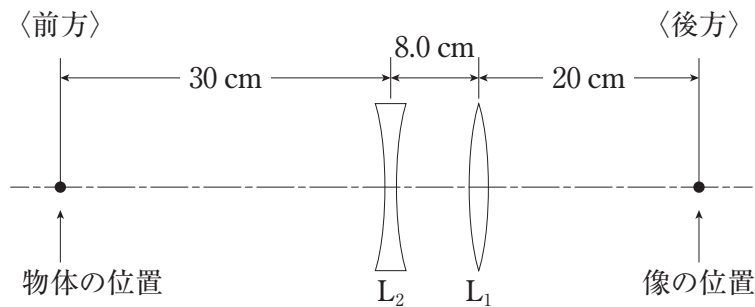
# 物 理

## （注 意 事 項）

- (1) 試験開始の合図があるまでこの問題冊子を開いてはいけません。
- (2) 試験開始後、受験番号と氏名を解答用紙の所定欄に記入してください。  
記入がない場合、0点になることがあります。
- (3) 解答はすべて解答用紙の所定欄に記入してください。
- (4) 試験時間は70分です。
- (5) 試験終了時刻まで退場することはできません。
- (6) 問題用紙は試験終了後に回収します。

【1】 波動に関する以下の各文章の空欄に適切な数式，数値を入れよ。

- (1) 音速を  $V$  とし，風の影響はないものとするとき，静止している大きな壁に向かって一定の速さ  $v$  ( $< V$ ) で走っている自動車から，前方に振動数  $f$  の音を出した．壁で反射してくる音波の波長は  であり，壁で反射してくる音をこの自動車に乗っている人が聞くと，振動数は  になる．
- (2) 図のように，焦点距離  $10\text{ cm}$  の凸レンズ  $L_1$  と焦点距離のわからない凹レンズ  $L_2$  を，レンズの中心が一致するように平行に距離  $8.0\text{ cm}$  離して置く．凹レンズの前方  $30\text{ cm}$  の位置に，垂直に物体を置いたところ，凸レンズの後方  $20\text{ cm}$  の位置に実像ができた．このことから，凹レンズ  $L_2$  の焦点距離は   $\text{cm}$  であり，像の大きさは物体の大きさの  倍になる．



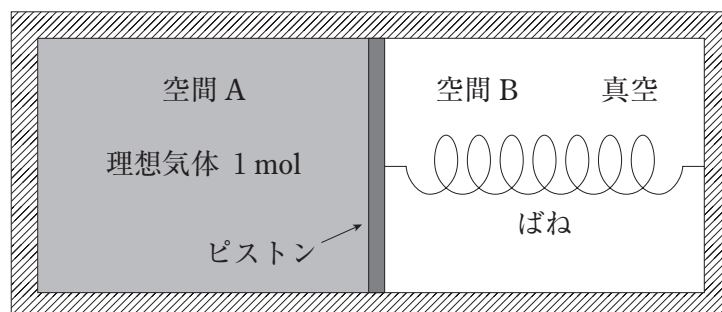
図

- (3) 平行平面ガラスの表面を透明な物質の薄膜で覆った．ガラスの屈折率が  $2.0$ ，薄膜の屈折率が  $1.5$ ，空気の屈折率が  $1.0$  のとき，上から垂直に波長  $\lambda = 6.0 \times 10^{-7}\text{ m}$  の光を入射させると，薄膜の表面で反射した光と，薄膜とガラスの境界面で反射した光が干渉する．このとき，干渉して弱め合う薄膜の厚さの最小値は   $\text{m}$  である．

【2】 図のように、なめらかに動く断面積  $S$  [m<sup>2</sup>] のピストンによって 2 つの空間 A, B に仕切られた容器がある。空間 B の右側壁とピストンは、ばね定数  $k$  [N/m] のばねによってつながれている。また、空間 A の左側壁面には体積が無視できるヒータが設置されており、空間 A 内の気体を加熱することができる。ばねが自然長になる位置は、空間 A の体積が 0、すなわち、ピストンが A の左側壁に接触したときであるとする。気体定数を  $R$  [J/(mol·K)] とし、容器およびピストンは断熱材でできており、気体以外の熱容量は全て無視できるものとして、以下の空欄に適切な数式を入れて文章を完成させよ。

空間 A には単原子分子理想気体が 1 mol 封入されており、その温度は  $T$  [K] であった。また、空間 B は真空で、ばねは自然長より  $L$  [m] 縮んでいた。ピストンに働く力のつり合いより、空間 A 内の気体の圧力を求めることができるので、理想気体の状態方程式より、 $T$  を  $k, L, R$  を用いて表すと  $T = \boxed{\text{ア}}$  [K] となる。したがって、空間 A 内の気体の内部エネルギー  $U$  は、 $k$  と  $L$  を用いて  $U = \boxed{\text{イ}}$  [J] と表すことができる。これより、空間 A 内の気体の内部エネルギーは、ばねに蓄えられた弾性エネルギーの  $\boxed{\text{ウ}}$  倍であることがわかる。

次に、空間 A 内の気体をゆっくり加熱して、熱量  $Q$  [J] を与えると、ピストンは移動し、温度が  $\Delta T$  [K] だけ上昇した。このとき、上述のウで求めた内部エネルギーと弾性エネルギーの関係から、弾性エネルギーは  $R, \Delta T$  を用いて  $\boxed{\text{エ}}$  [J] だけ増加することがわかる。したがって、 $Q$  は  $R, \Delta T$  を用いて  $\boxed{\text{オ}}$  [J] と表される。



図

【3】 図のように，面積が等しく厚さの無視できる薄い導体板 A, B, C を互いに平行になるように並べ，起電力  $V_0$  の電池  $E_1$ ,  $E_2$  およびスイッチ S を導線で接続する．導体板 A, C は固定されており，その間隔は  $2d$  である．また，導体板 B は導体板 A, C と平行を保って滑らかに動かすことができる．はじめ，導体板 AB 間，導体板 BC 間の間隔を共に  $d$  にしてスイッチ S を閉じる．スイッチ S を閉じると導体板 B は接地され，電位が 0 になる．このとき，導体板 AB 間，導体板 BC 間からなる平行平板コンデンサーの電気容量は共に  $C_0$  とし，各導体板の間隔は導体板の大きさに比べて十分小さいとする．以下の問いに答えよ．

(1) 導体板 B に蓄えられた電気量を求めよ．

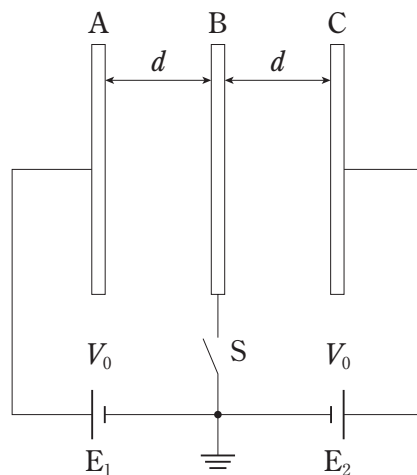
次に，スイッチ S を開いて，導体板 AB 間の間隔が  $\frac{3}{2}d$  になるまで B をゆっくりと動かした．

(2) 導体板 AB 間および導体板 BC 間からなる平行平板コンデンサーの電気容量をそれぞれ求めよ．

(3) 導体板 B の電位を求めよ．

(4) 導体板 B を動かす間に導体板 AB 間，および導体板 BC 間からなる平行平板コンデンサーに蓄えられているエネルギーの変化の和を求めよ．

(5) 導体板 B を動かす間に外から加えた仕事を求めよ．



図

【4】 図 1 のように，水平面に対する傾角  $\theta$  の十分長い斜面上の点  $O$  に，質量  $M$  の小物体  $A$  が静止している．点  $O$  から距離  $L$  だけ上方に質量  $m$  ( $< M$ ) の小物体  $B$  を置き，静かに離すと， $B$  は斜面を滑り落ちて  $A$  と完全弾性衝突をした．小物体  $B$  と斜面との間には摩擦はないが，小物体  $A$  と斜面との間には摩擦力が働き，その動摩擦係数は  $\mu$  ( $> \tan \theta$ ) である．また，衝突時間はきわめて短く，衝突の際の摩擦力による影響は無視でき，衝突後に小物体  $A$  は滑り始めるものとする．運動はすべて図の鉛直面内で起こり，重力加速度の大きさを  $g$  として，以下の問いに答えよ．

- (1) 衝突直前の小物体  $B$  の速さを求めよ．
- (2) 衝突直後の小物体  $A$  と小物体  $B$  の速さをそれぞれ求めよ．

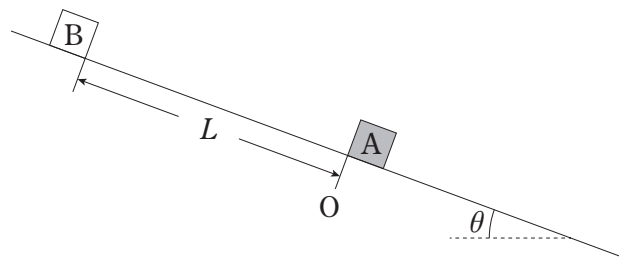


図 1

衝突後，図 2 のように，小物体  $A$  は衝突点  $O$  から距離  $X$  だけ斜面下方の点  $P$  で速さが  $0$  になる．一方，小物体  $B$  は衝突点  $O$  から距離  $x$  だけ斜面上方の最高点  $Q$  に達した後，再び斜面を滑り落ちる．ただし，小物体  $A$  の速さが  $0$  になる前に 2 回目の衝突は起こらないものとする．

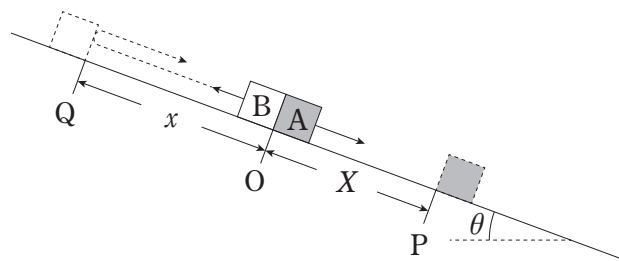


図 2

(次ページへ続く)

- (3)  $X, x$  をそれぞれ求めよ.
- (4) 小物体 A と 2 回目の衝突をする直前の小物体 B の速さが, (1)で求めた速さと等しくなるためには, 動摩擦係数  $\mu$  の値はいくらであればよいか,  $m, M, \theta$  を用いて表せ.
- (5) (4)のとき, 小物体 A が OP 間を運動する時間  $t$  を求め, A が P に到達した時点における小物体 B の点 O からの変位  $s$  を求めよ. ただし, 変位  $s$  は斜面に沿って下向きを正とせよ.
- (6) (4)のとき, 小物体 A と B が  $n$  ( $\geq 2$ ) 回衝突するまでの間に, A と B の系全体で失われる力学的エネルギーを求めよ.