

2022 年度 豊田工業大学
学部 推薦選抜（公募型）筆記試験問題

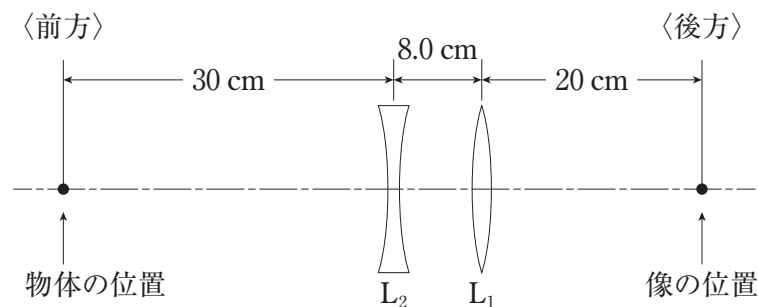
物 理

（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 ア 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 イ になる．
- (2) 図のように，焦点距離 10 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 cm 離して置く．凹レンズの前方 30 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 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 ウ cm であり，像の大きさは物体の大きさの エ 倍になる．



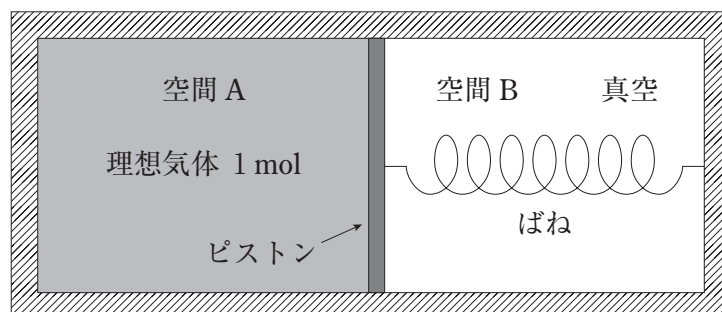
図

- (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 オ m である．

【2】 図のように、なめらかに動く断面積 S [m²] 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 は真空中で、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 ΔT [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。



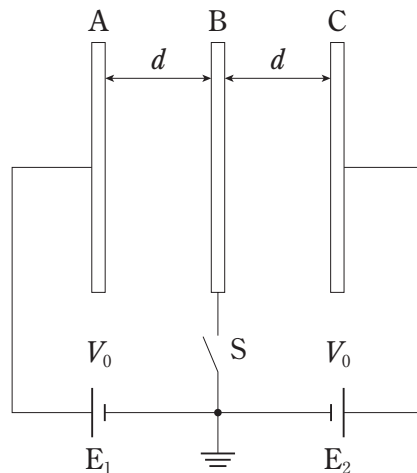
図

【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 θ 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 μ ($> \tan \theta$) 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．

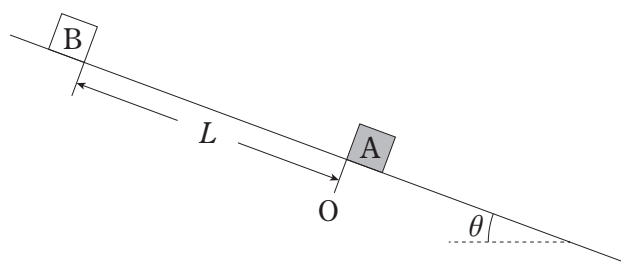


図 1

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．

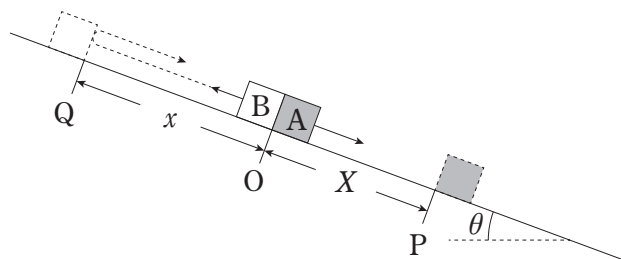


図 2

(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 μ の値はいくらであればよいか, m, M, θ 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 (≥ 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.