

物理基礎 (その1)

第1問 以下の問い(問1～3)に答えよ。数値は有効数字2桁で、必要な場合には単位をつけて答えること。

問1 図1のように質量の無視できるばねがついた質量 1.0 kg のおもりをばねを下に向けて床に押しつけ、ばねを自然長から 0.080 m 縮めて手をはなすと、空気抵抗を受けながら上昇し、手をはなした位置から 1.2 m 上がって落ちてきた。重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 、ばね定数を 4000 N/m とし、空気抵抗がおもりにした仕事を求めよ。

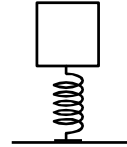


図1

問2 効率 40% の熱機関が外へ仕事をして低温の物体に放出した熱量が 100 J であるとき、熱機関が外へした仕事を求めよ。

問3 電圧の実効値が 240 V の交流電源に $10\text{ k}\Omega$ の抵抗をつないだとき、抵抗で消費される電力を求めよ。

物理基礎 (その2)

第2問 あらい床の上に形と質量が同じ3つの物体が重ねて置かれている。上から物体1, 物体2, 物体3とし, 物体の質量を m とする。物体1と2, 物体2と3, 物体3と床のいずれの接触面に対しても動摩擦係数は等しく, これを μ' とする。静止摩擦係数についても同様であり, これを μ とする。最初, 物体1 ~ 3は右端が一致した位置で積み重なって静止していたとする。水平右向きを正として x 軸をとり, 物体の右端の最初の位置を原点とする。紙面左右方向の物体の長さを L とし, 物体とその下の物体の位置の差が L を越えた直後に落下すると考える。重力加速度の大きさを g として以下の問い(問1 ~ 4)に答えよ。

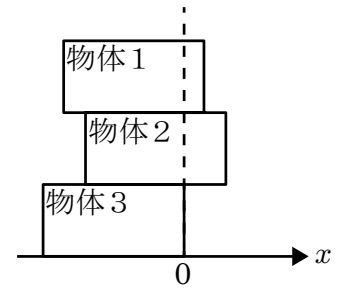


図2

時刻 $t = 0$ に物体2に大きさ v_0 で右向きの初速度を与えると, 図2のように物体3は床に対して静止したまま, 物体2は減速しながら右向きに動きだし, 物体1は物体2の上をすべりながら右向きに動きだした。

問1 物体1, 2, 3のそれぞれに働くすべての力を作用点の位置に注意して矢印で解答用紙の図に記入せよ。

問2 物体1, 2の水平方向の加速度の大きさをそれぞれ a_1, a_2 として, 物体1, 物体2の水平方向の運動方程式を書け。

問3 物体2は物体3の上で止まることなく長さ L すべり, 床に落下した。このとき, v_0 が満たすべき条件を L を含む不等式で表せ。

問4 物体3が床に対して動かないことから物体3が床から受ける静止摩擦力の大きさを求め, 動摩擦係数と静止摩擦係数の比 μ'/μ が満たすべき条件を不等式で表せ。

物理基礎 (その3)

第3問 導体の抵抗率を ρ 、直流電源の電圧を V として以下の問い(問1～3)に答えよ。

[A] 一辺の長さが a の正方形を断面とする長さ L の直方体の形をした導体と直流電源を接続した図3のような回路がある。

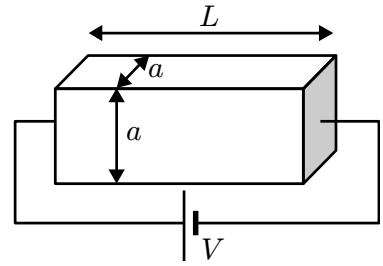


図3

問1 この回路を流れる電流の大きさと導体から単位時間あたりに発生するジュール熱を求めよ。

[B] 図4のように[A]の導体を正方形の面に対して垂直な面で切断して2つの直方体に分け、直流電源とそれらを直列に接続した回路を作成した。切断面と平行な側面間の距離を x ($0 < x < a$) とする。

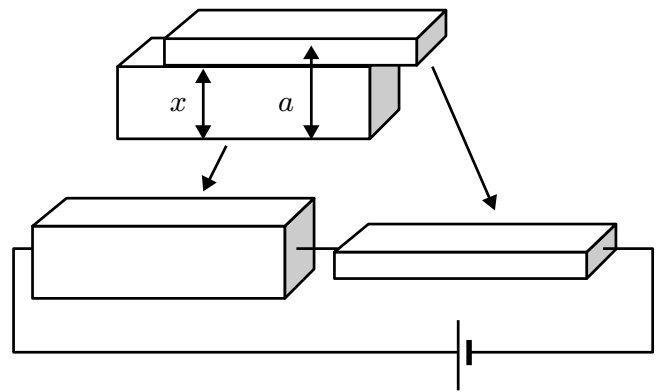


図4

問2 この回路の合成抵抗を求めよ。

問3 単位時間に2つの導体から発生するジュール熱の合計が最大となる x を求めよ。求め方がわかるように記すこと。

物理基礎 (その4)

第4問 図5のように、長さ $2L$ のひもを一方の端を壁に固定して張り、もう一方の端に作った輪を柱に通し、ひもに対して垂直な方向に自由に動くようにした。このひもの壁から L だけ離れた位置に振動発生器を取り付けた。この振動発生器の振動方向はひもに対して垂直な方向である。振動発生器の振動の振幅は微小であり、発生器の左右のひものどちらに対しても固定端とみなしてよい。重力はないとする。以下の問い(問1～4)に答えよ。

振動発生器の振動数を0からゆっくりと増加させると、最初に振動数が f_1 のときに振動発生器の左側のひもと右側のひものどちらかに定常波が生じた。これを1回目とする。

問1 定常波が生じたのは振動発生器の左側のひもと右側のひものどちらか。解答用紙の「左・右」のどちらかを選んで○で囲め。また、この時の定常波の波長と波の伝わる速さを求めよ。

振動発生器の振動数をさらに増加させると、何度か左側と右側のどちらかのひもに定常波が生じた。

問2 定常波が振動発生器の左右で同時に生じることがない理由を簡単に説明せよ。

問3 6回目に生じた定常波は振動発生器の左側と右側のどちらか。また、この時の定常波の波長と振動数を求めよ。

6回目に定常波が生じた振動数のまま、振動発生器の位置を徐々に壁側へ動かすと、もう一方のひもで定常波が生じた。

問4 動かした距離を答えよ。

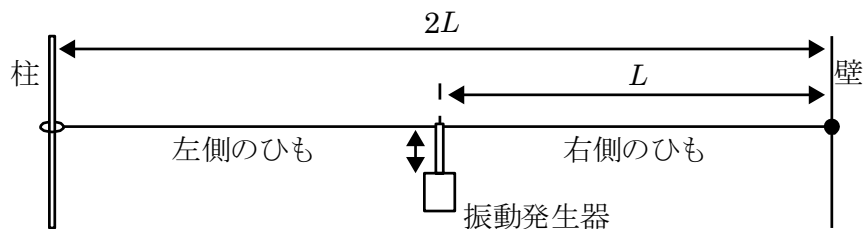


図5