

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のようにあらい水平な床の上で質量 1.5 kg のおもりに初速度 3.0 m/s を与えてすべらせ、壁に固定されたばねにあてた。すると、ばねが自然長から 0.060 m 縮んだところでおもりが静止した。ばね定数を 2700 N/m として摩擦がおもりにした仕事を求めよ。



図1

問2 効率 30% の熱機関が 100 J の仕事を外へするとき、低温の物体に放出される熱量を求めよ。

問3 光の速さを $3.0 \times 10^8\text{ m/s}$ としたとき、振動数 $1.5 \times 10^{10}\text{ Hz}$ の電磁波の波長を求めよ。

物理基礎 (その2)

第2問 図2のように鉛直に立っている柱の側面に直方体の物体を2つ重ねて、軽くて丈夫なひもで縛りつける。柱の断面は一辺の長さが a の正方形である。物体Aの質量を M 、Bの質量を m とし、形は同じであるとする。図3は鉛直上方から見た図で、柱と物体の幅は同じである。柱と物体Aの間の静摩擦係数を μ_A 、物体Aと物体Bの間の静摩擦係数を μ_B とする。ひもは水平に張られており、ひもと物体、ひもと柱の間には摩擦がないものとする。重力加速度の大きさを g として以下の問い(問1～5)に答えよ。

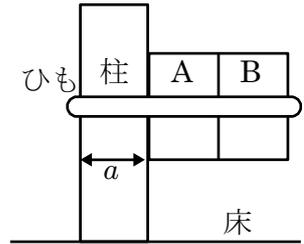


図2

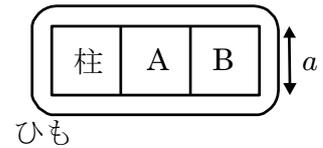


図3

- 問1 ひもの張力を T としたとき、BがAから受ける垂直抗力の大きさとAが柱から受ける垂直抗力の大きさを求めよ。
- 問2 AとBそれぞれに働く鉛直方向の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3 AとBがともに柱に対して静止している場合、BがAから受けている静摩擦力と、Aが柱から受けている静摩擦力の大きさを求めよ。
- 問4 AとBがともに柱に対して静止している場合、BがAに対してすべらないために張力が満たすべき条件と、Aが柱に対してすべらないために張力が満たすべき条件をそれぞれ不等式で表せ。
- 問5 張力が徐々に小さくなっていくと、Aより先にBがすべり落ち始めた。このとき、静摩擦係数 μ_A と μ_B 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 ニクロム線の単位長さあたりの抵抗値を r , 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] ニクロム線(図中の太線)と直流電源を図4のように接続した回路がある。ニクロム線との接点のうち、右側の接点の位置は動かすことができ、左端からの距離を x とする。

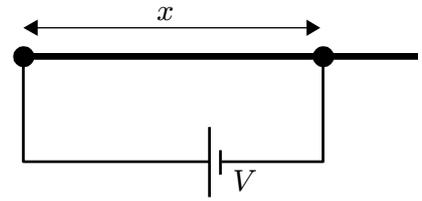


図4

問1 回路を流れる電流の大きさとニクロム線から単位時間あたりに発生するジュール熱を求めよ。

[B] ニクロム線で一辺の長さが a の閉じた正方形を作り(図中の太線), 直流電源を図5のように接続した。一方の接点は頂点 A に固定され, もう一方の接点 P は辺 BC, 辺 CD 上を自由に動かすことができるとする。頂点 B から反時計回りに測った接点までのニクロム線の長さを x とする。

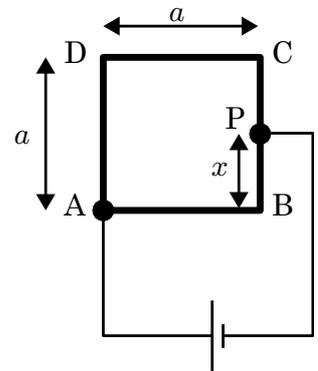


図5

問2 この回路の合成抵抗を求めよ。

問3 接点 P を頂点 B から D まで動かしたとき, ニクロム線全体から単位時間に発生するジュール熱が最小となる 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6のように両側が開口した透明な管の一端をふたで密閉し、もう一端を平面型スピーカーの振動板で密閉する。振動板の振幅は微小であり、振動板で密閉した管の端は固定端として考えてよい。管の中には細かい発泡スチロール球が多数入っている。発泡スチロール球は空気の変位の腹に集まりやすく、その分布から管内の定常波の腹の位置を知ることができる。また、管を長さ方向に12等分した位置とふたの位置にそれぞれ空気の振動を乱さないような小さなマイクを設置し(図中の黒点)、各位置での空気の密度変化の大きさ(密度の振動の振幅)を測定する。図中の番号は管内のマイクの番号で、以下ではこの番号で管内の位置を表す。管の長さを L 、空気中の音速を v として以下の問い(問1～3)に答えよ。

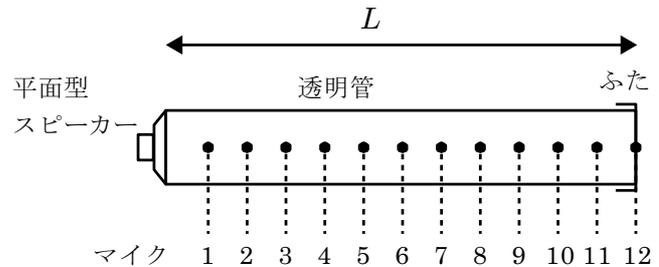


図6

まず、振動板の振動数がある振動数から徐々に大きくしていくと、発泡スチロール球が集まる場所が2カ所になった。

問1 発泡スチロール球が集まる場所の番号とこの時の振動数を求めよ。

さらに振動数を大きくしていくと発泡スチロール球が集まる場所が3カ所になった。

問2 空気の密度変化が最も大きい場所の番号とこの時の振動数を求めよ。

図7のように、端を塞いでいる平面型スピーカーを管から離し、反対の端のふたをはずした状態にしてから問2のときと同じ振動数で再度スピーカーから音を出した。

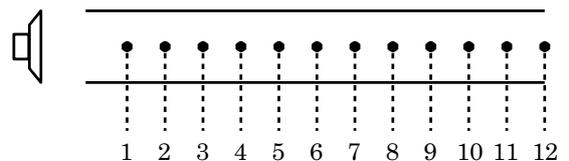


図7

問3 発泡スチロール球が集まる場所と空気の密度変化が大きい場所は問2の状態から変化した。問2の状態との違いを簡単に説明せよ。ただし、発泡スチロール球は管の外にはこぼれ出さないとする。また、開口端補正は考えなくてよい。