

物理基礎 (その1)

第1問 以下の小問に答えよ。数値は有効数字2桁で、必要な場合は単位をつけて答えること。

問1 図1のようにばね定数 500 N/m の軽いばね2本を水平につなぎ、片方の端は壁に固定し、もう一方の端には滑車を通して 10 kg のおもりをつるした。重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 として、ばね1本あたりの自然長からののびを答えよ。ただし、滑車はなめらかであるとする。

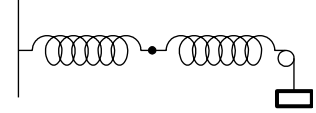


図1

問2 断熱容器に入った温度 $20 \text{ }^\circ\text{C}$ の水 0.25 kg に $1000 \text{ }^\circ\text{C}$ に熱した石を入れ、十分に時間がたつと、水の温度は $100 \text{ }^\circ\text{C}$ で一定になった。水の比熱を $4.2 \times 10^3 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$ 、石の比熱を $0.84 \times 10^3 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$ としたとき、石の質量を求めよ。ただし、熱は断熱容器の外には逃げないものとする。

問3 α 線、 β 線、 γ 線の正体を(ア) He原子核、(イ)電子、(ウ)陽子、(エ)中性子、(オ)電磁波の中からそれぞれ選び、ア～オの記号で答えよ。また、透過力の強い順として正しいものを、次のA～Fから選べ。

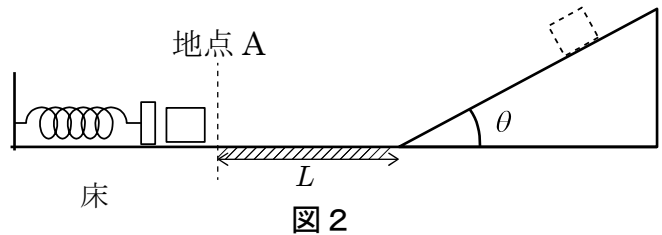
- A α 線 > β 線 > γ 線
- B α 線 > γ 線 > β 線
- C β 線 > α 線 > γ 線
- D β 線 > γ 線 > α 線
- E γ 線 > α 線 > β 線
- F γ 線 > β 線 > α 線

物理基礎 (その2)

第2問 一方の端が壁に固定され、他方の端に軽い板が取り付けられたばね定数 k の軽いばねがある。このばねを x だけ縮めて質量 m の物体を板に接触させておき、物体から静かに手を離すと物体が動き出した。やがて物体はばねから離れて水平な床を進み、地点 A を通過して距離 L 進んだ後、水平から θ 傾いた斜面を上り始めた (図2)。地点 A から斜面が始まる地点までの区間 (区間 L) はあらい面で摩擦が働くとし、それ以外の区間はなめらかで摩擦が働かないとする。重力加速度の大きさを g 、静止摩擦係数と動摩擦係数をそれぞれ μ 、 μ' とする。

問1 ばねから離れた瞬間の物体の速さを求めよ。

問2 物体が斜面を上り始めるために必要な x の範囲を求めよ。



以下では x は問2で求めた範囲にあるとして問いに答えよ。

問3 物体が斜面上で止まった瞬間の床からの高さを求めよ。

問4 物体が区間 L を移動している間の加速度の大きさを求めよ。

問5 物体が斜面を上っている間の斜面に沿った方向の加速度の大きさを求めよ。

以下では物体は斜面上で止まった後、斜面を下りてきたとして問いに答えよ。

問6 図3は物体がばねから離れた時刻を 0 として、区間 L を通過し、斜面を上り始めたところまでの速度の時間変化をグラフにしたものである。ただし、物体が斜面上にあるときは、斜面に沿った方向の速度が表されている。この後、物体は斜面上で停止した後、戻り始め、再び区間 L に入り、区間 L の中で停止した。速度のグラフの続きを書き込み、完成させよ。

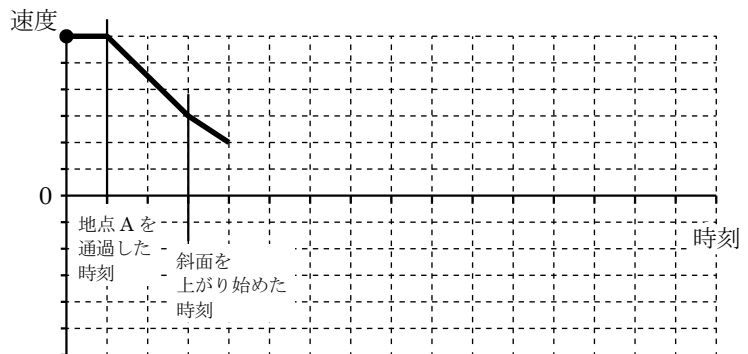


図3

問7 物体の運動が問6のグラフで示したようになるのは、 μ' と θ にどんな関係がある場合か。 θ を使った式で μ' を表せ。

物理基礎 (その3)

第3問 抵抗値 R_1 の抵抗 1 個, 抵抗値 R_2 の抵抗 2 個, 電圧 V の電池 1 個を使って (A) と (B) の回路を作った (図 4)。導線の抵抗は無視できるとする。

問1 回路 (A) と (B) それぞれについて, 点線で囲まれた部分の合成抵抗を求めよ。

問2 回路 (A) と (B) それぞれについて, 抵抗 R_1 に流れる電流を求めよ。

問3 回路 (A) と (B) それぞれについて, 点線で囲まれた部分で単位時間あたりに発生するジュール熱を求めよ。

問4 回路 (A) と (B) の点線で囲まれた部分で単位時間あたりに発生するジュール熱が等しくなるのは, (A) の抵抗 R_1 を流れる電流と (B) の抵抗 R_1 を流れる電流の比がいくらのときか。理由とともに説明せよ。

問5 点線で囲まれた部分で単位時間あたりに発生するジュール熱が回路 (A) と (B) で等しくなるような R_1 を求めよ。

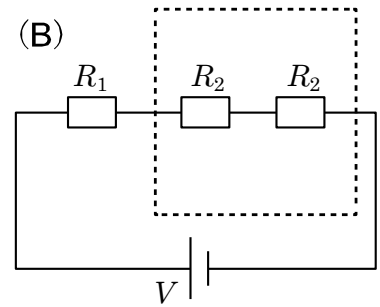
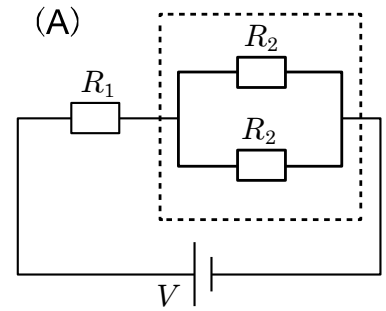


図 4

物理基礎 (その4)

第4問 図5のように10.0m離れた地点に向かい合わせに置かれた波源から波長3.00mの波が送られ、2つの波源を結ぶ軸上に定常波が生じている、波の反射は生じないとし、波の速さを340m/sとする。

右側の波源の位相が左側の波源と同じである場合について、以下の問いに答えよ。

問1 波の振動数を有効数字3桁で求めよ。単位を付けること。

問2 定常波の節になる位置を全て解答欄の軸上に黒丸(●)で示せ。

右側の波源の位相が左側の波源に対して逆位相である場合について、以下の問いに答えよ。

問3 定常波の節は問2で答えた位置からどのように変わるか。理由とともに説明せよ。

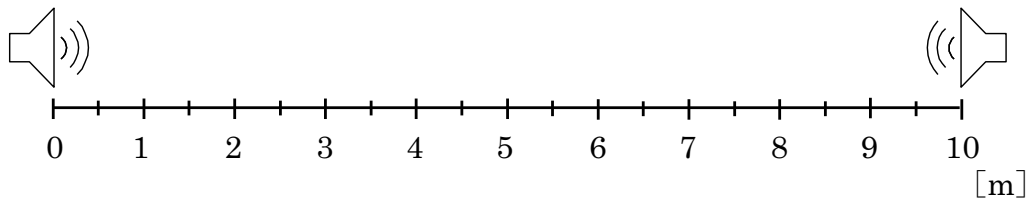


図5