

記述問題（物理）

第1問

- 問1 図1のように外部の圧力 1000hPa （ 1hPa は 100Pa ）と釣り合うように滑らかに動くピストンで閉じ込められた気体を考える。 27°C で 1m^3 の体積を持つ理想気体をゆっくり 127°C になるまで加熱した場合、体積はいくらになるか。この体積が膨張する過程で、気体は外部に対して仕事をする。外部に行った仕事はいくらかを単位も含めて記述せよ。



図1

- 問2 アルコール温度計のように、液体や気体の体積変化を用いた温度計はよく知られている。温度によって変化する他の物理量を測定することでも、温度を決定することができる。物質の体積変化以外の量を測定する事で動作する温度計を2つ示して、その原理を簡潔に説明せよ。

第2問

- 図2のような2つの抵抗 R_1 （ $r_1\Omega$ ）、 R_2 （ $r_2\Omega$ ）が並列につながっていて、電流 I Aが流れている場合を考える。電流 I は分岐点で、抵抗 R_1 を流れる i_1 Aと、抵抗 R_2 を流れる i_2 Aに分かれるとする。

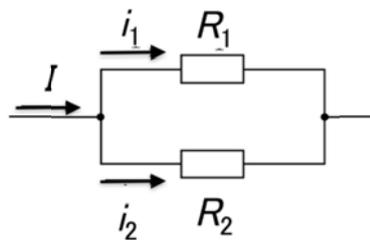


図2

- 問1 キルヒホッフの法則を用いて i_1 、 i_2 をそれぞれ I 、 r_1 、 r_2 で表し、さらに、この回路全体の消費電力 P を I 、 r_1 、 r_2 で示せ。
- 問2 自然界の法則の多くが「ある物理量を最小とする形で表される」ことが知られている。例えば、図2のように全体の電流 I が決まっている電気回路では、「最小発熱の原理」と呼ばれる考えにより、回路の発熱量つまり消費される電力 P が最小となるように、電流 I が i_1 と i_2 に分流する事が期待される。最初に、 I 、 r_1 、 r_2 を定数として回路の消費電力 P を電流 i_1 の関数として表せ。次に消費電力 P が最小となる電流 i_1 を求め、この時の電流 i_1 と消費電力 P が問1で求めた結果と一致することを示せ。

第3問

図3は x 軸上を正の方向へ 1m/秒 の一定速度で移動する波源から伝わった波の時刻 t 秒における位置 x での変位を表している。時刻 t で波源は $x=0$ の位置であった。

問1 波源より位置 x がプラス側（右側）の波長及びマイナス側（左側）の波長はいくらか。それぞれを図から求めよ。

問2 波源の振動数および波の伝搬速度を求めよ。ただし媒質の流れはないとする。

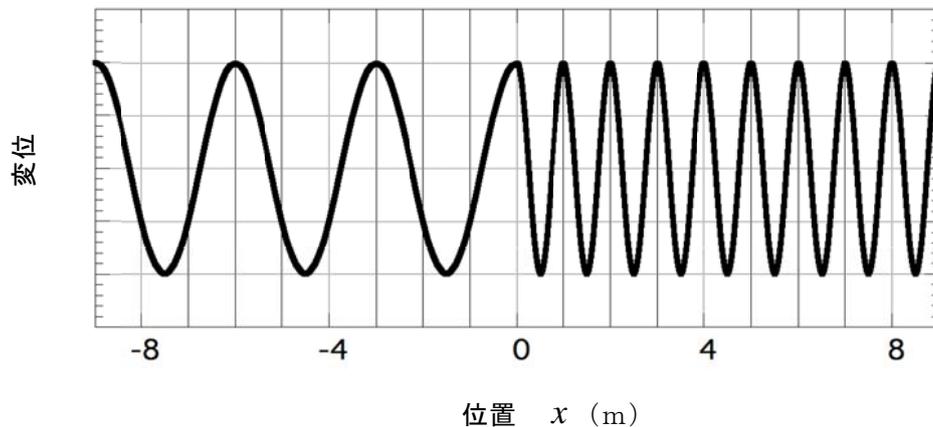


図3

第4問

図4のように、摩擦のない水平な平面上に置かれた質量 m の質点について考える。時刻 t における座標を x 、速度を v 、加速度を a とし、これらが質量の無視できるばね定数 k 、自然長 l のばねに下図のようにつながれている。また、時刻 $t=0$ において、質点の座標は $x=x_0 > l$ であり、速度は $v=0$ であった。また、ばねを固定した位置を $x=0$ として、運動は x 軸方向に限定されているとする。用いられる記号はSI(国際単位系)単位にしたがっているものとする。

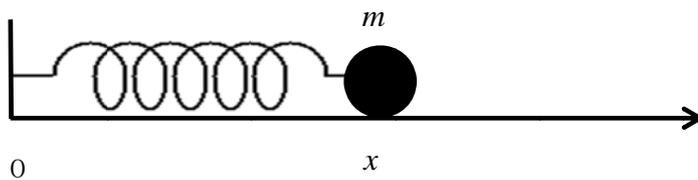


図4

問1 質点の運動方程式を記述せよ。

問2 時刻 t における質点の座標 x を求めよ。また、質点はどのような運動をするのかグラフを描いて説明せよ。

次に、摩擦のない水平な平面上に置かれた質量 m_1, m_2 の2つの質点について考える。時刻 t におけるそれぞれの座標を x_1, x_2 、速度を v_1, v_2 、加速度を a_1, a_2 とし、これらが、質量の無視できるばね定数 k 、自然長 l のばねに図5のようにつながれている。また、運動は x 軸方向に限定されているとする。

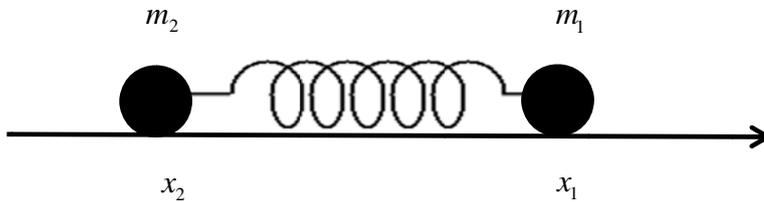


図5

問3 2つの質点の運動方程式をそれぞれ求めよ。

問4 2つの質点の座標 x_1, x_2 から、それらの質量の割合で重み付けされた座標を $X = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{m_1 + m_2}$

とすると、その速度は $V = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2}$ 、加速度は $A = \frac{m_1 a_1 + m_2 a_2}{m_1 + m_2}$ となる。このとき、加速度 A を求め、 X の時間変化を説明せよ。

問5 左の質点から右の質点を見ると、距離は $x_{12} = x_1 - x_2$ 、速度は $v_{12} = v_1 - v_2$ 、加速度は $a_{12} = a_1 - a_2$ である。このとき、加速度 a_{12} の満たす方程式を導き x_{12} の時間変化を説明せよ。

問6 $m_1 = m_2$ の条件で、時刻 $t=0$ で $v_1 = v_2 = v_0$ 、 $-x_2 = x_1 > \frac{l}{2}$ であったとする。2つの質点の運動について説明せよ。