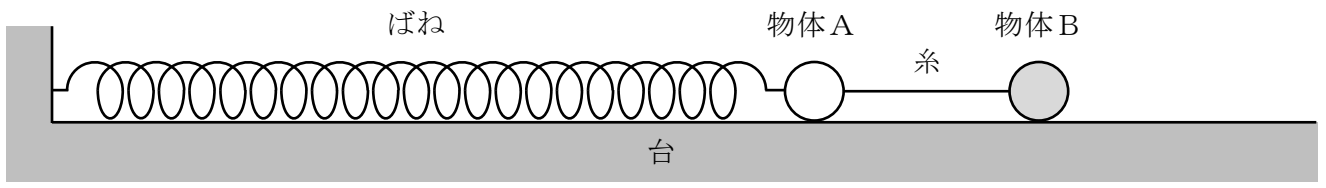
物

物　理　基　礎

物理　問題　I

図のように，ばね定数 k の軽いばねの一端を壁に固定し，他端に質量 m の物体Aをとりつけ，さらに，物体Aと質量 $3m$ の物体Bとを軽くて伸び縮みしない糸でつないで，これらをなめらかな水平な台の上に置いた。

物体Aと物体Bの大きさは無視できるものとし，たるんだ糸は物体A，物体Bの運動に影響を与えないものとして，次の問いに答えよ。



ばね，物体A，糸，物体Bが一直線上になるようにして，物体Bを手でゆっくり引っ張って，ばねが自然の長さから L だけ伸びたところで物体Bを動かないように固定した。物体Bの固定を静かにはずしたところ，ばねは縮んで自然の長さになった。

問１．物体Bを固定しているときの糸の張力の大きさを，k，m，L の中から必要なものを用いて表せ。

問２．物体Bの固定を静かにはずしたところ，物体Bは動き始めた。物体Bの固定を静かにはずした直後における物体Bの加速度の大きさと糸の張力の大きさとを，それぞれ k，m，L の中から必要なものを用いて表せ。

問３．物体Bの固定を静かにはずしてから糸の張力がはたらかなくなるまでの間を考える。ばねが自然の長さから x だけ伸びているとき，糸の張力の大きさはばねが物体Aを引く力の大きさの何倍か。

問４．物体Bの固定を静かにはずし，ばねが縮んで自然の長さになったときの物体Aの速さを，k，m，L の中から必要なものを用いて表せ。

ばねが自然の長さになった後，ばねは縮んで糸はたるんだ。物体Aと物体Bの間の距離は小さくなり，物体Aが初めて静止したときに物体Aと物体Bは最初の衝突をした。

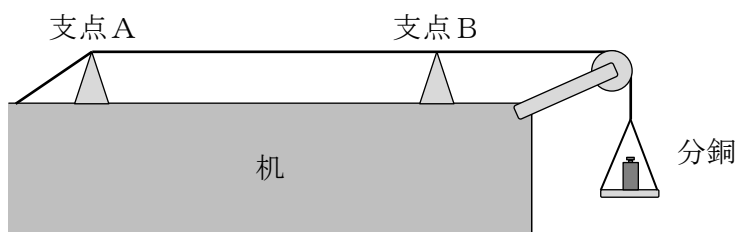
問５．物体Aが初めて静止したときのばねの縮みの大きさを，k，m，L の中から必要なものを用いて表せ。ただし，ばねが自然の長さから縮む間もばねはばね定数 k のフックの法則に従うものとする。

問６．ばねが自然の長さになったときから，物体Aと物体Bが最初の衝突をするときまでの時間を，糸の長さを L_0，問４で求めた物体Aの速さを v_0，問５で求めたばねの縮みの大きさを x_0 として，L_0，v_0，x_0 の中から必要なものを用いて表せ。

物　理　基　礎

物理　問題　Ⅱ

図のように，間隔が 50.0 cm の２つの支点Ａ，Ｂの間に弦を張り，一端を机に固定し，もう一端に滑車を用いて台に乗せた質量 M の分銅をつり下げた。この装置に関する次の問いに答えよ。ただし，数値の答えは，問５を除き有効数字を３桁とし，また解答欄の括弧内に単位記号を書くこと。



この弦を振動させて，腹の数が１個の定在波（定常波）を生じさせると 2.20×10^2 Hz の音波が発生した。振動を止めた後，おんさＣを弦の近くで鳴らすと，弦に腹の数が２個の定在波が生じた。

問１．弦に腹の数が１個の定在波を生じさせたときに，弦を伝わる波の波長を求めよ。

問２．弦に腹の数が１個の定在波を生じさせたときに，弦を伝わる波の速さを求めよ。

問３．おんさＣの振動数を求めよ。

問４．振動していない弦の近くでおんさＣを鳴らしたときに，弦も振動する現象のことを何と呼ぶか。漢字２文字で答えよ。

弦の張力が４倍になると，弦を伝わる波の速さは２倍になることが知られている。

そこで，質量 M の分銅を３個加えて分銅の質量を４倍にして同様の実験を行った。

このときに，弦に腹の数が n 個の定在波が生じることを予想して，おんさＣを弦の近くで鳴らしたが弦に定在波は生じなかった。おんさＣを鳴らしたまま，弦を振動させて腹の数が n 個の定在波を生じさせると１秒間に３回のうなりが聞こえた。

問５．おんさＣを弦の近くで鳴らすと弦に生じると予想した定在波の腹の数 n はいくらか。

問６．おんさＣとある音源を同時に鳴らすと１秒間に３回のうなりが聞こえたときに，この音源から出る音波について，考えられる振動数を２つ答えよ。

弦に定在波が生じなかった理由は，分銅を乗せる台にも質量があり，そのため弦の張力が正確に４倍にならなかったからだと考えた。そこで，質量 m の小さな分銅を加えて波の速さを少しだけ増加させてから，弦に問５で求めた腹の数の定在波を生じさせておんさＣを鳴らすと，うなりの回数は１秒間に１回になった。弦の振動を止めて質量 m の小さな分銅をもう一つ加えてから，同様にして弦に問５で求めた腹の数の定在波を生じさせておんさＣを鳴らすと，うなりの回数は１秒間に１回で変わらなかった。

この（質量 m の小さな分銅を２つ加えた）状態で弦の振動を止め，おんさＣを鳴らしながら支点Ｂの位置を微調整して，弦に（問５で求めた腹の数の）定在波が生じるように支点Ａ，Ｂの間隔を変化させた。

問７．変化後の支点Ａ，Ｂの間隔を求めよ。

物

物　理　基　礎

物理　問題　Ⅲ

比熱が無視できるビーカーに質量 m の水を入れ，その中に直流電源につないだ電熱線（抵抗）を入れて，水を温める。発生した熱が逃げないように，ビーカーを断熱容器に入れて実験すると，水が受け取った熱量から電熱線で発生するジュール熱がわかる。また、そこから電熱線の抵抗値を計算することもできる。

電熱線には一定の電流 I が流れ，時間 t_0 の間に水の温度が ΔT 上昇した。

水の比熱を c，温度変化による電熱線の抵抗値や水の比熱の変化は無視できるとして，次の問いに答えよ。

問１．この間に水が受け取った熱量 ΔQ を求めよ。

問２．電熱線での消費電力 P を，m，I，t_0，ΔQ の中から必要なものを用いて表せ。

問３．電熱線の抵抗値 R を，m，I，t_0，P の中から必要なものを用いて表せ。

上記のことを授業で習った太郎くんと花子さんは実験してみることにした。

あいにく断熱容器が使えなかったため，断熱容器なしで実験してみると，5.0 V の電圧で質量 75 g の水の温度を 1.0 ℃上げるのに 63 s かかった。

問４，問５では，水の比熱を 4.2 J/(g・K)として数値で答えよ。解答欄の括弧内に単位記号を書くこと。

問４．発生したジュール熱がすべて水の温度上昇に使われたと仮定したとき，電熱線の抵抗値を，有効数字を２桁として求めよ。

電熱線を取り出し，その抵抗値を直接測定すると，4.5 Ω だった。

問５．発生したジュール熱のうち，水の温度上昇には使われなかった熱量を，<u>有効数字を１桁</u>として求めよ。

水の温度上昇には使われなかった熱量を減らしたいと考えた太郎くんと花子さんは，なるべく短い時間で実験すればよいと考えた。そのために，使っていた電熱線Ａに加え，電熱線Ａと同じ抵抗値の電熱線Ｂを使うことや，電圧を上げることを試してみることにして，次の①から⑤の方法を考えた。

① 電圧はそのままで，電熱線Ａ，Ｂを直列につなぐ
② 電圧はそのままで，電熱線Ａ，Ｂを並列につなぐ
③ 電圧はそのままで，電熱線Ｂを半分に切ってその２つを並列につなぎ，それと電熱線Ａを直列につなぐ
④ 電圧はそのままで，電熱線Ｂを半分に切ってその２つを並列につなぎ，それと電熱線Ａを並列につなぐ
⑤ 電熱線Ａだけを使い，電圧を２倍にする

問６．①から⑤の方法のうち，水の温度を 1.0 ℃上げるのに必要な時間が 63 s より長くなってしまうものをすべて選び，番号で答えよ。

問７．①から⑤の方法のうち，水の温度を 1.0 ℃上げるのに必要な時間が最も短くなるものを選び，番号で答えよ。