物

物　理

物理　問題　I

図1のように，鉛直線となす角がθのなめらかな斜面がある。ばね定数k，自然長がl_0のばねの一端に質量mの小さな物体をつけ，他端を斜面上の壁に固定して，斜面に沿って静かに置いたところ，ばねは少し伸びて物体は静止した。この物体の位置を原点Oとし，斜面に沿って上向きにx軸をとる。ばねは曲がったりねじれたりしないものとし，重力による位置エネルギーは原点Oを基準とする。重力加速度をgとして，次の問いに答えよ。

問1．物体が原点で静止しているこの状態での次の量を求めよ。
（1）ばねの長さ
（2）物体が斜面から受ける垂直抗力

この静止した状態から，物体をx軸に沿ってLだけ少し引き下げて物体を離したところ，物体は斜面上を往復運動した。

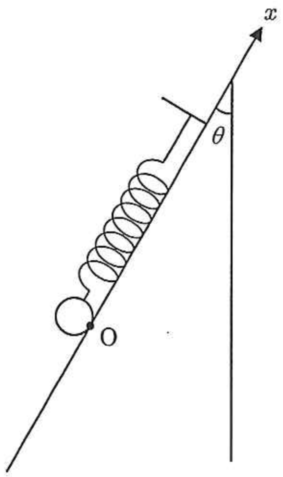


図1

問2．運動中の物体が座標xの位置にあるときの次の量を求めよ。
（1）ばねの長さ
（2）物体に働く力のx軸方向の成分
（3）物体の重力による位置エネルギー
（4）ばねの弾性力による位置エネルギー

問3．物体が最も高い位置にあるときの次の量を求めよ。
（1）物体の重力による位置エネルギーとばねの弾性力による位置エネルギーの和
（2）物体の加速度

問4．物体の速さが最大になるときの次の量を求めよ。
（1）物体の速さの最大値
（2）物体の加速度

問5．物体を離してから，最初に物体が最も高い位置に達するまでの時間を求めよ。

次に，ばねを斜面から取りはずし，図2のように，ばねの上端を支点Pに固定し，ばねと鉛直線がなす角度θを一定に保ちながら，物体を同じ高さで等速円運動させた。

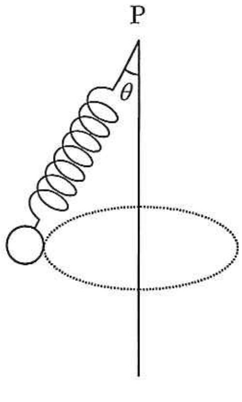


図2

問6．このときのばねの長さを求めよ。

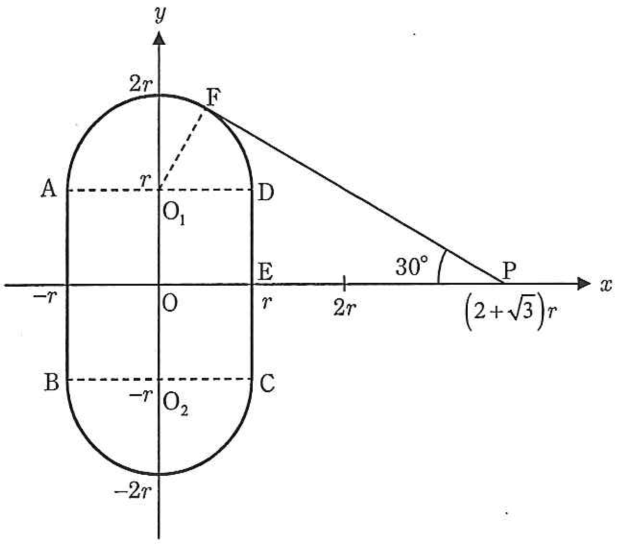
問7．このときのばねの長さをlとして，物体の角速度を，l, g, θを用いて表せ。

物

物　理

物理　問題　II

図のような半円と直線でできた軌道を，振動数fの音波を発生する音源が反時計回りに速さvで運動する。原点 O とx軸，y軸を図のようにとる。軌道の半円部分の半径はrで，中心は$O_1(0, r)$と$O_2(0, -r)$とする。直線部分 AB, CD の長さはともに$2r$で，各点の座標は，$A(-r, r)$, $B(-r, -r)$, $C(r, -r)$, $D(r, r)$とする。x軸上の点$P\left(\left(2+\sqrt{3}\right)r, 0\right)$には静止した観測者がいる。音速を$V$として，次の問いに答えよ。



問１．静止しているときの音源が出す音波の波長を求めよ。

問２．音源がx軸上の点$E(r, 0)$を通過したときに発生した音波を点 P で観測したときの振動数を求めよ。

問３．音源が軌道を一周する間に発生する音波を点 P で観測するとき，振動数が問２で求めたものと同じになる音源の位置は点 E 以外に何カ所あるか。

問４．半円O_1上の点 F を音源が通過したときに発生した音波を点 P で観測したときの振動数を求めよ。ただし，$\angle OPF = 30°$とする。

問５．音源が軌道を一周する間に発生した音波を点 P で観測するときの振動数の最大値を求めよ。

問６．点 P で最大の振動数が観測されるとき，その音波を発生した音源の位置から点 P までの距離を求めよ。

問７．点 P で，最大の振動数が観測されてから最初に最小の振動数が観測されるまでの時間を求めよ。

次に，観測者が原点$O(0, 0)$で静止している場合を考える。

問８．軌道を一周する間に音源が発生した音波について，点 O で観測される振動数の最大値を求めよ。

問９．点 O で，最大の振動数が観測されてから次に最大の振動数が観測されるまでの時間を求めよ。

物

物　理

物理　問題　Ⅲ

次の文中の $\boxed{\text{(A)}}$ ～ $\boxed{\text{(D)}}$ は適切な語句の番号を選び，$\boxed{(1)}$，$\boxed{(2)}$ は下の回路群（ａ）～（ｆ）の中から適切な回路の記号を選べ。また，（ア）～（ク）に入る数値を有効数字３桁で求めよ。回路群の回路の A_1，A_2 は電流計を表している。なお，電流計は測定可能な範囲内でのみ使用できるものとする。ただし，計器の誤差や導線の抵抗は無視できるものとする。

内部抵抗の無視できる電圧1.50 V の直流電源Ａと抵抗をつなぎ，電流計を使って抵抗に流れる電流を測定したい。電流計Ｐは内部抵抗が2.00 Ω で，最大300 mA まで測定可能である。抵抗に流れる電流を測定するときは，測定したい抵抗に対して電流計を **(A) ①直列，②並列** につなぐ。直流電源Ａにつないだ未知の抵抗Ｘの電流を電流計Ｐで測定すると，75.0 mA を示した。ここから計算すると，電流計Ｐの内部抵抗を考慮しない見かけの抵抗値は（　ア　）Ω，内部抵抗を考慮した真の抵抗値は（　イ　）Ωとなる。

電流計は，電圧計の代わりとして使用可能な場合がある。もし電流計をそのまま電圧計として使用するときは，電圧の測定対象となる電源や抵抗に対して電流計を **(B) ①直列，②並列** につなぐ。電流計Ｐを使って測定できる最大電圧は（　ウ　）Ｖである。

いま電流計Ｐに加えて内部抵抗が10.0 Ω で，最大100 mA まで測定可能な電流計Ｑがある。直流電源Ａにつないだ未知の抵抗Ｙに対して，電流計Ｐ，Ｑの一方を電流計，他方を電圧計として使用したところ，同時に測定が可能であった。このときの回路は $\boxed{(1)}$ であり，電圧計として使用したのは電流計 **(C) ①P，②Q，③PとQどちらも可能** である。この回路で電流計 Ｐは 300 mA，電流計Ｑは（　エ　）mA を示した。電流計Ｐ，Ｑの内部抵抗を考慮しない抵抗Ｙの見かけの抵抗値は，電流値と換算した電圧値を用いて計算すると（　オ　）Ωとなる。直流電源Ａを用いたこの回路で，電流値と換算した電圧値を用いて計算したときの，測定可能な見かけの抵抗の最大値は（　カ　）Ωとなる。

電流計を電圧計として使用するときは，電流計と抵抗を組み合わせると測定範囲が広がり利用しやすくなる。電流計Ｑで測定できる最大電圧を15.0 V にしたいときは電流計に対して（　キ　）Ωの抵抗を **(D) ①直列，②並列** につなぐ。これを電流計Ｑ’とする。内部抵抗の無視できる電圧15.0 V の直流電源Ｂにつないだ未知の抵抗Ｚに対して，電流計Ｐを電流計，電流計Ｑ’を電圧計として使用したところ，電流計Ｐは75.0 mA を示した。このときの回路は $\boxed{(2)}$ であり，この回路での抵抗Ｚの電流計の内部抵抗を考慮した真の抵抗値を R_0，内部抵抗を考慮しない見かけの抵抗値を R_1 とすると，$\left|\dfrac{R_1}{R_0}-1\right|$ =（　ク　）となる。

回路群