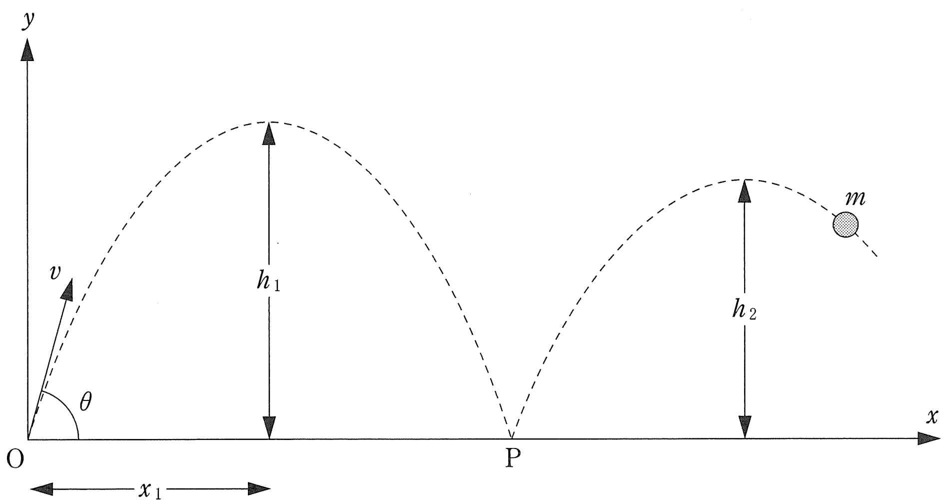
選抜Ⅰ期

物　　理

1　図のように，質量 m〔kg〕の小球をなめらかで水平な床の点Oから初速度 v〔m/s〕で水平面との角度 θ の方向に投げ上げた。空気の抵抗は無視でき，重力加速度の大きさを g〔m/s^2〕として，以下の問いに答えなさい。ただし，小球と床とのはね返り係数(反発係数)を e とする。

1. 小球が到達する最高点の高さ h_1〔m〕を求めなさい。
2. 点Oから小球が最高点に到達した位置までの水平面上の距離 x_1〔m〕を求めなさい。
3. 小球は点Pで床と衝突してはね返った。はね返った直後の小球の速度の水平方向の成分を求めなさい。
4. はね返った小球が到達する最高点の高さ h_2〔m〕を m，v，g，θ，e の中から必要なものを用いて表しなさい。
5. 点Pでの衝突によって失われた力学的エネルギーの大きさを m，v，g，θ，e の中から必要なものを用いて表しなさい。

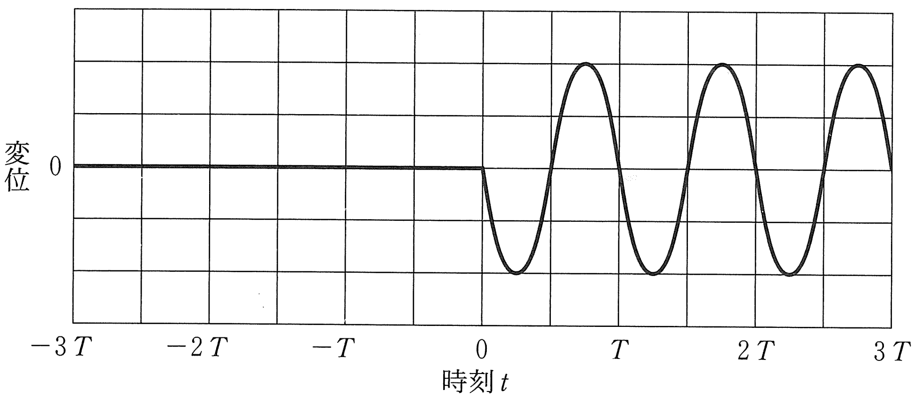


2 水平に置かれた十分に広い水槽に水をはり，水槽の水面の中心Oに一定の周期 T〔s〕で単振動する波源 S_1 を置く。波源から出た波は速さ V〔m/s〕で円形に広がり，任意の位置で観測される水面の変位は単振動する。以下の問いに答えなさい。

1. 波の振動数と波長を求めなさい。
2. 波源 S_1 を置いた時刻を $t = 0$ とすると，波源 S_1 を置いた位置Oの水面が下図のように変位する。1. で求めた波長を λ とし，波源 S_1 から 2λ〔m〕離れた点Aで観測される水面の変位の時間変化を図示しなさい。ただし，点Aで観測される波の振幅は1mとせよ。

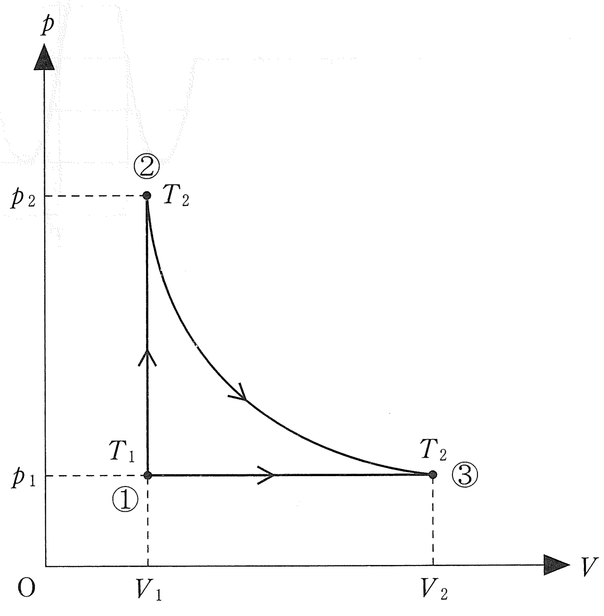
$t = 10.75\,T$ のとき，波源 S_1 は波を出し続けながら一定の速さ $0.5\,V$〔m/s〕で点Oから点Aに向かって動き出す。

3. 時刻 $t = 12.75\,T$ のとき水槽の上から波を記録する。点Aに向かって波源 S_1 が動き出してから発生した波の山の位置を実線および点で図示しなさい。



3 図に示すように，単原子分子からなる理想気体 1 mol に対して，圧力 p〔Pa〕，体積 V〔m^3〕，絶対温度 T〔K〕が(p_1，V_1，T_1)である状態①，(p_2，V_1，T_2)である状態②，(p_1，V_2，T_2)である状態③に着目し，状態間のゆっくりした変化①→②，①→③，②→③を考える。変化②→③は，気体の温度が一定の等温変化である。単原子分子からなる理想気体の定積モル比熱は $\frac{3}{2}R$〔J/(mol･K)〕に等しいとして，以下の問いに答えなさい。ただし，R〔J/(mol･K)〕は気体定数である。

1. 温度 T_1 と T_2 を，p_1，p_2，V_1，R の中から必要なものを用いて，それぞれ表しなさい。
2. 変化①→③によって気体が外部にする仕事 $W_{①→③}$〔J〕と気体が得る熱量 $Q_{①→③}$〔J〕を，p_1，V_1，V_2，R の中から必要なものを用いて，それぞれ表しなさい。
3. 変化①→②によって気体が外部にする仕事 $W_{①→②}$〔J〕と気体が得る熱量 $Q_{①→②}$〔J〕を，T_1，T_2，R の中から必要なものを用いて，それぞれ表しなさい。
4. 変化①→③によって気体が外部にする仕事 $W_{①→③}$〔J〕と変化②→③によって気体が外部にする仕事 $W_{②→③}$〔J〕はどちらが大きいか。その理由とともに示しなさい。
5. 状態①，状態②，状態③における気体分子 1 mol の平均運動エネルギーの和を p_1，p_2，V_1 の中から必要なものを用いて，それぞれ表しなさい。



4 磁界に対して垂直な導線に流れる電流は磁界から力を受ける。電流の実体は荷電粒子の流れなので，この力は導線中を移動する荷電粒子が磁界から力を受けるために発生すると考えられる。このような力を（ ① ）という。図のような直方体の導体に磁束密度 B〔T〕を z 軸の正の向きに加えて，y 軸の正の向きに電流 I〔A〕を流すと，電流の担い手である電気量が $-e$〔C〕($e > 0$)の自由電子が，電流の向きとは逆の y 軸の負の向きに速さ v〔m/s〕で移動する。このとき，自由電子は x 軸の（ ② ）の向きに，大きさ（ ③ ）の（ ① ）を受ける。そのため，自由電子は面（ ④ ）に集まり面（ ④ ）は負に帯電し，面（ ⑤ ）は正に帯電する。その結果，面（ ⑤ ）から面（ ④ ）の向きに強さ E〔V/m〕の電界が生じて，電子は x 軸の（ ② ）の向きとは反対向きに大きさ（ ⑥ ）の力を受ける。（ ③ ）と（ ⑥ ）の力がつり合うと，電子は直進するようになり，それ以上の帯電はしなくなるので，面Ｐと面Ｑとの間には一定の電位差 V_{PQ}〔V〕が生じる。この現象を（ ⑦ ）という。単位体積当たり n 個の電子が存在するなら，電流 I は e, n, v, a〔m〕, c〔m〕を用いて（ ⑧ ）と表され，（ ③ ）と（ ⑥ ）の力のつり合いから，電界の強さ E を v と B で表すと（ ⑨ ）となる。また，電位差 V_{PQ} を e, n, B, I, c を用いて表すと（ ⑩ ）となる。

1. ①②④⑤⑦に入る適当な語句はなにか。②は正か負のどちらかを，④⑤はＰかＱのどちらかを選びなさい。
2. ③⑥⑧⑨⑩に入る適当な値を答えなさい。