物　　理

[I]　下記の(1)および(2)の文章の $\boxed{}$ に適した答えを記せ。ただし，重力加速度の大きさは $9.8\,\mathrm{m/s^2}$ とし，有効数字 2 桁で答えること。なお，$\boxed{エ}$ では，部屋が図 1 の右側に正の加速度運動をしている場合には正の値として，また，左側に正の加速度運動をしている場合には負の値として記せ。

(1)　大気圧 $1.0 \times 10^5\,\mathrm{Pa}$ の大きさは，水平な面 $1.0\,\mathrm{m^2}$ あたりに $\boxed{ア}$ kg の物体を載せたときの圧力（ただし，水平な面 $1.0\,\mathrm{m^2}$ 全体が均等な圧力と考える）と等しい。

(2)　図 1 のように，静止している部屋に水槽が置かれていて，水槽には密度 $1.0 \times 10^3\,\mathrm{kg/m^3}$ の水と密度 $8.0 \times 10^2\,\mathrm{kg/m^3}$ の油が入っている（水と油は完全に 2 層に分かれていると考えて良い）。この水槽の水の層の部分に，密度 $9.5 \times 10^2\,\mathrm{kg/m^3}$，一辺の長さが $2.0 \times 10^{-1}\,\mathrm{m}$ の立方体の物体を，質量の無視できる糸につけて沈ませたところ，図 1 のようになった。なお，この立方体の物体は，物体を構成しているどの部分も密度が一定で，立方体の上面あるいは底の面はつねに水平を保ち，糸は立方体の底の面の中心についている。この立方体の物体の質量は $\boxed{イ}$ kg であり，糸の張力の大きさは $\boxed{ウ}$ N である。

次に，この水槽が置かれている部屋が，静止している状態から図 1 の左右方向（水平方向）に等加速度運動をした（水槽と部屋はすべることなく一緒に動く）。その向きはわからなかったが，物体につながっている糸が，図 2 のように，鉛直方向から θ の角度で左側に傾いた。測定すると，$\tan\theta = 0.20$ であった。この測定結果から，部屋は図 1 の右側方向を正の方向として，$\boxed{エ}$ $\mathrm{m/s^2}$ の等加速度運動をしていることがわかる。

再び水槽が置かれている部屋は静止し，その後，物体につながっている糸を静かに切った。しばらくすると，この物体は，立方体の上面あるいは底の面を水平面にして，水の層と油の層にまたがって静止した。このとき，この物体は水と油の境界面から $\boxed{オ}$ m だけ油の層に入っている。

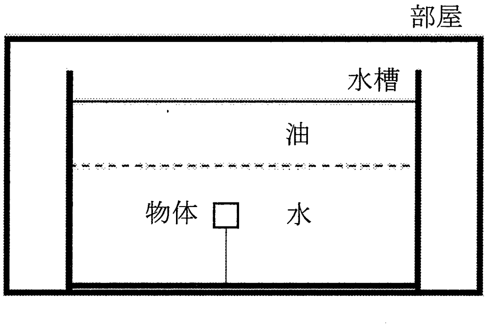


図 1

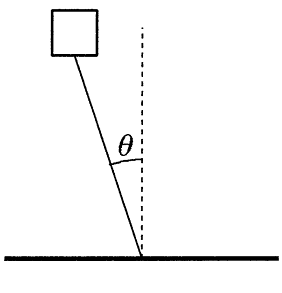
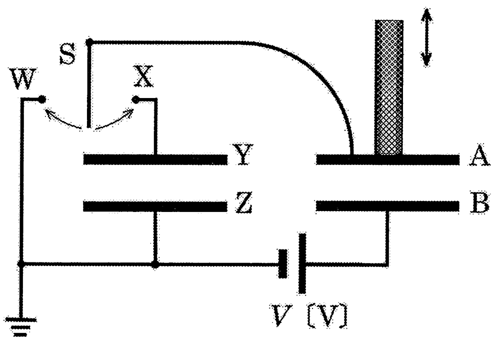


図 2

［II］ 図のように，小さい間隔 d〔m〕で向かい合った2枚の平行な導体板AおよびBで作られたコンデンサーがある。その電気容量は，最初 C〔F〕である。上側の導体板Aは，導体板Bに対して平行に保ったまま，Aについている絶縁体でできた棒によって上方へ引き上げることができる。下側の固定された導体板Bにつながっている電池の両極間の電位差は，一定の値 V〔V〕につねに保たれている。また，導体板AはスイッチSによって，端子Wあるいは端子Xと接続することができる。導体板YとZからなるコンデンサーの電気容量はつねに C〔F〕であり，導体板Zは接地されている。下記の文章の $\boxed{}$ に適した答えを記せ。なお，接地点を電位の基準として0〔V〕と考え，電荷および電位については正負の符号も正しく答えること。

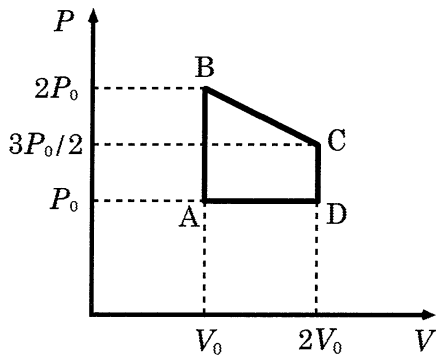
まず，Yの電位をZと同じ電位，すなわち0〔V〕にしておく。そして，SをWにつけてAをいったん接地した後に，SをWから離す。このとき，Aのもつ電荷は $\boxed{ア}$〔C〕である。次に，Aを長さ d〔m〕だけ引き上げてAとBとの間隔を広げると，Aの電位は $\boxed{イ}$〔V〕となる。ここで，SをXにつけて充分に時間が経つと，Aの電位は $\boxed{ウ}$〔V〕となり，Aのもつ電荷は $\boxed{エ}$〔C〕となる。最後に，XにつけていたSをXから離して，その後Aを長さ d〔m〕だけ下げて元の位置に戻す。このとき，AとBとの間の電場の大きさは $\boxed{オ}$〔N/C〕である。



図

[III]　なめらかに動くピストンのついた円筒容器に，単原子分子の理想気体を入れ，図のように圧力 P と体積 V をAの状態から B, C, D の状態を経て，再びAの状態に戻るように変化させた。ただし，すべての区間は直線に沿っての変化であり，その変化は非常にゆっくりしているとする。下記の文章の $\boxed{}$ の中に適した答えを記せ。なお，$\boxed{ア}$ から $\boxed{エ}$ に関しては P_0, V_0 を使って答え，$\boxed{オ}$ に関しては有効数字 2 桁で答えること。

A→Bの過程で気体が吸収する熱量は $\boxed{ア}$ である。また，D→Aの過程で気体が放出する熱量は $\boxed{イ}$ である。B→Cの区間で気体が外部にする仕事は $\boxed{ウ}$ であり，吸収する熱量は $\boxed{エ}$ である。熱効率は（外部にした仕事）÷（吸収した熱量）で定義されるが，この熱機関に対する熱効率は $\boxed{オ}$ である。



図

［IV］ 図のように，スリットが複数開いているときのスクリーン上の干渉縞について調べよう。以下では，1つのスリットからスクリーン上の点Pに到達する波の変位は

$$U(x,\ t)=A\sin\left\{2\pi\left(\frac{t}{T}-\frac{x}{\lambda}\right)\right\}$$

と書けることを使ってよい。ただし，ここで，A は波の振幅，t は時間，T は波の周期，λ は波の波長，x は1つのスリットと点Pとの間の距離である。図において，S_0S_1 間の距離と S_0S_2 間の距離は等しく，T や λ はつねに一定とする。また，S_1S_0 を結ぶ直線とPOを結ぶ直線は平行であり，$\angle S_0OP$ は直角である。下記の文章の $\boxed{\quad}$ の中に適した答えを記せ。

まず，中央のスリット S_0 をふさいで，スリットが2つ開いている場合を考えよう。このとき，S_1 と S_2 からの波がスクリーン上で重ね合わさり，干渉縞が生じる。図の点Oより上の干渉縞のみについて考えよう。S_0P の距離を x_0 とすると，S_1P の距離 x_1 および S_2P の距離 x_2 は，それぞれ $x_0-\Delta x/2$ および $x_0+\Delta x/2$ と考えて良い。ただし，$\Delta x/2$ は S_0P と S_1P（もしくは S_0P と S_2P）の距離の差である。スクリーン上の点Pでの合成波は，$U(x_1,\ t)+U(x_2,\ t)$ から，

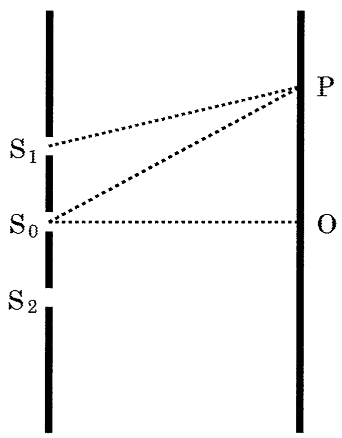
$$B\sin\left\{2\pi\left(\frac{t}{T}-\frac{x_0}{\lambda}\right)\right\}$$

と書ける。このときの係数 B は $\boxed{\text{ア}}\times A$ である。これから，明点が生じる条件は適当な正の整数を m として，$\Delta x=m\times\boxed{\text{イ}}$ となる。

次に3つのスリットがすべて開いている場合を考えよう。このときスクリーン上の点Pでの合成波は

$$C\sin\left\{2\pi\left(\frac{t}{T}-\frac{x_0}{\lambda}\right)\right\}$$

と書けて，係数 C は $\boxed{\text{ウ}}\times A$ となる。これから，1番明るい明点が生じる条件は，適当な正の整数を m として，$\Delta x=m\times\boxed{\text{エ}}$ となる。波の強さは振幅の2乗に比例するが，1番目に明るい明点の波の強さを2番目に明るい明点の波の強さで割った値は，$\boxed{\text{オ}}$ である。



図