

物 理

I 次の文章を読んで、問1～4に答えなさい。

糸の先に小球をつけ、図(a)のように糸をブレーキではさんで小球を停止させておいた。次に図(b)のようにブレーキを瞬間的に開いて小球をある距離自由落下させた後、図(c)のように、糸に上向きの一定の張力が発生するように再びブレーキで糸をはさんだ。このとき小球の運動について考える。ただし、糸の質量と伸び、および空気抵抗は無視できるものとする。また、ブレーキは鉛直方向には動かないものとする。

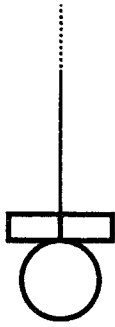
問題の解決に必要な物理量を表す記号はすべて各自が定義し、解答欄に明示しなさい。

問 1 図(c)の場合に小球に作用する力を求めなさい。

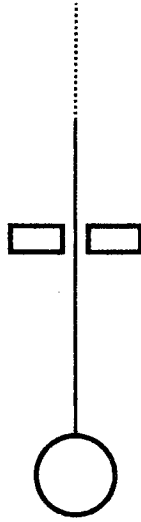
問 2 今、一定の張力によって小球の落下速度はしだいに遅くなり、やがて停止したとする。この場合、小球が自由落下を始めてから停止するまでに重力が小球にした仕事と、糸の張力が小球にした仕事を、落下距離を用いて式で表しなさい。また、両者の関係について説明しなさい。

問 3 糸の長さが有限であるとき、糸がブレーキからはずれる前に小球が停止するための条件を、式を用いて説明しなさい。

問 4 糸の長さが無限大であるとき、小球が停止するための条件はどうか、式を用いて説明しなさい。



(a)



(b)



(c)



II 次の文章を読んで、問1～4に答えなさい。

図のように、ピストンのついた容器内に同一の質量をもつたくさんの微小な粒子が閉じこめられていて、壁やピストンと完全弾性衝突をひんぱんに繰り返しながら運動している。今、粒子は x 軸に沿ってのみ運動しているものとする。ただし、重力の影響は無視してよい。また、粒子間の衝突は起こらないものとする。

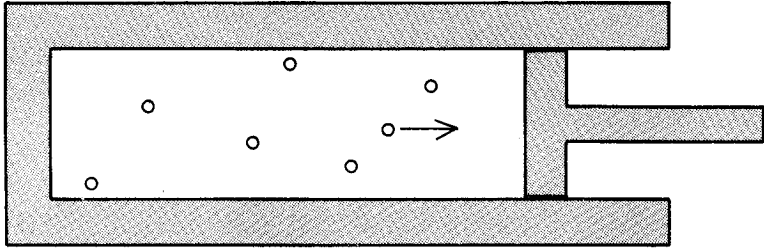
文中に与えられた記号の他に問題の解決に必要な物理量があれば、それを表す記号はすべて各自が定義し、解答欄に明示しなさい。

問1 図のようにピストンを壁からの距離 d の位置に静止させているとする。一個の粒子の運動に着目する。この粒子の速さが v の時に、その粒子の衝突によってピストンが受ける圧力(粒子がピストンに与える平均の力の大きさをピストンの面積で割ったもの)を求めなさい。

問2 次に壁からの距離 d の位置から外力によってピストンを常に一定の速さ v' でゆっくりと右に移動させたとする。速さ v の粒子が移動中のピストンに一回当たって跳ね返った時、この衝突による粒子の運動エネルギーの変化を求めなさい。

問3 問2において、ピストンを移動させ始めてから短い時間 Δt の間に粒子の運動エネルギーはどう変化するか、式を用いて述べなさい。ただし、 v' は v に比べて十分に小さいので v' の2乗以上の高次の項は無視してよいものとする。

問4 問3の結果を熱力学第一法則の観点から論じなさい。



$\leftarrow d \rightarrow$
 $x \rightarrow$

Ⅲ 次の文章を読んで、問1～4に答えなさい。

ある質量と電荷を持った粒子の真空中における運動を考える。重力の影響は無視できるものとする。

問題の解決に必要な物理量を表す記号はすべて各自が定義し、解答欄に明示しなさい。

問1 一定速度で運動している粒子について、その速度に対して垂直方向に一定の強さの磁場(磁界)をかけた。この時、粒子が受ける力の大きさと方向を答えなさい。

問2 問1の磁場がかかった状態で、粒子はどのような軌道を描くか説明しなさい。また、その軌道の特徴づける物理量とこれまでに与えられた物理量との間に成り立つ関係式を表しなさい。次に電荷の符号による軌道の違いを図示して説明しなさい。

問3 問2では磁場を粒子の速度に対して垂直にかけたが、磁場を粒子の速度に対して斜めにかけた場合、粒子の運動はどうなるかを述べなさい。また、その理由を定性的に説明しなさい。

問4 問3の場合、粒子の運動エネルギーが磁場によってどう影響されるか説明しなさい。また、その理由を述べなさい。