

物 理

第1問 長さ L の不透明な細いパイプの中に、質量 m の小球1と質量 $2m$ の小球2が埋め込まれている。パイプは直線状で曲がらず、その口径、及び小球以外の部分の質量は無視できるほど小さい。また小球は質点と見なしてよいとし、重力加速度を g とする。これらの小球の位置を調べるために次の二つの実験を行った。

I まず、図1-1に示したように、パイプの両端A、Bを支点a、bで水平に支え、両方の支点を近づけるような力をゆっくりとかけていったところ、まずbがCの位置まで滑って止まり、その直後に今度はaが滑り出してDの位置で止まった。パイプと支点の間の静止摩擦係数、及び動摩擦係数をそれぞれ μ 、 μ' (ただし $\mu > \mu'$) と記すこととして、以下の間に答えよ。

- (1) bがCで止まる直前に支点a、bにかかっているパイプに垂直な方向の力をそれぞれ N_a 、 N_b とする。このときのパイプに沿った方向の力のつり合いを表す式を書け。
- (2) ACの長さを測定したところ d_1 であった。パイプの重心が左端Aから測って l の位置にあるとすると、重心の周りの力のモーメントのつり合いを考えると、 d_1 を l 、 μ 、 μ' を用いて表せ。
- (3) CDの長さを測定したところ d_2 であった。摩擦係数の比 μ'/μ を d_1 、 d_2 で表せ。
- (4) 上記の測定から重心の位置 l を求めることができる。 l を d_1 、 d_2 で表せ。
- (5) さらに両方の支点を近づけるプロセスを続けると、どのような現象が起こり、最終的にどのような状態に行き着くか。理由も含めて簡潔に述べよ。

II 次に、パイプの端Aに小さな穴を開け、図1-2のようにそこを支点として鉛直に立てた状態から静かにはなし、パイプを回転させた。パイプが 180° 回転したときの端Bの速度の大きさを測ったところ、 v であった。端Aから測った小球1、2の位置をそれぞれ l_1 、 l_2 として以下の間に答えよ。(支点での摩擦および空気抵抗は無視できるものとする。)

- (1) v を l_1 、 l_2 、 g 、 L を用いて表せ。

(2) v を実験 I で得られた重心の位置 l の値を用いて表したところ、

$$v = L \sqrt{\frac{8g}{3l}}$$

であった。小球の位置 l_1, l_2 を l で表せ。ただし $l_1 \neq 0, l_2 \neq 0$ とする。

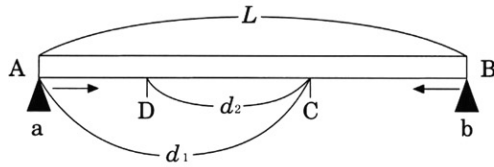


図 1 - 1

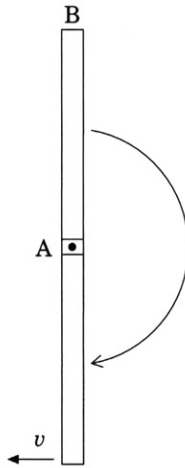


図 1 - 2