

振動に関連する物理現象は、身の回りにも多く存在する。たとえば、ブランコや吊橋は固有な振動数を持ち、共振と呼ばれる現象を通して振幅が大きくなることが知られている。振動や共振（共鳴）が無ければ携帯電話やテレビなどの無線通信は使えないし、オーケストラの豊かなハーモニーも聴くことができない。

問1 最初に振り子の運動について考えよう。重さの無視できるひもの先に、大きさの無視できる重さ  $m$  のおもりを取り付ける。ひもの支点における摩擦や空気の抵抗は無視できると考え、重力加速度の大きさを  $g$  とする。図1の様におもりを右側へ角度  $\theta$  のA点まで引き上げた後、静かに手を離して振り子を動かし始める。ひもの長さを  $L$ 、最下点0を位置エネルギーの基準の高さとする。A点でのおもりの位置エネルギーを角度  $\theta$  を使って示しなさい。次に、おもりが最下点0に達した時の速さを求めなさい。その後、振り子は左側のB点まで振れて一旦静止する。B点の基準点0からの高さを示しなさい。

問2 A点でのひもの張力  $T_A$  を求めなさい。次に、0点でのひもの張力  $T_0$  を求めなさい。0点では重力と、遠心力がおもりに働くことに注意すること。ただし、重さ  $m$  の物体が半径  $L$  の円周上を速さ  $v$  で回転している場合の遠心力の大きさは  $m v^2 / L$  で与えられる。得られた結果から、振り子が角度  $\theta = 0$  で静止している場合の張力  $m g$  と、 $T_A$ 、 $T_0$  の大小関係を議論しなさい。

問3 振り子の運動中に、ひもの長さ変化しておもりが移動する場合を考える。ただし、ひもの長さ変化量  $d$  は  $L$  に比べて十分小さいとする。A点で張力  $T_A$  に逆らっておもりが外側に  $d$  だけ移動する場合、おもりが失うエネルギーはいくらか  $T_A$  をつかって示すなさい。0点で張力  $T_0$  に引かれて内側へ  $d$  だけ移動した場合、おもりの得るエネルギーはいくらか  $T_0$  をつかって示しなさい。問2で調べた張力の大小関係から、ひもの長さを同じ距離  $d$  だけ変化させた場合、A点と0点ではどちらがおもりのエネルギー変化量が大きいかを説明しなさい。

問4 ブランコに乗って立ち上がったたり沈みこんだりすると、振れを大きくすることができる。この場合、重心の上下運動は振り子の長さ変化と同等とみなせる。問3の結果を参考にして、ブランコを漕ぐ運動を説明しなさい。また、どのようなタイミングで人が上下に動くと、うまくブランコを漕ぎ続けることができるかを説明しなさい。

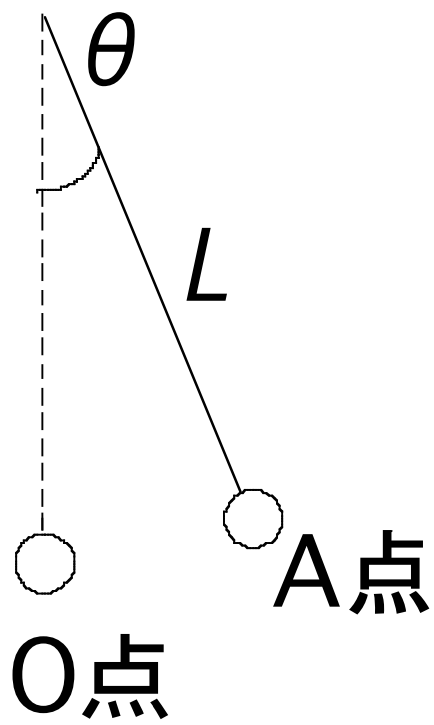


图1