

力学 中間試験問題 (2009.12.15)

1. 質量が無視できる長さ 60cm の細い一様な棒の真ん中 O に質量 20g のおもりを、棒の一端 A に質量 30g のおもりを、もう一端 B に質量 50g のおもりを取り付けた系を考える。おもりの大きさは無視できるものとする。

(1) この系の質量中心の場所はどこか。棒の一端 A からの距離で解答せよ。

棒の真ん中 O に、棒と直交する回転軸を取りつけて回転できるようにした。

(2) この系の回転軸のまわりの慣性モーメントを求めよ。

(3) 棒が回転軸のまわりを周期 2.0s で回転していた。回転の角速度と運動エネルギーを求めよ。

2. 質量 4kg の物体が x 軸上を運動する。物体の位置 x の単位を m (メートル) としたとき、ポテンシャルエネルギーは $U(x) = x^2 - 2x$ [J] で与えられる。

(1) $U(x)$ のグラフを書きなさい。

(2) 物体に働く力 $F(x)$ を求めよ。

(3) 物体が平衡状態にあるときの力学的エネルギー E_{mec} の値と物体の位置 x を求めよ。また、この平衡状態が安定か不安定か答えよ。

(4) 物体の力学的エネルギー E_{mec} が 15J とする。 $x = 1$ m の位置での物体の速度を求めよ。また、この物体が運動する x の範囲を求めよ。

3. 長さ l の細い棒の一端が点 O で固定され、回転できるようになっている。棒のもう一端に質量 M の小さな物体 A が固定されている。棒の質量は無視でき、運動によって変形しないとする。重力加速度は g とする。

(1) 鉛直下方と棒のなす角度を θ で表す。物体 A のポテンシャルエネルギーを θ の関数として求めよ。ただし、物体 A が支点 O の下方 P にあるときをポテンシャルエネルギーの基準点とする。

物体 A が点 P で静止していたとき、質量 m の小さな物体 B が水平方向から速さ v_0 で物体 A に衝突し、2 つの物体は合体した。衝突時の物体 B の速度の方向を x 軸の正の向きにとる。

(2) 合体直後の物体の速度、全運動エネルギーを求めよ。

(3) 物体 A が物体 B に及ぼした力積、物体 B が物体 A に及ぼした力積を求めよ。ただし、力積の符号は x 軸の正の向きを正とする。

(4) 衝突合体後、物体は P 点よりも h だけ高い点まで上昇したとする。衝突時の物体 B の速さ v_0 を求めよ。ただし、 $h < l$ とする。