

問題6 力学 (100点)

以下の問い(問1~問3)に答えよ。途中の式変形や論理の流れも書くこと。

問1 次の文を読んで、設問(1)~(2)に答えよ。

伸縮せず、自由に折れ曲がり、質量が無視できる一本のひもを摩擦の無い水平に固定された丸棒に架け、その一方の端に質量 m_A の物体 A を、他の端に質量 m_B の物体 B をつける(図1)。物体 A, B には鉛直下向きの重力(重力加速度の大きさは g) が作用する。丸棒は物体 A と物体 B が接触しないほど太く、またひもと二つの物体は丸棒の中心軸に垂直な一つの平面内で運動するものとする。

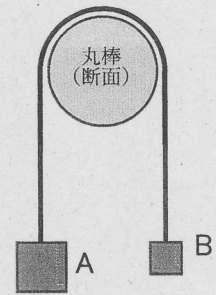


図1

- (1) 物体 A の運動方程式と、物体 B の運動方程式を書け。
- (2) $m_A = M + \Delta m$, $m_B = M - \Delta m$ (ただし, $0 < \Delta m < M$) の場合について、ひもから物体 A に働く力の大きさと向き、ひもから物体 B に働く力の大きさと向きを求めよ。

問2 次の文を読んで、設問(1)~(2)に答えよ。

摩擦の無い水平な床の上に質量 M の物体 A を置く。物体 A の上面は水平であり、その上に質量 m の物体 B を置く。物体 A と物体 B の間には摩擦力が働く。両物体は回転せずに水平に運動するものとする。時刻 $t=0$ に物体 A に速度 \vec{v} を、物体 B に速度 \vec{u} を与えて運動させた(図2a)ところ、時刻 $t=t_f$ に両者の速度がともに \vec{v} となった(図2b)。

- (1) $t=0$ から $t=t_f$ の間に物体 A および物体 B に作用した摩擦力の力積をそれぞれ \vec{I}_A, \vec{I}_B とする。 \vec{I}_A および \vec{I}_B を求めよ。さらに、物体 A から物体 B に作用する摩擦力と物体 B から物体 A に作用する摩擦力が作用反作用の関係にあることを用いて \vec{I}_A と \vec{I}_B の関係を述べ、これに基づいて \vec{v} を求めよ。
- (2) $t=0$ から $t=t_f$ の間に摩擦力が物体 A および物体 B にした仕事をそれぞれ W_A, W_B とする。 \vec{v}, \vec{u} をいろいろに変えても、 $|\vec{v} - \vec{u}|$ が不変であれば $W_A + W_B$ が不変であることを示せ。

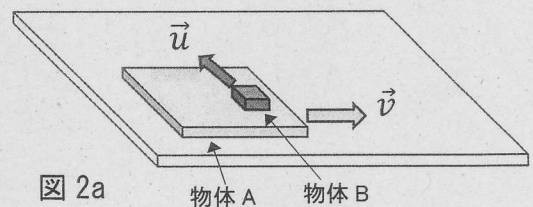


図2a

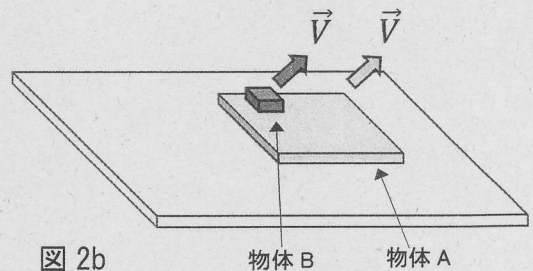


図2b

(次ページに続く)