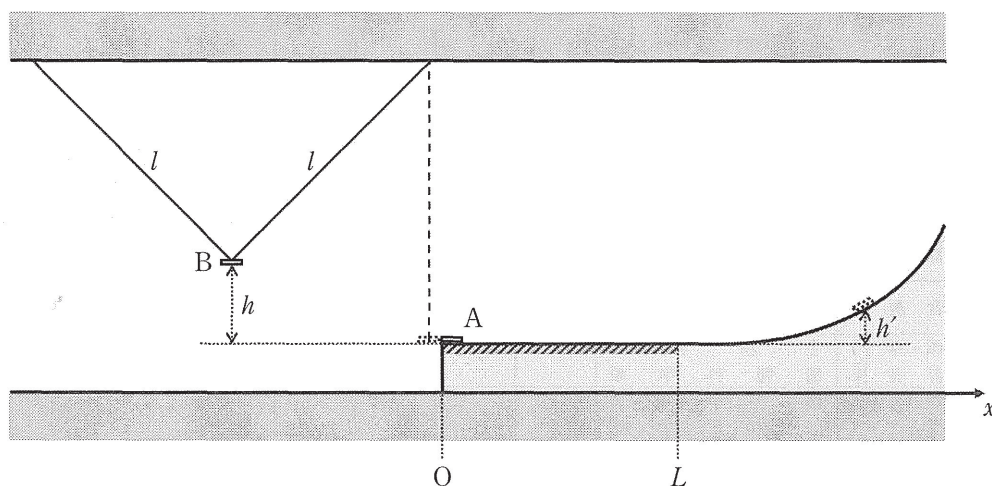


論述試験 (理科) 「物理学」

図のように、質量 m の小物体 A が、水平面と曲面からなる台の左端に、また、質量 M の小物体 B が、長さ l の二本の糸で天井からつり下げられ、台の水平面から高さ h の位置にあって、いずれも静止している。左側の糸を静かに切ると、右側の糸はたるむことなく、小物体 B は最下点で小物体 A に非弾性衝突し、小物体 A は台の上を右方向に運動して曲面上を滑り上がり、水平面から高さ h' の最高点に到達した。糸をつり下げた二地点と二つの小物体は一つの鉛直面内にあるものとし、小物体の運動は常にこの鉛直面内で起こるものとする。また、台は床の上に固定されているものとする。

台の左端を原点として水平方向に x 軸をとり、右向きを正とする。重力加速度の大きさを g 、二つの小物体間の反発係数を e 、また、台の水平面では $0 \leq x \leq L$ において一様な摩擦力が働くとし、動摩擦係数を $\mu (> 0)$ 、その他の面 ($x > L$) はなめらかであるとする。さらに、二つの小物体の質量比 $\frac{m}{M}$ を λ と表すこととする。糸の質量、小物体の大きさ、空気抵抗は無視できるとして、以下の問いに答えなさい。解答に至る考え方や計算の要点も記述すること。



問 1 右側の糸について、左側の糸を切る前の張力 S と切った直後の張力 T を M, g, h, l から必要なものを用いてそれぞれ表せ。

問 2 衝突直前の小物体 B の速度 V_0 を M, g, h から必要なものを用いて表せ。

問 3 衝突直後の小物体 A の速度 v を $v = aV_0$ 、衝突直後の小物体 B の速度 V を $V = bV_0$ と書くとき、 a, b を λ, e, g から必要なものを用いてそれぞれ表せ。ここに、 V_0 は、小物体 B の衝突直前の速度(問 2 のそれに同じ)を表す。

問 4 小物体 A が $x = L$ の地点を通過するためには、 h が十分な高さをもつことが必要である。天井、糸はそれぞれ必要なだけ高く、長くできるとして、高さ h に必要な条件を $h > c^2 \mu L$ と書くとき、 c を λ, e, g から必要なものを用いて表せ。ただし、 c は正とする。

問 5 h' と h の関係を $h' = p^2 h - q$ と書くとき、 p, q を λ, e, g, μ, L から必要なものを用いてそれぞれ表せ。ただし、 p は正とする。

問 6 衝突によって失われる小物体 A, B の力学的エネルギーを $|\Delta E|$ 、小物体 A が $x = L$ の地点を通過するまでに摩擦力が小物体 A にする仕事を W と表すとき、次の式が力学的エネルギーと仕事の関係を正しく表すよう、 $r_1 \sim r_4$ の値をそれぞれ 1, 0, -1 から選んで答えよ。

$$Mgh - mgh' = \frac{1}{2} r_1 mv^2 + \frac{1}{2} r_2 MV^2 + r_3 |\Delta E| + r_4 W$$

ここに、 v および V は、それぞれ小物体 A および小物体 B の衝突直後の速度(問 3 のそれぞれに同じ)を表す。