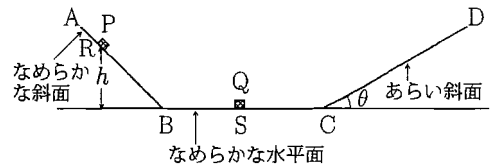


物 理 301 その 1

第1問 図のように、なめらかな水平面 BC の左側になめらかな斜面 AB がつながっており、また水平面の右側には水平面と角度 θ をなす動摩擦係数 μ' のあらい斜面 CD がつながっている。斜面 AB 上の水平面 BC からの高さ h の点 R に質量 m の小物体 P を、水平面 BC 上の点 S に質量 M の小物体 Q をおく。ここで、 $m < M$ であり、水平面 BC を位置エネルギーの基準の高さ 0 とする。空気抵抗は無視でき、重力加速度の大きさを g として、面 ABCD 上の小物体の運動について以下の問いに答えよ。



〔1〕 点 R から小物体 P を静かにはなした。P は斜面 AB から水平面 BC へ進み、BC 上の点 S で Q に一直線上の弾性衝突をした。

問 1 点 S で Q に衝突する直前の P の速度 u_0 を g と h を用いて表せ。

〔式と計算〕 力学的エネルギー保存則より

$$mgh = \frac{1}{2}mu_0^2 \quad \therefore u_0 = \sqrt{2gh}$$

答	$u_0 = \sqrt{2gh}$
---	--------------------

問 2 衝突直後の P の速度 U 、Q の速度 V 、およびこの衝突で Q が得た力学的エネルギー E_0 を m 、 M と u_0 を用いて表せ。

〔式と計算〕

運動量保存則より

$$mu_0 + M \cdot 0 = mU + MV$$

はねかすり係数が 1 だから

$$1 = -\frac{V-U}{0-u_0}$$

および

$$E_0 = \frac{1}{2}MV^2$$
 で計算する。

答	U	$\frac{m-M}{m+M}u_0$
	V	$\frac{2m}{m+M}u_0$
	E_0	$\frac{2m^2M}{(m+M)^2}u_0^2$

〔2〕 衝突後、Q はなめらかな水平面 BC 上を進み、C に達した。この時刻を $t=0$ とする。Q は C からあらい斜面 CD 上を進み、時刻 t_1 に C から距離 L の最高点に達し、速度が 0 となった。この間の Q の運動を考える。

問 3 $0 < t < t_1$ の時刻 t での Q の速度 v を V 、 g 、 θ 、 μ' と t を用いて表せ。また摩擦力の仕事率 P を v 、 M 、 g 、 θ と μ' を用いて表せ。

〔式と計算〕

$$Ma = -Mg \sin \theta - \mu' Mg \cos \theta$$

$$\therefore a = -g(\sin \theta + \mu' \cos \theta)$$

$$v = V + at$$

$$P = fv$$

答	v	$V - g(\sin \theta + \mu' \cos \theta)t$
	P	$\mu' Mg \cos \theta \cdot v$

問 4 時刻 t_1 および距離 L を V 、 μ' 、 g と θ を用いて表せ。また時刻 t_1 での Q の力学的エネルギー E_1 を L 、 M 、 g と θ を用いて表せ。

$$V + at_1 = 0 \quad \therefore t_1 = -\frac{V}{a}$$

$$0^2 - V^2 = 2aL \quad \therefore L = -\frac{V^2}{2a}$$

$$E_1 = K + U = 0 + Mg \cdot L \sin \theta$$

答	t_1	$\frac{V}{g(\sin \theta + \mu' \cos \theta)}$
	L	$\frac{V^2}{2g(\sin \theta + \mu' \cos \theta)}$
	E_1	$Mg L \sin \theta$

問 5 Q が最高点に達するまでの間に摩擦力のした仕事を W とする。 W を L 、 M 、 g 、 θ と μ' を用いて表した式 I、および W を E_0 と E_1 を用いて表した式 II を求めよ。

〔式と計算〕

$$W = \mu' Mg \cos \theta \cdot L \cdot \cos 180^\circ$$

$$E_0 = W + E_1$$

答	I	$-\mu' Mg L \cos \theta$
	II	$E_0 - E_1$

小 計	点
-----	---