

質量  $4m$  の直方体Aが水平な床に置かれている。Aの上面は水平で端に軽い滑車を取りつけられ、質量  $2m$  の物体Bと質量  $m$  のおもりCが軽い糸で結ばれ滑車にかけてられている。おもりCはAの側面に接触している。直方体の上面と側面は滑らかである。重力加速度の大きさを  $g$  として以下の間に答えよ。

(A)直方体 A と床の間に摩擦がある場合を考える。図 1 のように糸を張った状態で A, B, C を静止させ、静かにはなした。A は静止したまま B, C は動き出した。

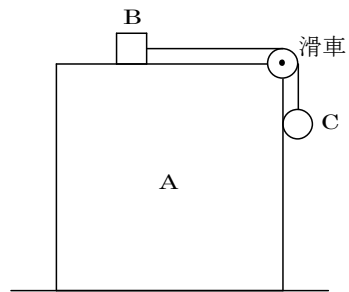


図 1

(1)物体 B の加速度の大きさ、糸の張力の大きさを求めよ。

(2)直方体Aに床から働く摩擦力の大きさと向きを求めよ。

(3)直方体 A が動かないためには、A と床との間の静止摩擦係数はいくら以上でなければならないか求めよ。

(B)直方体と床の間に摩擦がない場合を考える。図 2 の

ように A を一定の加速度  $\frac{g}{4}$  で右方向に動かす。糸を

張った状態で A に対して B, C を静止させ、静かにはなした。B は A の上面を、C は A の側面に接触したまま

動き出した。その後も A の加速度を右向き  $\frac{g}{4}$  に保つ

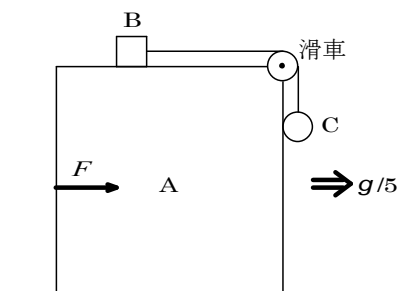


図 2

ように、A に水平な力  $F$  を加える。

この運動を直方体 A 上にいる観測者から考えよう。

(4)物体 B に働く慣性力の大きさと向きを求めよ。

(5)直方体 A 上で見た物体 B の加速度の大きさと、糸の張力の大きさを求めよ。

(6)おもり C が直方体 A の側面から受ける力の大きさを求めよ。

(7)直方体 A に加えている力  $F$  の大きさを求めよ。

(解説)力を確実に図に出来るようにすること。この問題で忘れやすいのは、滑車に糸から働く力である。(B)では、加速度運動をしている観測者から見て解く。この観測者から見た場合、質量  $m$  の物体には大きさ  $ma$  の慣性力が働くが、ここで  $a$  は物体の加速度ではなく、観測者の加速度であることに注意すること。向きも、観測者の加速度と逆向きである。

(1)物体 B, おもり C の加速度を  $a$ , 張力の大きさを  $T$  とする。B については水平方向, C については鉛直方向の運動方程式をつくる。

$$B: 2ma = T$$

$$C: ma = mg - T$$

この2式を解いて  $a = \frac{g}{3}$ ,  $T = \frac{2}{3}mg$  …(答)

(2)直方体 A に働く力は図1のようになる。ただし,  $R$  は床からの垂直抗力,  $f$  は床からの静止摩擦力,  $N_1$  は物体 B からの垂直抗力で, B の鉛直方向のつりあいより  $N_1 = 2mg$  である。おもり C は鉛直に落下するので, A の側面と C の間に水平方向の力は働かない。また, 滑車も A の一部であり, 滑車に糸から働く力を忘れないこと。A の水平方向のつりあいより

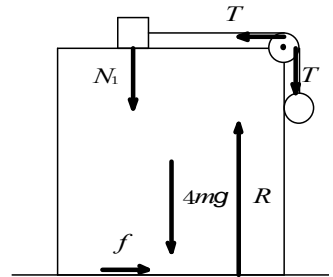


図 1

$$f - T = 0 \quad \therefore f = T = \frac{2}{3}mg \dots \textcircled{1} \quad \text{向きは右向き} \dots (\text{答})$$

(3)物体 A に働く垂直方向のつりあいより,  $R$  を求める。

$$R - 4mg - N_1 - T = 0$$

$$\therefore R = 4mg + N_1 + T = 4mg + 2mg + \frac{2}{3}mg = \frac{20}{3}mg \dots \textcircled{2}$$

A がすべらない条件は, 床との間の静止摩擦係数を  $\mu$  として, ①, ②式も用いて

$$f \leq \mu R$$

$$\frac{2}{3}mg \leq \frac{20}{3}\mu mg \quad \therefore \mu \geq \frac{1}{10} \dots (\text{答})$$

(4)物体 B, おもり C にはそれぞれ大きさ  $2m \times \frac{g}{4} = \frac{mg}{2}$ ,  $m \times \frac{g}{4} = \frac{mg}{4}$  の慣性力が左向きに働く。

B: 大きさ  $\frac{mg}{2}$  向き 水平左向き …(答)

(5)慣性力を含めて B, C に働く力は図2のようになる。ただし, 糸の張力を  $T'$ , B に働く直方体 A からの垂直抗力を  $N'_1$ , A の側面から C に働く垂直抗力を  $N'_2$  とする。A 上から見たときの B, C の加速度を  $a$  として B については水平方向, C については鉛直方向の運動方程式をつくる。(慣性力も含めているのだから, 必ず A 上から見た立場で考える。)

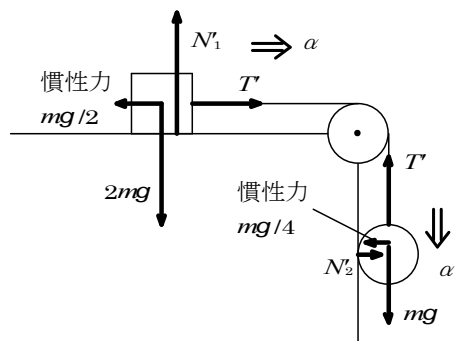


図 2

$$B: 2ma = T' - \frac{mg}{2}$$

$$C: ma = mg - T'$$

この2式を解いて  $a = \frac{g}{6}$ ,  $T = \frac{5}{6}mg$  …(答)

(6)直方体 A 上から見ると、おもり C は鉛直方向に落下している。ゆえに慣性力も含めて C に対する水平方向のつりあいを考える。

$$N'_2 - \frac{mg}{4} = 0 \quad \therefore \quad N'_2 = \frac{mg}{4} \quad \dots(\text{答})$$

(7)直方体 A 上から見て A に働く力は図 3 のようになる。慣性力は大きさ  $4m \times \frac{g}{4} = mg$  で左向きである。A 上の観測者から見て A は静止しているので、水平方向のつりあいより

$$F - mg - T' - N'_2 = 0$$

$$\therefore F = mg + T' + N'_2 = mg + \frac{5}{6}mg + \frac{1}{4}mg = \frac{25}{12}mg \quad \dots(\text{答})$$

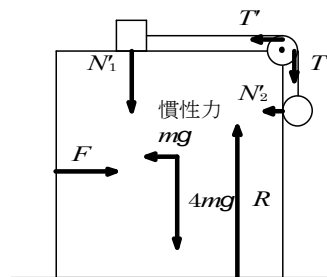


図 3