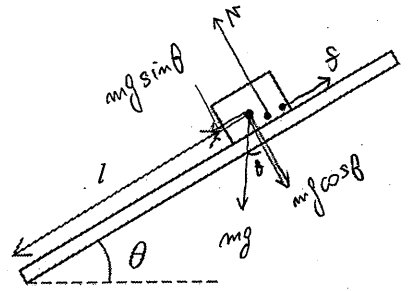


6/5 摩擦・運動方程式テスト予想問題 NANIGADE MASUKATOKIKUMAENIKOREWOYARIMASHO

1 リードα基本例題18 一部改変

水平な板の上に質量 m の物体を置く。板の端から物体までの距離は l である。物体と板との間の静摩擦係数を μ 、動摩擦係数を μ' 、重力加速度の大きさを g とする。



(1) 板をゆっくり傾けていって、角度が θ になったが、物体はすべり動かなかった。この時の物体に働く摩擦力の大きさ f と垂直抗力の大きさ N を求めなさい。

働く力は図のようになる。力のつり合いより、
 斜面垂直方向 $N - mg \cos \theta = 0$, $N = mg \cos \theta$
 水平方向 $mg \sin \theta - f = 0$ $f = mg \sin \theta$

(2) 角度が θ の時の最大摩擦力 (最大静摩擦力) の大きさはいくらか。

f_0 とすると、 $f_0 = \mu N = \mu mg \cos \theta$

(3) 角度を θ_1 にしてみると、物体は滑り下りた。

① 下線部に等号や不等号などの記号を書き入れなさい

② (静止摩擦力) \leq (最大摩擦力) なら、滑らない。
 ↓ 余事象です。

(注) もし、 θ_1 で静止するとは、 $\theta = \theta_1$ としたとき、(静止摩擦力) (最大摩擦力) が成り立っている。

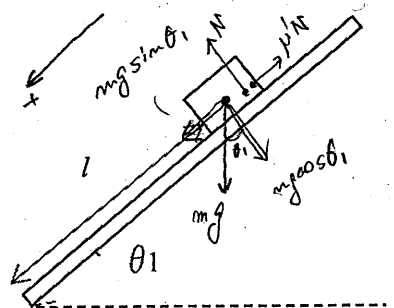
② 静止摩擦係数が満たすべき条件を、 θ_1 を用いて表しなさい。

①を参考に、 $\theta \rightarrow \theta_1$ だよ。 ②を参考に $\theta \rightarrow \theta_1$
 $mg \sin \theta_1 > \mu mg \cos \theta_1$
 $\Leftrightarrow \mu < \frac{\sin \theta_1}{\cos \theta_1} = \tan \theta_1$

だから、滑るかどうかは、静止摩擦力と、動摩擦力を別々に求めて、その大小を比較すればいいのです。

(4) 滑り降りている物体に働く垂直抗力と摩擦力はそれぞれいくらか。

働く力は図のようになる。
 斜面垂直方向のつりあから、 $N = mg \cos \theta_1$
 動摩擦力は、 $f' = \mu' N = \mu' mg \cos \theta_1$



(5) 滑り降りる物体について、運動方程式を立式せよ。

斜面を下る方向を正として、
 $ma = mg \sin \theta_1 - \mu' mg \cos \theta_1$

(6) すべり下りるときの加速度 a を求めよ

(5)より、 $a = (g \sin \theta_1 - \mu' g \cos \theta_1)$

(7) 板の端から l の所に物体が置かれていたとする。滑り降りた (板の端に達した) 物体の速さはいくらか。

物体は、等加速度運動をするので、等加速度運動の式 (変化台速いの③式を使う) 関係だよ。

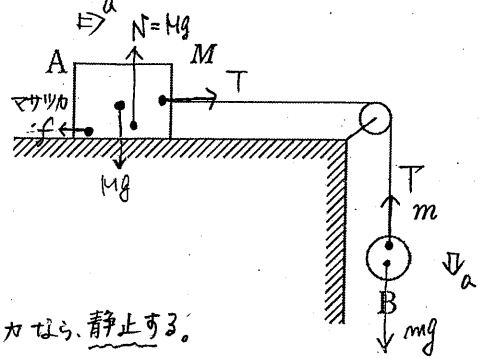
$v^2 - v_0^2 = 2ax$ だよ。

$v^2 = 2al$ だよ $\Rightarrow v = \sqrt{2gl(\sin \theta_1 - \mu' \cos \theta_1)}$

2 リードα基本問題 59 一部改変

水平面上に質量 M の物体 A を置き、糸をつけ、滑車を通して図のように質量 m のおもり B をつるした。次の問いに答えよ。ただし、重力加速度の大きさを g とする。

水平面の静止摩擦係数を μ 、動摩擦係数を μ' として、次の間に答えよ。



(1) この時、 A に働く静止摩擦力の最大値 (最大摩擦力)

はいくらか。物体に働く力は図のようになり、 A の鉛直方向の力のつり合いより、

$$N = Mg \quad f_0 = \mu N = \mu Mg$$

(2) 手を離れたとき、 B が下降したとする。 μ が満たす条件を求めなさい。

静止摩擦係数 > 最大摩擦力
 $f = T = mg > \mu N = \mu Mg$

あるいは (静止したとき)
 逆に、静止摩擦係数 ≤ 最大摩擦力なら、静止する。
 $f = T, T = mg$ より、

⇔ $\mu < \frac{m}{M}$

$mg \leq \mu Mg \Leftrightarrow M \geq \frac{m}{\mu}$ なら静止。逆に $M < \frac{m}{\mu}$ なら動く。

(3) A が滑り動き、 B が下降するとき、

① B の加速度の大きさはいくらか。

② 張力の大きさはいくらか。

運動方程式を立式すると、

$A: Ma = T - \mu' Mg$

$B: ma = mg - T$

$$(M+m)a = mg - \mu' Mg$$

$$a = \frac{m - \mu' M}{M+m} g$$

$$Mma = mT - \mu' Mmg$$

$$mMa = Mmg - MT$$

$$(M+m)T = (1+\mu')Mmg$$

$$T = \frac{Mm(1+\mu')}{M+m} g$$

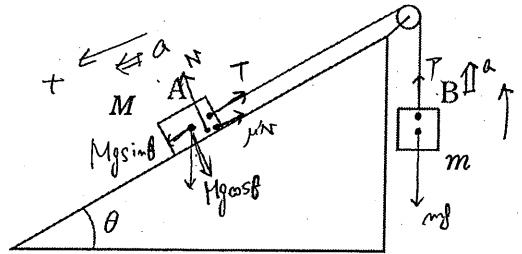
3 基本問題 61 一部改変

2 の条件はそのままに、 A と B を図のように配置した。

斜面と A の間の静止摩擦係数を μ 、動摩擦係数を μ' とする。 A が滑り動き、 B が上昇するとき、

(1) B の加速度の大きさを a 張力の大きさを T として、物体 A, B の運動方程式を立式しなさい。

(動き出す方向を正の方向とする。)



$$Ma = Mg \sin \theta - T - \mu' Mg \cos \theta$$

$$+) ma = T - mg$$

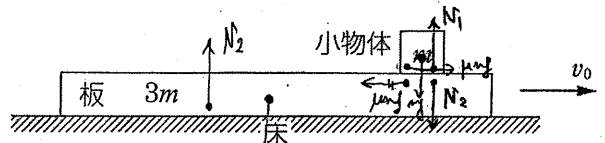
$$a = \left(\frac{M \sin \theta - m - \mu' M \cos \theta}{M+m} \right) g$$

(2) 加速度 a を求めなさい。

4 リードα基本問題 69 類題

右の図のように、質量 m の小物体が質量 $3m$ の大きな板の上のっている。小物体と板との間の動摩擦係数を μ とし、板と床との間の摩擦を無視する。時刻 $t=0$ において、板に右向き初速度 v_0 を与えると、小物体も同時に動き始めた。右向きを正の向きとし、重力加速度の大きさを g とする。以下、運動は床面に立って静止した立場から観測することにする。

注：床からみると、板も小物体も右向きに動く。



摩擦力は、板 \rightarrow 小物体 (向き) の順に考え、静止していたものが力の方向に動くことと (今は小物体) チェックするといふ。

(1) 小物体はどちら向きに運動するか。図の水平方向「左向き」か「右向き」で解答すること。

(2) 小物体に働く摩擦力の大きさと向きを答えなさい。

左向きに動くと思っただけ人は、板に対しての動きも考えてしまっているかも知れない。

μmg 右向き

(3) 板に働く摩擦力の大きさと向きを答えなさい。

μmg 左向き (まず、これを考えて)

機能的に逆向き

(4)(2)(3)を含む、すべての力を図に記入しなさい。 \Rightarrow 図参照

(5) 小物体の加速度 a を求めよ。

また、(6) 板の加速度 A を求めよ。

運動方程式を立てると、(右向きを正として)

$$ma = \mu mg$$

$$3mA = -\mu mg$$

$$a = \mu g$$

$$A = -\frac{\mu g}{3}$$

略解 詳細はこちら



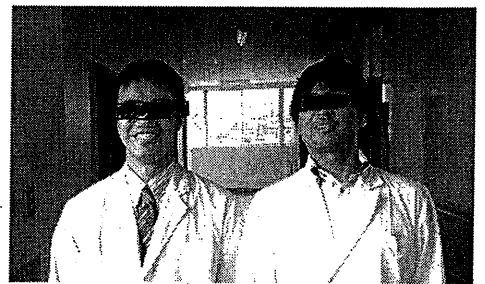
(6/2 金曜夜に UP)

1 (1) $N = mg \cos \theta$ $f = mg \sin \theta$ (2) $f_0 = \mu mg \cos \theta$

(3) ① $>$ ② $\mu < \tan \theta$, (6) $g(\sin \theta - \mu' \cos \theta)$

(7) $\sqrt{2gl(\sin \theta - \mu' \cos \theta)}$

2 (1) μMg (2) $\mu < m/M$ (3) $a = \frac{m - \mu M}{M + m} g$ $T = \frac{(1 + \mu) M m g}{M + m}$ 3 $\frac{M \sin \theta - m - \mu M \cos \theta}{M + m} g$



質問待ってるよ。

(7) 小物体が板に対して静止するまでの時間 t_1 を求めたい。次の空欄に適する語や文字式を書きなさい。

等加速運動から、 $v_0 = 0$ $a = \mu g$ より、

時刻 t_1 での小物体の速度 $v_{小}(t_1)$ を t_1 を用いて書くと、 $v_{小}(t_1) =$ (① $\mu g t_1$) である。

小物体が板に対して静止している状態では、小物体の速度は (② 板の速度 日本語) に等しい。

$$v_0 = v_0, \quad a = -\frac{\mu g}{3} \text{ より}$$

時刻 t_1 での (②) は t_1 を用いて、(③ $v_{板}(t_1) = v_0 - \frac{\mu g}{3} t_1$) と記述できる。

以上の事から、 $t_1 =$ (④) と計算できる。

$$\textcircled{1} \quad \mu g t_1 = v_0 - \frac{\mu g t_1}{3} \quad \text{であるはず、}$$

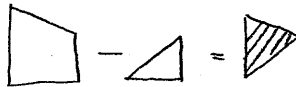
$$\frac{4}{3} \mu g t_1 = v_0$$

$$t_1 = \frac{3v_0}{4\mu g}$$

(8) 時刻 $t=0$ から t_1 までの間に小物体が板に対してすべる距離 l を求めたい。次の間に答えよ。

① 時刻 $t=0$ から t_1 までの間の $v-t$ グラフの概形をかきなさい。小物体と板の両方を1つのグラフにまとめてかくこと。

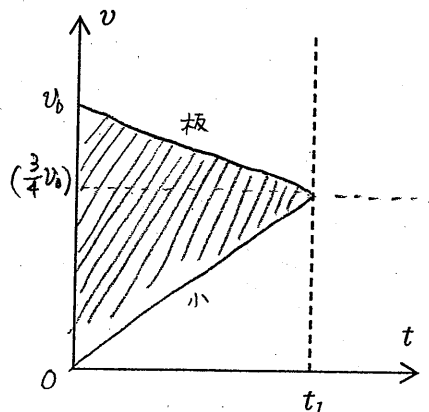
② 小物体が板に対してすべる距離 l を表す領域を斜線で図示しなさい。



③ l を求めなさい。

$$l = \frac{1}{2} \cdot v_0 \cdot t_1 \quad \text{= 角形の面積!!}$$

$$= \frac{1}{2} \times v_0 \times \frac{3v_0}{4\mu g} = \frac{3v_0^2}{8\mu g}$$



④ (1) 水平右向き (2) 水平右向き μmg (3) 水平左向き μmg (4) 略 (小物体に3つ、板に4つ) (5) μg (6) $-\mu g/3$

(7) ① $\mu g t_1$ ② 板の速度 ③ $v_0 - \mu g t_1/3$ ④ $3v_0/4\mu g$ (5) $3v_0^2/8\mu g$