

学籍番号

氏名

得点

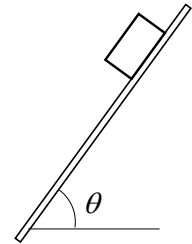
※重力加速度の大きさを g とする.

Q1: 図の様な板と質量 m のおもりの間の摩擦係数を調べたい. 水平から徐々に角度を増していったところ, おもりは角度 θ で滑り出した.

(1) 滑り出す直前の静止摩擦力の大きさを求めよ(10).

摩擦力の, 最も基本の問題の一つ.

$$F_{s\max} = mg \sin \theta$$



(2) 静止摩擦係数を求めよ(10).

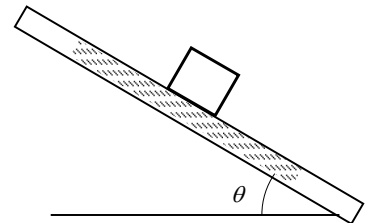
最大静止摩擦力の定義から,

$$F_{s\max} = mg \sin \theta = \mu_s mg \cos \theta \rightarrow \mu_s = \tan \theta$$

Q2: 図のように, 摩擦のある斜面上にブロックが置かれている. ブロックの質量は m , 静止摩擦係数は μ_s , 動摩擦係数は μ_k , 斜面の角度は θ である.

(1) はじめブロックは斜面上で静止している. ブロックに働く静止摩擦力の大きさを求めよ(10).

$F_s = mg \sin \theta$. 静止摩擦係数はこの問題とは無関係.



(2) ブロックを軽く押したところ, ブロックが動き出し, 下向きに加速度運動を始めた. このことから, 動摩擦係数の最大値について何がわかるか(10).

動摩擦係数は少なくとも $\tan \theta$ より小さい. なぜなら, 動摩擦力は $\mu_k mg \cos \theta$ で, これは重力の下向き成分 $mg \sin \theta$ より小さい. $\mu_k mg \cos \theta < mg \sin \theta \therefore \mu_k < \tan \theta$

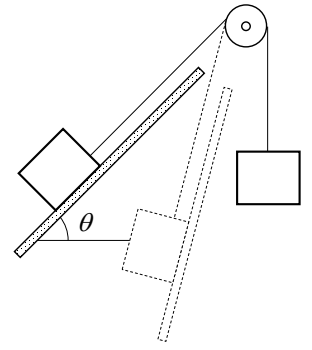
(3) ブロックの加速度の大きさを求めよ(10).

斜面方向の合力は下向きを正にとり $mg \sin \theta - \mu_k mg \cos \theta$. $F = ma$ なので, $a = g \sin \theta - \mu_k g \cos \theta$

(4) 次に, ブロックを勢いよく上向きに押し出したところ, ブロックは斜面を滑り上がった. 加速度の大きさを求めよ(10).

摩擦力の大きさは変わらない. 向きは逆になるので, $a = g \sin \theta + \mu_k g \cos \theta$. 「大きさ」を問われたときは解が正の量になるよう注意.

Q3: Q2 と同様, 板とおもりの間の静摩擦係数を調べたい. 今度は, 同じおもりを 2 個用意して, 図のように滑車を介してひもでつなぐ. おもりの 1 個を板にのせ, 垂直から始め, ひもと板が平行を保つよう板を水平に近づけて行く. すると角度 θ で滑り出した. 静摩擦係数を求めよ(10).



滑り出す直前は, 最大静摩擦力と $mg \sin\theta$ の合力が mg に等しい.

$$mg \sin \theta + \mu_s mg \cos \theta = mg$$

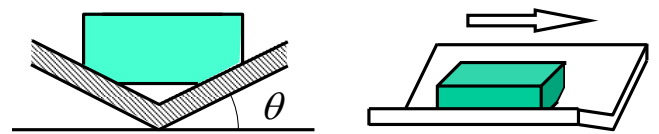
$$\mu_s = \frac{1 - \sin \theta}{\cos \theta}$$

Q4: 摩擦のある水平な床をブロックが滑る. 時刻 $t=0$ で速度が v_0 のとき, ブロックが静止する時刻を求めよ. 動摩擦係数を μ_k とする(10).

ブロックの質量が定義されていないが, これは適当に仮定する. 動摩擦力が $\mu_k mg$ で, 物体の加速度は $-\mu_k g$ と

わかる. 運動方程式を一階積分し, $v(t) = v_0 - \mu_k g t$. $v=0$ になる時刻は $t = \frac{v_0}{\mu_k g}$.

Q5: 図のように, 水平に設置された断面が角度 θ の V 字型のレールの上を質量 m の物体が滑っている.



(1) 面に働く垂直抗力の大きさを求めよ(10).

ヒント: 鉛直方向には動いていないので, 垂直抗力の上向き成分は重力とつり合う.

接触面に働く垂直抗力を N とすると, $2N \cos \theta = mg$. したがって, 抗力は片面あたり $N = \frac{mg}{2 \cos \theta}$.

(2) . 物体に働く摩擦力の大きさを求めよ. 動摩擦係数を μ_k とする(10).

動摩擦力は 2 面で $F_k = \mu_k \frac{mg}{\cos \theta}$. この系の面白いところは, θ が大きくなると摩擦力がいくらでも大きくできること.

「溝で摩擦を増やす」方法は, 様々な場面で活用されているので注意深く観察してみよう.