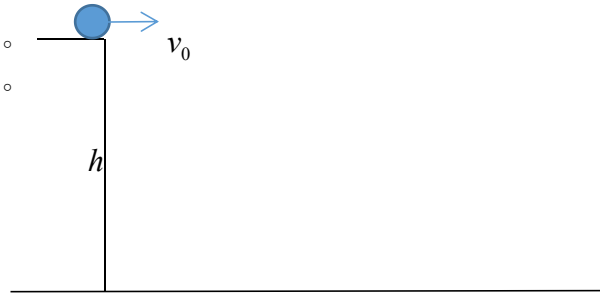


(問題 1)

図のように高さ h の台から球を初速 v_0 で水平向きに投射した。

- (1) 地面に達するまでの時間 t を求めよ。
- (2) 台から着地点までの距離 l を求めよ。



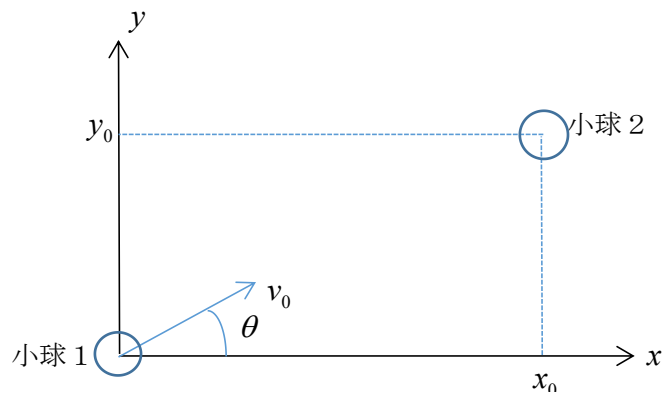
(問題 2)

小球 1 を原点 O から水平方向から

θ の向きに投射した。それと同時に、原点から

(x_0, y_0) の位置から小球 2 を落下させた。小球 1 が x_0 の位置に到達したとき、同時に小球 2 と衝突した。

- (1) 2 つの小球が衝突したするまでの時間を求めよ。
- (2) 小球 1 の高さ y_1 と小球 2 の高さ y_2 を求めよ。
- (3) θ を求めよ。

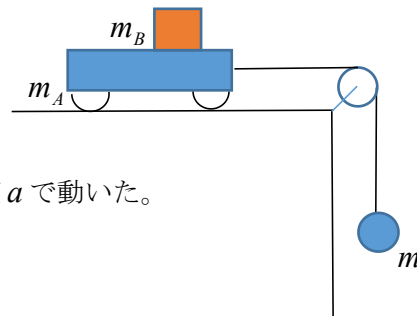


(問題 3)

図のように質量 $m_A > m_B$ の親子亀

が滑車を通した質量 m 小球と糸でつながっている。

- (1) $m = m_0$ のとき小球と親子亀は一定の加速度 a で動いた。
 a を求めよ。
- (2) $m = m'$ のとき m_B は m_A の上を滑り始めた。



m_A と m_B の間の最大静止摩擦係数 μ_0 を求めよ。

(2) $m = m''$ のとき, m_B は水平な台に対して加速度 $a' > 0$ で動き始めた。 m_A と m_B 間の動摩擦係数と m_A の加速度を求めよ。ただし $m_0 < m' < m''$ とする。

(問題 4)

エレベーターの天井に軽いばねばかりをつるし、質量 $m[\text{kg}]$ の物体をつるした状態でエレベーターを上昇させた。

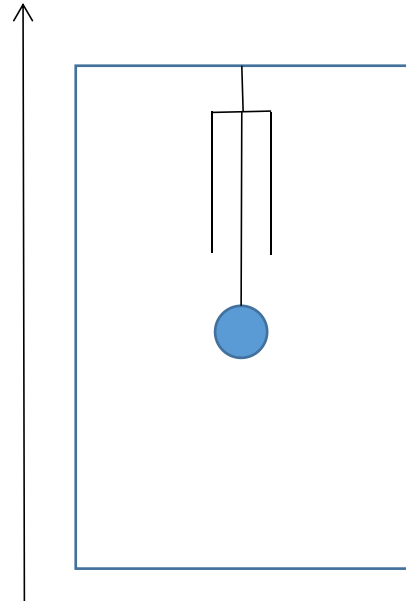
(1) ~ (3) の状態で, エレベーター内から見て物体が静止していたとするとばねばかりが示す目盛り $F[\text{N}]$

を求めよ。重力加速度の大きさを $g[\text{m/s}^2]$ とする。

(1) 上向きの加速度 (大きさ $a[\text{m/s}^2]$) で上昇中

(2) 等加速度

(3) 下向きの加速度 (大きさ $a[\text{m/s}^2]$) で下降中



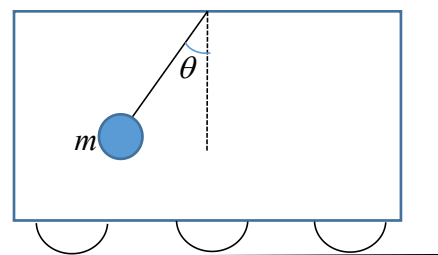
(問題 5)

図のように, 水平に等加速度運動する

電車の中で, 天上から質量 $m[\text{kg}]$ のおもり

をつるした軽い糸が鉛直に対して θ の角度で静止していた。このときひもがおもりを

ひく力の大きさ $S[\text{N}]$, および電車の加速度

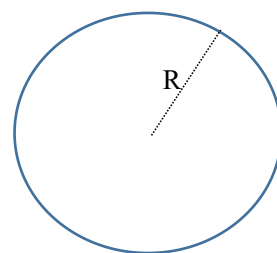


の大きさ $a[\text{m/s}^2]$ を求めよ。重力加速度の大きさを $g[\text{m/s}^2]$ とする。

(問題 6)

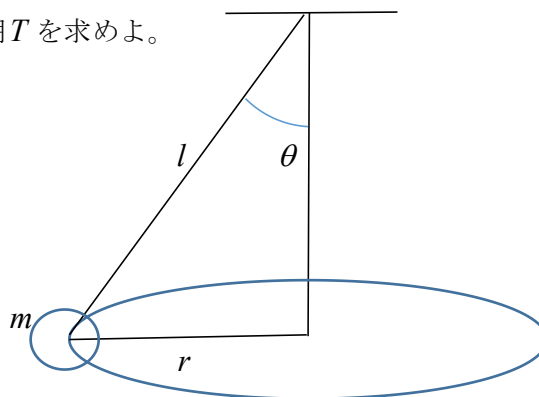
(1) 第 1 宇宙速度を求めよ。

(2) 第 2 宇宙速度を求めよ。



(問題 7)

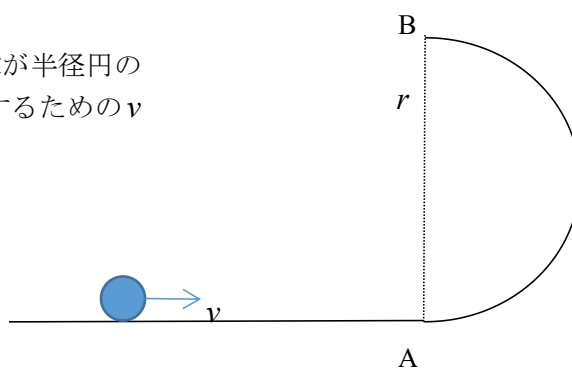
図のような円錐振り子の糸の張力 S と周期 T を求めよ。



(問題 8)

図のように水平方向に速さ v で進んでいる球が半径 r のループに向かっていて、球が点 B まで到達するための v

の最小値を求めよ。



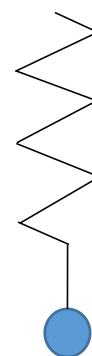
(問題 9)

自然長 l のバネに質量 m のおもりをつるしたところ

x_0 伸びて静止した。その後、おもりを自然長になるまで

手で支えてから離れたところ単振動を始めた。

単振動の振幅 A , 周期 T , 最大の速さ $v_{\max}$ を求めよ。



(問題 10)

点 O に固定した長さ $2r[m]$ の軽い糸に、質量 m の小球をつける。糸がたるまないように小球を水平の位置 A まで持ち上げ、静かに離す。小球が最下点 B を通る瞬間、糸は B の真上 $r[m]$ の距離の点 C にある釘に触れ、その後、小球は点 C を中心とする円運動をする。

(1) 小球が点 B を通るとき、小球の速さ $v_B[m/s]$ を求めよ。

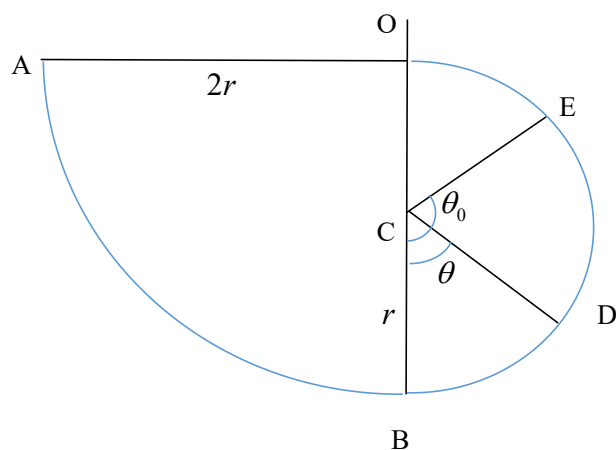
(2) 小球が点 B を通る直前の糸が小球を引く力の大きさ $T_{B1}[N]$ と

小球が点 B を通った直後の糸が小球を引く力の大きさ $T_{B2}[N]$ を求めよ。

(3) 小球が点 D を通るとき、小球の速さ $v_D[m/s]$ と糸が小球を引く力

の大きさ $T_D[N]$ を求めよ。

(4) 小球が点 E に達したとき、糸がたるんだとする。 $\cos \theta_0$ を求めよ。



(問題 11)

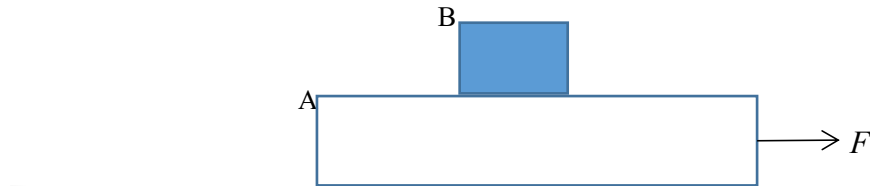
床の上に物体 A , B がのっている。 A と B の質量をそれぞれ M, m とし、 A と床の摩擦は無視できる。 A と B の間の静止摩擦係数を μ_0 , 動摩擦係数を μ' とする。 A を力 F で水平に引く。 右向きを正とする。

(1) F が小さいとき、 A と B は一体となって運動する。 このときの A の加速度 a , B にはたらく摩擦力の大きさ f を求めよ。

(2) F がある大きさ F_0 を超えると、 B は A の上を滑り始める。 F_0 を求めよ。

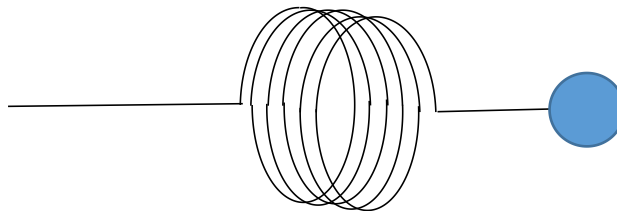
(3) F がある大きさ F_0 を超えると、 B は A の上を滑りだす。このときの A 、 B の加速度

a_A, a_B を求めよ。



(問題 1 2)

自然長 0.10m 、ばね定数 30N/m の軽いつる巻きばねの一端に質量 0.50kg の小球を取り付け、ばねの他端を中心として滑らかな水平面上で等加速度運動させた。このときの角速度が 6.0rad/s であった。ばねののび $x[\text{m}]$ を求めよ。

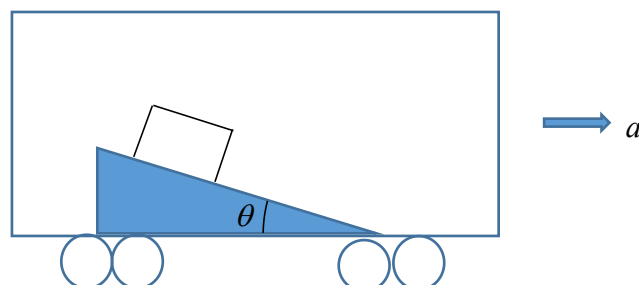


(問題 1 3)

図のように、電車内の水平な床の上に傾きの角 θ の滑らかな斜面を固定して置き、その上に台車を載せる。地面に静止した人から見た電車の加速度を $a[\text{m/s}^2]$ (右向きを正とする。)

(1) 車内の人から見たときの、台車の斜面方向の加速度 $a'[\text{m/s}^2]$ を求めよ。斜面下方を制とする。

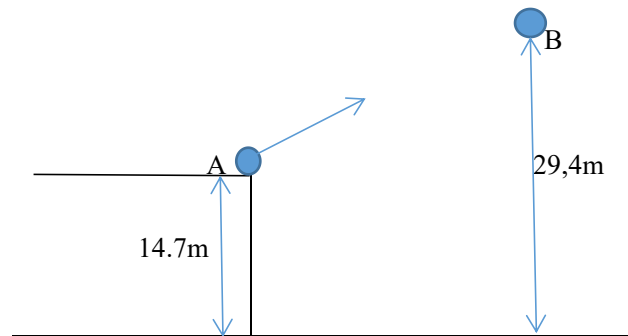
(2) 電車の加速度 a がある値 a_0 であったとき、車内の人から見て台車は静止しているように見えたとする。 $a_0[\text{m/s}^2]$ を求めよ。



(問題 1 4)

地上からの高さが 14.7m の点 A から、仰角 30° で小球を投げた。これと同時に、地上からの高さが 29.4m の点 B から、点 A から投げた小球と同じ初速度の大きさを鉛直下向きにもう 1 つの小球を投げ下したところ、地上の点 C に 2 つの小球が同時に落下した。

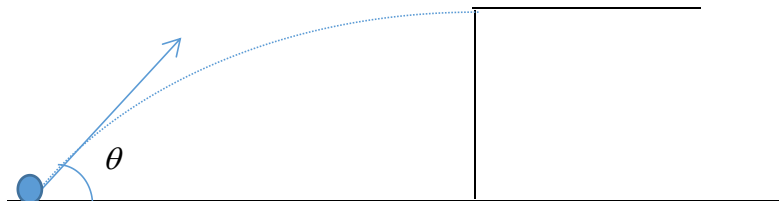
- (1) 点 A から投げた小球が点 C に達するまでの時間を求めよ。
- (2) 小球の初速度の大きさを求めよ。
- (3) 点 A と点 B は水平距離でいくら離れているか。



(問題 1 5)

図のように小球を放物運動させて、ちょうど最高点に達したとき、高さ H の台の上にのせたい。次の問いに答えよ

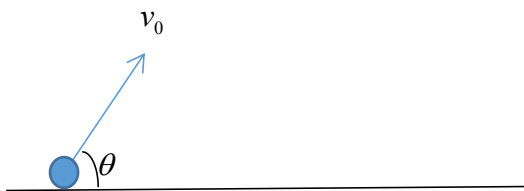
- (1) 小球が最高点に達するまでの時間を g, v_0, θ で表せ。
- (2) 最高点の高さが H に等しいことより、 H を g, v_0, θ で表せ。
- (3) (1)で求めた時間で水平方向に L だけ進むことにより、 L を g, v_0, θ で表せ。
- (4) (2),(3)より $\tan \theta$ を、 H, L で表せ。
- (5) このような条件を満たす初速度の大きさ v_0 を g, H, L で表せ。



(問題 1 6)

小球を水平から θ の角度で速さ $v_0[m/s]$ 投射した。次の問いに答えよ。重力加速度を $g[m/s^2]$ とする。

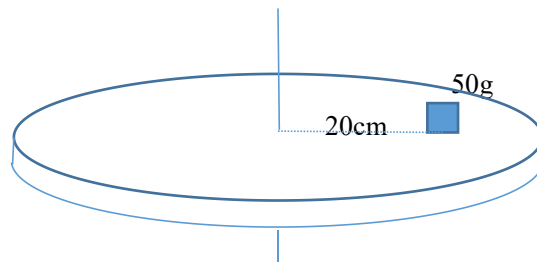
- (1) 最高到達点に達するまでの時間を求めよ。
- (2) 最高到達点までの高さを求めよ。
- (3) 飛距離を求めよ。
- (4) 最も遠くへ飛ばすためには θ がいくらであればよいか。



(問題 1 7)

図のように、水平面内で回転する円板上の、中心 O から 20cm だけ離れたところに、質量 50g の物体を置いた。円板の回転数を徐々に増やしていくと、1 分間に 30 回転を超えたときに物体は滑りだした。

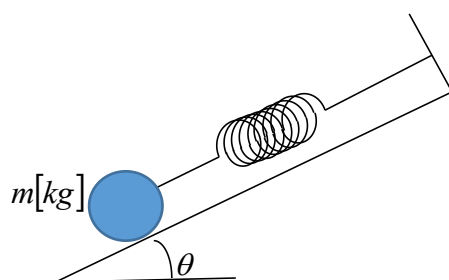
- (1) 滑りだす直前の物体にはたらく向心力の大きさはいくらか。
- (2) 物体と円板との間の静止摩擦係数はいくらか。



(問題 18)

図のように、傾きの角 θ のなめらかな斜面上にばね定数 $k[N/m]$ のばねの一端を固定し、他端に質量 $m[kg]$ の小球をつなぐ。小球は斜面の方向にそってのみ運動するとする。また、重力加速度の大きさを $g[m/s^2]$ とする。

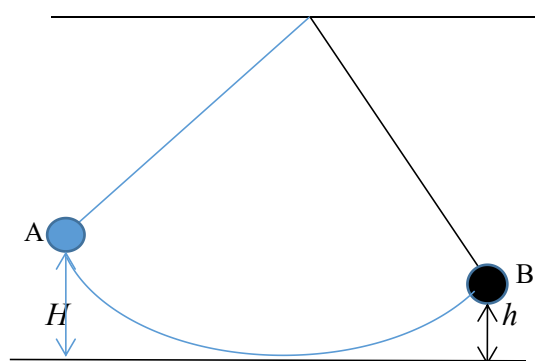
- (1) 小球が斜面に静止するときのばねの伸び $x_0[m]$ を求めよ。
- (2) ばねの伸びが $x[m]$ であるとき、小球にはたらく斜面方向の力 $F[N]$ を k, x, x_0 を用いて表せ。斜面下向きを正とする。
- (3) 小球を手で支え、ばねを自然の長さにしてから手をはなすと、小球は振動を始めた。このとき、振動の周期 $T[s]$ と、小球の速さの最大値 $v_{\max}[m/s]$ を m, k, x_0 を用いて表せ。



(問題 19)

軽い糸の先に質量 M のおもり A をつけて、長さ L の振り子を作る。同様に、軽い糸の先に質量 m のおもり B をつけて同じ長さの振り子を作り、最下点で A と B が接触するようにする。図のように、最下点から高さ H の位置で A を静かにはなすと、最下点で B に衝突し、A は静止して B が振れた。B はその後、最下点から高さ h の位置まで上がった。

- (1) 衝突直前の A の速さを求めよ。
- (2) 衝突直後の B の速さを求めよ。
- (3) このような運動になるには A と B の質量の比 $\frac{m}{M}$ はいくらでなければならないか。
- (4) A と B の反発係数を、 M, m を用いて表せ。

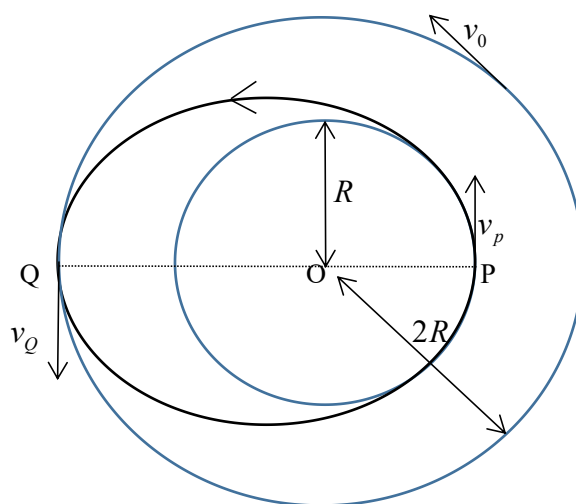


(問題 2 0)

地球 (中心 O , 半径 R) の表面の点 P から人工衛星を打ち上げ, 点 O を中心とする半径 $2R$ の円軌道ののせる。初め, 図の点 P と点 Q を通る楕円軌道にのせた後, 点 Q で瞬間的に速さを変化させて目的の円軌道に移す。この人工衛星の点 P での速さを v_p , 楕円軌道を動いているときの点 Q での速さを v_Q , 半径 $2R$ の円軌道上を動いているときの速さを v_0 とする。

(1) v_Q は v_p の何倍か。

(2) v_0 は v_Q の何倍か。



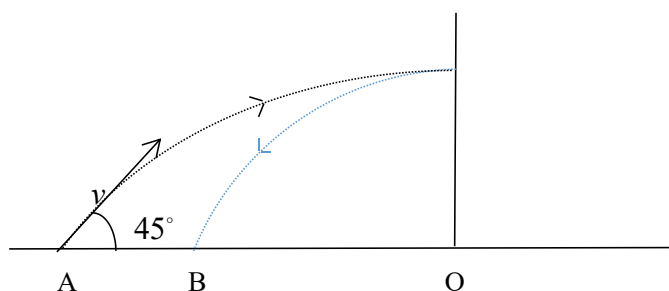
(問題 2 1)

図のように, 水平面上の点 A から仰角 45° , 速さ v でボールを投げたところ, 鉛直で滑らかな壁に垂直に衝突し, はね返って点 B に落下した。ただし $OB = \frac{2}{3}OA$ である。

(1) ボールを投げてから壁と衝突するまでの時間 t_1 と, 壁に衝突してから点 B に落下するまでの時間 t_2 の比, $t_1:t_2$ を求めよ。

(2) 点 A と壁との水平距離を, v, t_1 で表せ。

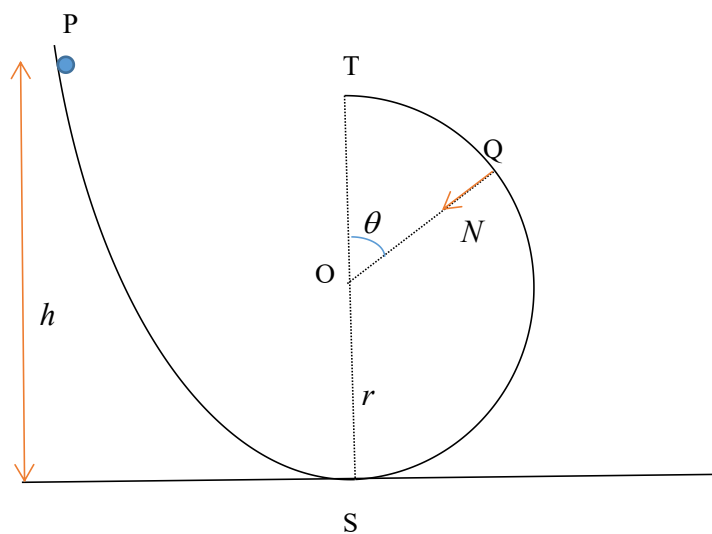
(3) ボールと壁との反発係数を求めよ。



(問題 2 2)

半径 r の内面のなめらかな半円筒が、縦断面 ST を鉛直にして固定され、下端 S に滑らかな斜面が続いている。斜面上、 S からの高さ h の点 P から、質量 m の小球を初速度 0 ですべらせる。

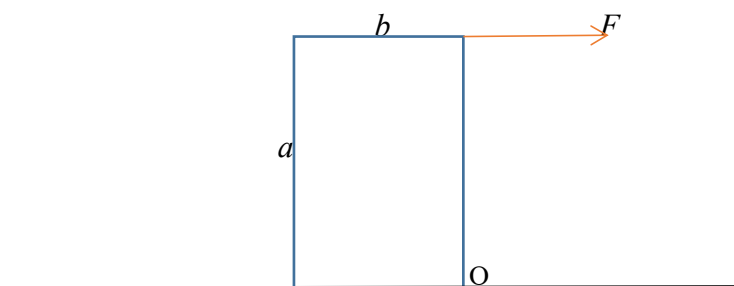
- (1) 小球が $\angle TOQ = \theta$ の点 Q を通る瞬間に面から受ける抗力 N の大きさを求めよ。
- (2) 小球が円筒の頂点 T を通るためには、 h はいくら以上でなければならないか。
- (3) $h = 2r$ のとき、小球は T の手前の点 E で面から離れ、放物運動に移る。放物運動の最高点 H の、 E からの高さ H を求めよ。



(問題 2 3)

水平面上に置いた図のような質量 m の一様な直方体の物体の右上の角に水平右向きの力を加え、その大きさ F を次第に大きくしていく。物体と水平面の間の静止摩擦係数を μ とする。

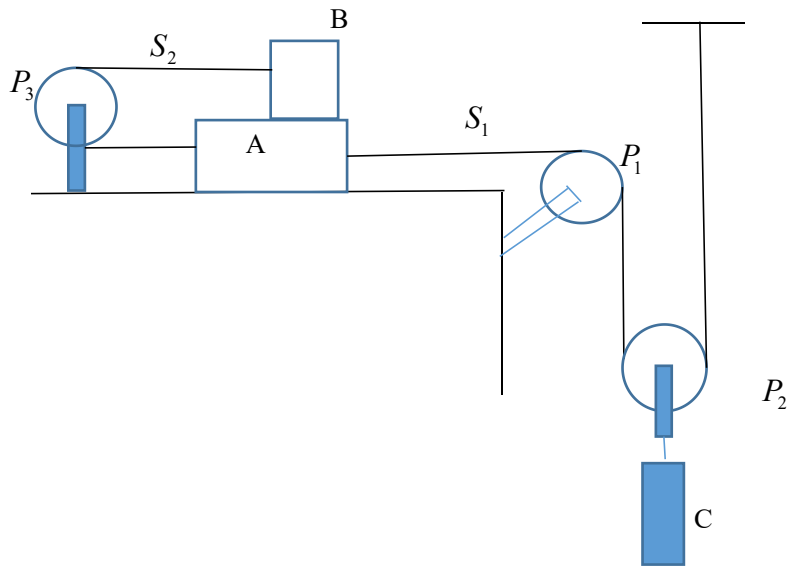
- (1) 物体が静止しているとき、抗力の作用点は点 O からいくらの距離か。
- (2) 物体が傾くより先に滑りだすとすれば、滑りだすのは F がどんな大きさを超えたときか。
- (3) 物体が滑りだすより先に傾いたとすれば、傾くのは F がどんな大きさを超えたときか。
- (4) 物体が傾くより先に滑りだす条件を示せ。



(問題 2 4)

図に示すように、なめらかな水平で床面に置かれた質量 m の物体 A の水平な上面に、質量 m の物体 B が置かれている。物体 A は、なめらかにまわる軽い定滑車 P_1 と動滑車 P_2 を通した伸び縮みしない糸 S_1 で天井と結ばれている。また、物体 A と物体 B は、なめらかなまわる軽い定滑車 P_3 を通した伸び縮みしない糸 S_1 で天井と結ばれている。また、物体 A と物体 B は、なめらかにまわる軽い定滑車 P_3 を通した伸び縮みしない糸 S_2 で繋がれている。物体 A と物体 B の間の静止摩擦係数を 0.4 、動摩擦係数を 0.2 とする。重力加速度の大きさを g とする。

はじめに、動滑車 P_2 に質量 M のおもり C をつけて静ずかに手を離したところ、物体 A 、物体 B はそのまま静止していた。



- (1) 糸 S_1 の張力の大きさ T_1 を, M, g を用いて表せ。
- (2) 糸 S_2 の張力の大きさ T_2 を, M, g を用いて表せ。
- (3) 物体 A, B は動き出さなかったことから, おもり C の質量 M はある値 M' より小さくなければならない。この M' を m を用いて表せ。

次に, おもり C を質量 $2m$ のおもりのかえて, 静かに手を離したところ, 物体 A、B は動き始めた。ここで, 物体 A が右向きに動く加速度の大きさを α とする。糸 S_2 でつながれた物体 B が左向きに動く加速度の大きさは同じく α となり, 糸 S_1 にかけてられている動滑車 P_2 につけたおもり C が下向きに動く加速度の大きさは $\frac{\alpha}{2}$ となる。

- (4) 物体 A, B 間の摩擦力の大きさを, m, g を用いて表せ。
- (5) 糸 S_1 の張力の大きさ T_1 を, m, g を用いて表せ。
- (6) 糸 S_2 の張力の大きさ T_2 を, m, g を用いて表せ。
- (7) 物体 A の加速度の大きさ α を g を用いて表せ。

(問題 2 5)

木星の第 1 衛星イオは、木星を中心とする半径 $4.2 \times 10^8 [m]$ の円軌道上を運動している。

イオの公転周期を $1.5 \times 10^5 [s]$ 、木星の半径を $7.1 \times 10^7 [m]$ 、万有引力定数を

$6.67 \times 10^{-11} [N \cdot m / kg^2]$ とし、木星の自転の影響は無視できるものとする。

(1) イオの面積速度は何 $[m^2 / s]$ か。

(2) 木星の質量は何 kg か。

(3) 木星表面における重力加速度の大きさは何 $[m / s^2]$ か。

(4) 地球上で周期 $1 [s]$ の単振り子を木星上に持っていくと、その周期は何 $[s]$ になるか。

地球上の重力加速度の大きさを $9.8 [m / s^2]$ とする。