

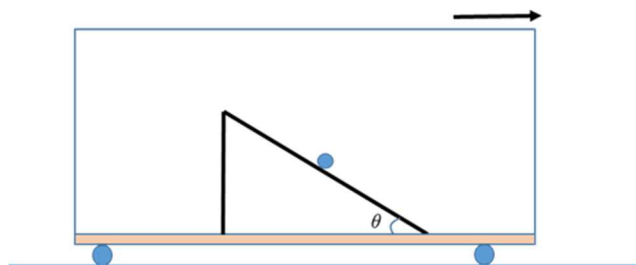
学籍番号 \_\_\_\_\_

氏名 \_\_\_\_\_

注意;宿題は2週間分。それぞれ提出日が違うので注意すること

問題 1. 水平面上の直線の上を運動している電車がある。

その中に図のように水平面と角  $\theta$  をなす斜面を作り、粗い斜面の上に小物体 A を置いた。重力加速度の大きさを  $g[m/s^2]$ 、斜面と小物体 A との静止摩擦係数を  $\mu$  として以下の問いに答えよ。



(1) 電車が等速度運動しているとき、A が斜面に対して相対的に静止するための  $\theta$  と  $\mu$  の関係を求めよ。

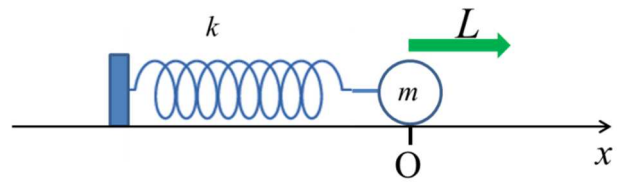
(2) 図に示した方向に電車が等加速度運動しているとする。加速度の大きさを  $a[m/s^2]$  ( $a > 0$ ) とすると、A が斜面を上るためには  $a$  はどのくらいの大きさでなければならないか。

(3) 図に示した方向に電車が等加速度運動している。加速度の大きさを  $a[m/s^2]$  ( $a > 0$ ) とすると、A が斜面に対して相対的に静止するための  $\theta$  と  $\mu$  と  $a$  の関係を求めよ。

問題 2. 微分方程式  $\frac{d^2x}{dt^2} = -\omega^2 x$  ( $\omega$  は定数)が  $x = C_1 \sin \omega t + C_2 \cos \omega t$  ( $C_1$  と  $C_2$  は初期条件によって定

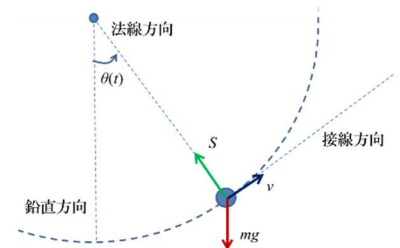
まる) という一般解を持つことを前提として問に答えよ。

- (1) バネ定数  $k$  [N/m]の質量が無視できるばねの一端は台に固定し、他端に質量  $m$  [kg] の質点をつけ、摩擦が無視できる水平な台の上に乗せる。質点をつり合いの位置から固定端の方向に距離  $L$  [m]だけ水平に引っ張り、静かに放した。(a)この質点の運動



方程式をたて、(b)それを解くことにより、振動の周期が  $2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$  [s]で与えられることを示せ。

- (2) 天井の一点から長さ  $\ell$  [m] の軽い糸を垂らし、その先に質量  $m$  [kg]の質点をつけ、鉛直面内で微小振動させる。ここで重力加速度の大きさを  $g$  [m/s<sup>2</sup>]とする。この単振り子の(a)運動方程式をたて、(b)それを解くことによ



り運動の周期が  $2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$  [s]で与えられることを示せ。

ヒント: 質点の速度を  $v$  [m/s]、回転角を  $\theta$  [rad]とすると、 $v = \ell \frac{d\theta}{dt}$  と書ける。また  $\theta \cong \sin \theta$  とみなせる。

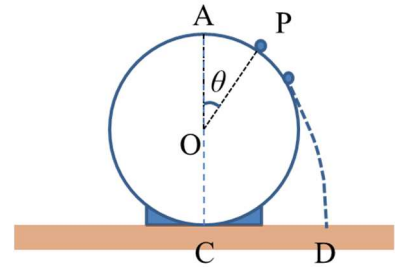
学籍番号 \_\_\_\_\_

氏名 \_\_\_\_\_

注意: 答えだけではなく求める式や考え方(論理)をきちんと書くこと。

問題1 半径  $R$ [m]のなめらかな球が水平な床に接した状態で固定されている。いま球の頂点  $A$  から質量  $m$ [kg]の質点  $P$  がゆっくりと滑り出した。以下では重力加速度の大きさを  $g$ [ $m/s^2$ ]とし、空気抵抗は無視できるものとせよ。

(1)質点  $P$  が球の表面にとどまっているとき、 $O$  を球の中心として  $\angle AOP$  が  $\theta$  となったときの  $P$  の速さ  $v$ [ $m/s$ ]を求めよ。



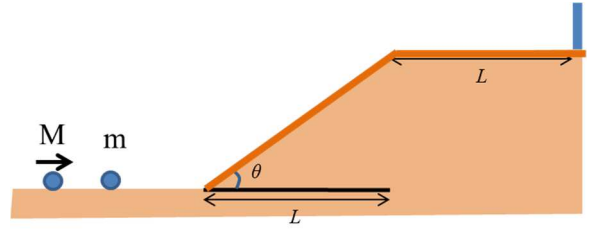
(2) 上記の状態のときの質点  $P$  が球から受ける垂直抗力の大きさを求めよ。

(3) (2)の答において、垂直抗力の大きさ  $0$  となる角度  $\theta$  を求めよ。これは質点  $P$  が球面から離れる地点を与えている。

(4) 質点  $P$  が球面から離れた時の速さを  $v$  [ $m/s$ ]、球面から離れて床に落ちるまでの時間を  $t$  [ $s$ ]として、 $P$  が床に落ちた場所  $D$  と、球の中心  $O$  の直下の床の上の点  $C$  との距離を答えよ。

問題 2. 質量  $m$ [kg]のボールを高さ  $H$ [m]のところで手を静かにはなし真下に落としたところ、床で跳ね返り、高さ  $h$ [m] ( $h \leq H$ )まで到達した。このことから、ボールと床の反発係数(はねかえり係数)の値を求めよ。ただし重力加速度の大きさを  $g$ [ $m/s^2$ ]とし、空気抵抗は無視できるものとする。

**問題 3.** 右図のようになめらかな水平面上にある質量  $M[\text{kg}]$  の小物体  $M$  に水平方向右向きに速度  $V[\text{m/s}]$  を与えて静止している質量  $m[\text{kg}]$  の小物体  $m$  に衝突させた。なお台と斜面はなめらかに接しており、空気抵抗は無視でき、重力加速度の大きさを  $g[\text{m/s}^2]$  とする。



(1) 小物体  $M$  と  $m$  との反発係数を  $e$  とする。衝突直後の小物体  $m$  の速度を求めよ。

(2) ここでは衝突直後の小物体  $m$  の速度を  $v[\text{m/s}]$  で表す。衝突後、小物体  $m$  は、図に示したような水平面と  $\theta$  の角をなす斜面を滑り上がった。この斜面の動摩擦係数を  $\mu'$  とする。小物体  $m$  が斜面を上がり、水平方向で  $L[\text{m}]$  先の台にあがるための  $v$  の条件を求めよ。

(3) ここでは小物体  $m$  が斜面を上がった直後の速度を  $v'[\text{m/s}] (> 0)$  で表す。(2)の後小物体  $m$  が  $L[\text{m}]$  先にある棒の直前で停止するための、台と小物体との動摩擦係数を求めよ。

(4) 斜面の上の台の動摩擦係数も斜面と同じ  $\mu'$  とし、小物体  $M$  と小物体  $m$  が弾性衝突するとする。小物体  $M$  を小物体  $m$  に衝突させ、小物体  $m$  を上の台の棒にあてるための  $V$  の条件を求めよ。

**問題 4.** 右図のように、長さ  $L[\text{m}]$  の伸び縮みしない軽いひもの一端を点  $O$  に固定し、他端には質量  $m[\text{kg}]$  の小球  $A$  をつけてつり下げ、点  $O$  の真下にある  $A$  に対して初速度  $v_0[\text{m/s}]$  を与える。  $A$  が円軌道を描くためには、 $v_0$  はどのような値でなければならないか、答えよ。ただし、重力加速度の大きさを  $g[\text{m/s}^2]$  とするし、空気抵抗は無視できるとする。

