

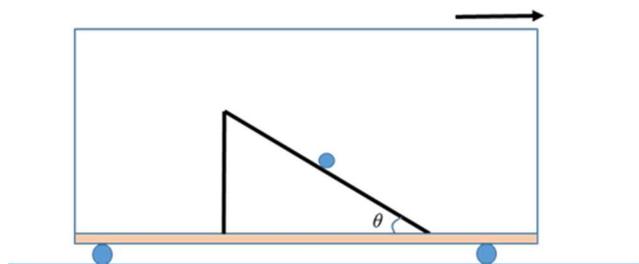
学籍番号 _____

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 θ 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 μ 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 θ と μ の関係を求めよ。

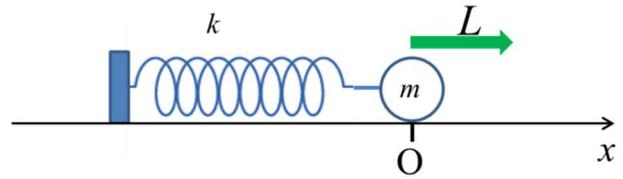
(2) 図に示した方向に電車が等加速度運動しているとする。加速度の大きさを $a[m/s^2]$ ($a > 0$) とすると、A が斜面を上るためには a はどのくらいの大きさでなければならないか。

(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 θ と μ と a の関係を求めよ。

問題 2. 微分方程式 $\frac{d^2x}{dt^2} = -\omega^2 x$ (ω 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

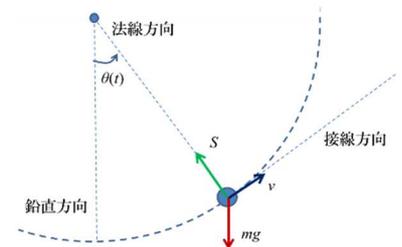
まる) という一般解を持つことを前提として問に答えよ。

- (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 ℓ [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/s²]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 θ [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。

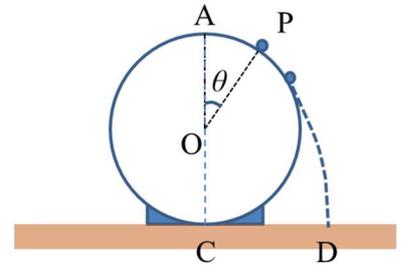
学籍番号 _____

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 θ となったときの P の速さ v [m/s]を求めよ。



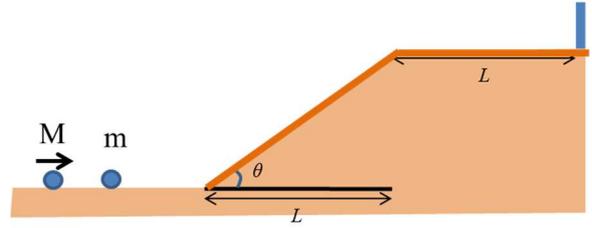
(2) 上記の状態のときの質点 P が球から受ける垂直抗力の大きさを求めよ。

(3) (2)の答において、垂直抗力の大きさ 0 となる角度 θ 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]のところを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 θ 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 μ' 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 μ' 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。

