

学籍番号 _____

氏名 _____

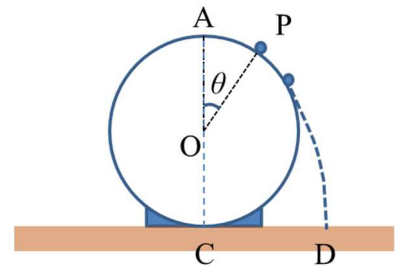
6

注意: 次週11月2日が大学祭のため休みなので、今回は量が多く締め切りが少し遅い

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. 教科書の例題12.3を読むこと。そしてこれに基づき、月の月面からロケットを打ち上げて月の引力圏から脱出させるために必要な最小の速さを求めよ。ただし、万有引力定数 $G=6.7 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$ 、月の質量 $M=7.3 \times 10^{22} \text{ kg}$ 、月の半径 $R=1.7 \times 10^3 \text{ km}$ とする。

問題2. 半径 $R[\text{m}]$ 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 $m[\text{kg}]$ 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 $g[\text{m/s}^2]$ 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 $v[\text{m/s}]$ を求めよ。

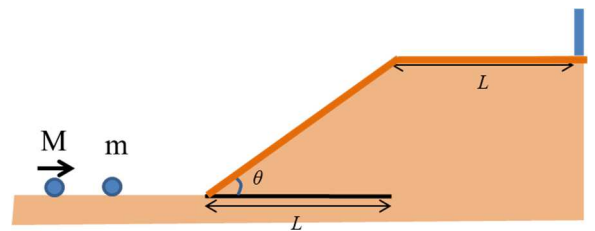
(2) 上記の状態のときの質点 P が球から受ける垂直抗力の大きさを求めよ。

(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 $v [\text{m/s}]$ 、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 3. 質量 $m[\text{kg}]$ のボールを高さ $H[\text{m}]$ 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 $h[\text{m}]$ ($h \leq H$) 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 $g[\text{m/s}^2]$ とし、空気抵抗は無視できるものとする。

問題 4. 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 velocity $V[\text{m/s}]$ 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。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。

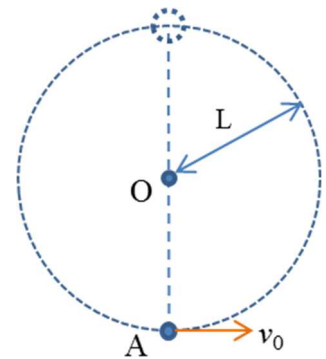
(3) ここでは小物体 m が斜面をあがった直後の速度を $v'[\text{m/s}]$ (> 0) で表す。(2)の後小物体 m が $L[\text{m}]$ 先にある棒の直前で停止するための、台と小物体との動摩擦係数を求めよ。

(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。

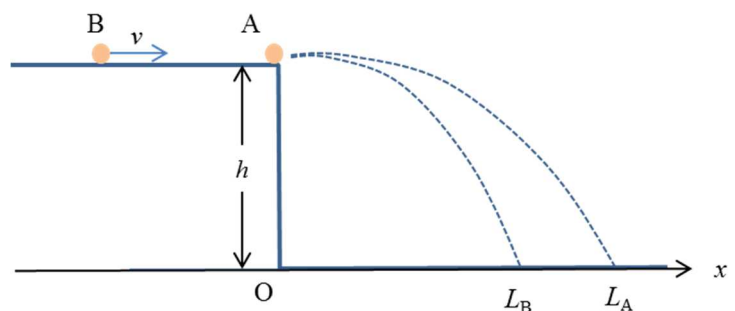
学籍番号

氏名

問題 5. 右図のように、長さ L [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 [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 [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 [m/s²] とする。



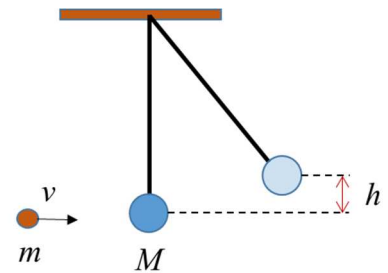
問題 6. 右図のように高さ h [m] の水平でなめらかな台の上に小球 A を置く。そして A に向かって小球 B を速さ v [m/s] で衝突させる。この後 A と B は台から水平に飛び出し、台の端の位置を原点とする x 軸上の水平面に落下した。このとき、 A と B は同じ鉛直面内を運動し、落下位置はそれぞれ原点から L_A [m], L_B [m] であったとする。重力加速度の大きさを g [m/s²]、空気抵抗は無視できるとする。



(1) 衝突後の A と B の速さをそれぞれ求めよ。

(2) A と B の衝突における反発係数の値を求めよ。

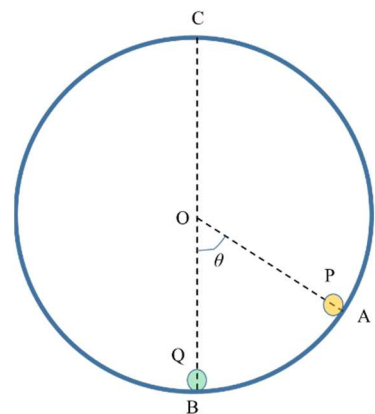
問題 7. 質量 M [kg]の砂袋が天井から軽く伸び縮みしない糸でつり下げられている。いま、水平方向から質量 m [kg]の弾丸を最下点に静止している砂袋に打ち込んだところ、弾丸は砂袋と一体となって図のように最下点から高さ h [m]のところまで上がった。ただし空気抵抗は無視できるものとし、重力加速度の大きさを g [m/s²]とする。



(1) 衝突直前の弾丸の速さを v [m/s]として、高さ h [m]を求めよ。

(2)最初に弾丸が持っていた力学的エネルギーと、衝突後に一体となった物体の力学的エネルギーには差がある。これについて説明せよ。

問題 8 右図は半径 r [m] のなめらかな円筒の鉛直断面の図である。円筒の中心点を O 、その真下の円筒内面の点を B 、その真上の円筒内面の点を C とする。また円筒内面の点 A は O 点と結んだ線 OA が OB と角 θ をなす点である。その A 点上に質量 M [kg]の質点 P が、点 B 上には質量 m [kg]の質点 Q がある。



質点 P と Q はともにこの平面内で運動する。ここで質点 P が静止状態から円筒にそって滑り落ちて質点 Q と完全弾性衝突した。

(1)質点 Q が O の真上の点 C に到達するための条件を、衝突後の質点 Q の速さを v として、 v, g, r を用いて表わせ。ただし以下では重力加速度の大きさを g [m/s²] として計算せよ。なお必要ならば、位置エネルギーの基準点を B 点 (の高さ) と考えよ。(ヒント: 点 C に到達したときの質点 Q の速さを求め、それを用いて C 点における遠心力が計算できる。この遠心力はどのような大きさでなければならないだろうか?)

(2) 上の条件を満たすためには、質点 P が初めにあった位置 A の条件(B 点からの高さ)を r, m, M を用いて表せ。