

# 中京大学工学部電気電子工学科

学科目	物理学	出題者	白井 英俊	試験日	2015年 6月 1日 月曜日 実施
注意事項	指定用紙と通信機能のない電卓、時計のみ持ち込み許可。解答の順番は自由。不正行為者に対しては、物理学の単位をFとする。				

本試験において、特に断りがない場合は、重力加速度の大きさを  $g[\text{m/s}^2]$  とする。

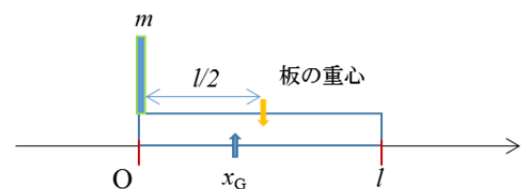
**問題1.** 火星の半径はおよそ  $3.4 \times 10^3 \text{ km}$ 、質量はおよそ  $6.4 \times 10^{23} \text{ kg}$  である。また、自転周期はおよそ 25 時間である。万有引力定数  $G = 6.7 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$  であることを用いて以下の間に答えよ。計算には、円周率  $\pi = 3.14$  を用いよ。計算式を書き、答は有効数字の桁数を考慮し、単位を明記すること。

- (1) 火星における重力加速度の大きさを求めよ。
- (2) 火星上で周期が2.0 sの単振り子を作りたい。この振り子の糸の長さを求めよ。
- (3) 火星の自転の角速度を求めよ。
- (4) 火星の赤道の地表面に置かれた質量 1.0kg の質点にはたらく「火星の自転による遠心力の大きさ」を求めよ。

**問題2** 右図のように、水平でなめらかな床の上に長さ  $l$  [m]、質量  $M$  [kg] の薄い板が静止しており、その板の左端に質量  $m$  [kg] の人が立っている。人の厚みは無視できるものとし、重力加速度の大きさを  $g[\text{m/s}^2]$  とする。

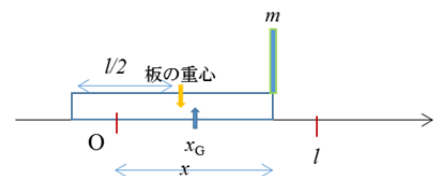


- (1) 板の左端を原点にとり、水平方向に  $x$  軸を取る（右向きを正とする）。このとき、板と人を一体とみなした時の重心の位置を次のようにして求めよ。ここで重心の位置が板の左端から  $x_G$  [m] の位置にあるとし、板の左端点まわりの力のモーメントを考える。(a) 人と板の質量による力のモーメントの和と、(b) 重心に「人と板の質量の総和」がかかっていると考えたときの力のモーメントを求め、(a)=(b) から板の重心の位置  $x_G$  を  $M, m, l$  で表わす。



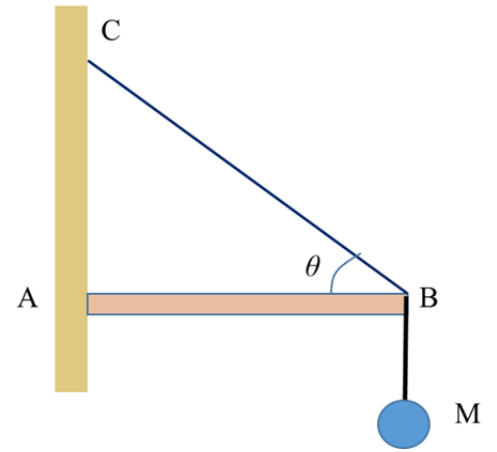
- (2) この人が板の上を板に対し相対的な速さ  $v[\text{m/s}]$  で右方向に歩いた。このとき板も動く。板が動く理由を述べ、板の速度の大きさと向きを求めよ。

- (3) この人が板の上を左端から右端まで静かに移動した時、この人は床に対してどれだけ進んだことになるか？（ヒント：人が床に対して進んだ距離を  $x[\text{m}]$  として移動後の「人と板からなる系」の重心の位置を  $x$  を用いて求め、それが(1)の値と等しいことを用いる）



工 学部 電気電子工学科	年	番号						名前		点数	
--------------	---	----	--	--	--	--	--	----	--	----	--

**問題3.** 長さが  $l$  [m] で質量  $M$  [kg] の一様な棒 AB の A 端を鉛直な粗い壁面に押し当て、B 端を軽く伸び縮みしない糸で結び、糸の他端を C 点に固定した。ここで B 端に質量  $M$  [kg] のおもり  $M$  を吊り下げたところ、棒は A 点で壁に垂直な姿勢を保ち、糸と棒とのなす角は  $\theta=30^\circ$  となった。重力加速度の大きさを  $g$  [m/s<sup>2</sup>] として以下の間に答えよ。



(1) 棒にかかる力のつり合いの式を、水平方向と鉛直方向に分けて書け。ただし、糸の張力の大きさを  $T$  [N]、A 点での摩擦力の大きさを  $f$  [N]、垂直抗力の大きさを  $N$  [N] で表す。

(2) (1)の記号を用いて、A 点まわりの力のモーメントの釣り合いの式を書け。

(3) (1), (2)の結果から、糸の張力の大きさ  $T$ 、A 点の垂直抗力の大きさ  $N$ 、摩擦力の大きさ  $f$  をそれぞれ求めよ。(注意: 答には数値以外に、 $l, M, g$  中の適切な記号だけを用いよ)

(4) おもり  $M$  の吊り下げ位置を B 点から A 点の方にゆっくり移動させたところ、B 点から距離  $x$  [m] の位置で棒の A 端が滑り始めた。壁と棒との最大静止摩擦係数を  $\mu$  とする。またここでも糸の張力の大きさを  $T$  [N]、A 点での垂直抗力の大きさを  $N$  [N] で表すとする (注意: (1)の値とは異なる。)。注意: (c), (d)は答だけではなくそれを導く計算式 (と簡単な説明) も書くこと

(a) 棒にかかる力のつり合いの式を、水平方向と鉛直方向に分けて書け。

(b) B 点まわりの力のモーメントの釣り合いの式を書け。

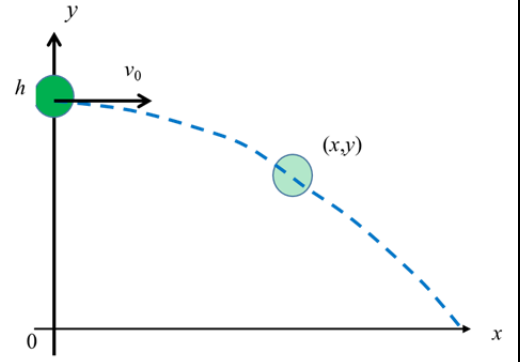
(c)  $l, M, g, \mu, x$  中の適切な記号を用いて  $T$  と  $N$  の値を表わせ。

(d)  $x$  を求めよ。ただし、この答には数値以外に、 $l, \mu, g$  中の適切な記号だけを用いよ。

**中京大学工学部電気電子工学科**

学科目	物理学	出題者	白井 英俊	試験日	2015年 6月 1日 月曜日 実施
注意事項	指定用紙と通信機能のない電卓、時計のみ持ち込み許可。解答の順番は自由。不正行為者に対しては、物理学の単位をFとする。				

**問題4.** 右図のように、時刻  $t = 0$  において質量  $m$  [kg] の小物体を地表  $h$  [m] の高さの点から速さ  $v_0$  [m/s] で水平方向に投げた。この小物体が地表に落ちるまでの運動を問う。ただし、地面に平行に  $x$  軸、垂直に  $y$  軸をとって小物体の位置を表す。



注意: (2)以降は答だけではなくそれを導く計算式(と簡単な説明)も書くこと

(1) 空気の抵抗が、小物体の質量と速度の積に比例するものとする(空気抵抗の比例係数を  $k$  とする)。時刻  $t \geq 0$  における運動方程式を答えよ。つまり、運動の  $x$  成分と  $y$  成分、それぞれの運動方程式を答えよ。(ヒント: 運動方程式は「質量×加速度=外力の和」)

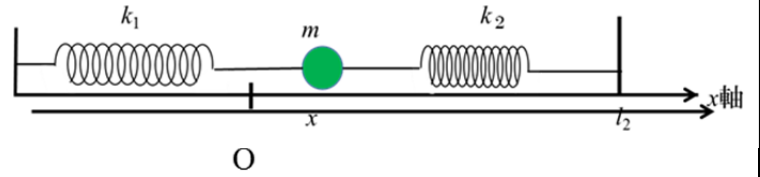
(2) 時刻  $t \geq 0$  におけるこの物体の速度を表す式を求めよ。つまり、速度の  $x$  成分  $v_x$  と  $y$  成分  $v_y$ 、それぞれの式を求めよ。

(3) この物体の時刻  $t \geq 0$  における  $x$  軸方向の位置を表す式を求めよ。

(4)  $h$  がとても大きい場合は地表面に落ちることなく運動が続く。その状況において、とても長い時間がたった時の速度(終速度)を求めよ。

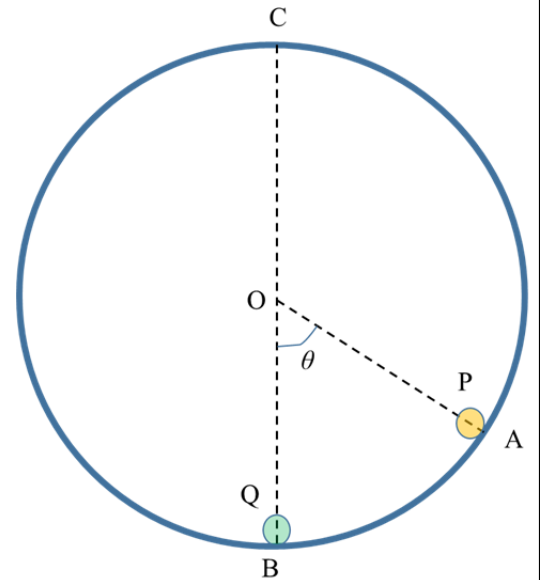
工 学部 電気電子工学科	年	番号	.....	.....	.....	.....	.....	名前	.....	点数	.....
--------------	---	----	-------	-------	-------	-------	-------	----	-------	----	-------

**問題5** 自然長がそれぞれ  $l_1, l_2$ 、バネ定数が  $k_1, k_2$  の2本のばねにより右図のように質点をはさんで接続する。質点はなめらかな水平面に置かれており、質点が原点  $O$  にあるときは2本のばねはともに自然長である。水平面上、質点の運動方向に  $x$  軸を設定する。はじめ質点は原点  $O$  の位置にあり、どちらかのばねの方に押しやることで原点を中心とした微小振動をする。



- (1) この質点が位置  $x$  にあるときの運動方程式を書け(ヒント：運動方程式は「質量×加速度=外力の和」)
- (2) この質点は単振動する。その周期を答えよ。

**問題6.** 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  $\theta$  をなす点である。



その点  $A$  上に質量  $M$  [kg] の質点が、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。以下では重力加速度の大きさを  $g$  [ $m/s^2$ ] 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。

- (1) 衝突直前の  $P$  の速さ  $V$  を、 $M, g, r, \theta$  のうち適切なものを用いて表わせ。
- (2) 衝突直前の  $P$  の速さを  $V$  とする。衝突後の質点  $Q$  の速さ  $v$  を  $M, m, V$  を用いて表わせ。
- (3) 点  $Q$  が円筒にそって運動し、 $O$  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(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?)
- (4)  $\theta = \pi/2$  とする。質点  $Q$  が円筒にそって運動し、 $O$  の真上の点  $C$  に到達するためには、 $M$  と  $m$  はどのような関係でなければならないか、答えよ。

## 中京大学工学部電気電子工学科

学科目	物理学	出題者	白井 英俊	試験日	2015年 6月 1日 月曜日 実施
注意事項	指定用紙と通信機能のない電卓、時計のみ持ち込み許可。解答の順番は自由。不正行為者に対しては、物理学の単位をFとする。				