

中京大学試験問題・解答用紙

学科目	物理学(力学)	出題者	白井 英俊	試験日	2016年 5月 30日 月曜日 1限実施
試験持込の可否	一切の持込不可 注意:字は丁寧にきれいに書くこと。判読困難な場合は採点対象としない。説明や計算式を書くこと				

問題 1. 右図のように、なめらかな鉛直壁に、長さ l [m] のはしごがたてかけてある。はしごは細く、重さは一様で、質量は M [kg] である。床とはしごの静止摩擦係数を μ 、点 P をはしごと床との接点、点 Q をはしごと壁との接点とし、 $\angle QPO = \theta$ とする。

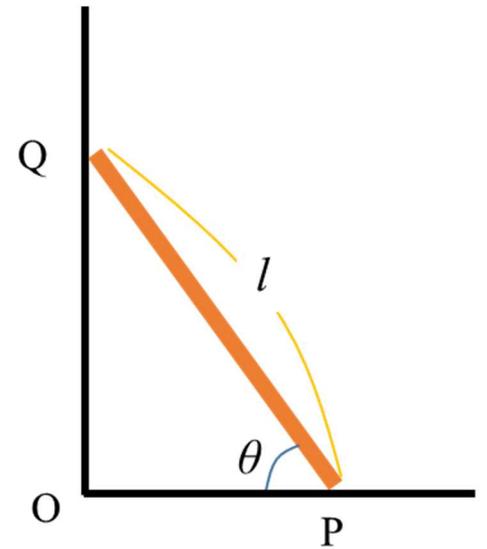
重力加速度の大きさを g [m/s²]、空気の抵抗は無視できるものとして、以下の問いに答えよ。

(1) はしごにはたらく力をすべて図に書き入れよ。ただし、力の向きを矢印で表し、重力には W 、摩擦力には F_1 、 F_2 …、垂直抗力には N_1 、 N_2 …という記号を使用すること。また、はしごにはたらく重力ははしごの重心を作用点とするものとする。

(2) (1) で記した記号を用いて、水平方向の力のつり合いの式を書け。

(3) (1) で記した記号を用いて、鉛直方向の力のつり合いの式を書け。

(4) (1) で記した記号を用いて、 P 点のまわりの力のモーメントのつり合いの式を書け。



これ以降の問題では、 OP の距離は $\frac{3}{5}l$ [m]とする。

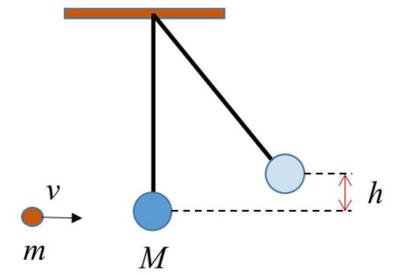
(5) $\sin\theta$ と $\cos\theta$ の値をそれぞれ数値で表せ (ただし分数のままで良い)。

(6) はしごの上端 Q が壁から受ける垂直抗力の大きさと、はしごの下端 P が床から受ける垂直抗力の大きさを、単位も含めてそれぞれ求めよ。 M, g, l, μ から適切な記号を選んで答えること。注意: θ を用いずに答え、分数のままで答えて良い。

(7) はしごがすべらないためには静止摩擦係数 μ はどのくらいの大きさでなければならないか、その条件を数値でもとめよ。(ただし分数のままで良い)

工 学部	電気電子工 学科	年	番 号	氏 名	採 点
------	----------	---	--------	--------	--------

問題 2. 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。

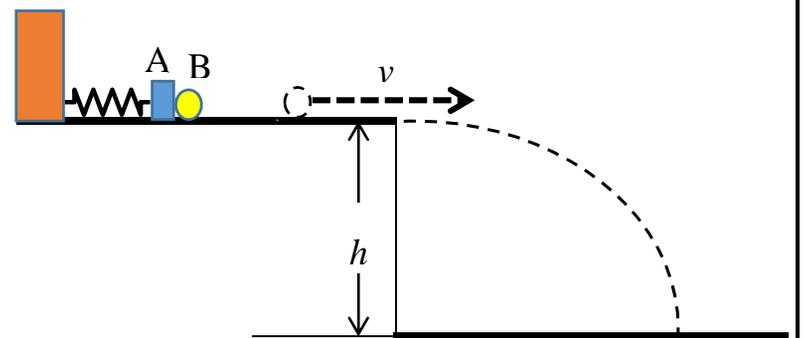


(1) 衝突直前の弾丸の速さを v [m/s] として、高さ h [m] を求めよ。

(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 3. 一定の加速度 α [m/s²] で x 軸上を運動する質点を考える。時刻 0 s の時の位置を x_0 [m]、速度を v_0 [m/s] とし、時刻 t [s] のときの位置を x [m]、速度を v [m/s] とすると、 $v^2 - v_0^2 = 2\alpha(x - x_0)$ が成り立つことを示せ。注意：公式として記憶している者もいるかもしれないが、これはより根本的な事柄から公式を証明する、という問題である。

問題 4. 図のようにバネ定数 k のバネに質量 M の板 A をとりつけ、この板に質量 m の小球 B を接触させる。板 A に小球 B を接触させたままバネを自然長から長さ l だけ縮ませてから放すと、小球 B はバネが自然長になったところで板から離れ、なめらかな水平面をすべり、 h だけ下にある床に落下する。重力加速度の大きさを g とし、空気の抵抗は無視できるものとする。



(1) バネを自然長から長さ l だけ縮ませたときの弾性エネルギーの大きさを答えよ。

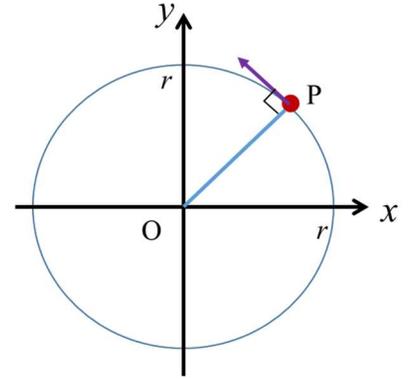
(2) 小球 B が水平面をすべる時の速さ v を k, M, m, l を用いて表せ。

(3) 小球 B が床に落下し、床と衝突する直前の鉛直方向の速度成分の大きさが $2v$ であった。このことを用いて h を v で表せ。

中京大学試験問題・解答用紙

学科目	物理学(力学)	出題者	白井 英俊	試験日	2016年 5月 30日 月曜日 1限実施
試験持込の可否	一切の持込不可 注意:字は丁寧にきれいに書くこと。判読困難な場合は採点対象としない。説明や計算式を書くこと				

問題 5. 右図のように、半径 1.0 [m]の円周上を小物体 P が等速円運動している。
計測したところ、円周を 4 周するのに 2.0 s かった。この P の運動について、以下の物理量
(数値と単位)を求めよ。ただし円周率として π (π のままの表記でよい)を用いよ。



(a) 周期

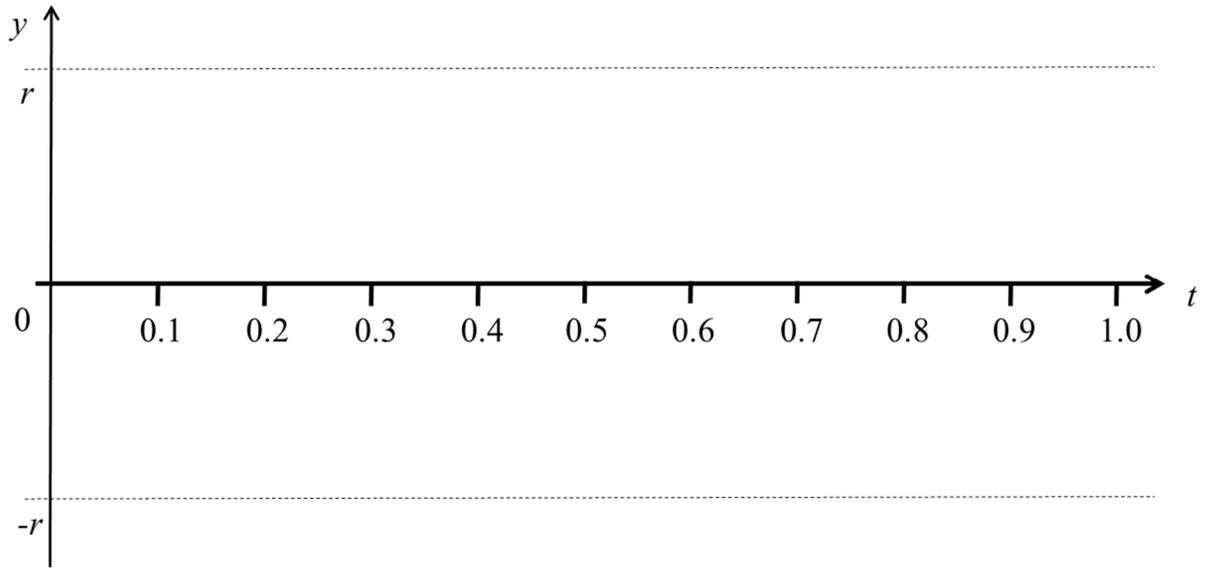
(b) 角速度

(c) 速さ

(d) 加速度の大きさ

(e) 下図は横軸が時刻 t [s]、縦軸が y 座標 (単位はm)である。ここにPの運動を表わせ。ただし時刻 $t=0$ のとき小物体Pは座標 $(r,0)$ にあったものとする。

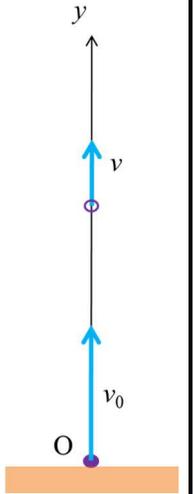
なお $r=1.0$ とする



問題 6. 右図に示す点 O から速さ v_0 [m/s]で鉛直上向きに投げ上げられた質量 m [kg]の小物体 A の t 秒後の速度と位置を求めたい。ただし点 O を原点とし、一様な重力(重力加速度の大きさを g とする)および、物体の質量と速度との積に比例した空気の抵抗(比例定数は k とする)をうけて運動するものとし、鉛直上方に y 軸を取るものとする。

(1) この運動における小物体 A の運動方程式を書け。

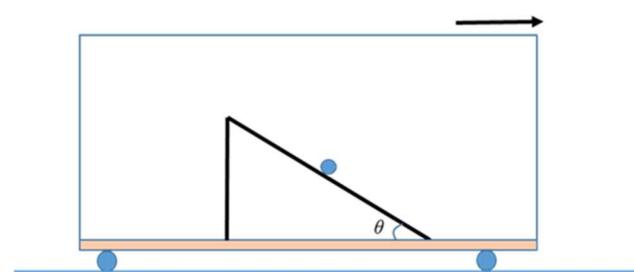
(2) 初期条件($t=0$ における小物体の位置と速度)を考慮して(1)の微分方程式を解け(つまり時刻 t [s] ($t \geq 0$) における速度と位置の式を答えよ)



工 学部	電気電子工 学科	年	番 号	氏 名	採 点
------	----------	---	--------	--------	--------

問題 7. 地表面における重力加速度の大きさを $g[\text{m/s}^2]$ とする。地表面で長さ $l[\text{m}]$ の単振り子の周期 $[\text{s}]$ が $2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ であったか、それとも $2\pi\sqrt{\frac{g}{l}}$ であったか、忘れてしまったとする。次元解析によってどちらの式が正しいかを判定せよ。

問題 8. 電車が水平な平面上で一直線にのびた線路上の上を走っている。この電車の水平な床の上に傾斜角 θ の斜面を進行方向に向けて設置し、その斜面上に質量 m の小物体 A を置いた。ただし重力加速度の大きさを g 、斜面と小物体 A との間の静止摩擦係数を μ とする。



(1) 電車が等速度運動しているとき、A が静止しているための条件を求めよ。

(2) 電車が一定の加速度 α で加速したところ、小物体 A は斜面を登り始めた。このときの加速度 α が満たすべき条件を求めよ。

(3) 速さ v で等速運動していた電車が急ブレーキをかけた。その時ヘリウムガスで空中に浮いていた風船はどのような運動をするか、定性的に述べよ。