

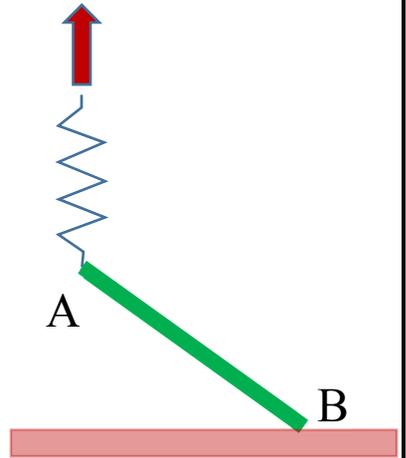
中京大学試験問題・解答用紙

学科目	物理学(力学)	出題者	白井 英俊	試験日	2017年 5月 29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 ばねを使って、長さ 0.60m の棒 AB の重さをはかることを考えた。以下の問いに答えよ。ただし以下では重力加速度の大きさを 10 m/s^2 として計算せよ。

(1) このばねは下端に 1.00kg の分銅をつると 0.17m の長さになり、1.50kg の分銅をつると 0.18m の長さになった。このことから、このばねのばね定数と自然長の長さを求めよ。ただし、それぞれ単位を明記すること。

(2) この棒は重いため、このばねにつるしてその伸びを計ろうとすると、ばねの弾性限度以上に伸びてしまう。そこで棒の端を滑らかで水平な床につけて計測した。右図は A 端にばねをつけ B 端を床につけて計測した様子である。ここで棒は均一ではないため、重心が棒の中心にあるとは限らないことに注意して以下に答えよ。



(a) 棒の質量を $M[\text{kg}]$ 、棒の重心が B 端から $x[\text{m}]$ の位置にあるとし、A 端に(1)で計測したばねをつけ B 端を床に接触させて計測した時、ばねの長さは 0.20m となり、棒と床とのなす角が α であった。このときの力のモーメントのつりあいの式をかけ。

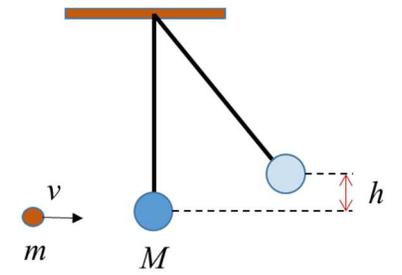
(b) (a)と同じく、棒の質量を $M[\text{kg}]$ 、棒の重心が B 端から $x[\text{m}]$ の位置にあるとする。今度は B 端に(1)で計測したばねをつけ A 端を床に接触させて計測した時、ばねの長さは 0.30m となり、棒と床とのなす角を β であった。このときの力のモーメントのつりあいの条件式をかけ。

(c) 上の二つの式から、棒の質量と棒の重心の位置を求めよ。(注意: (a),(b)で仮定した M と x の値を数値で答えること)

問題 2. 摩擦力には静止摩擦力と動摩擦力がある。この二つの類似点と相違点が明確になるよう、それぞれについてなるべく詳しく説明せよ。ただし「摩擦」および「摩擦力」という用語は使ってもよい(これらの語の意味は既知と仮定してよい)とする。

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

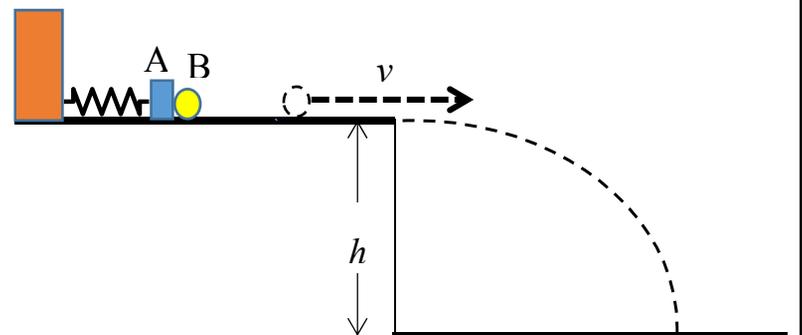
問題 3. 質量 M [kg] の砂袋が天井から軽く伸び縮みしない糸でつり下げられている。いま、水平方向から質量 m [kg] の弾丸を最下点に静止している砂袋に打ち込んだところ、弾丸は砂袋と一体となって図のように高さ h [m] のところまで上がった。ただし空気抵抗は無視できるものとし、重力加速度の大きさを g [m/s²] とする。



(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の差を求めよ。また、このエネルギーの差がなぜ生じたのか、説明せよ。

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、バネが自然長になったところで小球 B は板から離れ、なめらかな水平面をすべり、床に落下する。床と水平面との距離を h 、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) この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さを g と h で表せ。

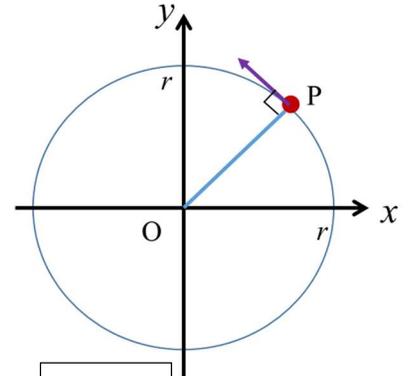
(4) 床と小球との反発係数は 0.80 であった。小球は床に落ちてからどのくらいの高さまで跳ね上がるか、 h を用いて表せ。

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	2017年 5月 29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Aのように、半径 2.0 [m]の円周上を小物体Pが等速円運動している。

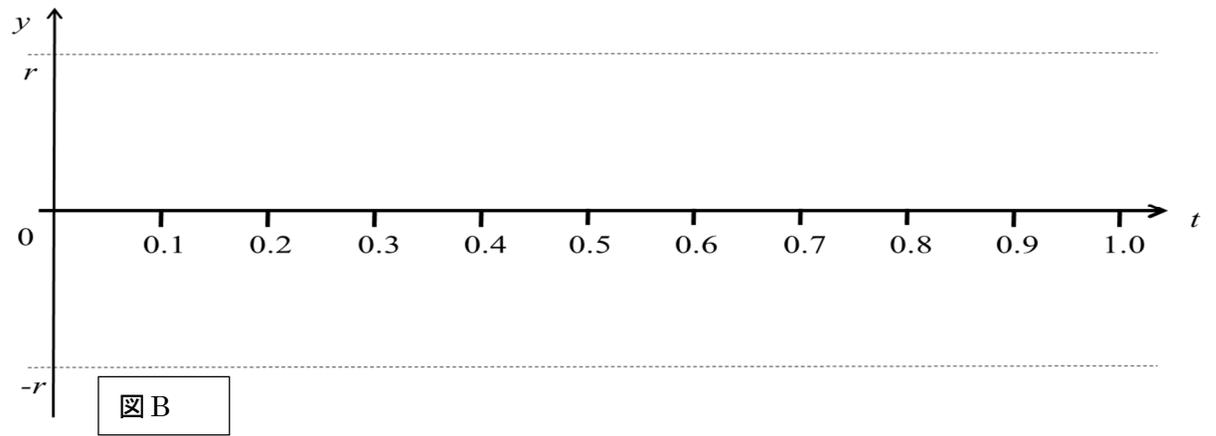
計測したところ、円周を10周するのに5.0 s かった。このPの運動について、以下の物理量(数値と単位)を求めよ。ただし円周率として π (π のままの表記でよい)を用いよ。



図A

- (a) 周期
- (b) 角速度
- (c) (接線方向の)速さ
- (d) 向心加速度の大きさ

(e) 下図Bは横軸が時刻 t [s]、縦軸が y 座標 (単位はm)である。ここに $0 \leq t \leq 1.0$ におけるPの運動を表わせ。ただし時刻 $t=0$ のとき小物体Pは図Aの座標 (2.0, 0) にあった。また図Bでは $r=2.0$ m とである。

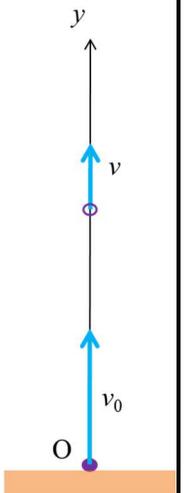


図B

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。ただし小物体Aは一様な重力および、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。なお重力加速度の大きさを g [m/s²]とし、鉛直上方に y 軸を取り、点 O をその原点とせよ。

(1) この運動における小物体 A の運動方程式を、速度を(上向きを正として) v [m/s]、加速度を $\frac{dv}{dt}$ [m/s²] として表せ。

(2) 初期条件($t=0$ における小物体の位置や速度)を考慮して(1)の微分方程式を解け(つまり地表面に落下するまでの時刻 t [s] ($t \geq 0$) における速度を答えよ)。ただし答えだけでなく、答えを導く式の説明をつけること。

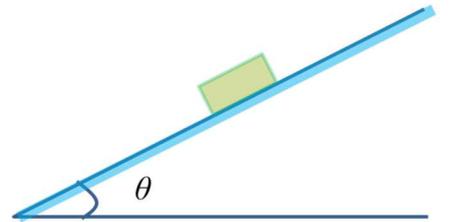


(裏面に続く)

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

(3) 初期条件($t=0$ における小物体の位置や速度)を考慮して(2)の結果から、投げ上げられて地表面に落下するまでの時刻 t [s]における小物体 A の位置を表す式をかけ。ただし答えだけでなく、答えを導く式の説明をつけること。

問題 7. 右図のように、水平面に対し傾角 θ [rad]の粗い斜面に質量 m [kg]の小物体 A を置いたところ、A は静止していた。なお、重力加速度の大きさを g [m/s²]とし、斜面と小物体との静摩擦係数を μ 、動摩擦係数を μ' とする。また空気抵抗は無視できるものとする。答えだけでなく説明も適宜つけよ。

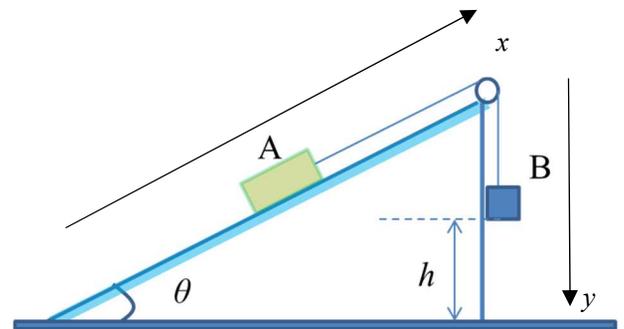


以下では答えだけでなく、答えを導く考え方や式も明記すること。

(1) 小物体 A にはたらく力のうち、斜面から受ける垂直抗力の大きさを求めよ。

(2) 小物体 A にはたらく力のうち、A が斜面から受ける静摩擦力の大きさを求めよ。

次に、右図のように、小物体 A に軽く伸び縮みしないひもをつけ、滑らかな滑車を通して質量 M [kg]の小物体 B につないだところ、B は壁に接触せずに落下し、A は斜面を登りだした。以下では、この状況を考えよ。



(3) A と B をつなぐひもの張力を S [N]として、斜面に平行な方向における小物体 A の運動方程式を答えよ。ただし図のように斜面に平行な方向に x 軸をとり、動き出した時刻を $t=0$ とし、B が床に接触するまでの時間だけを考えよ。

(4) A と B をつなぐひもの張力を S [N]として、鉛直方向における小物体 B の運動方程式を答えよ。ただし図のように鉛直下向き方向に y 軸をとり、動き出した時刻を $t=0$ とし、B が床に接触するまでの時間だけを考えよ。

(5) 動き出した時刻を $t=0$ としたとき、B が床に落下する時刻を答えよ。

(6) 斜面は十分長いとする。小物体 A が到達する地点の x 軸上の座標を答えよ。ただし動き出す直前の A の位置を原点にとる。