

中京大学工学部電気電子工学科

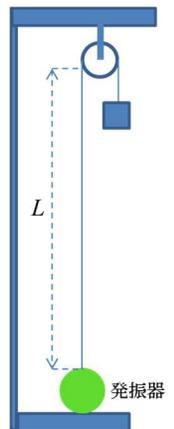
物理学 (力学)	出題者	白井 英俊	試験日	2016年 11月 18日 火曜日実施
持ち込み不可。すべての問題に対し、答だけではなく説明もつけること。不正行為者には今学期の試験をすべてFにする。				

問題1. 以下の物理の用語それぞれに対して、次元およびSI単位系による単位を書け。なお、次元については以下の記号を使うこと:

質量: M 長さ: L 時間: T (注意: 次元については逆数の場合は T^{-1} 、平方根の場合は $T^{\frac{1}{2}}$ などとすること)

	次元	単位
解答例: 位置	L	m
<hr style="border-top: 1px dashed #ccc;"/>		
(1) 速度		
<hr style="border-top: 1px dashed #ccc;"/>		
(2) 加速度		
<hr style="border-top: 1px dashed #ccc;"/>		
(3) 力		
<hr style="border-top: 1px dashed #ccc;"/>		
(4) 位置エネルギー		
<hr style="border-top: 1px dashed #ccc;"/>		
(5) 力のモーメント		
<hr style="border-top: 1px dashed #ccc;"/>		
(6) 振動数		
<hr style="border-top: 1px dashed #ccc;"/>		
(7) 仕事		
<hr style="border-top: 1px dashed #ccc;"/>		
(8) 運動量		

問題 2. 伸び縮みしない糸を図のように、一端は発振器につなぎ、もう一端は滑車を通しておもりにつなぎ、発振器から正弦波を発生させた。これにより横波が生じて糸を伝わる。そして、発振器から発生される正弦波の振動数がある値になると、この糸は共振する。この共振が起こる振動数 n は、糸の線密度 ρ 、長さ L 、糸の張力 S から求められるという(なお、 S はおもりの質量と重力加速度の大ききで決まる)。**次元解析の手法を用いて**、共振振動数 n を、糸の密度 ρ 、長さ L 、糸の張力 S で表す式を導け。ただしここでは、比例定数を1とする。なお、糸の線密度 ρ の単位は kg/m である。



問題 3. 「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」という問題に取り組み、SI 単位系に基づいて電卓で計算した所、2398.774 という数値が得られた。有効数字や単位を考慮した場合、答えをどのように書くべきか、答えよ。

答:

理由:

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

問題 4. 水平な床と垂直な壁があり、まっすぐで一樣な長さ l の細い棒が立てかけられている。棒の質量を m 、棒が床面となす角度を θ 、重力加速度の大きさを g とする。

(1) 棒にはたらく力を作用点と向きに注意して書きこめ。ここで、棒にはたらく力は、重力(大きさを W で表す)、床からの垂直抗力(大きさを N_f で表す)と壁からの垂直抗力(大きさを N_w で表す)、床からの摩擦力(大きさを F_f で表す)との壁から摩擦力(大きさを F_w で表す)の 5 つである。注意: W, N_f, N_w, F_f, F_w 以外の記号を使わないこと

(2) 以下の手順で棒がすべらない最小の角度を求めよ。

(a) 棒にはたらく力の鉛直方向のつりあいの式を $W, N_f, N_w, F_f, F_w, \theta$ から適切な記号を用いて書け。

(b) 棒にはたらく力の水平方向のつりあいの式を、 $W, N_f, N_w, F_f, F_w, \theta$ から適切な記号を用いて書け。

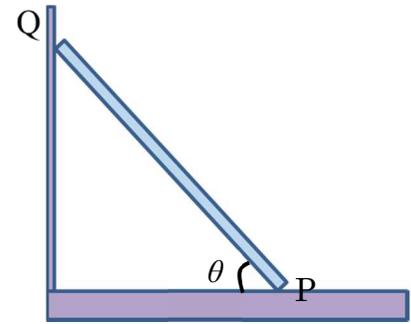
(c) P 点回りの力のモーメントのつりあいの式を、 $W, N_f, N_w, F_f, F_w, \theta$ から適切な記号を用いて書け。

(d) W を m と g を用いて表わせ。

(e) 壁がなめらかで、棒と床との静摩擦係数が μ とする。 F_w の値と、 F_f, m, g, μ の間の関係式を求めよ。

(f) 以上を用いて、壁がなめらかで、棒と床との静摩擦係数が μ としたときの、棒がすべらない最小の角度を求めよ。

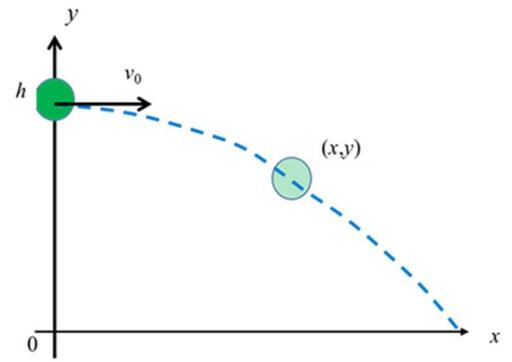
(g) (余裕があれば挑戦せよ) 壁がなめらかで、棒が床面と角度 θ をなしており、棒がすべらず静止している状態で、この棒を P 点から Q 点にむかって質量 M の小型ロボットが登りだしたとする。このロボットはどこまで登れるか、答えよ。ここで、P 点から棒の長さの x 倍のところ、とするのが考えやすいが、P 点からの距離でも、P 点を基準とした高さでも、自分にとって答えやすいものを答えて良い。



中京大学工学部電気電子工学科

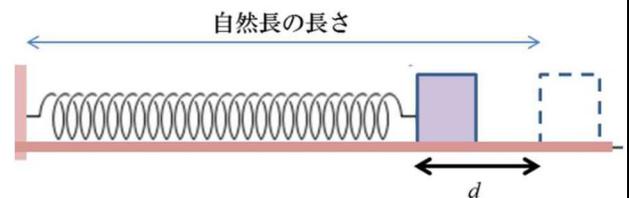
物理学 (力学)	出題者	白井 英俊	試験日	2016年 11月 18日 火曜日実施
持ち込み不可。すべての問題に対し、答だけではなく説明もつけること。不正行為者には今学期の試験をすべてFにする。				

問題 5. 右図のように、時刻 $t = 0$ において質量 m の小物体を地表 h の高さの点から速さ v_0 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。また、重力加速度の大きさを g 、空気の抵抗は小物体の速度に比例し、空気抵抗の比例係数は k とする。



- 時刻 $t \geq 0$ における運動の x 成分と y 成分、それぞれの運動方程式を答えよ。
- 時刻 $t \geq 0$ におけるこの物体の速度の x 成分 v_x と y 成分 v_y を表すそれぞれの式を答えよ。

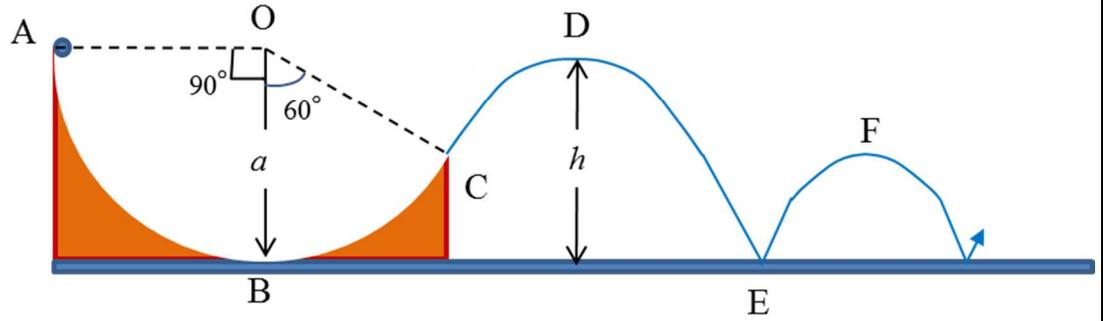
問題 6. なめらかな水平面上に、ばね定数 k のばねの一端を壁に固定し、他端に質量 m の小物体を取り付けた。空気抵抗は無視でき、重力加速度の大きさを g とする。



- ばねが自然長から d だけ縮めるのに要する仕事を求めよ。
- 静かに手を放して、ばねが自然長の長さになったときの小物体の速さを求めよ。
- 床が粗く、床と小物体との動摩擦係数を μ としたとき、静かに手を放して、ばねが自然長の長さになったときの小物体の速さはいくらか。

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

問題 7. 右図のように、半径 a の円弧の形をしたなめらかなすべり台 ABC が、水平な床に B 点で接して固定されている。中心を O とする円弧 ABC は鉛直な平面内にあり、 $\angle AOB=90^\circ$ 、 $\angle BOC=60^\circ$ である。 A 点に静止していた質量 m の小球が、すべり台をすべり落ちて B 点を通り、 C 点ですべり台から飛び出す。その後、最高点 D に到達し、再び落下して E 点において床と衝突する。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) 小球が B 点を通過するときの速さを、 g と a の中から適切な記号を用いて表わせ。

- (2) 小球が C 点を離れるとき、小球の速度の水平成分 v_x と鉛直成分 v_y を g と a の適切な記号を用いてそれぞれ表わせ。

- (3) 小球が C 点を離れてから最高点 D に達するまでの時間を g と a の適切な記号を用いて表わせ。

- (4) 床がなめらかであるとする、小球は床と衝突するとき、床から鉛直方向にだけ力積を受ける。また、小球と床との衝突のはね返りの係数(反発係数)を e ($0 < e < 1$) とする。
 - (a) 小球は、 E 点で床と衝突してから再び上昇し、最高点 F に到達して落下した。床から D 点までの高さを h とするとき、 F 点の高さを h と e を用いて表わせ。

 - (b) 小球は、床と何回も衝突を繰り返し、やがて速度の鉛直成分は失われてしまう。小球が最終的に持つ力学的エネルギーは、最初に A 点で静止していたときと比べてどのように変化しているか、以下の候補のうち最も適切なものを選んで丸印を付け、簡単に理由を述べよ。

① 増えも減りもしない	② $\frac{1}{8}mga$ だけ減っている。	③ $\frac{1}{4}mga$ だけ減っている。	④ $\frac{3}{8}mga$ だけ減っている。
⑤ $\frac{1}{2}mga$ だけ減っている。	⑥ $\frac{5}{8}mga$ だけ減っている。	⑦ $\frac{3}{4}mga$ だけ減っている。	⑧ $\frac{7}{8}mga$ だけ減っている。
⑨ mga だけ減っている。	⑩ mga よりも多く減っている。		

理由: