

物理補習

番 氏名 _____

- 1 傾角 θ の斜面上を図 1 のような T 型の物体がすべる運動を考える。物体の質量を M 、動摩擦係数を μ 、重力加速度を g とする。速さが v のとき、空気の抵抗 kv がはたらくものとする。

- (1) 運動中の物体に作用する力の名称とその向きを、矢印で図の上に示せ。
- (2) 物体が速さ v 、加速度 a で運動しているときの運動方程式を記せ。
- (3) しばらくして、等速度運動になった場合の速さ v を求めよ。

$M = 2.0[\text{kg}]$ 、 $\theta = 30^\circ$ のとき、図 2 の曲線のような結果が得られた。

なお、図 2 の斜めの破線は、時刻 $t = 0$ のときの接線とし、 $g = 10[\text{m/s}^2]$ とする。

- (4) 動摩擦係数 μ を求めよ。
- (5) 空気の抵抗の係数 k を求めよ。

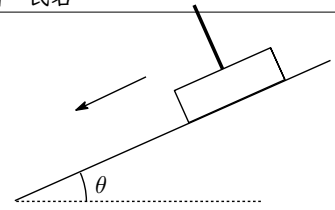


図 1

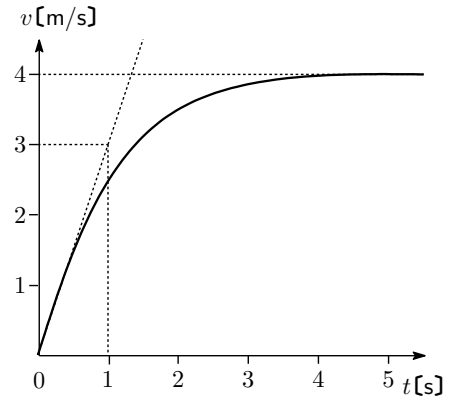
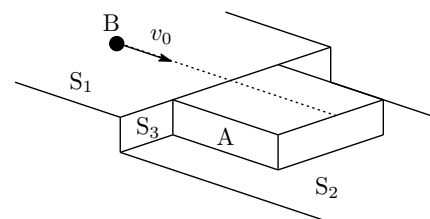


図 2

- 2 なめらかな水平面 S_1 , S_2 と鉛直面 S_3 からなる段差のある固定台がある。面 S_2 上に、質量 M の直方体 A を面 S_3 に接するように置く。 A の上面はあらく、その高さは S_1 の高さに等しい。質量 m の小物体 B と A の間の動摩擦係数を μ とし、重力加速度を g とする。いま、 B を初速 v_0 で水平面 S_1 上から、 A の上面中央を直進させたところ、 A は運動をはじめ、ある時刻 t_0 以後、両物体の速さは等しくなった。



B が A 上に達した時刻を $t = 0$ とする。時刻 t_0 より以前の時刻 t における B の速さは **ア** で、 A の速さは **イ** である。 t_0 は **ウ** で、そのときの速さは **エ** である。また、 B が A 上を進んだ距離 ℓ は **オ** である。

3 滑らかな水平面上に質量 M 、長さ L の板を置く。板上の上面はあらい水平面で、右端に質量 m の小物体 P が置かれている。重力加速度を g とする。

(1) 板に一定の大きさの力 F_1 を水平右向きに加え続けたところ、 P と板は一体となって運動した。

(ア) 板の加速度 α を求めよ。

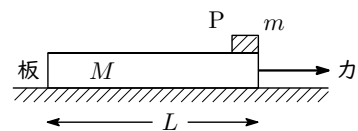
(イ) P が板から受けている摩擦力の大きさ f を求めよ。

(2) 板と P を静止させ、板に F_1 よりも大きい一定の力 F_2 を水平右向きに加え続けたところ、板は運動し、 P は板の上を滑り続けた。 P と板の間の静摩擦係数を μ 、動摩擦係数を μ' とする。

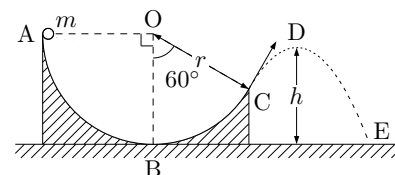
(ア) P が板上ですべるためには、 F_2 はある値 F_0 より大きくなければならない。 F_0 を求めよ。

(イ) F_2 の力を加えているときの板の加速度 A を求めよ。

(ウ) P が板の左端に達するまでの時間 t を求めよ。



- 4 半径 r の円弧の形をした滑らかなすべり台 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。そののち、最高点 D に達し、再び落下して E 点において床と衝突する。重力加速度を g とする。



- (1) 小球の B 点での速さ v_B を求めよ。また、C 点での速さ v_C を求めよ。
- (2) AC 間で、小球にはたらく重力のした仕事と垂直抗力のした仕事をそれぞれ求めよ。
- (3) D 点での小球の速さ v_D と D 点の高さ h を求め、それぞれ r 、 g を用いて表せ。
- (4) E 点で床に衝突するときの速さ v_E を求め、 r 、 g を用いて表せ。

5 水平に置かれたばね定数 $k[\text{N/m}]$ の軽いばねに質量 $m[\text{kg}]$ の小球 P を押し当て、ばねを自然長から $a[\text{m}]$ だけ縮ませ、静かに P を放した。水平面は図の点 A より左側はなめらかであるが、右側は粗く、P との動摩擦係数は μ である。重力加速度の大きさを $g[\text{m/s}^2]$ とする。

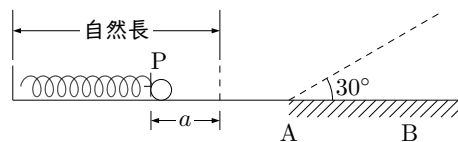
(1) ばねから離れた P が点 A に達するときの速さ $v[\text{m/s}]$ を求めよ。

(2) ばねの縮みが $\frac{1}{2}a[\text{m}]$ であったときの、P の速さ v を求めよ。

(3) はじめにばねを自然長から $a[\text{m}]$ だけ縮ませるのに必要であった外力の仕事 W を求めよ。

(4) 点 A を通り過ぎた P はやがて点 B で静止した。距離 AB を v を用いて求めよ。

(5) 粗い面が水平から 30° 傾いた斜面（図の点線）であった場合に、P が達する最高点を C とし、距離 AC を v を用いて求めよ。斜面と水平面はなだらかにつながるものとする。



6 質量 M のおもり A と、おもり B を糸で結び、なめらかな定滑車と動滑車に図のように図のように糸 α をかけてつるす。定滑車の質量は無視でき、重力加速度の大きさを g とする。

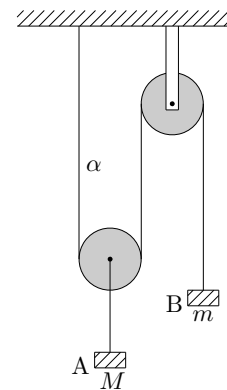
(1) B の質量が m_0 のとき、全体は静止した。糸 α の張力 T と m_0 を M , g を用いて表せ。

(2) 次に、B の質量を $m(> m_0)$ とし、全体が静止している状態から A, B を静かに放す。

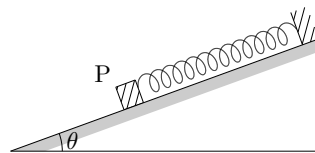
ア. A が高さ h だけ上がったときの速さを v とする。このときの B の下がった距離と速さを求めよ。

イ. 前問の間に、B が失った重力の位置エネルギーはいくらか。

ウ. A の速さ v を M , m , h , g を用いて表せ。



7 質量 m のおもり P を鉛直につるすと ℓ だけ伸びる軽いばねがある。重力加速度の大きさを g とする。図のように、傾角 θ の斜面上で、 P をつけたばねの上端を固定する。斜面と P の間の静摩擦係数を μ 、動摩擦係数を μ' とし、ばねが自然の長さに保たれるように P を手で支えておく。



- (1) 手を放したとき、 P が動き始めるためには、斜面の傾角 θ は、 α より大きくなければならない。 $\tan \alpha$ を求めよ。
- (2) 傾角 $\theta (> \alpha)$ の斜面上で手を放すと P が動き始めた。ばねの伸びが最大値 x になったとき、 P の最初の位置から重力の位置エネルギーはいくら減少するか。
- (3) (2) において、ばねの弾性エネルギーはいくらか。
- (4) ばねの最大の伸び x を求めよ。
- (5) ばねの伸びが最大になったのち、 P が再び動き始めるためには、 $\tan \theta$ はある値より大きくなければならない。その値を μ , μ' で表せ。

- 8 水平面 AB と斜面 BC がなだらかにつながっていて、AB 間は摩擦がなく、傾角 θ の斜面には摩擦がある。AB 上で、質量 m の小物体 P が速さ v_0 で、静止している質量 M の小物体 Q に正面衝突する。P、Q の反発係数（はね返り係数）を e 、Q と斜面の間の動摩擦係数を μ 、重力加速度の大きさを g とする。

- (1) 衝突直後の P の速度 v と、Q の速度 V を、右向きを正としてそれぞれ求めよ。
- (2) 衝突の際、P が受けた力積を、右向きを正として求めよ。
- (3) 衝突後、P が左へ動くための条件を求めよ。
- (4) 衝突後、Q は斜面上の点 D に達した後、下降した。 V を用いて BD 間の距離 ℓ を求めよ。また、Q が点 B に戻ったときの速さ V_1 を V を用いて求めよ。

