

－ 物 理 －

1. 水平からはかった傾き θ を調節できる斜面上での質量 m の物体の運動を考える。物体と斜面の間の静止摩擦係数を μ_1 、動摩擦係数を μ_2 、重力加速度の大きさを g として以下の設問に答えよ。

- (1) 物体が斜面上に静止しているとき、物体が斜面から受ける静止摩擦力の大きさを記せ。また物体が斜面上に静止できる角度 θ の最大値 θ_0 に対して $\tan \theta_0$ を求めよ。
- (2) 斜面の傾き θ を上問 (1) の θ_0 より大きな角度に固定する。斜面上の位置 P で物体に斜面に沿って上向きに大きさ v_0 の初速度を与えたとき、最高点に達するまでの斜面に沿った移動距離を求めよ。
- (3) 上問 (2) で、物体が最高点に達してからすべり下りて再び点 P に戻ってきたときの速さを求めよ。

次に空気抵抗を考慮する。この物体が速さ v で運動しているとき、物体には運動の向きと逆向きに大きさ Rv (R は定数) の空気抵抗がはたらく。以下で斜面の傾き θ は θ_0 より大きな角度に固定されている。

- (4) 斜面をすべり下りる物体は十分時間がたつと一定の速さ v_f に達する。 v_f を求めよ。
 - (5) 斜面上に置いた物体を時刻 $t = 0$ で静かに離したとき、時刻 t における物体の速さ $v(t)$ を m, R, v_f および t を用いて表せ。
2. 質量 M の小球 A を支点 O から長さ L の軽い糸でつるした振り子を考える。最下点で静止している小球 A に、質量 m の小球 B が水平方向の速度 $2v$ で衝突し、逆向きの速度 $-v$ ではね返された。重力加速度の大きさを g として以下の設問に答えよ。
- (1) 衝突直後の小球 A の速度 v_0 を求めよ。
 - (2) 衝突が弾性衝突であるとき、 m を M を用いて表せ。
 - (3) 鉛直線からはかった振り子の最大振れ角を θ_0 ($\theta_0 < \pi/2$) とするとき、 $\cos \theta_0$ を g, L, v_0 を用いて表せ。
 - (4) 振れ角が θ となったときの糸の張力を m, g, θ, θ_0 を用いて表せ。
3. 長さ L の細い棒に、単位長さ当たりの電気量 λ の正電荷が一様に分布している。棒の中心を原点として棒の方向に x 軸をとるとき、 (x, y) 面上に生じる電場について以下の設問に答えよ。真空の誘電率を ϵ_0 とする。

- (1) 棒がつくる電場を求めるため、棒を長さ方向に小さく分割して x 座標が x' から $x' + dx'$ までの長さ dx' の微小部分のみに着目し、これを点 $(x', 0)$ に置かれた点電荷 $\lambda dx'$ とみなす。この微小部分が点 (x, y) につくる電場 $d\vec{E}$ の成分 (dE_x, dE_y) を求めよ。
- (2) 棒に分布した電荷全体により、 x 軸上の点 $(x, 0)$ ($x > L/2$) に生じる電場の強さを求めよ。
- (3) 棒が無限に長い ($L = \infty$) とき、 y 軸上の点 $(0, y)$ ($y > 0$) に生じる電場の強さを求めよ。

－ 物 理 －

4. 面積 S の2枚の導体極板を間隔 x で平行に配置した平行板コンデンサーが起電力 V の直流電源に接続されている。真空の誘電率を ϵ_0 として以下の設問に答えよ。
- (1) このコンデンサーに蓄えられている電荷 Q と静電エネルギー U を求めよ。
 - (2) 極板が引き合う力の大きさを F とする。極板に外力を加えて極板間隔を x から微小距離 Δx だけ大きくしたとき、コンデンサーに蓄えられている電荷の変化を ΔQ 、静電エネルギーの変化を ΔU とする。外力がした仕事 $F\Delta x$ を ΔQ 、 ΔU 、 V を用いて表せ。
 - (3) 極板間隔が x のとき、コンデンサーの極板が引き合う力の大きさ F を求めよ。