

[問題 : 物理]

問題 1 図 1 のように, あらい水平面上の点 A で質量 m [kg] の物体 1 に初速度 v_0 [m/s] を与えた。物体 1 はあらい水平面上を距離 L [m] 滑り, 点 B から飛び出した。動摩擦係数を μ' , 重力加速度を g [m/s²] とする。ただし, 空気抵抗は無視できるものとする。

(1) 物体 1 が水平面上を滑っている間の, 物体 1 と水平面との間の動摩擦力の大きさ F [N] を求めよ。解答には, g , m , μ' を用いよ。

(2) 物体 1 が水平面上を滑っている間の, 加速度の大きさ a [m/s²] を求めよ。解答には, g , μ' を用いよ。

(3) 物体 1 が点 A から距離 L [m] 滑り, 点 B から飛び出した直後の, 物体 1 の速度 v' [m/s] を求めよ。解答には, g , L , v_0 , μ' を用いよ。

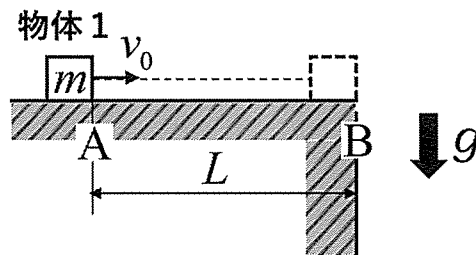


図 1

次に、図2のように水平面から飛び出した物体1は、飛び出した直後に長さ R [m]の糸に吊り下げられた質量 M [kg]の物体2と衝突した。糸の一端は点Oで固定されており、糸は伸び縮みせず、糸の重さは無視できるものとする。なお、はじめ物体2は最下点Bで静止しており、物体1と同じ高さに位置している。衝突後、物体1と物体2は極めて短い時間で合体して運動を始めた。

(4) 2つの物体が衝突した直後の、合体した物体の速度 V [m/s]を求めよ。解答には、 m 、 M 、 v' を用いよ。

(5) 2つの物体が衝突し合体した直後の、糸の張力の大きさ T [N]を求めよ。解答には、 g 、 m 、 M 、 R 、 V を用いよ。

(6) 合体した物体が最下点Bから糸がたるまらずに 180° 回転し、最上点Cを速度 V' [m/s]で通過した。この時、最上点Cで糸がたるまないための条件を示せ。解答には、 g 、 R 、 V' を用いよ。

(7) 合体した物体が最下点Bから糸がたるまらずに 180° 回転し、最上点Cを通過するための、物体1の初速度 v_0 [m/s]の大きさに関する条件を g 、 m 、 M 、 L 、 R 、 μ' を用いて表せ。

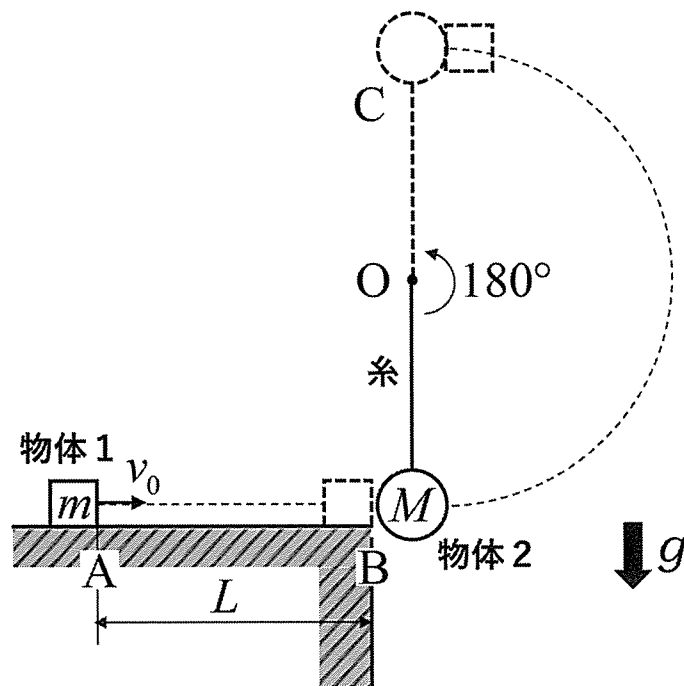


図2

問題2 質量 m [kg], 電荷 q [C] ($q > 0$) を持つ荷電粒子 X の電界中での運動を考える。以下の実験は真空中で行われており、荷電粒子 X は電気力以外の力は受けないとする。

図3のように、荷電粒子 X が速さ v_0 [m/s] で x 軸上を運動しており、極板 A に存在する穴を通過し、電界 E [N/C] が存在する領域に入り、極板 B に存在する穴を抜けていく。極板 A, B 間の間隔は L_1 [m] で極板 A, B の大きさに比べ十分小さく、また極板 A, B の厚さは十分に薄いとする。極板 A, B に存在する穴は、荷電粒子 X が通り抜けられる大きさであるが、極板 A, B に比べると十分小さく、極板 A, B 間に存在する電界 E は穴も含め一様である。

- (1) 極板 A, B 間にある荷電粒子 X が電界 E から受ける電気力の大きさ [N] を求めよ。解答は v_0, E, L_1, m, q のうち必要な記号を用いて表すこと。
- (2) 荷電粒子 X が $x = a$ ($0 < a < L_1$) の位置に存在するとき、原点 O を基準とした電気力による位置エネルギーの大きさ [J] を求めよ。解答は v_0, E, L_1, m, q, a のうち必要な記号を用いて表すこと。
- (3) 極板 B の穴から荷電粒子 X が飛び出すときの速さ [m/s] を求めよ。解答は v_0, E, L_1, m, q のうち必要な記号を用いて表すこと。

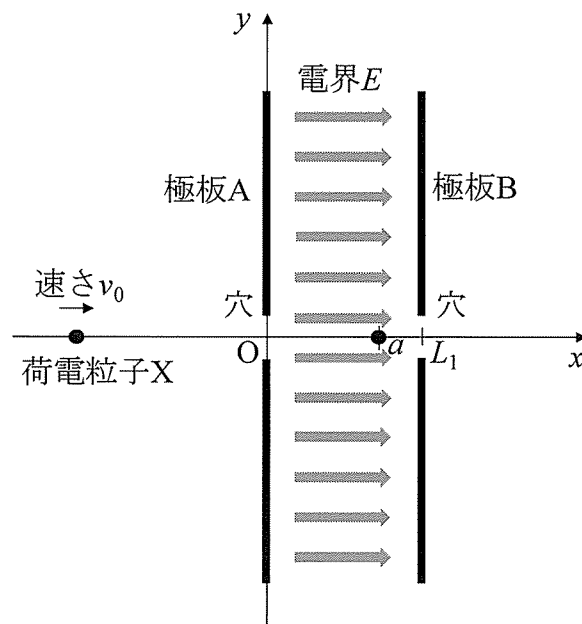


図3

次に図4のように荷電粒子Xが速さ v_1 [m/s] で x 軸上を運動しており、極板C、Dに挟まれた領域に進入する。極板C、D間の間隔は d [m] で極板C、Dの大きさに比べ十分小さく、また極板C、Dの厚さは十分に薄いとする。極板C、Dの x 方向の長さは L_2 [m]である。極板C、D間には電圧 V [V] が印加されており一様な電界が存在している。

- (4) 極板C、D間に存在する電界の大きさ [N/C] を求めよ。解答は v_1, d, L_2, V, m, q のうち必要な記号を用いて表すこと。
- (5) 荷電粒子Xが $0 < x < L_2$ の範囲において極板Cと衝突せずに運動しているとき、 y 方向の加速度の大きさ [m/s²] を求めよ。解答は v_1, d, L_2, V, m, q のうち必要な記号を用いて表すこと。
- (6) 荷電粒子Xの x 方向の位置が $x = b$ ($0 < b < L_2$) のとき、 x 軸からの距離 h ($h < \frac{d}{2}$) [m] を求めよ。解答は v_1, d, L_2, V, m, q, b のうち必要な記号を用いて表すこと。
- (7) 荷電粒子Xが極板Cに衝突するときの電圧 V [V] の大きさの最小値を求めよ。解答は v_1, d, L_2, m, q のうち必要な記号を用いて表すこと。

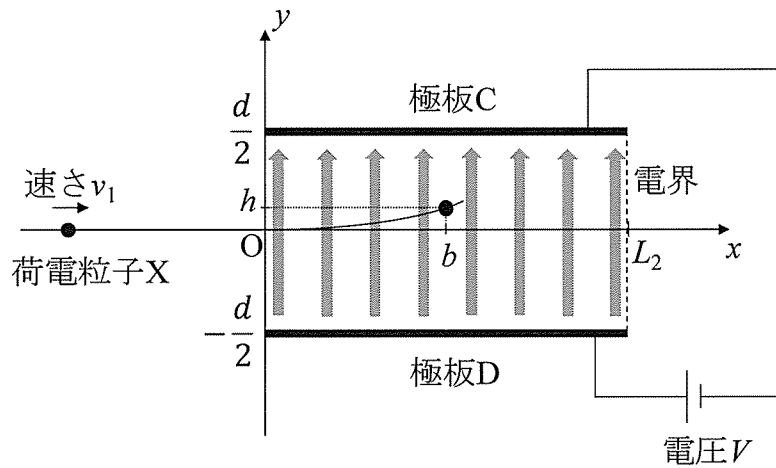


図4