

[問題 : 物理]

問題 1 図 1 のように、水平面からの角度 θ [rad], 長さ L [m] のあらい斜面がある。この斜面の上にはばね定数 k [N/m] のばねがある。ばねの一端を固定し、他端に大きさを無視できる質量 m [kg] の物体を押しつけ、ばねの自然の長さ x_0 [m] から x [m] だけ縮めた状態から、物体を静かにはなした。物体は、ばねが自然の長さ x_0 [m] になった位置でばねからはなれ、斜面上を滑った。物体と斜面の間の静止摩擦係数を μ , 動摩擦係数を μ' , 重力加速度を g [m/s²] として以下の問いに答えよ。ただし、ばねと斜面の間の摩擦、ばねの質量、ばねや物体にはたらく空気抵抗は無視できるものとする。

- (1) ばねを自然の長さ x_0 [m] から x [m] だけ縮めたとき、物体がばねから受ける力の大きさ [N] を求めよ。
- (2) 物体を静かにはなしたとき、物体が動き出すのに必要なばねを縮めた量 x [m] に関する条件式を示せ。
- (3) 物体が斜面を滑っているときの摩擦力の大きさ [N] を求めよ。

次に、斜面を滑っていた物体は斜面の端 (点 A) から速さ V [m/s] で飛び出した。

- (4) 物体が点 A から飛び出す瞬間の速さ V [m/s] を求めよ。
- (5) 物体が点 A から飛び出したのちの最高点の高さ h [m] を求めよ。ただし、解答には、 V を用いてもよい。

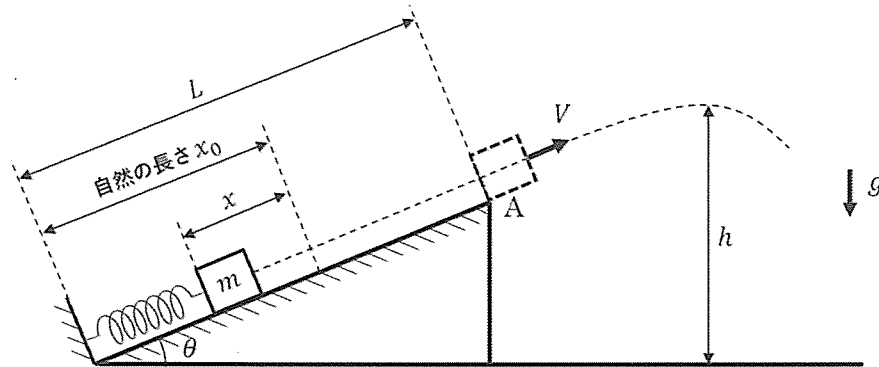


図 1

問題2 以下の問い（問1, 2）に答えよ。

問1 図2のように、真空中に x 軸, y 軸をとり, xy 平面の原点 O から x 軸の負の向きに距離 $2d$ [m] はなれた x 軸上の点 A に, 正の点電荷 Q [C] を固定した。点 B は x 軸上, 点 C は y 軸上にあり, 点 B は原点 O から x 軸の正の向きに距離 $4d$ [m], 点 C は原点 O から y 軸の正の向きに距離 $2d$ [m] はなれている。クーロンの法則の比例定数を k_0 [$\text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$] とする。

- (1) 点 B における電界の強さ [N/C] とその向きを答えよ。
- (2) 無限遠を基準として, 点 C の電位 [V] を求めよ。
- (3) 正の点電荷 q [C] を点 B に置き, その点電荷を点 B から原点 O を通り点 C まで外力を加えてゆっくり移動させた。点 B から点 C まで点電荷を移動させる間に, 外力がする仕事 [J] を求めよ。

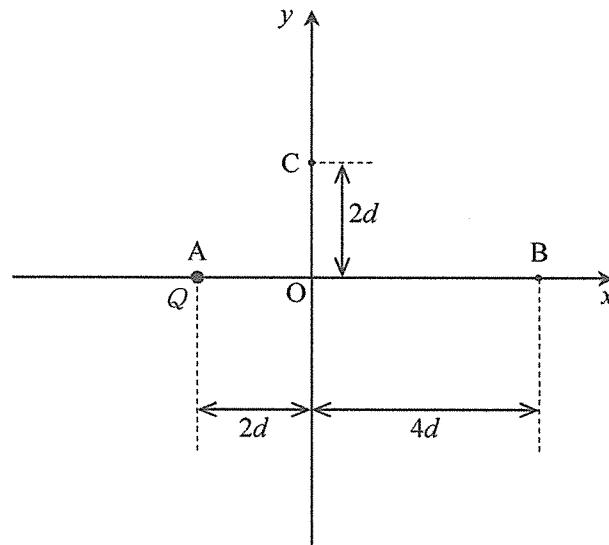


図2

問2 図3のように、水平右向きに x 軸、鉛直上向きに z 軸をとり、 x 軸の正の向きに一様な電界を加えた。点 A' 、 B' 、 C' 、 D' は xz 平面の原点 O を中心とした半径 L [m] の円周上にあり、点 B' は x 軸上、点 C' は z 軸上にある。原点 O に長さ L [m] の伸びない糸の一端を固定し、他端に質量 m [kg] の小球をつけた。小球は xz 平面内を動くことができる。小球に正の電荷 Q [C] を与えると小球は点 A' で静止した。このとき、糸と z 軸のなす角は、 30° ($\angle A'OC' = 30^\circ$) であった。重力加速度の大きさを g [m/s²] とする。また、小球や糸にはたらく空気抵抗と、糸の質量や小球の大きさは無視できるものとする。糸は電界や磁界、小球に与えた電荷に影響しないものとする。

- (4) 電界の強さ [N/C] を求めよ。
- (5) 小球には、重力と静電気力の合力が見かけの重力としてはたらいている。小球を点 B' から静かにはなすと、糸がたるむことなく小球は運動した。小球の運動エネルギー [J] の最大値を求めよ。
- (6) 電界をゼロにし、紙面に垂直に表から裏に向かって磁束密度 B [T] の一様な磁界を加えた。小球を点 B' から静かにはなすと、糸がたるむことなく小球は運動し、点 D' ($\angle D'OC' = 60^\circ$) を通過した。小球がはじめて時計回りに点 D' を通過する瞬間の、小球の速さ [m/s] および糸の張力の大きさ [N] を求めよ。

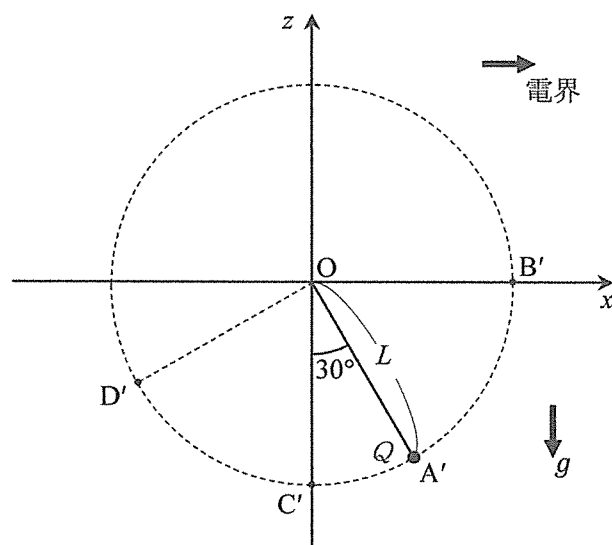


図3