

【問3】

図1のように、固定された半径 R の大きな半球の頂点に半径 r の小球がある。この小球が静かに動きはじめた。小球の密度は一様でその質量は m である。また、重力加速度の大きさを g 、半球中心を点 O 、小球中心と点 O を結ぶ直線が鉛直上方となす角を θ とする。

小球と半球の接触が滑らかで小球が回転しない場合、小球が半球から離れる位置での角 θ_1 を考える。

- (1) 小球が半球から離れる瞬間の小球に働く遠心力の大きさ F 、および小球に働く重力の点 O に向かう方向の成分 f はいくらか。ただし、このときの小球中心の速さを v_1 とする。また、 F と f にはどのような関係が成り立つか。
- (2) 小球のエネルギー保存式を示せ。
- (3) $\cos\theta_1$ を求めよ。

次に、小球がすべらないで転がる場合、小球が半球から離れる位置での角 θ_2 を考える。

- (4) 小球が半球から離れる瞬間の小球中心の速さを v_2 とするとき、小球の回転の運動エネルギーを示せ。ここで、小球の慣性モーメントは、 $\frac{2}{5}mr^2$ である。
- (5) $\cos\theta_2$ を求めよ。

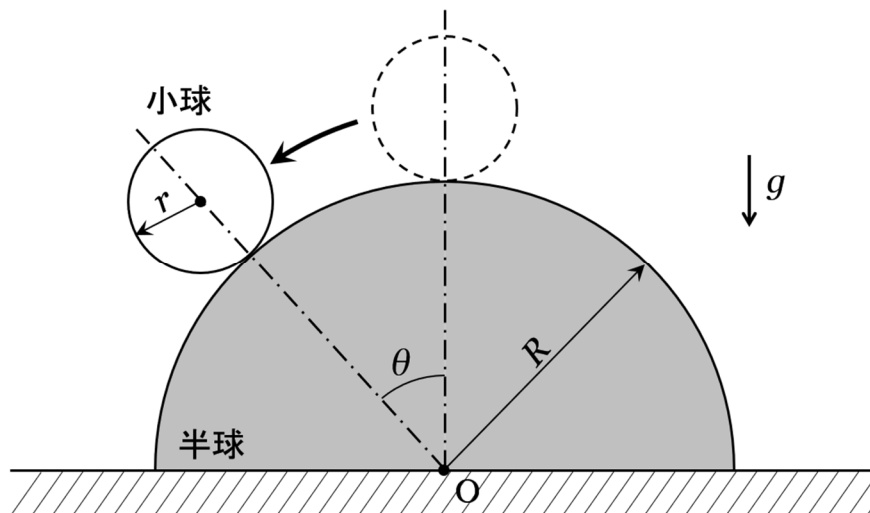


図1

【問4】

真空中において図2のように2次元直交座標系を定義する. この座標系において, $A(-d, 0)$ と $B(d, 0)$ の位置に正の電気量 $+q$ をもつ点電荷をそれぞれ固定する. ただし $d > 0$ である. また y 軸上の $y > 0$ の範囲に, 正の電気量 $+Q$ をもつ点電荷を置き, その位置を $C(0, y)$ とする. 以下の問いに答えよ. ただし, 真空の誘電率を ϵ_0 とする.

- (1) A の点電荷が, C の点電荷におよぼす力の大きさを求めよ.
- (2) A と B の点電荷を両方とも考慮して, C の点電荷に働く合力の大きさを求めよ.
- (3) C の点電荷に働く合力の大きさが最大となる位置 $(0, y_1)$ を求めよ.

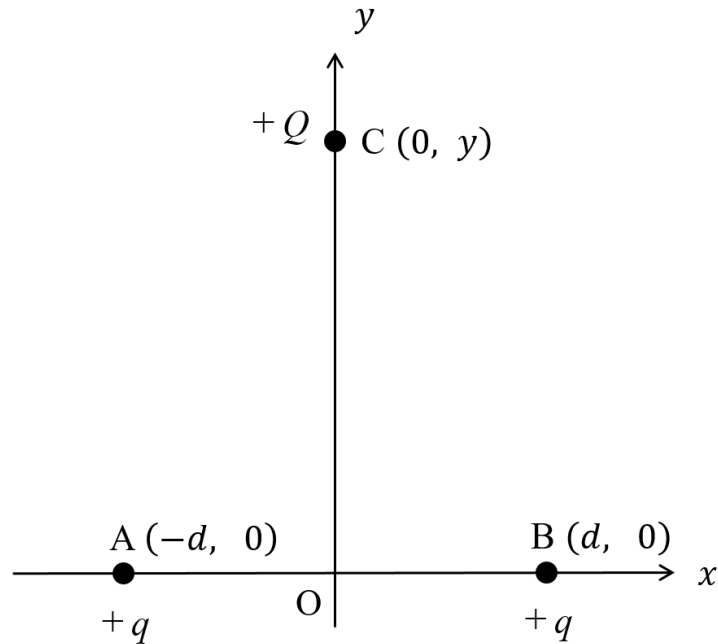


図2