

3 xyz 空間内の原点 $O(0, 0, 0)$ を中心とし, 点 $A(0, 0, -1)$ を通る球面を S とする. S の外側にある点 $P(x, y, z)$ に対し, OP を直径とする球面と S との交わりとして得られる円を含む平面を L とする. 点 P と点 A から平面 L へ下した垂線の足をそれぞれ Q, R とする. このとき,

$$PQ \leq AR$$

であるような点 P の動く範囲 V を求め, V の体積は 10 より小さいことを示せ.