

物 理

1 地表(水平面)に互いに直交する x 軸と y 軸を、垂直方向に z 軸を設定する。質量 m の小球 A、質量 $2m$ の小球 B がある。小球 A を x 軸上の原点からの距離 $-a$ ($a > 0$) のところより速さ v_0 、水平面との角度 θ で x 軸の正の方向に打ち出す。小球 A が打ち出されてからしばらく後に、小球 B を y 軸上の原点からの距離 $-b$ ($b > 0$) のところより速さ v_0 、水平面との角度 θ で y 軸の正の方向に打ち出す。2つの小球は地表に落ちる前に衝突した。2つの小球が衝突するときのはねかえり係数を 0.5、重力加速度を g として、以下の間に答えよ。

問 1 小球 A の衝突前の最高到達点の高さを求めよ。

問 2 小球が衝突する直前の小球 B の速度の垂直成分を求めよ。

問 3 v_0 を、 a 、 b 、 θ を使って求めよ。

問 4 小球 A、B が衝突した後飛ぶ方向の速度ベクトルの水平成分を、作図をするのに必要な計算をした後、グラフ(A)、(B)に作図せよ。

問 5 衝突によって失われる力学的エネルギーを求めよ。 $(v_0$ を含んでもよい。)

2 電場(電界)の強さと電気力線の対応をつけるため、電場の強さが E のところでは、電場に垂直な単位断面積あたり E 本の電気力線が貫くものとする。電荷 Q から距離 r だけ離れた点の電場の強さは(1)であるから、正電荷 Q からは(2)本の電気力線が出ていることになる。

ここで、極板の面積 S 、間隔 d の平行平板コンデンサーについて考える。一方の極板 A を接地し、絶縁したもう一方の極板 B に正電荷 Q を与えた。極板 AB 間での電場の強さは(3)であり、極板 A から x 離れた点での電位は(4)である。ただし、 S は十分大きく、 d は十分小さいものとし、 x 軸は図1のように極板に垂直にとり、 $0 \leq x \leq d$ の範囲で考えるものとする。

(注) 静電気力に関するクーロンの法則に現れる比例定数は、 $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$ 、 ϵ_0 は真空の誘電率、空気の比誘電率は 1.0 とする。

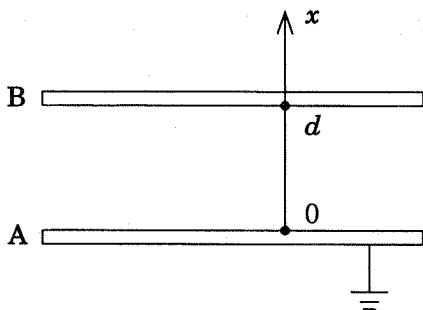


図 1

問 1 上の文章中の(1)~(4)に当てはまる文字式を求めよ。

極板 B の電荷はそのままにして、図2のように極板間の真ん中に、面積 $\frac{S}{2}$ 、厚さ $\frac{d}{3}$ の金属板を極板に平行に入れた。

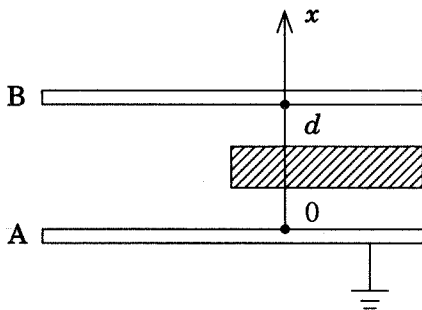


図 2

問 2 (1) 金属板が入っている部分の極板間の電場の強さ E を求め、 E と x との関係を図示せよ。

(2) コンデンサーの電気容量 C を求めよ。

次に、図 3 のように、金属板の代わりに極板間の真ん中に、面積 S 、厚さ $\frac{d}{3}$ の誘電体を極板に平行に入れたところ、誘電体の表面には、 $\frac{6}{11} Q$ の分極電荷が現れた。

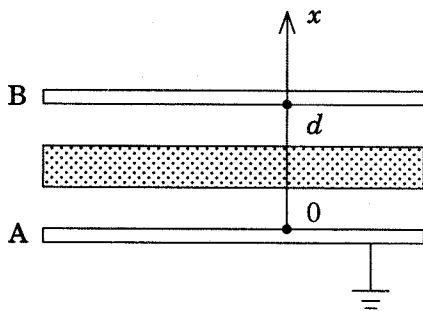


図 3

問 3 (1) 電場の強さ E を求め、 E と x との関係を図示せよ。

(2) 誘電体の比誘電率 ϵ_r を求めよ。