

無限で一般的な平面状の電荷分布についての次の問いに答えよ。

1. 2枚の無限に広い平らな薄い板が、それぞれ電荷の面密度がそれぞれ、 $+\sigma$ と $-\sigma$ で
一様に帯電している。この2枚の板を、正電荷の板を上、負電荷の板を下にして、
平行に並べたときの電場を求めよ。
2. この場合、1つの板の上の単位面積上の電荷がもう1枚の板の電荷からうける電気力
を求めよ。

(略解例)

1. 正電荷の板のつくる電気力線は帯電面から垂直に、一様な密度で上下に伸びていく。す
なわち、それより上面では上向きに、それより下面では下向きに向かう。逆に、負電荷
の板のつくる電気力線は帯電面から垂直に、一様な密度で上下に伸びていく。しかし、
それより上面では下向きに、下面では上向きに向かう。これらの電場の強さ $E = \sigma/2\epsilon_0$
である。

平行板がつくる電場はそれぞれのつくる電場の重ね合わせ (=ベクトル合成) である。
したがって、平行板の間では、

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma}{2\epsilon_0} = \frac{\sigma}{\epsilon_0}, \quad (1)$$

平行板の外では、

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma}{2\epsilon_0} = 0 \quad (2)$$

となる。

2. 上の板の単位面積上の電荷 σ に働く、下の板のつくる電場 E_2 の電気力は下向きで、そ
の強さは

$$\sigma E_2 = \sigma \frac{\sigma}{2\epsilon_0} = \frac{\sigma^2}{2\epsilon_0} \quad (3)$$

である。一方、下の板の単位面積上の電荷 σ に働く、上の板のつくる電場 E_1 の電気
力は上向きで、その強さは

$$\sigma E_1 = \sigma \frac{\sigma}{2\epsilon_0} = \frac{\sigma^2}{2\epsilon_0} \quad (4)$$

である。